एम.ए. पूर्वार्द्ध

भूगोल, द्वितीय प्रश्नपत्र

भू-आकृति विज्ञान

(GEOMORPHOLOGY)

मध्यप्रदेश भोज (मुक्त) विश्वविद्यालय – भोपाल

MADHYA PRADESH BHOJ (OPEN) UNIVERSITY – BHOPAL

Reviewer Committee

1. Dr. Neerja Bharadwaj
   Professor
   Govt. S.N.G. (PG) Autonomus College, Bhopal (M.P.)
2. Dr.Rajeshwari Dubey
   Professor
   Govt.MLB College, Bhopal (M.P.)
3. Dr.Mukesh Dixit
   Principal
   Govt. MLB College, Bhopal (M.P.)

Advisory Committee

1. Dr. Jayant Sonwalkar
   Hon'ble Vice Chancellor
   Madhya Pradesh Bhoj (Open) University, Bhopal (M.P.)
2. Dr. L.S. Solanki
   Registrar
   Madhya Pradesh Bhoj (Open) University, Bhopal (M.P.)
3. Dr. Anjali Singh
   Director, Student Support
   Madhya Pradesh Bhoj (Open) University, Bhopal (M.P.)
4. Dr. Neerja Bharadwaj
   Professor
   Govt. S.N.G. (PG) Autonomus College, Bhopal (M.P.)
5. Dr.Rajeshwari Dubey
   Professor
   Govt.MLB College, Bhopal (M.P.)
6. Dr.Mukesh Dixit
   Principal
   Govt. MLB College, Bhopal (M.P.)

COURSE WRITERS

Dr. Sitender Malik, Assistant Professor and Incharge, Department of Geography, C R S University, Jind
Units (1-5)

Copyright © Reserved, Madhya Pradesh Bhoj (Open) University, Bhopal

All rights reserved. No part of this publication which is material protected by this copyright notice may be reproduced or transmitted or utilized or stored in any form or by any means now known or hereinafter invented, electronic, digital or mechanical, including photocopying, scanning, recording or by any information storage or retrieval system, without prior written permission from the Registrar, Madhya Pradesh Bhoj (Open) University, Bhopal.

Information contained in this book has been published by VIKAS® Publishing House Pvt. Ltd. and has been obtained by its Authors from sources believed to be reliable and are correct to the best of their knowledge. However, the Madhya Pradesh Bhoj (Open) University, Bhopal, Publisher and its Authors shall in no event be liable for any errors, omissions or damages arising out of use of this information and specifically disclaim any implied warranties or merchantability or fitness for any particular use.

Published by Registrar, MP Bhoj (Open) University, Bhopal in 2020

Vikas® is the registered trademark of Vikas® Publishing House Pvt. Ltd.

VIKAS® PUBLISHING HOUSE PVT. LTD.
E-28, Sector-8, Noida - 201301 (UP)
Phone: 0120-4078900 • Fax: 0120-4078999
Regd. Office: A-27, 2nd Floor, Mohan Co-operative Industrial Estate, New Delhi 1100 44
• Website: www.vikaspublishing.com • Email: helpline@vikaspublishing.com

SYLLABI-BOOK MAPPING TABLE

भू–आकृति विज्ञान

Syllabi	Mapping in Book
इकाई–1 भू–आकृति विज्ञान : परिभाषा, प्रकृति और क्षेत्र मूल अवधारणाएं : भू–गर्भीय संरचनाएं एवं भू–आकृतियां भू–दृश्यों में समानतावाद (एकरूपतावाद), बहुचक्रीय, बहुमूलक क्रमिक विकास एवं सीमान्त की अवधारणाएं पर्यावरणीय परिवर्तन : जलवायु परिवर्तन भूकालानुक्रम काल निर्धारण विधियां : लिखित साक्ष्य, पुरावशेष, प्रमुख मृदा क्षितिज, वृक्ष कालानुक्रमिकी, पराग–ताप संदीप्ति	**इकाई 1** : भू–आकृति विज्ञान : प्रकृति और क्षेत्र **(पृष्ठ 3–42)**
इकाई–2 पृथ्वी की गतिविधियां (भू–संचलन) साइमेटोजेनिक गतिविधियां, भूपर्पटी अस्थिरता एवं आइसोटेसी विवर्तनिक पट्टी (प्लेट टेक्टॉनिक्स) क्षेत्र की भूकंपीयता : भूकंप के प्रभाव, भूकंपों का भूगर्भीय वितरण वॉल्केन सिटी हिमालय के विकास के संदर्भ में ऑरोजेनिक संरचनाएं	**इकाई 2** : पृथ्वी की गतिविधियां, भूकंप तथा ज्वालामुखी **(पृष्ठ 46–126)**
इकाई–3 बहिर्जात प्रक्रियाएं : वर्गीकरण की परिकल्पना, वर्गीकरण के कारक और प्रक्रियाएं अपक्षीणन : अवधारणा, कारक, प्रक्रिया एवं वर्गीकरण द्रव्यमान अपक्षय, परिवहन और निक्षेपण प्रक्रियाएं, प्रकार, वर्गीकरण एवं जनित स्थलरूप : द्रव्यमान अपक्षय की गति को प्रभावित करने वाले कारक, द्रव्यमान अपक्षय के प्रकार, अपक्षय के परिणाम, द्रव्यमान अपक्षय का महत्व अपरदन, संवहन तथा निक्षेपण प्रक्रियाएं और मृदा निर्माण एवं प्रमुख मृदा क्षितिज ढालों (ढलानों) का क्रमिक विकास, अधो–अपक्षरण, समानांतर ढाल निवर्तन, एवं ढाल प्रतिस्थापन	**इकाई 3** : बहिर्जात प्रक्रियाएं **(पृष्ठ 127–170)**
इकाई–4 भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाएं : नदी संबंधी प्रक्रिया और भूमि के प्रकार, वायूढ़ (एओलियन) प्रक्रिया और भूमि के प्रकार, हिमनद प्रक्रिया और भूमि के प्रकार, कार्स्ट भूमि के प्रकार, समुद्री प्रक्रियाएं भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाओं में परिणामी स्थलाकृतिक जटिलताएं	**इकाई 4** : भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाएं **(पृष्ठ 171–214)**
इकाई–5 व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान : अर्थ एवं संभावनाएं, भू–आकृति विज्ञान मानचित्रण एवं भू–दृश्य पर प्रयोग, डिजिटल उन्नयन मॉडल त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क, भूमि की क्षमता और भूमि की उपयुक्तता क्षेत्रीय योजनाओं में भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोग : भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोग : एक अवलोकन, जल भू–आकृति विज्ञान, शहरी भू–आकृति विज्ञान, पर्यावरणीय भू–आकृति विज्ञान भू–आकृति विज्ञान और जोखिम प्रबंधन	**इकाई 5** : व्यावहारिक भू–आकृतिक विज्ञान और इसके अनुप्रयोग **(पृष्ठ 215–258)**

विषय–सूची

परिचय **1–2**

इकाई 1 भू–आकृति विज्ञान : प्रकृति और क्षेत्र **3–42**

1.0 परिचय
1.1 उद्देश्य
1.2 भू–आकृति विज्ञान : परिभाषा, प्रकृति और क्षेत्र
1.2.1 भू–आकृति विज्ञान : परिभाषा एवं प्रकृति
1.2.2 भू–आकृति विज्ञान : क्षेत्र
1.3 मूल अवधारणाएं : भू–गर्भीय संरचनाएं एवं भू–आकृतियां
1.4 भू–दृश्यों में समानतावाद (एकरूपतावाद), बहुचक्रीय, बहुमूलक क्रमिक विकास एवं सीमान्त की अवधारणाएं
1.4.1 भू–दृश्यों में समानतावाद (एकरूपतावाद)
1.4.2 भू–दृश्यों में बहुचक्रीय एवं बहुमूलक क्रमिक विकास एवं सीमान्त की अवधारणाएं
1.5 पर्यावरणीय परिवर्तन : जलवायु परिवर्तन
1.6 भूकालानुक्रम कालनिर्धारण विधियां : लिखित साक्ष्य, पुरावशेष, प्रमुख मृदा क्षितिज, वृक्ष कालानुक्रमिकी, पराग–ताप संदीप्ति
1.7 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर
1.8 सारांश
1.9 मुख्य शब्दावली
1.10 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
1.11 सहायक पाठ्य सामग्री

इकाई 2 पृथ्वी की गतिविधियां, भूकंप तथा ज्वालामुखी **43–126**

2.0 परिचय
2.1 उद्देश्य
2.2 पृथ्वी की गतिविधियां (भू–संचलन)
2.3 साइमेटोजेनिक गतिविधियां, भूपर्पटी अस्थिरता एवं आइसोटेसी
2.4 विवर्तनिक पट्टी (प्लेट टेक्टॉनिक्स)
2.5 क्षेत्र की भूकंपीयता
2.5.1 भूकंप के प्रभाव
2.5.2 भूकंपों का भूगर्भीय वितरण
2.6 वॉल्केन सिटी
2.7 हिमालय के विकास के संदर्भ में ऑरोजेनिक संरचनाएं
2.8 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर
2.9 सारांश
2.10 मुख्य शब्दावली
2.11 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
2.12 सहायक पाठ्य सामग्री

इकाई 3 बहिर्जात प्रक्रियाएं **127–170**

3.0 परिचय
3.1 उद्देश्य
3.2 बहिर्जात प्रक्रियाएं
3.2.1 वर्गीकरण की परिकल्पना
3.2.2 वर्गीकरण के कारक और प्रक्रियाएं

3.3 अपक्षीणन : अवधारणा, कारक, प्रक्रिया एवं वर्गीकरण
3.3.1 अपक्षीणन को प्रभावित करने वाले कारक 3.3.2 अपक्षय के प्रकार
3.3.3 अपक्षय का भू–भौतिक महत्व
3.4 द्रव्यमान अपक्षय, परिवहन और निक्षेपण प्रक्रियाएं, प्रकार, वर्गीकरण एवं जनित स्थलरूप
3.4.1 द्रव्यमान अपक्षय की गति को प्रभावित करने वाले कारक 3.4.2 द्रव्यमान अपक्षय के प्रकार
3.4.3 अपक्षय के परिणाम 3.4.4 द्रव्यमान अपक्षय का महत्व
3.5 अपरदन, परिवहन तथा निक्षेपण प्रक्रियाएं और मृदा निर्माण एवं प्रमुख मृदा क्षितिज
3.6 ढालों (ढलानों) का क्रमिक विकास, अधो–अपक्षरण, समानांतर ढाल निवर्तन एवं ढाल प्रतिस्थापन
3.6.1 ढाल विकास के प्रमुख सिद्धांत : डेविस, किंग, पेंक एवं स्ट्राहलर
3.6.2 समानान्तर ढाल निवर्तन एवं ढाल प्रतिस्थापना
3.7 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर
3.8 सारांश
3.9 मुख्य शब्दावली
3.10 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
3.11 सहायक पाठ्य सामग्री

इकाई 4 भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाएं 171–214

4.0 परिचय
4.1 उद्देश्य
4.2 भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाएं
4.2.1 नदी संबंधी प्रक्रिया और भूमि के प्रकार 4.2.2 वायूढ़ (एओलियन) प्रक्रिया और भूमि के प्रकार
4.2.3 हिमनद प्रक्रिया और भूमि के प्रकार 4.2.4 कार्स्ट भूमि के प्रकार
4.2.5 समुद्री प्रक्रियाएं
4.3 भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाओं में परिणामी स्थलाकृतिक जटिलताएं
4.3.1 भू–आकृतिक प्रक्रियाओं में जटिलताएं 4.3.2 भू–आकृति अपक्षरण जनित जटिलताएं : व्यावहारिक अध्ययन
4.4 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर
4.5 सारांश
4.6 मुख्य शब्दावली
4.7 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
4.8 सहायक पाठ्य सामग्री

इकाई 5 व्यावहारिक भू–आकृतिक विज्ञान और इसके अनुप्रयोग 215–258

5.0 परिचय
5.1 उद्देश्य
5.2 व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान
5.2.1 अर्थ एवं संभावनाएं 5.2.2 भू–आकृति विज्ञान मानचित्रण एवं भू–दृश्य पर प्रयोग
5.3 डिजिटल उन्नयन मॉडल
5.4 त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क
5.5 भूमि की क्षमता और भूमि की उपयुक्तता
5.6 क्षेत्रीय योजनाओं में भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोग
5.6.1 भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोग : एक अवलोकन 5.6.2 जल भू–आकृति विज्ञान
5.6.3 शहरी भू–आकृति विज्ञान 5.6.4 पर्यावरणीय भू–आकृति विज्ञान
5.7 भू–आकृति विज्ञान और जोखिम प्रबंधन
5.8 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर
5.9 सारांश
5.10 मुख्य शब्दावली
5.11 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
5.12 सहायक पाठ्य सामग्री

परिचय

टिप्पणी

टिप्पणी

इकाई 1 भू–आकृति विज्ञान : प्रकृति और क्षेत्र

टिप्पणी

संरचना

1.0 परिचय
1.1 उद्देश्य
1.2 भू–आकृति विज्ञान : परिभाषा, प्रकृति और क्षेत्र
  1.2.1 भू–आकृति विज्ञान : परिभाषा एवं प्रकृति
  1.2.2 भू–आकृति विज्ञान : क्षेत्र
1.3 मूल अवधारणाएं : भू–गर्भीय संरचनाएं एवं भू–आकृतियां
1.4 भू–दृश्यों में समानतावाद (एकरूपतावाद), बहुचक्रीय, बहुमूलक क्रमिक विकास एवं सीमान्त की अवधारणाएं
  1.4.1 भू–दृश्यों में समानतावाद (एकरूपतावाद)
  1.4.2 भू–दृश्यों में बहुचक्रीय एवं बहुमूलक क्रमिक विकास एवं सीमान्त की अवधारणाएं
1.5 पर्यावरणीय परिवर्तन : जलवायु परिवर्तन
1.6 भूकालानुक्रम कालनिर्धारण विधियां : लिखित साक्ष्य, पुरावशेष, प्रमुख मृदा क्षितिज, वृक्ष कालानुक्रमिकी, पराग–ताप संदीप्ति
1.7 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर
1.8 सारांश
1.9 मुख्य शब्दावली
1.10 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
1.11 सहायक पाठ्य सामग्री

1.0 परिचय

भू-आकृति विज्ञान की प्रकृति एवं क्षेत्र के अध्ययन हेतु भू-आकृति विज्ञान के मूलभूत सिद्धांतों जैसे, इसका अर्थ, प्रकृति, अवसर, और विकास से अवगत होना आवश्यक है। भू-आकृति विज्ञान एक वैज्ञानिक क्रिया है जो पृथ्वी की स्थलाकृतिक विशेषताओं का वर्णन तथा वर्गीकरण करती है।

पृथ्वी के प्राकृतिक रूप को वर्गीकृत करने के लिए कई प्रणालियाँ तैयार की गई हैं। कुछ प्रणालियाँ कुछ मुख्य स्थलाकृतिक विशेषताओं का वर्णन और समूहीकरण उनकी आकार या संशोधित करने की प्रक्रियाओं के आधार पर करती हैं। अन्य विचार करते समय अतिरिक्त कारकों को भी शामिल किया जाता है (जैसे सतह की चट्टानों के गुण, वातावरणीय भिन्नताएँ) और भू-गर्भिक समय के साथ उनके विकास को एक पहलू के रूप में एवं भूमि के विकास के स्तरों को भी शामिल किया जाता है।

भू-आकृति विज्ञानी भूमि के इतिहास और गतिशीलता को समझने की कोशिश करते हैं, और क्षेत्र अवलोकन के संयोजन, भौतिक प्रयोग और संख्यात्मक मॉडलिंग के आधार पर भविष्य के परिवर्तनों की घोषणा करते हैं। इस विनिमय का अभ्यास भूविज्ञान, भूगोल, पुरातत्व तथा सिविल और पर्यावरण इंजीनियरिंग में किया जाता है। भू-आकृति विज्ञान में प्रारंभिक अध्ययन पेडोलॉजी (मिट्टी-संबंधी विज्ञान) के लिए नींव की तरह हैं, जोकि मृदा विज्ञान की दो मुख्य शाखाओं में से एक है।

टिप्पणी

पृथ्वी की आंतरिक संरचना का वर्णन करने वाला प्लेट विवर्तनिक एक वैज्ञानिक सिद्धांत है जोकि पृथ्वी के स्थलमंडल की बड़े स्तर पर होने वाली गति का वर्णन करता है। यह सिद्धांत महाद्वीपीय बहाव के पुराने सिद्धांत पर ही आधारित है, जोकि छठवीं सदी के पहले दशक में विकसित हुआ था और भू-वैज्ञानिक समुदाय में बहुमत से स्वीकार कर लिया गया था, फिर समुद्रतल प्रसार का सिद्धांत 1950 के अंत और 1960 की शुरूआत में विकसित हुआ था।

इस इकाई में हम भू-आकृति विज्ञान की प्रकृति एवं क्षेत्र, भू-गर्भीय संरचनाओं एवं आकृतियों, समानतावाद (एकरूपतावाद), पर्यावरण परिवर्तन से संबंधित आयामों एवं पृथ्वी में आए परिवर्तनों को समझने/मापन हेतु प्रयुक्त विभिन्न विधियों का अध्ययन करेंगे।

1.1 उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप-

- भू-आकृति विज्ञान की प्रकृति एवं क्षेत्र को समझ पाएंगे;
- भू-गर्भीय संरचनाओं एवं भू-आकृतियों से संबंधित मूल अवधारणाओं का अध्ययन कर पाएंगे;
- भू-आकृतियों के समानतावाद (एकरूपतावाद), बहुचक्रीय एवं बहुमूलक क्रमिक विकास एवं सीमान्त (अवसीमा) की अवधारणाओं का विश्लेषण कर पाएंगे;
- पर्यावरण परिवर्तन तथा जलवायु परिवर्तन और विभिन्न भूसमकालिक विधियों के बारे में जान पाएंगे।

1.2 भू–आकृति विज्ञान : परिभाषा, प्रकृति और क्षेत्र

भू-आकृति विज्ञान की परिभाषा, प्रकृति एवं क्षेत्र का अध्ययन निम्नानुसार किया जा सकता है।

1.2.1 भू–आकृति विज्ञान : परिभाषा एवं प्रकृति

शब्द 'भू-आकृति विज्ञान' जब पहली बार गढ़ा गया था तो इसका उपयोग 1870 और 1880 के बीच पृथ्वी की सतह की आकारिकी का वर्णन करने के लिए किया गया था। लेकिन इसे अमेरिकी भू-वैज्ञानिक विलियम मॉरिस डेविस ने लोकप्रिय बनाया, जिनके 'भौगोलिक चक्र' का प्रस्ताव 'डेविस चक्र' के रूप में भी जाना गया।

भू-आकृति विज्ञान भौतिक भूगोल (भू-आकृति विज्ञान, जलवायु विज्ञान, जीव विज्ञान, समुद्र विज्ञान) की एक महत्वपूर्ण शाखा है। यह पृथ्वी की सतह की उत्पत्ति और विकास के वैज्ञानिक अध्ययन से संबंधित है।

भू-आकृति विज्ञान शब्द तीन ग्रीक शब्दों के संयोजन से लिया गया है, अर्थात् 'जीई' (पृथ्वी), 'मोर्फे' फॉर्म) और 'लोगो' (एक प्रवचन)। इस प्रकार भू-आकृति विज्ञान पृथ्वी की सतह के विभिन्न रूपों (morphe) का विवरण (प्रवचन) है। भू-आकृति विज्ञान पृथ्वी के विभिन्न भू-आकृतियों का व्यवस्थित और संगठित विवरण और विश्लेषण है।

टिप्पणी

शब्द 'लैंडफॉर्म' में न केवल भूमि की सूक्ष्म विशेषताएं शामिल हैं, बल्कि महाद्वीप, मैदान और पठार जैसी प्रमुख सतह संरचनाओं, उनके मूल और विकास की चर्चा भी उतनी ही प्रासंगिक है।

भू-आकृति विज्ञान पृथ्वी की सतह पर या उसके पास संचालित होने वाली भौतिक, रासायनिक और जैविक प्रक्रियाओं द्वारा बनाई गई जलीय (बाथेमीट्रिक) और स्थलाकृतिक संरचनाओं की उत्पत्ति और विकास का वैज्ञानिक अध्ययन है।

पी.जी. वॉर्सेस्टर ने भू-आकृति विज्ञान को 'पृथ्वी की सतह के व्याख्यात्मक विवरण' के रूप में परिभाषित किया।

स्ट्रॉलर के अनुसार, भू-आकृति विज्ञान पृथ्वी की विशेषताओं की उत्पत्ति और विकास का विश्लेषण है। भू-आकृति विज्ञान केवल भू-आकृतियों के विकास को प्रभावित करने वाली भौतिक, रासायनिक और जैविक प्रक्रियाओं का ही अध्ययन नहीं करता है, बल्कि पृथ्वी की पपड़ी की संरचना, भू-वैज्ञानिक प्रक्रियाओं के साथ-साथ जलवायु प्रभाव भी इसमें शामिल है, क्योंकि यह इन सभी कारकों का संयुक्त प्रभाव ही है, जो भू-आकृतियों को निर्धारित करता है।

डब्ल्यू. डी. थॉर्नबरी के अनुसार, भू-आकृति विज्ञान पानी के नीचे की स्थलाकृति सहित सभी भू-आकृतियों का विज्ञान है।

ए.एल. ब्लूम ने भू-आकृति विज्ञान को परिदृश्यों के व्यवस्थित विवरण और विश्लेषण और उन्हें बदलने वाली प्रक्रियाओं के रूप में भी परिभाषित किया है।

जर्मन भू-वैज्ञानिकों मैकाटशेक के अनुसार, भू-आकृति विज्ञान पृथ्वी की ठोस सतह के साथ-साथ परिणामी भू-आकृतियों के रूप में होने वाली भौतिक प्रक्रियाओं का अध्ययन है।

भू-आकृति विज्ञान की प्रकृति को तीन श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है :

1. **वैज्ञानिक प्रकृति :** भू-आकृति विज्ञान भू-आकृतियों का वैज्ञानिक अध्ययन है। यह पृथ्वी के भौतिक चेहरे का वैज्ञानिक विवरण देता है। भू-वैज्ञानिक समय के पैमाने के माध्यम से इस विषय के स्थानिक संबंधों का विश्लेषण करते हैं।
2. **अंतर-विषयक प्रकृति :** भू-आकृति विज्ञान की प्रकृति अंतर-विषयक है। इसका प्राकृतिक विज्ञान की अन्य शाखाओं (भूविज्ञान, जल विज्ञान, जीव विज्ञान, रसायन विज्ञान, भूभौतिकी, मौसम विज्ञान, पेडोलॉजी, इंजीनियरिंग आदि) के साथ घनिष्ठ संबंध है।
3. **गतिशील प्रकृति :** पृथ्वी का चेहरा लगातार बदल रहा है क्योंकि यह गतिशील प्रकृति की है। ये परिवर्तन बाहरी और आंतरिक दोनों बलों के कारण होते हैं। अतः भू-आकृतिविज्ञान की प्रकृति भी गतिशील है।

1.2.2 भू–आकृति विज्ञान : क्षेत्र

कुछ उल्लेखनीय अपवादों के साथ, भू-आकृतिविज्ञान अपेक्षाकृत एक युवा विज्ञान है, जोकि 19वीं शताब्दी के मध्य से पृथ्वी विज्ञान के अन्य पहलुओं के साथ ही बढ़ रहा है। यह अध्याय इसके विकास के कुछ बड़े आंकड़ो और घटनाओं पर बहुत संक्षिप्त विवरण प्रस्तुत करता है।

टिप्पणी

प्राचीन भू-आकृति विज्ञान

संभवत: भू-आकृति विज्ञान का अविष्कार करने वाले सबसे पहले व्यक्ति बहुश्रुत चीनी वैज्ञानिक और राजनेता शेन कुओ (1031-1095 AD) थे। यह उनके, प्रशांत महासागर से सैकड़ों मील दूर एक पहाड़ की भू-वैज्ञानिक परत में समुद्री जीवाष्म पाए जाने के अवलोकन पर आधारित था। सीपी शैलों को क्षैतिज फैलाव के साथ चट्टान के कटे अनुभागों की तरफ जाता देख, उन्होंने अनुमान लगाया कि चट्टान कभी समुंदर के किनारे का पूर्व ऐतिहासिक स्थान था जोकि सदियों के दौरान सैकड़ों मील स्थानांतरित हो गया।

ताइहांग पहाड़ों तथा वेनझाउ के पास यानडांग पहाड़ के अजीब प्राकृतिक कटाव का अवलोकन करने के बाद वह इस नतीजे पर पहुंचे कि पहाड़ों की मिट्टी का कटाव और गाद के जमाव के कारण भूमि को पुन: आकार मिला है और यह अपनी वर्तमान आकृति में ढली है। इसके अलावा, जब एक बार यानझाउ, जोकि वर्तमान में यानान (Yanan), शानक्सी (Shaanxi) प्रांत है, के उत्तरी जलवायु क्षेत्र में पत्थर बन चुके प्राचीन समय के बांस भूमिगत संरक्षित पाए गए तो उन्होंने सदियों से क्रमिक जलवायु परिवर्तन के सिद्धांत को बढ़ावा दिया।

पूर्व आधुनिक भू-आकृति विज्ञान

भू-आकृति विज्ञान शब्द का प्रयोग पहली बार जर्मन भाषा में हुआ जब 1858 में ल्यूमैन का काम प्रदर्शित हुआ। केथ टिंकलर बताते हैं कि यह शब्द तब प्रचार में आ गया जब जोन विशले पॉवैल और डब्लू जे मैकगी ने इसका प्रयोग 1891 के अंतर्राष्ट्रीय भू-वैज्ञानिक सम्मेलन में किया।

शुरुआत में प्रसिद्ध जियोमॉरफिक मॉडल भौगोलिक चक्र या कटाव का चक्र था, इसे 1884 से 1899 के बीच विलियम मोरिस डेविस द्वारा विकसित किया गया था। यह चक्र समानतावाद के सिद्धांत पर आधारित था, इसे पहली बार जेम्स हट्टन (1726-1797) ने बनाया था। घाटी रूपों के संबंध में, समानतावाद एक क्रम के रूप में इस चक्र को दर्शाता है जिसमें एक नदी घाटी को अधिक से अधिक गहराई तक काटती है, लेकिन फिर घाटियों का कटाव अंतत: इलाके को एक कम ऊंचाई तक फिर समतल बना देता है। उत्थान से चक्र समाप्त हो सकता है।

दशकों से भू-आकृति विज्ञान के बहुत से अध्ययन अपने सिद्धांतों को डेविस के सिद्धांतों के व्यापक पैमाने पर परिदृश्य विकास के फ्रेमवर्क में रखने में लगे हैं, जिसे आजकल 'डेविसियन' के नाम से जाना जाता है। डेविस के सिद्धांत पर आज काफी हद तक दूसरों ने कब्जा कर लिया है, इसका मुख्य कारण उसकी भविष्यवाणी करने की शक्ति और गुणात्मक प्रकृति की कमी है, लेकिन इस विषय के इतिहास में वह एक अत्यंत महत्वपूर्ण व्यक्तित्व रहे हैं।

1920 में, वाल्थर पेंक ने डेविस का वैकल्पिक मॉडल पेश किया, यह विश्वास करते हुए कि भू-आकृतियों के विकास को उत्थान और अनाच्छादन की चल रही प्रक्रियाओं के बीच संतुलन के रूप में बेहतर ढंग से बताया जा सकता है, नाकि डेविस एकल उत्थान सिद्धांत के माध्यम से। यद्यपि, उनकी अपेक्षाकृत जल्दी मृत्यु, डेविस के साथ विवाद और उनके कार्य का अंग्रेजी अनुवाद ना हो पाने के कारण बहुत वर्षों तक उनके सिद्धांत को व्यापक पहचान नहीं मिली।

टिप्पणी

यह दोनों लेखक पृथ्वी की सतह के विकास के अध्ययनों को और अधिक सामान्यकृत, विश्व स्तर पर प्रासंगिक आधार पर प्रस्तुत करना चाहते थे, जैसा इससे पहले नहीं हुआ था। 19वीं सदी के शुरूआती दिनों में, लेखकों का, मुख्यत: यूरोप में, भू-आकृतियों के प्रकार को स्थानीय जलवायु से जोड़ने, और हिमाच्छादन और पेराग्लासियल प्रक्रियाओं के विशिष्ट प्रभाव की तरफ विशेष रूप से ज्यादा झुकाव था। इसके विपरीत, डेविस और पेंक दोनों समय और पृथ्वी की सतह की प्रक्रियाओं की भिन्न परिस्थितियों के अंतर्गत अलग परिदृश्य होने के द्वारा विकास होने को महत्वपूर्ण बताते रहे।

मात्रात्मक भू-आकृति विज्ञान

जब पेंक एवं डेविस तथा उनके अनुयायी मुख्यत: पश्चिमी यूरोप में लिख तथा अध्ययन कर रहे थे, वहीं दूसरी तरफ 20वीं सदी के बीच के वर्षों में संयुक्त राष्ट्र में स्कूल ऑफ भू-आकृति विज्ञान का विकास हुआ। 20 वीं सदी के अंत के आसपास, ग्रोव कार्ल गिलबर्ट के पथप्रदर्शक कार्य का पालन करते हुए, प्राकृतिक वैज्ञानिकों, भू-वैज्ञानिकों और हाइड्रॉलिक इंजीनियरों, जिनमें राल्फ अल्गेर, बेगनोल्ड, जोन हैक, लूना लिओपोल्ड, थॉमस मैकडॉक, और ऑर्थर स्टेंलर शामिल थे, के एक समूह ने भू-आकृतियों के तत्वों जैसे नदियों, पहाड़ों पर शोध करना शुरू किया, इसके लिए इन्होंने उनके पहलुओं का व्यवस्थित, सीधा, मात्रात्मक मापन किया और इन मापों की स्केलिंग की।

इन विधियों से वर्तमान में भू-आकृति का अवलोकन करके इसकी भूत और भविष्य के व्यवहार के बारे में भविष्यवाणी होनी शुरू हो गई, और बाद में इसका प्रयोग एक और चीज के विकास में हुआ जिसे आज मात्रात्मक भू-आकृति विज्ञान या जियोमॉरफोमैटी के नाम से जाना जाता है।

समकालीन भू-आकृति विज्ञान

आज, भू-आकृतिविज्ञान के क्षेत्र में अलग अलग दृष्टिकोण तथा महत्व की एक बहुत व्यापक रेंज शामिल हैं। आधुनिक शोधकर्ताओं का उद्देश्य मात्रात्मक नियमों को आरेखित करना है जो पृथ्वी की सतह प्रक्रियाओं को नियंत्रित करते हैं, लेकिन साथ ही प्रत्येक परिदृश्य और वातावरण जिनमें ये प्रक्रियाएं संचालित की जाती हैं की अद्वितीयता पहचानना है। समकालीन भू-आकृतिविज्ञान में विशेष रूप से शामिल है:

1. कि सभी परिदृश्यों को स्थिर या विक्षिप्त के तौर पर नहीं देखा जा सकता है, जहां कुछ आदर्श लक्ष्य प्रपत्र से दूर एक विक्षिप्त स्थिति एक अस्थायी विस्थापन है। इसके बजाय, परिदृश्य के गतिशील परिवर्तन अब प्रकृति के एक आवश्यक अंग के रूप में दिखाई देते हैं।
2. कि कई जियोमॉरफिक प्रणालियां उनमें होने वाली स्टोकैस्टिसिटी (stochasticity) प्रक्रियाओं के संदर्भ में समझे जा सकते हैं, वो है गुरूत्व घटना और वापसी समय प्रायिकता वितरण। यह मोड़ परिदृश्य के लिए अराजक अच्छी तरह प्रतिबद्धता के महत्व का संकेत देता है, और यह कि सबसे अच्छा परिदृश्य गुण सांख्यिकीय माना जाता है।

भू-आकृति विज्ञान, वर्तमान में पृथ्वी के प्रारूपों का एक अध्ययन है, इसमें वर्गीकरण, विवरण, प्रकृति, उत्पत्ति, विकास, अंतर्निहित संरचनाओं के संबंधों के साथ-साथ भू-गर्भिक परिवर्तन का इतिहास भी शामिल है जैसा कि इन सतही विशेषताओं के द्वारा दर्ज किया गया है।

टिप्पणी

भू-आकृति विज्ञान- इस शब्द को कई बार केवल कटाव और निक्षेपण से उत्पन्न होने वाली विशेषताओं तक ही सीमित कर दिया जाता है। यद्यपि भू-आकृति विज्ञान स्थलीय भू आकृतियों पर ध्यान केंद्रित कराने में मदद करता है, चंद्रमा और मंगल ग्रह की सतहों पर भी मारफोलॉजिकल विश्लेषण के लिए भी इसे लागू किया जाने लगा है।

भू-आकृति विज्ञान, भू-आकृतियों व उनको आकार देने वाली प्रक्रियाओं का वैज्ञानिक अध्ययन है। जियोमॉरफोलॉजिस्ट ये समझने में लगे हैं कि भू-आकृतियां जिस आकार में हैं वैसी ही क्यों दिखती हैं: भू-आकृतियों के इतिहास और गतिशीलता को समझने और क्षेत्र अवलोकन के संयोजन, भौतिक प्रयोग तथा संख्यात्मक मॉडलिंग के आधार पर भविष्य के परिवर्तनों की घोषणा करने के लिए इसका उपयोग हो रहा है। भू-आकृति विज्ञान की भविष्यवाणी भूविज्ञान, इंजीनियरिंग भूविज्ञान, भूगणित, भूगोल, पुरातत्व, और भू-वैज्ञानिक इंजीनियरिंग के अंतर्गत की जाती है। भू-आकृति विज्ञान में प्रारंभिक अध्ययन पेडोलॉजी (मिट्टी-संबंधी विज्ञान) के लिए नींव की तरह है, जोकि मृदा विज्ञान की दो मुख्य शाखाओं में से एक है।

भू-आकृतियों का विकास प्राकृतिक और मानवीय प्रक्रियाओं के संयोजन की प्रतिक्रिया के रूप मे होता है। परिदृश्य का निर्माण विवर्तनिक उत्थान और ज्वालामुखीय घटनाओं के माध्यम से होता है। अनाच्छादन कटाव और भारी मात्रा में अपक्षय के द्वारा होता है, जोकि तलछट का उत्पादन करता है जो परिदृश्य के भीतर या किसी किनारे पर जाकर जमा हो जाता है। परिदृश्य अवतलन के द्वारा भी दब जाते हैं, यह या तो विवर्तनिकी के कारण होता है या जमा अंतर्निहित तलछटी में भौतिक परिवर्तनों के कारण होता है। यह प्रक्रियाएँ विभिन्न प्रकार से जलवायु, पारिस्थितिकी, और मानव गतिविधियों द्वारा प्रभावित होती हैं।

अपनी प्रगति जांचिए

1. भू–आकृति विज्ञान वर्तमान में पृथ्वी के किन प्रारूपों का एक अध्ययन है?
   (क) वर्गीकरण (ख) विवरण
   (ग) प्रकृति (घ) उपरोक्त सभी
2. भू–आकृति विज्ञान की भविष्यवाणी किसके अंतर्गत की जाती है?
   (क) भू–विज्ञान (ख) इंजीनियरिंग भू–विज्ञान
   (ग) भू–गणित (घ) उपरोक्त सभी

1.3 मूल अवधारणाएं : भू–गर्भीय संरचनाएं एवं भू–आकृतियां

भू-गर्भीय संरचनाएँ

भू-वैज्ञानिक संरचनाएँ भू-गर्भिक समय के साथ तनाव में आने वाले बदलाव के कारण होने वाले स्थायी विरूपण का एक अध्ययन है। यह इंजीनियरों द्वारा समझे जाने के लिए भूविज्ञान के अभी तक के सबसे महत्वपूर्ण पहलुओं में से एक है। विवर्तनिक प्रक्रिया कई

अलगाव समतलों (भंग, दोष, जोड़ों) के लिए जिम्मेदार है, जोकि ताकत, तनाव जैसी विशेषताओं तथा पारेषण और तरल पदार्थ के भंडारण का नियंत्रण करने के लिए पहाड़ों में व्याप्त हो जाती है।

टिप्पणी

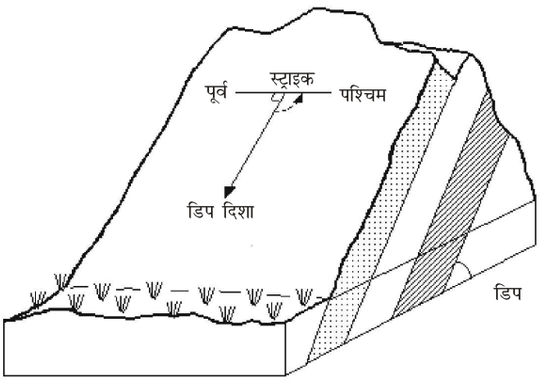
भू-गर्भीय संरचनाओं को सुविधा अनुसार दो भागों में विभाजित किया जा सकता है:

- **भंगुर संरचनाएँ**- अतीत में चट्टानों के भंगुर लोचदार विफलता को रिकॉर्ड करना। दोष और जोड़ इस व्यापक श्रेणी में आते हैं।
- **कोमल संरचनाएँ**- भू-गर्भिक समय के साथ चट्टान के स्थायी विस्कोप्लास्टिक विरूपण का संरक्षण करना। परतें और रूपांतरित पर्णन इस प्रकार की संरचना की अभिव्यक्ति हैं।

इंजीनियरिंग पदार्थ के रूप में चट्टानों की सबसे असाधारण विशेषता यह है कि वे सरल, आइसोट्रोपिक, लोचदार और सतत नहीं होते हैं अपितु बहुत जटिल होते हैं, काफी हद तक एनिसोट्रोपिक, असंतत लोचदार होते हैं। चट्टानों के अवलोकित विरूपण से उनके तनाव इतिहास के परिणाम निकालना लगभग असंभव है। उनमें हमेशा कई अस्पष्ट विरूपण मार्ग होते हैं जिनका पालन अवलोकन की उत्पत्ति में किया जा सकता है।

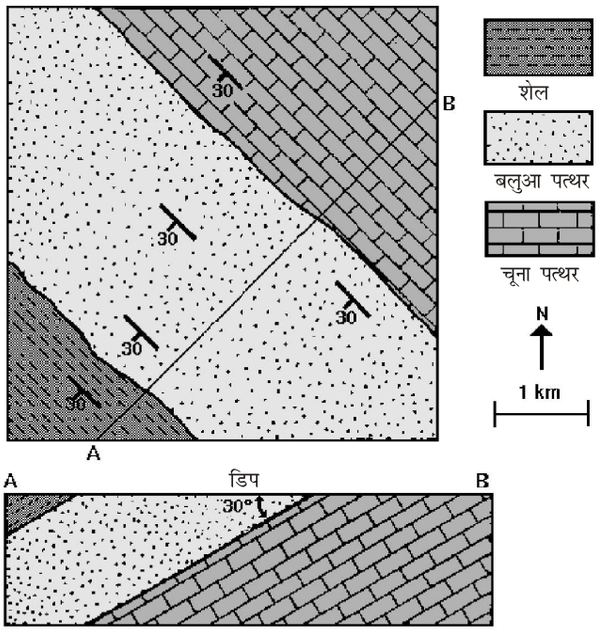
संरचनाओं के अध्ययन में विकृत परत की तीन आयामी ज्यामिति परिणाम निकालने के क्रम में चट्टानों में रेखाओं और समतलों के उन्मुखीकरण की सावधानीपूर्वक रिकॉर्डिंग शामिल होती है।

झुकाव के लिए क्षैतिज सतह समकोण की दिशा में। इसे अवपात दिशा कहते हैं।



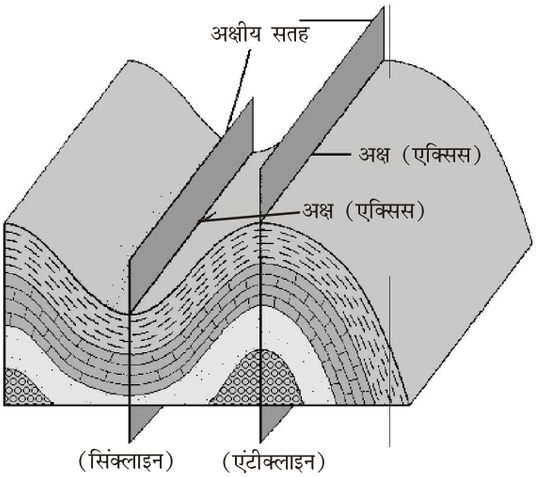
बलुआ पत्थर की परत 45 डिग्री के कोण पर उत्तर की तरफ झुकी है। अवपात और स्ट्राइक 45N/180 हैं। अवपात और अवपात की दिशा 45/090 हैं। ध्यान दें कि यदि अवपात दक्षिण की तरफ होता तो हम अवपात और अवपात की दिशा को क्रमशः 45S/180 और 45/270 लिखते हैं। इंजीनियर दूसरा अंकन पसंद करते हैं क्योंकि जब अवपात के जोड़े रिकॉर्ड किए जाते हैं तो अवपात की स्थिति अस्पष्ट होती है।

टिप्पणी



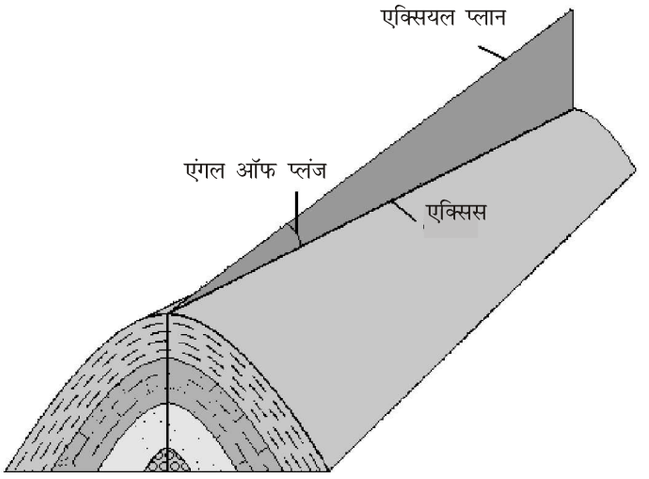
नक्शे पर स्ट्राइक और डिप को स्ट्राइक के समानांतर एक सही चिह्न और संख्या मान के साथ क्रमशः डिप की दिशा और डिप को इंगित करने के लिए दर्शाया जाता है। उदाहरण में, वास्तविक डिप को दर्शाने के लिए क्रॉस-सेक्शन डिप की दिशा की ओर अभिमुख है। डिप के घुमाव में कोई अन्य दिशा, वास्तविक डिप से कम प्रत्यक्ष डिप दिखाएगी।

पत्थरों की निम्न दर, आम तौर पर उच्च तापमान और दबाव स्थितियों पर कृत्रिम विकृति के परिणामस्वरूप फोल्ड व्यापक रूप से एंटीक्लाइनों (ऊपर की ओर उभार) और सिंक्लाइनों (नीचे की ओर उभार) में उपविभाजित होते हैं।

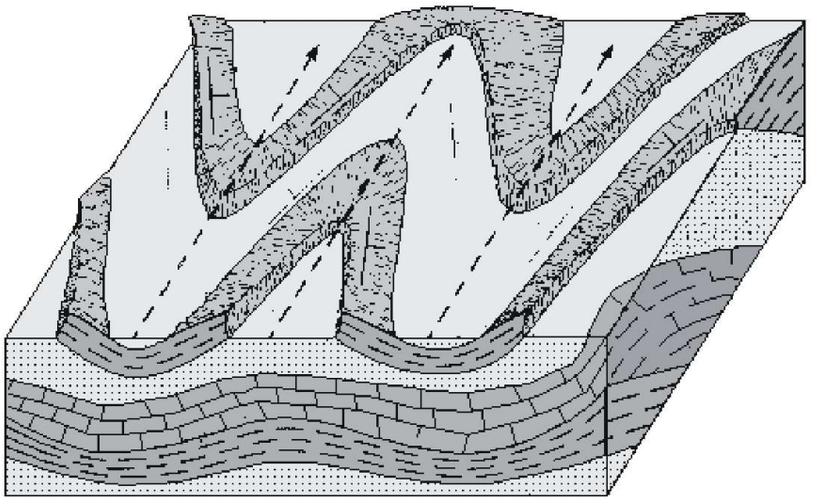


सिंक्लाइनों और एंटीक्लाइनों में अक्षीय सतह फोल्ड के शीर्ष से होकर गुजरने वाले समरूप हैं। मुड़े हुए शीर्ष और अनुलंब सतह का प्रतिच्छेदन लाइन फोल्ड का अक्ष कहलाता है

टिप्पणी

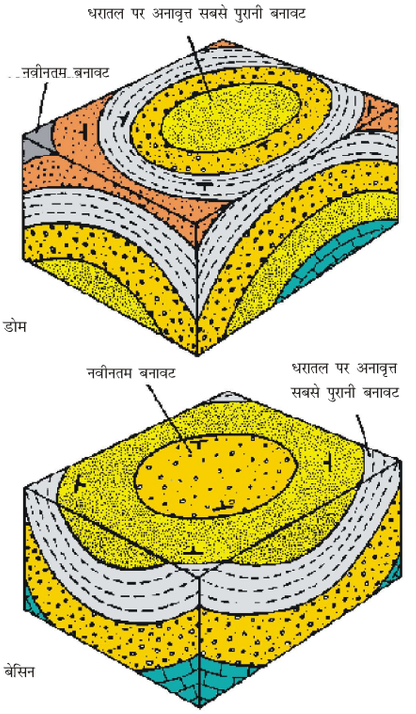


यदि फोल्ड–अक्ष अनुलंब की ओर बढ़ता है, तो अक्ष का 'डिप' प्लंज कहलाता है। प्लंज वाले फोल्ड, अपवाद न होकर नियम हैं। अनुलंब अक्ष के साथ फोल्ड दो–आयामी आदर्शीकरण है। प्रकृति में, फोल्ड सममित या असममित प्लंजिंग संरचनाएँ पाई जाती हैं।



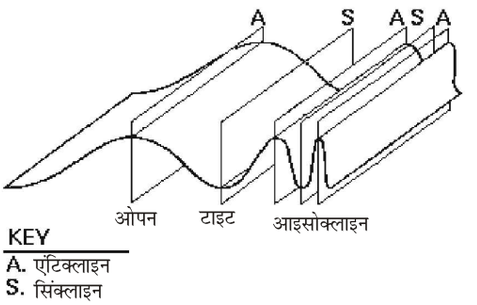
सममित प्लंजिंग एंटिक्लाइनें और सिंक्लाइनें 'हबुल्स–आइ' आउटक्रॉप प्रणाली प्रस्तुत करती हैं। सिंक्लाइनल फोल्ड में प्रणाली के केंद्र में मौजूद बेड्स सबसे कम आयु की होती हैं और बेड्स की आयु रेडियल दिशा में बढ़ती है। ऐसी संरचनाओं को बेसिन कहते हैं। एंटिक्लाइनल प्लंजिंग फोल्ड में बेड्स की आयु प्रणाली के केंद्र की ओर बढ़ती है। ऐसी संरचना को डोम कहते हैं।

टिप्पणी

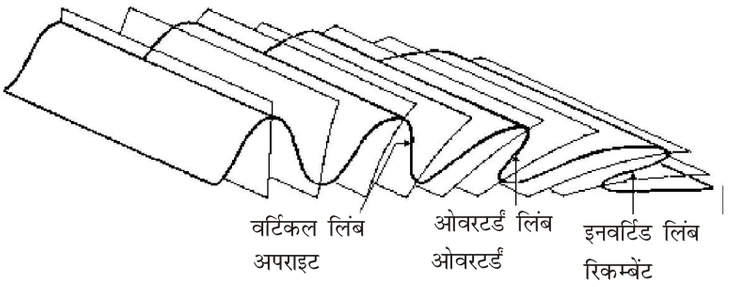


मोड़ों को कई भू-गर्भीय तत्त्वों के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है:

- फोल्ड का कड़ापन
- अक्षीय सतह की अभिमुखता
- मुड़े हुए बेड्स की मोटाई

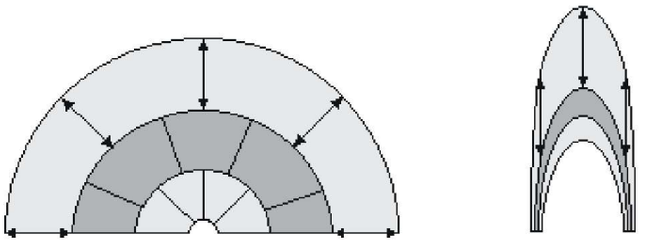


मोड़ों के कड़ेपन की व्याख्या खुले (शाखा हल्के से धँसी होती है), कड़े (शाखा ढलान में धँसी होती है) या आइसोक्लाइनल (शाखाएँ समानांतर होती हैं) के रूप में की जा सकती है।



टिप्पणी

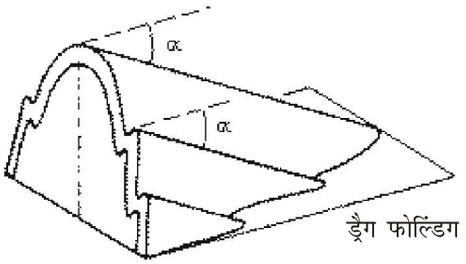
अनुलंब के सापेक्ष अक्षीय सतह की अभिमुखता के साथ फोल्ड की शाखाओं की अभिमुखता ऊपर दाहिने (अक्षीय सतह क्षैतिज, शाखा सममितीय), ऊपर की ओर मुड़ा (अक्षीय सतह हल्के से ऊपर की ओर, एक शाखा अत्यधिक मुड़ी हुई) या लेटा हुआ (अक्षीय सतह क्षैतिज के नजदीक, एक शाखा भीतर की ओर) के रूप में उपविभाजन की अनुमति देते हैं।



कंसेंट्रिक सिमिलर

मोटे रूप से बेड की गई, नाजुक इकाइयाँ बेड की मोटाई को बेडिंग सतह के सामान्य बनाए रखते हुए मोटे फोल्ड बनाती हैं। पतले रूप से बेड की गई, मिट्टी वाली इकाइयों में अक्षीय सतह के समानांतर फॉलिएशन विकसित करने की प्रवृति होती है और इकाई के शीर्ष और तल के बीच विकृति के माध्यम से दूरी को बनाए रखते हुए समान फोल्ड बनाती हैं।

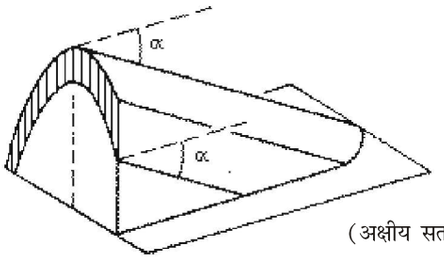
फोल्ड के साथ अक्सर कई संबद्ध छोटी संरचनाएँ होती हैं। इनमें शामिल हैं:



ड्रैग फोल्डिग

• ड्रैग फोल्डिंग

बड़ी फोल्ड संरचना के समान प्लंज और सतह अभिमुखता के साथ छोटी फोल्ड।

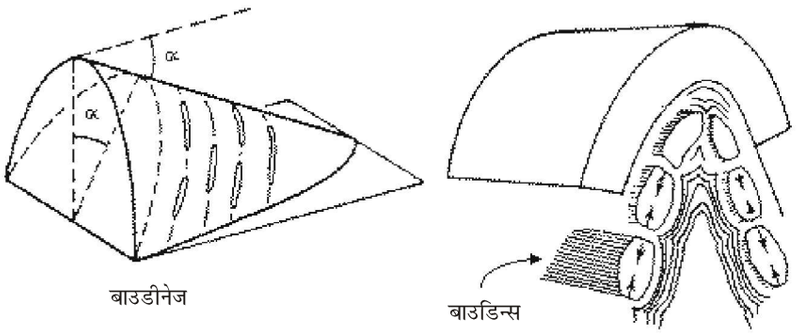


(अक्षीय सतह विपाटन)

• अक्षीय सतह विपाटन

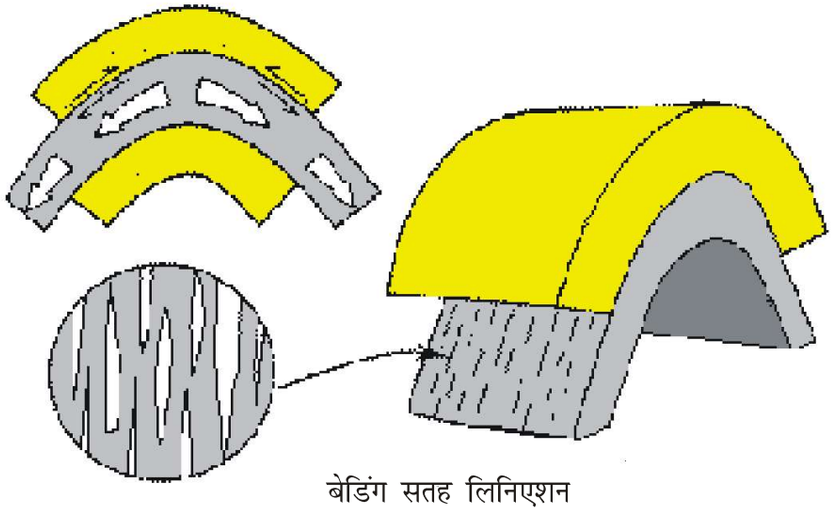
फोल्डिंग के लिए उत्तरदायी अधिक समग्र तनाव के सामान्य प्लेटी खनिजों का संरेखण और अक्षीय सतह के समान। अक्षीय सतह विपाटन के साथ बेडिंग का प्रतिच्छेदन फोल्ड अक्ष के समान ही समान प्लंज के साथ लीनिएशन प्रस्तुत करता है।

टिप्पणी



• **बाउडीनेज**

खिंचाव विफलता द्वारा खंडों में खंडित पतले सक्षम बेड के आस–पास कम सक्षम बेड्स का प्रवाह–



बेडिंग सतह लिनिएशन

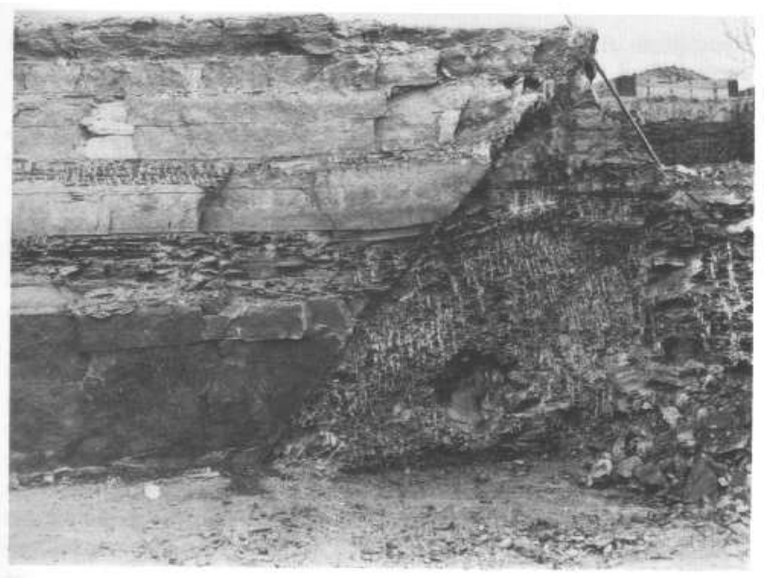
• **बेडिंग सतह लीनिएशन**

फोल्डिंग के दौरान बेडिंग सतह के साथ कतरन द्वारा विकसित स्ट्राएशन।

फॉल्ट्स, प्लानर डिस्कंटिन्यूटी सतह हैं, जिसके साथ कतरन में विशेष स्थानांतरण होता है। सभी प्लानर संरचनाओं में सामान्य, फॉल्ट में एक स्ट्राइक और एक डिप होती है।

फुटवॉल ब्लॉक एक खनन शब्द है और फॉल्ट ब्लॉक को संदर्भित करता है, जिसके लिए खनिक फॉल्ट सतह पर खड़े हो सकते हैं (आकृति में बाईं हाथ की ओर का ब्लॉक)। हैंगिंग वॉल ब्लॉक वह ब्लॉक है, जो सिर के ऊपर होता है। सामान्य रूप से (जब तक कि फॉल्ट क्षैतिज न हो), गति के क्षैतिज और अनुलंब दोनों ही घटक होंगे। क्षैतिज गति को थ्रो और अनुलंब घटक को हीव कहा जाता है।

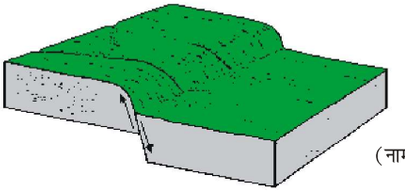
टिप्पणी



छोटा नॉर्मल फाल्ट

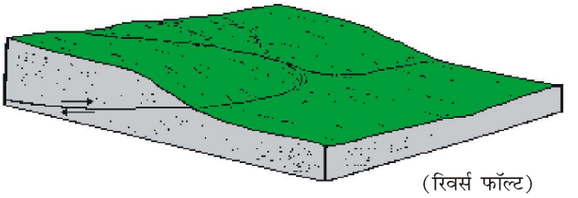
भ्रंश (फाल्ट) को दो शैल खण्डों के सापेक्ष विचलन के आधार पर पुनः विभाजित किया जाता है –

- **नॉर्मल फॉल्ट** (सामान्य भ्रंश) : नॉर्मल फॉल्ट की सूरत में शीर्ष भित्ति पाद भित्ति की अपेक्षा नीचे की ओर खिसक जाता है। इससे दोनों खण्डों में 45 डिग्री का कोण बन जाता है। नॉर्मल फाल्ट को क्रस्ट के खिंचाव से जोड़ कर देखा जाता है।



(नार्मल फॉल्ट)

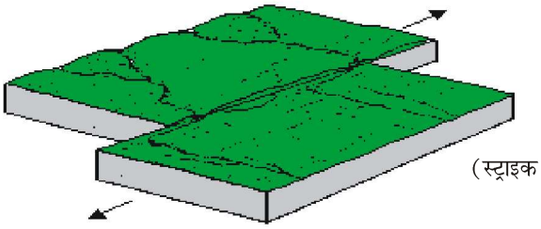
- **रिवर्स फॉल्ट** (व्युत्क्रम भ्रंश) : इसमें शीर्ष भित्ति पादभित्ति की तुलना में ऊपर की ओर खिसक जाती है। इसमें भी 45 डिग्री का कोण बनता है। इन रिवर्स फाल्ट को क्रस्ट के दबाव से जोड़ कर देखा जाता है। इसीलिए इन्हें थ्रस्ट फाल्ट कहा जाता है।



(रिवर्स फॉल्ट)

- **स्ट्राइक स्लिप फॉल्ट** (नतिलम्बी भ्रंश) : स्ट्राइक स्लिप फाल्ट में, दोनों खण्ड या तो बायीं ओर या फिर दाहिनी ओर खिसकते हैं। स्ट्राइक स्लिप फाल्ट को क्रस्ट के टूटने से जोड़कर देखा जाता है। इसे रेंच फाल्ट के नाम से भी जानते हैं।

टिप्पणी

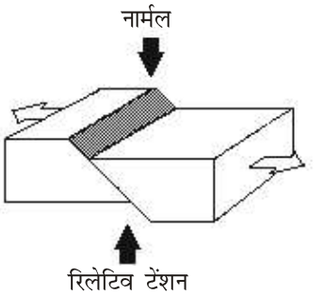


(स्ट्राइक स्लिप फॉल्ट)

दबाव क्षेत्र में ही विभिन्न प्रकार के फाल्ट होते हैं। जब क्रस्ट अपनी टूट को नहीं रोक पाती है तो ये फॉल्ट बन जाते हैं। क्रस्ट पर तीन तरफ से दबाव पड़ता है – एक उदग्र (वर्टिकल) और दो क्षैतिज (होरिजेंटल)।

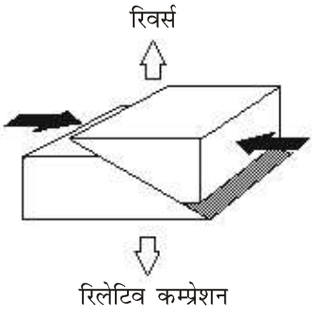
नार्मल फॉल्ट

नार्मल फॉल्ट में जो सबसे अधिक दबाव पड़ता है, वह वर्टिकल होता है। छोटे और मध्यम प्रकृति के दबाव क्षैतिज होते हैं। यह फाल्ट मुख्य दबाव की दिशा में 45 डिग्री का कोण बनाता है। इस फॉल्ट में यह उदग्र होता है। यदि औसत दबाव को मुख्य दबाव में से घटा दिया जाए तो क्रस्ट सापेक्ष तनाव में होती है।



रिवर्स फाल्ट

रिवर्स फाल्ट में सबसे कम दबाव उदग्र होता है। बड़े और मध्यम दबाव क्षैतिज होते हैं। इस टूटन से भी मुख्य दबाव की दिशा में 45 डिग्री से कम का कोण बनता है। इसमें यह क्षैतिज होता है। यदि सभी प्रमुख दबावों में से औसत दबाव को घटा दिया जाए तो क्रस्ट रिलेटिव कंप्रेशन में होती है।

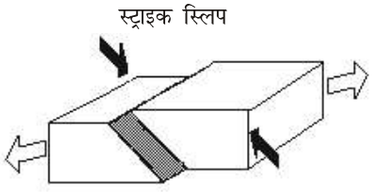


स्ट्राइक स्लिप फाल्ट

स्ट्राइक स्लिप फाल्ट में मध्यम दबाव उदग्र होता है। इसमें सबसे बड़े और सबसे कम दबाव क्षैतिज होते हैं। इसमें भी टूटन की वजह से मुख्य दबाव की दिशा में 45 डिग्री

से कम का कोण बनता है। इसमें भी यह होरिजोंटल होता है। इसमें कोई उदग्र मूवमेंट नहीं होता।

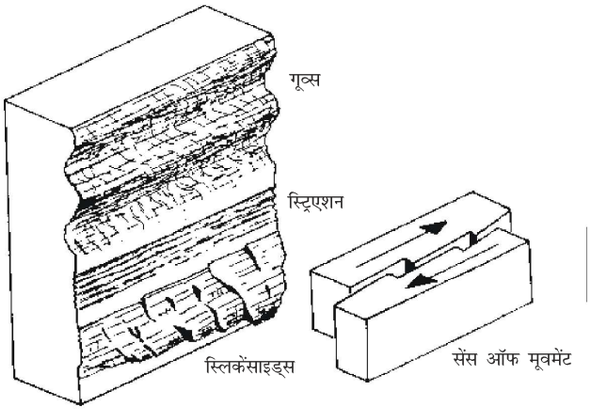
टिप्पणी



टियरिंग (लेटरल मूवमेंट)

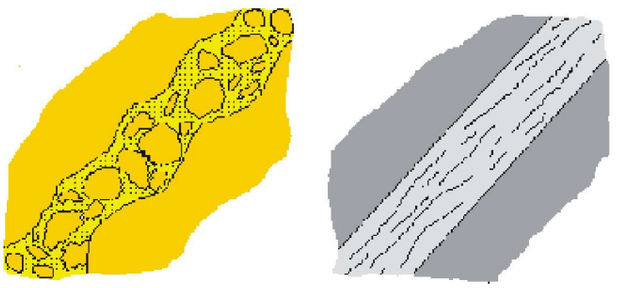
आम तौर पर फाल्ट का संबंध छोटी संरचनाओं से होता है जिनमें टूटन होती है।

टूटने वाली सतहों पर ग्रूव्स (लकीरें), स्ट्रिएशन (खरोंचें) और स्लिकेनसाइड्स (बेतरतीब टूटन) दिखाई देती हैं। इनसे फाल्ट सरफेस पर ऐसी रेखाएँ बन जाती हैं जिनसे अवरूपण की दिशा का पता चलता है। केवल बेतरतीब टूट से पता चलता है कि गति किस तरफ हुई है।



ब्रेसिया और गॉज

फाल्ट टूटी हुई समतल जमीन है जिसमें सतहों के घर्षण से निकला मलबा होता है। सख्त चट्टानी इलाकों में फाल्ट ब्रेसिया (टूटे हुए पत्थरों) का एक क्षेत्र बन जाता है।



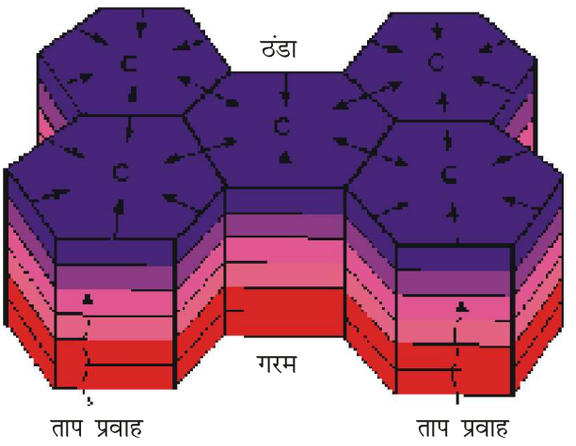
ब्रेसिया गॉज

- जहाँ चट्टानें नरम होती हैं, वहाँ मिट्टी जैसी सामग्री होती है जिसे फाल्ट गॉज कहते हैं। गॉज का शब्द इंजीनिरिंग में महत्वपूर्ण माना जाता है क्योंकि इसमें वॉल रॉक के बजाय नरम गॉज की ही अपरूपण शक्ति होती है।

टिप्पणी

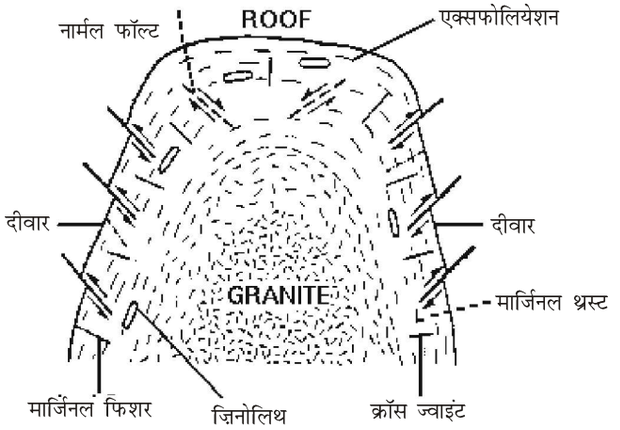
- ज्वाइंट (संधि) वह अंतराल होता है जिसमें फाल्ट के विपरीत अपरूपण में थोड़ा बहुत या बिल्कुल ही विस्थापन नहीं होता है। इनमें आग्नेय, अवसादी और रूपांतरित शैल सर्वत्र मिलते हैं। ज्वाइंट की कई विशेषताएँ होती हैं –
  - ओरिएंटेशन (अनुस्थापन)
  - अनुदैर्ध्य और नति या नति और नति-दिशा
  - स्पेसिंग (अंतराल)
  - बारंबारता या अंतरालों की संख्या
  - अपर्चर (रंध्र)
  - शैल भित्ति तलों के बीच की औसत दूरी
  - पर्सिसटेंस (अनुलंबन)
  - संधियों का सातत्य या लम्बाई
  - सरफेस रफनेस (तल विषमता)
  - तलों के बीच घर्षण को नियंत्रित करने वाला अनुगुण
  - इनफिल
  - ब्रेसिया, गॉज या खनिजों की सरफेस कोटिंग की मौजूदगी या गैर-मौजूदगी
- जोड़ तथा अन्य असंगतियाँ जैसे भ्रंश, दरार, कायांतरित शल्कन, तथा बिछे हुए धरातल चट्टानी अंबार की बहुत सी महत्वपूर्ण विशेषताओं को नियंत्रित करते हैं जिनमें शामिल हैं:
  - शक्ति
  - संपीड़ता
  - पारगम्यता

आग्नेय चट्टानों में जोड़ प्राय: तन्य दबाव से सम्बद्ध होते हैं जो चट्टान के ठंडी होकर सिकुड़ने के कारण बनता है। जोड़ ठंडी सतह से सामान्य (दायें कोणों पर) सतह बनाते हैं। बहते लावे के किनारे, सिल, बांधा तथा वितल सतह को ठंडा बनाते हैं। एक जैसी मोटाई के, सम्पूर्ण षटभुजाकार, तथा स्तंभाकार जोड़ बन सकते हैं। इस प्रकार के बहुभुजीय जोड़ बहुत सामान्य हैं।



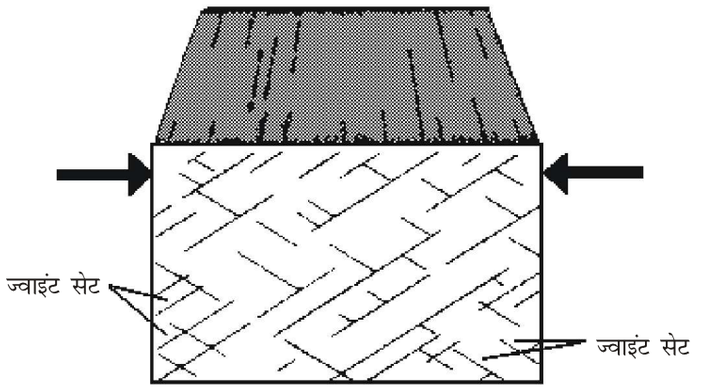
टिप्पणी

प्लूटोन्स के बाहरी किनारे सम्मिश्रित होते हैं तथा इनमें बहुत बड़े आकार की चट्टानें होती हैं। किनारों पर ठंडक तनन जोड़ों को सामान्य बनाती है लेकिन छोटे भ्रंश (सामान्य तथा विपरीत दोनों) या अपरूपित जोड़, क्रस्ट में एक ग्रेनाइट उत्प्लावक मैग्मा के द्वारा बनाए गए एक बलकृत ऊर्ध्वगामी हस्तक्षेप से, भी बन सकते हैं। परवर्ती कटाव से हुए खालीपन के परिणामस्वरूप लगातार जोड़ों के छिलने से वे प्लूटोन की बाहरी सतह के समानान्तर हो जाते हैं। मैग्मा में संवहन के कारण भी एक ज्वार शल्कन बन सकता है।



• संपीड़ित दबाव क्षेत्र में जोड़

संपीड़न में, जोड़ संबद्ध प्रतिबल दिशा में विकसित होते हैं जो मुख्य प्रतिबल दिशा के साथ निचले कोण को बनाते हैं। प्रतिबल जोड़ प्रायः छोटी मात्रा के प्रतिबल विस्थापन के द्वारा खांचेदार, धारीधार, चमकदार या किनारों से चिकनाईदार बनाई जाती हैं।

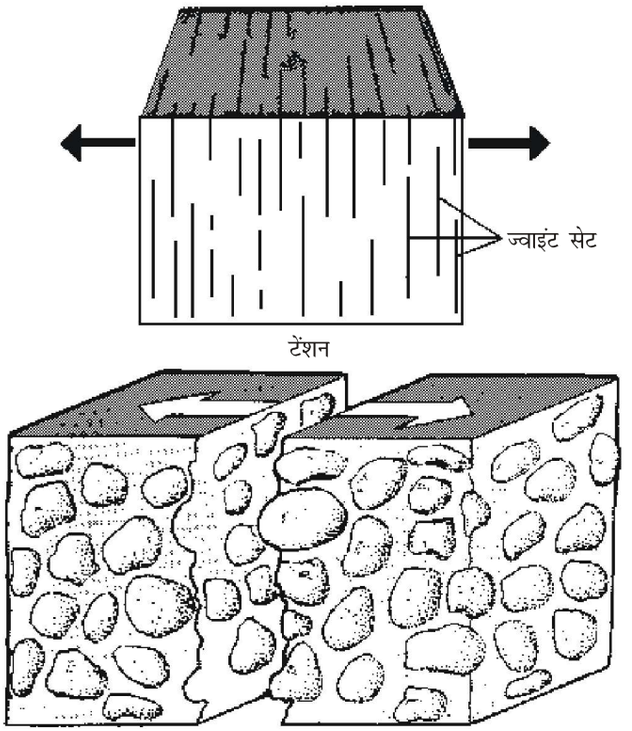


कम्प्रेशन

• तनन दबाव क्षेत्र में जोड़।

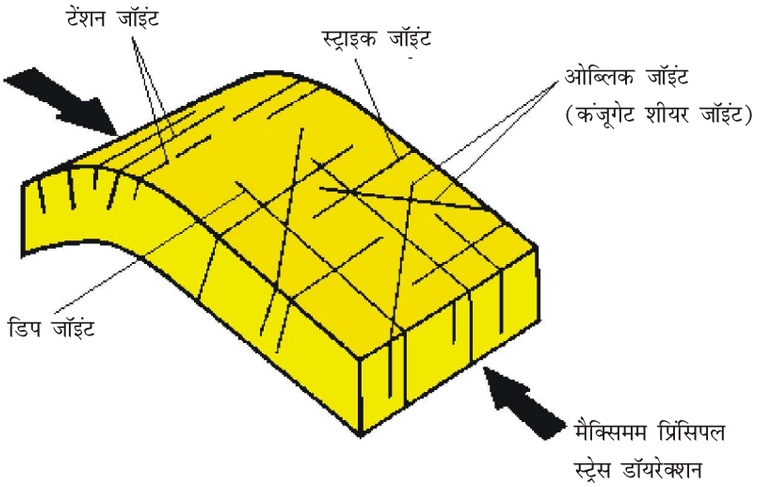
तनाव में, जोड़ सामान्य से तनन दबाव दिशा में विकसित होते हैं जो आमतौर पर गौण मुख्य दबाव है। तनाव जोड़ खुरदुरे होते हैं (नहीं तो अनुवर्ती अपक्षीण)। अपरिष्कृत प्रकृति की चट्टानों में तो ऐसे स्थल बहुत खुरदुरे हो सकते हैं।

टिप्पणी



• **जोड़ तथा वलित**

मुड़ने की प्रतिक्रिया में जोड़ों के बहुत से सेट विकसित हो सकते हैं। वलित धुरी के तिरछे असंबद्ध प्रतिबल जोड़ संपीड़न के द्वारा विकसित होते हैं। तनाव जोड़, विशेषकर वलित चूल के नजदीक, मुड़ने के कारण बन सकते हैं। वलित चूल की अनुदैर्ध्य के समानान्तर जोड़ों को अनुदैर्ध्य जोड़ कहते हैं जो फलक ढाल के समानान्तर होते हैं ढलुआँ जोड़ के नाम से जाने जाते हैं। ऐसे जोड़ साधारणतया तनन भंजन होते हैं।



यह चित्र संबद्ध जोड़ों का एक सेट दिखाता है, जो उतरकालीन खनिज चरण से संबधित है। ध्यान दें कि जब से कटान (प्रतिच्छेद) विस्थापित नहीं हुए हैं, गतिविधि के प्रमाण बहुत कम हैं।

टिप्पणी

प्रक्रियाएँ

भू-आकृति वैज्ञानिकों द्वारा जांचित प्रक्रिया की प्रकृति जांच के दौरान भू-दृश्य एवं भू-बनावट, तथा समय एवं रुचि के पैमाने पर पूरी तरह से आश्रित है।

अधिकतर स्थलाकृतिक विशेषताओं के लिए प्राथमिक स्थल प्रक्रिया ही उतरदायी है जिसमें हवा, लहरें, रासायनिक विघटन, द्रव्यमान नाश, भू-जल गतिविधि, सतही जल प्रवाह, हिम क्रिया, विवर्तनिकता तथा ज्वालामुखीय सिद्धान्त शामिल हैं। और अन्य मोहक भू-आकृति प्रक्रिया में बर्फ का जमना-पिघलना, लवण-व्यवहित प्रक्रिया, या अपरदेशीय प्रभाव शामिल हो सकते हैं।

नदीय प्रक्रिया

नदियाँ तथा धाराएँ केवल पानी की ही नहीं बल्कि अवसाद की संवाहक भी हैं। पानी, जैसे यह जलमार्ग के रूप में बहता है, अवसाद को लाने ले जाने में समर्थ है, या तो तलीय भार के रूप में, प्रलंबित भार के रूप में या विसर्जित भार के रूप में। अवसाद के परिवहन की दर अवसाद की उपलब्धता तथा नदी के बहाव पर निर्भर करती है।

नदियाँ चट्टानों को तोड़ कर नया अवसाद, उनके अपने रास्ते से तथा चारों ओर की पहाड़ी ढलानों को तोड़ कर, बनाने में भी समर्थ होती हैं। इस तरह, नदियाँ गैर-हिम पर्यावरण में बड़े स्तर पर भू-दृश्यों के विकास में सहायक समझी जाती हैं। नदियाँ विभिन्न भू-दृश्य घटकों के संपर्क की मुख्य कड़ी हैं।

टेक्टॉनिक प्रक्रिया

भू-आकृति विज्ञान पर टेक्टॉनिक प्रभाव कई लाख वर्षों से लेकर कुछ मिनटों या उससे भी कम की श्रेणी में हो सकते हैं। भू-दृश्यों पर टेक्टॉनिक्स के प्रभाव अधिकांश रूप से जमीन के नीचे की चट्टानों की प्रकृति पर आधारित होते हैं। यह लगभग इनसे ही नियंत्रित होता है कि किस प्रकार के स्थानीय आकार-विज्ञान टेक्टॉनिक्स बन सकते या अस्तित्व में आ सकते हैं। मिनट के संदर्भ में, भूकंप बड़े-बड़े भागों को डुबा सकते हैं और नई आर्द्र-भूमि का निर्माण कर सकते हैं। हजारों वर्षों में होने वाले महत्वपूर्ण परिवर्तनों के लिए आईसोस्टैटिक रिबाउंड जिम्मेदार हो सकते हैं, और इनके परिणामस्वरूप किसी पर्वतश्रृंखला के कटाव के समय और अधिक कटाव होने को बढ़ावा मिलता है क्योंकि श्रृंखलाओं से अधिक से अधिक ढेर हटता है और वह क्षेत्र ऊँचा हो जाता है। लंबी अवधि

टिप्पणी

के प्लेट टेक्टॉनिक डायनेमिक्स से हजारों-लाखों वर्ष के जीवन वाली बड़ी पर्वत शृंखलाओं वाले ऑरोजेनिक क्षेत्र उत्पन्न होते हैं, जिससे कि उच्च दर की "लूविअल और हिलस्लोप प्रक्रियाओं के लिए फोकल पॉइंट्स तैयार होते हैं और इसी प्रकार लंबी अवधि तक गाद एकत्र होती है।

प्लूम्स और निचले लिथोस्पीयर के डिलेमिनेशन जैसी गहरी परत डायनेमिक्स के गुणों को भी पृथ्वी की लंबी अवधि (लाखों वर्षों की) और बड़े स्तर की भौगोलिक स्थिति के उद्‌भव में महत्वपूर्ण भूमिका निभाने वाला माना गया है। दोनों ही आइसोस्टेसी के माध्यम से सतह को ऊपर उठने में मदद करते हैं क्योंकि गर्म, कम घनी, सतह की चट्‌टानें पृथ्वी की गहराई में ठंडी, घनी सतह की चट्‌टानों को धकेलती हैं।

आग्नेय प्रक्रियाएँ

ज्वालामुखीय (इरप्टिव) और प्लूटोनिक (इंट्रूसिव) दोनों प्रकार की आग्नेय प्रक्रियाओं का भू-आकृति विज्ञान पर महत्वपूर्ण प्रभाव हो सकता है। ज्वालामुखी की क्रियाओं से भू-दृश्य जीवंत हो जाते हैं, और धरती की पुरानी सतह लावा और टेफरा से ढँक जाती है, जिससे पायरोक्लास्टिक पदार्थ निकलता है और नदियों को नए मार्ग बनाने पड़ते हैं। ज्वालामुखी फटने से बनने वाले कोण भी नई महत्वपूर्ण भौगोलिक स्थितियाँ बनाते हैं, जिस पर अन्य सतही प्रक्रियाएँ हो सकती हैं।

सतह के नीचे होने वाली मैग्मा की हलचल भी जिओमार्फोलॉजी में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। सतह के नीचे होने वाले सामूहिक पिघलाव के कारण जमीनी सतह फूल सकती है या दब भी सकती है। कई हजार किलोमीटर तक फैले तिब्बत के पठार की भू-आकृति विज्ञान को नियंत्रित करने के लिए तिब्बत के नीचे की एक आंशिक रूप से पिघली परत की ओर भी इशारा किया गया है।

जैविक प्रक्रियाएँ

जीवों की जमीन के प्राकृतिक रूप, या जैविक भू-आकृतिक प्रक्रियाओं, के साथ सहभागिता कई प्रकार की हो सकती है, और पूर्ण रूप से यह भौमिक जिओमॉर्फिक सिस्टम के लिए संभवतः बहुत अधिक महत्वपूर्ण हो सकती है। रासायनिक क्रियाओं को नियंत्रित करने वाली बायोजियोकेमिकल प्रक्रियाओं से लेकर मिट्‌टी के विकास में बरोइंग और ट्री थ्रो जैसी तकनीकी प्रक्रियाओं के प्रभावों, और यहाँ तक कि कार्बनडाईऑक्साइड संतुलन द्वारा जलवायु के ठीक होने मे माध्यम से वैश्विक कटाव को नियंत्रित करने तक, जीवविज्ञान कई जियोमॉर्फिक प्रक्रियाओं को प्रभावित कर सकता है। सतही प्रक्रियाओं का बचाव करने में जीवविज्ञान की भूमिका वाले भौमिक भू-दृश्यों को निश्चित रूप से छोड़ा जा सकता है, जो कि बहुत कम भी हैं, लेकिन फिर भी मंगल ग्रह जैसे कुछ अन्य ग्रहों की जियोमार्फोलॉजी को समझने में इनका बहुत महत्व हो सकता है।

जियोमॉर्फोलॉजी की श्रेणियाँ

विभिन्न आकाशीय और लौकिक स्तरों पर विभिन्न जियोमॉर्फोलॉजिकल प्रक्रियाओं का प्रभुत्व होता है। इसके अलावा, जिन श्रेणियों की प्रक्रियाएँ होती हैं उनसे जलवायु या टेक्टॉनिक्स जैसे घटकों के कारण भू-दृश्यों में हुए बदलावों की प्रतिक्रियात्मकता या अन्य बातों का निर्धारण हो सकता है। आजकल इन्हीं मुख्य बिंदुओं के आधार पर जियोमॉर्फोलॉजी का अध्ययन किया जाता है।

टिप्पणी

भू-दृश्य श्रेणियों को वर्गीकृत करने के लिए कुछ भू-आकृति विज्ञानी निम्न वर्गीकरण का उपयोग कर सकते हैं:

- पहला - द्वीप, महासागर तट, जलवायु क्षेत्र (10,000,000 वर्ग किमी)
- दूसरा - शील्ड, उदा. बाल्टिक शील्ड, या पर्वत श्रृंखला, (1,000,000 वर्ग किमी)
- तीसरा - पृथक/एकाकी समुद्र, साहेल, (100,000 वर्ग किमी)
- चौथा - गिरि-पिण्ड, उदा. मैसिफ सेंट्रल या संबंधी भूभागों का समूह, उदा., वील्ड, (10,000 वर्ग किमी)
- पाँचवाँ - नदी घाटी, कॉट्सवोल्ड्स (1000 वर्ग किमी)
- 6वाँ - पृथक पर्वत या ज्वालामुखी, छोटे दर्रे (100 वर्ग किमी)
- 7वाँ - हिलस्लोप्स, धारा मार्ग, खाड़ी (10 वर्ग किमी)
- 8वाँ - खड्ड, बारचैनल (1 वर्ग किमी)
- 9वाँ - मीटर आकार की आकृतियाँ

अपनी प्रगति जांचिए

3. भू–गर्भीय संरचनाओं को सुविधा अनुसार किस प्रकार विभाजित किया जा सकता है?

   (क) भंगुर संरचनाएं (ख) कोमल संरचनाएं

   (ग) उपरोक्त दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं

4. भू–आकृति विज्ञान के अंतर्गत कौन–सी प्रक्रियाएं स्थालाकृतियों का निर्माण करती हैं?

   (क) नदीय प्रक्रिया (ख) टेक्टॉनिक प्रक्रिया

   (ग) आग्नेय प्रक्रियाएं (घ) उपरोक्त सभी

1.4 भू–दृश्यों में समानतावाद (एकरूपतावाद), बहुचक्रीय, बहुमूलक क्रमिक विकास एवं सीमान्त की अवधारणाएं

उपर्युक्त विषयों का अध्ययन निम्न प्रकार से किया जा सकता है–

1.4.1 भू-दृश्यों में समानतावाद (एकरूपतावाद)

हट्टन के प्रस्ताव कि पृथ्वी ने मोटे तौर पर अतीत की प्रक्रियाओं के माध्यम से अपना मौजूदा स्वरूप हासिल किया है, जो अब भी कार्यरत हैं, समानतावाद के सिद्धांत के रूप में सामने आया है। यह जिओमॉरफिक सिद्धांत होने के बजाय भू-गर्भिक सिद्धांत ज्यादा है। तथापि इसका उद्देश्य संबंधित भू-आकृतियों के वास्तविक सतही परिवर्तनों से था जो कि वार्नर के विचार थे। हट्टन के द्वारा दिए गए सिद्धांत ने एक आधार को जन्म दिया जिसे आजकल प्रक्रिया भू-आकृति विज्ञान के नाम से जाना जाता है।

अध्ययन के इस क्षेत्र में, अनुसंधान इस बात पर महत्व देता है कि एक समकालीन भू-गर्भिक एजेंसी द्वारा किसी क्रिया जैसे बहते पानी का कैसे अवलोकन किया जाता था।

टिप्पणी

बाद में गतिशील बर्फ, गुरूत्व, और घाटियों और पहाड़ी ढलानों में हवा पर किए शोधों को इन घटनाओं के अध्ययन में महत्व दिया जाने लगा। 19वीं शताब्दी में समानतावाद, भू–गर्भिक इतिहासकारों की बढ़ती हुई संख्या का मुख्य आदर्श बन गया विशेषकर विलियम स्मिथ और सर चार्ल्स लिएल के लिए। यह आवश्यक था क्योंकि लिएल ने यह तर्क दिया कि भू–गर्भिक परिवर्तन वृद्धिशील और क्रमिक थे। यदि वह इस तथ्य पर काम करना चाहते थे तो उन्हें लंबे समय स्केल की आवश्यकता थी और भू–गर्भिक इतिहासकार उनके लिए इसकी खोज कर रहे थे।

भूविज्ञान में समानतावाद एक सिद्धांत है जिसके अनुसार मौजूदा प्रक्रियाएँ एक ही तरीके से कार्य करती हैं और अनिवार्य रूप से क्रम के रूप में एक ही तीव्रता के साथ प्रस्तुत करने के लिए सभी भू–गर्भिक परिवर्तन के लिए पर्याप्त हैं।

जब कैंब्रिज विश्वविद्यालय के एक अध्येता, विलियम वेवेल ने इस शब्द से अवगत कराया, तब प्रचलित मत था कि पृथ्वी का जन्म अलौकिक माध्यम से हुआ था और भयावह घटनाओं जैसे बाढ़ की शृंखला ने इसे प्रभावित किया है।

काटास्ट्रोफिस्ट और समानतावादियों के बीच विवाद के पूरी तरह समाप्त हो जाने के चलते समानतावाद इतिहास में दफन हो गया। व्यावहारिक विज्ञान के रूप में भूविज्ञान अन्य विज्ञानों का भी वर्णन करता है, लेकिन 19वीं सदी की शुरूआत में भू–गर्भिक खोज भौतिकी और रसायन शास्त्र आगे बढ़ने लगा था। भू–वैज्ञानिक घटना उन्नत भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान, जीव विज्ञान को समझाने के योग्य होने लगा, और इसने भूविज्ञान के एक प्रमुख दार्शनिक सिद्धांत के रूप में एकरूपता के सिद्धांत की सच्चाई की स्थापना की और विवाद को समाप्त किया।

यह सिद्धांत कि भू–गर्भिक प्रक्रियाओं को संचालित करने वाले नियम पृथ्वी के इतिहास में नहीं बदले, 18वीं सदी के भू–वैज्ञानिक जेम्स हट्टन द्वारा एडिनबर्ग के रॉयल सोसायटी की बैठकों में व्यक्त किया गया, जिन्होंने 1785 में अपने सिद्धांत को प्रस्तुत किया था और बाद में यह थ्योरी ऑफ अर्थ (1795) के रूप में दो भागों में प्रकाशित हुआ। इस कार्य में हट्टन ने दिखाया कि पृथ्वी का लंबा इतिहास है और यह कि इस इतिहास की व्याख्या वर्तमान की प्रक्रियाओं के संदर्भ में की जा सकती है, जिसका उन्होंने उदाहरण दिया था। उन्होंने उदाहरण से दिखाया कि कैसे चट्टानों के अपक्षय से मिट्टी बनती है और तलछट की परतें कैसे जमा होती हैं।

उन्होंने कहा कि, भू–गर्भिक रिकॉर्ड का वर्णन करने हेतु किसी अलौकिक कारण की कोई जरूरत नहीं थी। हट्टन के इस प्रस्ताव ने बाइबल संबंधी पृथ्वी के सिद्धांत (6000 साल पुराने) को चुनौती दी जिसे विशेष रूप से व्यक्ति का घर बनाने के लिए बनाया गया था। दुनिया पर इस सिद्धांत के प्रभाव की तुलना केवल निकोलस कोपरनिकस, जोन्नेस केपलर और गैलीलियो द्वारा सोच में लाए गए शुरुआती आंदोलन से की जा सकती है जिसमें उन्होंने पृथ्वी पर केन्द्रित ब्रह्मांड की अवधारणा और सूर्य पर केंद्रित सौर मंडल की अवधारणा को विस्थापित किया था। दोनो सिद्धांतो ने पहले से मौजूद विचार को चुनौती दी और कई वर्षों तक इनका जमकर विरोध हुआ।

प्रिंसिपल ऑफ जियोलॉजी, 3 संस्करणों के प्रकाशन (1830–33) में, स्कॉटलैंड के भू–विज्ञानी सर चार्ल्स लएल ने हट्टन के सिद्धांतों का प्रयोग करते हुए पृथ्वी के अर्थ

टिप्पणी

को समझाया और इस मत के समर्थन में नए भू-गर्भिक प्रमाण उपलब्ध कराए कि भौतिक नियम स्थायी हैं और यह कि अलौकिकवाद के किसी भी रूप को अस्वीकार किया जा सकता है। लएल के कार्य ने चार्ल्स डार्विन को गहराई से प्रभावित किया, जिन्होंने पहचाना कि लएल ने विज्ञान में एक क्रांति को जन्म दिया है।

1859 में डार्विन और एलफर्ड वेलिस के जीवों की उत्पत्ति पर निकाले गए निष्कर्ष ने एकरूपता के सिद्धांत को बढ़ावा दिया। यद्यपि काटास्ट्रोफिट हट्टन-लएल-डार्विन के खिलाफ सदी के अंत तक तर्क प्रस्तुत करते रहे, तब ऊष्मप्रवैगिकी पर प्रमुख शोध कर्ताओं में से एक विलियम थॉमसन (बाद में लॉर्ड केल्विन) ने एक नई आलोचना की शुरूआत कर दी।

थॉमसन ने कहा कि पृथ्वी प्रवाहकत्त्व से गर्मी खो रही है और यह कि भू-गर्भिक प्रक्रियाओं की प्रकृति एक परिणाम के रूप में परिवर्तित हो सकती है उन्होंने यह भी निष्कर्ष निकाला कि यह शीतलन पृथ्वी की उम्र की ऊपरी सीमा निश्चित करता है। रेडियोधर्मिता की खोज के साथ और इसकी पहचान के बाद कि पृथ्वी के भीतर रेडियोधर्मी आइसोटोप गर्मी के सतत आंतरिक स्रोत की पुष्टि हुई है यह स्पष्ट हो गया कि थॉमसन का निष्कर्ष कि पृथ्वी 100 मिलियन वर्ष पुरानी है, गलत था, लेकिन उनका यह तर्क कि पृथ्वी को ऊर्जा के अपरिवर्तनीय नुकसान भुगतने पड़ते हैं, वैध बना रहा।

यह ऊर्जा अपक्षय, गर्मी उत्पन्न करने वाले रेडियो न्यूक्लिड्स के निर्माण में, एक महत्वपूर्ण परिणाम है। यद्यपि समरूपता का सिद्धांत सही है कि भौतिक नियम भू-गर्भिक समय के साथ नहीं बदलते हैं, और ताप गिरने के साथ पृथ्वी का व्यवहार बदला है। एक महत्वपूर्ण निष्कर्ष है कि आग्नेय गतिविधियों की सीमा और पृष्ठभाग की गति भू-गर्भिक समय के साथ बदली है। यह संभव है कि प्लेट टेक्टॉनिज्म जो आज चल रहा है और जो पूर्व भू-गर्भिक समय अंतरालों पर कार्य कर चुके हैं, वह प्रीकैंब्रियन समय के दौरान विरूपण की प्रक्रियाओं से पहले आए हों।

1.4.2 भू–दृश्यों में बहुचक्रीय एवं बहुमूलक क्रमिक विकास एवं सीमान्त की अवधारणाएं

पृथ्वी के धरातल पर मिलने वाली विसंगतियां की गुत्थी को आदि काल से ही मानव ने सुलझाने की कोशिश की है। समय-समय पर अनेक विद्वानों ने अपने-अपने ढंग से स्थलाकृतियों के निर्माण और विकास की व्याख्या की है। परिणामस्वरूप भू-आकृति विज्ञान में स्थलाकृतियों के अध्ययन को लेकर अनेक संकल्पनाए और उपागमों का विकास होता रहा है। स्थलाकृतियों की उत्पति और विकास को समझाने की दिशा में किए गए प्रयासों से ज्ञान में अभूतपूर्व वृद्धि हुई और इनके निर्माण से सम्बंधित कई जटिल प्रक्रियाओं को समझने में और विस्तारपूर्वक उनकी व्याख्या करने में सहायता मिली। थार्नबरी और अनेक दूसरे भू-वैज्ञानिकों द्वारा प्रतिपादित की गई ऐसी ही कुछ संकल्पनाओं का वर्णन निम्नलिखित है-

बहुचक्रीय एवं बहुमूलक स्थलरूप

पृथ्वी के धरातल पर मिलने वाली स्थलाकृतियों का वर्गीकरण दो प्रकार से किया जा सकता है- एक अपरदन चक्र के आधार पर और दूसरा इनके निर्माण में शामिल प्रक्रमों

टिप्पणी

के आधार पर। अपरदन चक्र के आधार पर स्थलाकृतियों को दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है- प्रथम- एक चक्रीय स्थलाकृति और द्वितीय- बहु चक्रीय स्थलाकृति। इसी प्रकार से प्रक्रम के आधार पर भी स्थलाकृतियों को दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है- एकल प्रक्रम जनित स्थलाकृतियां एवं बहुमूलक स्थलाकृतियां।

डेविस महोदय ने अपने अपरदन चक्र के सिद्धांत में बताया कि किसी भी क्षेत्र में जब भूखंड का उत्थान होता है तो भू-आकृतिक प्रक्रम उसके समतलीकरण के कार्य में लग जाते हैं और जब वह सम्पूर्ण भू-भाग समतल हो जाता है तो वह क्षेत्र एक समप्राय मैदान में परिवर्तित हो जाता है तो एक अपरदन चक्र समाप्त होता है। यह प्रक्रिया तीन अवस्थाओं से गुजरती है- तरुणावस्था, प्रौढ़ावस्था तथा जीर्णावस्था। तरुणावस्था में भू-भाग की ऊंचाई अधिक होने के कारण नदी का वेग अधिक होता है और वह अपरदन करती है और जिन स्थलाकृतियों का निर्माण होता है वह अपरदन जनित होती है, प्रौढ़ावस्था में भू भाग की ऊंचाई मध्यम रह जाती है और नदी का वेग भी कम हो जाता है। इस अवस्था में नदी के भार वहन करने की क्षमता कम हो जाती है। परिणामस्वरूप नदी अपरदन व निक्षेपण दोनों करती है तथा अंत में जब भू भाग की ऊंचाई बहुत कम रह जाती है और वह आधार तल के बहुत निकट होता है तो नदी जीर्णावस्था में प्रवेश करती है। इस अवस्था में नदी के भार वहन करने की क्षमता ना के बराबर होती है और वह केवल निक्षेपण का कार्य करती है और सम्बंधित क्षेत्र एक समप्राय मैदान में परिवर्तित हो जाता है जिसमें कुछ भू-भाग कम ऊंचाई के साथ खड़ा रह जाता है। इस प्रकार नदी अपना एक अपरदन चक्र पूरा करती है और ऊपर उठे हुए भू-भाग को एक समतल मैदान में परिवर्तित कर देती है। इस प्रकार से जो स्थलाकृतियाँ एक ही अपरदन चक्र का परिणाम होती है उनको एक-चक्रीय स्थलाकृति कहा जाता है।

परन्तु एक स्थलाकृति के निर्माण में अरबों साल का समय लगता है और इतनी लम्बी अवधि तक किसी क्षेत्र की न तो जलवायु स्थिर रहती है और न ही विवर्तनिक बल उस क्षेत्र को स्थिर रहने देते हैं। विवर्तनिक बलों के कारण भू-भाग का या तो उत्थान हो जाता है अथवा अवतलन हो जाता है, या फिर समुद्र के जल स्तर में उतार या चढाव आ जाता है, जलवायु परिवर्तन की स्थिति में उस क्षेत्र में वर्षा की मात्रा में वृद्धि या कमी हो जाती है, इन सभी कारणों से बहते हुए पानी की स्थितिज उर्जा में परिवर्तन हो जाता है। परिणामस्वरूप सम्बंधित क्षेत्र में या तो अपरदन अथवा निक्षेपण की मात्रा में वृद्धि अथवा कमी देखने को मिलती है, दोनों ही स्थितियों में अपरदन चक्र में बाधा उत्पन्न होती है तथा एक अपरदन चक्र के पूरा होने से पहले दूसरा अपरदन चक्र आरम्भ हो जाता है। इस प्रकार एक से अधिक अपरदन चक्रों द्वारा निर्मित स्थलाकृतियों को बहु-चक्रीय स्थलाकृति कहा जाता है।

पृथ्वी के धरातल पर बहु चक्रीय निर्मित स्थलाकृतियों के अनेक उदाहरण देखने को मिलते हैं। सयुंक्त राज्य अमेरिका में स्थित अप्लेशियन पर्वतीय क्षेत्र में अपरदन के चार चक्र पूरे होने के संकेत मिलते हैं। अप्लेशियन पर्वत का उत्थान पहली बार पर्मियन युग में हुआ और अनाच्छादन के कारकों द्वारा टर्शीयरी युग के प्रारंभ तक इसको एक समप्राय मैदान में बदल दिया गया लेकिन अपरदन चक्र जब अपने अंतिम चरण में था तो विवर्तनिक हलचलों के कारण भू-भाग का पुनः उत्थान हुआ जो कि टर्शीयरी युग के अंत तक एक दूसरे समप्राय मैदान में परिवर्तित होने के अंतिम पड़ाव में था और पुनः

टिप्पणी

विवर्तनिकी हलचलों से इस भू–भाग का उत्थान हुआ और तीसरी बार यह समप्राय मैदान में परिवर्तित हुआ और पुनः उत्थान से यहाँ आज चौथा अपरदन चक्र कार्यशील है। इस प्रकार यहाँ चार अपरदन चक्रों के उदाहरण मिलते हैं, प्रथम को स्कूली समप्राय मैदान, दुसरे को हैरिसवर्ग तथा तीसरे को सामरविले समप्राय मैदान कहा जाता है। एक अन्य उदाहरण के तौर पर भेड़ा घाट में मिलने वाली नर्मदा नदी की बहुमंजिला घाटी भी बहु–चक्रीय स्थलाकृति है क्योंकि इस प्रकार की घाटी का निर्माण एक से अधिक अपरदन चक्रों द्वारा ही संभव हो सकता है। इस क्षेत्र में नर्मदा नदी के दोनों किनारों पर युग्मित वेदिकाएं नए अपरदन चक्र की सूचक हैं और इस क्षेत्र में अनेक युग्मित वेदिकाएं एक से अधिक अपरदन चक्रों की तरफ इशारा करती हैं। इसके अतिरिक्त छोटा नागपुर के पठार में भी कई अपरदन चक्र पूरे होने के प्रमाण मिलते हैं।

इन स्थलाकृतियों के विकास को इनके निर्माण में शामिल प्रक्रमों के आधार पर भी वर्गीकृत किया जा सकता है। किसी भी क्षेत्र में मिलने वाली स्थलाकृति उस क्षेत्र में कार्य करने वाले भू–आकृतिक प्रक्रम का ही परिणाम होती हैं। उदाहरण के तौर पर एस्कर का निर्माण हिमनदी द्वारा, जलोढ़ मैदान का निर्माण नदी के द्वारा और लोएस मैदान का निर्माण वायु के द्वारा किया जाता है। अतः वो स्थलाकृति जो किसी एक ही भू–आकृतिक प्रक्रम का परिणाम होती है अर्थात जिसका निर्माण केवल एक ही भू–आकृतिक प्रक्रम द्वारा किया गया है तो वे एकल प्रक्रम स्थलाकृति कहलाती हैं। परन्तु यदि हम थोड़ा विस्तार से स्थलाकृतियों के निर्माण की प्रक्रिया को जानने का प्रयास करते हैं तो वास्तविकता भिन्न होती है। जैसा कि डेविस महोदय ने भी बताया कि एक स्थलाकृति के निर्माण में अरबों साल का समय लगता है तो इतनी लम्बी अवधि तक किसी क्षेत्र में न तो जलवायु परिस्थिति समान रहती है और न ही विवर्तनिकी बल उस क्षेत्र को स्थिर रहने देते हैं। परिणामस्वरूप या तो उस क्षेत्र में काम करने वाले प्रक्रम में बदलाव आ जाता है या उसकी गतिज उर्जा में परिवर्तन हो जाता है। दोनों ही परिस्थिति में जिस स्थलाकृति का निर्माण होता है वह किसी एक भू–आकृतिक प्रक्रम का परिणाम नहीं हो सकती, क्योंकि किसी भी क्षेत्र में कार्यशील प्रक्रम उसकी जलवायु का ही परिणाम होते हैं। अतः जलवायु में परिवर्तन उस क्षेत्र में कार्य करने वाले भू–आकृतिक प्रक्रमों में भी बदलाव करने में सक्षम होता है तथा इस प्रकार निर्मित होने वाली स्थलाकृति जो एक से अधिक भू–आकृतिक प्रक्रमों द्वरा निर्मित होती है, बहुमूलक स्थलाकृतियां कहलाती हैं। इस कथन की पुष्टि के लिए नदी के द्वारा निर्मित होने वाली T–आकार की घाटी की निर्माण प्रक्रिया को समझने का प्रयास करते हैं। मुख्य रूप से तो इसके निर्माण का श्रेय नदी को दिया जाता है परन्तु इस घाटी के विकास में अपक्षय और वृहत संचलन के योगदान को नजरअंदाज नहीं किया जा सकता क्योंकि नदी घाटी के गहरा होने में इन बलों का प्रमुख योगदान होता है। नदी अपनी घाटी का निर्माण उसी सीमा तक कर सकती है जहाँ तक उसका पानी प्रवाहित होता है लेकिन पानी के उपर वाले हिस्से में होने वाले परिवर्तनों में नदी के बहते हुए जल का कोई योगदान नहीं होता परन्तु फिर भी नदी की घाटी चौड़ी होती रहती है। यह कार्य अपक्षय और वृहत संचलन के द्वारा पूरा किया जाता है। अपक्षय पानी के स्तर से ऊपर की चट्टानों को रासायनिक और भौतिक प्रक्रिया द्वारा कमजोर कर देता है तथा वृहत संचलन के द्वारा ये चट्टानें उपरी पर्वतीय क्षेत्रों से नदी के प्रवाह मार्ग की तरफ स्थानांतरित होती हैं और नदी का बहता हुआ जल इनका परिवहन करता है।

अत: थोर्नबरी का यह कथन की अधिकांश स्थलाकृतियां एक से अधिक प्रक्रमों द्वारा निर्मित होती हैं सत्य है और बहुमूलक स्थलाकृतियों की अवधारणा को आधार प्रदान करता है।

टिप्पणी

पृथ्वी के धरातल पर बहुमूलक स्थलाकृतियों के अनेक उदाहरण देखने को मिलते हैं। गढ़वाल हिमालय में U–आकार की घाटी में V–आकार की घाटी का मिलना इसी ओर इशारा करता है। U–आकार की घाटी का निर्माण हिमनदी करती है जबकि V–आकार की घाटी का निर्माण नदी के द्वारा होता है। ऐसी सम्भावना है कि जब हिमनदियां इस क्षेत्र में अधिक विस्तृत थीं तो इनके द्वारा U–आकार की घाटी का निर्माण हुआ और जलवायु परिवर्तन के कारण जब हिमनदियों का क्षेत्र संकुचित हो गया तो बहते हुए जल के द्वारा इन घाटियों को गहरा करने के कारण इन्होंने V–आकर धारण कर लिया। परन्तु आज भी इन घाटियों का आकार उपर से U व निम्न भाग से V आकृति में पाया जाता है जो दो प्रक्रमों द्वारा किए गए कार्यों को प्रदर्शित करता है। इसके अतिरिक्त हिमनदी अपक्षेप मैदान (Outwash Plain) का निर्माण भी हिमनदी के द्वारा लाये गए भार के बहते हुए जल के द्वारा निक्षेपण से होता है।

इस प्रकार हम कह सकते हैं कि यदि किसी भू–भाग का उत्थान कुछ ही वर्ष पहले हुआ है तो वहां पर मिलने वाली स्थलाकृति एक–चक्रीय स्थलाकृति या एकल प्रक्रम स्थलाकृति हो सकती है अन्यथा पृथ्वी के धरातल पर इस प्रकार की स्थलाकृति मात्र एक कल्पना है।

सीमान्त की अवधारणा

जैसा कि इसके नाम से ही स्पष्ट है सीमा का अंत। यह सीमा वास्तव में अपरदनात्मक शक्तियों और चट्टानों की सहन शक्ति के मध्य संतुलन की होती है। सीमान्त स्थलाकृति की स्थिरता की एक महत्वपूर्ण अवस्था को प्रदर्शित करता है। साधारण शब्दों में सीमान्त वो विकट स्थिति है जहाँ पर किसी प्रक्रम के कार्य करने की तीव्रता परिवर्तित हो जाती है, यह परिवर्तन भू–पदार्थ की अवरूपण प्रतिरोध क्षमता (Shear Resistance) और प्रक्रम की अवरूपण तनाव (Shear Stress) शक्ति के मध्य संतुलन के बाधित होने का परिणाम होता है। भू–आकृतिक स्थलाकृतियों का निर्माण गत्यात्मक संतुलन का परिणाम होता है। यह संतुलन क्योंकि स्थाई नहीं होता और परिवर्तित होता रहता है इसीलिए इसको गत्यात्मक संतुलन कहा जाता है। जब गत्यात्मक संतुलन परिवर्तित होता है तो दो परिस्थितियों का निर्माण होता है– एक प्रतिक्रियात्मक अवस्था और दूसरी शिथिलीकरण अवस्था। प्रतिक्रियात्मक अवस्था समय की वह अवधि होती है जब भू–आकृतिक तंत्र गत्यात्मक संतुलन के भंग होने के कारण उर्जा के बदले हुए स्तर पर कार्य करता है इस अवस्था में अपरदन पहले की तुलना में अधिक होता है। जब कुछ समय तक भू–आकृतिक तंत्र उर्जा के नए स्तर पर कार्य करता है तो धीरे–धीरे उस क्षेत्र की चट्टानों में इस नए स्तर के अनुरूप प्रतिरोधकता विकसित हो जाती है और भू–पदार्थ की अवरुपण प्रतिरोध क्षमता (Shear Resistance) और प्रक्रम की अवरूपण तनाव (Shear Stress) शक्ति के मध्य संतुलन विकसित होने लगता है समय की इस अवस्था को शिथिलीकरण अवस्था कहा जाता है।

बहुत ही साधारण शब्दों में सीमान्त को समझने का प्रयास करें तो भू–आकृतिक तंत्र एक औसत उर्जा स्तर पर कार्य करता है, परन्तु किसी बाह्य या आंतरिक कारण से

यदि उर्जा के इस औसत स्तर में परिवर्तन हो जाता है तो परिवर्तन की उस स्थिति को सीमान्त कहा जाता है। इस परिवर्तन के बाद तंत्र स्वयं को उर्जा के नए स्तर पर स्थिर करने का प्रयास करता है, उर्जा के इसी नए स्तर को गत्यात्मक संतुलन कहा जाता है जो कि भू-पदार्थ की अवरुपण प्रतिरोध क्षमता (shear resistance) और प्रक्रम की अवरूपण तनाव (shear stress) क्षमता के मध्य सामंजस्य का परिणाम होता है। भू-आकृतिक सीमान्त दो प्रकार का होता है– एक बाह्य सीमान्त और दूसरा आंतरिक सीमान्त।

बाह्य सीमान्त

ये सीमान्त भू-आकृतिक तंत्र से बाहरी होते है तथा इनका सम्बन्ध जलवायु परिवर्तन एवं विवर्तनिकी प्रभावों से होता है। इस सीमान्त के कारण तंत्र की स्थितिज उर्जा प्रभावित होती है और इसके परिणामस्वरूप प्रक्रम और स्थलाकृति के मध्य उर्जा के स्तर का पुनर्निर्माण होता है तथा भू-आकृतिक तंत्र उर्जा के नए स्तर पर कार्य करना आरम्भ कर देते हैं। पुनर्निर्माण की यह दर आरम्भ में अत्यधिक तीव्र होती है और धीरे धीरे बाह्य परिस्थितियों के साथ सामंजस्य स्थापित कर लेती है। सुनामी बाह्य सीमान्त का एक अच्छा उदाहरण है क्योंकि इनका निर्माण समुद्र की तलहटी में आने वाले भूकंप से होता है जो कि इस तंत्र का हिस्सा नहीं है।

आंतरिक सीमान्त

ये सीमान्त भू-आकृतिक तंत्र की कार्य पद्धति का हिस्सा होते हैं और इनको भू-आकृतिक सीमान्त भी कहा जाता है। जैसा कि पहले चर्चा हुई कि स्थलाकृति भू-पदार्थ की अवरुपण प्रतिरोध क्षमता (shear resistance) और प्रक्रम की अवरूपण तनाव (shear stress) क्षमता के मध्य संतुलन का परिणाम होती हैं, जब किसी कारण से या तो भू-पदार्थ की अवरुपण प्रतिरोधक क्षमता में कमी आ जाए अथवा प्रक्रम की अवरूपण तनाव क्षमता में वृद्धि हो जाए तो परिणामस्वरूप स्थलाकृति की रुपरेखा में परिवर्तन आ जाता है। शिवालिक क्षेत्र में वनों की कटाई के कारण भू-पदार्थ की अवरुपण प्रतिरोध क्षमता में कमी आ गई और इस कारण इस क्षेत्र में वर्षा के दौरान नालिका अपरदन बढ़ गया, यह आंतरिक सीमान्त का एक उदाहरण है। इसके अतिरिक्त नदी के जल की मात्रा या उसके वेग में कमी के परिणामस्वरूप बनने वाला विसर्पी मार्ग भी इसका एक उदाहरण है।

अपनी प्रगति जांचिए

5. हट्टन के द्वारा दिए गए सिद्धांत को आजकल किस नाम से जाना जाता है?

(क) प्रक्रिया भू–आकृति विज्ञान (ख) एकरूपतावाद

(ग) सीमांत की अवधारणा (घ) बहुचक्रीय बहुमूलक विकास

6. भू–आकृतिक सीमांत कितने प्रकार का होता है?

(क) 1 (ख) 2

(ग) 3 (घ) 4

टिप्पणी

1.5 पर्यावरणीय परिवर्तन : जलवायु परिवर्तन

पृथ्वी के धरातल पर प्रत्येक क्षेत्र में कुछ ऐसी स्थलाकृति या लक्षण पाए जाते है जो उस क्षेत्र की वर्तमान जलवायु परिस्थितियों से मेल नहीं खाते है। अत: मनुष्य के मन में प्राचीन काल से ही इनको जानने और समझने की लालसा बनी रही है। शायद इसी कारण पर्यावरणीय परिवर्तन अध्ययन का प्रमुख विषय रहा है। अलग-अलग समय पर अनेक विद्वानों के द्वारा इसको समझने और इसकी व्याख्या करने का प्रयास किया गया है। पर्यावरणीय परिवर्तन किसी क्षेत्र में जलवायु परिवर्तन, समुद्र के जल स्तर में परिवर्तन या वनस्पति और जीव जंतुओं की प्रजाति में परिवर्तन के रूप में समझा जा सकता है। यह परिवर्तन अल्पकालिक न होकर दीर्घकालिक होता है और लम्बी समय अवधि में घटित होता है। यदि किसी क्षेत्र के पर्यावरण में किसी भी तरह का परिवर्तन होता है तो इसका प्रभाव उसके जैविक और अजैविक तत्वों पर पड़ता है। ये तत्व अपने आपको बदली हुई परिस्थितियों के अनुसार ढालने का प्रयास करते हैं और नए रूप में विकसित होते हैं जो हमें बदलती हुई पर्यावरणीय परिस्थितियों के बारे में अवगत करवाते हैं।

इस प्रकार के अध्ययनों में हम मुख्य रूप से पर्यावरणीय परिवर्तन का प्रकार, पर्यावरणीय परिवर्तन का समय और पर्यावरणीय परिवर्तन के कारणों को समझने का प्रयास करते हैं इनकी व्याख्या करते हैं। प्रत्येक पर्यावरणीय परिस्थितियों में विकसित होने वाली स्थलाकृति अन्य परिस्थितियों में विकसित होने वाली स्थलाकृति से भिन्न गुण, रूप व आकार वाली होती है। थार्नबरी महोदय का यह कथन 'भू-आकृतिक प्रक्रम स्थलरूपों पर अपनी विशेष छाप छोड़ते हैं तथा प्रत्येक प्रक्रम स्वयं का स्थलरूपों का विशिष्ट समुदाय विकसित करता है' इस तथ्य की पुष्टि करता है। इसी कारण भू-आकृतिक विज्ञान में स्थलाकृतियों के इन्ही विशिष्ट गुणों की सहायता से हम सभी तरह के पर्यावरणीय परिवर्तनों को समझने में सक्षम होते हैं। भू-आकृतिक तंत्र में अनेक अवशिष्ट स्थलाकृतियां पाई जाती हैं जो कि प्राचीन काल में होने वाले जलवायु परिवर्तन की सूचक होती हैं। उदाहरण के तौर पर इन्सेलबर्ग का निर्माण उष्ण और आर्द्र जलवायु परिस्थितियों में गहन रासायनिक अपक्षय के परिणामस्वरूप होता है परन्तु आज यह स्थलाकृति शुष्क मरुस्थल के क्षेत्र में पाई जाती है जो हमें उस क्षेत्र में पाई जाने वाली प्राचीन जलवायु का संकेत देती है और उस क्षेत्र में प्राचीन काल में हुए जलवायु परिवर्तन की ओर इशारा भी करती है।

पर्यावरणीय परिवर्तनों का अध्ययन करते समय हम वर्तमान से भूतकाल की ओर अग्रसर होते हैं। इस सन्दर्भ में जेम्स हट्टन के द्वारा दिया गया एकरूपतावाद का सिद्धांत बहुत कारगर है। इसमें हट्टन ने भी कहा है कि 'वर्तमान भूतकाल की कुंजी है'। अर्थात वर्तमान समय में बनने वाली स्थलाकृति का अध्ययन हमें उसके निर्माण में शामिल भू-आकृतिक प्रक्रमों, जलवायु दशाओं और अन्य कारकों से अवगत करवाता है और यदि किसी क्षेत्र में कोई ऐसी स्थलाकृति पाई जाती है जिसका निर्माण उस क्षेत्र की जलवायु परिस्थितियों से मेल नहीं खाता तो यह प्राचीनकाल में हुए जलवायु परिवर्तन की तरफ इशारा करता है। इस प्रकार अध्ययन करते हुए हम प्लीस्टोसीन युग की शुरुआत तक हुए जलवायु परिवर्तनों की व्याख्या करने में सक्षम रहे हैं। प्लीस्टोसीन युग से पहले के परिवर्तनों के साक्ष्य इतने धूमिल हो गए हैं कि उनका विवेचन बहुत कठिन है क्योंकि

इस युग से पहले का युग जिसे टर्शरी युग कहा जाता है बहुत ही परिवर्तनकारी युग था जिसमें अधिकांश स्थलरुप पूर्ण रूप से परिवर्तित हो गए थे। इस सन्दर्भ में थार्नबरी महोदय का यह कथन 'धरातल पर बहुत ही कम स्थलाकृति टर्शरी युग से प्राचीन हैं तथा अधिकांश स्थलाकृति प्लीस्टोसीन युग से पुरानी नहीं है' इसकी पुष्टि भी करता है। इस प्रकार प्लीस्टोसीन वह भू-गर्भिक समय अवधि है जिस तक हम जलवायु परिवर्तनों की सही से व्याख्या करने में सक्षम होते हैं।

जलवायु पुनर्निर्माण का प्रयास अनेक क्षेत्रों में किया गया है। ऐसे ही कुछ अध्ययनों के उदाहरण इस भाग में शामिल किए गए हैं। भारत और तिब्बत में पाई गई हिमौढ़ का रेडियोधर्मिता और कार्बन-14 विधि से किया गया अध्ययन इस क्षेत्र में होने वाले पुनः हिमानीकरण के बारे में बताता है। तिब्बत के क्षेत्र में पुनः हिमानीकरण आज से 23000 से 16000 साल के मध्य में हुआ था जबकि भारत में यह समय अवधि आज से 18100 से 16700 साल के मध्य में थी। इसी प्रकार से हिमाचल प्रदेश में किए गए अध्ययनों से पुनः हिमानीकरण का समय आज से 9161+- 70 साल निर्धारित किया गया है। संयुक्त राज्य अमेरिका में अनुवर्षस्तरी कालानुक्रम (Varve Chronology) द्वारा किए गए अध्ययन से पुनः हिमानीकरण का समय आज से 10,000 साल पहले निर्धारित किया गया है। इससे यह भी स्पष्ट होता है कि संयुक्त राज्य अमेरिका और हिमाचल प्रदेश में पुनः हिमानीकरण का समय लगभग एक समान रहा है।

अपनी प्रगति जांचिए

7. धरातल पर किस युग की स्थलाकृति सबसे कम पाई जाती है?

   (क) प्लीस्टोसीन (ख) होलोसीन

   (ग) टर्शरी (घ) इनमें से कोई नहीं

8. संयुक्तराज्य अमेरिका में अनुवर्षस्तरी कालानुक्रम (arve Chronolody) से पुनःहिमानीकरण का समय कितने वर्ष पहले का निर्धारित हुआ है?

   (क) 9161 वर्ष (ख) 10000 वर्ष

   (ग) 11500 वर्ष (घ) इनमें से कोई नहीं

1.6 भूकालानुक्रम कालनिर्धारण विधियां : लिखित साक्ष्य, पुरावशेष, प्रमुख मृदा क्षितिज, वृक्ष कालानुक्रमिकी, पराग–ताप संदीप्ति

पर्यावरणीय परिवर्तन को समझने और प्राचीन जलवायु का पुनर्निर्माण करने के लिए अनेक विधियाँ विकसित की गई हैं जिनमें से निम्न प्रमुख हैं–

1. लिखित साक्ष्य (Documentary Evidence)
2. पुरावशेष (Antiquity)
3. प्रमुख मृदा क्षितिज (Major Soil Horizons)
4. वृक्ष कालानुक्रमिकी विधि (Dendrochronology)

टिप्पणी

5. परागकण विधि
6. ताप-संदीप्ति तिथि निर्धारण विधि
7. रेडियोधर्मिता
8. आइसोटोप विधि।

कुछ प्रमुख विधियों का वर्णन निम्नलिखित है–

लिखित साक्ष्य

ये प्रमाण मुख्य रूप से मानवीय गतिविधियों से सम्बद्ध उपकरण रहित जलवायु प्रमाणों से संबंधित हैं जो जीवाश्मिकी या प्राकृतिक अभिलेखागार में संरक्षित हैं या इतिहास में जिनका वर्णन हुआ है। इसके विपरीत, आधुनिक जलवायु उपकरण काल (एमआईपी) मानकीकृत उपकरणों द्वारा व्यवस्थित रूप से मापे गए मौसम संबंधी तत्वों से संबंधित है। यह अक्सर माना जाता है कि तीन क्षेत्रों में से प्रत्येक - पुरापाषाण विज्ञान, ऐतिहासिक जलवायु विज्ञान और सउपकरण जलवायु विज्ञान - एक विशिष्ट समय-अवधि पर केंद्रित है। हालांकि, अस्थायी रूप से परिभाषित होने के बावजूद, उनके बीच का अंतर उन साक्ष्यों के प्रकार से संबंधित है जिनके बारे में वे बताते हैं तथा चरित्र में पद्धतिगत हैं। अटलांटिक तूफान तथा ध्रुवीय क्षेत्र के साथ-साथ क्षेत्रीय और बड़े पैमाने पर तापमान की घटनाओं में भिन्नता, मासिक और मौसमी NAO (उत्तर अटलांटिक दोलन), वर्षा क्षेत्र के पुनर्निर्माण और समुद्र स्तर के दबाव के अनुमानों के लिए लिखित साक्ष्यों के आंकड़ों को महत्व दिया गया है। लिखित साक्ष्यों से प्राप्त तापमान सूचकांकों को यूरोपीय महाद्वीप के कई हिस्सों में सर्दियों के तापमान के पुनर्निर्माण के लिए सबसे महत्वपूर्ण एकल प्रतिनिधि भी पाया जाता है। अंत में, उपकरण रहित जलवायु विज्ञान काल [प्री-इंस्ट्रूमेंटल पीरियड (PIP)] के लिए लिखित साक्ष्य एकमात्र साधन हैं जिनके द्वारा उस काल के प्राकृतिक खतरों के सही समय और गंभीरता का आकलन किया जा सकता है।

पुरावशेष

प्राचीन काल में पृथ्वी के धरातल पर अनेक स्थानों पर झीलों के किनारे, नदी की घाटियों में मानव निवास करता था और उसने बस्तियां बसाई थीं। किन्हीं मानवीय अथवा अमानवीय कारणों से ये बस्तियां उजड़ गईं और धीरे धीरे मिटटी के नीचे दबती चली गई। आज जब इन स्थानों की खुदाई की जाती है तो इन प्रागैतिहासिक सभ्यताओं के सांस्कृतिक अवशेष मिलते हैं, इन्हीं को ही पुरावशेष कहा जाता है। अनेक स्थानों पर खुदाई के दौरान मिलने वाली बस्तियों में उस समय की संस्कृति के सांस्कृतिक अवशेष मिलते हैं जैसे कि पत्थर के औजार, मिटटी के पात्रों के टूटे हुए टुकड़े इत्यादि। इन पुरावशेषों की आयु निर्धारण करने के लिए कार्बन 14, ताप-संदीप्ति और रेडियोधर्मी इत्यादि विधियों का प्रयोग किया जाता है जिनके आधार पर हम उस सभ्यता के विकास के समय का पता लगा लेते हैं।

पुरावशेष मुख्य तौर पर उन क्षेत्रों में ज्यादा पाए जाते हैं जहाँ पर पानी आसानी से उपलब्ध हो जाता है जैसे कि नदी या किसी झील का सीमांत क्षेत्र। किसी भी सभ्यता के विकास में पानी का अहम् योगदान होता है क्योंकि यह मानव की सबसे महत्वपूर्ण आवश्यकताओं में से एक है। शायद यही कारण है कि संसार की अधिकांश सभ्यताओं का विकास नदी घाटियों में हुआ है।

टिप्पणी

पुरावशेषों में पात्रों के टुकड़े, चूल्हे और पत्थर के औजार प्रमुख हैं। इन सभ्यताओं में बर्तन या पात्र मुख्य रूप से रेत से बने होते थे जो कि एक रासायनिक अवसादी चट्टान है। इसलिए इन पात्रों की आयु का निर्धारण करने के लिए ताप-संदीप्ति तिथि निर्धारण विधि के एक उपभाग O-S-L- (Optically Simulated Luminescence) का प्रयोग किया जाता है। इस विधि में पात्रों के टुकड़ों पर उच्च उर्जा के कणों की बारिश की जाती है जिससे इलेक्ट्रान उत्साहित होकर वैलेंस बैंड से कंडक्शन बैंड की ओर अग्रसर होते हैं और परिणामस्वरूप उत्पन्न होने वाली उर्जा, ज्वाला के वक्रों के रूप में दिखाई देती है। इन वक्रों के अध्ययन से हम इसकी आयु का निर्धारण करते हैं। अन्य पुरावशेष चूल्हा है, जिसमें लकड़ी जलाकर खाना पकाया जाता है और जली हुई लकड़ी का कार्बन पदार्थ उसकी सतह पर रह जाता है। कार्बन-14 तिथि निर्धारण विधि का प्रयोग करते हुए इसकी आयु का निर्धारण किया जाता है। इस विधि द्वारा हम आज से 30,000 साल पुरानी वस्तुओं की आयु का निर्धारण कर सकते हैं। पत्थर के औजारों की आयु का निर्धारण करने के लिए पुरातत्ववेत्ताओं द्वारा प्रयोग की जाने वाली विधियाँ अपनाई जाती हैं।

पुरावशेषों के अध्ययन के आधार पर संयुक्त राज्य अमेरिका और ऑस्ट्रेलिया में नदियों की वेदिकाओं के रेत की आयु का निर्धारण किया गया तो पाया की कुछ वेदिकाएं प्लीस्टोसीन युग की हैं और कुछ का निर्माण होलोसीन युग में हुआ है। प्लीस्टोसीन युग की वेदिकाओं में कोई पुरावशेष प्राप्त नहीं हुए जबकि होलोसीन युग की वेदिकाओं में मिले पुरावशेषों का तिथि निर्धारण की विधियों का प्रयोग करते हुए जब इनकी आयु का निर्धारण किया गया तो इनकी आयु भी होलोसीन युग की ही पाई गई। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि संयुक्त राज्य अमेरिका और ऑस्ट्रेलिया दोनों ही देशों में सभ्यताओं का विकास होलोसीन युग में हुआ था।

प्रमुख मृदा क्षितिज

मिट्टी के प्रकार : मिट्टी विभिन्न प्रकार की होती हैं, प्रत्येक की अपनी विशेषताएं होती हैं। किसी भी मिट्टी में गहरी खुदाई करने पर यह परतों, या क्षितिज [(ओ, ए, ई, बी, सी, आर) सतह से नीचे की ओर] से बनी होती है। सभी क्षितिजों को एक साथ रखने पर वे मिट्टी की एक रूपरेखा बनाते हैं। एक जीवनी की तरह, प्रत्येक प्रोफाइल एक मिट्टी के जीवन के बारे में एक कहानी बताती है। अधिकांश मिट्टी में तीन प्रमुख क्षितिज (ए, बी, सी) होते हैं और कुछ में एक कार्बनिक क्षितिज (ओ) भी होता है। मिट्टी की सतह से नीचे की ओर क्षितिज इस प्रकार से होते हैं–

ओ (ह्यूमस या ऑर्गेनिक) : ज्यादातर कार्बनिक पदार्थ जैसे कि विघटित (सड़ने) होने वाले पत्ते इत्यादि इसका भाग होते हैं। ओ क्षितिज कहीं पतला होता है तो कहीं मोटा होता है, और कहीं बिल्कुल भी मौजूद नहीं होता है।

ए (टॉप सॉइल) : ज्यादातर कार्बनिक पदार्थों के साथ मूल सामग्री जनित खनिज इसमें शामिल होते हैं। पौधों और अन्य जीवों के रहने के लिए यह बहुत अच्छा है।

ई (अवक्षालन- पानी की क्रिया द्वारा सामग्री का मिट्टी से गुजरकर घुलनशील या निलंबन घोल) : यह मिट्टी खनिज, चिकनी मिट्टी तथा कार्बनिक पदार्थों से रहित होती है, इसमें रेत की अधिकता और क्वाट्र्ज या अन्य प्रतिरोधी सामग्री के गाद

टिप्पणी

कणों को छोड़कर और कुछ नहीं होता [क्वार्ट्ज और फिल्ड्स्पार खनिजों से उत्पन्न कणिकामय पदार्थ को गादी (Silt) कहते हैं। इसके कणों का आकार बालू से छोटा किन्तु मृत्तिका (चिकनी मिट्टी Clay) से बड़ा होता है। यह भूमि के रूप में या जल में घुले अवसाद (sediment) के रूप में हो सकती है। इसके अतिरिक्त यह नदियों, तालाबों आदि के तल में भी जमा हो सकती है।] - कुछ मिट्टी के प्रकारों में यह मिट्टी नहीं होती है लेकिन यह अक्सर पुरानी मिट्टी और जंगल की मिट्टी में पाई जाती है।

बी (सबसॉइल) : इस मिट्टी में ए या ई क्षितिज से स्थानांतरित हो कर इसमें जमा हुए खनिज भरपूर मात्रा में होते हैं

सी (मूल सामग्री) : पृथ्वी की सतह पर जमा पदार्थ जिससे मिट्टी बनी है।

आर (आधार) : चट्टान का एक द्रव्यमान जैसे कि ग्रेनाइट, बेसाल्ट, क्वार्टजाइट, चूना पत्थर या बलुआ पत्थर जो मिट्टी के कुछ प्रकारों हेतु मूल सामग्री का काम करते हैं - तभी जब चट्टान का यह द्रव्यमान (आधार) सतह के इतना करीब हो कि इसका अपक्षय हो पाए। यह मिट्टी नहीं होती है तथा यह C क्षितिज के नीचे स्थित होता है।

वृक्ष कालानुक्रमिकी (डेंड्रोक्रोनोलॉजी)

वृक्ष कालानुक्रमिकी जलवायु परिवर्तन के अध्ययन की अनेक विधियों में से एक महत्वपूर्ण विधि है। किसी भी क्षेत्र की जलवायु का अध्ययन उससे सम्बंधित प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष साक्ष्यों के आधार पर किया जाता है। किसी भी क्षेत्र की वनस्पति वहां की जलवायु का प्रतिनिधित्व करती है क्योंकि जलवायु के तत्वों में बदलाव के साथ ही उस सम्बंधित क्षेत्र की वनस्पति में भी बदलाव देखा जाता है। भूमध्य रेखीय क्षेत्रों, उष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों व् उच्च अक्षांश के क्षेत्रों में मिलने वाली वनस्पति के प्रकारों में अंतर का मूल कारण इनकी जलवायु ही है। अत यह स्पष्ट है कि वनस्पति की विशेषताओं के अध्ययन के आधार पर हम किसी क्षेत्र की प्राचीन जलवायु का भी पुनर्निर्माण कर सकते हैं। वृक्ष कालानुक्रमिकी इसी प्रकार के अध्ययनों में प्रयोग होने वाली एक महत्वपूर्ण विधि है। वृक्ष कालानुक्रमिकी से अभिप्राय पेड़ के छल्लों से सम्बंधित आंकड़ों के अध्ययन से है। इसमें मुख्य रूप से दो बातों का अध्ययन किया जाता है– छल्लों की संख्या एवं छल्लों की चौड़ाई, ये दोनों एक-दूसरे से सम्बंधित भी हैं। वृक्ष कालानुक्रमिकी पर चर्चा करने से पहले पेड़ में विकसित होने वाले छल्लों के बारे में जान लेते हैं। इन छल्लों का निर्माण जाइलेम में विकसित होने वाली पेड़ की कोशिकाओं में होता है। पेड़ के वर्धन काल के आरम्भ में इन कोशिकाओं का आकर बड़ा होता है, जैसे जैसे वर्धन काल आगे बढ़ता है कोशिकाएं सिकुड़ना शुरु कर देती हैं और उनका आकर छोटा होने लगता है। वर्धन काल के अंत में ये कोशिकाए एक छल्ले के रूप में रह जाती हैं और इस प्रकार दो वर्धन कालों के मध्य एक छल्ले का निर्माण होता है। छल्ले के रूप में सम्बंधित वर्धन काल की जलवायु परिस्थितियों का यह प्रमाण हजारों साल तक विद्यमान रहता है। क्योंकि एक वर्धन काल में एक ही छल्ले का निर्माण होता है, अत किसी भी पेड़ के तने में उपस्थित छल्लों की संख्या उस पेड़ की आयु की द्योतक होती है। परन्तु यदि हमें उस समय की जलवायु परिस्थिति का अनुमान लगाना हो तो हमें छल्लों के आकार का अध्ययन करना पड़ता है। किसी भी पेड़ में मिलने वाले छल्लों की मोटाई

टिप्पणी

उस मौसम की आर्द्रता आधिक्य या आर्द्रता न्यूनता का प्रदर्शक होती है। यदि छल्ले की मोटाई अधिक है तो उस वर्धन काल के दौरान वायुमंडल में आर्द्रता का आधिक्य रहा होता है और यदि उसकी मोटाई कम पाई जाती है तो यह आर्द्रता की कमी को सूचित करता है जो अप्रत्यक्ष रूप से आर्द्र और शुष्क जलवायु के बारे में जानकारी प्रदान करता है। उदाहरण के तौर पर यदि हम किसी वृक्ष के छल्लों को उसके मध्य भाग से गिनना आरम्भ करते हैं और 180वें छल्ले का आकार बड़ा है 200वें छल्ले का आकार अपेक्षाकृत छोटा है तो इसका मतलब आज से 180 साल पहले उस क्षेत्र में जलवायु आज की अपेक्षा अधिक आर्द्र थी और 200 साल पहले शुष्क थी। पेड़ के छल्लों के अध्ययन के आधार पर एक कैलेंडर बनाया जाता है जिसकी सहायता से हम पेड़ की आयु का अनुमान लगाते हैं, पेड़ की आयु जितनी अधिक होती है हम उतनी ही पुरानी जलवायु का निर्धारण कर सकते हैं।

वृक्ष कालानुक्रमिकी विधि का प्रयोग करते हुए संसार के अलग अलग हिस्सों में अनेक अध्ययन किए गए और सम्बंधित क्षेत्र की प्राचीन जलवायु के पुनर्निर्माण का प्रयास किया गया है। उदाहरण के तौर पर वृक्ष कालानुक्रमिकी का प्रयोग लघु हिमयुग (Little IceAge), लघु जलवायु इष्टतम (Little Climatic Optimum) और हिमनदियों में हिम बजट (Glacial Ice Budget) के निर्धारण के लिए किया गया है। उत्तरी स्वीडन में किए गए अध्ययन में यह पाया गया कि प्लीस्टोसीन और होलोसीन युग के मध्य में एक बार हिमनदियों का पुनः विस्तरण हुआ था। इस समय अवधि में तापमान सामान्य से 2 से लेकर 4 डिग्री सेल्सियस तक नीचे गिर गया था। इसके परिणामस्वरूप हिमनदियों का विस्तार हुआ था और निम्न अक्षांश भी बर्फ से ढक गए थे। समय की इसी अवधि को लघु हिमयुग के नाम से जाना जाता है। वृक्ष कालानुक्रमिकी के अध्ययन बताते हैं कि हिमनदियों का यह पुनः विस्तरण आज से 1570 से 1650AD की समय अवधि में हुआ था।

उत्तरी स्वीडन में हुए वृक्ष कालानुक्रमिकी के अध्ययन यह भी बताते हैं कि आज हम तापमान और वर्षा के संदर्भ में जिन जलवायु परिस्थितियों का अनुभव कर रहे हैं आज से 6000 वर्ष पहले तापमान और वर्षा की परिस्थिति वर्तमान समय की परिस्थितियों से मेल खाती थी लेकिन तापमान और वर्षा का परिमाण वर्तमान समय की तुलना में कहीं अधिक था। इन परिस्थितियों को ही लघु जलवायु इष्टतम कहा जाता है। अध्ययन यह भी बताते हैं कि इसी प्रकार की परिस्थितियाँ आज से 1000 से 1300 साल पहले भी पाई जाती थी।

हिमनदियों का हिम बजट दो प्रकार का होता है– यदि हिमनदियां विस्तृत होती हैं तो बजट सकारात्मक होता है यदि ये पीछे हटती हैं तो बजट नकारात्मक होता है। सकारात्मक बजट की स्थिति में हिमनदियों का विस्तार होता है और निम्न पर्वतीय अक्षांश के क्षेत्र भी बर्फ से ढक जाते हैं। इसके विपरीत जब नकारात्मक बजट की स्थिति होती है तो बर्फ के गिरने की तुलना में बर्फ के पिघलने की दर अधिक होती है। परिणामस्वरूप हिमनदियां पीछे हटने लगती हैं। उप हिमालय क्षेत्र में पाइनस वालिचिना वृक्ष के छल्लों के अध्ययन के आधार पर यह निष्कर्ष निकलता है कि यदि छल्ले का आकर बड़ा है तो ये नकारात्मक बजट को प्रदर्शित करता है और यदि आकर छोटा है तो यह सकारात्मक

टिप्पणी

हिम बजट का सूचक है। इस अध्ययन के आधार पर पाया गया कि 1970–76, 1981–84 और 1989 में इस उप हिमालय क्षेत्र में सकारात्मक हिम बजट था और हिमनदियों का विस्तार हुआ था जबकि 1977–80 व् 1985–1988 की समय अवधि में नकारात्मक हिम बजट था और हिमनदियों का क्षेत्र संकुचित हुआ था।

पराग–ताप संदीप्ति

परागकण

जलवायु परिवर्तन से सम्बंधित अध्ययनों में प्रयोग होने वाली यह एक महत्वपूर्ण विधि है। वनस्पति किसी भी क्षेत्र की जलवायु का प्रतिनिधित्व करती है। तापमान और वर्षा जलवायु के दो महत्वपूर्ण तत्व हैं और वनस्पति पर इन तत्वों के प्रभाव को सभी जलवायु वैज्ञानिक एक मत से स्वीकार करते हैं। कोपेन महोदय ने तो संसार के जलवायु प्रदेशों का निर्धारण वनस्पति प्रदेशों के आधार पर ही किया था। परागकण वनस्पति की ही एक उपज होती है और ये बहुत ही महीन होते हैं। इनको सूक्ष्मदर्शी की सहायता से ही देखा जा सकता है। प्रत्येक वनस्पति प्रजाति के परागकण दूसरी वनस्पति प्रजाति से पूर्णतया भिन्न होते हैं। वायु तथा जल के द्वारा इनका परिवहन किया जाता है और किसी भी जलवायु परिस्थिति में ये अनश्वर होते हैं। परागकणों के रूप में उस क्षेत्र की प्राचीन काल की जलवायु के अवशेष मुख्य तौर पर झीलों व दलदली क्षेत्रों में निक्षेपित पाए जाते हैं। जैसा कि सर्वविदित है वनस्पति किसी भी क्षेत्र की जलवायु की द्योतक होती है और परागकण वनस्पति के प्रतिनिधि होते हैं तो इनकी सहायता से हम जलवायु के प्रकार एवं जलवायु के परिवर्तन के सही समय का अंदाजा लगा सकते हैं। इस प्रकार के अध्ययनों में हम जल स्रोतों में जमा परागकणों के संकेंद्रण का अध्ययन करते हैं। जिस वनस्पति प्रजाति के परागकणों का संकेन्द्रण अधिक होता है यह मान लिया जाता है कि उस क्षेत्र में सम्बंधित वनस्पति का आधिक्य रहा होगा और वनस्पति के आधार पर उस समय की जलवायु का भी अनुमान लगा लिया जाता है। लेकिन इनकी संकेंद्रणता निम्नलिखित तत्वों से प्रभावित हो जाती है जो जलवायु परिवर्तन के सटीक अनुमान को भी प्रभावित करती है–

1. परागकण वायु जनित होते हैं इस कारण यह सम्भावना भी बनी रहती है कि परागकण उसी क्षेत्र की वनस्पति के होने की अपेक्षा अन्य क्षेत्रों से अपवाहित भी हो सकते हैं।
2. कुछ वनस्पतियों की प्रजातियाँ अन्य प्रजातियों की तुलना में अधिक परागकण उत्पादित करती हैं, इसी कारण इनके परागकणों का सकेन्द्रण भी अधिक पाया जाता है।
3. परागकणों की संकेन्द्रीयता परागकण वर्षा से भी प्रभावित होती है। जब कभी भी तेज वर्षा या आंधी आती है तो उस क्षेत्र की वनस्पति से बहुत अधिक मात्रा में परागकण झड़ते हैं, इसी को परागवर्षा कहा जाता है।

इन सभी तथ्यों के बावजूद प्राचीन काल में हुए जलवायु परिवर्तन के अध्ययन में परागकणों के महत्व को सभी स्वीकार करते हैं और अनेक अध्ययन जो परागकणों पर आधारित हैं जलवायु परिवर्तन को समझाने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं। थार के

टिप्पणी

मरुस्थल में परागकणों पर आधारित अध्ययनों की सहायता से 10–12 हजार साल पहले होलोसीन युग की जलवायु का निर्धारण किया गया है। इस अवधि में जलवायु परिवर्तन के 5 दौर रहे हैं जिनमें 3 शुष्क जलवायु के और 2 आर्द्र जलवायु के थे। वर्तमान से 8000–10000 साल पहले जलवायु अत्यंत शुष्क रही है, 7500–8000 साल की अवधि में जलवायु सामान्य आर्द्र थी जिसमें वर्षा की मात्रा वर्तमान से 25 सेंटीमीटर अधिक थी, 3000–7500 साल की अवधि में जलवायु सामान्य शुष्क थी, चौथी अवस्था जो कि 800–1000 साल पहले की थी इसमें जलवायु अधिक आर्द्र थी जिसमें वर्षा की मात्रा वर्तमान की औसत वर्षा से 50 सेंटीमीटर अधिक थी जबकि 500–800 साल पहले जलवायु अत्यंत शुष्क रही थी।

ताप–संदीप्ति तिथि निर्धारण विधि

प्राचीन काल में हुए जलवायु परिवर्तनों के अध्ययन में प्रयुक्त होने वाली यह विधि बहुत ही महत्वपूर्ण है। इस विधि की सहायता से हम उन पर्यावरणीय परिस्थितियों का भी अनुमान लगा सकते हैं जिनमें सम्बंधित चट्टानों का निर्माण हुआ था। ताप-संदीप्ति तिथि निर्धारण विधि को बहुत लोकप्रिय तरीके से T L Dating कहा जाता है। इस तकनीक का प्रयोग मुख्य तौर पर चट्टानों के तापीय इतिहास और आयु निर्धारण में किया जाता है। ताप-संदीप्ति तिथि निर्धारण विधि का प्रमुख आधार चट्टानों में उपस्थित रेडियोधर्मिता होती है। कुछ चट्टानों में यह रेडियोधर्मिता प्राकृतिक रूप से विद्यमान होती है जबकि अन्य चट्टानें इसे अपने चारों तरफ उपस्थित पर्यावरण से अपने निर्माण के समय ग्रहण करती हैं। रेडियोधर्मिता की उपस्थिति के आधार पर ताप-संदीप्ति मुख्यत: दो प्रकार की होती है- प्राकृतिक (Natural) ताप-संदीप्ति और प्रेरित (induced) ताप-संदीप्ति।

प्राकृतिक (Natural) ताप–संदीप्ति

इसका कारण चट्टानों की रेडियोधर्मिता होती है और मुख्य रूप से यह आग्नेय चट्टानों में पाई जाती है। इन चट्टानों का निर्माण भू-गर्भ में होता है जिसके कारण इनमें रेडियोधर्मिता पहले से उपस्थित होती है। ग्रेनाइट चट्टानों के निर्माण के समय दो प्रकार के जालक (lattice) निर्मित होते हैं- पूर्ण (perfect) एवं अपूर्ण (imperfect)। यदि ग्रेनाइट के जालक पूर्ण विकसित हैं तो इनमें से रेडियोधर्मिता का निकास हो जाता है परन्तु यदि जालक अपूर्ण रह जाते हैं तो अपूर्ण जालकों में यह फंस कर रह जाती है। यही रेडियोधर्मिता बाद में इन चट्टानों के तापीय इतिहास एवं इनकी आयु निर्धारण में सहायक होती है। इस रेडियोधर्मिता को बाहर निकालने के लिए प्रयोगशाला में चट्टान को बहुत अधिक तापमान पर गर्म किया जाता है जिसके परिणामस्वरूप चट्टान में मौजूद इलेक्ट्रान उत्साहित हो जाते हैं। उत्साहित इलेक्ट्रान बढ़े हुए उर्जा स्तर के अनुसार निम्न बैंड से उच्च बैंड की तरफ प्रवाहित होते हैं। इलेक्ट्रान के इस प्रवाह के दौरान निकलने वाली रेडियोधर्मिता हमें उर्जा के वक्रों के रूप में दिखाई देती है जिसको हम ताप-संदीप्ति कहते हैं। सबसे ऊँचे उर्जा वक्र का अध्ययन करके वैज्ञानिक उस चट्टान के तापीय इतिहास एवं उसकी आयु का निर्धारण करते हैं।

प्रेरित (Induced) ताप–संदीप्ति

इस प्रकार की ताप-संदीप्ति रासायनिक रूप से निर्मित अवसादी चट्टानों में पाई जाती है। इन चट्टानों में सिलिका, चूना पत्थर, जिरकॉन, रेत आदि प्रमुख हैं। ये चट्टानें अपने निर्माण

टिप्पणी

के समय चारों तरफ के पर्यावरण से रेडियोधर्मिता ग्रहण करती हैं। इसी कारण इन चट्टानों में उपस्थित रेडियोधर्मिता बहुत कम होती है। ताप-संदीप्ति के अध्ययन के लिए इन चट्टानों में विद्यमान रेडियोधर्मिता को बाहर निकालने के लिए चट्टान के नमूने पर बहुत उच्च उर्जा विकिरण की वर्षा की जाती है जिसके परिणामस्वरूप इनमें फंसी हुई रेडियोधर्मिता ताप-संदीप्ति के वक्रों के रूप में दिखाई देती है और इन वक्रों का अध्ययन हमें इन चट्टानों की आयु निर्धारण में बहुत सहायक होता है।

ताप-संदीप्ति का अध्ययन करने की तीन प्रमुख विधियाँ हैं- O-S-L-] E-S-R- And I-R-S-L- इन विधियों का प्रयोग करते हुए बहुत से अध्ययन किए गए हैं। उदाहरण के तौर पर थार के मरुस्थल में रेत के टीलों में मिलने वाली रेत के अलग अलग गहराई से लिए गए नमूनों के अध्ययन के आधार पर यह निष्कर्ष निकला है कि यह रेत 10-12 हजार साल पुरानी है जो होलोसीन युग से सम्बंधित है। अलग अलग गहराई से लिए रेत के अध्ययन के आधार पर यह निष्कर्ष निकला कि यहाँ पर रेत के निक्षेपण की औसत दर 1 सेंटीमीटर प्रति वर्ष रही है। इसी प्रकार से चीन में मिलने वाली लोएस मिटटी की ताप-संदीप्ति के अध्ययन से यह पता चला कि यह 2.47 मिलियन साल पुरानी है जो कि प्लीस्टोसीन युग से सम्बंधित है, लोएस मिटटी के रूप में जलवायु परिवर्तन के सबसे पुराने साक्ष्य भी मिलते हैं।

अपनी प्रगति जांचिए

9. पुरावशेषों की आयु निर्धारित करने के लिए किन विधियों का प्रयोग किया जाता है?

   (क) कार्बन 14 (ख) ताप–संदीप्ति

   (ग) रेडियोधर्मी (घ) उपरोक्त सभी

10. कार्बन 14 तिथि निर्धारण विधि का प्रयोग करते हुए हम कितने साल पुरानी वस्तुओं की आयु का निर्धारण कर सकते हैं?

    (क) 30,000 साल (ख) 50,000 साल

    (ग) 20,000 साल (घ) 60,000 साल

1.7 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर

1. (घ)
2. (घ)
3. (ग)
4. (घ)
5. (क)
6. (ख)
7. (ग)

8. (ख)
9. (घ)
10. (क)

टिप्पणी

1.8 सारांश

भू-आकृति विज्ञान की प्रकृति एवं क्षेत्र के अध्ययन हेतु भू-आकृति विज्ञान के मूलभूत सिद्धांतों जैसे, इसका अर्थ, प्रकृति, अवसर, और विकास से अवगत होना आवश्यक है। भू-आकृति विज्ञान एक वैज्ञानिक क्रिया है जो पृथ्वी की स्थलाकृतिक विशेषताओं का वर्णन तथा वर्गीकरण करती है।

भू-आकृति विज्ञान, वर्तमान में पृथ्वी के प्रारूपों का एक अध्ययन है, इसमें वर्गीकरण, विवरण, प्रकृति, उत्पत्ति, विकास, अंतर्निहित संरचनाओं के संबंधों के साथ-साथ भू-गर्भिक परिवर्तन का इतिहास भी शामिल है जैसा कि इन सतही विशेषताओं के द्वारा दर्ज किया गया है।

भूवैज्ञानिक संरचनाएँ भू-गर्भिक समय के साथ तनाव में आने वाले बदलाव के कारण होने वाले स्थायी विरूपण का एक अध्ययन है। यह इंजीनियरों द्वारा समझे जाने के लिए भूविज्ञान के अभी तक के सबसे महत्वपूर्ण पहलुओं में से एक है। विवर्तनिक प्रक्रिया कई अलगाव समतलों (भंग, दोष, जोड़ों) के लिए जिम्मेदार है, जोकि ताकत, तनाव जैसी विशेषताओं तथा पारेषण और तरल पदार्थ के भंडारण का नियंत्रण करने के लिए पहाड़ों में व्याप्त हो जाती है।

भू-आकृति वैज्ञानिकों द्वारा जांचित प्रक्रिया की प्रकृति जांच के दौरान भू-दृश्य एवं भू-बनावट, तथा समय एवं रुचि के पैमाने पर पूरी तरह से आश्रित है। अधिकतर स्थलाकृतिक विशेषताओं के लिए प्राथमिक स्थल प्रक्रिया ही उतरदायी है जिसमें हवा, लहरें, रासायनिक विघटन, द्रव्यमान नाश, भू-जल गतिविधि, सतही जल प्रवाह, हिम क्रिया, विवर्तनिकता तथा ज्वालामुखीय सिद्धान्त शामिल हैं। और अन्य मोहक भू-आकृति प्रक्रिया में बर्फ का जमना-पिघलना, लवण-व्यवहित प्रक्रिया, या अपरदेशीय प्रभाव शामिल हो सकते हैं।

हट्टन के प्रस्ताव कि पृथ्वी ने मोटे तौर पर अतीत की प्रक्रियाओं के माध्यम से अपना मौजूदा स्वरूप हासिल किया है, जो अब भी कार्यरत हैं, समानतावाद के सिद्धांत के रूप में सामने आया है। यह जिओमॉरफिक सिद्धांत होने के बजाय भू-गर्भिक सिद्धांत ज्यादा है। तथापि इसका उद्देश्य संबंधित भू-आकृतियों के वास्तविक सतही परिवर्तनों से था जो कि वार्नर के विचार थे। हट्टन के द्वारा दिए गए सिद्धांत ने एक आधार को जन्म दिया जिसे आजकल प्रक्रिया भू-आकृति विज्ञान के नाम से जाना जाता है।

भू-गर्भिक रिकॉर्ड का वर्णन करने हेतु किसी अलौकिक कारण की कोई जरूरत नहीं थी। हट्टन के इस प्रस्ताव ने बाइबल संबंधी पृथ्वी के सिद्धांत (6000 साल पुराने) को चुनौती दी जिसे विशेष रूप से व्यक्ति का घर बनाने के लिए बनाया गया था। दुनिया पर इस सिद्धांत के प्रभाव की तुलना केवल निकोलस कोपरनिकस, जोन्नेस केपलर और गैलीलियो द्वारा सोच में लाए गए शुरुआती आंदोलन से की जा सकती है जिसमें उन्होंने

पृथ्वी पर केन्द्रित ब्रह्मांड की अवधारणा और सूर्य पर केंद्रित सौर मंडल की अवधारणा को विस्थापित किया था। दोनो सिद्धांतो ने पहले से मौजूद विचार को चुनौती दी और कई वर्षो तक इनका जमकर विरोध हुआ।

टिप्पणी

बहुत ही साधारण शब्दों में सीमान्त को समझने का प्रयास करें तो भू-आकृतिक तंत्र एक औसत उर्जा स्तर पर कार्य करता है, परन्तु किसी बाह्य या आंतरिक कारण से यदि उर्जा के इस औसत स्तर में परिवर्तन हो जाता है तो परिवर्तन की उस स्थिति को सीमान्त कहा जाता है। इस परिवर्तन के बाद तंत्र स्वयं को उर्जा के नए स्तर पर स्थिर करने का प्रयास करता है, उर्जा के इसी नए स्तर को गत्यात्मक संतुलन कहा जाता है जो कि भू-पदार्थ की अवरुपण प्रतिरोध क्षमता (shear resistance) और प्रक्रम की अवरूपण तनाव (shear stress) क्षमता के मध्य सामंजस्य का परिणाम होता है।

पृथ्वी के धरातल पर प्रत्येक क्षेत्र में कुछ ऐसी स्थलाकृति या लक्षण पाए जाते है जो उस क्षेत्र की वर्तमान जलवायु परिस्थितियों से मेल नहीं खाते है। अत: मनुष्य के मन में प्राचीन काल से ही इनको जानने और समझने की लालसा बनी रही है। शायद इसी कारण पर्यावरणीय परिवर्तन अध्ययन का प्रमुख विषय रहा है। अलग-अलग समय पर अनेक विद्वानों के द्वारा इसको समझने और इसकी व्याख्या करने का प्रयास किया गया है।

पर्यावरणीय परिवर्तनों का अध्ययन करते समय हम वर्तमान से भूतकाल की ओर अग्रसर होते हैं। इस सन्दर्भ में जेम्स हट्टन के द्वारा दिया गया एकरूपतावाद का सिद्धांत बहुत कारगर है। इसमें हट्टन महोदय ने भी कहा है कि 'वर्तमान भूतकाल की कुंजी है'। अर्थात वर्तमान समय में बनने वाली स्थलाकृति का अध्ययन हमें उसके निर्माण में शामिल भू-आकृतिक प्रक्रमों, जलवायु दशाओं और अन्य कारकों से अवगत करवाता है और यदि किसी क्षेत्र में कोई ऐसी स्थलाकृति पाई जाती है जिसका निर्माण उस क्षेत्र की जलवायु परिस्थितियों से मेल नहीं खाता तो यह प्राचीनकाल में हुए जलवायु परिवर्तन की तरफ इशारा करता है। इस प्रकार अध्ययन करते हुए हम प्लीस्टोसीन युग की शुरुआत तक हुए जलवायु परिवर्तनों की व्याख्या करने में सक्षम रहे हैं।

प्राचीन काल में पृथ्वी के धरातल पर अनेक स्थानों पर झीलों के किनारे, नदी की घाटियों में मानव निवास करता था और उसने बस्तियां बसाई थी। किन्ही मानवीय अथवा अमानवीय कारणों से ये बस्तियां उजड़ गई और धीरे धीरे मिटटी के नीचे दबती चली गई। आज जब इन स्थानों की खुदाई की जाती है तो इन प्रागैतिहासिक सभ्यताओं के सांस्कृतिक अवशेष मिलते हैं, इन्ही को ही पुरावशेष कहा जाता है। अनेक स्थानों पर खुदाई के दौरान मिलने वाली बस्तियों में उस समय की संस्कृति के सांस्कृतिक अवशेष मिलते हैं जैसे कि पत्थर के औजार, मिटटी के पात्रों के टूटे हुए टुकड़े इत्यादि।

वृक्ष कालानुक्रमिकी से अभिप्राय पेड़ के छल्लों से सम्बंधित आंकड़ों के अध्ययन से है। इसमें मुख्य रूप से दो बातों का अध्ययन किया जाता है– छल्लों की संख्या एवं छल्लों की चौड़ाई, ये दोनों एक-दूसरे से सम्बंधित भी हैं।

वृक्ष कालानुक्रमिकी विधि का प्रयोग करते हुए संसार के अलग अलग हिस्सों में अनेक अध्ययन किए गए और सम्बंधित क्षेत्र की प्राचीन जलवायु के पुनर्निर्माण का प्रयास

किया गया है। उदाहरण के तौर पर वृक्ष कालानुक्रमिकी का प्रयोग लघु हिमयुग (Little IceAge), लघु जलवायु इष्टतम (Little Climatic Optimum) और हिमनदियों में हिम बजट (Glacial Ice Budget) के निर्धारण के लिए किया गया है।

टिप्पणी

1.9 मुख्य शब्दावली

- **जियोमॉरफोलॉजिस्ट** : भू–आकृति विज्ञानी।
- **भंगुर** : आसानी से टूटने वाला।
- **पेडोलॉजी** : मिट्टी–संबंधी विज्ञान।
- **भू–गर्भीय** : पृथ्वी के भीतरी भाग की।
- **फोल्ड** : वलन (मोड़)
- **फॉल्ट** : भ्रंश (दरार)।
- **सीमान्त** : सीमा का अंत।
- **डेंड्रोक्रोनोलॉजी** : वृक्ष के तने के वलयों से भूतकाल के मौसम के विश्लेषण की विधि।
- **पुरावशेष** : प्राचीनकालीन वस्तु।

1.10 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास

लघु उत्तरीय प्रश्न

1. भू–आकृति विज्ञान की परिभाषा दीजिए।
2. भू–गर्भीय संरचनाओं के प्रकार बताइए।
3. सीमांत की अवधारणा का संक्षिप्त परिचय दीजिए।
4. हिमाचल प्रदेश के पुनः हिमानीकरण अध्ययन के बारे में जानकारी दीजिए।
5. जलवायु परिवर्तन के अध्ययन में प्रयुक्त होने वाली प्रमुख विधियों के नाम बताइए।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

1. भू–आकृति विज्ञान की परिभाषा, प्रकृति और क्षेत्र का विवरण दीजिए।
2. भू–गर्भीय संरचनाओं एवं भू–आकृतियों से संबंधित मूल अवधारणाओं का विश्लेषण कीजिए।
3. भू–दृश्यों में समानतावाद (एकरूपतावाद), बहुचक्रीय–बहुमूलक क्रमिक विकास एवं सीमांत की अवधारणाओं की व्याख्या कीजिए।
4. पर्यावरण परिवर्तन, जलवायु परिवर्तन और भूकालानुक्रम विधियों के बारे में विस्तार से समझाइए।

टिप्पणी

5. निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए–
   (क) लिखित साक्ष्य
   (ख) प्रमुख मृदा क्षितिज
   (ग) पुरावशेष
   (घ) रेडियोधर्मिता

1.11 सहायक पाठ्य सामग्री

1. Cooke, R.U. and Doomkamp, J. C., 1974, *Geomorphology in Environment Management, An Introduction,* Clarendon Press, Oxford.
2. Dury, G.H., 1959, *The Face of the Earth,* Penguin Harmondsworth.
3. Goudie. A., 1968, *The Nature of the Environment,* Oxford and Blackwell, Lnndon.
4. Garner, H.F., 1974, *The Origin of Landscape – A Synthesis of Geomorphology,* Oxford University Press, London.
5. Pitty, A.F., 1971, *Introduction to Geomorphology,* Methuen, London.
6. Sharma, H.S. (ed) 1980, *Perspectives in Geomorphology, Concept,* N. Delhi.
7. Singh, S. 1998, *Geomorphology,* Prayag Publication, Allahabad.

इकाई 2 पृथ्वी की गतिविधियां, भूकंप तथा ज्वालामुखी

टिप्पणी

संरचना

2.0 परिचय
2.1 उद्देश्य
2.2 पृथ्वी की गतिविधियां (भू–संचलन)
2.3 साइमेटोजेनिक गतिविधियां, भूपर्पटी अस्थिरता एवं आइसोटेसी
2.4 विवर्तनिक पट्टी (प्लेट टेक्टॉनिक्स)
2.5 क्षेत्र की भूकंपीयता
  2.5.1 भूकंप के प्रभाव
  2.5.2 भूकंपों का भूगर्भीय वितरण
2.6 वॉल्केन सिटी
2.7 हिमालय के विकास के संदर्भ में ऑरोजेनिक संरचनाएं
2.8 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर
2.9 सारांश
2.10 मुख्य शब्दावली
2.11 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
2.12 सहायक पाठ्य सामग्री

2.0 परिचय

पृथ्वी की गतिविधियों (भू-संचलन), भूकंप तथा ज्वालामुखियों के विभिन्न पक्षों का अध्ययन पृथ्वी की प्रकृति एवं स्वरूप को समझने में बहुत सहायक है। पृथ्वी पर विभिन्न बल कार्य करते हैं। अंत:स्तरीय बल वह बल हैं जो पृथ्वी के अंदर से आते हैं। पृथ्वी की क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर चाल के कारण दो भिन्न प्रकार की गतियां होती हैं, जो दो बलों के कारक हैं। इन बलों के समूह को विवर्तनिक बल कहते हैं जो मुख्यत: द्विछन्दत्व (Diastrophis) तथा ज्वालामुखीत्व (Volcanism) के नाम से जानी जाने वाली प्रक्रियाओं द्वारा प्रगट होता है। ज्वालामुखी उद्भेदन तथा भूकंप, ये दोनों भी अंत:स्तरीय बलों द्वारा उत्पन्न होते हैं। द्विछन्दत्व बल बहुत धीमी गति के होते हैं और इनका प्रभाव लाखों वर्षों के बाद देखा जा सकता है। द्विछन्दत्व (Diastrophism) बल दो प्रकार के होते हैं : अंत:संकेन्द्रित (Epeirogenic) तथा अंत:ऊर्ध्वीय (Orogenic) गति। अंत:संकेन्द्रित गति विशाल पदार्थ समूहों/भू-खंडों के क्रमश: उतार तथा चढ़ाव की गति के कारण महाद्वीप में प्रोत्थान तथा अवतलन द्वारा होती है।

भूकंप, पृथ्वी की पर्पटी से अकस्मात् ऊर्जा छोड़ने के कारण होता है जो भूकंपीय तरंग से उत्पन्न होता है। भूकंप विभिन्न प्रकार के होते हैं तथा यह मानव जीवन पर अनर्थकारी प्रभाव डालते हैं।

ज्वालामुखीत्व उस प्रक्रिया का भाग है जिसमें यह पृथ्वी के आंतरिक भाग से द्रव्य को लाता है और सतह पर छोड़ता है। ज्वालामुखी पृथ्वी पर उपस्थित मोहक प्राकृतिक आश्चर्यों में से एक है। ये क्रियाशील, मृत या प्रसुप्त होते हैं। ये भी विभिन्न प्रकार की भूमियों का निर्माण करते हैं।

इस इकाई में हम पृथ्वी की गतिविधियों, प्लेट टेक्टॉनिक्स, भूकंप, ज्वालामुखी तथा हिमालय के विकास के संदर्भ में ऑरोजेनिक संरचनाओं का अध्ययन करेंगे।

टिप्पणी

2.1 उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद, आप–

- पृथ्वी की गति तथा अंतःस्तरीय बलों की प्रकृति एवं कार्यों को जान पाएंगे;
- भ्रंश, भंग तथा संबंधित भू–आकृतियों की व्याख्या कर पाएंगे;
- भूकंप की अवधारणा, कारण, वर्गीकरण, तीव्रता तथा परिमाण का अध्ययन कर पाएंगे;
- भूकंप के प्रभावों और उनके भौगोलिक वितरण के बारे में जान पाएंगे;
- ज्वालामुखी की अवधारणा, प्रक्रिया, कारण तथा वर्गीकरण को समझ पाएंगे;
- ज्वालामुखी के विभिन्न पदार्थों और ज्वालामुखी फूटने के उपरांत बनने वाली भू–आकृतियों के संबंध में विचार कर पाएंगे;
- ज्वालामुखियों के भौगोलिक वितरण के बारे में जान पाएंगे।

2.2 पृथ्वी की गतिविधियां (भू–संचलन)

अंतःस्तरीय बल (Endogenic Force)

पृथ्वी के अंदर से आने वाले बल को अंत:स्तरीय बल कहते हैं जो पृथ्वी की दो प्रकार की गतिविधियों (1) क्षैतिज गति (2) ऊर्ध्वाधर गति के कारण उत्पन्न होता है। इन बलों से उत्सर्जित होने वाली ऊर्जा रेडियोधर्मिता, रसायनिक पुनर्संयोजन, द्रवित पदार्थ का फैलाव या संकुचन या विस्थापन में बदल जाती है, जो पृथ्वी के अंदर घटित होता है। इन बलों के समूहों को विवर्तिनिक बल (Tectonic Force) कहते हैं, जो मुख्यत: द्विछन्दत्व (डाईस्ट्रोफिज्म) तथा ज्वालामुखीत्व (वाल्केनिज्म) के नाम से जानी जाने वाली प्रक्रिया द्वारा प्रगट होता है। अंत:स्तरीय बलों की उत्पत्ति तथा संबंधित क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर गतिविधि के कारण चट्टानों का संकुचन तथा फैलाव होता है ऐसा पृथ्वी के आंतरिक भाग में तापीय स्थिति तथा तापमान में परिवर्तन के कारण होता है। ज्वालामुखी उद्‌भेदन तथा भूकंप, ये दोनों भी अंत:स्तरीय बलों द्वारा उत्पन्न होते हैं। भूपदार्थ कभी-कभी बड़ी तेजी से विस्थापित तथा पुन:संयोजित होते हैं जिससे पृथ्वी की पर्पटी के नीचे हलचल होती है। अंत:स्तरीय बलों तथा गतिविधियों को तीव्रता के आधार पर मुख्य रूप से दो वर्गों में बांटा गया है।

1. आकस्मिक बल (Sudden Force)
2. द्विछन्दत्व बल (Diastrophic Force)

आकस्मिक बल तथा गतिविधि

आकस्मिक बल तथा गतिविधि काफी खतरनाक होती हैं जब यह सघन रूप से बसे हुए जनसंख्या क्षेत्र में उत्पन्न होती है। ये बल तेजी से कार्य करता हैं और इनका परिणाम कुछ ही पल के अंदर देखा जा सकता है। अंत:स्तरीय बल-आकस्मिक बल के कारण

टिप्पणी

जो गतिविधि होती है वह पृथ्वी के काफी अंदर से आती है जिसके कारण अकस्मात् तथा तेजी से पृथ्वी की सतह पर तथा सतह के नीचे काफी मात्रा में नुकसान होने की घटना घटित होती है। इस प्रकार की घटना की पराकाष्ठा में ज्वालामुखी का फूटना तथा भूकंप को शामिल किया जा सकता है और यह उस समय काफी खतरनाक होता है जब यह सघन रूप से बसे निवास क्षेत्र में आता है। ये बल तेजी से कार्य करते हैं और इनका परिणाम कुछ ही पल के अंदर देखा जा सकता है। यहां यह ध्यान देने योग्य है कि ये बल लंबी समयावधि के बाद आते हैं। इनका केवल संचित प्रभाव ही पृथ्वी पर अकस्मात् दिखाई पड़ता है। भूविज्ञान के अनुसार, इन आकस्मिक बलों को रचनात्मक बल के रूप में परिभाषित किया जाता है क्योंकि ये पृथ्वी की सतह पर निश्चित भू-आकृति का निर्माण करते हैं। उदाहरण के लिए, ज्वालामुखी फूटने के बाद ज्वालामुखी के मुख तथा पहाड़ों का निर्माण होता है जबकि दरारों से निकलने वाले लावा से विस्तृत लावा पठारों तथा मैदानों का निर्माण होता है। भूकंप से भ्रंश, भंग, झील आदि का निर्माण होता है।

द्विछंदत्व बल तथा गतिविधि

द्विछंदत्व बल में ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज, दोनों गतियों को शामिल किया जाता है जो पृथ्वी की बहुत गहराई में बलों के कारण होता है। ये द्विछंदत्व बल बहुत धीरे कार्य करते हैं और इनका प्रभाव हजारों व लाखों वर्षों के बाद दृष्टिगोचर होता है। इन बलों को रचनात्मक बल के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसका प्रभाव पृथ्वी के बहुत बड़े क्षेत्र में पड़ता है और इसके परिणामस्वरूप बड़ी मात्रा में पहाड़, मैदान, पठार, झील, बड़े भ्रंश आदि जैसी भू-आकृतियों का निर्माण होता है। इन द्विछंदत्व बलों तथा गतिविधियों को पुनः दो भागों में बांटा जा सकता है।

1. अंतःसंकेन्द्रित गतिविधि (Epeirogenic Movement)
2. अंतःऊर्ध्वीय गतिविधि (Orogenic Movement)

अंतःसंकेन्द्रित गतिविधि

अंतःसंकेन्द्रित गति भू-पदार्थ समूहों/भू-खंडों के क्रमशः उतार तथा चढ़ाव की गति के कारण महाद्वीप में प्रोत्थान तथा अवतलन द्वारा होती है। वस्तुतः दोनों प्रकार की गति ऊर्ध्वाधर गति होती हैं। ये पुनः दो भागों में विभाजित होती हैं।

1. ऊपर की ओर गति
2. नीचे की ओर गति

ऊपर की ओर गति

ऊपर की ओर गति के कारण महाद्वीपीय भू-पदार्थ समूहों/भू-खंडों के उत्थान के दो तरीके हैं-

1. संपूर्ण महाद्वीप या किसी भाग का उत्थान
2. महाद्वीप की तटीय भूमि का उत्थान तथा इस प्रकार के उत्थान को उभाड़ (आविर्भाव) कहते हैं

नीचे की ओर गति

नीचे की ओर गति के कारण महाद्वीपीय भू-पदार्थ समूहों/भू-खंडों के अवतलन के दो तरीके हैं-

टिप्पणी

1. भू-क्षेत्र का अवतलन
2. इसी तरह, वह भू-क्षेत्र जो समुद्र तट पर नीचे की ओर या अवतलित है तथा समुद्र तल से नीचे का क्षेत्र और वह भू-भाग जो समुद्रीय जल के क्षेत्र में हो, ऐसे नीचे की ओर होने वाली गति को जलमग्नीय गति कहते हैं।

अंतःऊर्ध्वीय गतिविधि

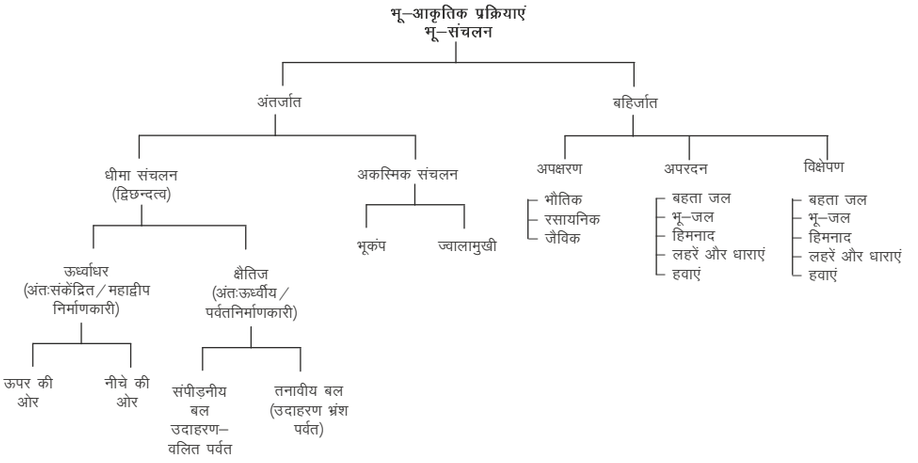
अंत:ऊर्ध्वीय गतिविधियों के परिणामस्वरूप पहाड़ों का निर्माण होता है यह उस बाह्यस्तरीय बल, जो क्षैतिज दिशा में कार्य करता हैं, के कारण होता है। क्षैतिज बल तथा इसके परिणामस्वरूप होने वाली गति को स्पर्शरेखीय बल कहते हैं। ये बल दो तरह से कार्य करते हैं और ये तनाव बल होते हैं।

अपसारी बल

ये बल विपरीत दिशा में कार्य करते हैं जिसके परिणामस्वरूप पृथ्वी के पर्पटीय भाग में दरार, विभंजन तथा भ्रंश होता है। इस प्रकार के बलों तथा गतिविधियों को अपसारी बल तथा गतिविधि भी कहते हैं।

संपीड़नीय बल

ये बल एक-दूसरे की ओर या आमने-सामने कार्य करते हैं जिसके कारण पर्पटी झुकी हुई होती है जो वलन या पर्पटीय संवलित होता है वह पर्पटीय भाग को अवतलित कर देती है। इन्हें अभिसारी बल भी कहते हैं।



संरचनात्मक भू–आकृति विज्ञान – भ्रंश, वलन और इनसे बनी भू-आकृति

पर्पटीय संवलन

जब क्षैतिज बल पर्पटीय पहाड़ों पर सामने से कार्य करते हैं तो वह संपीड़नीय बल तथा स्पर्श रेखीय बल के कारण मुड़ जाते हैं। पर्पटीय पहाड़ पर पर्पटीय संवलन की प्रक्रिया दो तरह से होती है–

1. संवलन
2. वलित।

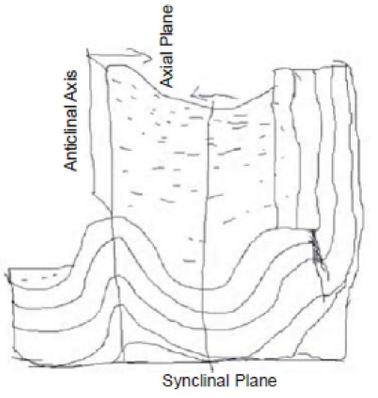
टिप्पणी

पर्पटीय संवलन की प्रक्रिया भूपटल के बड़े क्षेत्र को प्रभावित करती है जहां भूपृष्ठ के भाग ऊपर तथा नीचे की ओर वलित होते हैं। संपीड़क बल के कारण भूपृष्ठ पर उभार हो जाते हैं जिसके परिणामस्वरूप अभिसारी क्षैतिज गतिविधि होती है जिसे **ऊर्ध्वसंवलन** कहते हैं जबकि इसके विपरीत यदि भूपृष्ठ में झुकाव हो जो घाटी या गर्त के रूप में हो तो उसे **अधोसंवलन** कहते हैं। जब ऊर्ध्वसंवलन तथा अधोसंवलन की प्रक्रिया बड़े क्षेत्र को प्रभावित करती है, तो इस परिणामी प्रक्रिया को **विस्तृतसंवलन** कहते हैं। संपीड़न क्षैतिज बलों तथा अभिसारी गतिविधियों के कारण भूपृष्ठ की चट्टानों में झुकाव व संकुचन के परिणामस्वरूप होने वाली प्रक्रिया वलित कहलाती है जो कई प्रकार की होती है।

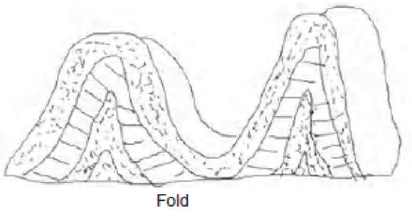
वलन

पृथ्वी के काफी गहराई से पैदा होने वाले अंत:स्तरीय बल के कारण क्षैतिज गतिविधि होती है जिसके परिणामस्वरूप स्पर्शरेखीय संपीड़न बल के कारण झुकी हुई तरंगों से भूपृष्ठ पर चट्टानों का निर्माण होता है। इस प्रकार के झुकाव को वलन कहते हैं। इससे कुछ भाग ऊपर की ओर उठ जाते हैं तो कुछ नीचे की ओर झुक जाते हैं।

ऊपर की ओर झुकी हुई चट्टानों के संस्तर से बनने वाले चाप को **अपनत** कहते हैं जबकि नीचे की ओर बनने वाले गर्त के द्रोण को **अभिनत** कहते हैं। दोनों ओर से बनने वाले वलन को **वलन का किनारा** कहते हैं। वह किनारा जो अपनत तथा अभिनत के बीच में संयुक्त रूप से हो उसे **मध्य किनारा** कहते हैं। वे समतल जिनके अपनत या मध्य किनारों के दोनों किनारों के बीच के कोण द्विभाजित होते हैं उस अभिनत को **वलन का अक्ष या अक्षीय समतल** कहते हैं। अपनत तथा अभिनत के आधार पर इन अक्षीय समतल को क्रमश: **अपनत का अक्ष (Axis of Anticline)** तथा **अभिनत का अक्ष (Axis of Syncline)** कहते हैं।



वलन के घटक



अपनत और अभिनत

टिप्पणी

ढाल (Dip)

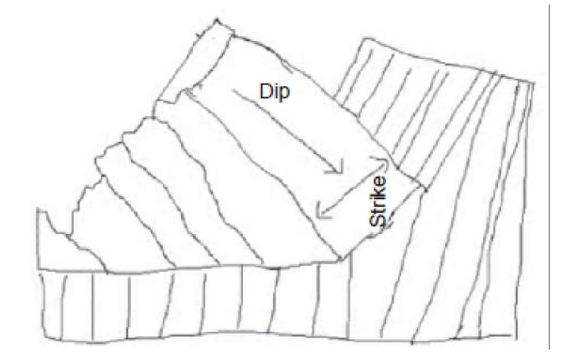
चट्टान की सतह के झुकाव को जो क्षैतिज समतल के अनुरूप होता है उसे ढाल के रूप में परिभाषित करते हैं। ढाल के संदर्भ में दो बातें कही जाती हैं।

1. अधिकतम झुकाव की दिशा समतल सतह की ओर
2. अधिकतम झुकाव तथा क्षैतिज समतल के बीच का कोण

ढाल की दिशा को मापने के लिए इसके पूर्व या पश्चिम से उत्तर जैसे 60^0 उत्तरपूर्व में वास्तविक वहन से संबंधित होता है; जबकि ढाल के कोण को मापने के लिए एक यंत्र का प्रयोग किया जाता है जिसे ढालमापी कहते हैं।

अनुदैर्ध्य

अनुदैर्ध्य वह है जो झुके हुए सतह का किसी क्षैतिज रेखा के साथ समतल परत की दिशा में होता है। ढाल की दिशा सदैव अनुदैर्ध्य के समकोण पर होती है।



डिप एवं स्ट्राइक

अपनत

अवलित चट्टानों की सतह को अपनत कहते हैं। साधारण वलित में चट्टानों के संस्तर के दोनों किनारों के ढाल विपरीत दिशा में होते हैं। कभी-कभी वलित बहुत तीक्ष्ण होता है जिससे ढाल के अपनत का कोण घातक हो जाता है और वलित लगभग लंबवत् होता है। जब अपनत के दोनों किनारे एक समान होते हैं तो इस प्रकार के अपनत को 'समरूप अपनत' कहते हैं परंतु जब किनारे एक समान नहीं होते तो इसे 'प्रतिरूप अपनत' कहते हैं। अपनत को ढाल कोण के आधार पर दो भाग में विभाजित किया जाता है।

1. साधारण अपनत वह है जब ढाल का कोण 40^0 से कम हो और यह कभी-कभी 1^0 या 2^0 भी होता है।
2. खड़ी अपनत वह है जब ढाल का कोण 40^0 से 90^0 के बीच होता है।

अभिनति

नीचे की ओर वलित चट्टानों की सतह संपीड़नीय बल के कारण होती है जो क्षैतिज स्पर्शरेखीय बल के कारण होता है जिसे अभिनति कहते हैं। इस प्रकार के द्रोण सतह के किसी भी किनारे से मध्य भाग की ओर झुके होते हैं। यदि वलित अत्यधिक हो तो अभिनति के इस प्रकार को डोंगी (छोटी नाव के जैसा) कहा जाता है।

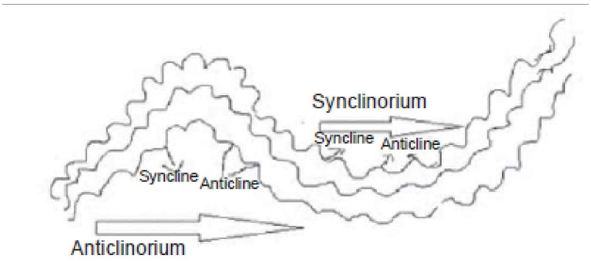
टिप्पणी

प्रतिढलान

प्रतिढलान में उस क्षेत्र के वलित पहाड़ों में उन वलित संरचनाओं को शामिल किया जाता है जिनमें एक विस्तृत अपनत के साथ-साथ कम से कम अपनत तथा अभिनत होते हैं। ये वहां पर बनते हैं जहां क्षैतिज संपीड़नीय स्पर्शरेखीय बल हमेशा कार्य नहीं करते। इस प्रकार के वलित को पंखाकार वलित भी कहा जाता है।

अभिढलान

अभिढलान में उन वलित संरचनाओं को रखा जाता है जिसमें विस्तृत अभिनति के साथ-साथ कम संख्या में अपनत तथा अभिनत शामिल हों जो अनियमित संपीड़नीय बलों के कारण अनियमित वलित का निर्माण करते हों।

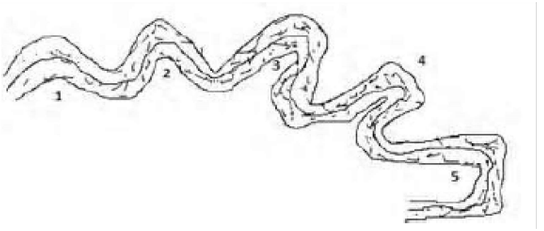


प्रतिढलान व अभिढलान

वलन के प्रकार

वलन की प्रकृति विभिन्न कारकों जैसे चट्टानों की प्रकृति, संपीड़नीय बलों की तीव्रता तथा प्रछति, संपीड़नीय बलों की चालन की समयावधि आदि पर निर्भर करती है। किनारों के झुकाव के आधार पर वलित को 5 प्रकार में वर्गीकृत किया जाता है।

1. सममित वलन
2. असममित वलन
3. उभयनतिक वलन
4. समनतिक वलन
5. शयान वलन



वलन के प्रकार

सममित वलन वलित

यदि किसी वलित के दोनों किनारे समान रूप से झुके हुए हों इसे सममित वलित कहते हैं। खुले प्रकार के वलित इस प्रकार के उदाहरण होते हैं जब संपीड़नीय बल नियमित रूप से कार्य करते हैं परंतु इनकी तीव्रता सामान्य होती है।

टिप्पणी

असममित वलन वलित

इस वलित के अंतर्गत असमान तथा अनियमित किनारों जो विभिन्न कोणों पर झुके होते हैं, को परिभाषित किया जाता है। एक किनारा अपेक्षाकृत बड़ा और सामान्य व नियमित झुकाव का होता है जबकि अन्य किनारा अपेक्षाकृत छोटा होने के साथ-साथ सीमो (खड़े) झुकाव वाला होता है।

उभयनतिक वलन वलित

इस प्रकार के वलितों में एक किनारा सामान्य झुकाव के साथ-साथ नियमित ढाल के रूप में होता है जबकि दूसरा किनारा समकोण पर झुका होता है तथा इसका ढलान सदैव लंबवत् होता है।

समनतिक वलन वलित

इस प्रकार के वलित तब बनते हैं जब संपीड़नीय बल बहुत तेजी से वलित के दोनों किनारों पर क्षैतिज रूप से न लगकर समानांतर रूप से लगते हैं।

शयान वलन वलित

इस प्रकार के वलित तब बनते हैं जब संपीड़नीय बल बहुत तेजी से वलित के दोनों किनारों पर क्षैतिज के साथ-साथ समानांतर रूप से लगते हैं।

उलटाव वलन वलित

इन वलितों में तीव्र संपीड़नीय बल के कारण वलित का एक किनारा अन्य किनारों पर चढ़ जाता है। ये किनारे क्षैतिज रूप से कुछ समय के लिए होते हैं।

अवनमन वलन वलित

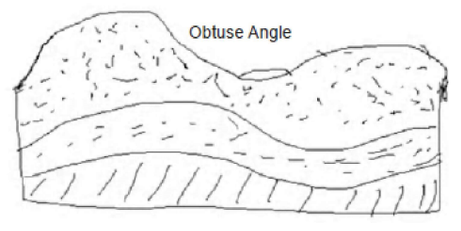
जब वलित का अक्ष समानांतर के स्थान पर क्षैतिज रूप से समतल होने के साथ-साथ झुक जाता है और अवनमन वलित का निर्माण करता है जिसके कोण क्षैतिज समतल तथा अक्ष के बीच में होते हैं।

पंखानुमा वलन वलित

इस वलित में काफी विस्तृत वलित को रखा जाता है जिसमें कई छोटे अपनत तथा अभिनत शामिल होते हैं जो एक पंखे के समान दिखाई देते हैं। इस प्रकार की विशेषता को प्रतिढलान और अभिढलान भी कहा जाता है।

खुले वलन वलित

इस प्रकार के वलित में वलित के दो किनारों के बीच का कोण 90^0 से अधिक परंतु 180^0 (अधिक कोण) से कम होता है। इस प्रकार के खुले वलित का निर्माण सामान्य प्रकृति के संपीड़नीय बल जैसी तरंगों के कारण होता है।

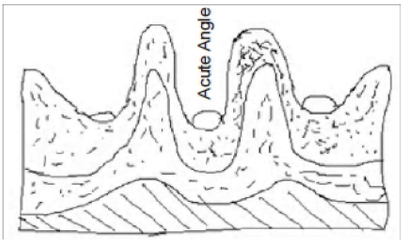


खुले वलन

टिप्पणी

बंद वलन वलित

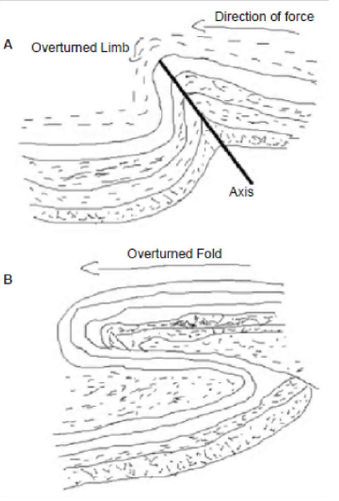
इस प्रकार के वलित का निर्माण वलित के किनारों के कोण न्यून कोण के बीच के होते हैं जिससे बंद वलित कहा जाता है और इनका निर्माण तीव्र संपीड़नीय बल के कारण होता है।



बंद वलन

घाटियां

घाटियां जटिल वलित प्रक्रिया के परिणामस्वरूप बनती हैं जो तीव्र क्षैतिज गतिविधि तथा संपीड़नीय बल के कारण होता है। शयान वलित के दोनों किनारे समांनातर तथा क्षैतिज होते हैं। आगे संपीड़नीय बल के लगातार बढ़ने के कारण शयान वलित का एक किनारा आगे बढ़कर दूसरे किनारे पर चढ़ जाता है। इस प्रक्रिया को **क्षेप** कहते हैं और इस प्रकार से निर्मित वलित के एक भाग के तल को **क्षेप तल** कहते हैं। वलित के ऊपरी क्षेप के भाग को 'ऊर्ध्वक्षेप वलित' कहते हैं। जब संपीड़नीय बल बहुत तीव्र होते हैं तो वह चट्टान की परत की प्रत्यास्थता की सीमा से आगे बढ़ जाते हैं जिसके परिणामस्वरूप वलित के किनारे तीक्ष्ण हो जाते हैं जो वलित के अक्ष को तोड़ देते हैं और चट्टान की नीचे की परत ऊपर की ओर आ जाती है। परिणामत: जो संरचना बनती है वह सामान्य संरचना से ठीक विपरीत होती है। लगातार क्षैतिज गतिविधि तथा संपीड़नीय बल के कारण वलित के किनारे टूट जाते हैं और यह अपनी वास्तविक संरचना से अनेक किलोमीटर दूर तक किसी दूसरे स्थान की चट्टान की परत पर एकत्र हो जाते हैं। इस प्रकार की संरचना अपने वास्तविक स्थान जहां से वलित का किनारा टूटा होता है और जिस स्थान की चट्टान की परत पर चढ़ जाता है, की संरचना से विषमविन्यासी होता है। इस प्रकार के टूटे हुए वलित के किनारे को 'घाटिका' कहते हैं।



घाटियों का निर्माण

टिप्पणी

वर्तमान वलित पहाड़ों में घाटियों के कई उदाहरण देखे जा सकते हैं। एल्प्स की घाटियों का सुव्यवस्थित तरीके से अध्ययन किया गया है और इसे चार मुख्य समूहों में विभाजित किया गया है जो नीचे से ऊपर की ओर इस प्रकार हैं–

1. हेल्वेटिक घाटी (सबसे प्राचीन)
2. पेनाइन घाटी
3. आस्टांइड घाटी
4. डिनाराइड घाटी।

अधिकतर स्थानों में घाटियों के एक-दूसरे पर चढ़े होने के कारण अपरदन पूर्ण नहीं होता है क्योंकि अनाच्छादन प्रक्रिया गतिशील रहती है और इसके परिणामस्वरूप दबी हुई आधारभूत संरचना ऊपर आती जाती है। जब घाटी का निचला भाग दिखाई देता है तब अनाच्छादन के कारण घाटी एक-दूसरे पर चढ़ जाती हैं जिसके परिणामस्वरूप जो खुली संरचना बनती है उसे 'संरचनात्मक गवाक्ष' कहते हैं। पूर्वी एल्प्स में '**पूर्ण गवाक्ष**' के कई उदाहरण खोजे गए हैं। घाटियों के कुछ उदाहरण हिमालय में भी चिन्हित किए गए हैं। जब वलित का टूटा हुआ किनारा अपने शेष किनारे के निकट के वलित पर चढ़ जाता है तो इसके परिणामस्वरूप बनने वाली घाटी को '**स्व-स्थानिक घाटी**' कहते हैं। दूसरे शब्दों में, जब वलित का किनारा टूटने के पश्चात् किसी दूसरे स्थान के अन्य किनारे के ऊपर चढ़ जाता है तो इसके परिणामस्वरूप बनने वाली घाटी को '**अन्यस्थानिक घाटी**' कहते हैं।

पर्पटीय विभंजन

तनावीय तथा संपीड़नीय बल, जो या तो क्षैतिज या ऊर्ध्वीय या कभी-कभी दोनों तरीके से कार्य करता है, के कारण चट्टानों के विस्थापन को पर्पटीय विभंजन कहा जाता है। चट्टानों की मजबूती और तनावीय बल की तीव्रता पर पर्पटीय विभंजन निर्भर करता है। जब तनावीय बल कम होता है तब पर्पटी चट्टानों में मात्र दरार से नुकसान होता है परंतु जब चट्टानों पर तनावीय बल अधिक होता है तो चट्टानों के तल में स्थानभ्रंश तथा विस्थापन के कारण भ्रंश का निर्माण होता है। सामान्यत: विभंजन को दो प्रकारों में विभाजित किया जाता है–

1. संभेदन
2. भ्रंश।

संभेदन

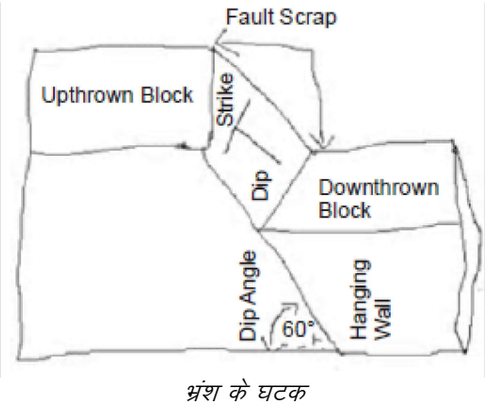
संभेदन पर्पटीय चट्टानों के विभंजन के रूप में परिभाषित किया जाता है जहां पर चट्टानों में पर्याप्त गतिविधि नहीं होती।

भ्रंश

जब समतल के समानांतर अंत:स्तरीय बल द्वारा तनावीय गति के कारण पर्पटीय चट्टानें विस्थापित होती हैं तो इस प्रकार बनने वाली संरचना को भ्रंश कहते हैं। उस समतल के समानांतर जहां चट्टान का तल विस्थापित होता है उसे समतल भ्रंश कहते हैं। समतल भ्रंश लंबवत् या नत या क्षैतिज या वक्र या किसी भी आकार व प्रकार का हो सकता है।

भ्रंश के निर्माण के लिए जो गति होती है वह ऊर्ध्वाधर या क्षैतिज या किसी भी दिशा में संचालित हो सकती है।

टिप्पणी



भ्रंश के घटक

समतल भ्रंश

क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर रूप से लगने वाले तनावीय तथा संपीड़नीय बल द्वारा चट्टानों के तल के साथ-साथ खण्ड के विस्थापन से इस प्रकार भ्रंश से समतल भ्रंश का निर्माण होता है जो लंबवत्, नत, क्षैतिज, वक्र या किसी भी रूप का हो सकता है।

भ्रंश ढाल

समतल भ्रंश तथा क्षैतिज समतल के बीच का कोण भ्रंश ढाल कहलाता है।

ऊर्ध्वक्षेपीय किनारा

भ्रंश के सबसे ऊपरी भाग को कहते हैं।

अधोक्षेपीय किनारा

भ्रंश के सबसे निचले भाग को कहते हैं।

ऊर्ध्वभित्ति

भ्रंश की ऊपरी दीवार को कहते हैं।

अधोभित्ति

भ्रंश की निचली दीवार को कहते हैं।

भ्रंश का टुकड़ा

पर्पटीय चट्टानों के भ्रंश के कारण खड़ी चट्टान के समान ढाल बनती है। कभी-कभी भ्रंश का टुकड़ा इतना अधिक खड़ा होता है कि वह खड़ी चट्टान के समान होता है। टुकड़ों का निर्माण सिर्फ भ्रंशों द्वारा निर्मित नहीं होता वरन् भूक्षरण के द्वारा भी निर्मित हो सकता है, परंतु जब कभी ये भ्रंश द्वारा निर्मित होते हैं तो इन्हें '**भ्रंश का टुकड़ा**' कहा जाता है।

भ्रंश के प्रकार

विभंजन समतल के समानांतर दिशा की गति द्वारा पर्पटीय चट्टानों के भ्रंश विभिन्न प्रकार से निर्धारित होते हैं। सामान्यत: सापेक्ष गति या चट्टानों के खण्डो का विस्थापन लगभग दो दिशाओं में होता है–

टिप्पणी

1. **ढालू गति** - ढाल की दिशा की ओर
2. **अनुदैर्ध्य गति** - अनुदैर्ध्य दिशा की ओर

अतएव, भ्रंश के विस्थापन की दिशा के आधार पर इसे दो भागों में विभाजित किया जाता है

1. ढाल की दिशा की ओर वाले भ्रंश
2. अनुदैर्ध्य दिशा की ओर वाले भ्रंश

सामान्य भ्रंश

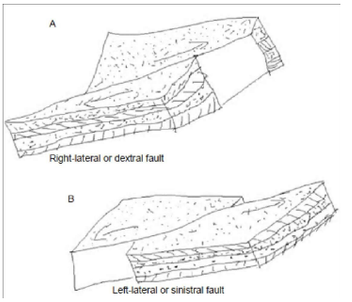
यदि चट्टान खण्डों के विस्थापन की दिशा ढाल की ओर होती है तब इसके परिणामत: जिस भ्रंश का निर्माण होता है उसे **सामान्य भ्रंश** कहते हैं। सामान्य भ्रंश का निर्माण तनावीय बल के कारण दोनों चट्टानों के खण्डों में विपरीत दिशा में विस्थापन के कारण होता है। भ्रंश का तल प्राय: 45^0 के बीच तथा लंबवत् होता है।

सामान्य भ्रंश बनने के बाद खड़ी ढाल के टुकड़े को भ्रंश का टुकड़ा या भ्रंश रेखा का टुकड़ा कहा जाता है जिसकी ऊंचाई कुछ मीटर से लेकर सैकड़ों मीटर के बीच होती है।

किसी चट्टान के दोनों विभाजित खण्डों की गति के कारण **प्रतिवर्तित भ्रंश** का निर्माण होता है। प्रतिवर्तित भ्रंश में, भ्रंश का समतल प्राय: क्षैतिज रूप में 0^0 से लेकर 40^0 के मध्य झुका हुआ होता है। ऊर्ध्वाधर दबाव न्यूनतम होता है जबकि क्षैतिज दबाव अधिकतम होता है। प्रतिवर्तित भ्रंश में चट्टान की सतह के ऊपरी भाग के सापेक्ष निचले भाग का विस्थापन होता है। यह स्पष्ट है कि प्रतिवर्तित भ्रंश में भ्रंशित क्षेत्र का विस्तार कम होता है जबकि सामान्य भ्रंश के कारण बने भ्रंशित क्षेत्र का विस्तार अधिक होता है। अतएव, यह स्पष्ट है कि कुछ अन्य दबाव के कारण भी प्रतिवर्तित भ्रंश का निर्माण होता है। प्रतिवर्तित भ्रंश को क्षेप भ्रंश भी कहते हैं। चूंकि क्षैतिज गति के परिणामस्वरूप संपीड़नीय बल के कारण प्रतिवर्तित भ्रंश का निर्माण होता है इसलिए इसे संपीड़नीय भ्रंश भी कहते हैं। जब संपीड़नीय बल चट्टान की मजबूती को बढ़ाता है तो भ्रंश का एक खण्ड दूसरे खण्ड के ऊपर चढ़ जाता है जिसके परिणामत: बनने वाला भ्रंश ऊर्ध्वक्षेप भ्रंश कहलाता है जहां इस भ्रंश का तल लगभग क्षैतिज बन जाता है।

पार्श्वीय या अनुदैर्ध्य पट्टिका भ्रंश

इस प्रकार का भ्रंश तब बनता है जब क्षैतिज गति के कारण भ्रंश के तल के साथ-साथ चट्टान का तल भी क्षैतिज रूप से विस्थापित होता है। इन्हें **वामपार्श्व** या **वाम भ्रंश** कहते हैं। इस भ्रंश में चट्टानों का विस्थापन भ्रंश से दूर बांई ओर होता है तथा **दक्षिणपार्श्व** या **दक्षिणावर्ती भ्रंश** में चट्टानों का विस्थापन भ्रंश से दूर दांई ओर होता है।



स्ट्राइक स्लिप व ट्रांसकरंट भ्रंश की बनावट

टिप्पणी

सीढ़ीनुमा भ्रंश

जब भ्रंश की शृंखला इस तरह से हो कि भ्रंश के किसी भी क्षेत्र के सभी तलों की ढाल एक ही दिशा में होती है तो वह सीढ़ीनुमा भ्रंश कहलाता है। सीढ़ीनुमा भ्रंश के निर्माण में पूर्वापेक्षित स्थिति यह है कि सभी अधोक्षेपी खण्ड एक ही दिशा में नीचे की ओर विस्थापित हों।

विभ्रंश घाटी तथा ग्रेबन

विभ्रंश घाटी भ्रंशों की गति से होने वाली एक मुख्य भू-आकृति है। यह दोनों भूपर्पटीय भागों के अवनति या घाटी के मध्य द्रोण या गर्त को दर्शाता है। पर्पटीय भाग और अंत:स्तरीय बलों की क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर गति के द्वारा दो सामान्य भ्रंशों के बीच के भाग के अवतलन के कारण विभ्रंश घाटी का निर्माण होता है। विभ्रंश घाटी को सामान्यत: 'ग्रेबन' भी कहा जाता है जो कि जर्मन शब्द है जिसका अर्थ द्रोण जैसा अवतलन होता है। विभ्रंश घाटी का निर्माण दो तरीकों से होता है, वे हैं:

- जब भूपृष्ठ का मध्य भाग दो सामान्य भ्रंशों के बीच नीचे की ओर गिरता है तब नीचे गिरे दो खण्डों के किसी भी ओर स्थिर हो जाना।
- जब भूपृष्ठ का मध्य भाग दो सामान्य भ्रंशों के बीच नीचे की ओर गिरता है तब नीचे गिरे दो खण्डों के किसी भी ओर मध्यवर्ती भाग का ऊपर की ओर होना।

विभ्रंश घाटी का श्रेष्ठ उदाहरण राइन विभ्रंश घाटी है। यह घाटी एक ओर से वोस्गेस तथा हार्डट्स पर्वतों से घिरी हुई है जबकि दूसरी ओर यह काला वन तथा ओडेनवाल्ड पर्वत की सीमारेखा से घिरा हुआ है। कुछ अन्य विभ्रंश घाटियां जॉर्डन नदी की घाटी, दक्षिणी केलीफोर्निया की मृत घाटी तथा एशिया में मृत सागर में हैं। विभ्रंश घाटियां केवल महाद्वीपीय पर्पटीय पृष्ठ तक सीमित नहीं हैं अपितु ये समुद्री तल पर भी पाई जाती हैं। सर्वाधिक गहरे ग्रेबन **महासागर की गहराइयों** तथा **खाइयों** में पाए जाते हैं।

विभ्रंश घाटियों का उद्‌गम

विभ्रंश घाटियों के उद्‌गम के संदर्भ की परिकल्पना के समूहों को साधारणतया दो वर्गों में बांटा जाता है।

1. तनावीय परिकल्पना - तनावीय बल पर आधारित
2. संपीड़नीय परिकल्पना - संपीड़नीय बल पर आधारित

इन दोनों परिकल्पनाओं में बहुत अधिक सीमाएं हैं तथा यह विभ्रंश घाटी के उद्‌गम की कई समस्याओं को हल करने में असमर्थ हैं।

ई.सी. बुलर्ड की परिकल्पना

गुरूत्व सर्वेक्षण के दौरान ई.सी.बुलर्ड ने विभ्रंश घाटियों के उद्‌गम के संदर्भ में नई अवधारणा को अभिगृहीत किया। उनके अनुसार विभ्रंश घाटी का निर्माण भूमि पर दोनों ओर से संपीड़नीय बल के आनुक्रमिक स्थितियों की शृंखला द्वारा होता है। क्षैतिज संपीड़नीय बल भूमि के दोनों ओर आमने-सामने की दिशा में कार्य करता है। यह पार्श्व संपीड़न इतना वृहद होता है कि वह चट्टान की मजबूती को बढ़ाता है। भूपृष्ठ की

टिप्पणी

चट्टान के स्थान पर दरार बन जाती है। यह दरार संपीड़न बल के लगातार बढ़ने के कारण धीरे-धीरे बढ़ती जाती है।

द्वितीय चरण में, दरार का निर्माण एक भाग का दूसरे भाग पर चढ़ने के कारण होता है और इस भाग को क्षेपण कहते हैं। दूसरे शब्दों में, दूसरा भाग संबंधित पहले भाग से नीचे की ओर होता है। यह प्रक्रिया **अधोक्षेपण** कहलाती है।

ए-सी भाग अधोक्षेपण के कारण ऊपर की ओर जाता है। अधोक्षेपण के कारण (ए-सी) भाग के खण्ड की ऊंचाई हजारों मीटर तक तथा निचले भाग (ए-डी) में परिणामतः संपीड़न बल के कारण दरार का निर्माण (बी) करता है। अधोक्षेपी खण्ड के उच्चतम बिन्दु पर दरार स्थित है। यह नवनिर्मित दरार लगातार धीरे-धीरे बढ़ती जाती है।

तृतीय चरण, जो बी-डी भाग के अधोक्षेपण के कारण अन्य खण्ड (ए-बी) पर चढ़ जाती है जिसके परिणामस्वरूप संपीड़न बल के बढ़ने के कारण खण्ड बी में दरार विकसित होती है। अतएव, अधोक्षेप ए-बी भाग की स्थिति ऊर्ध्वक्षेप खण्ड (ए-सी व बी-डी) के बीच होने से विभ्रंश घाटी का निर्माण होता है।

बाह्यस्तरीय बल

बाह्यस्तरीय बल या प्रक्रिया को अनाच्छादित प्रक्रिया या 'विध्वंसकारी बल या प्रक्रिया' भी कहते हैं जो वातावरण से पैदा होती है। ये बल सदैव अंतःस्तरीय बल द्वारा अपक्षय, भूक्षरण, निक्षेपण की गतिविधियों द्वारा पैदा होने वाले विध्वंसक कार्यों में लगे रहते हैं। अनाच्छादन में अपक्षय तथा भूक्षरण दोनों को शामिल किया जाता है जहां अपक्षय स्थैतिक प्रक्रिया है जिसमें चट्टानों का अपघटन तथा विघटन दोनों होता है जबकि भूक्षरण प्रक्रिया में द्रव्यों का निष्कासन तथा उसके विभिन्न स्थानों तक परिवहन को शामिल किया जाता है।

अपक्षय

अपक्षय मुख्यतः तीन प्रकार का होता है–

1. भौतिक या यांत्रिक अपक्षय
2. रसायनिक अपक्षय
3. जैविक अपक्षय।

ये प्रक्रियाएं जैवपारिस्थितिकीय के लिए बहुत महत्वपूर्ण होती हैं क्योंकि मूल चट्टानों के अपक्षय के परिणामस्वरूप मृदा बनती है जो जीव मंडल की सजीवता के लिए अति-आवश्यक है।

भूक्षरण

भूक्षरण प्रक्रियाओं में बहता पानी या नदी, भूमिगत जल, समुद्री तरंगें, हिमनदी परिहिमनदी की प्रक्रियाओं तथा हवा को शामिल किया जाता है। इन भूक्षरणीय प्रक्रियाओं में चट्टानें कटती है, कटे हुए पदार्थों का परिवहन करना और उन्हें उपयुक्त स्थानों पर एकत्र करना और इस तरह अनेक भूक्षरणीय प्रक्रियाओं की विभिन्न मात्राओं तथा आयामों से निक्षेपणीय भू-स्थल का निर्माण होता है।

टिप्पणी

अपनी प्रगति जांचिए

1. अंतःस्तरीय बलों तथा गतिविधियों को तीव्रता के आधार पर मुख्य रूप से कितने वर्गों में बांटा गया है?

   (क) 1 (ख) 2

   (ग) 3 (घ) 4

2. अपक्षय मुख्यतः कितने प्रकार का होता है?

   (क) 1 (ख) 2

   (ग) 3 (घ) 4

2.3 साइमेटोजेनिक गतिविधियां, भूपर्पटी अस्थिरता एवं आइसोटेसी

साइमेटोजेनिक भू–भागीय हलचलें (Cymatogenic Earth Movements)

आज से 460 करोड़ साल पहले जब पृथ्वी का निर्माण हुआ था तो यह तरल अवस्था में थी। इसकी बाहरी सतह से ऊष्मा के चालन, संवहन और विकिरण प्रक्रिया के द्वारा होने वाले ऊष्मा क्षय से यह ठंडी होने लगी और धीर–धीरे कठोर भी होने लगी। लेकिन इसका आंतरिक भाग आज भी गरम है और इसमें उत्पन्न होने वाली संवहनीय धाराएं पृथ्वी के बाहरी आवरण जिसको भू–पर्पटी कहते हैं को स्थिर नहीं रहने देती हैं। यह प्रक्रिया आदि काल से ही चली आ रही है जिसके परिणामस्वरूप भू–पर्पटी का विरूपण होता रहता है और कुछ भागों का उत्थान और अवतलन होता रहता है। बहुत लम्बे समय तक भूवैज्ञानिकों द्वारा भू–खंड निर्माणकारी और पर्वत निर्माणकारी नामक दो विरोधाभाषी अवधारणाओं का प्रयोग भू–पर्पटी के विवर्तनिकी (Tectonic) व्यवहार को समझने के लिए किया जाता रहा है। इनमें से भू–खंड निर्माणकारी संचलन क्षैतिज रूप से भू–भागों के उत्थान और अवतलन के लिए तथा पर्वत निर्माणकारी संचलन भू–भागों के ऊर्ध्वाधर उत्थान और अवतलन के लिए जिम्मेवार कारकों के रूप में अध्ययन किए जाते रहे हैं। भू–खंड निर्माणकारी सैंकड़ों फुट के अन्तराल वाली एक समान ऊंचाई या गहराई वाले क्षेत्रों का निर्माण करती हैं। कनाडा के लॉरेंटियन शील्ड और पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया के पठार इसके उदहारण हैं। पर्वत निर्माणकारी से अभिप्राय गहन हलचलों से है जिसमें रॉक सिस्टम के शक्तिशाली विरूपण और क्रस्टल जोन के तीव्र अंतर उन्नयन या अवसाद शामिल हैं जो हजारों या यहां तक कि लाखों फुट तक विस्तृत होते हैं। पर्वत निर्माणकारी अभिव्यक्ति में प्रादेशिक के बजाय क्षेत्रीय होते हैं और अल्पाइन प्रकार की पर्वत शृंखलाओं द्वारा चिह्नित बेल्ट के रूप में विकसित होता है।

पृथ्वी के धरातल पर विवर्तनिकी और स्थलाकृतिक घटनाओं की एक शृंखला मौजूद है, जो उपरोक्त भू–खंड निर्माणकारी हलचलों से बनने वाली स्थलाकृति से भिन्न होती है। इसमें धरातलीय विरूपण ऊर्ध्वाधर है जिससे हजारों फुट का क्षेत्र एक चाप के आकार में निर्मित हो जाता है, इस प्रक्रिया में वलन या भ्रंश द्वारा चट्टानों का विरूपण

टिप्पणी

भी नहीं होता है। पृथ्वी की सतह विशाल लहरों या तरंगों में परिवर्तित हो जाती है, कभी–कभी यह विस्तार सैकड़ों मील का भी होता है। इस प्रकार के विरूपण को एल सी किंग के द्वारा साइमेटोजेनी का नाम दिया गया है। यह बल भू–खंड निर्माणकारी और पर्वत निर्माणकारी दोनों बलों के मध्य का है। इसके अंतर्गत होने वाला भू–पर्पटी का विरूपण ना तो पूर्ण रूप से भू–खंड निर्माणकारी स्थलाकृति से और ना ही पर्वत निर्माणकारी स्थलाकृति से मेल खाता है, अपितु दोनों की कुछ–कुछ विशेषताओं को प्रदर्शित करता है। साइमेटोजेनी रैखिक और क्षेत्रीय दोनों है। इसके कारण या तो व्यापक मेहराब और गुंबद या खुले गर्त और बेसिन बन जाते हैं।

पृथ्वी की भू–पर्पटी की स्थिति और संरचना साइमेटोजेनी के कारण बनते हैं। मूल प्रश्न यह है कि इतनी विशाल सतही मेहराब कैसे अस्तित्व में आती है, और इसमें क्या प्रक्रिया शामिल हैं? सतही संपीड़न के अंतर्गत मेहराब का निर्माण अस्वीकार्य लगता है, क्योंकि सतही संपीड़न का कोई प्रमाण साइमेटोजेनी से प्रतीत नहीं होता है। वास्तव में उभरती चाप तनाव का परिणाम होती है। नाइजीरिया के प्राचीन बेन्यू दरार (लीस, 1952) के भीतर क्रेटेसियस काल की चट्टानों में विकसित वलन इसका दिलचस्प उदाहरण है। यह वलन हजारों फुट की ऊर्ध्वाधर हलचलों को दर्शाता है 45 डिग्री तक के नती कोण हैं। ये सभी विशेषताएं ऐसे वातावरण में होती हैं जो कभी पार्श्व संपीड़न के अधीन नहीं रहा हैं। कोसियुस्को पर्वतीय क्षेत्र, ऑस्ट्रेलिया की उत्पति भी इसी प्रकार हुई है।

भू–पर्पटी को अस्थिर करने वाले बल (Forces of Crustal Instability)

जैसा कि पहले वर्णन किया जा चुका है पृथ्वी अपने निर्माण के दिनों में गरम और तरल अवस्था में थी और आज भी भू–पर्पटी के नीचे मेंटल वाले क्षेत्र में चट्टानें पिघली हुई अवस्था में पाई जाती हैं। जैसा कि आर्थर होल्म्स के द्वारा संवहनीय धारा सिद्धांत में भी बताया गया है कि पृथ्वी के इस आंतरिक भाग में संवहनीय धाराएं निरंतर उत्पन्न होती रहती हैं। बाद में 1967 में मॉर्गन ने प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत में बताया कि भू–पर्पटी बहुत से हिस्सों में टूटी हुई है जिन्हें प्लेट कहा जाता है और पृथ्वी के आंतरिक भाग में उत्पन्न होने वाली संवहनीय धाराएं इन भागों को गतिशील रखती हैं और बताया कि महाद्वीप एवं महासागरों का वर्तमान वितरण स्थिर न होकर परिवर्तनशील है। इन संवहनीय धाराओं के प्रभाव में आकर भू–भाग का उत्थान अथवा अवतलन होता रहता है और भू–पर्पटी का विरूपण होता रहता है। जब पृथ्वी के किसी भू–भाग का उत्थान हो जाता है तो अनाच्छादन के कारक उस भाग के समतलन के कार्य में संलग्न हो जाते हैं। इस प्रकार पृथ्वी के आंतरिक एवं बाहरी भाग में कार्य करने वाले बल इसको कभी स्थिर नहीं रहने देते हैं।

भू–पर्पटी को अस्थिर करने वाले बलों को उनकी उत्पति के आधार पर दो भागों में बांटा जा सकता है– अन्तर्जात और बहिर्जात बल। जो बल पृथ्वी के आंतरिक हिस्सों में कार्यरत होते हैं और भू–गर्भीय हलचलों द्वारा भू पर्पटी को अस्थिर रखते हैं उनको अन्तर्जात बल कहा जाता है। आकस्मिक संचलन और पटल विरूपणी संचलन इसके प्रमुख उदहारण हैं। कुछ बल भू–पर्पटी को पृथ्वी की सतह के उपर से प्रभावित करते हैं, और अन्तर्जात बलों के द्वारा उत्पन्न विरूपण को समतल करने के कार्य में संलग्न होते हैं, उन बलों को बहिर्जात बल कहा जाता है। अपक्षय और वृहत संचलन इसके प्रमुख उदहारण हैं।

टिप्पणी

अन्तर्जात बल (Internal Forces)

इन्हें अंतःस्तरीय बल भी कहते हैं। ये बल पृथ्वी की आंतरिक हलचलों का परिणाम होते हैं। पृथ्वी के नीचे पाया जाने वाला लावा पिघली हुई चट्टानों का ही एक रूप है। पृथ्वी की सतह से 20 किलोमीटर से अधिक की गहराई में सभी चट्टानें तरल अवस्था में पाई जाती हैं और इनका तापमान 800 से 1600 डिग्री सेल्सियस तक पाया जाता है। इतने अधिक तापमान में चट्टानों का ठोस रहना संभव नहीं है और तरल अवस्था के कारण लावा में संवहनीय धाराओं का विकास होता है जिससे दाब विकसित होता है। यह दाब लावा को ऊपर की तरफ प्रवाहित होने के लिए प्रेरित करता है। इस कारण कुछ आकस्मिक बलों का निर्माण होता है जिनमें आकस्मिक संचलन और पटल विरूपणी संचलन प्रमुख हैं।

आकस्मिक संचलन (Sudden Movement)

आकस्मिक संचलन (Sudden movement) भू पटल के उपर तथा नीचे विनाशकारी परिवर्तन करते हैं। आकस्मिक संचलन के प्रमुख कारण भूकंप और ज्वालामुखी क्रियाएं हैं। यद्दपि इसकी उत्पति धरातल पर या उसके नीचे अचानक ही होती है, लेकिन इनकी उत्पति के लिए जरूरी बल तथा अन्तर्जात क्रिया पहले से ही भू पटल के नीचे होती हैं। ज्वालामुखी विस्फोट द्वारा बहुत ही क्रान्तिकारी परिवर्तन होते हैं। भू पटल से नीचे का लावा जब पृथ्वी की सतह की तरफ बढ़ता है तो दो परिस्थितियां उत्पन्न होने की सम्भावना होती है या तो वह लावा पृथ्वी के धरातल के नीचे स्थित चट्टानों के मध्य पाई जाने वाली दरारों में जमा हो जाता है अथवा वह पृथ्वी के धरातल पर जवालामुखी के रूप में बाहर निकलता है। पृथ्वी के धरातल के नीचे ठंडा होने वाला लावा अनेक स्थलाकृति निर्मित करता है। पृथ्वी के धरातल पर पहुचने वाला लावा अचानक से विस्फोट करते हुए अथवा शांत रूप में प्रवाहित होता है, इस लावा के निक्षेपण से लावा पठार अथवा लावा मैदान का निर्माण होता है। आकस्मिक संचलन में घटने वाली दूसरी घटना भूकंप होती है। भूकंप के कारण पृथ्वी के धरातल पर कुछ ही पलों में झील या सागर का निर्माण हो जाता है, कोई भी शहर पूर्ण रूप से तबाह हो सकता है, पहाड़ों के बड़े–बड़े हिस्से खिसक कर नीचे आ सकते हैं, नदियों के मार्ग अवरुद्ध होकर बाढ़ आ सकती है तथा झीलें बन जाती हैं। भुज क्षेत्र में 2004 में आया हुआ भूकंप और उससे होने वाली तबाही के हम सब साक्षी हैं।

पटलविरुपणी संचलन (diastrophic movement)

पटलविरुपणी संचलन (diastrophic movement) उन सभी तरह के संचलन को शामिल करते हैं जिनका संचलन अन्तर्जात बलों के द्वारा होता है। इन बलों के अंतर्गत हम उन सभी संचलन को शामिल करते हैं जो पृथ्वी की सतह को या तो लम्बवत अथवा क्षैतिज रूप से गतिशील रखते हैं। भू पटल पर निर्मित होने वाले बहुत से स्थलरुप इन्हीं लम्बवत और क्षैतिज संचलनों का परिणाम होते हैं। ये बल बहुत ही मंद गति से काम करते हैं और इन बलों के परिणामस्वरूप विकसित होने वाले स्थलरूप हजारों साल के बाद दिखाई पड़ते हैं। इन संचलनों को इनके विस्तार के आधार पर दो भागों में बांटा जा सकता है– महादेशीय संचलन और पर्वत निर्माणकारी संचलन।

टिप्पणी

महादेशीय या महाद्वीपीय संचलन (epeirogenic movement)

इस प्रकार के संचलन के परिणामस्वरूप उत्पन्न होने वाले स्थलरुप बहुत ही व्यापक होते हैं। इनका विस्तार अत्यधिक होने के कारण ही इन बलों को महादेशीय या महाद्वीपीय संचलन कहा जाता है। इसको अंग्रेजी में epeirogenic कहा जाता है। इस शब्द की उत्पति ग्रीक भाषा के दो शब्दों 'epeiros' तथा 'genesis' से मिलकर हुई है इनमें से 'epeiros' का शाब्दिक अर्थ 'महाद्वीप' होता है तथा 'genesis' का शाब्दिक अर्थ 'उत्पति' होता है। यदि हम इन दोनों शब्दों को मिलाकर इनका अर्थ निकालने का प्रयास करें तो इसका अर्थ बनता है 'महाद्वीपों की उत्पति' अर्थात इन बलों से महाद्वीपों का उत्थान होता है अथवा उनका अवतलन होता है। इस प्रक्रिया में भू–भाग का निर्गमन भी हो जाता है और उसका निमज्जन भी हो जाता है जो कि लगातार जारी रहता है। इस विवरण से स्पष्ट है कि यह बल लम्बवत कार्य करता है जिसके लिए उत्तरदायी बल पृथ्वी के आंतरिक भाग में पहले से उपस्थित होता है। क्योंकि पृथ्वी गोलाकार है तो इस बल का प्रभाव अरिय होता है इसी कारण इसे अरिय बल भी कहा जाता है। इस बल के परिणामस्वरूप भू–भाग या तो उपर उठ जाते हैं या नीचे धंस जाते हैं। इसी आधार पर महादेशीय संचलन को दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है– (अ) उपरमुखी संचलन और (ब) अधोमुखी संचलन।

पृथ्वी के धरातल पर दो स्थलरूप प्रमुख रूप से पाए जाते हैं– एक तो महाद्वीप और दूसरे महासागर। अतः उपरमुखी संचलन बल लम्बवत कार्य करते हैं तो इनके परिणामस्वरूप विकसित होने वाले स्थलरुप भी दो तरह से विकसित होते हैं। या तो महाद्वीपों का कुछ हिस्सा अपने आस पास के धरातल से उपर उठ जाता है इस प्रक्रिया को उभार कहा जाता है। दूसरा इनके कारण कुछ स्थलीय भाग जो पहले समुद्र में जल मग्न था उत्थान के परिणामस्वरूप जलीय भाग से उपर उठ जाता है। इस प्रक्रिया को निर्गमन कहा जाता है। पृथ्वी के धरातल पर मिलने वाले सात महाद्वीपों में से अधिकांश पर उभार अथवा निर्गमन के प्रमाण मिलते हैं।

दूसरी तरफ लम्बवत दिशा में कार्यशील इन बलों के परिणामस्वरूप कुछ भू–भाग नीचे धंस जाते हैं। उपरमुखी संचलन की भांति ही अधोमुखी संचलन भी लम्बवत दिशा में कार्य करते हैं। इनके परिणामस्वरूप महाद्वीपीय भाग अपने आस पास के भू–भाग से नीचे धंस जाते हैं। इस प्रक्रिया को अवतलन कहा जाता है। यह प्रक्रिया महाद्वीपों के आंतरिक हिस्सों अथवा तटीय क्षेत्रों में भी घटित हो सकती है। इसके अतिरिक्त भू–भाग का कोई हिस्सा तटीय क्षेत्रों में नीचे धंसने के परिणामस्वरूप जल मग्न भी हो जाता है। इस प्रक्रिया को निमज्जन कहा जाता है। यहां पर ध्यान देने योग्य बात यह है कि अवतलन की प्रक्रिया महाद्वीपों के आंतरिक एवं तटीय दोनों क्षेत्रों में घटित हो सकती है जबकि निमज्जन की प्रक्रिया केवल तटीय भागों में घटित होती है। महाद्वीपीय मग्न तट पर कोयले का पाया जाना, समुद्र में मिलने वाली नदी द्वारा निर्मित घाटियां आदि निमज्जन की अवधारणा को मजबूती प्रदान करते हैं।

पर्वतीय संचलन (Orogenic Movements)

इन संचलनों के पीछे भी पृथ्वी के आंतरिक हिस्से में उपस्थित बल उत्तरदायी हैं। पृथ्वी के धरातल पर मिलने वाले स्थलरूपों की दृष्टि से पर्वत निर्माणकारी संचलन बहुत ही विशेष स्थान रखते हैं। महाद्वीपीय क्षेत्रों में मिलने वाले उच्चावच के लिए यही संचलन

टिप्पणी

जिम्मेवार पाए जाते हैं। जैसा कि इनके नाम से ही स्पष्ट है कि इन बलों के कारण पर्वतों का निर्माण होता है। ये बल क्षैतिज रूप से काम करते हैं और पृथ्वी की गोल आकृति के कारण इन बलों को स्पर्शरेखीय बल भी कहा जाता है। पर्वतीय संचलन को अंग्रेजी में 'orogenic' कहा जाता है जिसकी उत्पति ग्रीक भाषा के दो शब्दों से हुई है– 'oros' और 'genesis' इनमे से 'oros' का शाब्दिक अर्थ 'पर्वत' होता है जबकि 'genesis' का शाब्दिक अर्थ 'उत्पति' होता है। अर्थात ये वो बल हैं जिनके कारण पर्वतों की उत्पति होती है। इसी आधार पर इन बलों को हिंदी में पर्वतीय संचलन कहा जाता है। क्योंकि ये बल क्षैतिज रूप में कार्य करते हैं इसलिए ये दो विपरीत दिशाओं में भी कार्यशील हो सकते हैं और दो दिशाओं से आमने सामने भी कार्यशील हो सकते हैं। जब ये बल दो विपरीत दिशाओं में कार्य करते हैं तो मध्य भाग की चट्टानों में तनाव की स्थिति उत्पन्न होती है। जिसके परिणामस्वरूप इन चट्टानों में भ्रंश अथवा दरार आदि पैदा हो जाती हैं। इसी कारण इस बल को तनाव मूलक बल भी कहा जाता है। इसके परिणामस्वरूप भ्रंश घाटी का निर्माण होता है। भारत में नर्मदा नदी की घाटी इसका एक प्रमुख उदाहरण है। इसके विपरीत ये बल एक ही दिशा में अथवा दो विपरीत दिशाओं से आमने सामने भी कार्य करते हैं। ऐसी अवस्था में मध्य भाग की चट्टानों में संपीडन उत्पन्न होता है और इसी कारण इस बल को संपीडनात्मक बल भी कहा जाता है। दो दिशाओं से लगने वाले क्षैतिज बल के कारण मध्य भाग की चट्टानों में वलन पड़ जाते हैं और ये भू–भाग एक विशेष ऊंचाई तक पहुचने के बाद वलित पर्वतों के नाम से जाने जाते हैं। भारत के उत्तर में पाया जाने वाला हिमालय पर्वत इसका एक महत्वपूर्ण उदाहरण है जो कि युरेशियन और भारत–ऑस्ट्रेलिया प्लेटों के आमने सामने संचालित होने के कारण होने वाले संपीडन का परिणाम है।

समस्थिति (isostacy)

यदि हम पृथ्वी के धरातल पर देखें तो हम पाते हैं कि महाद्वीपीय क्षेत्र में हजारों मीटर ऊंचे पर्वत शिखर और दूसरी तरफ समुद्र में हजारों किलोमीटर गहरे गर्त, इसके अतिरिक्त पठार, मैदान झील आदि पाए जाते हैं। इन सभी स्थलाकृतियों की ऊंचाई और गहराई में अंतर होने के बावजूद भी इनमें स्थिरता पाई जाती है। स्थिरता की इसी अवस्था को संतुलन (isostacy) कहा जाता है।

Isostacy शब्द की उत्पति ग्रीक भाषा के Isostasious शब्द से हुई है जिसका अर्थ 'समस्थिति' या 'पद Equiposia' होता है। जैसा कि इसके अर्थ से ही स्पष्ट होता है कि यह उस स्थिति को परिलक्षित करता है जिसमें सभी पदार्थ या धरातलीय लक्षण एक दूसरे के सन्दर्भ में सम अथवा स्थिर होते हैं। जैसा कि उपर चर्चा की गई है कि पृथ्वी के धरातल पर उच्चावच के लक्षणों के सन्दर्भ में बहुत ही असमानता पाई जाती है लेकिन फिर भी ये स्थिर हैं, स्थिरता की इसी अवस्था को 'समस्थिति' कहा जाता है। यद्यपि संतुलन के इस सिद्धांत या स्थिति को जानने, समझने और इसकी व्याख्या करने का प्रयास बहुत प्राचीन समय से किया जाता रहा है परन्तु इस अवस्था की व्याख्या करते हुए इसे 'संतुलन' नाम से संबोधित करने का कार्य अमेरिका के भू–गर्भवेत्ता डटन ने 1889 में किया था। इनका मुख्य उद्देश्य भू तल पर पाई जाने वाली धरातलीय असमानता (ऊंचे उठे हुए पर्वतीय भागों और नीचे धंसे हुए समुद्री क्षेत्रों) में पाई जाने वाली स्थिरता को परिभाषित करना था। डटन महोदय का मत था कि ऊंचे उठे हुए पर्वतीय भागों, पठारों, मैदानों और समुद्र की तली में विद्यमान पदार्थों का भार बराबर होगा तभी इनके

टिप्पणी

मध्य संतुलन बरकरार रह सकता है। ऐसी अवस्था तभी विकसित हो सकती है जब उपर उठे हुए भागों का घनत्व कम हो और नीचे धंसे हुए भागों का घनत्व अधिक हो, तभी इनका भार एक रेखा के साथ–साथ बराबर हो सकता है। इस आधार तल को जहां पर सभी पदार्थों का भार बराबर हो जाता है 'समदबाव तल' (level of uniform pressure) या 'समतोलतल' (isostatic level) कहा जाता है। क्योंकि इस तल पर आकर सभी पदार्थों के भार की कमी या आधिक्य की क्षति पूर्ति हो जाती है, इसलिए इस तल को 'क्षतिपूर्ति तल' (level of compensation) भी कहा जाता है।

इस सिद्धांत की ऐसी मान्यता है कि पृथ्वी के धरातल के नीचे एक ऐसा तल होता है जहां पर सभी पदार्थों का भार अथवा दबाव बराबर होता है। इस तल से ऊपर स्थित पदार्थों की चट्टानों के घनत्व में अंतर पाया जाता है। घनत्व और भार में उल्टा सम्बन्ध होता है। जिस पदार्थ की ऊंचाई जितनी अधिक होती है उसका घनत्व उतना ही कम पाया जाता है और वह हल्का होता है। इसका अर्थ है कि पर्वतीय क्षेत्र जिनकी ऊंचाई सबसे अधिक पाई जाती है भार में हलके होते हैं। इसके विपरीत जो पदार्थ कम ऊंचाई अथवा गहराई वाले होते हैं उनका घनत्व अधिक होता है और उनका भार भी अधिक पाया जाता है। समुद्री चट्टानें जो कि बहुत ऊंचाई तक नहीं पाई जाती उनका घनत्व अधिक होता है और जिन चट्टानों से पर्वतों का निर्माण होता है उनकी तुलना में ये भारी होती हैं। लेकिन एक तल पर जाकर जिसे क्षतिपूर्ति तल (level of compensation) कहा जाता है जो कि धरातल से नीचे है यह अंतर समाप्त हो जाता है। जब तक यह स्थिति बनी रहती है तब तक पृथ्वी संतुलन में होती है लेकिन यदि किसी कारण से इस तल से भी नीचे पदार्थों के भार में अंतर आ जाए तो क्षतिपूर्ति का नियम लागू होता है। जो असंतुलन इस कारण से उत्पन्न होता है उसको पुन संतुलित करने के लिए कुछ भू–भागों में उत्थान की प्रक्रिया आरम्भ हो जाती है और कुछ में अवतलन आरम्भ हो जाता है। उदाहरण के तौर पर एक समय विशेष में पृथ्वी के कुछ भू–भागों का उत्थान हुआ और कुछ का अवतलन हुआ और पृथ्वी पर एक संतुलन की अवस्था विकसित हो गयी। लेकिन अनाच्छादन के कारकों द्वारा किए जाने वाली अपरदन की प्रक्रिया से पर्वतीय क्षेत्र नीचे होने लगते हैं और उनका भार कम होने लगता है दूसरी तरफ समुद्र तटीय क्षेत्र में होने वाले निक्षेपण के परिणामस्वरूप उनका भार बढ़ने लगता है। इस पूरी प्रक्रिया में जो असंतुलन उत्पन्न होता है उसे फिर से संतुलित करने के लिए पर्वतीय क्षेत्रों में उत्थान की प्रक्रिया आरम्भ हो जाती है तथा समुद्र तटीय क्षेत्रों में अवतलन होता है। यह प्रक्रिया तब तक जारी रहती है जब तक फिर से संतुलन स्थापित न हो जाए।

समस्थिति के सिद्धांत का प्रतिपादन सिन्धु–गंगा के मैदान में 1859 में हो रहे भूसर्वेक्षण के दौरान हुआ। यहां पर कल्याण और कल्याणपुर नामक दो स्थानों का अक्षांशीय माप त्रिभुजिकरण और खगोलीय विधि से लिया गया तो इसमें लगभग 5.236'' का अंतर आया। यह समस्या एयरी और प्राट नामक दो विद्वानों के सम्मुख रखी गयी तो दोनों ने अपने–अपने मत प्रस्तुत किए। दोनों ने हिमालय की आकर्षण शक्ति जो कि पेंडुलम को अपनी ओर आकर्षित कर रही थी को इसके लिए जिम्मेवार माना, लेकिन दोनों की गणना के अनुसार यह अंतर अधिक होना चाहिए था किंतु इसके कम आने के कारण की व्याख्या ने दूसरी समस्याओं को जन्म दे दिया। परन्तु धीरे–धीरे यह चर्चा संतुलन के सिद्धांत के विकास की और अग्रसर होती चली गई।

बाद में अनेक विद्वानों ने अपने–अपने मत इस सन्दर्भ में प्रस्तुत किए जो अपने–अपने हिसाब से संतुलन के सिद्धांत की व्याख्या करते हैं और इसी प्रक्रिया को डटन महोदय ने 1889 में समस्थिति (isostacy) का नाम दिया। सभी विद्वानों के मत एक दूसरे से काफी भिन्न हैं जिनमें से कुछ का वर्णन निम्नलिखित है–

टिप्पणी

जार्ज एयरी का मत (Views of GeorgeAiry)

कल्याण और कल्याणपुर की अक्षांशीय गणना में आई त्रुटि की व्याख्या करते हुए एयरी महोदय ने बताया कि जो भी पदार्थ पृथ्वी की भू पर्पटी पर हलके पदार्थों से निर्मित है वह अपने से नीचे स्थित अधिक घनत्व वाले अधःस्तर पर तैर रही है। जिसको हम साधारण शब्दों में कह सकते हैं कि सियाल सीमा पर तैर रहा है। हिमालय के संदर्भ में इसको कुछ इस प्रकार समझा जा सकता है कि यह उच्च पर्वतीय क्षेत्र अपने नीचे स्थित मैग्मा पर तैरता है। इसकी विस्तार पूर्वक व्याख्या करते हुए एयरी महोदय ने नाव का उदाहरण दिया। उन्होंने बताया कि जिस प्रकार पानी के उपर तैरती हुई नाव का अधिकांश हिस्सा पानी में डूबा रहता है। यह पानी में डूबा हुआ हिस्सा पानी के उपर स्थित हिस्से को भी संतुलित रखता है। ठीक इसी प्रकार से हिमालय भी केवल मात्र अपने नीचे स्थित मैग्मा पर तैर नहीं रहा है वरन उसका अधिकांश हिस्सा मेग्मा में डूबा हुआ है जो इसके 8000 मीटर से अभी अधिक ऊंचे हिस्से को संतुलित रखता है। एयरी महोदय ने इस आधार पर बताया कि भू–पृष्ठ का जो भी हिस्सा जितना अधिक उपर उठा हुआ होता है वह उतना ही नीचे धंसा हुआ भी होता है और जो हिस्सा जितना नीचे होता है उतना ही कम धंसा हुआ होता है। उपर उठे हुए हिस्से को नीचे धंसा हुआ हिस्सा संतुलित रखता है और इस प्रकार सम्पूर्ण पृथ्वी संतुलित रहती है।

इसको पुनः परिभाषित करते हुए उन्होंने लोहे के अलग अलग लम्बाई किन्तु समान घनत्व वाले टुकड़ों को पारे से भरे बर्तन में डुबो दिया। लोहे के टुकड़े अपनी अपनी लम्बाई के अनुसार पारे में डूबते चले गए। अर्थात जिन टुकड़ों की लम्बाई अधिक थी वो पारे में अधिक गहराई तक डूब गए और जिनकी ऊंचाई कम थी वो कम गहराई तक डूबे। इस आधार पर उन्होंने बताया कि महाद्वीपीय भाग जिन चट्टानों से निर्मित हैं उनका घनत्व तो समान है परन्तु उनकी ऊंचाई में अंतर होने के कारण उनकी गहराई में भी पर्याप्त अंतर पाया जाता है। इसी उदाहरण को अलग अलग लम्बाई वाले लकड़ी के टुकड़ों को पानी के बर्तन में डुबोकर भी समझाया जा सकता है।

प्राट का मत (Views of Prat)

जब कल्याण और कल्याणपुर के त्रिभुजन और खगोलीय तरीकों से मापे गए अक्षांशीय विस्तार में आए अंतर को जब प्राट महोदय के सम्मुख रखा गया तो उन्होंने हिमालय के घनत्व को 2.75 मानकर अध्ययन किया तो पाया की हिमालय की आकर्षण शक्ति आए हुए अंतर से अधिक होनी चाहिए। परन्तु बाद में उन्होंने हिमालय और उसके आस पास के क्षेत्र के अध्ययन के आधार पर बताया कि पृथ्वी के अधिक ऊंचे उठे हुए भू–भाग अपेक्षाकृत हल्के पदार्थों से निर्मित होते हैं। इसके विपरीत जो भाग जितनी कम ऊंचाई वाला होता है वह उतना ही भारी होता है। इसको कुछ इस प्रकार समझा जा सकता है कि पृथ्वी के धरातल पर पर्वतों की ऊंचाई सबसे अधिक होती है, इससे कम पठारों की, उससे कम मैदानों की और सबसे कम समुद्री क्षेत्रों की होती है। अतः पर्वतों का घनत्व सबसे कम, पठारों का उनसे ज्यादा, मैदानों का पठारों से ज्यादा और समुद्री

टिप्पणी

भागों की चट्टानों का घनत्व सबसे ज्यादा होता है। लेकिन एयरी महोदय से अलग प्राट महोदय ने बताया कि पृथ्वी के धरातल के नीचे एक क्षतिपूर्ति तल (level of compensation) होता है। इस तल से उपर सभी पदार्थों का घनत्व अलग होता है किन्तु इस क्षतिपूर्ति तल पर एक ही प्रकार के पदार्थ का घनत्व समान होता है। अर्थात सभी पर्वतीय भागों का, सभी पठारी भागों का और सभी मैदानी भागों का घनत्व समान परन्तु ऊंचाई एक दूसरे से भिन्न होती है। लेकिन इस तल से नीचे सभी पदार्थों का घनत्व समान होता है और उनकी गहराई भी समान होती है।

इस तथ्य को कुछ इस प्रकार समझा जा सकता है, यदि हम अलग अलग घनत्व और ऊंचाई वाले स्तंभ पारे से भरे हुआ एक बर्तन में डालें तो पाएंगे कि जिन स्तंभों का घनत्व कम है उनकी ऊंचाई ज्यादा है और इसके विपरीत जिनका घनत्व अधिक है उनकी ऊंचाई कम है वो सारे क्षतिपूर्ति रेखा से नीचे समान गहराई में परन्तु इससे उपर उनकी ऊंचाई में अंतर पाया जाता है। प्राट महोदय ने इस आधार पर सिद्ध किया कि जिन पदार्थों का घनत्व कम होता है वे अधिक ऊंचे और जिनका घनत्व अधिक होता है वे कम ऊंचे पाए जाते हैं अर्थात घनत्व और ऊंचाई में विपरीत संबंध पाया जाता है। इसी कारण पर्वतीय क्षेत्र हलके हैं और समुद्री क्षेत्र भारी हैं। इस प्रकार पृथ्वी के धरातल पर सभी पदार्थ एक समस्थिति का निर्माण करते हैं।

हफोर्ड एवं बोवी के मत (Views of HayfordAnd Bowie)

हफोर्ड एवं बोवी ने भी प्राट से मेल खाते हुए अपने एक अलग मत का प्रतिपादन किया। हफोर्ड के अनुसार पृथ्वी के धरातल से 100 किलोमीटर नीचे एक ऐसा तल पाया जाता है जिसके नीचे सभी भू खंडो का घनत्व और भार एक समान होता है। इस तल से उपर सभी भू–खंडों के घनत्व और भार में अंतर पाया जाता है। जो भाग जितने ज्यादा ऊंचे हैं उनका घनत्व उतना ही कम है। हलके पदार्थों से निर्मित भू–भाग अपने आपको अधिक ऊंचाई और भारी पदार्थों से निर्मित भू–भाग अपने आप को कम ऊंचाई पर रखते हुए पृथ्वी तल पर संतुलन को बरकरार रखते हैं। बोवी ने एयरी और प्राट के विचारों का तुलनात्मक अध्ययन किया और बताया कि दोनों के विचारों में पूर्ण रूप से सामंजस्य नहीं है परन्तु इनमें समानता है। बोवी ने बताया कि समतोलतल (level of compensation) से उपर सभी भू–भागों के घनत्व में अंतर पाया जाता है किन्तु यह अंतर लम्बवत दिशा में होता है और क्षैतिज दिशा में इनका घनत्व समान होता है।

जोली का मत (Views of Jolly)

जोली ने अपने से पूर्व दिए गए संतुलन के सिद्धांतों का खंडन किया और बताया कि सभी सिद्धांत एक क्षतिपूर्ति के तल (level of compensation) की बात करते हैं। इस तल से उपर चट्टानों के घनत्व में अंतर होता है परन्तु इसके नीचे की सभी चट्टानों का घनत्व समान होता है। लेकिन सच में ऐसे तल का होना और बने रहना दोनों संभव प्रतीत नहीं होते। यदि कोई ऐसा तल बनता भी है तो भू गर्भिक हलचलें ऐसे तल को नष्ट कर देंगी। इनके अनुसार भू गर्भ में यह संतुलन किसी एक रेखा के साथ–साथ न होकर लगभग 16 किलोमीटर मोटी एक परत के रूप में होता है। इस परत में कम घनत्व वाले भू–भाग नीचे तक डूबे रहते हैं जबकि अधिक घनत्व वाले भू–भाग भारी पदार्थों से भरे हुए होते हैं। इस प्रकार जोली महोदय के अनुसार पृथ्वी के नीचे यह संतुलन किसी रेखा के सहारे न होकर एक परत के रूप में, एक मंडल होता है जिसे क्षतिपूर्ति मंडल (zone of

टिप्पणी

compensation) का नाम दिया जा सकता है। जोली महोदय के अनुसार इस मंडल में सभी भू–भागों की गहराई उनके घनत्व के अनुसार अलग अलग होती है। दूसरे शब्दों में कहा जाए तो पर्वतीय भाग जो हलकी चट्टानों से बने होते है उनकी गहराई अधिक होती है। मैदानी और समुद्री भाग जो भारी पदार्थों से मिलकर बने होते हैं उनकी गहराई कम होती है। इस प्रकार जोली महोदय का मत एयरी महोदय से मिलता जुलता है।

आर्थर होम्स का मत (Views ofArther Holmes)

आर्थर होम्स के मत भी एयरी महोदय के मत से मेल खाते हैं। इनके अनुसार भी हलके पदार्थों से निर्मित भू–भाग में अधिक गहराई तक और भारी पदार्थों से निर्मित भू–भाग कम गहराई तक विस्तृत होते हैं। होम्स महोदय ने भूकंपीय तरंगों के आधार पर पृथ्वी के नीचे की चट्टानों का अध्ययन किया। अपने अध्ययन के आधार पर उन्होंने बताया कि पर्वतीय भाग जो कि अपेक्षाकृत कम घनत्व वाली चट्टानों से निर्मित हैं उनकी जड़ सियाल के रूप में भू तल में 40 किलोमीटर या इससे भी अधिक गहराई तक विस्तृत होती है। दूसरी तरफ मैदानी भाग जो पर्वतों की तुलना में अधिक घनत्व वाली चट्टानों से निर्मित होते हैं उनके नीचे सियाल की यह परत 10–12 किलोमीटर मोटी होती है। समुद्री भाग जो कापफी भारी पदार्थों से निर्मित हैं उनके नीचे सियाल की परत या तो होती नहीं है अगर है भी तो बहुत पतली होती है। इस प्रकार उन्होंने बताया कि ऊंचे भू–भाग इसी कारण स्थिर रह पाते हैं क्योंकि ये अधिक गहराई तक विस्तृत होते हैं।

सारांश में यदि बात की जाए तो सम्पूर्ण पृथ्वी का पूर्ण रूप से संतुलित रहना व्यावहारिक दिखाई नहीं देता। यह संतुलन आंशिक है, सम्पूर्ण है अथवा स्थानीय है, प्रादेशिक है इस पर विचारों में मतभेद हैं। लेकिन यह बात स्पष्ट है कि यह संतुलन अपनी आदर्श स्थिति में तो बिलकुल नहीं है। भू गर्भीय शक्तियां पृथ्वी के धरातल पर संतुलन स्थापित करने के लिए किसी पर्वत या पठार का निर्माण करती हैं। लेकिन जैसे ही इनका निर्माण होता है अनाच्छादन के कारक इन पर कार्यशील हो जाते हैं। ये कारक ऊंचे पर्वतीय क्षेत्रों पर अपरदन करते हैं और मलबे को बहा कर नीचे क्षेत्रों में निक्षेपित कर देते है और पृथ्वी के धरातल को समतल करने में प्रयत्नशील रहते हैं। परन्तु इस प्रक्रिया में पृथ्वी का संतुलन बिगड़ जाता है और पुन अंतर्जात बल इसे संतुलित करने के लिए किसी भू–भाग पर उत्थान और दूसरे पर अवतलन का कार्य करते हैं। इस प्रकार पृथ्वी अंतर्जात और बहिर्जात दोनों बलों के एक दूसरे के विपरीत दिशा में कार्यशील रहने के कारण सदैव आंशिक संतुलन की अवस्था में रहती है।

अपनी प्रगति जांचिए

3. आज से कितने साल पहले पृथ्वी का निर्माण हुआ था?

(क) 100 करोड़ (ख) 220 करोड़

(ग) 340 करोड़ (घ) 460 करोड़

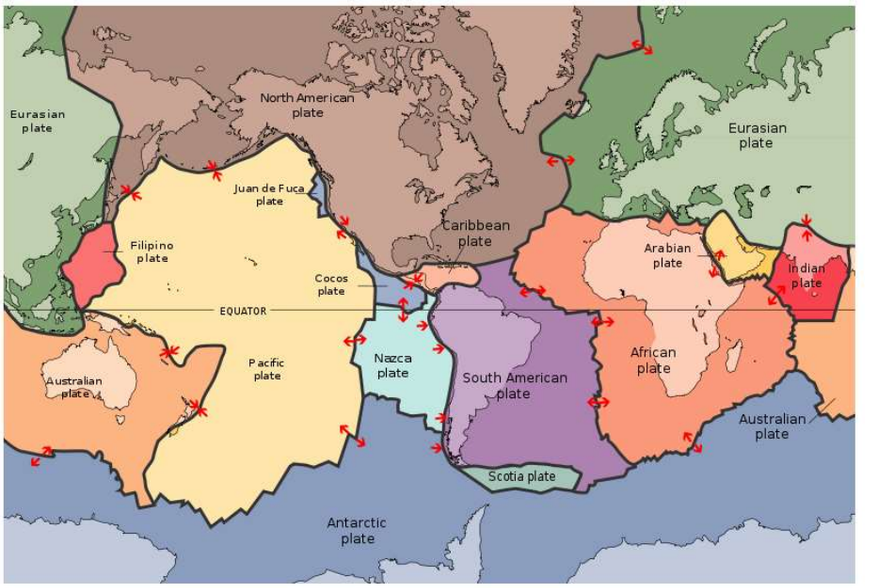
4. पृथ्वी के धरातल पर कितने स्थलरूप प्रमुख रूप से पाए जाते हैं?

(क) 2 (ख) 3

(ग) 4 (घ) 1

टिप्पणी

2.4 विवर्तनिक पट्टी (प्लेट टेक्टॉनिक्स)



विश्व के टेक्टॉनिक्स प्लेट्स को 20वीं सदी के उत्तरार्ध में चित्रित किया गया था।

कूल्सन (1990) ने एक वैज्ञानिक सिद्धांत दिया है, जो धरती के लिथोस्फियर की व्यापक गति का उल्लेख करता है। यह सिद्धांत महाद्वीपीय स्रोत की प्राचीन अवधारणा पर आधारित है, जो 20वीं सदी के पहले दशक में विकसित हुई (इसके एक प्रसिद्ध पैरोकार ऐल्फ्रेड वेगेनर थे) और बड़ी संख्या में भूवैज्ञानिक समुदायों द्वारा तब स्वीकार की गई, जब 1950 के अंत और 1960 के शुरुआत में समुद्रीसतह फैलाव की अवधारणा विकसित हुई। लिथोस्फियर 'टेक्टॉनिक प्लेट' के रूप में विभक्त हुई। धरती पर सात से आठ (इस आधार पर, कि उन्हें कैसे परिभाषित किया गया है) मुख्य और कई छोटी प्लेट्स हैं। लीथोस्फेरिक प्लेट्स एस्थिनोस्फियर पर होती हैं। ये प्लेट्स तीन में से एक प्रकार की प्लेट दीवार कनवर्जेंट या कोलिजनल दीवार, डायवर्जेंट दीवार, जिसे फैलाव केंद्र भी कहा जाता है; और कंजर्वेटिव दीवारों पर एक-दूसरे के साथ संबंधित रहते हुए गतिमान होती हैं। भूकम्प, ज्वालामुखी गतिविधियां, पर्वत-निर्माण और समुद्रीय ट्रेंच निर्माण प्लेट दीवारों के साथ ही होते हैं। प्लेट्स की सापेक्ष गतिशीलता बदलती रहती है, फिर भी यह वार्षिक रूप से 0-100 मिलीमीटर होती है (रीड और वॉटसन 1975)।

टेक्टॉनिक प्लेट्स दो प्रकार के लिथोस्फियर से बने होते हैं : पतली महाद्वीपीय और पतली समुद्रीय। ऊपरी भाग को पपड़ी कहा जाता है और यह भी दो प्रकार का होता है (महाद्वीपीय और समुद्रीय)। इसका अर्थ है, कि प्लेट एक या दोनों प्रकार का हो सकता है। यह सिद्धांत जिन मुख्य बिन्दुओं को प्रस्तावित करता है, उनमें एक है कि (महाद्वीपीय और समुद्री) प्लेट्स की सतह की मात्रा, जो सबडक्शन द्वारा कनवर्जेंट दीवार के साथ आवरण में अदृश्य होता है, वह समुद्री फैलाव द्वारा डायवर्जेंट मार्जिन के साथ निर्मित नई (समुद्रीय) पपड़ी के साथ अधिक या कम संतुलन में है। इसे 'कनवेयर बेल्ट' सिद्धांत के रूप में भी संदर्भित किया जाता है। इस तरीके से ग्लोब का पूर्ण सतह समान

टिप्पणी

रहता है। यह प्लेट टेक्टॉनिक्स 'उदाहरण' के पहले दिए गए सिद्धांतों से विपरीत है, जैसा कि इसके बारे में कभी-कभी कहा जाता है, यह मुख्य वैज्ञानिक मॉडल बनाया गया, सिद्धांत जिसने ग्लोब के क्रमागत सिकुड़न (संकुचन) या क्रमागत विस्तारण को प्रस्तावित किया और जो आज भी विज्ञान में वैकल्पिक मॉडल के रूप में मौजूद है।

प्लेट्स के संचालक तंत्र के बारे में कई मॉडल साथ-साथ मौजूद हैं: टेक्टॉनिक प्लेट्स गतिमान होने में समर्थ हैं, क्योंकि धरती के लिथोस्फियर में एस्थिनोस्फियर से उच्च शक्ति और निम्न घनत्व है। आवरण में घनत्व बदलाव कनवेक्शन का कारण है। उनकी गति के बारे में माना जाता है, कि वो फैलने वाली चोटी से परे समुद्री सतह के संयोजन द्वारा संचालित होती हैं (टोपोग्राफी और पपड़ी के घनत्व में बदलाव के कारण, जिसके कारण गुरुत्वाकर्षण बलों में भिन्नता आती है) और सबडक्शन क्षेत्रों में नीचे की ओर शोषण के लिए खिंचती हैं। एक भिन्न वर्णन ग्लोब के घूर्णन और सूर्य और चन्द्रमा के ज्वार द्वारा निर्मित विभिन्न बलों में निहित है। इनमें से सभी तत्त्वों के बीच सापेक्ष महत्व अस्पष्ट है।

प्लेट्स (पट्टी), किनारे तथा सीमाएं

पृथ्वी की बाहरी परतें लिथोस्फियर तथा एस्थिनोस्फियर में बंटी हुई हैं। यह भौतिक गुणों तथा ऊष्मा स्थानांतरण के नियमों पर आधारित है। भौतिक रूप से, लिथोस्फियर अधिक ठंडा तथा कठोर है, जबकि एस्थिनोस्फियर अधिक गर्म तथा आसानी से बहने वाला है। ऊष्मा स्थानांतरण के अंतर्गत लिथोस्फियर में ऊर्जा का ह्रास चालन के द्वारा होता है जबकि एस्थिनोस्फियर भी संवहन के द्वारा ऊष्मा स्थानांतरित करता है तथा उसका एक अनुपातिक स्थिरोष्म तापमान होता है। इस विभाजन को भू-पृष्ठ तथा मैंटल (एस्थिनोस्फियर तथा लिथोस्फियर के मैंटल प्रभाग, दोनों को मिलाते हुए) में इन समान परतों के रासायनिक उप-विभाजन द्वारा अस्त-व्यस्त नहीं करना चाहिए। मैंटल का एक दिया हुआ टुकड़ा अलग-अलग समय पर, इसके तापमान तथा दबाव पर निर्भर करते हुए, लिथोस्फियर अथवा एस्थिनोस्फियर का हिस्सा हो सकता है।

विवर्तनिक पट्टी का मुख्य सिद्धांत है कि लिथोस्फियर एक अलग तथा पृथक विवर्तनिक पट्टियों के रूप में मौजूद है, जो तरलीय-प्रकार के एस्थिनोस्फियर पर चलता है। प्लेट्स की गति की सीमा एक विशिष्ट 10-40mm/a (मिड-अटलांटिक पर्वत श्रेणीय- नाखूनों के उगने की गति जितनी तेज) से लगभग 160mm/a (नज़्का प्लेट्स-बालों के उगने की गति जितनी तेज) तक होती है।

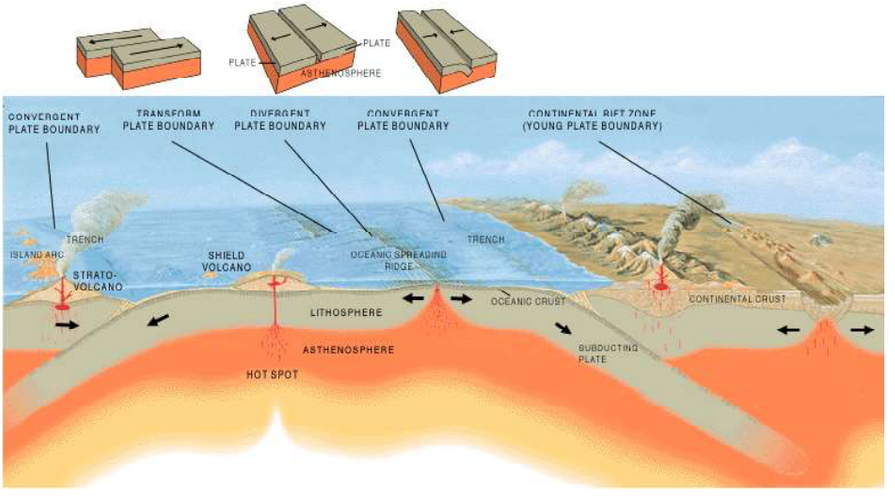
विवर्तनिक लिथोस्फियर प्लेट्स लिथोस्फेरिक आवरण के ऊपर एक या दोनों प्रकार की भू-पटलीय सामग्री से बना होता है: महासागरीय पर्पटी (प्राचीन लेखों में सिमा, सिलिकोन तथा मैग्नीशियम से तथा महाद्वीपीय पर्पटी (सियाल, सिलिकोन तथा एल्यूमिनियम से)। औसत महासागरीय लिथोस्फियर 100 किमी मोटा है। इसकी मोटाई इसकी आयु प्रक्रिया के कारण है: समय बीतने के साथ साथ, यह ठंडा पड़ता गया और अधिक मोटा हो गया। क्योंकि यह मध्य-महासागरीय पर्वत श्रेणियों पर बना है तथा इसके चारों ओर फैला है, इसलिए, मध्य-महासागरीय पर्वत श्रेणी जहां पर यह बना था, से इसकी दूरी इसकी मोटाई की एक प्रक्रिया है। सरकने से पहले एक विशिष्ट दूरी के लिए महासागरीय लिथोस्फियर को चलना पड़ा होगा, मध्य-महासागरीय पर्वत श्रेणी पर मोटाई लगभग 6 किमी से भ्रंश क्षेत्रों पर 100 किमी से अधिक तक की भिन्नता है; छोटी अथवा लंबी

टिप्पणी

दूरियों के लिए, भ्रंश क्षेत्र में, क्रमश मोटाई कम अथवा अधिक हो जाती है। महाद्वीपीय लिथोस्फियर खास तौर से 200 किमी मोटा है, यद्यपि यह घाटियों, पर्वत श्रेणियों, तथा द्वीपों के स्थायी क्रेटोनिक की आंतरिक बनावट पर भी प्रामाणिक रूप से भिन्न है। दो प्रकार की पर्पटी मोटाई में भी भिन्न होती हैं, महाद्वीपीय पर्पटी प्रभावी दृष्टि से महासागरीय पर्पटी से 6 किमी की तुलना में 35 किमी मोटी है।

जिस स्थान पर दो प्लेट्स मिलती हैं उसे प्लेट बाउंडरी (सीमा) कहते हैं, तथा प्लेट सीमाएं सामान्यत: भू-गर्भीय घटनाओं जैसे भूकंप तथा स्थलाकृति रचनाओं जैसे पर्वत, ज्वालामुखी, मध्य-महासागरीय पर्वत श्रेणी, तथा महासागरीय खाइयों की रचना से संबंधित हैं। दुनिया के सर्वाधिक सक्रिय ज्वालामुखी प्लेट सीमाओं के साथ-साथ ही हैं जिनमें सबसे मुख्य प्रशांतीय पट्टी का रिंग ऑफ फायर सर्वाधिक प्रसिद्ध एवं सबसे सक्रिय ज्वालामुखी है- इन सीमाओं की नीचे विस्तार से चर्चा की गयी है।

जैसा कि हम जानते हैं, विवर्तनिक (टेक्टॉनिक) प्लेट्स में महाद्वीपीय अथवा महासागरीय पर्पटी शामिल हो सकती हैं, तथा कई प्लेट्स में दोनों होते हैं। उदाहरण के लिए, अफ्रीकन प्लेट में महाद्वीप तथा अटलांटिक एवं हिन्द सागर के धरातल के भाग शामिल हैं। महासागरीय तथा महाद्वीपीय पर्पटी (क्रस्ट) के बीच अंतर उनकी संरचना के प्रकार पर आधारित है। महासागरीय पर्पटी समुद्र तल के प्रसार केन्द्रों, तथा महाद्वीपीय पर्पटी चापीय ज्वालामुखी के द्वारा तथा भू-भाग के उपचय (वृद्धि) की विवर्तनिक प्रक्रिया द्वारा बने हैं यद्यपि इनमें से कुछ भू-भाग सर्पिलाकार हो सकते हैं जो महाद्वीपीय पर्पटी के भाग हैं, इन्हें महाद्वीप का भाग माना जाता है जब वे संरचना के स्तरीय चक्र, प्रसार केंद्र तथा महाद्वीपों के नीचे फिसलन से बाहर निकलते हैं। महासागरीय पर्पटी बनावट के आधार पर महाद्वीपीय पर्पटी से भी अधिक घनी है। महाद्वीपीय पर्पटी ('फेल्सिक') की अपेक्षा महासागरीय पर्पटी अधिक घनी है क्योंकि इसमें कम सिलिकोन तथा अधिक भारी तत्व ('मफिक') हैं। इस घने स्तर-विन्यास के फलस्वरूप, महासागरीय पर्पटी साधारणतया समुद्र तल से नीचे रहती है (उदाहरण के लिए अधिकतर प्रशांत प्लेट), जबकि महाद्वीपीय पर्पटी उत्प्लावकों की तरह समुद्र तल से बाहर की ओर उभरी हुई हैं।



टिप्पणी

प्लेट सीमा के तीन प्रकार

प्लेट सीमाओं के तीन आधारभूत प्रकार मौजूद हैं, एक चौथी मिली-जुली प्रकार के साथ, प्लेट्स के हिलने की विशेषता अनुसार सभी परस्पर सापेक्षिक हैं। वे विभिन्न प्रकार के धरातलीय प्रतिभासों से संबंधित हैं। प्लेट सीमाओं के विभिन्न प्रकार निम्नलिखित हैं–

1. परिवर्तनशील सीमा (संरक्षक) वहां होती हैं जहां प्लेट्स फिसलती हैं या, एक दूसरे को परिवर्तनशील भ्रंश के साथ, शायद अधिक सही तरीके से, रगड़ती हैं। दो प्लेट्स की सापेक्षिक गति या तो वामावृत (प्रेक्षक के बाईं ओर) या दाहिनेवृत (प्रेक्षक के दाईं ओर) होती है। कैलिफोर्निया में सान एंडरिज भ्रंश परिवर्तनशील सीमा का एक उदाहरण है।
2. अपसारी सीमाएं (रचनात्मक) वहां बनती हैं जहां दो प्लेट्स एक दूसरे से अलग होती हैं। मध्य-महासागरीय पर्वत श्रेणियां (उदाहरण के लिए मध्य- महासागरीय श्रेणी) तथा विभ्रंश के सक्रिय क्षेत्र (जैसे अफ्रीका की महान विभ्रंश घाटी) दोनों अपसारी सीमाओं के उदाहरण हैं।
3. अभिसारी सीमाएं (विध्वंसक) (या सक्रिय किनारे) वहां बनते हैं जहां दो प्लेटें एक दूसरे की ओर या तो सामान्यत: एक भ्रंश क्षेत्र (जब एक प्लेट दूसरी के नीचे सरकती है) या एक महाद्वीपीय टकराव पैदा करती हैं (यदि दोनों प्लेट्स में महाद्वीपीय पर्पटी (क्रस्ट) है)। गहरी समुद्री खाइयां विशेष रूप से भ्रंश क्षेत्रों से जुड़ी होती हैं। भ्रंश पट्टी में बहुत से सजल खनिज होते हैं जो गर्म होने पर पानी छोड़ते हैं, यह पानी मैंटल के पिघलने का कारण बनता है जिससे ज्वालामुखी पैदा होते हैं। इसके उदाहरण दक्षिणी अमेरिका में एंडीज पर्वत तथा जापानी द्वीप हैं।
4. प्लेट सीमा क्षेत्र वहां बनते हैं जहां पारस्परिक क्रिया असपष्ट होती है तथा चौड़ी कटिबंधीय सीमाएं सही तरह से निरूपित नहीं हैं।

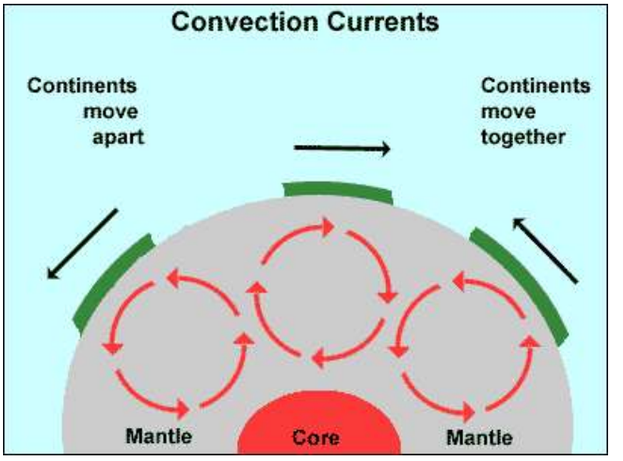
प्लेट गति

प्लेट्स कैसे चलती हैं

पृथ्वी जो कि रेडियोधारी प्रमुख ताप उत्पादक समस्थानिकों (आइसोटोप) जैसे पोटेशियम-40, यूरेनियम-238 तथा थोरियम-232 आदि की शक्ति द्वारा, आंतरिक ठोस लौह क्रोड, ये

टिप्पणी

विवर्तनिक प्लेट्स अलग अलग गति से तथा विभिन्न दिशाओं में एक अधिक गर्म, नर्म सतह के ऊपर, अधिक पिटवां चट्टान जिसे एस्थिनोस्फियर कहते हैं, की ओर चलती हैं। क्योंकि यहां बहुत उच्च तापमान तथा सघन दबाव पाया जाता है, तो एस्थिनोस्फियर का सबसे ऊपरी भाग टूट जाता है तथा ठीक पृथ्वी की सतह के नीचे प्राय: प्लास्टिक की तरह बहने लगता है। एस्थिनोस्फियर की यही विशेषता प्लेट्स को इंच दर इंच पृथ्वी की सतह के चारों ओर उनकी एक अनंत यात्रा की ओर जाने देती है जो मनुष्य के नाखूनों की बढ़ने की गति से अधिक नहीं होती है।



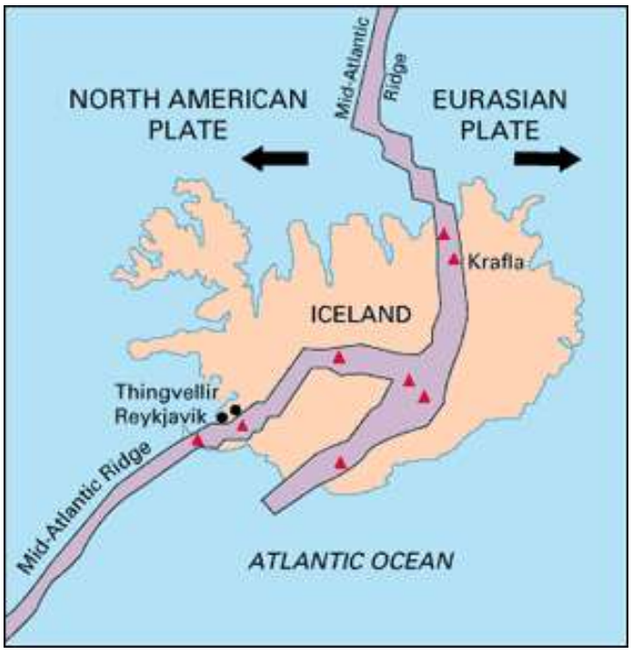
एक विचार है जो एस्थिनोस्फियर के बहने की क्षमता का वर्णन करता है वह है संवहन धारा का विचार। जब रेडियोधर्मी क्रोड के नजदीक की मैंटल चट्टान गर्म होती है, वे ठंडी, ऊपरी मैंटल चट्टान की अपेक्षाकृत कम घनत्व की हो जाती है। ये अधिक गर्म चट्टानें ऊपर उठती हैं जबकि ठंडी चट्टानें डूबती हैं, जिसके कारण मैंटल में मंद तथा लम्बवत प्रवाह बनता है (ये संवहन धाराएं मैंटल चट्टानों को प्रतिवर्ष कुछ ही सेमी सरकाती हैं)। ठंडी तथा गर्म मैंटल चट्टानों की ये गति मैंटल के अंदर घुमाव की संचिकाओं की संरचना करती है जिन्हें संवहन सेल कहते हैं। इन संवहन सेल्ज की घुमाव प्रक्रिया को ही एस्थिनोस्फियर के ऊपर टेक्टॉनिक (विवर्तनिक) प्लेट्स को धकेलने के पीछे की मुख्य शक्ति कहा जा सकता है।

प्लेट सीमाएं

यहां तीन प्रकार की प्राथमिक टेक्टॉनिक प्लेट सीमाएं हैं– अपसारी सीमाएं अभिसारी सीमाएं तथा परिवर्तनशील सीमाएं। जैसे विशाल प्लेट्स सरकती हैं, अपसार(अलग अलग होना) या अभिसार(इकट्ठे होना) की सीमाओं के साथ साथ जबरदस्त ऊर्जा पैदा होती है जिससे भूचाल आते हैं जो पृथ्वी की सतह को बदलते हैं। जबकि सभी प्लेट्स अलग अलग गति के साथ तथा एक दूसरे से अलग होकर सरकती हैं, तो प्लेट्स का सारा अन्त:संबंध एक अबूझ पहेली बन जाता है। कोई भी एक प्लेट दूसरी को प्रभावित किए बिना नहीं सरक सकती है तथा एक की गतिविधि हजारों मील दूर किसी अन्य को प्रभावित कर सकती है। उदाहरण के लिए, अफ्रीकन प्लेट के दक्षिणी अमेरिकी प्लेट से दूर हटने के साथ अटलांटिक महासागर और भी चौड़ा हो जाता है, दस हजार मील से भी दूर प्रशांत महासागर का तल भी गहरी खाइयों में बदल जाता है। (सभी चित्र USGS संगठन के सौजन्य से हैं)

टिप्पणी

अपसारी सीमाएं : प्लेटों के एक दूसरे से दूर खिंचने से अपसारी सीमाओं पर नई पर्पटियों(क्रस्ट) की रचना होती है। महासागरों का जन्म होता है तथा प्लेटों के फैलने पर या खिंचने पर आकार बढ़ता है। जैसे नीचे दिखाया गया है, जब जमीन पर एक अपसारी सीमा बनती है या अलगाव होता है तो समय बीतने पर जमीन अलग अलग टुकड़ों में टूट जाएगी तथा उसके चारों ओर का पानी उनके बीच के खाली स्थान पर भर जाएगा।



अध्ययन के लिए आइसलैंड वैज्ञानिकों को एक प्राकृतिक प्रयोगशाला उपलब्ध करवाता है - जमीन पर - एक अपसारी सीमा के जलमग्न भागों के साथ-साथ जो प्रक्रिया होती है। आइसलैंड मध्य-अटलांटिक पर्वत श्रेणी - उत्तरी अमेरिका तथा यूरेशियन प्लेट्स के बीच एक अपसारी सीमा, के साथ साथ अलग होता जा रहा है। क्योंकि उतरी अमेरिका पश्चिम की ओर तथा यूरेशिया पूर्व की ओर सरकता है, तो अपसारी सीमा के दोनों ओर नयी क्रस्ट(पर्पटी) की रचना होती है। जबकि नए क्रस्ट की रचना सीमा के दोनों ओर आइसलैंड को एक नया आकार देती है, यह सीमा के साथ साथ एक दरार की भी रचना करती है। आइसलैंड भविष्य में किसी न किसी बिन्दु पर जमीन के दो टुकड़ों में जरूर बंटेगा क्योंकि अटलांटिक का पानी किसी न किसी समय गहरी तथा चौड़ी होती जगह में जरूर भरा जाएगा।

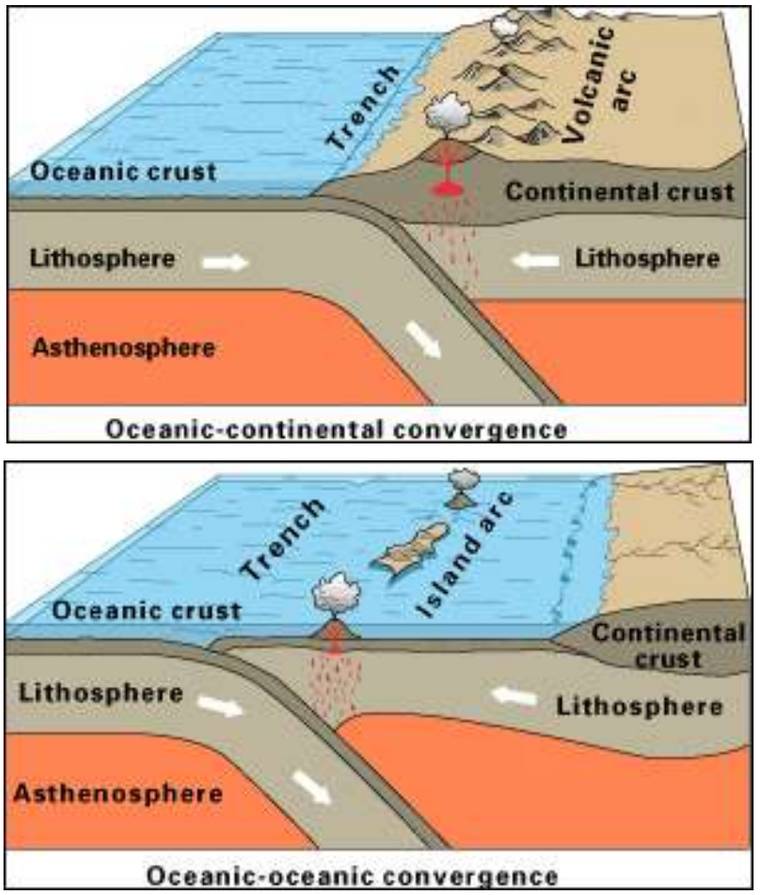
अभिसारी सीमाएं : क्योंकि एक प्लेट दूसरी के नीचे चली जाती है इसलिए यहां क्रस्ट का नाश हो जाता है तथा फिर से पृथ्वी के अंदर पुनर्निर्माण शुरू हो जाता है। इन्हें भ्रंश क्षेत्रों के रूप में जाना जाता है - जहां पर प्लेट्स अभिमुख होती हैं वहां प्रायः पर्वत तथा ज्वालामुखी पाये जाते हैं। यहां तीन प्रकार की अभिसार सीमाएं हैं : महासागरीय-महाद्वीपीय अभिसारी महासागरीय-महासागरीय अभिसारी तथा महाद्वीपीय-महाद्वीपीय अभिसारी।

महाद्वीपीय-महाद्वीपीय अभिसार

जब एक महासागरीय प्लेट एक महाद्वीपीय प्लेट के नीचे अंदर की ओर सरकती है, तो ऊपर चल रही महाद्वीपीय प्लेट ऊपर उठ जाती है तथा एक पर्वतश्रृंखला का निर्माण होता

टिप्पणी

है। यद्यपि महासागरीय प्लेट पूरी की पूरी तथा लगातार आराम से भ्रंश खाई में डूब जाती है तथा निचली प्लेट का सबसे गहरा भाग छोटे-छोटे टुकड़ों में बंट जाता है। अचानक हिलने तथा बड़े भूकंप आने से पहले ये छोटे टुकड़े लंबे समय तक एक जगह बंद हो जाते हैं। कुछ भूकंप प्राय: जमीन के कुछ ही मीटर ऊपर उठने के कारण ही आ जाते हैं।



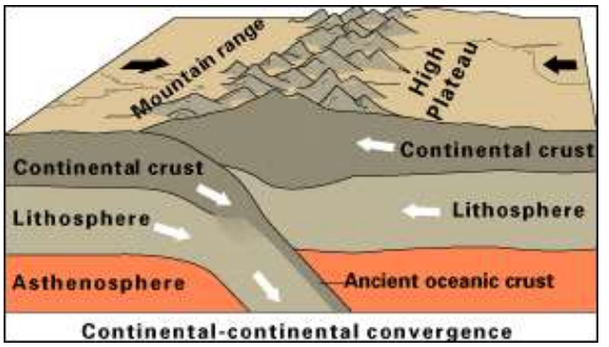
जब दो महासागरीय प्लेट्स अभिमुख होती हैं तो समान्यत: एक दूसरी के नीचे सरक जाती है तथा इस प्रक्रिया में एक गहरी महासागरीय खाई की रचना होती है। उदाहरण के लिए 'मरिआना खाई' एक गहरी खाई है जो फिलिपीन प्लेट के प्रशांत प्लेट के नीचे जाने से बनी है। महासागरीय-महासागरीय प्लेट अभिसार भी समुद्रतल के नीचे ज्वालामुखियों के कारण बना है। ऐसे ज्वालामुखी विशेषकर शृंखला में फूटते हैं जिन्हें द्वीपीय चाप कहा जाता है।

महाद्वीपीय-महाद्वीपीय अभिसार

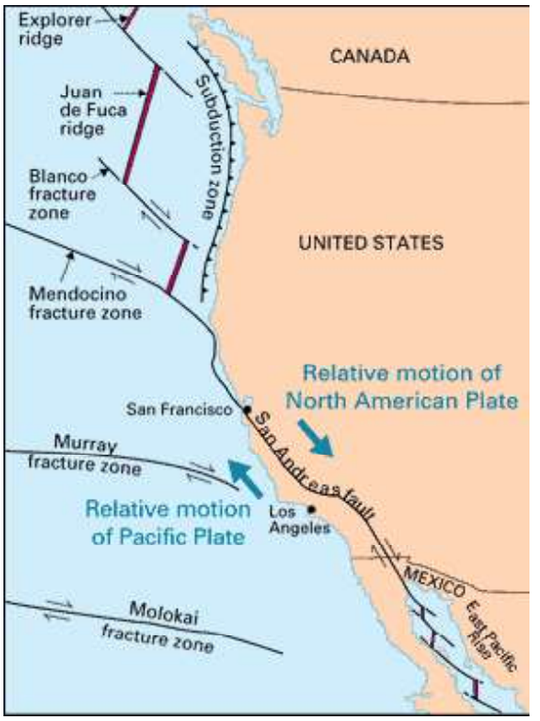
जब दो महाद्वीप आमने सामने होते हैं, तो किसी का भी अपभ्रंश नहीं होता है क्योंकि महाद्वीपीय चट्टानें अपेक्षाकृत हल्की होती हैं, जैसे दो टकराते हुए हिमखंड, नीचे की ओर जाने वाली गति का विरोध करते हैं। इसकी बजाय, क्रस्ट (पर्पटी) झुकने लगती है तथा ऊपर या बराबर की तरफ धकेली जाती है। पचास लाख साल पहले भारत के एशिया से टकराने के कारण यूरेशिया प्लेट ऊपर की ओर उठी तथा उसने इंडियन प्लेट को कुचल दिया। टकराव के बाद, लगातार कई लाख सालों तक दो प्लेटों में मन्द अभिसार

ने हिमालय तथा तिब्बती पठारों को उनकी वर्तमान ऊंचाई तक पहुंचाया। इसका अधिकतर विकास पिछले दस लाख सालों में ही हुआ है।

टिप्पणी



आकृति-भ्रंश सीमाएं: आकृति-भ्रंश सीमाएं वे हैं जहां दो प्लेट्स एक दूसरे को क्षैतिजाकार रूप से काटती हैं। ये आकृति सीमाओं या बहुत सामान्यत: भ्रंश के रूप में जानी जाती हैं।



अधिकतर आकृति-भ्रंश महासागरीय तल पर पाये जाते हैं। सामान्यत: ये सक्रिय पर्वत श्रेणियों को प्रतिसंतुलित करते हैं, टेढ़े-मेढ़े प्लेट हाशिये (किनारे) बनाते हैं, तथा साधारणतया हल्के भूकंपों से प्रतिपादित होते हैं। कुछ एक, फिर भी, धरती पर होते हैं। कैलिफोर्निया में सान एंडरियाज भ्रंश क्षेत्र एक आकृति-भ्रंश है जो पूर्वी प्रशांत राइज, दक्षिण की ओर एक अपसारी सीमा, को दक्षिणी गोर्डा – जुआन डे फुका, जो उत्तर की ओर अन्य अपसारी सीमा है, से जोड़ता है। सान एंडरियाज उन कुछ आकृति-भ्रंशोण में से है जो धरती पर दिखाई देते हैं। सान एंडरियाज भ्रंश जो लगभग 1300 कि.मी. लंबा तथा कई स्थानों पर 10 कि.मी. तक चौड़ा है, कैलिफोर्निया की कुल लंबाई के दो तिहाई को काटता है। इसके साथ प्रशांत प्लेट पिछले दस लाख साल से उत्तरी अमेरिकन प्लेट

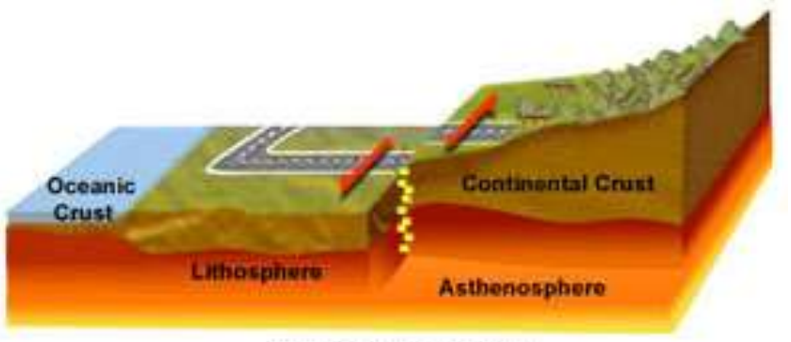
को 5 सेमी प्रतिवर्ष की औसत दर से क्षैतिजाकार काट रहा है। भ्रंश क्षेत्र के पश्चिम की ओर की जमीन (प्रशांत प्लेट) भ्रंश क्षेत्र के पूर्व दिशा की ओर की जमीन के सापेक्ष उत्तर पश्चिम दिशा (उत्तर अमेरिकन प्लेट) में खिसक रही है।

टिप्पणी

आकृति सीमाएं

अधिकतर सीमाएं या तो अपसारी हैं या अभिसारी हैं, लेकिन कुछ स्थानों पर पार्श्विक गति के समानियोजन के लिए आकृति सीमाएं होती हैं, जिनमें प्लेट्स एक के बाद एक खिसकती हैं। महाद्वीपों पर इस प्रकार की सीमाएं बहुत दुर्लभ हैं, लेकिन जहां पर ये होती हैं वहां बहुत नाटकीय होती हैं। उदाहरण के लिए, कैलिफोर्निया में सान एंडरियाज भ्रंश एक सतत-महाद्वीपीय आकृति सीमा है, हल्के भूकंप (जैसे 1906 तथा 1989 के सान फ्रांसिस्को भूकंप) आते हैं, लेकिन वहां एक प्रकार का स्थलाकृति का सुखद एहसास भी है। न्यूजीलैंड में एल्पाइन भ्रंश भी इसके बहुत समान है। अधिकतर आकृति सीमाएं जमीन पर नहीं होती हैं, बल्कि छोटे खंडों में मध्य-महासागरीय पर्वत श्रेणियों के साथ होती हैं।

कुछ एक सीमाएं साधारण अवधारणा को चुनौती देती हैं तथा जिन्हें 'प्लेट सीमा क्षेत्र' वर्ग में रखा जाता है। उदाहरण के लिए, एक जटिल भूकंप प्रतिमान भूमध्यसागरीय क्षेत्र में यूरेशियन तथा अफ्रीकन प्लेट्स के बीच में एक बड़ा, बहुत प्रसिद्ध प्लेट सीमा क्षेत्र बनाया गया है।



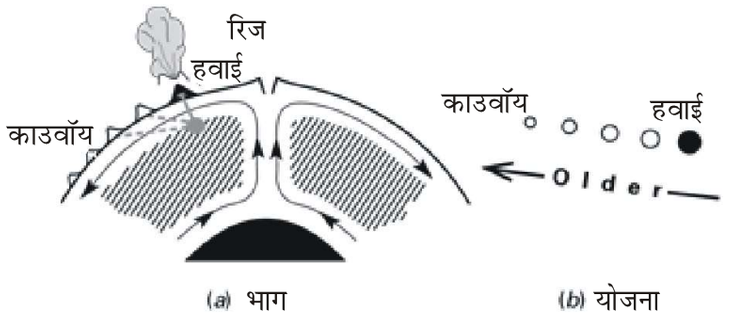
ट्रांसफार्म सीमा

प्लेट सीमाओं से दूर भू-वैज्ञानिक गतिविधि

ऊपर वर्णित सीमाएं पृथ्वी पर बहुत बड़ी संख्या में ज्वालामुखीय तथा भूकंपीय गतिविधियों के परिकलन के लिए हैं। बहुत अधिक आंकड़े जो प्लेट टेक्टॉनिक योजना में हम जानते हैं, फिर भी, अपवाद निकल ही आते हैं। हवाई के लिए क्या परिकलन हो सकता है, उदाहरण के लिए, प्रशांत प्लेट के मध्य में लंबे समय से ज्वालामुखी गतिविधि का एक दृश्य जहां कोई भ्रंश अथवा मैग्मा की उत्पति के लिए कोई कारण नहीं है?

1963 में J. Tuzo Wilson एक कनाडाई भू-भौतिकी वैज्ञानिक, ने यह सिद्धांत दिया कि मैंटल में निश्चल उष्मबिंदु थे, गर्म मैग्मा के पतले पिच्छकों ने बुंसेन बर्नर कि तरह काम किया जिनसे प्लेट्स उनके ऊपर आ गिरी। हवाई द्वीप एक लंबी, रेखाकारशृंखला है जिसमें हवाई द्वीप पर ज्वालामुखी विस्फोट, तथा उत्तर पश्चिम की ओर कटे हुए ज्वालामुखीय द्वीप आदि हैं। विल्सन की हॉटस्पॉट थ्योरी के अनुसार, द्वीपों की शृंखला एक मैंटल पिच्छक के ऊपर प्रशांत प्लेट की उत्तरपश्चिमी हलचल को प्रदर्शित करती है।

टिप्पणी



J. Tuzo Wilson का Hawaiian हॉट स्पॉट का असली चित्र
(Canadian Journal of Physics की अनुमति से प्रयोग किया गया)

विल्सन के सिद्धान्त का एक महत्वपूर्ण तात्पर्य यह था कि क्योंकि हॉटस्पॉट्स निश्चल थी, हॉटस्पॉट पट्टी को प्लेट गति के इतिहास की जानकारी के लिए प्रयोग किया जा सकता था। उदाहरण के लिए, हवाईयन शृंखला की पट्टी उत्तर पश्चिम की ओर पानी के नीचे की एक शृंखला के रूप में चलती है जिसमें कोई भी लंबे समय से सक्रिय ज्वालामुखी नहीं है। एक बार ज्वालामुखीय विस्फोटों के रुकने पर, महासागरीय लहरों का काम शुरू हो जाता है जो द्वीप को समुद्री स्तर के ठीक नीचे तक काटती हैं, इसी बिन्दु पर इन्हें सी-माउंट्स कहा जाता है। हवाईयन हॉटस्पॉट्स के साथ द्वीप तथा सी-माउंट्स का संबंध प्रशांत प्लेट की गति का एक इतिहास बताता है, जो लगभग 28 लाख साल पहले पूर्वाभिमुख हुआ लगता है। विश्व की अन्य हॉटस्पॉट् पट्टियों को एक ग्लोबल प्लेट टेक्टॉनिक (विवर्तनिक) इतिहास की पुनः संरचना के लिए एक समान व्यवहार में प्रयोग किया जा सकता है।

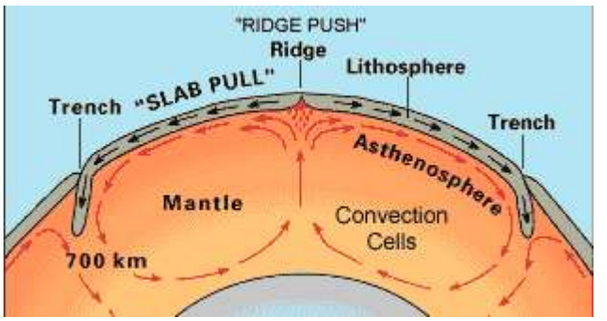
चालक बल क्या हैं?

हॉटस्पॉट्स ने इस बात को और पुष्ट किया कि प्लेटें लगातार और नियमित रूप से खिसक रही हैं। हालांकि विडंबना यह है, कि जिस सवाल की वजह से वेगेनर का उपहास हुआ था, वह आज भी गंभीर बहसों का मुद्दा है कि आखिर प्लेटों की गति का चालक क्या है? प्लेटें लगातार खिसक रही हैं और एक-दूसरे की प्रतिक्रिया में खुद को पुनर्व्यवस्थित कर रही हैं। अंततः, एक नए पैंजिया (या एकमात्र विशाल महाद्वीप) का निर्माण होगा, वह बनेगा, टूटेगा और पृथ्वी फिर से निर्मित होगी। आखिर इन प्लेटों के लगातार खिसकने का कारण क्या है?

हेस ने यह माना कि मैंटल संवहन मुख्य प्रेरणा शक्ति थी - गर्म, कम घना पदार्थ मध्य सागर रिज के साथ ऊपर चढ़ता है, ठंडा होता है, सबडक्शन क्षेत्र में बैठ जाता है, और प्लेटें इन संवहन कोशिकाओं की 'सवारी' करती हैं।

हालांकि इसमें कोई शक नहीं कि मैंटल में संवहन होता हैं, वर्तमान मॉडलिंग के अनुसार यह इतना आसान नहीं है। कई भूवैज्ञानिकों का तर्क है कि संवहन बल विशाल लिथोस्फेरिक प्लेटों जैसे उत्तरी अमेरिकी प्लेट, को खिसकाने के लिए पर्याप्त नहीं है। वे सुझाव देते हैं कि मुख्य प्रेरणा शक्ति गुरुत्वाकर्षण है: ठंडे, घने समुद्री क्रस्ट सबडक्शन क्षेत्र में डूब जाते हैं, और इसके साथ ही बाकी की प्लेट भी। इस सिद्धांत के अनुसार, प्रसारित रिज पर मैगमेटिक घुसपैठ निष्क्रिय हैं यहां मैग्मा केवल दो प्लेटों के अगल होने से बने छेद को भरता है।

टिप्पणी



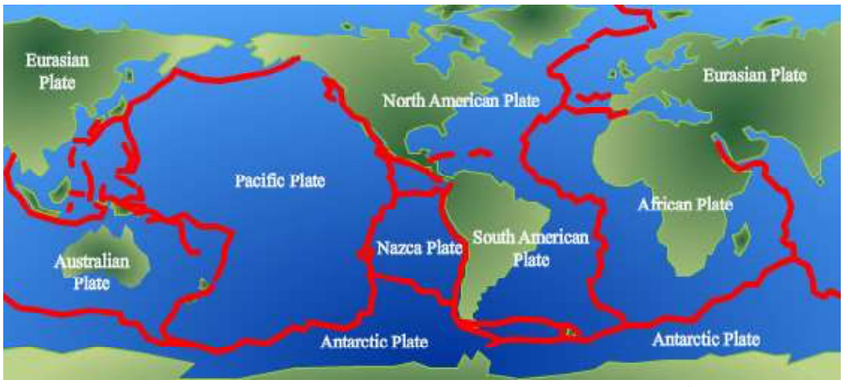
रिज पुश और स्लैब पुश ये दो तरीके हैं जिससे गुरुत्वाकर्षण प्लेटों को गति में रखती है। ध्यान दें कि संवहन प्रकोष्ठों और एक दूसरे के उपर पड़ी प्लेटों पर तीर एक ही दिशा मे जा रहा है। यह चित्र यू एस जियोलोजिकल सर्वे के प्रकाशन 'दिस डायनैमिक अर्थ' से संदर्भित है।

बेशक, गुरुत्व और संवहन दोनों ही प्लेटों की गति के लिए ऊर्जा आपूर्ति करते हैं। हालांकि उनका तुलनात्मक योगदान बहस और शोध का विषय हैं।

प्लेट विवर्तनिक सिद्धांत की शक्ति उसके द्वारा हमें भूगर्भिक गतिविधियों को समझाने की क्षमता में निहित है जो हम रिकार्ड और वर्तमान में देखते हैं उससे बारीकियों की हमारी समझ विकसित होती है और हम अपने ग्रह के बारे में अधिक जान पाते हैं, लेकिन प्लेट विवर्तनिकी वास्तव में वो आधार है जिसपर भूविज्ञान का निर्माण हुआ है।

प्लेटों का वितरण

प्लेट सीमाओं का वितरण



चित्र में प्रमुख प्लेट सीमाएं स्रोत: MBG ऊपर दी गई नौ बड़ी प्लेटों के साथ-साथ कम से कम तीन दर्जन छोटी या माइक्रो प्लेट हैं, जैसे ओखोत्स्क, आमुर, ओकिनावा, कैरिबियन, मोलुका सी, बांडा सी, तिमोर, बडर्स हेड, माओके, केरोलाइन, मरियाना, नॉर्थ बिस्मार्क, मानस, साउथ बिस्मार्क, सोलोमन सी, वुड लार्क, न्यू हिब्राइड्स, कॉनवे रीफ, बालमोरल रीफ, फुटुना, निआफो, टोंगा, करमाडेक, रिवेरा, गालापेगस, ईस्टर, जुआन फर्नांडिस, पनामा, नॉर्थ एंडीज, शेटलैंड, सैंडविच, एजियन सी और एनातोलिया। ज्वालामुखीय या भूकंप के लिहाज से सक्रिय महाद्वीपीय क्षेत्र, जैसे अल्पाइन-हिमालय पर्वत मेखला, फिलीपीन द्वीप, पेरुवियाई एंडीज, सिएरा पांपिनास या पश्चिमी अमेरिका, को प्लेट या माइक्रोप्लेट के स्थान पर ओरोजेन कहना ज्यादा सटीक होगा।

टिप्पणी

Plate	Area (±) in 10^6 km^2	Growth rate in km^2/100 yr	Plate type in its main part
Pacific	108	-52	OCEANIC
Africa	79	+30	CONTINENTAL
Eurasia	69	-6	CONTINENTAL
Indo-Australian	60	-35	CONTINENTAL
North American	60	+9	CONTINENTAL
Antarctic	59	+55	CONTINENTAL
South America	41	+13	CONTINENTAL
Nazca	15	-7	OCEANIC
Arabic	4.9	-2	CONTINENTAL
Caribbean	3.8	0	OCEANIC
Cocos	2.9	-4	OCEANIC
Philippian	5	n.d.	OCEANIC
Somali	n.d.	n.d.	CONTINENTAL
Juan de Fuca	n.d.	n.d.	OCEANIC
Gorda	n.d.	n.d.	OCEANIC
Scotia	n.d.	n.d.	OCEANIC
Southeast Asia	n.d.	n.d.	CONTINENTAL
Indian	n.d.	n.d.	CONTINENTAL

मुख्य महाद्वीपीय व समुद्रीय प्लेटों की वृद्धि दर

अपनी प्रगति जांचिए

5. भूवैज्ञानिकों ने पृथ्वी की सतह को कितनी मुख्य प्लेटों में विभक्त माना है?

(क) 3 से 4 (ख) 10 से 12

(ग) 5 से 6 (घ) 7 से 8

6. प्राथमिक टेक्टॉनिक प्लेट सीमाएं कितने प्रकार की हैं?

(क) 1 (ख) 2

(ग) 3 (घ) 4

2.5 क्षेत्र की भूकंपीयता

सीमाओं के साथ विवर्तनिक गतिविधियां : पर्वत निर्माण, भूकंप और ज्वालामुखीय क्रियाकलाप

चट्टानों का विरूपण, जिसे विवर्तनिकी या डायस्ट्रोफिज्म कहा जाता है, पृथ्वी के आंतरिक भाग से ऊर्जा के निर्गमन और पुनर्वितरण के परिणामस्वरूप होता है। यह ऊर्जा धरती के भीतर होनेवाली रेडियोधर्मी क्षय से निकलने वाली ऊष्मा और गुरुत्वाकर्षण शक्ति के संयोजन से पैदा होती है। पृथ्वी के आंतरिक भाग में असमान तापन (या द्रव्यमान का असमान वितरण) दबाव में भिन्नता, या ग्रेडिएंट्स बनाते हैं। ये दबाव ग्रेडिएंट्स चट्टानों के संपीड़न, विस्तार, उत्थान, या घटाव का कारण बनते हैं। नतीजतन, चट्टानों का विरूपण हो जाता है और यह पृथ्वी की सतह के बराबर में खिसकने लगते हैं। विरूपित होने पर चट्टानों का टूटना, मुड़ना, आवरण बनना, प्रवाह (ठोस रूप में), और खिसकना होता है, यहां तक कि वे पिघल भी सकते हैं। संरचनाए जो विवर्तनिकी के पिछले प्रकरण का संकेत देती हैं के अंतर्गत फेल्ट्स, परत और ज्वालामुखी शामिल हैं। गतिविधियां जो सक्रिय विवर्तनिकी का संकेत देती हैं, के अंतर्गत भूकंप और ज्वालामुखी विस्फोट शामिल हैं।

टिप्पणी

विवर्तनिकी को आम तौर पर श्रेणियों के विरूपण में विभाजित किया जाता है– ऑरोजेनेसिस और एपिरोजेनेसिस। ऑरोजेनेसिस (यूनानी शब्द ओरोस से बना है जिसका अर्थ पर्वत और उत्पत्ति होता है), या पर्वत निर्माण, जिसके अंतर्गत शामिल हैं फौल्टिंग, फोल्डिंग और ज्वालामुखीय घटना के द्वारा पर्वत श्रृंखला का निर्माण। अधिकांश पर्वत श्रृंखलाएं वहां बनती हैं जहां लिथोस्फेरिक प्लेटें संघनित (प्लेट मार्जिन के साथ) होती हैं और ये प्लेट विवर्तनिकी का नतीजा हैं। एपिरोजेनेसिस (एपिरोस का अर्थ है मुख्य भूमि) के अंतर्गत पृथ्वी स्थलमंडल के बड़े क्षेत्रों का ऊर्ध्वाधर विस्थापन (उत्थान या घटाव) शामिल है जो कि ऑरोजेनेसिस में बनने वाली स्थलमंडल की लम्बी बेल्टों का विपरीत है। एपिरोजेनेसिस और ऑरोजेनेसिस के बीच कई और महत्वपूर्ण अंतर भी हैं। फोल्डिंग और फौल्टिंग एपिरोजेनेसिस में कम महत्वपूर्ण है और इसमें अक्सर ज्वालामुखीय घटनाएं शामिल नहीं होती। साथ ही एपिरोजेनेसिस प्लेट विवर्तनिकी से सम्बंधित नहीं है और ये प्लेट के सभी क्षेत्रों में समान होता है, सिर्फ किनारों पर नहीं।

ऑरोजेनेसिस का परिणाम स्पष्ट हैं– पर्वत। एपिरोजेनेसिस आमतौर पर ज्यादा सूक्ष्म होते हैं। सामग्री के एक क्षेत्र से क्षरण क्रस्टल मॉस में कमी के परिणामस्वरूप उत्थान (epeirogenesis) पैदा कर सकते हैं। इसके विपरीत, पृथ्वी के बाह्य पटल के किसी एक क्षेत्र से क्षरित अवसाद किसी और क्षेत्र में संचित हो सकते हैं। इन जमा अवसादों का भार क्रस्ट के घटाव (epeirogenesis) का कारण बन सकते हैं। इन उदाहरणों में ऊर्ध्वाधर गति का कारण गुरुत्वाकर्षण होता है और परिणाम स्वरुप क्रस्टल द्रव्यमान में परिवर्तित होता है। इस तरह की गतिविधियों को आइसोस्टैटिक समायोजन के रूप में जाना जाता है। वे सबसे ज्यादा आम लेकिन सूक्ष्म एपिरोजेनिक गतिविधियां होती हैं।

साठ के दशक के प्लेट विवर्तनिक सिद्धांत के विकास के पहले, कई ऐसे सिद्धांत प्रस्तावित किए गए जिसमें क्षेत्रीय विवर्तनिक गतिविधि की व्याख्या करने की कोशिश की गयी थी, विशेष रूप से पर्वत निर्माण की।

इनमें से कोई भी सिद्धांत पर्याप्त रूप से गतिविधियों और संरचनाओं की व्याख्या नहीं कर पाया। एक मुख्य कारण प्लेट विवर्तनिक सिद्धांत के इतने जल्दी और व्यापक रूप से स्वीकार्यता की एक वजह यह रही की इसने विविध विवर्तनिक प्रक्रियाओं का एक व्यावहारिक विवरण प्रदान किया।

वास्तव में, प्लेट विवर्तनिकी को 'भूविज्ञान के एकीकृत सिद्धांत' का नाम दिया गया है क्योंकि यह पृथ्वी के भूविज्ञान के कई विभिन्न पहलुओं की व्याख्या करता है। धरती की कई गतिविधियां जिन्हें पहले एक दूसरे से अलग माना जाता था वे अब सम्बंधित माने जाने लगे। नतीजतन, विवर्तनिक अनुसंधान अब अत्यधिक अंतर्विषयक माना जाता है।

हालांकि विरूपण के किसी एक भी प्रकरण के कारणों और प्रभावों की व्याख्या में अक्सर बड़ी संख्या में भूगर्भिक उप विषयों (संरचनात्मक भूविज्ञान, सेडिमेंटोलजी, जियोमार्फोलजी, भू-रसायन, आदि) से जानकारियों की जरूरत पड़ती है। और इसे और भी जटिल बनाते हुए, पृथ्वी के अधिकांश क्षेत्रों में कई सारे प्लेटॉनिक प्रकरण होते हैं।

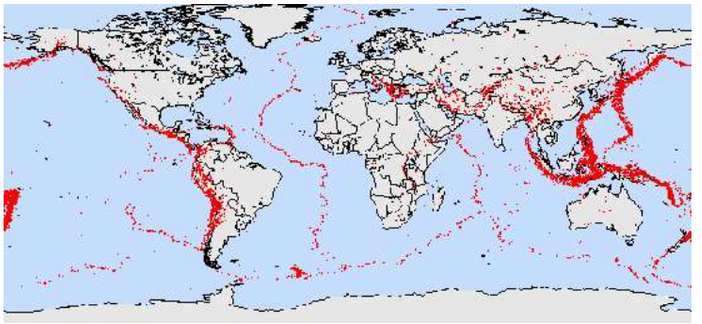
भूकंप और ज्वालामुखी मुख्य रूप से प्लेट सीमाओं के साथ पाए जाते हैं। सीमाओं के प्रकार फ्रिक्वेंसी और घटना का प्रकार बदलते हैं।

टिप्पणी

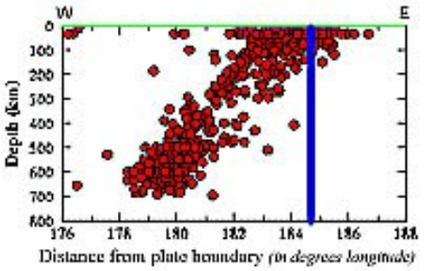
- प्लेटें एक-दूसरे को सीमाओं पर तीन तरीके से प्रभावित करती हैं- एक-दूसरे से अलग होना, संघनित होना या एक दूसरे पर फिसलना।
- प्लेटें दो प्रकार के क्रस्ट से बनी होती हैं- समुद्री और महाद्वीपीय। समुद्री क्रस्ट महाद्वीपीय परत की तुलना में पतली और घनीभूत होती हैं। एक अकेली प्लेट में महाद्वीपीय और समुद्री दोनों क्रस्ट हो सकती हैं।

गुरुत्वाकर्षण और मेंटल संवहन प्लेटों की गति के प्रमुख कारण हैं–

1962 तक, पृथ्वी की सतह के खिसकने का विचार, क्रांतिकारी नहीं समझा जाने लगा था। महाद्वीपीय बहाव और समुद्री सतह के फैलने की अवधारणाओं ने भूविज्ञान में क्रांतिकारी परिवर्तन ला दिया और शोधकर्ता उत्साह के साथ मौजूदा आंकड़ो की अपनी व्याख्याओं में संशोधन करने लगे। उदाहरण के लिए, भूवैज्ञानिकों ने यह पहचान लिया था कि भूकंप अनियमित रूप से पृथ्वी पर वितरित नहीं रहते हैं।



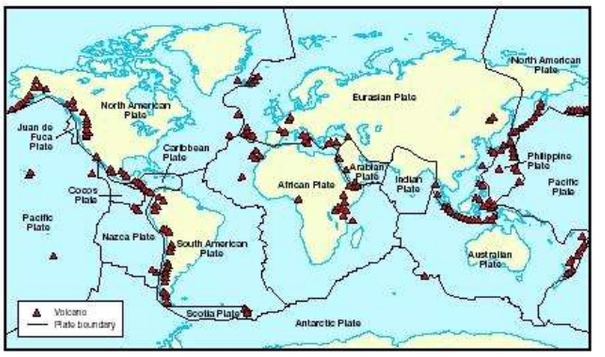
भूकंप को लाल रंग में दिखाया गया है, इस चित्र को क्वेस्ट का उपयोग करते हुए निर्मित किया गया है, जो कार्नेल विश्वविद्यालय में डिस्कवर अवर अर्थ के माध्यम से संचालित इनटरैक्टिव मानचित्रण टूल है।



टोंगा क्षेत्र में भूकंपों का क्रास सेक्शन ब्लू लाइन प्लेट सीमा का संकेत करते है

वास्तव में भूकंप, हैरी हेस द्वारा तैयार की गई सीमाओं के साथ केंद्रित हैं। सभी भूकंप एक जैसी गहराई में उत्पन्न नहीं होते हैं। जहां हेस का ये मानना था कि समुद्र के तल की चट्टानें सबडक्शन क्षेत्रों में नीचे होती हैं, भूकंप वास्तव में सतह से 0-33 किलोमीटर की उथली गहराई, और सतह के नीचे लगभग 700 किलोमीटर की गहराई में भी होते हैं। दूसरी ओर, केवल उथले भूकंप (0 से 33 कि.मी. की गहराई) फैली रिज पर ही दर्ज होते हैं। इन आंकड़ों ने अधिक विस्तृत क्रॉस सेक्शन बनाने में भूवैज्ञानिकों की मदद की जो ये दिखाते हैं कि प्लेटें फैली रिज पर पतली होती हैं, और सबडक्शन लंबी दूरियों को बढ़ाता है और प्लेटों को महाद्वीपों के गहरे नीचे ले जाती हैं।

टिप्पणी

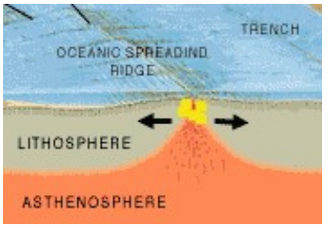


ऐतिहासिक रूप से सक्रिय ज्वालामुख्यों को लाल रंग में दिखाया गया है इस चित्र को फनमेज का उपयोग करते हुए निर्मित किया गया है, जो कार्नेल विश्वविद्यालय में डिस्कवर अवर अर्थ के माध्यम से संचालित इनटरैक्टिव मानचित्रण टूल है

भूकंप के समान ही, कई तरह के ज्वालामुखी भी प्लेट सीमाओं के साथ बनते हैं। अधिकांशतः ज्वालामुखी विस्फोट खबरों में आते हैं जैसे, 1980 के माउंट सेंट हेलेंस में विस्फोट, जो सबडक्शन जोन के पास हुआ था। ये विनाशकारी, स्फोटन मैग्मा की संरचना को प्रतिबिंबित करते हैं- यह बहुत गाढ़ा होता है और इस तरह आसानी से प्रवाह नहीं कर सकता है। इसके विपरीत, फैली रिज के साथ होने वाले ज्वालामुखीय विस्फोट ज्यादा हलके होते हैं, क्योंकि ये विस्फोट 2 से 3 किलोमीटर पानी में होते हैं और इसलिए भी कि इसका मैग्मा कम गाढ़ा होता है।

प्लेट बाउंडरीज़

भूकंप और ज्वालामुखी के वितरण के बारे में इन अवलोकनों ने भूवैज्ञानिकों की उन प्रक्रियाओं की व्याख्या करने में मदद की जो फैली रिज और सबडक्शन जोन में होती हैं। इसके अलावा, इसने वैज्ञानिकों को यह समझने में मदद की कि प्लेट सीमाओं के अन्य प्रकार भी हैं। सामान्यतया, प्लेट सीमाएं ज्यादा भूगर्भिक गतिविधियों का क्षेत्र हैं जैसे - भूकंप, ज्वालामुखी, और नाटकीय स्थलाकृतियों के जैसे हिमालय जैसी पर्वतश्रृंखला वहां स्थापित है जहां दो या ज्यादा प्लेटें सीमाओं पर मिलती हैं। तीन प्रमुख तरीके हैं जिससे प्लेटें एक दूसरे को सीमाओं पर प्रभावित करती हैं : वे एक दूसरे से दूर जा सकती हैं, वे एक दूसरे के पास आ सकती हैं या वे एक दूसरे पर स्लाइड कर सकते हैं। ये सभी प्रतिक्रियाएं भूकंप, ज्वालामुखी, और स्थलाकृति का एक अलग और विशिष्ट पैटर्न पैदा करती हैं।



डायवर्जेंट बाउंडरीज

भूकम्पों को पीले वर्गों के रूप में दिखाया गया है। इस चित्र को यू एस जिओलोजिकल सर्वे के डायनेमिक अर्थ प्रकाशन से संदर्भित किया गया है

टिप्पणी

डायवर्जेंट सीमाएं

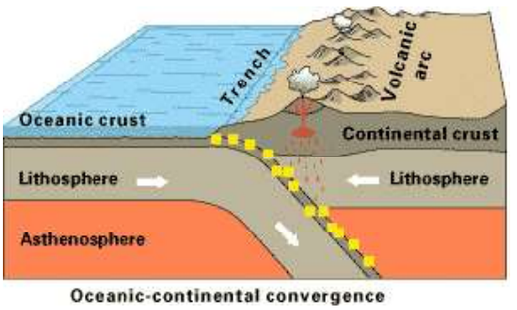
डायवर्जेंट सीमाएं मध्य सागरीय रिज हैं जिन्होने विवर्तनिक प्लेट क्रांति को जन्म दिया- मध्य अट्लांटिक रिज एक अच्छा उदाहरण है। उथले भूकंप और कम लावा प्रवाह मध ्य सागरीय रिज के लक्षण हैं। समुद्री तल रिज पर आसपास की अबेय्सल प्लेन से ऊंची होती हैं क्योंकि यहां चट्टान गर्म होती हैं और इसलिए कम घने और अधिक उछाल के साथ होती हैं, जो इसे प्रसार केंद्र से दूर ले जाते हैं, वे शांत, घने और कम उछाल वाले हो जाते हैं। ये प्रसार मध्य अटलांटिक रिज में 180 मिलियन सालों से हो रहे हैं जिसके परिणामस्वरूप - अटलांटिक महासागर का निर्माण हुआ है।

कनवर्जेंट सीमाएं

कनवर्जेंट सीमाएं भूगोलीय रूप से सबसे ज्यादा क्रियाशील हैं, और इसके विभिन्न लक्षण क्रस्ट के प्रकार पर निर्भर करते हैं। क्रस्ट दो प्रकार के होते हैं– समुद्री और महाद्वीपीय। महाद्वीपीय क्रस्ट मोटे होते हैं प्लवनशील होते हैं। समुद्री क्रस्ट पतले, घने होते हैं और मध्य सागरीय रिज का निर्माण करते हैं। कनवर्जेंट सीमा की गतिविधियां क्रस्ट के प्रकार पर निर्भर करती हैं जिसे आगे विस्तार से बताया गया है

महासागरीय क्रस्ट महासागरीय क्रस्ट से मिलता है

पहली बार घटाव क्षेत्र की कल्पना हैस द्वारा की गई थी, जहां गहरे, महासागरीय क्रस्ट अधिक उत्प्लावक महाद्वीपीय क्रस्ट के नीचे खोह में है। इन सीमाओं को इस प्रकार वर्गीकृत किया गया है: (क) एक उच्च महाद्वीपीय पर्वतश्रृंखला के पास एक बहुत गहरी सामुद्रिक खाई, (ख) बड़ी संख्या में भूकंप जो कि छिछले की तुलना में गहरे होते जा रहे हैं, और (ग) बड़ी संख्या में परस्पर संयोजित ज्वालामुखी। एंडीज का अस्तित्व दक्षिणी अमेरिकी प्लेट के पश्चिमी किनारे पर एक घटाव क्षेत्र में है, वास्तव में, इस प्रकार की सीमा को अक्सर एंडीन मार्जिन कहा जाता है।



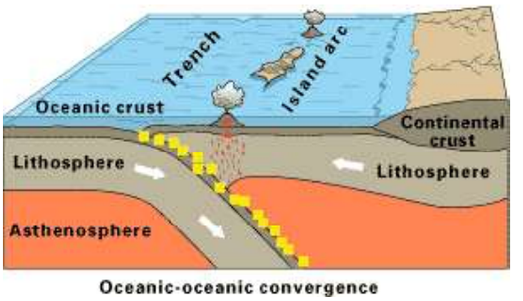
भूकंप को पीले वर्गों द्वारा दिखाया गया है। यह चित्र दिस डायनैमिक अर्थ द्वारा रूपांतरित किया गया है; यू.एस. भूगर्भीय सर्वेक्षण का एक प्रकाशन।

महासागरीय क्रस्ट अधिक बड़े महासागरीय क्रस्ट से मिलता है

जहां दो महासागरीय प्लेटें झुकती हैं, एक घटाव क्षेत्र भी होता है, किंतु परिणाम एंडीन मार्जिन की तुलना में थोड़ा अलग होता है। क्योंकि दो प्लेटों की सघनता समान होती है, अंतत: सामान्यत: पुराने ओशिनिक क्रस्ट ही दूर हो जाते है, क्योंकि यह अधिक ठंडे होते हैं और थोड़े सघन भी। भूकंप छिछले से गहरे होते जाते हैं, जैसे महासागरीय-महाद्वीपीय अभिसरण, और आयलैंड आर्क से ज्वालामुखी में, जैसे जापान में मा. फूजी और

फिलिपिंस में पिनाटूबो में। ये ज्वालामुखी एंडीज के ज्वालामुखी से थोड़े अलग होते हैं क्योंकि मैग्मा, महाद्वीपीय क्रस्ट के पिघलने की बजाय महासागरीय क्रस्ट के पिघलने से बनता है।

टिप्पणी



भूकंप पीले वर्गों द्वारा दिखाए गए हैं। यह चित्र दिस डायनैमिक अर्थ द्वारा रूपांतरित किया गया है; यू.एस. भूगर्भीय सर्वेक्षण का एक प्रकाशन।

महाद्वीपीय क्रस्ट अधिक बड़े महाद्वीपीय क्रस्ट से मिलता है

जहां दो महाद्वीपीय क्रस्ट के टुकड़े मिलते हैं, तो परिणामस्वरूप महाद्वीपीय पदार्थों की विशाल टक्कर होती है। क्रस्ट के दोनों टुकड़े उत्प्लावक होते हैं और आसानी से दूर नहीं होते हैं। महाद्वीपीय अभिसरण का उदाहरण हिमालय पर्वतश्रृंखला द्वारा दिया जा सकता है, जहां भारतीय प्लेट, एशियाई प्लेट में जाती है। कई छिछले भूकंप आते है, किंतु ज्वालामुखीय घटना कम ही होती है।

भूकम्प (जिसे थरथराहट, कंपन या भूचाल भी कहा जाता है धरती के उस बाह्य पटल पर ऊर्जा के आकस्मिक विमोचन का परिणाम है जो भूंकपीय तरंगों को उत्पन्न करता है। किसी क्षेत्र की कंपनीय या भूकंपी गतिविधि को लंबे समय से भूकंप की तीव्रता, प्रकार और माप से संदर्भित किया जाता है। भूकंप को भूकम्पमापी द्वारा मापा जाता है, एक ऐसा यंत्र जो भूकम्प की तीव्रता को रिकॉर्ड करता है। और जिसे भूकंप-सूचक यंत्र भी कहा जाता है। भूकंप के क्षण परिमाण (अधिकतर कम रिक्टर परिमाण) को पारंपरिक ढंग से प्रतिवेदित किया जाता है, परिमाण 3 या इससे कम तीव्रता वाला भूकंप मुख्य रूप से अतिसूक्ष्म होता है और 7 की तीव्रता वाला भूकंप बड़े पैमाने पर गंभीर क्षति करता है। कंपन या झटकों की तीव्रता को संशोधित मेरकाली पैमाने पर मापा जाता है। भूकंप की गहनता भी महत्व रखती है: अधिक उथला भूकंप, अधिक नुक्सान या क्षति पहुंचाता है।

पृथ्वी की सतह पर, कंपन द्वारा और कभी-कभी भूमि के विस्थापन द्वारा भूकंप प्रकट होते हैं। जब भूकंप का कोई बड़ा भूकंप केन्द्र तट से दूर स्थित होता है, तो कभी-कभी समुद्री-सतह पर्याप्त विस्थापन से ग्रस्त हो जाती है जो सूनामी का कारण बनता है। भूकंपीय कंपन भू-स्खलन और कभी-कभी ज्वालामुखी संबंधी गतितिधयों का भी कारण होता है।

भूकंप शब्द को इसके सामान्य अर्थ में किसी भी भूकंप संबंधी घटना हेतु प्रयोग किया जाता है- चाहे वह कोई प्राकृतिक घटना हो या भूकम्पीय तरंगों को उत्पन्न करने वाली कोई माननीय घटना हो। भूकंप मुख्य रूप से भूगर्भीय त्रुटियों के बिगड़ने के कारण होते हैं, परंतु इसका कारण ज्वालामुखी संबंधी गतिविधि, भू-स्खलन, खदान विस्फोट और

परमाणु परीक्षण भी होता है। भूकंप के प्रारंभिक विदारण बिंदू को इसका फोकस या हाइपोसेंटर कहा जाता है। भूकंप केन्द्र शब्द हाइपोसेंटर के ठीक ऊपर भू-तल के बिंदु को संदर्भित करता है।

टिप्पणी

प्राकृतिक रूप से होने वाले भूकम्प

दोष के प्रकार

दोष के प्रकार

विवर्तनिक भूकंप पृथ्वी में कहीं भी उस जगह पर उत्पन्न होंगे जहां दोषपूर्ण समतल सहित अस्थिभंग संचरण को संचालित करने के लिए प्रर्याप्त संग्रहीत लोचदार विकृत ऊर्जा होगी। पृथ्वी पर व्यापक विभंग सतह को निर्मित करने वाली रूपांतरित या अभिसारी प्रकार की पट्टी सामीओं की स्थिति में, वे अबाध गति से और भूकंपीय दृष्टि से एक-दूसरे को केवल तब पार करेंगी जब उन सीमाओं के साथ घर्षण प्रतिरोध को बढ़ाने वाली कोई अनियमितताएं या कठिनाईयां न हो। बहुत सी सीमाओं में ऐसी कठिनाईयां होती हैं और यह स्ट्राइक-स्लिप व्यवहार की ओर अग्रसर करती हैं। एक बार सीमा के अवरोधित होने पर, परतों के मध्य अनवरत सापेक्ष गति दबाव को बढ़ाती है, जिससे विभंग सतह के आस-पास के परिणाम में विकृत ऊर्जा का संग्रह होता है। यह तब तक अनवरत चलता है जब तक कि कठोरता का विच्छेद करने के लिए दाब में पर्याप्त रूप से वृद्धि नहीं होती, और अचानक ही वह विकृत क्षेत्र के अवरोधित भाग को हटाकर संग्रहीत ऊर्जा का विमोचन करता है। यह ऊर्जा विकीर्ण लोचदार दाबीय भूकंपीय तरंगों, विकृत सतह के घर्षणीय ताप और चट्टानों के भंग होने के संयोजन के साथ विमोचित होती है, जो भूकंप का कारण होता है। तनाव और दाब के क्रमिक निर्माण की प्रक्रिया को आकस्मिक भूकंप विफलता द्वारा चिह्नित किया जाता है और इसे लोचदार-प्रतिक्षेप सिद्धांत के रूप में निर्दिष्ट किया जाता है। भूकंप की अधिकतर ऊर्जा का उपयोग भूकंप विभंजन वृद्धि को बल देने या घर्षण द्वारा उत्पन्न हुए ताप को परिवर्तित करने के लिए किया जाता है। इसलिए भूकंप पृथ्वी पर उपलब्ध लोचदार स्थितिज ऊर्जा को कम करते हैं और इसके तापमान को बढ़ाते

टिप्पणी

हैं, हालांकि ये बदलाव पृथ्वी के गहन अंतरंग से ताप के प्रवाहकीय और संवहनीय प्रवाह की तुलना करते हुए उपेक्षणीय हैं।

भूकंप के दोष

तीन मुख्य प्रकार के विकार भूकम्प का कारण हो सकते हैं: सामान्य, विपरीत (बल) और स्ट्राइक-स्लिप। सामान्य और विपरीत विकार डिप-स्लिप के उदाहरण हैं, जहां दोष के साथ विस्थापन डिप की दिशा में होता है और उनकी गतिविधि शीर्ष घटक को शामिल करती है। सामान्य विकार मुख्य रूप से उन क्षेत्रों में उत्पन्न होते हैं जहां भूपटल किसी विषम सीमा के समान विस्तृत होता जाता है। विपरीत विकार उन क्षेत्रों में उत्पन्न होते हैं जहां भू-पटल किसी संसृत सीमा की तरह छोटा होता जाता है। स्ट्राइक-स्लिप विकार वे सीधी संरचनाएं हैं जहां विकारी स्लिप के दो किनारे क्षैतिज दिशा में एक-दूसरे को पार करते हैं, रूपांतरित सीमाएं विशिष्ट प्रकार के स्ट्राइक-स्लिप विकार होते हैं। बहुत से भूकंप विकारों की उन गतिविधियों के कारण होते हैं जो डिप-स्लिप और स्ट्राइक-स्लिप दोनों के घटक हैं, इसे तिर्यक स्लिप कहा जाता है।

भूकम्प प्लेट सीमाओं से बाहर होते हैं

यद्यपि प्लेट सीमाएं महाद्वीपीय स्थलमंडल के भीतर उत्पन्न होती हैं, तथापि विरूपण प्लेट सीमाओं से अधिक विस्तृत क्षेत्र में फैला हुआ होता है। सैन एंडरीज विकार महाद्वीपीय परिवर्तन की स्थिति में, बहुत से भूकंप प्लेट सीमा के बाहर घटित हुए और ये विकृत क्षेत्र (उदा. 'बिग बेंड' क्षेत्र) में मुख्य अनियमितताओं द्वारा घटित विरूपण के विस्तृत क्षेत्र के भीतर विकसित होने वाले तनाव से संबंधित हैं। उत्तरश्रेणी के भूकंप ऐसे किसी क्षेत्र के भीतर निर्मूल बल की गति के साथ संबंधित थे। अन्य उदाहरण अरेबियन और यूरेशियन प्लेट्स के मध्य दृढता से संसृत तिरछी प्लेट सीमा है, जो जेगरोस पर्वतों के पश्चिमोत्तर भाग के माध्यम से होकर गुजरती है। इस प्लेट सीमा के साथ संबद्ध विरूपण को पूरी तरह से बल गतिविधि में विभाजित किया जाता है जो व्यापक क्षेत्र में दक्षिणी-पश्चिमी सीमा के लंबवत है और हाल ही के मुख्य विकार सहित पूरी तरह से निर्दोष स्ट्राइक-स्लिप गतिविधि स्वयं में वास्तविक प्लेट सीमा के नजदीक होती है। इसे भूकंप केन्द्र तंत्र द्वारा प्रमाणित किया जाता है।

सभी विवर्तनिक प्लेटों का आंतरिक बल क्षेत्र होता है जो प्रतिवेशी प्लेटों के साथ इनकी पारस्परिक प्लेटों का आंतरिक बल क्षेत्र होता है जो प्रतिवेशी प्लेटों के साथ इनकी पारस्परिक क्रिया और तलछटयुक्त भरण या उतराई के कारण उत्पन्न होता है। ये तनाव ही मौजूदा विकारों के साथ विफलता के लिए पर्याप्त हो सकते हैं, जो अंतत: सतही भूकंपों में वृद्धि करते हैं।

उथले-केंद्रित और गहन-केंद्रित भूकम्प

अधिकांश रूप से विवर्तनिक भूकंप गहराई में अग्नि के उस गोले से उत्पन्न होते हैं जिसकी गहराई दस किलोमीटर से अधिक नहीं है। 70 किलोमीटरी से कम की गहराई में उत्पन्न होने वाले भूकम्पों को 'उथले-केन्द्रित' भूकंप के रूप में वर्गीकृत किया जाता है, जबकि 70 से 300 किलोमीटर के मध्य वाले गहन केंन्द्रित भूकंपों को सामान्य रूप से 'मध्य-केंन्द्रित' या 'मध्यवर्ती-गहराई' वाले भूकंप के रूप में जाना जाता है। सबडक्शन क्षेत्रों में, जहां पुराना और शीत महासागरीय भू-पटल अन्य विवर्तनिक प्लेट के नीचे

टिप्पणी

उतरता है, गहराई केंद्रित भूकंप अधिक गहराई में घटित हो सकते हैं (300 से 700 किलोमीटर की श्रेणी तक) इन भूकंप संबंधी सबडक्शन के सक्रिय क्षेत्रों को वादती-बेनिऑफ क्षेत्र के नाम से जाना जाता है। गहन-केंद्रित भूकंप गहराई में उत्पन्न होते हैं, जहां सब्डक्टिड स्थलमंडल को उच्च तापमान और दाब के कारण भंगुर नहीं होना चाहिए। गहन-केंद्रित भूकंप उत्पन्न करने के लिए संभव क्रियाविधि विभंगता है जो स्पिनल संरचना में किसी चरण संक्रमण के ओलीवाइन द्वारा होती है।

भूकंप और ज्वालामुखी संबंधी गतिविधियां

ज्वालामुखी क्षेत्रों में अक्सर भूकंप आते रहते हैं और इन क्षेत्रों में भूकंप विवर्तनिक दोषों और ज्वालामुखी में शैलभूत की गतिविधि दोनों द्वारा उत्पन्न होते हैं। ऐसे भूकंपों को ज्वालामुखी विस्फोट की पूर्व चेतावनी के रूप में भी समझा जा सकता है, जैसा कि 1980 के माउंट सेंट हेलेन विस्फोटन के दौरान हुआ था।

भूकंप के समूह को संपूर्ण ज्वालामुखी में शैलभूत के प्रवाह के स्थान के रूप में चिह्नित किया जा सकता है। इन भूकंपीय समूहों को भूकंपमापी और टिल्टमीटर (एक ऐसा उपकरण जो पृथ्वी के ढाल को मापता है) द्वारा मापा जा सकता है और सन्निकट या होने वाले विस्फोटों की पूर्व सूचना देने के लिए सेंसर के रूप में भी इसका उपयोग किया जा सकता है।

विदारण गतिशीलता

विवर्तनिक भूकंप विकृत सतह पर किसी आरंभिक विदारण द्वारा आरंभ होता है, एक ऐसी प्रक्रिया जिसे न्यूक्लिशन कहा जाता है। न्यूक्लिशन क्षेत्र का स्केल कुछ प्रमाणों सहित अनिश्चित है, जैसे कि सबसे छोटे भूकंप का विदारण आयाम, जो सुझाव देता है कि यह प्रमाण से 100 मी अधिक छोटा है, वैसे ही जैसे कुछ भूकंपों की निम्न तीव्रतम तरंगों द्वारा धीमे घटकों का प्रकट होना यह प्रस्तावित करता है कि यह विस्तृत है। यह संभावना कि न्यूक्लिशन में प्रबंधन प्रक्रिया के कुछ प्रकार शामिल होते हैं, जो इस विचार द्वारा समर्थित है कि लगभग 40 प्रतिशत भूकंप फोरशोक द्वारा अग्रगण्य हैं। एक बार विदारण के विकृत सतह को उत्पन्न करना आरंभ करने पर इस प्रक्रिया की क्रियाविधि असंतोषजनक ढंग से समझ योग्य होगी, क्योंकि प्रयोगशाला में उच्च स्लाइडिंग वेग का फिर से निर्मित करना कठिन होता है। दृढ़ स्थल गति के प्रभाव भी न्यूक्लिशन क्षेत्र के नजदीक जानकारी को रिकॉर्ड करना बहुत कठिन बनाते हैं।

विदारण प्रसारण सामान्य रूप से विभंजित क्रियाविधि प्रद्धति का उपयोग करता है, जो विकारण को प्रसारित मिश्रित मोड अपरूपण दरार के साथ मिलाता है। विकारण वेग विभंतिज ऊर्जा का एक कार्य है, जो बढ़ती और घटती विभंजन ऊर्जा के साथ दरार का परिमाप है। विदारण प्रसार का वेग विकार के निकट विस्तार की तीव्रता को विस्थापन वेग से अधिक बढ़ाता है। भूकंप विदारण वेग को विशेष रूप से एस-तरंग वेग के 70 से 90 प्रतिशत की रेंज में प्रसारित करता है और यह भूकंप के आकार पर निर्भर करता है। भूकंप विदारण के छोटे उप-समूह का विस्तार एस-तरंग वेग से अधिक तीव्र गति से होता है। इन सुपरशीयर भूकंपों का विस्तृत स्ट्राइक-स्लिप घटनाओं के दौरान अवलोकन किया जाता है। भूकंप संबंधी क्षति के विस्तृत क्षेत्र की क्षति का कारण 2001 कून्लून भूकंप था, जिसने ऐसे भूकंपों में ध्वनि बूम प्रभावों को विकसित किया। कुछ भूकंप विदारण

टिप्पणी

असामान्य निम्न वेग से चलते हैं और धीमे भूकंपों के रूप में संदर्भित किए जाते हैं। धीमे भूकंप का विशेष रूप से खतरनाक प्रकार, सूनामी भूकंप है, जिसमें निम्न महसूस होने वाली तीव्रताओं को महसूस किया जाता है और जो कुछ बड़े भूकंपों की धीमी प्रसारण गति द्वारा घटित होते हैं, यह पास के समुद्रतट की जनसंख्या को चेतावनी देने में विफल होते हैं, जैसा कि 1896 के मेजी-सेनरिकू भूकंप में हुआ।

भूकंपों के समूह

बहुत से भूकंप क्रम में घटित होते है, जो एक दूसरे से स्थान और समय के क्रम में संबंधित होते है। बहुत से भूकंपीय समूह में थोड़ा कंपन होता है जिससे कम या कोई भी क्षति नहीं होती, परंतु इसके पीछे एक सिद्धांत है कि भूकंप नियमित पहलुओं के साथ दोबारा घटित हो सकते हैं।

पश्चातवर्ती आघात

पश्चातवर्ती एक ऐसा भूकंप है जो पूर्व भूकंप के बाद भी घटित होता है, मुख्य आघात। मुख्य आघात वाले क्षेत्र में ही पश्चातवर्ती आघात होता है परंतु हमेशा छोटे परिमाण पर होता है। यदि पश्चातवर्ती आघात मुख्य आघात से बड़ा होता है, तो पश्चातवर्ती आघात को मुख्य आघात के रूप में दोबारा निर्दिष्ट किया जाता है और मूल मुख्य आघात को पूर्व आघात के रूप में निर्दिष्ट किया जाता है। पश्चातवर्ती आघात विस्थापित विकृत समतल के आस-पास भू-पटल के रूप में निर्मित होते है जो मुख्य आघात के प्रभावों को समायोजित करते हैं।

भूकंप समूह

भूकंप के समूह भूकंप के क्रम होते हैं जो छोटी सी अवधि में किसी निर्दिष्ट क्षेत्र को प्रभावित करते हैं। ये भूकंपों से भिन्न होते हैं जो इस तथ्य के साथ पश्चातवर्ती आघातों की श्रेणी का अनुसरण करते हैं कि क्रम में कोई भी एकल भूकंप मुख्य आघात नहीं होता, इसलिए किसी का भी अन्य से अधिक उच्च महत्वपूर्ण परिणाम नहीं होता। 2004 गतिविधि में येलोस्टोन नेशनल पार्क में भूकंप आना भूकंप समूह का ही एक उदाहरण है।

भूकंप तूफान

कभी-कभी भूकंपों की शृंखला भूकंपीय तूफान के रूप में उत्पन्न होती है, जहां भूकंप समूहों में प्रभावित करते हैं, प्रत्येक भूकंप पिछले भूकंप के झटकों या कंपन के पुनः वितरण द्वारा सक्रिय होता है। पश्चातवर्ती आघातों के समान परंतु विकार के निकटवर्ती खंडों पर, भूकंप के ये तूफान टर्की के उत्तरी ऐनाटोलियन भूकंप में देखे जाते हैं और मध्यपूर्व के विस्तृत भूकंपों के पुराने असंगत समूहों के रूप में इसका अनुमान लगाया जाता है।

आकार और तीव्रता संयोग

प्रत्येक वर्ष लगभग 500,000 भूकंप आते हैं। उनमें से लगभग 100,000 को वास्तव में महसूस किया जा सकता है। छोटे भूकंप लगभग निरंतर रूप से विश्व में यू.एस. में कैलीफोर्निया अलास्का जैसे क्षेत्रों में आते रहते हैं और साथ ही ग्वाटेमाला, चिली, पेरू

टिप्पणी

इंडोनेशिया, इरान, पाकिस्तान, पुर्तगाल में एजोर, टर्की, न्यूजीलैंड, ग्रीक, इटली और जापान में भी आते हैं हालांकि भूकंप न्यूयार्क शहर, लंदन और आस्ट्रेलिया सहित कहीं भी घटित हो सकते हैं। बड़े भूकंप कम तीव्रता के साथ आते हैं, ये बहुत घातक होते हैं, उदाहरण के लिए, प्रत्येक चरण में परिमाण में एक अंक की वृद्धि होने पर 10 के कारक से (लगभग) भूकंपों की संख्या कम हो जाती है अर्थात परिमाण 4 के सापेक्ष परिमाण 5 के भूकंपों की संख्या 10 गुना कम होती है। यूनाइटेड किंगडम में, उदाहरण के लिए, यह गणना की जाती है कि भूकंप की औसत आवृत्तियां हैं: प्रति वर्ष में 3.7–4.6 भूकंप, प्रत्येक दस वर्षों में 4.7–5.5 भूकंप और प्रत्येक सौ वर्षों में 5.6 या इससे अधिक भूकंप। ये गुटेनबर्ग–रिक्टर नियम का उदाहरण है।

मेसिना भूकंप और सुनामी ने सिसली और केलेब्रिया में 28 दिसंबर, 1908 में 200,000 से भी अधिक लोगों की जिंदगी ले ली।

भूकंप केंद्रों की संख्या 1931 में लगभग 350 तक बढ़ी। जिसके परिणामस्वरूप, बहुत से भूकंपों की रिपोर्ट रखी गई जो पूर्व में संभव न था, परंतु यह यंत्रीकरण में हुए व्यापक सुधार के कारण है, न कि भूकंपों की बढ़ी हुई संख्या के कारण। यूएसजीएस ने 1900 से यह पता लगाया है, कि भूकंपों का औसत 18 मुख्य भूकंपों (परिमाप 7.0–7.9) का रहा है और प्रति वर्ष एक व्यापक भूकंप (परिमाप 8.0 या इससे अधिक) का रहा है और यह औसत स्थिर रहा है। हाल ही के वर्षों में, प्रति वर्ष होने वाले मुख्य भूकंपों की संख्या में वृद्धि हुई है, हालांकि यह किसी व्यवस्थित प्रवृत्ति के बजाए सांख्यिकीय अस्थिरता होने की संभावना का विचार है। भूकंप के आकार और तीव्रता पर अधिक आंकड़े यूएसजीएस में उपलब्ध हैं।

विश्व के अधिकतर भूकंप (बड़े भूकंप का 90%, और 81%) 40,000 किमी लंबे होते है, होर्सशू-आकृति वाले क्षेत्र परिस्थितीय-पेसिफिक भूकंपीय बेल्ट कहलाते हैं, जो अग्नि के पेसेफिक रिंग भी कहलाते हैं, जिसके अधिक भाग पेसेफिक प्लेट से प्रतिबद्ध हैं। बड़े भूकंप अन्य प्लेट सीमाओं के साथ घटित होते हैं, और साथ ही हिमालय के पर्वतों में भी उत्पन्न होते हैं।

मेक्सिको शहर, टोक्यो और तेहरान जैसे बड़े शहरों के निरंतर विकास के साथ, उच्च भूकंपीय खतरों वाले क्षेत्रों में, भूकंपों ने यह चेतावनी दी है कि भूकंप की केवल एक कंपन 3 मिलियन से ज्यादा लोगों का जीवन ले सकती है।

प्रेरित भूकंपीयता

यद्यपि बहुत से भूकंप धरती की विवर्तनिक सतहों की गतिविधियों के कारण होते हैं, तथापि मानवीय गतिविधियां भी भूकंपों के उत्पन्न करने के कारण हो सकती हैं। इस दृष्टिकोण में चार मुख्य गतिविधियां समाविष्ट होती हैं: बड़े-बड़े बांधों और इमारतों का निर्माण, ड्रिलिंग और कुंओं में तरल पदार्थ डालना, कोयला खनन और तेल ड्रिलिंग। शायद 2008 में चाइना के सिचुआन प्रांत में आया भूकंप इसका प्रसिद्ध उदाहरण है, इस भूचाल में लगभग 69,227 लोगों की मौत हुई और यह उन्नीसवें घातक भूकंप के रूप में जाना जाता है। जिपिंगपू बांध 1,650 फुट की गहराई पर बनाया गया है जो विकार के दाब में उतार-चढ़ाव उत्पन्न करता है, इस दाब ने शायद भूकंप की शक्ति को बढ़ाया है और भूचाल की गतिविधि की दर को गति प्रदान की है। आस्ट्रेलिया के इतिहास में आया सबसे बड़ा भूकंप भी कोयला

खनन जैसे मानवीय व्यवहार के कारण उत्पन्न हुआ। न्यूकेसल शहर ने कोयला खनन क्षेत्रों के बड़े भाग का निर्माण किया था। भूकंप इस कारण हुआ था क्योंकि खनन प्रक्रिया के लिए कई मिलियन टन चट्टानों को हटाया गया था।

टिप्पणी

परिमाण-ऊर्जा

भूकंप की तीव्रता को कैसे मापा जाता है?

भूकंप कंपन तरंगों को पैदा करता है। इसे भूकम्पमापी द्वारा रिकॉर्ड किया जाता है। भूकम्पलेख को भूकंपमापी द्वारा मापा जाता है, जिसका आधार हाइपोसेंटर का स्थानीयकरण और परिमाण की गणना है। परिमाण की अवधारणा को सी.एफ. रिक्टर द्वारा कैलीफोर्निया में 1935 में विकसित किया गया था। परिमाण स्केल 10 लघुगणक स्केल का आधार है - परिमाप की एक स्तर की शक्ति के साथ कंपन आयाम के संगत है।

यद्यपि परिमाण की गणना स्वचालित रूप से की जा सकती है, परंतु भूकंप की तीव्रता सतह पर भूकंप के प्रभाव (तल गतिविधि, क्षति) के विस्तृत वर्गीकरण पर आधारित होती है। यूरोप में 1998 से भूकंप की तीव्रता को यूरोपीय मेक्रोसेसमिक स्केल के अनुसार I से XII की रेंज तक दिया जाता है (ईएमएस-98)। इमारतों की क्षति VI या अधिक तीव्रता वाले भूकंप में हो सकती है। परिमाण 3 या रिक्टर स्केल पर इससे छोटे-छोटे सैकड़ों भूकंप प्रतिदन आते हैं। 7 या अधिक परिमाण वाले बड़े भूकंप प्रति वर्ष में लगभग दस बार आते हैं। हालांकि, विवर्तनकारी सीमाएं अक्सर समुद्र तल से नीचे स्थित होती हैं या पृथ्वी के अव्यवस्थित जनसंख्या वाले क्षेत्रों में स्थित होती हैं, तो भी भूकंप की यह बड़ी संख्या प्रत्यक्ष रूप से आभासी नहीं है।

2.5.1 भूकंप के प्रभाव

भूकंप के प्रभाव/संघात

1755 तांबे की उभरी हुई तस्वीर जिसमें 1755 लिस्बन भूकंप के बाद वहां लगी आग और तबाही दिखाई गई है, जिसमें अनुमानत: 60,000 व्यक्ति मारे गए थे।

भूकंप के प्रभावों में निम्न शामिल हैं, लेकिन ये प्रभाव सीमित नहीं हैं:

ज़मीन का हिलना और टूटना

ज़मीन का हिलना और टूटना भूकंप के मुख्य प्रभाव हैं, जिनके परिणामस्वरूप इमारतें और अन्य कठोर संरचनाएं कम या अधिक गंभीर रूप से क्षतिग्रस्त हो जाती हैं। स्थानीय प्रभावों की गंभीरता, लहरों को बढ़ाने और कम करने वाले भूकंप परिमाण, भूकंप केंद्र से दूरी और स्थानीय भूगर्भीय और जिओमोर्फोलॉजिकल स्थितियों के जटिल संयोजन पर निर्भर करती है। ज़मीन के हिलने को भूमि त्वरण द्वारा मापा जाता है।

टिप्पणी

विशिष्ट स्थानीय भूगर्भीय, जिओमोर्फोलॉजिकल और जिओस्ट्रक्चरल विशेषताएं कम-तीव्रता वाले भूकंप से भी अधिक उच्च स्तर के भूमि कंपन पैदा कर सकते हैं। इस प्रभाव को घटनास्थल या स्थानीय विस्तारण कहते हैं। यह मुख्य रूप से कड़ी गहरी मिट्टी से मुलायम सतही मिट्टी की ओर भूकंपीय गति के स्थानांतरण और निक्षेप के विशिष्ट ज्यामितीय समायोजन के कारण भूकंपीय ऊर्जा लोकलाइज़ेशन के कारण होता है। जमीन का टूटना और पृथ्वी की सतह का विस्थापन, जो कि गंभीर भूकंप की स्थिति में कई मीटरों तक हो सकता है, देखा जा सकता है। जमीन का टूटना वास्तुविद्या वाली बड़ी संरचनाओं जैसे बांधों, पुलों और परमाणु शक्ति केंद्रों के लिए अधिक हानिकारक होता है और इनमें किसी भी संरचना के जीवनकाल के भीतर जमीन की सतह को तोड़ने की संभावना की पहचान करने के लिए मौजूदा खराबियों को खोजने में सावधानी बरतनी होती है।

भूस्खलन और हिमस्खलन

ज्वालामुखी, कई भीषण तूफानों, तटीय लहर तूफान और दावानल के साथ भूमि में अस्थिरता पैदा कर सकता है, जिससे भूस्खलन होता है, जो एक गंभीर भूगर्भीय खतरे का कारण है। भूस्खलन खतरा उस समय भी बना रहता है जब किसी ऐसी दुर्घटना होने के बाद आपातकालीन बचावकारी बचाव कार्य कर रहे होते हैं।

आग

1906 में सैन फ्रांसिस्को में आए भूकंप के दौरान आग

भूकंप में विद्युत उर्जा या गैस लाइनों के क्षतिग्रस्त होने से आग लगने का खतरा भी रहता है। इस दौरान पानी के साधनों में टूट-फूट से और दबाव की कमी से यदि आग लग जाए तो उस पर काबू पाना भी मुश्किल हो जाता है। उदाहरण के लिए 1906 में सैन फ्रांसिस्को में आए भूकंप के दौरान कुल मारे गए लोगों में अधिकतर लोग भूकंप की तुलना में आग से मारे गए थे।

मृदा द्रवीकरण

मृदा द्रवीकरण तब होता है जब धरती के हिलने के कारण जल-संतृप्त दानेदार मृदा सामग्री अस्थायी रूप से अपनी पकड़ खो देती है और ठोस से द्रव में बदल जाती है। मृदा द्रवीकरण से मज़बूत ढांचे जैसे इमारतें और पुल, या तो टेढ़े हो जाते हैं या एक तरलीकृत गाद में डूब जाते हैं। ये भूकंप के विनाशकारी प्रभाव हो सकते हैं। उदाहरण के

टिप्पणी

लिए, 1964 में आए अलास्का भूकंप में मृदा द्रवीकरण से कई इमारतें भूमि में धंस गई और अंततः टूट कर स्वयं पर गिर कर ध्वस्त हो गईं।

सुनामी

सुनामी लंबी-तरंगे, लंबी-अवधि समुद्र तरंगे होती हैं जिनका जन्म पानी की बड़ी मात्रा में अचानक प्रतिक्रिया होने से होता है। खुले समुद्र में उठती तरंगे 100 किलोमीटर (62 मील) तक बढ़ जाती हैं और तरंग अवधि 5 मिनट से एक घंटे तक बदलती रहती है। ऐसी सुनामी, पानी की गहराई के अनुसार प्रति घंटे 600-800 किलोमीटर (373-497) की गति से प्रवाहित होती हैं। बड़ी धाराएं एक भूकंप को जन्म देती हैं या इनके समीप के तटवर्ती क्षेत्रों में मिनटों के अंदर सबमरीन भूस्खलन पैदा हो जाता है। सुनामी भी खुले समुद्र में हज़ारों किलोमीटर तक सफर कर सकती है, भूकंप के बाद पैदा हुई ये लहरें भीषण तबाही करती है।

सामान्य तौर पर, रिक्टर पैमाने पर 7.5 परिमाण से कम पर सबडक्शन भूकंप से सुनामी नहीं आती, हालांकि ऐसे कुछ मामलों में तूफान की परिस्थिति रिकॉर्ड की गई है। 7.5 या अधिक परिमाण पर आए भूकंप से अधिक विनाशकारी सुनामी आती हैं। हिंदमहासागर (2004), सोलोमन द्वीपसमूह (2007), चिली (2010), जापान (1011), न्यूजीलैंड (2016), इंडोनेशिया (2018) सुनामी के कुछ उदाहरण हैं।

बाढ़

जब पानी की कोई भी मात्रा बाढ़ स्तर से अधिक बह कर भूमि पर पहुंच जाती है तो उसे बाढ़ कहते हैं। आमतौर पर, बाढ़ तब आती है जब पानी के एक ताल जैसे नदी या झील में पानी उसकी क्षमता से अधिक भर जाए तो बाहर निकल आता है और उस ताल से बाहर निकल कर बहने लगता है। हालांकि, यदि बांध टूटें तो बाढ़, भूकंप का द्वितीयक प्रभाव हो सकते हैं। भूकंप नदी के बांधों के लिए भूस्खलन का कारण बन सकते है, इस कारण वे टूट जाते हैं और बाढ़ का कारण बनते हैं।

तजाकिस्तान में सरेज़ झील के नीचे का भूभाग विनाशकारी बाढ़ के खतरे में है यदि भूकंप द्वारा बना भूस्खलन बांध, जिसे उसोई बांध के नाम से जाना जाता है, एक आने वाले भूकंप से टूट जाता है तो इसके प्रभावों के अनुमानों के अनुसार बाढ़ के शिकार लगभग 5 मिलियन लोग हो सकते हैं।

ज्वारीय बल

अनुसंधान कार्य ने दर्शाया है कि छोटे ज्वार (किनारों पर समुद्र तल का उठना) प्रेरित बलों और गैर ज्वालीमुखी कंपन गतिविधि के बीच सहसंबंध होता है।

मानवीय प्रभाव

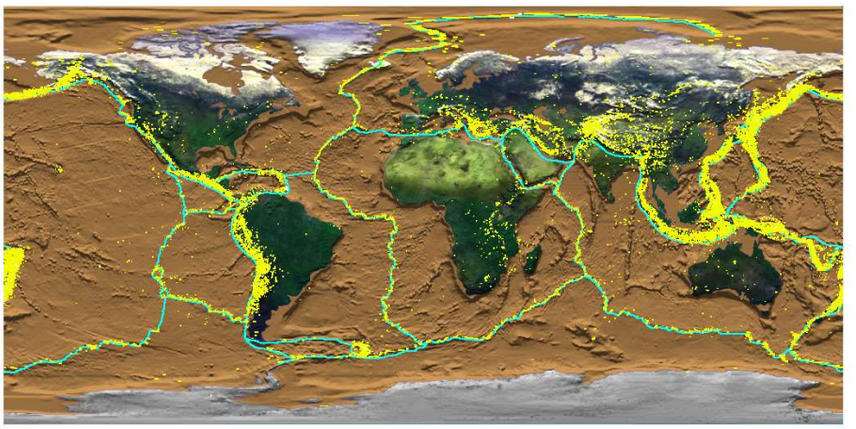
भूकंपों से बीमारियां, आम ज़रूरतों की आपूर्ति में बाधा, जीवन का खतरा, उच्च बीमा प्रीमियम, आम संपत्ति की क्षति, सड़क व पुल की क्षति, और इमारतों का गिरना या अस्थिर (जिससे भविष्य में उनके गिरने का खतरा रहता है) होने की स्थिति उत्पन्न होती है। भूकंपों से ज्वालामुखी भी फट सकते हैं, जिससे समस्याएं और बढ़ सकती हैं (उदाहरणार्थ- बड़े पैमाने पर फसलों को नुकसान जैसा कि "ईयर विदआउट समर" (1816) में हुआ था)।

टिप्पणी

2.5.2 भूकंपों का भू–गर्भीय वितरण

पृथ्वी की ठोस सतह प्लेटों की एक मोज़ेक (Mosaic) में विभाजित है। जैसे-जैसे ये प्लेट गतिविधि करती हैं और एक-दूसरे के सापेक्ष बदलाव करती हैं तो भूकंप के रूप में अत्यधिक उर्जा उत्सर्जित करती हैं।

इस मानचित्र पर मौजूद पीला भाग 1980 और 1995 के बीच में आए 4.5 से अधिक परिमाण के भूकंपों के स्थानों को दर्शाता है। ध्यान दें कि भूकंप प्लेटों की सीमाओं पर केंद्रित हैं।



भूकंपों का भौगोलिक वितरण

अपनी प्रगति जांचिए

7. भूकंप प्रमुखतया सतह से कितनी गहराई तक उत्पन्न हो सकते हैं?

   (क) 0 से 33 कि.मी. तक (ख) सतह से 700 कि.मी. तक

   (ग) उपरोक्त दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं

8. रिक्टर स्केल पर 7 या अधिक परिमाण वाले बड़े भूकंप प्रतिवर्ष लगभग कितनी बार आते हैं?

   (क) 7 (ख) 8

   (ग) 9 (घ) 10

2.6 वॉल्केन सिटी

इस अध्याय में हम ज्वालामुखी और इससे संबंधित विभिन्न पक्षों का अध्ययन करेंगे।

ज्वालामुखी घटना उस क्रिया का हिस्सा है जिसमें एक ग्रह के अंदर की गहराई से सामग्री सतह पर आ जाती है। ज्वालामुखी विस्फोट से वातावरण में नए अणु भी आ जाते हैं। ज्वालामुखी एक ऐसी क्रिया है जिसके द्वारा ग्रह ठंडा होता है। हालांकि यह सिर्फ ज्वालामुखी ही नहीं उष्णोत्स या गर्म पानी के झरने भी इस प्रक्रिया का भाग हैं, जिनमें जल व जलतापीय गतिविधियां भी शामिल हैं। ग्रह के कुछ निकाय, जैसे बृहस्पति के

टिप्पणी

चंद्रमा यूरोपा, बर्फीले ज्वालामुखी, जो कि पानी को शामिल करने वाले ज्वालामुखी के एक और प्रकार हैं।

ऐसे कई प्रकार हैं, जिनसे ज्वालामुखी बनते हैं, वैसे ही जैसे ज्वालामुखी के विभिन्न प्रकार होते हैं। पृथ्वी पर, ज्वालामुखी का मुख्य कारण पृथ्वी की परत के सबडक्शन के कारण होता है।

ऐसे कुछ ही अन्य ग्रह हैं, जिनकी सतह पर ज्वालामुखी हैं, जैसे शुक्र, मंगल, बृहस्पति का चंद्रमा। अन्य ग्रहों पर ज्वालामुखी गतिविधियों के जो प्रमाण मिले हैं, इनमें पृथ्वी का चंद्रमा, बृहस्पति के चंद्रमा यूरोपा और शायद वरुण के चंद्रमा ट्राइटन शामिल हैं।

ज्वालामुखी पृथ्वी पर एक प्राकृतिक चमत्कार हैं। उनकी विशुद्ध प्राकृतिक शक्ति और बड़े पैमाने की विध्वंसकारी क्षमता विश्व भर के व्यक्तियों को भयभीत कर देती है। हम सभी जानते हैं कि ज्वालामुखी अत्यंत विनाशकारी साबित हो सकते हैं, लेकिन वे कहां और कैसे बनते हैं, और वे विस्फोट क्यों होते हैं? ऐसे प्रश्न स्वाभाविक हैं। अधिकतर ज्वालामुखी जो बड़े निकायों पर बनते हैं जहां दो टैक्टॉनिक प्लेट एक साथ आती हैं और उनमें से एक पर, गर्म आवरण वाली दूसरी प्लेट के नीचे सबडक्ट होने का दबाव होता है। इसके बाद, तापमान और दबाव बढ़ता है, जिसके कारण टेक्टॉनिक प्लेट में कुछ चट्टानें पिघल जाती हैं और मैग्मा का निर्माण करती हैं। इस क्षेत्र (जिसे सबडेक्शन क्षेत्र कहा जाता है) में यह मैग्मा अपना रास्ता सतह की ओर बनाता है और ज्वालामुखी बनाता है। वैकल्पिक रूप से, कई ज्वालामुखी समुद्रों में, विभिन्न प्लेट सीमाओं पर भी पाए जाते हैं। ये फैलते ज्वालामुखी केंद्र मध्य समुद्री पर्वत श्रेणी पर बनते हैं। इन विभिन्न क्षेत्रों पर, मैग्मा बैलस्टिक लावा बन कर पृथ्वी की सतह पर गिरता है, जो ठंडा होकर नई समुद्री परत बनाता है। ये पृथ्वी पर विस्फोट करने वाले ज्वालामुखी से अत्यंत भिन्न होते हैं। इनकी तुलना में ये धीमे और क्रमिक प्रक्रिया वाले होते हैं। सामान्य शब्दावली में, एक ज्वालामुखी को एक ग्रह के ऐसे स्थान के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जहां पर ग्रह अपने अंदर की सामग्री को ग्रह की सतह पर बाहर निकालने का रास्ता बनाता है (हैरिस, 2004)। हमारी परत के अंदर की चट्टानें तब या तो पृथ्वी की सतह के अंदर पैदा हुई उर्जा से या गर्म चट्टानों पर पानी डालने (जो पिघलने वाले केंद्र को निम्न करता है) से पिघलती हैं। यह गर्म पिघलती चट्टान (मैग्मा), दूसरी गैसों से मिलती हैं और पृथ्वी की परत पर विस्फोट करती हैं। वास्तविक ज्वालामुखी विस्फोट से बनने वाला क्षेत्र निकास के आसपास पैदा हुई राख और लावा (पृथ्वी की सतह पर पहुंचने वाला मैग्मा) का परिणाम होता है। लावा, पायरोक्लास्ट्स और गैस (प्राथमिक रूप से जल वाष्प, कार्बन डाईऑक्साइड और सल्फर डाईऑक्साइड) में वह सब शामिल होता है जो विस्फोट के दौरान ज्वालामुखी में से निकलता है। पायरोक्लास्ट्स में धूल, राख, बम, झामक, जलता हुआ कोयला और ब्लॉक (ये चट्टान के टुकड़े होते हैं जो विस्फोट के दौरान पृथ्वी के वातावरण में प्रवेश करते हैं)। विस्फोट की आवृति, विस्फोट के स्तर को परिभाषित करती है। बुझे हुए ज्वालामुखी वे हैं जिनमें दर्ज इतिहास की शुरुआत से विस्फोट नहीं हुआ है। सुप्त ज्वालामुखी निष्क्रिय हैं, लेकिन काफी लंबे समय के लिए नहीं क्योंकि यह निश्चित नहीं है कि उनमें दोबारा विस्फोट होगा या नहीं। आंतरायिक ज्वालामुखी काफी नियमित रूप से प्रस्फुटित होते हैं। सक्रिय ज्वालामुखी हमेशा प्रस्फुटित होते हैं। जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया है, ज्वालामुखी

कई सबडक्शन क्षेत्रों में बनते हैं। पोपोस्तेपेत्ल (मैक्सिको), ज्वालामुखी का एक प्रकार है सबडक्शन क्षेत्र में ज्वालामुखियों की शृंखला में एल पोपो का निर्माण हुआ, जो रिंग ऑफ फायर पर स्थित है। अल पोपो, पोपोस्तेपेत्ल का उपनाम है।

टिप्पणी

ज्वालामुखियों का निर्माण विभिन्न आकार और आकृतियों में होता है। कोन-आकार के ज्वालामुखी सबसे सामान्य ज्वालामुखी हैं। कुछ ज्वालामुखी पृथ्वी की सतह पर एक बड़ी दरार जैसे होते हैं। उच्च पर्वतशृंखला जैसे प्रतीत होने वाले ज्वालामुखी वे हैं जो कई ज्वालामुखी विस्फोटों द्वारा बनते हैं।

प्लेट टेक्टॉनिक नामक सिद्धांत के अनुसार, पृथ्वी की सतह में कई ठोस प्लेट हैं जो तैर रही हैं। यह वह हैं जिसके कारण प्रवाह बनता है और उससे दबाव उत्पन्न होता है। यह दबाव है जो पृथ्वी के केंद्र से उत्पन्न ताप उर्जा द्वारा बने प्रवाह से बनता है जिससे इन प्लेटों में क्रिया होती है। जब दबाव अत्यधिक हो जाता है तो प्लेट या तो एक-दूसरे की ओर बढ़ती हैं या एक दूसरे से क्षैतिज प्रकार से दूर जाती हैं।

जब दो प्लेट आपस में भिड़ती हैं तो एक प्लेट दूसरी के नीचे चली जाती है। इस प्रकार पृथ्वी की परत में घर्षण उत्पन्न होता है। घर्षण से उत्पन्न दबाव नीचे पड़ी हुई चट्टानों के पिघलने का कारण बनता है और मैग्मा के बढ़ने में सहायता करता है। गर्म संतरी रंग का लावा पहाड़ी के सिरे से गिरता है। इस प्रकार के ज्वालामुखी जीवित प्राणियों के लिए खतरा समझे जाते हैं। इनके विस्फोट विनाशकारी होते हैं और उस क्षेत्र के जीवित प्राणियों के लिए खतरा होते हैं।

जब दो प्लेट एक-दूसरे से दूर जाती हैं तो एक रिक्त स्थान बनता है। गर्म लावा इसी रिक्त स्थान से निकलता है। इस प्रकार के ज्वालामुखी समुद्र में बनते हैं, ये समुद्र से ऊपर उठते हैं और एक द्वीप बनाते हैं।

कुछ ज्वालामुखी कुछ गर्म केंद्रों वाले क्षेत्रों में बनते हैं। ये गर्म केंद्र पृथ्वी की प्लेटों के केंद्र बिंदु हैं। ये प्लेट पृथ्वी के गर्म आवरण से जुड़े होते हैं। संक्षेप में, ज्वालामुखी तब बनते हैं जब गर्म लावा (मैग्मा) पृथ्वी की सतह से बाहर निकलता है। लावा ठंडा होकर एक पिघले हुए लावा का पर्वत बनाता है।

ज्वालामुखी विस्फोट के कारण

पृथ्वी की परत के अंदर की गैस का दबाव व ज्लवनशीलता ज्वालामुखी विस्फोट का कारण बनता है। जब पृथ्वी की ऊपरी पपड़ी पिघलती है तो मैग्मा बनता है। किसी ज्वालामुखी में विस्फोट तब होता है जब मैग्मा (गर्म तरल) में मिश्रित गैस उसे ऊपर की ओर उछालती हैं। यह तीन प्रमुख सिद्धांतों में से एक है।

दूसरे सिद्धांत के अनुसार, मैग्मा में घुले पदार्थ मिले होते हैं, इनमें पानी, सल्फर डाइऑक्साइड और कार्बन डाइऑक्साइड शामिल होते हैं। जैसे-जैसे दबाव बढ़ता है, गैसों की विलेयता भी बढ़ जाती है। जब मैग्मा पृथ्वी की सतह की ओर बढ़ता है और जल मैग्मा से अलग होने लगता है तो जल की विलेयता कम होने लगती है। जब मैग्मा में गैस का अनुपात अधिक हो जाता है तो इसके कारण मैग्मा, पायरोक्लास्ट्स, जो कि एक आंशिक रूप से पिघले और ठोस चट्टानों के टुकड़ों का संयोजन होता है, में विखंडित हो जाता है, और ज्वालामुखी में अचानक विस्फोट हो जाता है।

तीसरे सिद्धांत के अनुसार एक ज्वालामुखी में तब विस्फोट होता है जब नया मैग्मा एक चैम्बर में जाता है जो कि पहले से ही समान या विभिन्न संघटकों से भरा होता है। विस्फोट तब होता है जब मैग्मा, नए मैग्मा के अंत: क्षेपण के कारण ऊपर की ओर आता है।

टिप्पणी

ज्वालामुखी विस्फोट के प्रकार

ज्वालामुखी विस्फोटों का वर्गीकरण, विस्फोट के विभिन्न चरणों के आधार पर किया गया है। ये ज्वालामुखी विस्फोट के तीन मुख्य प्रकार हैं।

- **हवाइयन विस्फोट :** हवाइयन विस्फोट न तो विध्वंसकारी होते है न ही विनाशकारी। इनसे निकलने वाले लावा में गैस कम होती है और यह नीचे धीमी गति से बहता है। कभी-कभी ज्वालामुखी एक आग का फव्वारा निकालता है, जहां कई घंटों या कुछ मिनटों के लिए एक चमकदार लावा हवा में बिखर जाता है। हालांकि सबसे सामान्य प्रकार, लावा झील है जहां लावा ज्वालामुख या गड्ढा बनाता है।
- **स्ट्रॉम्बोलियन विस्फोट :** हालांकि ये विस्फोट खतरनाक नहीं होते, वे हवाइयन विस्फोटों से अधिक गंभीर होते हैं। यहां नियमित विस्फोट होते हैं जिनमें बम की आवाज़ के साथ लावा की एक छोटी मात्रा हवा में उड़ जाती है। स्ट्रॉमबोलियन विस्फोट में राख टेफरा की छोटी मात्रा उत्पन्न होती है।
- **प्लीनियन विस्फोट :** यह वो विस्फोट था जिसने न केवल विनाश किया बल्कि पोम्पी और हरक्यूलनियम को भी दफन कर दिया। ये विस्फोट मैग्मा के कारण हुए थे, जिसमें गैस की मात्रा और गाढ़ापन अधिक था। लावा हवा में 50 किलोमीटर की ऊंचाई तक उछला। यह विस्फोट कई दिनों तक रहता है। प्लीनियन विस्फोट द्वारा टेफरा की बड़ी मात्रा बाहर आती है, जो एक ओर एकत्र हो जाती है, यह किस ओर एकत्र होता है यह हवा पर निर्भर करता है। यहां पर लावा तेज़ी से बहता है और जो भी इसके रास्ते में आता है उसे यह नष्ट कर देता है।

निष्कर्षत:, ज्वालामुखी विस्फोट सभी जीवित प्राणियों के लिए विनाशकारी हो सकता है। वे जलवायु में भी विशेष बदलाव कर सकते हैं। विस्फोट से वातावरण में फैले कण सूरज की रोशनी को पृथ्वी तक पहुंचने से रोकते हैं। इसके कारण वैश्विक तापमान में कमी आ सकती है। कभी-कभी सल्फर डाइऑक्साइड, हाइड्रोजन क्लोराइड और हाइड्रोजन फ्लोराइड की बड़ी मात्रा बाहर निकलती है। ये वातावरण में व्याप्त जल के साथ प्रतिक्रिया करते हैं और रासायनिक वर्षा करते हैं। ऐसी रासायनिक वर्षा न सिर्फ फसल को नष्ट करती है बल्कि जीवित प्राणियों की मृत्यु का कारण भी बनती है।

ज्वालामुखी के लिए विविध प्रकार के वर्गीकरण हैं। हम उनमें से कुछ का अध्ययन करेंगे।

ज्वालामुखी के सबसे ज्यादा प्रचलित वर्गीकरण सक्रिय, बुझा हुआ और प्रसुप्त हैं।

सक्रिय

मैग्मैटिक ज्वालामुखी के वर्गीकरण का एक प्रचलित तरीका हैं उनके उदभेद की आवृति द्वारा वर्गीकृत करना; जो नियमित रूप से फूटता हैं उसे सक्रिय कहते हैं; जो ऐतिहासिक समय में फूटा पर अब खामोश हैं उसे प्रसुप्त कहते हैं और जो इतिहास में कभी नहीं

फूटा उसे बुझा हुआ कहते हैं। जैसे भी हो, ये सभी प्रचलित वर्गीकरण – जो विशेषत: विलुप्त हैं– प्रायोगिक रूप से वैज्ञानिको के लिए व्यर्थ हैं। वे उस वर्गीकरण का प्रयोग करते हैं जो एक खास ज्वालामुखी की रचनात्मक और उदभेदी प्रक्रिया और उसके परिणाम स्वरूप जो आकृति उभरती है, के बारे में निर्देश देता है, जिसकी व्याख्या उपर की गयी है।

टिप्पणी

इस बात पर कि ज्वालामुखी को कैसे परिभाषित किया जाय, ज्वालामुखीविदों के बीच कोई वास्तविक सहमति नहीं है। एक ज्वालामुखी की जीवन-अवधि महिनों से लेकर लाखों वर्ष तक हो सकती है, जिससे इस तरह का विभेद कभी-कभी अर्थहीन हो जाता है जब मनुष्य या यहां तक कि सभ्यता की जीवन-अवधि से तुलना की जाती है। उदाहरण के लिए, पृथ्वी के कई ज्वालामुखी पिछले कुछ हजार वर्षों में दर्जनों बार फूट चुके हैं लेकिन अभी वर्तमान में उदभेद का कोई लक्षण नहीं है। इस तरह एक ज्वालामुखी की जीवन-अवधि के आधार पर वे काफी सक्रिय हैं लेकिन मनुष्य की जीवन-अवधि के आधार पर सक्रिय नहीं कहे जा सकते।

वैज्ञानिक एक ज्वालामुखी को उदभेदी या फूटने के लिए संभावित मानते हैं यदि यह वर्तमान में फूट रहा हो, या अशांति के लक्षण दिख रहें हों जैसे अस्वाभाविक भूकंप या महत्वपूर्ण नई गैसों का उत्सर्जन। ज्यादातर वैज्ञानिक एक ज्वालामुखी को सक्रिय मानते हैं यदि यह होलोसीन पीरियड में फूटा था। ऐतिहासिक समय, सक्रिय होने की दूसरी समय सीमा है। लेकिन यह ध्यान देना महत्तवपूर्ण है कि अभिलिखित इतिहास की अवधि एक क्षेत्र से दूसरे क्षेत्र में भिन्न है। चीन और मेडिटेरेनियन में, अभिलिखित इतिहास 3,000 वर्ष से पहले तक पहुंच जाता है, लेकिन युनाइटेड स्टेट और कनाडा के पैसिफिक उत्तर-पश्चिम में यह 3,000 साल तक नहीं पहुंच पाता है और हवाई तथा न्यूजीलैंड में, केवल 200 साल तक। स्मिथसोनियन ग्लोबल वोल्कैनिक कार्यक्रम की सक्रियता की परिभाषा है पिछले 10,000 साल में उदभेदित हुआ हो (होलोसिन पीरियड)

आज विश्व मे करीब 500 सक्रिय ज्वालामुखी हैं– ज्यादातर पैसिफिक 'रिंग ऑफ फायर (अग्नि का छल्ला)' के किनारे और इनमें से 50 के करीब हरेक साल फूटते हैं। युनाइटेड स्टेट में 50 सक्रिय ज्वालामुखी हैं। वहां 1500 से ज्यादा संभावित रूप से सक्रिय ज्वालामुखी हैं। अनुमान है कि 500 मिलियन लोग सक्रिय ज्वालामुखी के पास रहते हैं।

बुझा हुआ

बुझे हुए ज्वालामुखी वो हैं जिन्हे वैज्ञानिक मानते हैं कि वे फूट नहीं सकते, क्योंकि ज्वालामुखी में लावा की आपूर्ति बंद हो चुकी है। बुझे हुए ज्वालामुखी के कई उदाहरण हवाईयन पर हैं– प्रशांत महासागर में एमपेरर सिमाउन्ट श्रृंखला (बुझा हुआ है क्योंकि हवाईयन गतिविधि के केन्द्र बिग आईलैंड के नजदीक अवस्थित हैं), होहेन्टविएल शिप्रोक और पैरिक्युटिन (जो मोनोजेनेटिक है)। हांलाकि, यह तय करना प्राय: मुश्किल है कि एक ज्वालामुखी वास्तव में बुझा हुआ है, चूंकि "परम-ज्वालामुखी" के ज्वालामुखी-मुख जिसने दस हजार साल में किसी उदभेदन को जन्म नहीं होने दिया हो उसे बुझा होने के बजाय प्रसुप्त मानते हैं।

प्रसुप्त

एक बुझे हुए ज्वालामुखी को प्रसुप्त से अलग पहचानना कठिन है। ज्वलामुखी प्राय: बुझा हुआ माना जाता है यदि इसकी सक्रियता का कोई लिखित इतिहास नहीं है। इतना ही नहीं

टिप्पणी

ज्वालामुखी काफी लंबे समय तक प्रसुप्त रह सकते हैं, येलोस्टोन का विश्रान/रिचार्ज अवधि 700 का है और टोबा का करीब 380 kal(10) सन् 79 के प्रख्यात उद्भेद जिसने हरक्युलियन और पॉपली के शहरों को नष्ट कर दिया, उसके पहले रोमन लेखकों ने वेसुवियस को अंगूर के बागिचों से घिरा बताया था। 1991 के विध्वंसकारी उदभेद के पहले, पिनाटुबोवास एक अप्रकट ज्वालामुखी था, जिससे आस-पास के ज्यादातर लोग परिचित नहीं थे। सबसे हाल ही में, 1995 में पुनः सक्रिय होने के पहले मॉनसेराट द्वीपसमूह पर सॉफ्रयिरे पहाड़ियों के लंबे समय से प्रसुप्त ज्वालामुखी को बुझा हुआ माना जाता था। दूसरा हाल ही का उदाहरण है, अलास्का में फॉरपिक्ड पहाड़, जो सितम्बर 2006 में फूटने के पहले यह 8000 ईसापूर्व से नहीं फूटा था और काफी पहले से बुझा हुआ मान लिया गया था।

उदभेदन के आधार पर ज्वालामुखी निम्नांकित प्रकार के हैं

1. **मौन ज्वालामुखी–** ये ज्वालामुखी लावा निष्कासित करते हैं जो किनारों से बहता है और ढलानों से तेजी से नीचे फैलता है। इसे रिसने वाला प्रकार भी कहते हैं क्योंकि लावा खामोशी से रिसता है। जैसे-जैसे लावा नीचे की ओर बहता है, यह अपने रास्ते के सभी पौधों और जन्तुओं को मारता जाता है।
2. **विस्फोटक ज्वालामुखी**- ये ज्वालामुखी तेजी से, राख, अंगारे और दूसरे पदार्थों को आसमान में ऊंचाई तक फेंकते हुए गड़गड़ाहट के साथ फटते हैं। गड़गड़ाहट को काफी दूर से महसूस किया जा सकता है और यह भंयकर दबाव में मैग्मा और गैसों की गति के कारण होता है।
3. **मध्यवर्ती ज्वालामुखी**- यह मौन और विस्फोटक के मध्य का है। कभी-कभी लावा रिसता है तो कभी एक तेज विस्फोट के साथ फटता है।

आकार और शंकु के अनुसार ज्वालामुखी का वर्गीकरण

ज्वालामुखी एक पहाड़ है जिसके सिरे पर मुख होता है। इस सिरे को क्रेटर या ज्वालामुखी का मुख कहते हैं। समय आने पर जब ज्वालामुखी फटता है तो पृथ्वी के अंदर की कुछ गैस और चट्टान के टुकड़े सतह पर बाहर निकलते हैं।

ज्वालामुखी तब बनता है जब मैग्मा उपर सतह के करीब पहुंच जाता है। मैग्मा पृथ्वी के आवरण से निकलने वाली पिघली हुई चट्टान हैं। सबसे पहले, मैग्मा सतह के करीब चढ़ता है, फिर यह किसी दरार तक पहुंच जाता है। जैसे-जैसे मैग्मा बहता है यह चौड़ा और लंबा होता जाता है जब तक कि पृथ्वी की सतह पर नहीं आ जाता। समय के साथ मैग्मा का सतह पर जमा होना जारी रहता है जब तक कि पहाड़ नहीं बन जाता। ज्वालामुखी को उनके शंकु के आकार के अनुसार वर्गीकृत किया जाता है। लावा शंकु होते है, इन शंकुओं की ढलान मंद और आधार चौड़ा होता है। वे प्रायः तब बनते हैं जब लावा केन्द्र से बहकर ढलानों की तरफ जाता है, अंगार शंकु भी ज्वालामुखी का एक प्रकार है। अंगार शंकु प्रायः राख और धूल पदार्थ से बनते हैं। ये पदार्थ हवा में उछाले जाते हैं, और नीचे आने के पहले कड़े हो जाते हैं। उनमें सामान्य विस्फोटक उदभेद होता है, कभी-कभी प्रचंड़ और विनाशकारी भी।

स्ट्रैटो ज्वालामुखी एक अन्य प्रकार है। स्ट्रैटो ज्वालामुखी प्रायः लावा की एकान्तर परत से बने होते हैं। ज्वालामुखी को कभी-कभी उनकी गतिविधियों के आधार पर भी वर्गीकृत किया जाता है।

टिप्पणी

ज्वालामुखीय पदार्थ के प्रकार

तीन विभिन्न प्रकार के ज्वालामुखीय पदार्थ हैं, लावा, चट्टान के टुकड़े और गैस। लावा के भी गुण और प्रकार होते हैं। लावा पिघला हुआ है अर्थात् द्रव अवस्था में होता है। लावा ज्वालामुखी के बाहर आता है। पृथ्वी के केन्द्र में भीतरी भाग चट्टान पिघलने का स्रोत है जो लावा ज्वालामुखी के बाहर आता है वो सिलिकन और आक्सिजन का बना होता है। यह वास्तव में ग्रेनाइट या दूसरे शब्दो में असिताश्म जिसका अर्थ है एक गहरा उत्कृष्ट रवेदार चट्टान। जब लावा ठंडा होता है तो इस प्रक्रिया में कुछ क्रिस्टल का निर्माण होता है। काफी मात्रा में सीसा भी बनता है।

ज्वालामुखी या आप फिशर कह सकते है जिसका मतलब है दरार, जिसमें लावा होता है जो कभी-कभी विस्फोटक हो सकता है। ज्वालामुखी कभी-कभी धूल भी बाहर निकालता है। कुछ में काफी वाष्पशील गैस होते हैं। जब गैस फैलती है, यह लावा में फंस जाता है और बुलबुले बनाती है। झांवा एक प्रकार का लावा है जिसमें काफी बुलबुले होते हैं।

जमीन जिस पर लावा बहता है उपजाऊ हो जाती है। इसका कारण है कि लावा जमीन के टुकड़े कर देता है। लावा जिसे परलाइट कहते हैं उसे भट्टी में गर्म किया जा सकता है। उससे हलका कंक्रीट बनाया जा सकता है।

लावा के दो प्रकार होते हैं। उन्हे एए, जो एक मजाकिया नाम है, और पाहोहो कहा जाता है। एए वास्तव में चिपचिपा होता है। पाहोहो एक तरल है जो एक व्यक्ति से ज्यादा तेजी से ज्वालामुखी से नीचे जा सकता है। दोनो काफी तेजी से ठंडे होते हैं। अंदर का लावा जिस छिद्र से बाहर आता है उसे बड़ा करता जाता है जिससे लावा ज्वालामुखी से नीचे बहता है। इस प्रक्रिया में यह एक विशालकाय छिद्र छोड़ जाता है।

चट्टान के टुकड़ो को टेफरा कहा जाता है और यह एए से बने होते हैं। जब चिपचिपा लावा बनना शुरू होता है, गैस आसानी से निष्कासित नहीं हो पाती है। अंत में गैस दबाव बनाते हैं जो लावा का विस्फोट टेफरा में करता है।

फूटने के दौरान काफी मात्रा में गैस बाहर निकलती है। गैस वाष्प का बना होता है। इसमें कार्बन डाईआक्साइड, सल्फर ऑक्साइड, नाइट्रोजन, और विभिन्न गैसें होती हैं। इनमें से ज्यादातर मैग्मा से निकलती हैं। गैस अपने साथ धूल भी बाहर लाती है। यह काले धुंए के समान दिखता है।

ज्वालामुखीय लावा का प्रवाह और पायरोक्लास्टिक पदार्थ

ज्वालामुखीय पदार्थ दो मुख्य समूहों में बांटे गए हैं पायरोक्लास्टिक पदार्थ और लावा प्रवाह पदार्थ। विविध ज्वालामुखीय पदार्थों की परिभाषा, उन पदार्थों की सामान्य विशिष्टता की व्याख्या और कुछ मामलों में उनके निर्माण की व्याख्या करते हुए नीचे की सूचि में दी गई है। इन परिभाषाओं का अध्ययन समीचीन होगा।

लावा प्रवाह पदार्थ

एए- एए (आह-आह उच्चारित, एक हवाईयन शब्द है), लावा का एक प्रकार है जिसकी सतह खुरदरी, दांतेदार, कांटेदार और आम तौर पर खंगरनुमा होती है। मोटे एए प्रवाह में, खुले खंगर और पिंड़ के रोड़ीदार सतह से एक बड़ा और अपेक्षा से घना अंतरभाग छिपा होता है।

टिप्पणी

पिंड़- लावा या चट्टान के 64 मिलिमीटर आकार से बड़े टुकड़े जो बहाव के दौरान चिपचिपे लावा प्रवाह सतह के टूटने से बनते हैं।

लावा- इस शब्द का प्रयोग मैग्मा के लिए होता है जब वह उदभेदन के बाद पृथ्वी की सतह पर आ जाता है। दरार या छेद से निकला पिघला हुआ चट्टान।

लावा प्रवाह- पिघले हुए चट्टान की धारा जो प्राय: गैर-विस्फोटक तरीके से ज्वालामुखी से फूट पड़ता है और धीरे-धीरे नीचे की ओर बहता है। जमीन की सतह पर लावा का ढलकना एक चिरा या दरार बनाता है। साथ ही ढलकते लावा से एक जीभ के आकार या शीट के आकार की ठोस संरचना बनती है।

पाहोहो- पाहोहो (पाहोहो उच्चारित- एक हवाईयन शब्द है), एक अति तरल लावा प्रवाह है, जो स्वरूप में ठोस हो गया है, इसकी विशिष्टता है एक चिकना, लहरदार या लसलसा सतह।

पिलो लावा- तरल लावा उदभेद के बाद या पानी के नीचे बहता हुआ, एक विशेष संरचना बनाता है जिसे पिलो लावा कहते हैं। ऐसी संरचनाएं तब बनती हैं जब पिघला हुआ लावा पानी के नीचे की नलिका की पतली दीवारों को तोड़ देता है और टूथपेस्ट की तरह बाहर निकलता है तथा तेजी से अनियमित, जीभ जैसे उभार में जम जाता है। जैसे-जैसे लावा पानी के नीचे आगे बहता है, यह प्रक्रिया अनगिनत बार दुहराई जाती है और परिणामस्वरूप जो उभार बनते हैं वे एक दूसरे पर इकट्ठा होते जाते हैं। पिलो शब्द इस अवलोकन से आया कि इन उभारों का ढेर अनुप्रस्थ काट में बोरी या तकिये (पिलो) के समान होता है। व्यास में एक फुट से भी कम से शुरू होकर कई फुट तक होता है और हर पिलो का एक कांच-सदृश बाहरी सतह होता है जो लावा के पानी द्वारा तेजी से ठंठा होने से बनता है। ऊपर फैले पानी के भार के कारण उत्पन्न अपेक्षाकृत उच्च दबाव से काफी पिलो लावा फूट पड़ता है, यहां गर्म लावा और ठंठे पानी के बीच विस्फोटक अंत: क्रिया काफी कम या नहीं होती है। एक हवाईयन ज्वालामुखी के समुद्र के अंदर का बड़ा हिस्सा पिलो लावा से बना होता है।

पायरोक्लास्टिक पदार्थ

अग्लुटिनेट (चिपका हुआ)- अंगार, धातुमल या झांवा के टुकड़े जो आंशिक रूप से आपस में जुड़ कर एक संसक्त समूह बनाते हैं अग्लुटिनेट कहलाते हैं। अग्लुटिनेट तब बनते हैं जब एकल पायरोक्लास्ट का संघात के बाद काफी उच्च तापमान रहता है जिससे वो आंशिक रूप से एक साथ पिघलते हैं (झलाइ)। यदि टुकड़े संघात के बाद पूरी तरह से पिघल जाते हैं तो वह ऊंचाई से नीचे बहने लगते हैं जिसे निर्मूल प्रवाह कहते हैं।

राख (ज्वालामुखीय)- व्यास में 2 मिलिमीटर से कम लावा या चट्टान के टुकड़े, जो ज्वालामुखीय विस्फोट से हवा में बिखर जाएं तो उसे राख कहते हैं।

पिंड- आकार में 64 मिलिमीटर से बड़े लावा या चट्टान के टुकड़े जो ज्वालामुखीय विस्फोट से हवा में बिखर जाएं। पिंड उदभेदन के समय ठोस अवस्था में निकलता है, जबकि गोला उदभेदन के दौरान अर्द्ध ठोस या आंशिक पिघली अवस्था में निकलता है। सामान्यत: उदभेदन के दौरान टूटने के कारण पिंड प्राय: एक कोणीय आकृति का होता है।

गोला- आकार में 64 मिलिमीटर से बड़ा तरल या आंशिक तरल लावा का टुकड़ा जो ज्वालामुखीय विस्फोट से हवा में बिखर गया हो। गोला उदभेदन के दौरान, एक अर्द्ध-ठोस

टिप्पणी

या आंशिक पिघली हुई अवस्था में निकलता है, जबकि पिंड ठोस अवस्था में निकलता है। ज्वालामुखीय गोले उन्हें आकार देने वाले बदलती हुई विभिन्न वायुगतिकीय अवस्था या संघात से गुजरते हैं जो वातावरण में तैरने के दौरान उनकी तरलता पर निर्भर करता है और उसके पश्चात जमीनी संघात से। जमीन को टक्कर मारने के बाद उनके आकार के आधार पर गोले का विवरण निम्नांकित शब्दों में किया गया है–

ब्रेड-क्रस्ट गोला- ये गोले वो हैं जिनकी सतह विखंडित होती है, गोलों के टुकड़े किए बिना। गोले की सतह पर दरार जमीन से टकराने से या इसके अंदर की गैसों के फैलने से बनती हैं। दोनों मामलों में, गोले की बाहरी सतह ठंडी होकर जम जाती है, जबकि अंदर का भाग पिघला या आंशिक पिघला रहता है। सतह से संघात के कारण गोला मुड जाता है और इस तरह ठोस सतह में दरार पड़ जाती है। एक बार जमीन पर आने के बाद, अंदर के पिघले हुए भाग में गैस फैलने लगती है, जिससे ठोस सतह दरार के साथ फैल जाती है।

काउ-पाई गोला- इसे काउ-डंग गोला भी कहते हैं। ये काफी तरल गोले होते हैं जो संघात के दौरान बुरी तरह से विकृत हो गए होते हैं। गोले की तरल प्रवृति के कारण लावा संघात के केन्द्र से बाहर की ओर बहता है, जिससे एक खुरदरा, वृतिय, मालपुआ-आकार का गोला बनता है

तर्करुप गोला- इसे तकली या बादाम गोला भी कहते हैं। ये गोले लंबरुप होते हैं जो दोनों छोरों पर पतले हो जाते हैं और सतह अपेक्षाकृत चिकनी होती है। कई का आकार बादाम जैसा होता है।

अनियमित गोला- ऐसे गोलों का आकार लंबा, चपटा, फीता सदृश होता है।

गोलाकार गोला- जैसा कि नाम से स्पष्ट है, ये गोलाकार या गेंद के आकार के होते हैं।

अंगार- अंगार छालेदार लावा टुकड़ा है, जो व्यास में 1 सेंटीमीटर या उससे बड़ा होता है।

लापीली- ये 2 से 64 मिलिमीटर आकार के लावा या चट्टान के टुकड़े होते हैं जो ज्वालामुखीय विस्फोट से हवा में बिखर जाते हैं।

झांवा- एक हलके रंग का, झागदार, छालेदार ज्वालामुखीय चट्टान है जो प्राय: मध्यमवर्ती और फेल्सिक संरचना का होता है और जो लावा उदभेद के समय गैस के फैलाव से बनता है। सामान्यत: मटर के आकार का या उससे बड़ा ठोस के रूप में दिखता है, लेकिन यह राख-आकार के कण के रूप में प्रचुर मात्रा में होता है। इसके असंख्य गैस बुलबुले के कारण, झांवा सामान्यत: पानी पर तैरता है।

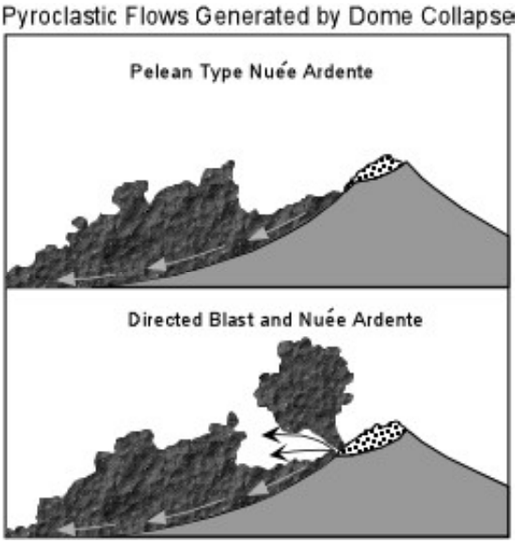
पायरोक्लास्टिक- खंडित(क्लास्टिक) चट्टान से संबंधित जो एक ज्वालमुखी विस्फोट या एक ज्वालामुखी दरार में से निकलने से बने होते हैं।

रेटिकुलाइट- कुछ उदभेदों में अपवाद रूप से ऊंचे फव्वारे की घटना के कारण, एक अति छालेदार (छेदवाला), परदार हल्का झांवा बनता है जिसे रेटिकुलाइट या धागा-फीता धातुमल कहते हैं और यह ऊंचे लावा फव्वारे से मीलों दूर हवा की दिशा में बह जाता है। यद्धपि रेटिकुलाइट टेफरे का सबसे कम घना प्रकार है, यह पानी पर नहीं तैरता क्योंकि इसके छाले खुले और आपस में जुड़े होते हैं। परिणामस्वरूप, जब यह पानी पर गिरता है, यह तुरंत पानी से भर जाता है और डूब जाता है।

टिप्पणी

धातुमल- यह एक गहरा लाल-रंग का, छालेदार ज्वालमुखीय चट्टान है, प्रायः मैफिक संघटक का होता है। धातुमल बनता है जब गैस-युक्त लावा के छींटे उदभेद के दौरान हवा में फैलते हैं और उड़ने के क्रम में ठंठे हो जाते हैं, वापस काले ज्वालामुखीय चट्टान की तरह गिरते हैं जिसमें फंसे हुए बुलबुलों से बने छिद्र होते हैं।

टेफरा- विस्फोट के दौरान वातावरण में निष्कासित सभी आकार के ठोस पदार्थ टेफरा कहलाते हैं। ज्वालामुखीविदों द्वारा टेफरा सामान्यतः अब सभी आकार के हवाजनित ज्वालामुखीय निष्कासित पदार्थों के लिए प्रयोग किया जाता है। जैसे भी हो, ऐतिहासिक रूप से विभिन्न आकार के निष्कासित पदार्थों के लिए विभिन्न शब्दों का प्रयोग होता रहा है। विखंडित ज्वालमुखीय उत्पाद जो 2 मिमी से कम आकार के हैं उन्हें राख कहा जाता है, 2 से 64 मिमी व्यास वालों को लपीली, 64 मिमी से बड़े टुकड़ों को पिंड कहा जाता है यदि वे ठोस अवस्था में बाहर निकलते हैं, जबकि गोला अर्द्ध-ठोस या आंशिक पिघली हुई अवस्था में निकलता है।

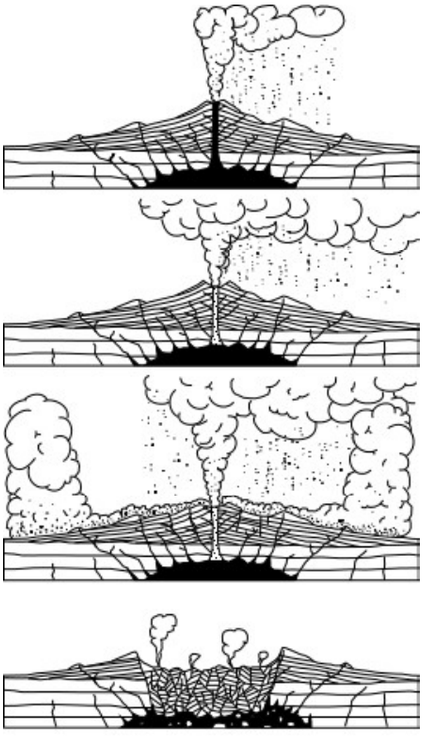


ज्वालामुखी और कुण्ड (क्रेटर और कैल्डेरा)

- ज्वालामुखी में विस्फोट के बाद उसका वृत्ताकार मुख बन जाता है जहां से गैस और राख निकलती है। यह एक किलोमीटर से कम दायरे में होता है।
- कुण्ड ज्यादा बड़े होते हैं। यह भी गोलाकार होते हैं और इनका घेरा एक किलोमीटर से 50 किलोमीटर तक हो सकता है। किसी ज्वालामुखीय ढांचे के ध्वस्त होने के कारण इनका निर्माण होता है। नीचे का मैग्मा चैम्बर जब खाली हो जाता है तो ऊपरी ढांचा धवस्त हो जाता है।
- शील्ड ज्वालामुखियों में, जैसा कि हवाई में है, मैग्मा चेम्बर का खाली होना एक धीमी प्रक्रिया है जिसमें मैग्मा किनारों से निकल जाता है।
- स्ट्रैटो ज्वालामुखियों में मैग्मा चेम्बर के ऊपर का ढांचा बड़ी तेजी से गिर जाता है और कुण्ड का निर्माण हो जाता है क्योंकि लम्बे विस्फोटों के कारण वह जल्दी खाली हो जाता है।

टिप्पणी

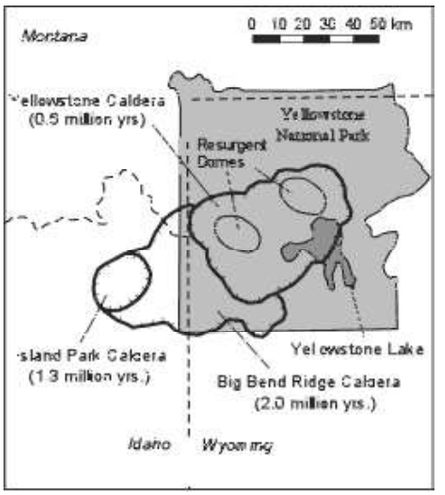
- कुण्ड ऐसी नीची जगहें होती हैं जहां बारिश व पिघलती बर्फ का पानी जमा होता है और यही वजह है कि इनमें बहुधा झील बन जाती हैं।
- दक्षिणी ओरेगॉन में ऐसा ही एक कुण्ड है जिसका घेरा आठ किलोमीटर का है और उसमें झील बनी हुई है। 6800 साल पहले हुए विस्फोट के कारण यह कुण्ड बना है। इसमें 75 क्यूबिक किमी रायोलाइट मैग्मा निकला था। यह मैग्मा कनाडा तक फैल गया था। इससे ज्वालामुखी के किनारों में पायरोक्लास्टिक की मोटी परत जमा हो गई थी। बाद में हुए विस्फोटों के कारण कुण्ड की सतह पर अवस्कर शंकु (Cinder Cone) बन गया था जिसे अब विजार्ड द्वीप के नाम से जाना जाता है।



- अमेरिका के पश्चिमी हिस्सों में लाखों साल पहले विशालकाय कुण्ड (कैल्डेरा) बन गए थे। इनमें शामिल हैं योमिंग का येलोस्टोन, पूर्वी कैलीफोर्निया का लॉन्ग वैली और मेक्सिको का वैलेस।

टिप्पणी

- येलोस्टोन एक महत्वपूर्ण उदाहरण है क्योंकि यह विस्फोट में निकले पदार्थों के जमा होने की अवधि को दर्शाता है। इससे यह भी पता चलता है कि एक विशाल क्षेत्र में उन विस्फोटों का क्या विनाशकारी प्रभाव पड़ा जिससे इन कुण्डों का निर्माण हुआ।
- येलोस्टोन कुण्ड का अधिकांश हिस्सा अब येलोस्टोन नेशनल पार्क बन गया है। वस्तुत: यह तीसरा कुण्ड है जो पिछले 20 लाख सालों में इस इलाके में बना है। ये तीनों कुण्ड 20 लाख साल पहले, 13 लाख साल पहले और छह लाख साल पहले बने हैं यानी इनके जमाव का समय औसतन साढ़े छह लाख साल है।



- सबसे ताजा विस्फोट से निकले टेफरा का जमाव लुसियाना व मेक्सिको की खाड़ी में मिला है और यह अमेरिका के पूरे पश्चिमी हिस्से में फैला हुआ है।
- छह लाख साल पहले हुए विस्फोट में 1000 क्यूबिक किलोमीटर रायोलाइट निकला जबकि 1980 में माउंट सेंट हेलेन्स में हुए विस्फोट में 0.75 क्यूबिक किलोमीटर ही निकला।
- येलोस्टोन कुण्ड के नीचे अभी भी मैग्मा है। इसका पता इस बात से चलता है कि इस इलाके में गर्म पानी के कई श्रोत (गीजर) व झरने हैं।

पुनः निर्मित होने वाले (रिसर्जेंट) गुम्बद

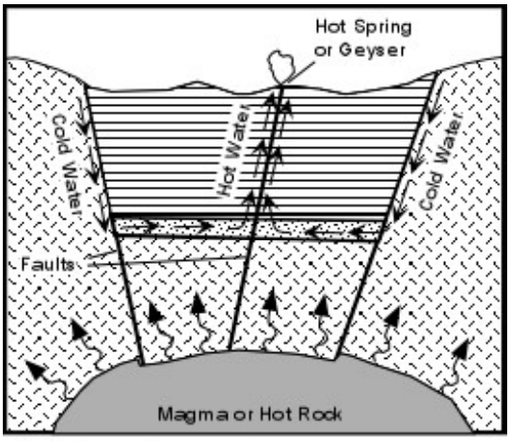
- चैम्बर के ऊपरी हिस्से के धवस्त होने से कुण्ड बनने के बाद भी कभी कभार उसके नीचे के हिस्से में फिर से मैग्मा चला आता है। इससे कुण्ड के घेरे में ही एक या कई हिस्से फिर से ऊपर उठ जाते हैं और गुम्बद बन जाता है। येलोस्टोन में ऐसे ही दो गुम्बद बन गए हैं।
- इस प्रक्रिया में यदि मैग्मा रिस कर सतह पर आ जाता है तो उस गुम्बद के दायरे में छोटे-छोटे ज्वालामुखीय गुम्बद बन सकते हैं।

गर्म पानी के झरने, गीजर और फ्यूमरोल्स

- फ्यूमरोल एक प्रकार का छिद्र होता है जहां से गैसें धरती की सतह तक आती हैं चाहे वे गहराई में पड़े मैग्मा से निकली हों या जमीन के भीतर के पानी के गर्म होने के कारण बनी हों। चूंकि ज्यादातर ये गैसें पानी की वाष्प होती हैं और गर्म

पानी से भी वाष्प ही निकलती है तो फ्यूमरोल तभी दिखाई पड़ते हैं जब पानी घनीभूत होता है।

टिप्पणी



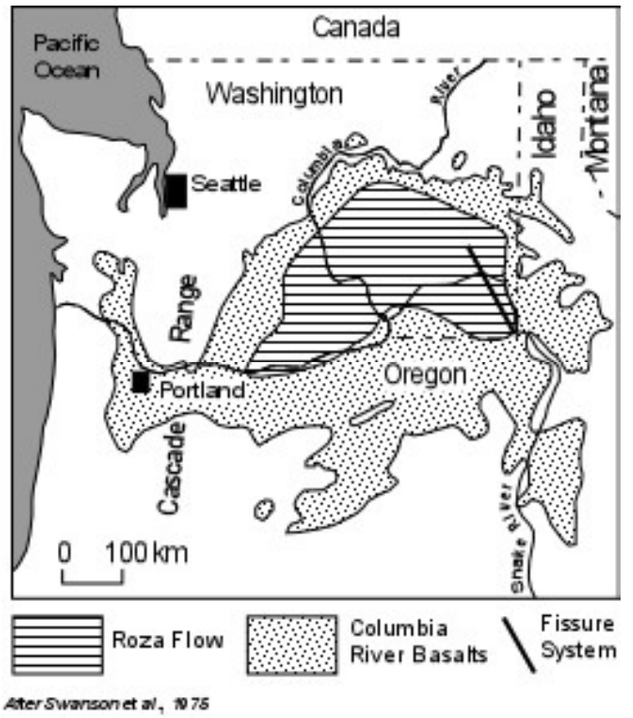
After Williams and McBirney, 1985

- गर्म पानी के झरने या हॉट स्प्रिंग वहां बनते हैं जहां पानी धरती की सतह से बाहर आता है। ठंडा पानी नीचे की तरफ जाता है और मैग्मा या गर्म चट्टानें उसे गर्म कर देती हैं। उस गर्म पानी को यदि सतह तक रास्ता मिल जाता है तो वह झरने की शक्ल ले लेता है।
- गीजर वहां बन जाता है जहां गर्म पानी की भाप एकत्रित होती रहती है और जब उसका दबाव इतना हो जाता है कि वह सतह की ओर निकल सके तो वह दबाव बने रहने तक फूट कर निकलता रहता है। उसके बाद वह फिर पर्याप्त दबाव बनने तक बंद हो जाता है। येलोस्टोन पार्क में ओल्ड फेथफुल जैसे गीजर हैं जो नियमित अंतराल के बाद फूटते रहते हैं। पानी निकलने का समय इस बात पर निर्भर करता है कि पर्याप्त दबाव कब बना।

पठार असिताश्म (बसाल्ट) या बाढ़ असिताश्म

- जब छिद्रों से ज्यादा मात्रा में कम गाढ़ा मैग्मा निकलता है तो वह बड़े भूभाग में फैल जाता है। यदि भूभाग में ढलान कम होती है तो इससे पठारों का निर्माण होता है।
- इसका एक ऐतिहासिक उदाहरण 1783 में आइसलैंड में सामने आया जब 32 किलोमीटर लम्बे छिद्र से लाकी बसाल्ट फूटा और 588 वर्ग किलोमीटर में उसका 12 क्यूबिक किमी लावा निकला। इस विस्फोट के बाद कई घर तबाह हो गए, जानवर मर गए, फसलें बर्बाद हो गई। इसके चलते वहां अकाल पड़ गया और 9336 लोगों की मौत हो गई।
- उत्तर पश्चिम अमेरिका के ओरेगॉन और वाशिंगटन में कोलंबिया नदी के आसपास का बसाल्ट 10 लाख साल से लेकर 12 लाख साल पहले हुए विस्फोट में निकले लावा से बना। बसाल्ट प्रवाहों में से एक रोजा प्रवाह का लावा कई सप्ताह तक निकलता रहा। यह 300 किलोमीटर तक फैला और उससे 1500 क्यूबिक किलोमीटर लावा निकला।

टिप्पणी

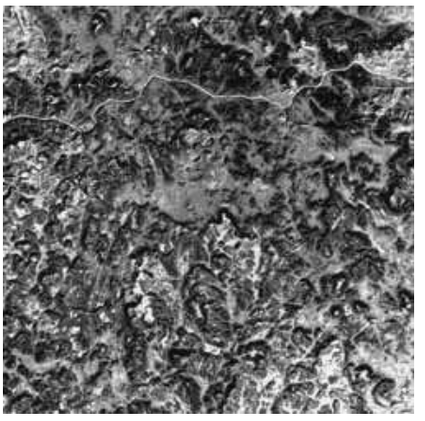


After Swanson et al., 1975

ज्वालामुखी के कारण बनने वाले भूदृश्य

जैसा कि अंतरिक्ष से देखे जाने पर समझ में आता है, संपूर्ण जैविक भूदृश्य, प्रारंभिक तौर पर ज्वालामुखी के कारण बना हुआ प्रतीत होता है (उदाहरण के लिये कोलंबिया का पठार जो कि युनाईटेड स्टेट्स के उत्तर पश्चिमी भाग में स्थित है), अन्य प्रदेशों में, ज्वालामुखी का प्रसार या प्रचलन किसी स्थानिक अनियमितता के कारण हो सकता है या किसी विशेष स्थान से संबंधित हो सकता है (जैसे युनाईटेड स्टेट्स के कुछ बेसिन व रेन्ज)। वह स्थिति, जिसमें स्थानीय भूदृश्य ज्वालामुखी की स्थिति से नियंत्रित होता है, उसकी सीमा निम्न पर निर्भर करती है : (1) बाहर निकले हुए पदार्थ का स्वभाव (आधारभूत रूप से निकला हुआ लावा अधिकांश क्षेत्र में प्रसारित होता है, इससे भूदृश्य बनते हैं जो कि ढलवां होते हैं (1 से 50) सिलिकिक लावा से भी ज्यादा (2से 350) (2) छिद्रों और दरारों की मदद से होने वाला वितरण (3) बाहर निकलने का आयतन (4) ज्वालामुखी के चलने की अवधि (5) ज्वालामुखी संबंधी गतिविधियों की आयु सीमा जो कि वर्तमान व अन्य ईकाईयों से संबंधित हो और (6) आस पास होने वाली निरंतर अपरदन की स्थिति। कुछ स्थानों में, ज्वालामुखी से निकलने वाले पदार्थ को किसी विशेष समयावधि में लिया जा सकता था जो कि एक विशेष प्रवाह के रूप में, गैर ज्वालामुखी ईकाईयों की ओर जाता था। इस प्रकार के ज्वालमुखी पहाड़ों का प्रतिरोध, जो कि अपरदन से सीधे प्रभावित होते हैं, उसके चलते आस पास के भूदृश्य के बनने का इतिहास संबद्ध होता है और इसके चलते अधिकाधिक टूटने वाले पत्थर, लावा से बनने वाले पहाड़ों के आकार लेने की स्थिति में वृद्धि, (उदाहरण के लिये, रशिया के पश्चिमी साईबेरियन प्लेटफॉर्म पर– चित्र देखें)। उसी प्रकार से लावा के प्रवाह के चलते, अथवा मोटी सतह के जमा हो जाने के कारण वर्तमान भूदृश्य की स्थिति पूर्ण रूप से खत्म हो सकती है।

टिप्पणी



बेसाल्ट के धंसने के कारण, पर्मो ट्रियासिक पत्थरों के अपरदन के चलते बना हुआ भूदृश्य। इस भूदृश्य में दिखाया गया क्षेत्र(1097-04465-5, अक्टूबर 28, 1972) ये भाग पश्चिमी सायबेरियन प्लेटफॉर्म का है जो निझुयाना तुंगुस्का नदी का है। अनेक पहाडों की चोटियां सपाट है, जिससे इनके ज्वालामुखी से प्रतिरोधी होने का पता चलता है। इस प्लेटफॉर्म पर 750000 वर्ग किलोमीटर का मेसोजोइक बेसाल्ट फैला हुआ है।

वर्तमान में अधिकांश (लगभग 82 प्रतिशत) सक्रिय ज्वालामुखी के केन्द्र उन महाद्वीपों व द्वीपों के वलयों की ओर अभिमुख हैं जो कि पेसिफिक बेसिन (रिंग ऑफ फायर) में स्थित हैं। विश्व के 14 प्रतिशत से भी अधिक सक्रिय ज्वालामुखी इन्डोनेशियन आर्कियोपेलागो में स्थित हैं। अन्य 6 प्रतिशत मध्य अटलांटिक रिज पर हैं। अफ्रीका और मेडिटेरियन, अरेबियन पेनिस्युला क्षेत्र में 5 प्रतिशत ज्वालामुखी केन्द्र हैं। बाकी ज्वालामुखी के केन्द्र समुद्री बेसिनों की सीमाओं पर स्थित हैं (उदाहरणार्थ हवाई द्वीप) अथवा महाद्वीपों के आंतरिक भागों में (उदाहरणार्थ यलोस्टोन), सामान्यत: जहां पर एक या अधिक उपपरतीय ऊष्मीय क्षेत्र हैं (गर्म स्थान)। बहरहाल, हवाई स्थिति के आधार पर ज्वालामुखियों का वर्तमान व पूर्व में किया जाने वाला वितरण समय और स्थान के हिसाब से किया जाता रहा है, समुद्र में स्थित ज्वालामुखियों द्वारा निरंतर ज्वालामुखी के कारण होने वाले निर्माण अनुभव किए गए हैं और ये ट्रियासिक से (या उससे भी पहले से) जारी है। ये पतली मिट्टी की परत से सुरक्षित नहीं है, समुद्री ज्वालामुखी की परतें विविध प्रकार की हैं जिनमें बेसाल्टिक ज्वालामुखीय टेरेन शामिल है, जहां पर ज्वालामुखी ढाल मौजूद है, इनमें पर्वत श्रेणी, शंकु, दरारें आदि होते हैं जो कम गहरी सतहों पर भी विविधता के साथ मौजूद हैं।

अधिकांश भूदृश्य दो प्रकार की ज्वालामुखीय क्रियाओं के परिणामस्वरूप आकार लेते हैं और वे इन्हीं दो पद्धतियों के अंतर के चलते एक-दूसरे से अलग होते हैं। पहले, ज्वालामुखी और उनके आस पास का क्षेत्र, जब वे सक्रिय या आकार लेने की स्थिति में होते हैं प्रारंभिक रूप से निर्माण से संबद्ध होते हैं। दूसरे, सबसे लघु आकार के ज्वालमुखीय भूदृश्य अपने संपूर्ण स्वरूप को प्राप्त करते हैं और यह किसी भी "लवियल, टेक्टॉनिक या अन्य प्रकार के भूदृश्यों से अधिक तेजी से होता है। इन सभी के साझे परिणाम के साथ और पिछले कुछ लाख वर्षों से जारी उच्च स्तरीय ज्वालामुखी गतिविधियों के चलते, ज्वालामुखी के प्राधान्य का भूभाग अन्य प्रकार की ज्वालामुखी गतिविधियों की तुलना में अलग स्वभाव का होता है जिनमें निकटवर्ती ज्वालामुखी के क्षेत्र भी शामिल हैं। जियोमार्फोलॉजी से संबंधित अपनी पुस्तक में वाज्ञन इन्लेन (1942) लिखते हैं:

टिप्पणी

''ज्वालामुखीय बल एन्डोजेनिक होते हैं और भूदृश्यों के निर्माण में वृद्धि करते हैं। इनमें इतने बड़े निर्माण भी संभव हैं जो जेमोग्राफिक ईकाईयों को प्रथम महत्ता का बना सकते हैं। कम प्रमाण में ज्वालामुखीय विशेषताएं होने के बावजूद, कुछ स्थानों पर भूदृश्यों के बदलाव में इनकी प्रमुख भूमिका होती है।''

पारंपरिक (परंतु अब अप्रचलित) तथ्यों के हिसाब से अपरदन की डेविशियन स्थिति और क्रम को युवा से वृद्धावस्था तक देखा जा सकता है, कई ऐसे ज्वालामुखी प्रकार देखे गए हैं जिन्हे अभी युवा माना जा सकता है। सक्रिय अवस्था में, ज्वालामुखी का निर्माण ज्यादा तेजी से होता है क्योंकि सतह पर स्पास्मोडिक व सामयिक लहरों का जमाव बढता़ जाता है। बीच बीच में होने वाले विस्फोटों के मध्य, छोटे ज्वालामुखी राख के ढेर से ढ़ंके हुए होते हैं और स्पष्ट विस्फोटों के साक्षी होते हैं और यह कई वर्षों तक चलता है। बहरहाल अधिकांश ज्वालामुखी के प्रकार तब तक परिपक्व नहीं होते हैं जब तक कि उनमें शामिल गतिविधियां बंद या निष्क्रिय नहीं हो जाती। कुछ ज्वालामुखियों में यह भयानक हो सकता है, जब काल्ड्रेया के बनने के दौरान उसका ढांचा गिर सकता है या विस्फोट हो सकता है। उसी प्रकार से इसके प्रवाह को भी सही दिशा नहीं मिलती या फिर वो सही तरीके से प्रवाहित नहीं होता है जब तक कि वह अपने उद्गम से पूरा बाहर निकल नहीं जाता। सतही स्वरूप में टेफरा का जमाव सामान्य रूप से कम समय के लिये होता है क्योंकि उसका अपरदन जल्दी होता है। ज्वालामुखी के ढांचे अधिक समय तक रहते हैं जव उनकी ऊपरी सुरक्षात्मक परत निकल जाती है और एक अधिक पक्की चट्टान सामने होती है।

ज्वालामुखी का विकास तरल, ठोस पदार्थ, गैस आदि के निष्कासन या बाहर निकलने से होता है, इनमें वे गैसें शामिल होती हैं जो एकत्र होती है या पृथ्वी की सतह के आस पास विविध स्वरूपों में जमा होती है और इनमें से अधिकांश पर्वत के आकार की शंखाकार होती हैं, लम्बी और प्रवाह के स्वरूप में, और वायु के दबाव के कारण बनने वाले टेफरा के जमाव (ज्वालामुखी के कण) होते हैं। ये तरीके किसी एक प्रकार या भाग में विविध ज्वालामुखी गतिविधियों के ज़रिये नियंत्रण में लाए जाते हैं। इनमें शामिल होता है शांत प्रवाह व विस्फोटक निकास, इनमें शामिल गैस का प्रकार प्रमुख होता है (उसकी संरचना से संबंधित) जो कि प्रारंभिक मैग्मा और आगे चलकर लावा का स्वरूप ग्रहण करता है। विस्फोट के विविध प्रकारों को ज्वालामुखी को दिए गए नाम, उसकी स्थानीय स्थिति अथवा किसी व्यक्ति के नाम पर रखा जाता है जो कि उसकी किसी गतिविधि से संबद्ध हो आदि, जैसा कि निम्न तालिका में दिया गया है।

तालिका *ज्वालामुखी विस्फोट के प्रकार*

प्रकार	विशेषताएं
1 आईसलैन्डिक	दरार के साथ विस्फोट, इसमें आसानी से प्रवाहित होने वाला बेसाल्ट मैग्मा होता है, शांत, गैस या कम मात्रा में लावा निकलता है, प्रवाह की परतें एक बड़े पठार का निर्माण करती हैं (कोलंबिया)।
2 हवाईयन	दरारें, ज्वालामुखी का कुन्ड और विस्फोट के कारण केन्द्र में गया, कम मात्रा में अनेकानेक स्थानों पर लावा, थोड़ी मात्रा में गैस, कम या सामान्य सक्रिय विस्फोट, कभी-कभार गैस व लावा के साथ मिलकर आग के फव्वारे का सा स्वरूप, बहुत कम मात्रा में राख, लावा के गुम्बदों का निर्माण।
3 स्ट्रोम्बोलियन	शंख्वाकार (समिट सृजन): सामान्य, विशेष गति से या निरंतर विस्फोट जिनके कारण स्पास्मोटिक गैस रिसाव होता है, लावा के थक्के निकलते हैं, बॉम्ब्स और स्कोरिया का निर्माण, लावा के बाहर निकलने की गतिविधि विशिष्ट अवधि में होती है, हल्के रंग के बादल (अधिकांश भाप) जो कि काफी ऊंचाई तक जाती है।

4 वोल्केनियन	शंख्वाकार (केन्द्रीय निकास), संबद्ध लावा चिपचिपा होता है, लावा निकास के स्थान पर जम जाता है जो कि विस्फोटों के मध्य आकार लेता है, जिससे सतह के नीचे गैस का जमाव हो जाता है, लंबे समय तक जमे रहने के बाद विस्फोटों की आवाज़ काफी तेज़ होती है क्योंकि वे लावा की परत को तोड़कर निकलते हैं, निकास को सामान्य करते हैं, कई बार बम के समान आवाज़ें होती हैं, कई बार राख व प्युमिक निकलता है, प्रमुख ज्वालामुखी विस्फोट के बाद लावा का प्रवाह ऊपर से नीचे की ओर होता है, गहरी राख से भरे बादल होते हैं, कुंडली के आकार के व गोभी के समान दिखाई देने वाले बादल होते हैं, जो कि लम्बाई में ज्यादा फैलते हैं और ऊंचाई में कम, इससे ज्वालामुखी के आस-पास टेफरा का जमाव हो जाता है। (अल्ट्रावॉल्केनियन विस्फोटों में भी समान विशेषताएं होती हैं लेकिन उनका सक्रिय होना भिन्न कारणों के चलते होता है (जैसे हवाईयन) इनमें भाप से भरे बादल होते हैं और विविध प्रकार के कणों से भरा विस्फोट होता है)।
5 वेसुवियन	अधिक पैरोक्सीमल, फिर स्टोम्बोलियन या वल्केनियन प्रकार : अत्याधिक हिंसक या गैस से भरा हुआ लावा जो कि निकास द्वार के पास होता है, थोड़ी सी हलचल के बाद विस्फोट होता है जो कि काफी लम्बी अवमि के बाद होता है, इसमें निकासी द्वार काफी अधिक गहराई तक खाली हो जाता है, लावा एक विस्फोट के रूप में स्प्रे के स्वरूप में बाहर निकलता है (ये निकास से ऊपर होता है), जिसमें बार बार धुंए के बादल आते हैं (फूलगोभी के आकार के) जो कि काफी ज्यादा ऊंचाई तक जाते हैं और टेफरा का जमाव होता है।
6 प्लेनियन	वैसुवियन विस्फोट का अधिक हिंसक प्रकार, इसका आखरी प्रकार गैस के ऊपर उठने के समान होता है जिसमें ऊंचाई की ओर मीलों तक जाता है, यह आधार पर संकरा होता है लेकिन ऊपर उठने के साथ ही इसका प्रसार होने लगता है, टेफरा के जमाव के साथ ही बादल काफी नीचे होते हैं।
7 पेलेन	उच्च प्रकार का चिपचिपा लावा इसमें से निकलता है, विस्फोटों में काफी अंतर होता है, इसके निकास द्वार पर अधिकांश लावा के जम जाने से अवरोध बना रहता है, गैस या कुछ लावा दरारों में से बाहर निकलता है जिससे ऊपरी ओर दबाव कम बनता है, गैस, राख व थक्कों के जमने के कारण विस्फोट या सीधा जमा होने की स्थिति होती है।
8 कैटमियन	विविध प्रकार के पेलेन विस्फोटों को बवाह व राख के साथ होने वाले तरल के रूप में देखा जा सकता है, इसमें चमकदार तत्व सामने आते हैं और ये सामान्य अंतिम उत्पाद होते हैं, साथ ही गरम लहरें व धुंआ देखा जा सकता है।

'प्रिंसिपल्स ऑफ फिजिकल जियोलॉजी, ए होम्स की पुस्तक के दूसरे संस्करण के अध्याय 12 (पृष्ठ 305-31) से संक्षिप्त। रोनाल्ड प्रेस, 1965, अतिरिक्त आंकडे वॉल्केनोज: इन हिस्ट्री, इन इरप्शन, एफ एम बुलार्ड, युनिवर्सिटी ऑफ टेक्सास प्रेस 1962 से साभार।

ज्वालामुखी के भूदृश्यों का वर्गीकरण इसके साहित्य में आश्चर्यजनक रूप से काफी बिखरा हुआ है। बहरहाल मूलपाठ और स्रोत पुस्तकें (खासकर जो अंग्रेजी में हैं), जोकि ज्वालामुखी विज्ञान के संबंध में हैं (रिटमैन, 1962, ओलियर 1969, मैक्डोनाल्ड 1972, बुलार्ड 1976, विलियम्स एन्ड मैक्बिर्ने 1978, सिमकिन एट एल 1981) जिनमें विस्फोट की कार्यप्रणाली पर चर्चा की गई है और उत्पादों के शैल विज्ञान पर भी बातें की गई हैं। उनमें अधिकांश लम्बे और छोटे आकार के ढ़ांचों को लेकर बातें की गई हैं और सतही स्तर पर ज्वालामुखी के प्रभावों का अध्ययन किया गया है। हाल ही में विलियम्स एट एल (1983) द्वारा आईसलैंडिक ज्वालामुखियों का एक वर्गीकरण किया गया है। ब्लूम(1978) द्वारा अपनी जियोमर्फोलॉजी से संबंधित पुस्तक का पूरा अध्याय ही ज्वालामुखी भूदृश्यों पर लिया गया है। उन्होंने ये बताया है कि ज्वालामुखी विज्ञान को प्राकृतिक तरीके से लिया जाना चाहिये और इसमें दो प्रमुख बिन्दु होने चाहिये, शेल विज्ञान (जिनमें अभिस्थापन की स्थिति शामिल हो) अथवा भूदृश्य को बनाने वाली स्थिति। उन्होंने ये भी बताया कि वर्गीकरण एकाधिक परिमाणों पर निर्भर हैं : 1. ज्वालामुखी की धारा का रासायनिक संयोजन (और तापमान) 2. निकासी के समय की स्थिति 3. ज्वालामुखी के क्षेत्र का इतिहास 4. निकासी के द्वार की स्थिति व आकार 5. ज्वालामुखी की गतिविधि का स्वभाव और 6. भूदृश्य की विशेषताएं। ब्लूम्स द्वारा अन्य दो परिमाणों पर भी वर्गीकरण किया गया है: 1. चिपचिपाहट (मैग्मा की गुणवत्ता) और 2. भूदृश्य बनने का आकार (मैग्मा की मात्रा) इसके लिये तालिका 2.2 में अनेक प्रकार के मैग्मा दर्शाए गए हैं जिन्हें चित्रों के संदर्भ में देखा जा सकता है।

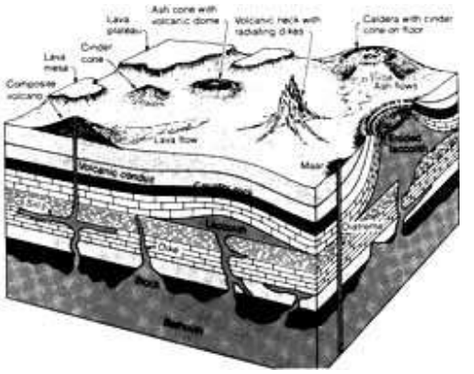
टिप्पणी

दो अन्य पुस्तकें हैं जिनमें ज्वालामुखी भूदृश्यों से संबंधित तथ्यों पर प्रकाश डाला गया है। वे हैं :

सी ए कॉटन की वॉल्केनोज एज लेन्डस्केप फॉर्म्स, 416 पीपी, विटकोम्बे एन्ड टोम्ब्स लिमिटेड, क्राईस्टचर्च, न्यूझीलैन्ड 1952

जे ग्रीन व एन एम शॉर्ट की वॉल्केनिक लैन्डफॉर्म्स एन्ड सरफेस फीचर्स, ए फोटोग्राफिक एटलस, 519 पीपी, स्प्रिन्जेर-वेरलेग, न्यूयॉर्क, 1971

कॉटन की पुस्तक में भूदृश्यों के दोनो प्रकार जिनमें शैल विज्ञान से संबंधित व जियोमर्फिक प्रक्रिया से बनने वाले दोनों भूदृश्य शामिल हैं। इनमें अनेकानेक विश्व स्तरीय उदाहरण दिए गए हैं, लेकिन सबसे अधिक संख्या उनके अपने देश न्यूजीलैन्ड से आती है। द ग्रीन एन्ड शॉर्ट वॉल्यूम वर्तमान में एक चित्रमय एटलस है जिसमें विस्तृत शीर्षक दिए गए हैं, लेकिन परिचयात्मक अध्याय के रूप में एरी पोल्डेवार्ट द्वारा ज्वालामुखियों के भूदृश्यों के आकार लेने, उद्‌गम व इतिहास को दोनों बिन्दुओं (शैल विज्ञान एवं जियोमर्फिक प्रक्रिया) से बताया गया है।



शेमेटिक चित्र जिसमें दिखाया जा रहा है कि ज्वालामुखी के फटने पर क्या विशेषताएं सामने आती हैं व सतह पर क्या प्रभाव पडते हैं साथ ही उनका मिट्‌टी की परतों पर व उनके उथले भागों पर क्या प्रभाव होता है (इन प्रेस एन्ड सिवेर (1982) आर जी शिमेन्ड्‌ट और एच आर शॉ, यूएस जियोलॉजिकल सर्वेक्षण से लिया गया)

अपनी पुस्तक में कॉटन द्वारा ज्वालामुखी के भूदृश्यों को दो प्रकार के समूहों में वर्गीकरण करने की सलाह दी है, प्रथम लावा प्रकार– 1 रायोलिटिक 2 एन्डेसिटिक 3 बेसाल्टिक भूदृश्य व द्वितीय प्रकार– आधारभूत फिजियोग्राफिक प्रकार : 1 पर्वत 2 पठार 3 मैदान जैसा कि ज्वालामुखी के कारण आकार में आए हों। बहरहाल, कॉटन ने अपनी पुस्तक में दिए गए ज्वालामुखी के विभिन्न प्रकारों का बहुत ज्यादा वर्गीकरण नहीं किया है। इस पाठ में लेखक ने कुछ ही प्रकार के वर्गीकरण किए हैं और कॉटन की पारिभाषिक पुस्तक में से कुछ मूलपाठ संबंधी जानकारी दी गई है। यहां पर जो परिणाम आते हैं, वे कुछ हद तक वैज्ञानिक वर्गीकरण से मेल नहीं खाते चूंकि इनके शीर्षक मिश्र प्रकार के हैं, कुछ में ढांचे के संबंध में जानकारी दी गई है व अन्य किसी में भूदृश्यों से संबंधित, किंतु उन पर विस्फोट से संबंधित विशेषताएं लागू हो रही हैं। इन सभी के अलावा, तालिका में जैसा भी वर्गीकरण दिया गया है (ग्रीन एन्ड शॉर्ट में से अनेकानेक प्रकार के बदलावों के साथ) वह काफी प्रायोगिक है और इसमें ज्वालामुखी के सबसे सामान्य सतह संबंधी विशेषताओं को शामिल किया गया है। इस तालिका में विविध प्रकार

टिप्पणी

के भूदृश्यों की विशेषताएं बताई गई हैं जिन्हें धन का चिह्न दिया गया है जो कि अंतरिक्ष से देखे जा सकते हैं। (इस तालिका में कुछ ज्वालामुखी विशेषताएं इस प्रकार की हैं जिन्हें देखा नहीं जा सकता है लेकिन अधिक शक्तिशाली सेन्सर्स की मदद से इन्हें शामिल किया जा सकता है)। कुछ ज्वालामुखी के प्रकार अंतरिक्ष चित्रों में आसानी से देखे जा सकते हैं, जबकि इनके समक्ष अन्य काफी लघु रूप में सामने आते हैं (आवर्धन करके सही तरीके से देखा जा सकता है) और कुछ तो नाममात्र को ही दिखाई देते हैं।

तालिका *ज्वालामुखी से बने भूदृश्यों की विशेषताएं एवं उदाहरण*

सतही विशेषताओं के प्रकार	चुने गए उदाहरण
बेसाल्टिक लावा के डोम्स व कोन्स	
बेसाल्ट कोन्स	सेन फ्रांसिस्को वॉल्केनिक फील्ड, एरिजोना
केन्द्रीय व दरार के प्रकार के निकास	हालेन्काला, हवाई
लावा का पार्श्व प्रवाह	म्युना लोआ, एटना
बेसाल्टिक लावा शील्ड (लघु)	स्कजल्दब्रदुर, आईसलैन्ड
बेसाल्ट गुम्बद (शील्ड) ढांचा	म्युना लोआ, म्युना केआ
आईसलैन्डिक स्पैटर कोन्स	ब्रुेल, आईसलैन्ड
स्कोरिया कोन्स	ब्युडाक्लेतुर, आईसलैन्ड
लावा पठार व मैदान	
इग्निम्ब्राईट पठार	न्यूजीलैन्ड, यलोस्टोन, न्यू मेक्सिको,
बेसाल्ट पठार	डेक्कन, भारत, कोलम्बिया, एन डब्ल्यू, यूएस, ड्राकेन्सबर्ग
दरारों के साथ विस्फोट	दक्षिण अफ्रीका
फोनोलाईट मैदान	लकीजगार, आईसलैन्ड
बेसाल्ट मैदान	केन्या, ड्युनेडिन, न्यूजीलैन्ड, स्नेक रिवर, आइडाहो
लावा मैदान	
लावा टोन्यूज	गलापागोस, इक्वाडोर
तालाब के रूप में जमा लावा	कियानाकाकोई, हवाई
पाहोएहो: टर्म्युलिसय स्क्वीज अप्सय दबाव पर्वत	अनेक
ब्लॉक्स पाहोएहो	केक्कारर्टाईज प्रवाह, नू मेक्सिको
ब्लॉक	माउन्ट वैसुवियस, इटली
ब्लॉक व राख का प्रवाह	मार्टिनिक, मेरापी, जावा
अग्नि का फव्वारा	हवाई
स्कोरिया माउन्ड्स (सिन्डेर कोन्स)	स्ट्रोम्बोली, इटली, ताहुआहुआ, न्यूजीलैन्ड
एडवेन्टिव कोन्स	म्यानुआ केआ, हवाई
अन्य परिचयात्मक विशेषताएं	
लाक्कोलिथ्स	हेनरी पर्वत, उताह,
डाईक सिलिज	स्पेनिश पीक्स, कोलोरेडो, अन्य
मार्स व टफ रिन्स	
नार्स	एफिल, फ्रांस, लागो डि नेमी, इटली
यूबेहेबेज	डेथ वैली, कैलीफोर्निया
बेसाल्टिक टफ रिंग्स	डायमन्ड हेड, हवाई, माउन्ट गैम्बियर, ऑस्ट्रेलिया, हेवरफेजॉल, आईसलैन्ड, होपी बट्स, एरिजोना, किम्बर्लेटिज, दक्षिण अफ्रीका
डायाट्रेम्स	
दरारें	
दरारों की वादी	अफ्रीका
दरारों की लाईनर्स	एम एन्ड वाय क्यूट, वातेन क्षेत्र, आईसलैन्ड, तारावेरा, न्यूजीलैन्ड
क्रिटर्स व कैल्डेरेज	
क्रेटर्स	माउन्ड उबीनास, पेरू
पिट क्रेटर्स	न्यिरागोन्गो, केन्या, हेलेमाउमाउ, हवाई
कैल्डेरेज	
ग्लेन्कोए	माउन्ट वेसुवियस, इटली, फेर्नान्डिना, एएसओ जापान
क्राकाटोआ	क्राकोतोआ, इन्डोनेशिया, एनियाक्चाक, अलास्का

टिप्पणी

विविध	ड्यान्जिफुजोल, आईसलैन्ड
विस्फोटक कैल्डेरेज	ला पाल्मा, कैनेरी आयलैन्ड्स, मॅरीष्ठास, बैंक पौनिस्युला, न्यूजीलैन्ड
बिसीड लावास, काउलेस व थोलोड्स	
कॉन्वेक्स लावा प्रवाह	असेन्शियन आयलैन्ड, युनाईटेड किंगडम, मोनो क्राटेर्स, कैलीफोर्निया
क्युमोलो डोम्स (थोलॉइड्स)	मेयोर आयलैन्ड, न्यूजीलैन्ड, प्यु डे डोम, फ्रांस, तारावेरा,
ओब्सिडियान डोम्स	न्यूझीलैन्ड
प्लग डोम्स	मोनो क्रिएटर्स, कैलीफोर्निया
स्पिन्स	यूएसयू, जापान, लासेन पार्क, कैलीफोर्निया, माउन्ट पेले, मार्टिनिक्यू
टेफरा शॉवर्स व न्यूईज आर्डेनेन्ट्स	
ज्वालामुखी राख की स्थिति	माउन्ट वासुवियस, इटली । त्युपो, न्यूजीलैन्ड, कटमाइ, अलास्का
न्यूईज अर्देन्टेज (प्रथम ऑर्डर)	माउन्ट पेले, मार्टिनिक्यु, 10000 स्मोक्स वैली, अलास्का
पठार का बनना (इग्निम्ब्राईट शीट्स)	बिशप टफ, कैलीफोर्निया, येलोस्टोन पार्क, व्योमिंग, मोन्टाना
न्यूईज आर्डेन्ट्स (द्वितीय ऑर्डर)	माउन्ट पेले, मार्टिनिक्यु, सान्ता मारिया
टेफरा- निर्माण का प्रारंभ लावा के साथ कोन्स	
एश कोन्स	फ्युजियामा, जापान
यंग कोन्स	वाल्कन, इटली, राबाउल, पापुआ, न्यूगिनी, पैराक्युटिन, मेक्सिको
संयुद्र कोन	मेरापि, इन्डोनेशिया, मायोन, फिलीपीन्स, एग्युआ, ग्वाटेमाला
विविध कोन	टोन्गारियो, न्यूजीलैन्ड
पैरासोल रिबलिंग लहार्स (कीचड का प्रवाह)	माउन्ट वासुवियस, इटली, प्राक्युटिन, मेक्सिको, बन्दैसान, बल्गनांग, इन्डोनेशिया
विस्फोट की विशेषताएं	
रेवाइन कट्स (बैरेन्कोज)	पेपोकाटेपेट, मेक्सिको
डिसेक्शन की प्लेन्जे स्थिती	कान्टेल, फ्रांस
नेक्स व प्लग्स	शिपरॉल, न्यू मेक्सिको, रोचे सेन्ट माइकल, फ्रांस, होपी बट्स, ऐरजोना
विस्फोट काल्ड्रेआ	ह्युआहाइन, सोसायटी आईलैन्ड्स
इरोडेड डोम	हालेन्काला, हवाई
लावा पर्वत (आंतरिक भूदृष्य)	ऑस्ट्रेलिया
लावा पैलिसाडेज	हडसन नदी, न्यू यॉर्क

उपरोक्त तालिका में दिए गए प्रकारों के लिए अधिक जानकारी दिए जाने की आवश्यकता है। डोमिकल ज्वालामुखी भूदृश्य (एक्सोजिनियस डोम्स) प्रमुख रूप से बेसाल्टिक मैग्मा के अधिक प्रवाह के कारण आकार लेते हैं। छोटे गुम्बद के आकार के पर्वत, जो कि आईसलैन्डिक प्रकार के होते हैं, उनमें छोटे ढलान होते हैं और वे कोण की ऊंचाई की ओर 20 डिग्री तक बदल सकते हैं। अधिक बड़े हवाईयन प्रकार (प्लेट वी-10) में 1 से 3 डिग्री का ढलान होता है, जो कि कभी कभार 10 डिग्री तक बढ़ सकता है। विविध प्रकार के ढांचों में आधारीय कोणों को देखा जाए तो वे 100 किलोमीटर की परिधि में जा सकते हैं व इनकी ऊंचाई 3 से 5 किमी तक हो सकती है। (हवाई का द्वीप 400 किमी की परिधि में फैला है और इसका निचला आधार लगभग 10 किमी तक जाता है)।

बेसाल्ट की बाढ़ के कारण बनने वाले पठार व मैदान (प्लेट्स वी 5, वी 7, वी 20 व वी 23) लगभग 10000 वर्ग किमी से अधिक का क्षेत्र घेरते हैं। बहरहाल यहां पर अंतिम विस्फोट के बाद लावा की परतें बननी शुरू होती हैं व बाद के विस्फोटों से इलाके पर प्रभाव पड़ता है इससे निकलने वाले उत्पादों का बाहर निकलना प्रारंभ हो जाता है। इस प्रकार के ज्वालामुखी के कारण बनने वाले भूदृश्य को 'ट्रेपेन' या सीढ़ीदार कहा जाता है।

मिश्रित प्रकार के ज्वालामुखी या स्टार्टकोन्स में अत्यधिक विविध प्रकार के भूदृश्य देखने को मिलते हैं। वे अलग थलग स्थानों पर पाए जाते हैं (माउन्ट एटना, प्लेट वी

टिप्पणी

16), प्रस्तर प्रकारों में (कामचटका प्लेट वी 25) अथवा गुच्छों के रूप में, सामान्यत: एक ही स्थान पर 100 से भी ज्यादा होते हैं (एन्डीज प्लेट 14)। स्टार्टोकोन्स टेफरा रिंग्स के रूप में काम कर सकते हैं और बड़े आकार में सामने आते हैं। (सामान्यत: गोलाकार या सपाट दृश्य जिसे समानांतर प्रकारों से विस्फोटों के साथ टेफरा (राख, लैपिली व ब्लॉक्स क) व लावा के रूप में देखा जाता है)। ये दो प्रकार के प्रवाह मिलकर एक स्थिर ढांचा बनाने में मदद करते हैं। बाहर निकलने वाले लावा के साथ यदि कुछ कणों के साथ अन्य उत्पाद होते हैं, तो इससे शंख्वाकार आकार सामने आते हैं जैसे डाईक्स, सिल्स और कोन के आकार। प्रमुख रूप से जो केन्द्रीय निकास होता है, उसपर सामान्य रूप से सतही दबाव होता है और उसपर एकाधिक गुम्बद हो सकते हैं (प्लेट वी 8), जिसे थोलियोड्स कहा जाता है अथवा जिसे जमे हुए लावा के रूप में भी देखा जा सकता है।

अनेक बड़े आकार के स्टार्टोकोन्स विविध प्रकार के विस्फोटों के कारण स्वयं ही समाप्त हो गए हैं, जो कि समुद्री जल या पिघली हुई बर्फ के कारण होता है, जिससे फ्रेमवर्क की सबर्स ऊंची स्थिति व अन्य भागों पर प्रभाव पडता़ है (प्लेट वी 24)। जब मैग्मा काफी ज्यादा मात्रा में निकलता है, अथवा पिघले हुए पर्वत शिखरों के गिरने के कारण अतिरिक्त विस्फोट या पिघली हुई वस्तुओं या उत्पादों के बाहर निकलने का सिलसिला जारी रहता है। बड़े क्रेटर्स (परिधि में 1 किलोमीटर से कम, अधिक स्थिति में दस किलोमीटर तक) उन्हे कैल्डेराज कहा जाता है, यदि इस छिद्र की रिम वैसी ही बनी रहती है, तब कैल्डेरा में पानी भर सकता है जिससे क्रेटर झील के समान रचना बन जाती है (प्लेट वी6 व वी 18)। इनिम्ब्रेटिस का प्रसार तब होता है जब यह स्थिति अधिक प्रसारित होती है, जैसे कि व्योमिंग का यलोस्टोन क्षेत्र, जिसमें इलाके के कारण एक उच्च पठार जैसी रचना बन गई है।

पर्वत व सपाट स्थान जहां पर इग्निम्ब्रिट्स पर टेरियेन का निर्माण हुआ है, इस ज्वालामुखी गतिविधि के दौरान होने वाली प्रगति के प्रवाह के कारण वर्तमान में येलोस्टोन नेशनल पार्क उत्तरपश्चिमी व्योमिंग में सक्रिय है (लैन्डस्टेट 1825-17294-7, अक्टूबर 26, 1972)

संबंधित ज्वालामुखी की विशेषताओं के विषय में अध्ययन करते हुए कुछ अन्य अंतरिक्ष चित्रों को सामने रखते हुए देखा जा सकता है (सेटेलाईट व अंतरिक्ष यात्री द्वारा चलाए जाने वाले उपकरण, दोनों से लिए गए चित्र) जिन्हें इस पाठ में दिखाया गया है,

टिप्पणी

जिससे परिचय का भाग पूर्ण होता है–

1. अधिकांश भागों में, ये चित्र ज्वालामुखी व अन्य प्रकार के भूदृश्यों के मिश्रण से बने हैं। प्लेट वी 4, उदाहरण के लिये मेक्सिको के उत्तरी क्षेत्र के पिनाकेट भाग को दर्शाता है जो कि हाल ही में सक्रिय ज्वालामुखी का भाग है साथ ही बेसिन व रेन्ज भी दिखाई दे रहे हैं जिनसे भूदृश्य का अधिकांश भाग बना है। इसके विपरीत, इथोपिया (प्लेट वी 21) प्रमुख रूप से ज्वालामुखी को दर्शाता है।

2. ज्वालामुखी के भूदृश्यों से संबंधित सबसे सामान्य संबंध है टैक्टॉनिक/ऑरोजेनिक उद्‌गम के साथ। एनोरोजेनिक प्रकार के ज्वालामुखी में ये सर्वाधिक अपेक्षित होता है और महाद्वीपों में भी। ज्वालामुखी का होना अधिकांशत: टेक्टॉनिक प्रणाली का प्रतीक होता है। लिथोस्फियरिक प्लेट की गतिविधियों के आधार पर ज्वालामुखी की गतिविधि का अनुमान लगाया जा सकता है जिसे निम्न प्रकारों में बांटा जा सकता है (पहले नाम व अंक व अक्षर के आधार पर दिए गए कोड के आधार पर वर्गीकृत):

   I. डायवरर्जेन्ट प्लेट मार्जिन:

      (अ) महाद्वीपीय दरार (AA1)

      (ब) ओशेनिक स्पेडिंग सेन्टर (AA2)

   II. कन्वर्जेन्ट प्लेट मार्जिन:

      (अ) ओशन-ओशन प्लेट मार्जिन (BA1)

      (ब) ओशन-कॉन्टिनेन्ट मार्जिन (BA2)

      (स) कॉन्टिनेन्ट-कॉन्टिनेन्ट मार्जिन (BA3)

   III. ट्रांसफॉर्म जोन:

      (अ) ट्रेन्च-ट्रेन्च (मृत सागर के समान) (CA1)

      (ब) रिड्‌ज-ट्रेन्च (सान एन्ड्रूज के समान) (CA2)

      (स) रिड्‌ज-रिड्‌ज (सान एन्ड्रूज प्रकार) (CA3)

   IV. प्लेट का आंतरिक भाग:

      (अ) शील्ड्‌ज (DA1)

      (ब) पोस्टेक्टॉनिक मैग्मेटिक इन्ट्रूशन्स (DA4)

      (स) हॉट स्पॉट ट्रॅक (DA7)

3. अंतरिक्ष की कल्पना को सामान्यत: सक्रियता के रूप में देखा जा सकता है, हाल ही में की गई, या फिर पुरानी, लेकिन सर्वदा सेनोजोइक, ज्वालामुखी विज्ञान हमेशा अनेक प्रकार के ढांचागत नियंत्रणों में होता है। फॉल्ट जोन्स और दरारें विविध प्रकार की होती है, जैसे कि प्लेट वी 21, वी 25 और वी 27 में दिया गया है। ज्वालामुखियों का पंक्तिकरण हमेशा ही संभव होता है लेकिन इसके नियामक कारकों को सही तरीके से दिखा पाना प्रत्येक चित्र में कठिन होता है।

4. अनेक ज्वालामुखीय स्थानों और भूदृश्यों को पहचानना और उनकी सही परिभाषा करना, उनके आस पास के क्षेत्र से भिन्न होता है (कोन, डोम, कटी हुई नहरें, और

चिपचिपा प्रवाह) ये प्रमुख रूप से शीतकालीन चित्रों के लिये आदर्श स्थिति में होते हैं (विश्व ज्वालामुखी मानचित्र पर देखिये प्लेट्स वी 2 व वी 25), जिनमें सूर्य के निचले कोण को लिया जा सकता है व कई बार बर्फ से ढंका हुआ भी होता है।

टिप्पणी

5. एक बार फिर से, अंतरिक्ष परिकल्पना का सिनोप्टिक प्रकार, किसी भी विशेष रेन्ज को उभारने में मदद करता है जो कि अनेकानेक ज्वालामुखी संबंधी ढांचों के साथ आसानी से पहचाना जा सकता है (प्लेट्स वी 14 व वी 17) और कैल्डेरस (प्लेट वी 13 व वी 18) की तुलना में।

6. कुछ भूदृश्य ऐसे होते हैं जो अपने अस्तित्व को अर्ध प्रकार से दर्शाते हैं और चित्र में उनका संबंध काफी स्पष्टता से नहीं आ पाता। गोलाकार पर्वत और विविध ढ़ांचे बैसाल्टिक प्रवाह को सीधे प्रभावित करते हैं और इन सैडिमेन्ट्री पर्वतों के मध्य यह स्थिति देखी जा सकती है जैसी कि सायबेरियन प्लेटफॉर्म में है, दक्षिण अफ्रीका में कारो पर है (प्लेट वी 20), यहां पर ऐसे भूदृश्य बने हैं जो अनुचित रूप से घुसपैठ कर इस भूदृश्य का हिस्सा बने हैं।

7. अन्य ज्वालामुखी के भूदृश्यों को देखने के लिये मिट्टी की परत के अनुसार काम किया जा सकता है। इसे भारत के दक्षिणी पठार पर देखा जा सकता है (प्लेट वी 23) और आइडाहो के स्नेक रिवर मैदानों पर (प्लेट वी 6)। यहां पर टेफरा का जमाव जैविक रूप से होता है जैसा कि माउन्ट सेन्ट हेलेन्स के चित्र में दिखाया गया है (प्लेट वी 8), जहां कुछ वर्षों में वृद्धिगत जंगल है जिसे टेफरा जमाव के कारण एक पूर्णतः भिन्न स्वरूप मिला है।

8. तालिका में दिए गए साक्ष्यों के आधार पर, वर्तमान में उन ज्वालामुखी भूदृश्यों को चित्र में कैद कर पाना उतना सरल नहीं हैं, जिनके कोण, सेन्सर सिस्टम के आवश्यक विकिरण के हिसाब से उतने प्रभावी नहीं हैं। इस वैचारिक समूह में शामिल हैं– पाहेओहे, ब्लॉकी और एए लावास, प्लग डोम्स, थोलियोड्स, स्पैटर कोन्स, हर्नोइट्स, पिट क्रेटर्स, अनेकानेक धाराएं (और उनके समूह) आदि और लगभग सभी संबद्ध विशेषण। इनमें से कुछ को तो हवा में से चित्र लेते समय खोजना भी मुश्किल होता है। इनकी कुछ अन्य विशेषताओं में शामिल हैं– मार्स, डायाट्रेम्स, नेक्स, लेहर्स और अन्य वेल्डेड टफ ईकाइयां– जिन्हें सही विकिरण होने पर आसानी से कैमरे में कैद किया जा सकता है।

9. अंत में, आकस्मिक परिस्थितियों में, अंतरिक्ष चित्राकृति के अंतर्गत, सर्वप्रथम ज्वालामुखी के सक्रिय चित्र को लिया जा सकता है अथवा उसके विस्फोट के बाद सामने आने वाली प्रतिक्रिया को लेकर साक्ष्य स्वरूप चित्र सामने लाए जा सकते हैं। प्लेट वी 8, द्वारा एक नाटकीय उदाहरण अपने 1980 के ज्वालामुखी प्रसार के बाद देखा जा सकता है जो कि माउन्ट सेन्ट हेलेन्स में किया गया था, इसमें एनओएए सैटेलाईट द्वारा हवा में मौजूद धुंए के बादलों को दिखाया गया था और उसके तुरंत बाद उस लैन्डसैट द्वारा उस ज्वालामुखी के आस पास का संपूर्ण भाग दिखाया गया।प्लेट 13 के अंतर्गत गालापागोस ज्वालामुखी के माध्यम से बहता हुआ लावा देखा जा सकता है। माउन्ट एटना (प्लेट वी 16) में सन् 1980 में दिखाया गया प्रवाह भी सीधा दिखाई देता है।

टिप्पणी

बहिर्वेधी आग्नेय भूदृश्यों के बनने संबंधी विशेषताएं

ज्वालामुखी विस्फोट के दौरान जिस प्रकार का ज्वालामुखी शंकु आकार लेता है, वह लावा के प्रकार पर निर्भर करता है (रायोलिटिक - सर्वाधिक विस्फोटक) और विस्फोट के प्रकार पर भी। ये खासकर प्लेट के उस अंतर पर भी निर्भर करता है जिनके कारण ज्वालामुखी का निर्माण होता है।

निर्माणक प्लेट अंतर- बैसाल्टिक मैग्मा से संबंधित विस्फोटों की मदद करता है - इसमें कुछ विशेषताएं होती है जैसे शील्ड ज्वालामुखी और दरारों के मध्य विस्फोट जो कि लावा पठार का निर्माण करता है।

विध्वंसक प्लेट अंतर- इसमें रायोल्टिक मैग्मा के प्रकारों के होने के चलते ये विस्फोटों की अधिक मदद करता है - इसमें कुछ विशेषताएं होती हैं जैसे एसिड डोम, सिन्डर कोन, मिश्रित कोन व कैल्डेर्स आदि।

याद रखें – कोई भी ज्वालामुखी संबंधी गतिविधि टकराव या निर्माणक प्लेट अंतर से जुड़ी हुई नहीं होती है। ऐसा इसलिये होता है क्योंकि उनमें किसी प्रकार का मैग्मा का स्रोत नहीं होता है जैसे 1 वे ऊपर उठने वाले जुड़ाव के अंगों से ऊपर नही होते हैं इसलिये ऊपर उठने वाला मैग्मा वहां पर नही होता है और 2 मैग्मा के स्रोत के लिए वहां पर किसी प्रकार की परत को नुकसान नहीं पहुंचाया गया होता है। **बहिर्वेधी भूदृश्य की विशेषताओं के लक्षण / आकार ग्रहणः**	**विशेषताओं के चित्र व नामांकित उदाहरणः**
एसिड/लावा डोम ज्वालामुखी **विशेषताएंः** • ज्वालामुखी पत्थरों पर गुम्बद के आकार का जमाव • इन विशेषताओं में शामिल है खड़ी ढाल वाले व उत्तल चढ़ाव • संकरा आधार व उच्च कोन • कईयों में द्वितीयक कोन भी होते हैं **निम्न का बननाः** • एसिड व एन्डेसिटिक लावा के कारण ढलवा व उत्तल बाजू, जो कि अधिक चिपचिपा होने के कारण लंबी दूरी तक बहने में अक्षम होता है और स्रोत के पास ही रहकर जल्दी ही ठन्डा व ठोस हो जाता है। • डोम्स, सामान्यतः ये लावा के ठोस बन जाने के कारण होते हैं और इससे द्वितीयक निकास बनने की संभावना होती है जो कि ज्वालामुखी के नज़दीक ही बढ़ते हुए दबाव के कारण बनता है। • निकास के बन्द होने के कारण गैसें अन्दर बन्द हो जाती हैं और इसका परिणाम किसी विस्फोट के रूप में होता है। **विस्फोटक अंतरों में सामान्यता** • इन कोनों में नालीदार प्रकार होते हैं जिससे मैग्मा उनकी सतह से होता हुआ निकल जाता है, ठोस जमा हुआ लावा जो कि नालीदार प्रकार में होता है, वह कोन को ठोस व पक्का आधार देने में मदद देता है। • जहां पर भी मैग्मा का स्थान अवरुद्ध हो जाता है और दबाव बनने लगता है, तब मैग्मा दरारों में से बहता है और फलस्वरूप दूसरे कोन को आकार मिलता है।	**उदाहरणः** **लासेन पीक वॅल्केनो डोम (न्यूयॉर्क, यूएसए)**
शील्ड ज्वालामुखी **विशेषताएंः** • सामान्य ढलवां कोन • चौड़ा आधार जो कि ऊंचा हो ये ज़रूरी नही है • बेसाल्टिक लावा की लहरों से भरा **निम्न का बननाः** • बेसाल्टिक लावा के नियमित बहाव के कारण निर्माण • कम चिपचिपाहट और अधिक तापमान के कारण, लावा अधिक दूरी तक बहता है और निकास से काफी दूर चला जाता है। • लावा धीरे धीरे ठन्डा होता है, ज्वालामुखी के पर्वत को पूरा ढ़कता हुआ। **निर्माण अंतरों और हॉट स्पॉट्स पर सामान्य (उदाहरणः हवाईयन द्वीप)**	**उदाहरणः** **मेडिसिन लेक शील्ड ज्वालामुखी (केस्केडेज)** **हवाईयन द्वीप – म्युना लोआ**
सिन्डर कोन **विशेषताएंः** • हल्की सी अवतल बाजू • एक के बाद एक परतों का सिलसिला (राख व सिन्डर्स) **निम्न का बननाः** • निकास के नज़दीक सबसे बड़े आकार के पदार्थ का गिरना और प्रमुख निकास के बाजू में रहना • छोटे कणों के रूप में लावा का आगे जाकर सामान्य ढाल व कोन के आकार के आधार बनाना।	**उदाहरणः** **लावा बट, ओरेगन (कास्काडे)**

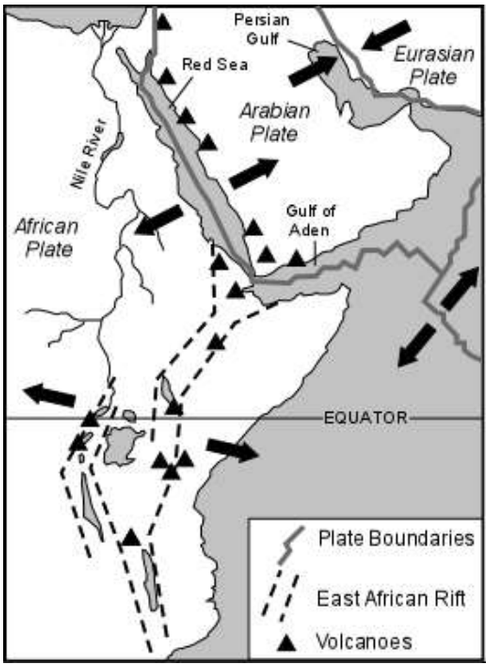
टिप्पणी

मिश्रित कोन / स्ट्राटो ज्वालामुखी **विशेषताएं:** • सामान्यतः काफी बड़ा ढांचा जिसमें ढलवा व समान प्रकार के बाजू होते हैं। • इसमें एसिड लावा व राख की एकान्तर परतें होती हैं • इसमें परजीवी प्रकार के या द्वितीयक कोन होते हैं (इनमें से अधिकांश पहले के विस्फोट के कारण सामान्य प्रकार के होते हैं) **निम्न का बननाः** • ये कोन एन्डेसिटिक प्रकार के मैग्मा से संबद्ध होते हैं, काफी हिंसक प्रकार के विस्फोटों के दौरान जब निकास पूरी तरह अवरूद्ध हो जाता है, तब राख और अन्य पदार्थ इस विस्फोट के समय बनते हैं। • इसकी तुलना में कम हिंसक विस्फोटों में, लावा निकल सकता है, जिससे लावा और राख की एकान्तर परतें बन सकती हैं। • इन कोनों में नालीदार प्रकार होते हैं जिससे मैग्मा उनकी सतह से होता हुआ निकल जाता है, ठोस जमा हुआ लावा जो कि नालीदार प्रकार में होता है, वह कोन को ठोस व पक्का आधार देने में मदद देता है। • जहां पर भी मैग्मा का स्थान अवरूद्ध हो जाता है और दबाव बनने लगता है, तब मैग्मा दरारों में से बहता है और फलस्वरूप दूसरे कोन को आकार मिलता है। **विध्वंसक सीमाओं पर सामान्य (सब्डक्शन जोन)**	उदाहरणः **माउन्ट सेन्ट हेलेन्स, वॉशिंगटन स्टेट (कास्काडेज)**
काल्ड्रेआ **विशेषताएं:** • बड़े, ढलवा व सही तरीके से ढाल वाले बेसिन • अधिकांशतः क्रेटर के अन्दर एक झील होती है (अथवा लैगून जो कि समुद्र तल से नीचे होता है)। • इनके अन्दर अन्य ज्वालामुखी काने भी विकसित हो सकते हैं। **निम्न का बननाः** • अत्याधिक विस्फोटक ज्वालामुखी गतिविधि के कारण बनता है– ताज़ा एन्डेसिटिक मैग्मा जब मैग्मा चेम्बर्स में जाकर उन्हें भरने लगता है, तब अत्याधिक विस्फोटक ज्वालामुखी का रूप ले सकता है (चित्र 2) • जैसे ही ये विस्फोट आकार लेता है, मैग्मा चेम्बर खाली होने लगता है और तब चेम्बर की छत को मदद देने के लिये मैग्मा शेष नहीं रहता। तब वह पर्वत चेम्बर में भरभराकर ढह जाता है और कैलेड्रा का निर्माण होता है (इस दौरान पृथ्वी की हलचल के चलते आगे भी बाजुओं का निर्माण संभव है) (चित्र 3) • कटोरे के आकार का निचला भाग जिसमें सामान्यतः पानी भरा हुआ होता है और इससे झील बन जाती है (अथवा लैगून जो कि समुद्र तल से नीचे होता है) • यदि नवीन मैग्मा नियमित रूप से बढता जाता है, तब नवीन व छोटे ज्वालामुखी कोन काल्डेरा में बनने लगते हैं (अर्थात क्रेटर झील) हज़ारों वर्षों के बाद, ताज़ा मैग्मा, मैग्मा चेम्बर में प्रवेश कर सकता है जिससे वह फिर से गरम होकर काल्ड्रेआ ज़मीन पर डोम का निर्माण कर सकता है और इसे रिसर्जेन्ट काल्ड्रेआ कहा जाता है – जब इनमें विस्फोट होता है, तब ये प`थ्वी के लिये महाविनाशकारी हो सकता है। इनसे काफी ज्यादा मात्रा में काफी चिपचिपा विस्फोटक मैग्मा निकलता है व सतह पर बढ़ने लगता है।	उदाहरणः **क्रेटर झील कैलेड्रा, ओरेगन**
लावा पठार **विशेषताएं:** • विशिष्ट, चपटे/ काफी मृदु ढाल • परतदार ढांचा (शृंखलाबद्ध विस्फोटों के साथ लावा की परतरार जमावट) • चपटे, बिना किसी विशेषता की स्थिति (सामान्यतः सीमित मृदा/वनस्पतियों से ढका हुआ) **निम्न का निर्माणः** • लावा का पठार दरारों के विस्फोटों के कारण होता है जहां बेसाल्ट लावा (जिसे बेसाल्ट बाढ़ कहा जाता है) सतह पर दरारों के साथ बाहर आता है और किसी प्रकार के प्रमुख निकासी द्वार से बाहर नहीं आता। • चूंकि लावा प्रवाहित होता रहता है (जिसमें चिपचिपाहट कम होती है) और उसे ठन्डा होने में लम्बा समय लगता है, वह अपने निकास स्थल से आगे काफी लम्बी यात्रा तय करता है। • ये विशेषताएं और परतदार ढांचा खासकर लावा के एक के बाद एक प्रवाह के कारण आकार लेती है, इसीलिये इनमें लावा के पर्वत के स्थान पर परतदार पठार का आकार लिया जाता है। • इनमें ठन्डा होने में अधिक समय लगता है जिससे कॉलम के रूप में जोड बनते हैं। • नदियों के कारण सामान्यतः लावा के पठारों में कटाव होता है जिससे तंग घाटी का निर्माण होता है, उदाहरण के लिए कोलंबिया नदी जिसने कालंबिया पठार को कटाव प्रदान किया है। डेक्कन पठार पर लावा के प्रसार का काफी बड़ा फैलाव है और ये 700,00 वर्ग किलोमीटर के क्षेत्र में फैला है और इसमें 20 लाख वर्षों तक लावा का विस्तार व प्रसार हुआ है। इसमें अनेक नदी घाटियां हैं (जिनमें वार्डा नदी भी शामिल है) जिन्होंने पठार को 700–900 मी समुद्र तल से ऊपर रखा है।	उदाहरणः **कोलम्बिया पठार – पूर्वी पश्चिमी डब्ल्यू यूएसए (कास्काडेस क्षेत्र)** **डेक्कन पठार – पूर्वी पश्चिमी भारत**

टिप्पणी

- **प्लेट मार्जिन का भिन्न दिशाओं में जाना**

  – ज्वालामुखी उन महाद्वीपीय क्षेत्रों में भी होते हैं जहां पर विस्तार संबंधी विकृतियां आकार लेती हैं। इसका सबसे अच्छा उदाहरण है पूर्वी अफ्रीकन रिफ्ट वैली, जहां पर अफ्रीकन प्लेट टूट चुकी है। यहां पर यह ध्यान देने योग्य बात है कि विस्तारित विकृतियां तब आकार लेती हैं जब उनके नीचे का आवरण महाद्वीपीय परतों पर छाने लगता है। आवरण को ऊपर लाने में वह पिघलकर मैग्मा का रूप ले सकता है, जो आगे चलकर सतह की ओर बढ़ सकता है, जिसमें सामान्यत: विस्तृतीकरण से संबंधित कारण प्रमुख होते हैं। बेसाल्टिक व रायोलिटिक ज्वालामुखी इस क्षेत्र में सामान्यत: पाए जाते हैं। इसी क्षेत्र में, परतें लाल सागर के साथ की स्थिति में हैं और अदन की खाडी से नवीन समुद्री श्रेणियां दिखाई देती हैं। इसी के कारण पूर्वी अफ्रीका की श्रेणियों में भविष्य में इसकी संभावना हो सकती है।

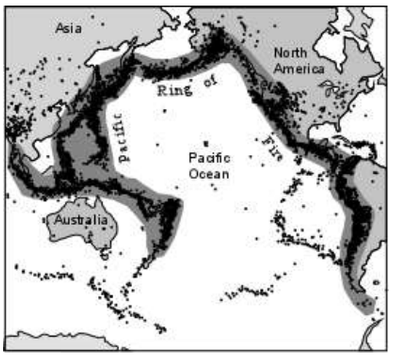


अन्य क्षेत्र जहां पर विस्तारीकरण की स्थिति हो रही है, वे बेसिन व रेन्ज के क्षेत्र में होने वाले बदलाव के कारण है और पश्चिमी यूएस के क्षेत्रों में (पूर्वी कैलीफोर्निया, नवादा, यूटाह, आईडाहो, पश्चिमी वायोमिंग और एरिजोना) और रियो ग्रॅन्ड रिफ्ट, न्यू मेक्सिको शामिल है। ये क्षेत्र नवीनतम बेसाल्टिक और रायोलिटिक ज्वालामुखी के लिए जाने जाते हैं

प्लेट मार्जिन्स की ओर अभिमुख होना

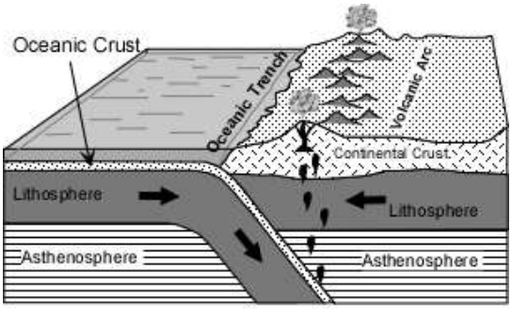
संपूर्ण पैसिफिक समुद्र में, पैसिफिक रिंग ऑफ फायर नाम से एक क्षेत्र है, जहां पर विश्व के अधिकांश सक्रिय व खतरनाक ज्वालामुखी मौजूद हैं। यहां पर रिंग ऑफ फायर इसे इसलिये कहा जाता है क्योंकि पैसिफिक समुद्र का अधिकांश मार्जिन, धीरे धीरे घटाव की ओर अग्रसर है।

टिप्पणी



पैसिफिक रिंग ऑफ फायर

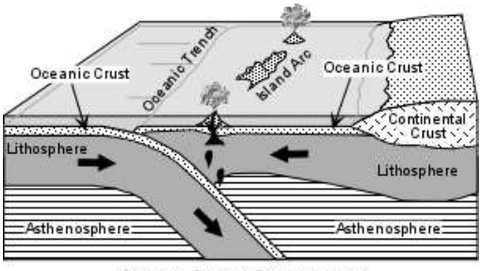
दक्षिणी अमेरिका, केन्द्रीय अमेरिका, उत्तरीपश्चिमी अमेरिका (उत्तरी कैलीफोर्निया, ओरेगन व वॉशिंगटन) में अभिमुख होने वाली सीमाएं, पश्चिमी कनाडा, और पूर्वी अलास्का, ये सारी सीमाएं हैं जिनमें समुद्री लिथोस्फीयर, महाद्वीपीय लिथोस्फीयर की ओर अभिमुख हो रहा है। इसके चलते इनमें महाद्वीपीय ज्वालामुखीय वलय का निर्माण हो रहा है जो कि एन्डीज पर्वत, केन्द्रीय अमेरिकन ज्वालामुखी बैल्ट, मेक्सिकन ज्वालामुखी बैल्ट, कास्काडे रेन्ज और अलास्कन ज्वालामुखी वलय होगा।



Ocean - Continent Convergence

प्लेट मार्जिन्स का अभिमुख होना

अल्युशियन द्वीप (पश्चिमी अलास्का), क्युराइल कामचात्का वलय, जापान, फिलीपींस द्वीप और मारियानस द्वीप, न्यूजीलैन्ड व इन्डोनेशियन द्वीप, तथा उत्तरी व पश्चिमी पैसिफिक सागर के जोन जहां पर लिथोस्फियर समुद्री लिथोस्फियर की ओर घटता जा रहा है। ये सारे द्वीपीय वलय हैं।



Ocean - Ocean Convergence

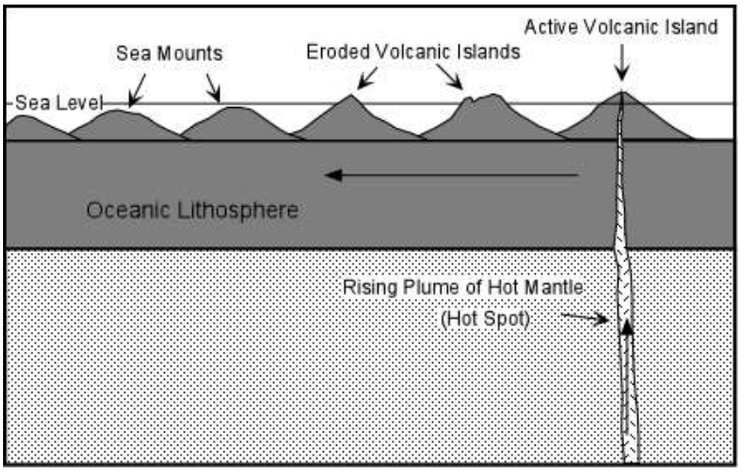
समुद्री लिथोस्फियर का कम होना

टिप्पणी

- जैसे कि पहले भी चर्चा की गई है, अधिकांश मैग्मा एन्डेस्टिक मैग्मा के घटने के कारण उत्पन्न होते हैं, और यही कारण है कि ज्वालामुखी, इन बदलाव से संबंधित स्थितियों के पहले से ही एन्डेस्टिक ज्वालामुखी के रूप में होते हैं।
- लेकिन जटिल प्रक्रिया के चलते, एन्डेस्टिक मैग्मा रायोलिटिक मैग्मा में बदल सकता है। इसलिये रायोलिटिक ज्वालामुखी भी इस क्षेत्र में सामान्यत: प्रचलित है।
- चूंकि मैग्मा में विविध प्रकार की गैसें शामिल होती हैं और इनकी चिपचिपाहट ज्यादा होती है, इन क्षेत्रों में होने वाले विस्फोट अधिक हिंसक, सामान्य स्ट्रोम्बोलियन, वल्कैनियन, प्लिनियन और पेलेन विस्फोटों की श्रेणी में आते हैं।
- ज्वालामुखी के भूदृश्य सामान्यत: सिन्डर कोन्स के प्रकार के होते हैं, स्टार्टोवॉल्केनोज, ज्वालामुखी डोम व कैल्डेराज।
- विस्फोटों के मध्य का समय सौ या हजार वर्ष तक का भी हो सकता है, इससे इन ज्वालामुखियों के नज़दीक रहने वाले लोगों को झूठी ही सही लेकिन सुरक्षा का बोध होता है।

• हॉट स्पॉट्स

ज्वालामुखी ऐसे स्थानों पर भी आते हैं जिनका प्लेट सीमाओं से कोई संबंध नहीं होता है अर्थात, प्लेट्स के आंतरिक भागों में। इन्हे सामान्य रूप से हॉट स्पॉट कहा जाता है। हॉट स्पॉट सामान्य रूप से गरम मैन्टल पदार्थ के सतह की ओर बढने़ की स्थिति में आकार लेता है, इसमें स्वतंत्र कन्वेक्शन कोशिकाएं प्लेट की गति का कारण बनती हैं। हॉट स्पॉट सामान्यत: एक स्थान पर स्थिर होते हैं, जिनमें प्लेट्स ऊपर की ओर जाती हैं। जैसे ही गरम मैंटल का ऊपर उठना शुरू होता है, वह पिघलकर मैग्मा का रूप लेना शुरू कर देता है। यही मैग्मा ऊपर उठकर ज्वालामुखी का रूप लेता है। चूंकि जो प्लेट ज्वालामुखी को लेकर चलती है, उसकी स्थिति हॉट स्पॉट से दूर होती जाती है, तब एक नवीन ज्वालामुखी का जन्म होता है और इस बार यह हॉट स्पॉट के ऊपर होता है। इसमें एक के बाद एक ज्वालामुखियों की श्रृंखला सी बन जाती है या इसे सीमाउन्ट्स कहा जाता है (पूर्व ज्वालामुखी द्वीप जिसने समुद्री सतह से नीचे विस्फोट किया हो)।

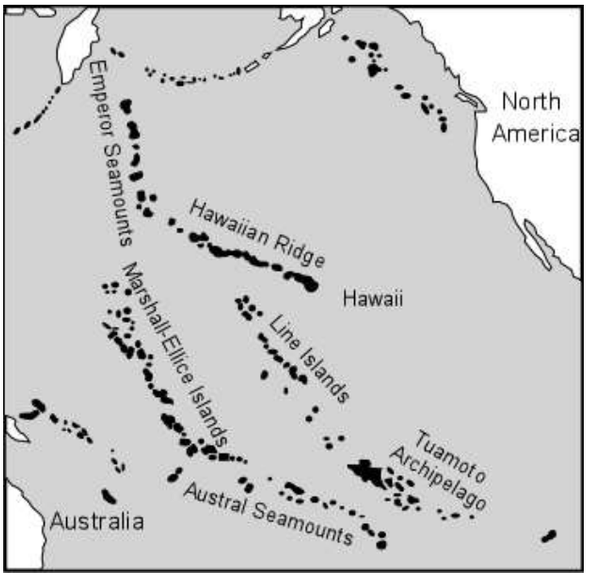


गरम मैंटल का ऊपर उठना

टिप्पणी

ज्वालामुखी का फटना, जो कि हॉट स्पॉट के कारण होता है, वह अटलांटिक व पैसिफिक सागर, दोनों में आकार लेता है, लेकिन पैसिफिक समुद्र में ये ज्यादा सही तरीके से दिखाई देता है, चूंकि यहां पर प्लेट्स की गति अटलान्टिक समुद्र की प्लेट्स की गति के मुकाबले अधिक होती है। एक हॉट स्पॉट का निशान ये दिखाता है कि द्वीपों कीशृंखला ज्वालामुखियों के समक्ष होती है और इसे पैसिफिक सागर में देखा जा सकता है। हवाईयन पर्वत श्रेणी भी हॉट स्पॉट का एक चिह्न है। यहां पर हवाई का बड़ा सा द्वीप ही हॉट स्पॉट के ऊपर मौजूद है, यह समुद्र तल से ऊपर है लेकिन ज्वालामुखी अब समाप्त हो चुका है। हवाई द्वीप का उत्तर पश्चिमी हिस्से में ज्वालामुखी अब भी सक्रिय हैं और वहां पर समुद्र के भीतर नवीन पर्वत आकार ले रहे हैं।

हवाई पर्वतश्रेणी में ज्वालामुखी पर्वतों की श्रेणियां उत्तर पश्चिमी क्षेत्र में बढ़ रही हैं। यहां पर, जहां हवाईयन पर्वत एम्परर सीमाउन्ट शृंखला में प्रवेश करते हैं, तब एक सही व स्पष्ट मोड़ दिखाई देता है जो कि हॉट स्पॉट के ऊपर प्लेट की स्थिति में बदलाव के कारण स्पष्ट होता है। यहां ध्यान रखने लायक बात ये है कि जब एम्परर सीमाउन्ट शृंखला का निर्माण हुआ था, तब प्लेट अधिकाधिक पश्चिमी दिशा में गतिमान हो रही होगी। इस प्रकार के ज्वालामुखी पर्वतों की आयु 500 लाख वर्ष के करीब है।



हॉटस्पॉट के कारण होने वाले ज्वालामुखी

अपनी प्रगति जांचिए

9. ज्वालामुखी विस्फोट के मुख्य प्रकार कितने हैं?

(क) 4 (ख) 3

(ग) 2 (घ) 1

10. ज्वालामुखी के सबसे ज्यादा प्रचलित वर्गीकरण हैं–

(क) सक्रिय (ख) बुझा हुआ

(ग) प्रसुप्त (घ) उपरोक्त सभी

टिप्पणी

2.7 हिमालय के विकास के संदर्भ में ऑरोजेनिक संरचनाएं

पर्वतीय संचलन (orogenic movement) विकसित महाद्वीपीय परत में पाई जाने वाली ऐतिहासिक विशेषताएं हैं। कुछ स्थलखंड, जैसे भारतीय उपमहाद्वीप, भू वैज्ञानिक रूप से पर्वतीय संचलन से अलग हुए छोटे–छोटे महाद्वीपों के मिश्रण दिखाई देते हैं। प्लेट टेक्टॉनिक सिद्धांत के आगमन ने इस दिशा में अध्ययन को नए आयाम प्रदान किए। सक्रिय पर्वत श्रृंखलाओं को अभिसरण प्लेट सीमाओं की अभिव्यक्ति के रूप में देखा जाता है, जहां भू पर्पटी क्षैतिज संकुचन द्वारा तीव्र विकृतियों से गुजरती है। ऑरोजेनिक श्रृंखला (वलित या भ्रंश पर्वतीय श्रृंखला) विभिन्न प्रकार के प्लेट टकराव (अभिसरण सीमा क्षेत्रों) में हो सकती हैं, जैसे महाद्वीप–महाद्वीप टकराव, महाद्वीप–द्वीप चाप टकराव, और महाद्वीप–समुद्री प्लेट टकराव (इस स्थिति में महासागरीय प्लेट महाद्वीपीय प्लेट के नीचे धंसती चली जाती है)। कुछ मामलों में ऑरोजेनिक पर्वतीय श्रृंखला सक्रिय प्लेट सीमाओं से दूर विकसित होती हैं। वर्तमान समीक्षा का संबंध भू पर्पटी की प्लेट सीमाओं के मध्य हो रहे टकराव से प्रेरित ऑरोजेनिक प्रक्रियाओं से है। हिमालय पर्वत और तिब्बत का पठार शायद पृथ्वी पर दो प्लेट सीमाओं के टकराव से निर्मित होने वाले पहाड़ों के प्रकार का सबसे अच्छा प्रतिनिधि है। उच्च क्रम की ऑरोजेनिक प्रक्रियाएं, जैसे महाद्वीप–महाद्वीप टकराव विशेष रूप से उथले भू पर्पटी वाले स्तरों में बनने वाले ऑरोजेनिक वास्तु कला के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। उदाहरण के लिए, हिमालय पर्वत बेल्ट में, बेसल थ्रस्ट से बड़े पैमाने पर अग्रभूमि, जिसे मुख्य हिमालयी थ्रस्ट कहा जाता है, का निर्माण हुआ। इस प्रकार के थ्रस्ट लगभग सभी फैनीरोजोइक ऑरोजेनिक बेल्ट में पाए जाते हैं।

इंडियन प्लेट और यूरेशियन प्लेट के बीच टकराव के परिणामस्वरूप हिमालय पर्वत श्रृंखला और तिब्बत के पठार का निर्माण हुआ है। यह टकराव आज से 50 करोड़ साल पहले शुरू हुआ था और आज भी जारी है। लगभग 225 मिलियन साल पहले, भारत एक बड़ा द्वीप था जो कि ऑस्ट्रेलियाई तट से दूर स्थित था। इस द्वीप और एशियाई प्लेट के मध्य में टेथिस नामक महासागर स्थित था। आदि काल में सभी महाद्वीप एक विशाल स्थलपिंड के रूप में दक्षिणी ध्रुव पर स्थित थे। पृथ्वी की भू–गर्भिक हलचलों के कारण आज से 200 मिलियन साल पहले यह विशाल स्थलपिंड टूटना शुरू हो गया था। अनेक स्थलखंड इस भू–भाग से अलग होकर उत्तर तथा पश्चिम की तरफ विस्थापित हुए। भारत एक द्वीप के रूप में एशिया महाद्वीप की ओर उत्तर में प्रवाहित होना शुरू हुआ। लगभग 80 मिलियन साल पहले भारत द्वीप (जो कि वर्तमान में भारतीय पेनिनसुला कहा जाता है) एशियाई महाद्वीप से 6,400 किमी दक्षिण में था। यह द्वीप प्रति वर्ष 9 से 16 सेमी के बीच की दर से एशिया की ओर बढ़ रहा था। इस समय टेथिस महासागर का नितल एशिया महाद्वीप के नीचे उत्तर की ओर धंस रहा था। इस क्षेत्र में प्लेट किनारे अभिसरण थे जहां महासागर–महाद्वीपीय अभिसरण हो रहा था। यह अभिसरण आज एंडीज पर्वत के क्षेत्र की तरह ही था।

इस हलचल के दौरान टेथिस महासागर का नितल पूरी तरह से एशियाई प्लेट के नीचे समाहित हो रहा था। इस प्रक्रिया में, महासागर के भारतीय किनारे के अधिकांश तलछट इस भाग से गतिशील थे और एशियाई किनारे पर ले जाए जा रहे

थे जहां वे एकत्रित हो रहे थे। ये एकत्रित हुए तलछट बाद के चरण में हिमालय पर्वत श्रृंखला के गठन का कारण बनते हैं। आज से लगभग 40–50 मिलियन साल पहले भारतीय द्वीपीय प्लेट के उत्तर की ओर बहाव की दर प्रति वर्ष लगभग 4–6 सेमी तक धीमी हो गई थी। इस मंदी की व्याख्या, यूरेशियन महाद्वीपीय और भारतीय द्वीपीय प्लेटों के बीच टकराव की शुरुआत के रूप में की जाती है। भारतीय और यूरेशियन महाद्वीपीय प्लेट की इस टक्कर से पूर्व टेथिस महासागर का समापन होता है, और हिमालय पर्वत के उत्थान की शुरुआत होती है।

इस टकराव के परिणामस्वरूप यूरेशियन प्लेट आंशिक रूप से उखड़ गई थी और भारतीय प्लेट को ऊपर से पकड़े हुए थी। लेकिन यूरेशियन महाद्वीपीय प्लेट और भारतीय द्वीपीय प्लेट दोनों का कम घनत्व और उच्च उछाल लगभग समान थे, इस कारण न तो यूरेशियन महाद्वीपीय प्लेट और न ही भारतीय द्वीपीय प्लेट समाहित हो रही थी। इस कारण महाद्वीपीय पर्पटी अत्यधिक संपीड़न के कारण वलन के रूप में उभर रही थी जिसके उत्थान के कारण बाद में हिमालय पर्वत और तिब्बती पठार का निर्माण हुआ। यहां महाद्वीपीय परत लगभग 75 किमी तक औसत मोटाई से दोगुनी हो गई थी। महाद्वीपीय परत की इस मोटाई के कारण इस क्षेत्र में ज्वालामुखी गतिविधि का अंत हो गया, क्योंकि उपर की और उठता हुआ मैग्मा सतह पर पहुंचने से पहले ही ठंडा हो रहा था।

हिमालय पर्वतीय क्षेत्र में प्रति वर्ष 1 सेमी से अधिक की वृद्धि हो रही है क्योंकि भारत उत्तर की ओर एशियाई प्लेट की ओर बढ़ रहा है। जो आज इस क्षेत्र में कम गहराई वाले भूकंप की घटना को बताता है। हालांकि अपक्षय और कटाव की ताकतें हिमालय को लगभग उसी दर पर कम कर रही हैं, इस कारण इसका उत्थान परिलक्षित नहीं हो रहा है। हिमालय और तिब्बती पठार का अधिक विस्तार पूर्व–पश्चिम की प्रवृत्ति का है और 2900 किमी तक विस्तृत है। माउंट एवरेस्ट जो कि पृथ्वी पर सबसे ऊंचा बिंदु है 8848 मीटर की अधिकतम ऊंचाई रखता है।

अपनी प्रगति जांचिए

11. आज से 50 करोड़ साल पहले इंडियन प्लेट और यूरेशियन प्लेट के बीच टकराव के परिणामस्वरूप किसका निर्माण हुआ?

    (क) हिमालय और तिब्बत का पठार (ख) ऐंडीज पर्वत

    (ग) एल्प्स पर्वत (घ) राकी पर्वत

12. हिमालय पर्वतीय क्षेत्र की ऊंचाई में प्रतिवर्ष कितनी वृद्धि हो रही है?

    (क) 4 सेंमी (ख) 3 सेंमी

    (ग) 1 सेंमी (घ) 2 सेंमी

2.8 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर

1. (ख)
2. (ग)

टिप्पणी

3. (घ)
4. (क)
5. (घ)
6. (ग)
7. (ग)
8. (घ)
9. (ख)
10. (घ)
11. (क)
12. (ग)

2.9 सारांश

पृथ्वी के अंदर से आने वाले बल को अंत:स्तरीय बल कहते हैं जो पृथ्वी की दो प्रकार की गतिविधियों (1) क्षैतिज गति (2) ऊर्ध्वाधर गति के कारण उत्पन्न होता है। इन बलों से उत्सर्जित होने वाली ऊर्जा रेडियोधर्मिता, रसायनिक पुनर्संयोजन, द्रवित पदार्थ का फैलाव या संकुचन या विस्थापन में बदल जाती है, जो पृथ्वी के अंदर घटित होता है। इन बलों के समूहों को विवर्तिनिक बल (Tectonic Force) कहते हैं, जो मुख्यत: द्विछन्दत्व (डाईस्ट्रोफिज्म) तथा ज्वालामुखीत्व (वाल्केनिज्म) के नाम से जानी जाने वाली प्रक्रिया द्वारा प्रगट होता है।

पर्पटीय संवलन की प्रक्रिया भूपटल के बड़े क्षेत्र को प्रभावित करती है जहां भूपृष्ठ के भाग ऊपर तथा नीचे की ओर वलित होते हैं। संपीड़क बल के कारण भूपृष्ठ पर उभार हो जाते हैं जिसके परिणामस्वरूप अभिसारी क्षैतिज गतिविधि होती है जिसे ऊर्ध्वसंवलन कहते हैं जबकि इसके विपरीत यदि भूपृष्ठ में झुकाव हो जो घाटी या गर्त के रूप में हो तो उसे अधोसंवलन कहते हैं। जब ऊर्ध्वसंवलन तथा अधोसंवलन की प्रक्रिया बड़े क्षेत्र को प्रभावित करती है, तो इस परिणामी प्रक्रिया को विस्तृतसंवलन कहते हैं।

तनावीय तथा संपीड़नीय बल, जो या तो क्षैतिज या ऊर्ध्वीय या कभी-कभी दोनों तरीके से कार्य करता है, के कारण चट्टानों के विस्थापन को पर्पटीय विभंजन कहा जाता है। चट्टानों की मजबूती और तनावीय बल की तीव्रता पर पर्पटीय विभंजन निर्भर करता है। जब तनावीय बल कम होता है तब पर्पटी चट्टानों में मात्र दरार से नुकसान होता है परंतु जब चट्टानों पर तनावीय बल अधिक होता है तो चट्टानों के तल में स्थानभ्रंश तथा विस्थापन के कारण भ्रंश का निर्माण होता है।

आज से 460 करोड़ साल पहले जब पृथ्वी का निर्माण हुआ था तो यह तरल अवस्था में थी। इसकी बाहरी सतह से ऊष्मा के चालन, संवहन और विकिरण प्रक्रिया के द्वारा होने वाले ऊष्मा क्षय से यह ठंडी होने लगी और धीर–धीरे कठोर भी होने लगी। लेकिन इसका आंतरिक भाग आज भी गरम है और इसमें उत्पन्न होने वाली संवहनीय धाराएं पृथ्वी के बाहरी आवरण जिसको भू–पर्पटी कहते हैं को स्थिर नहीं रहने देती हैं। यह प्रक्रिया आदि काल से ही चली आ रही है जिसके परिणामस्वरूप

भू–पर्पटी का विरूपण होता रहता है और कुछ भागों का उत्थान और अवतलन होता रहता है।

टिप्पणी

यदि हम पृथ्वी के धरातल पर देखें तो हम पाते हैं कि महाद्वीपीय क्षेत्र में हजारों मीटर ऊंचे पर्वत शिखर और दूसरी तरफ समुद्र में हजारों किलोमीटर गहरे गर्त, इसके अतिरिक्त पठार, मैदान झील आदि पाए जाते हैं। इन सभी स्थलाकृतियों की ऊंचाई और गहराई में अंतर होने के बावजूद भी इनमें स्थिरता पाई जाती है। स्थिरता की इसी अवस्था को संतुलन (isostacy) कहा जाता है।

टेक्टॉनिक प्लेट्स दो प्रकार के लिथोस्फियर से बने होते हैं : पतली महाद्वीपीय और पतली समुद्रीय। ऊपरी भाग को पपड़ी कहा जाता है और यह भी दो प्रकार का होता है (महाद्वीपीय और समुद्रीय)। इसका अर्थ है, कि प्लेट एक या दोनों प्रकार का हो सकता है। यह सिद्धांत जिन मुख्य बिन्दुओं को प्रस्तावित करता है, उनमें एक है कि (महाद्वीपीय और समुद्री) प्लेट्स की सतह की मात्रा, जो सबडक्शन द्वारा कनवर्जेंट दीवार के साथ आवरण में अदृश्य होता है, वह समुद्री फैलाव द्वारा डायवर्जेंट मार्जिन के साथ निर्मित नई (समुद्रीय) पपड़ी के साथ अधिक या कम संतुलन में है। इसे 'कनवेयर बेल्ट' सिद्धांत के रूप में भी संदर्भित किया जाता है। इस तरीके से ग्लोब का पूर्ण सतह समान रहता है।

जिस स्थान पर दो प्लेट्स मिलती हैं उसे प्लेट बाउंडरी (सीमा) कहते हैं, तथा प्लेट सीमाएं सामान्यत: भू-गर्भीय घटनाओं जैसे भूकंप तथा स्थलाकृति रचनाओं जैसे पर्वत, ज्वालामुखी, मध्य-महासागरीय पर्वत श्रेणी, तथा महासागरीय खाइयों की रचना से संबंधित हैं। दुनिया के सर्वाधिक सक्रिय ज्वालामुखी प्लेट सीमाओं के साथ-साथ ही हैं जिनमें सबसे मुख्य प्रशांतीय पट्टी का रिंग ऑफ फायर सर्वाधिक प्रसिद्ध एवं सबसे सक्रिय ज्वालामुखी है।

चट्टानों का विरूपण, जिसे विवर्तनिकी या डायस्ट्रोफिज्म कहा जाता है, पृथ्वी के आंतरिक भाग से ऊर्जा के निर्गमन और पुनर्वितरण के परिणामस्वरूप होता है। यह ऊर्जा धरती के भीतर होनेवाली रेडियोधर्मी क्षय से निकलने वाली ऊष्मा और गुरुत्वाकर्षण शक्ति के संयोजन से पैदा होती है। पृथ्वी के आंतरिक भाग में असमान तापन (या द्रव्यमान का असमान वितरण) दबाव में भिन्नता, या ग्रेडिएंट्स बनाते हैं। ये दबाव ग्रेडिएंट्स चट्टानों के संपीड़न, विस्तार, उत्थान, या घटाव का कारण बनते हैं। नतीजतन, चट्टानों का विरूपण हो जाता है और यह पृथ्वी की सतह के बराबर में खिसकने लगते हैं। विरूपित होने पर चट्टानों का टूटना, मुड़ना, आवरण बनना, प्रवाह (ठोस रूप में), और खिसकना होता है, यहां तक कि वे पिघल भी सकते हैं। संरचनाए जो विवर्तनिकी के पिछले प्रकरण का संकेत देती हैं के अंतर्गत फेल्ट्स, परत और ज्वालामुखी शामिल हैं। गतिविधियां जो सक्रिय विवर्तनिकी का संकेत देती हैं, के अंतर्गत भूकंप और ज्वालामुखी विस्फोट शामिल हैं।

भूकंप के समान ही, कई तरह के ज्वालामुखी भी प्लेट सीमाओं के साथ बनते हैं। अधिकांशत: ज्वालामुखी विस्फोट खबरों में आते हैं जैसे, 1980 के माउंट सेंट हेलेंस में विस्फोट, जो सबडक्शन जोन के पास हुआ था। ये विनाशकारी, स्फोटन मैग्मा की संरचना को प्रतिबिंबित करते हैं- यह बहुत गाढ़ा होता है और इस तरह आसानी से प्रवाह नहीं कर सकता है। इसके विपरीत, फैली रिज के साथ होने वाले ज्वालामुखीय विस्फोट ज्यादा हलके होते हैं, क्योंकि ये विस्फोट 2 से 3 किलोमीटर पानी में होते हैं और इसलिए भी कि इसका मैग्मा कम गाढ़ा होता है।

टिप्पणी

भूकंप कंपन तरंगों को पैदा करता है। इसे भूकम्पमापी द्वारा रिकॉर्ड किया जाता है। भूकम्पलेख को भूकंपमापी द्वारा मापा जाता है, जिसका आधार हाइपोसेंटर का स्थानीयकरण और परिमाण की गणना है। परिमाण की अवधारणा को सी.एफ. रिक्टर द्वारा कैलीफोर्निया में 1935 में विकसित किया गया था।

यूरोप में 1998 से भूकंप की तीव्रता को यूरोपीय मेक्रोसेसमिक स्केल के अनुसार I से XII की रेंज तक दिया जाता है (ईएमएस-98)। इमारतों की क्षति VI या अधिक तीव्रता वाले भूकंप में हो सकती है। परिमाण 3 या रिक्टर स्केल पर इससे छोटे-छोटे सैकड़ों भूकंप प्रतिदन आते हैं। 7 या अधिक परिमाण वाले बड़े भूकंप प्रति वर्ष में लगभग दस बार आते हैं।

ज्वालामुखी घटना उस क्रिया का हिस्सा है जिसमें एक ग्रह के अंदर की गहराई से सामग्री सतह पर आ जाती है। ज्वालामुखी विस्फोट से वातावरण में नए अणु भी आ जाते हैं। ज्वालामुखी एक ऐसी क्रिया है जिसके द्वारा ग्रह ठंडा होता है। हालांकि यह सिर्फ ज्वालामुखी ही नहीं उष्णोत्स या गर्म पानी के झरने भी इस प्रक्रिया का भाग हैं, जिनमें जल व जलतापीय गतिविधियां भी शामिल हैं।

अधिकतर ज्वालामुखी जो बड़े निकायों पर बनते हैं जहां दो टैक्टॉनिक प्लेट एक साथ आती हैं और उनमें से एक पर, गर्म आवरण वाली दूसरी प्लेट के नीचे सबडक्ट होने का दबाव होता है। इसके बाद, तापमान और दबाव बढ़ता है, जिसके कारण टेक्टॉनिक प्लेट में कुछ चट्टानें पिघल जाती हैं और मैग्मा का निर्माण करती हैं। इस क्षेत्र (जिसे सबडेक्शन क्षेत्र कहा जाता है) में यह मैग्मा अपना रास्ता सतह की ओर बनाता है और ज्वालामुखी बनाता है।

पर्वतीय संचलन (orogenic movement) विकसित महाद्वीपीय परत में पाई जाने वाली ऐतिहासिक विशेषताएं हैं। कुछ स्थलखंड, जैसे भारतीय उपमहाद्वीप, भू वैज्ञानिक रूप से पर्वतीय संचलन से अलग हुए छोटे–छोटे महाद्वीपों के मिश्रण दिखाई देते हैं। प्लेट टेक्टॉनिक सिद्धांत के आगमन ने इस दिशा में अध्ययन को नए आयाम प्रदान किए। सक्रिय पर्वत शृंखलाओं को अभिसरण प्लेट सीमाओं की अभिव्यक्ति के रूप में देखा जाता है, जहां भू पर्पटी क्षैतिज संकुचन द्वारा तीव्र विकृतियों से गुजरती है। ऑरोजेनिक शृंखला (वलित या भ्रंश पर्वतीय शृंखला) विभिन्न प्रकार के प्लेट टकराव (अभिसरण सीमा क्षेत्रों) में हो सकती हैं, जैसे महाद्वीप–महाद्वीप टकराव, महाद्वीप–द्वीप चाप टकराव, और महाद्वीप–समुद्री प्लेट टकराव (इस स्थिति में महासागरीय प्लेट महाद्वीपीय प्लेट के नीचे धंसती चली जाती है)। कुछ मामलों में ऑरोजेनिक पर्वतीय शृंखला सक्रिय प्लेट सीमाओं से दूर विकसित होती हैं।

2.10 मुख्य शब्दावली

- **अंतःस्तरीय बल** : महाद्वीप एवं पर्वतों का निर्माण करने वाले बलों का समूह।
- **अंतःसंकेंद्रित बल** : महाद्वीपीय निर्माणकारी बल।
- **अंतःऊर्ध्वीय बल** : पर्वत निर्माणकारी बल।

टिप्पणी

- **आस्मिक बल** : भूकंप तथा ज्वालामुखीय बल।
- **अपसारी बल** : भू–पर्पटी पर विपरीत दिशा में कार्य करने वाले बल।
- **संपीड़नीय बल** : भू–पर्पटी पर आमने–सामने की ओर कार्य करने वाले बल।
- **अनुदैर्ध्य** : लंबवत (समकोण 90^0 पर)
- **पर्पटीय विभंजन** : चट्टानों का विस्थापन।

2.11 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास

लघु उत्तरीय प्रश्न

1. प्लेट विवर्तनिकी का प्रमुख सिद्धांत क्या है?
2. रूपांतरित सीमाएं कहां बनती हैं?
3. विवर्तनिक प्लेट सीमाओं के प्राथमिक प्रकार क्या हैं?
4. विवर्तनिक भूकंप आमतौर पर कहां होते हैं?
5. भूकंप के परिणाम की अवधारणा को किसने और कब विकसित किया?
6. मृदा द्रवीकरण कब होता है?
7. ज्वालामुखियों के सबसे सामान्य प्रकार कौन से हैं?
8. टेफरा किसे इंगित करता है?
9. उन तत्वों की सूची बनाईये जो स्थानीय भूदृश्य में ज्वालामुखी के नियंत्रण को प्रभावित करते हैं।
10. विश्व के सबसे सक्रिय व सबसे खतरनाक ज्वालामुखी कहां पर पाए जाते हैं?

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

1. उन श्रेणियों के नाम बताएं जिनमें विरूपण वास्तुशिल्प को विभाजित किया जाता है।
2. ज्वालामुखी के कारण बनने वाली भू आकृतियों को कैसे नियंत्रित किया जाता है?
3. पठार या फ्लड बसॉल्ट क्या हैं?
4. ज्वालामुखी के वर्गीकरण का सबसे प्रचलित पूर्वाग्रह क्या है?
5. निर्माण प्लेट का किनारा क्या होता है?
6. हॉट स्पॉट के कारण ज्वालामुखी कहां पर पाए जाते हैं?

2.12 सहायक पाठ्य सामग्री

1. Cooke, R.U. and Doomkamp, J. C., 1974, *Geomorphology in Environment Management, An Introduction,* Clarendon Press, Oxford.
2. Dury, G.H., 1959, *The Face of the Earth,* Penguin Harmondsworth.

टिप्पणी

3. Goudie. A., 1968, *The Nature of the Environment,* Oxford and Blackwell, Lnndon.
4. Garner, H.F., 1974, *The Origin of Landscape – A Synthesis of Geomorphology,* Oxford University Press, London.
5. Pitty, A.F., 1971, *Introduction to Geomorphology,* Methuen, London.
6. Sharma, H.S. (ed) 1980, *Perspectives in Geomorphology, Concept,* N. Delhi.
7. Singh, S. 1998, *Geomorphology,* Prayag Publication, Allahabad.

इकाई 3 बहिर्जात प्रक्रियाएं

टिप्पणी

संरचना

3.0 परिचय
3.1 उद्देश्य
3.2 बहिर्जात प्रक्रियाएं
  3.2.1 वर्गीकरण की परिकल्पना
  3.2.2 वर्गीकरण के कारक और प्रक्रियाएं
3.3 अपक्षीणन : अवधारणा, कारक, प्रक्रिया एवं वर्गीकरण
  3.3.1 अपक्षीणन को प्रभावित करने वाले कारक
  3.3.2 अपक्षय के प्रकार
  3.3.3 अपक्षय का भू–भौतिक महत्व
3.4 द्रव्यमान अपक्षय, परिवहन और निक्षेपण प्रक्रियाएं, प्रकार, वर्गीकरण एवं जनित स्थलरूप
  3.4.1 द्रव्यमान अपक्षय की गति को प्रभावित करने वाले कारक
  3.4.2 द्रव्यमान अपक्षय के प्रकार
  3.4.3 अपक्षय के परिणाम
  3.4.4 द्रव्यमान अपक्षय का महत्व
3.5 अपरदन, परिवहन तथा निक्षेपण प्रक्रियाएं और मृदा निर्माण एवं प्रमुख मृदा क्षितिज
3.6 ढालों (ढलानों) का क्रमिक विकास, अधो–अपक्षरण, समानांतर ढाल निवर्तन एवं ढाल प्रतिस्थापन
  3.6.1 ढाल विकास के प्रमुख सिद्धांत : डेविस, किंग, पेंक एवं स्ट्राहलर
  3.6.2 समानान्तर ढाल निवर्तन एवं ढाल प्रतिस्थापना
3.7 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर
3.8 सारांश
3.9 मुख्य शब्दावली
3.10 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
3.11 सहायक पाठ्य सामग्री

3.0 परिचय

विभिन्न प्रक्रियाओं, जैसे कि अपक्षीणन एवं वृहद अपक्षय के द्वारा ढालों का क्रमिक निर्माण, सदैव ही भूआकृति विज्ञानियों के लिए अध्ययन का विषय रहा है। ये धाराओं में जल और तलछटों के प्रवाह के माध्यमों के रूप में कार्य करते हैं। अपरदन एवं वृहद अपक्षय पूरी तरह प्राकृतिक प्रक्रियाएं हैं जो मानवीय प्रयासों से आरंभ नहीं की जातीं। भू-आकृति विज्ञानियों, जैसे कि पेंक और डेविस द्वारा ढाल विकास के कई सिद्धान्त भी प्रस्तुत किए गए हैं।

ज्वालामुखीत्व उस प्रक्रिया का भाग है जो पृथ्वी के आंतरिक भाग से द्रव्य को लाता है और सतह पर छोड़ता है। ज्वालामुखी पृथ्वी पर उपस्थित मोहक प्राकृतिक आश्चर्यों में से एक है। ये क्रियाशील, मृत या प्रसुप्त होते हैं। ये भी विभिन्न प्रकार की भूमियों का निर्माण करते हैं।

इस इकाई में हम बहिर्जातप्रक्रियाओं, इनके कारणों और प्रभावों को विस्तृत रूप में समझेंगे।

3.1 उद्देश्य

टिप्पणी

इस इकाई को पढ़ने के बाद, आप–

- बहिर्जात प्रक्रियाओं को समझ पाएंगे;
- तल संतुलन (Gradation) की अवधारणा, कारक और इसकी प्रक्रियाओं को जान पाएंगे;
- अपरदन (Weathering) और द्रव्यमान परिवहन के प्रकारों एवं वर्गीकरण को समझ पाएंगे;
- अपरदन एवं निक्षेपण प्रक्रियाओं और इनके द्वारा जनित भूस्थलाकृतियों एवं मृदा निर्माण का अध्ययन कर पाएंगे।
- वृहद अपक्षय की अवधारणा का विश्लेषण कर पाएंगे;
- भू–आकृति विज्ञान के संदर्भ में ढालों की अवधारणा को समझ पाएंगे;
- ढाल विकास के मुख्य सिद्धांतों का विश्लेषण कर पाएंगे।

3.2 बहिर्जात प्रक्रियाएं

बहिर्जात प्रक्रियाएं, प्राकृतिक प्रक्रियाएं हैं जो पृथ्वी की सतह पर पाई जाती हैं। वे निम्नलिखित वर्गो में विभाजित होती हैं:

- निम्नीकरण की प्रक्रियाएं
- उच्चीकरण की प्रक्रियाएं

उच्चीकरण की प्रक्रियाएं वे प्रक्रियाएं हैं जो ऊंची भू-आकृतियों का निर्माण करती हैं। निम्नीकरण की प्रक्रियाएं वे प्रक्रियाएं हैं जो बहिर्जात/उच्चीकरण प्रक्रियाओं द्वारा निर्मित भू-आकृतियों को समाप्त करती हैं। भूदृश्य का विनाश अनाच्छादन के रूप में जाना जाता है। जिसमें तीन प्रक्रियाएं शामिल हैं:

- अपक्षीणन
- अपरदन
- परिवहन

बहता हुआ पानी, बर्फ और हवा जैसे कारकों का उपयोग, बहिर्जात प्रक्रियाओं के लिए आवश्यक होता है।

3.2.1 वर्गीकरण की परिकल्पना

भूमि का वर्गीकरण निम्नीकरण और उच्चीकरण में विभाजित होता है।

बहिर्जात बल, भूमि का समतलीकरण या वर्गीकरण करने के लिए स्थायी रूप से कार्य करते हैं। वे अपरदन और जमाव के बीच सामंजस्य के लिए प्रयत्न करते हैं जिसका मतलब क्रमिक अवस्था है। उपरोक्त बल प्रक्रियाओं के द्वारा परिचालित किए जाते हैं जो वर्गीकरण की प्रक्रियाएं कहलाती हैं। वर्गीकरण के कारक जैसे नदियां, ग्लेशियर, हवाएं, समुद्र, तरंगें और भूमिगत जल, अपक्षीणन, अपरदन एवं जमाव के तिहरे कार्य की सहायता

के साथ अपना कार्य करते हैं। पृथ्वी की सतह के उच्चस्तरीय भाग का समतलीकरण अपरदन द्वारा किया जाता है। पहले बताए गए वर्गीकरण के बाह्य कारकों द्वारा लायी गयी अपरदित सामग्री के जमाव के द्वारा नीचे तल वाले स्थानों को भरा जाता है।

टिप्पणी

सतह को आकृतिविहीन समतल कह सकते हैं यदि यह बहिर्जात बलों के द्वारा न तो भरी गयी है और न ही समतल की गयी है। हालांकि ऐसे क्षेत्र कभी स्थायी नहीं होते हैं क्योंकि अंर्तजात और बहिर्जात दोनों बल लगातार एक दूसरे के कार्य को नष्ट करते रहते हैं।

अध्ययनों में यह पाया गया है कि पृथ्वी के अंर्तजात बल, पृथ्वी की सतह पर मुख्य स्थलरूप को ऊपर उठा देते हैं और बहिर्जात बल उसे नीचे कर देते हैं।

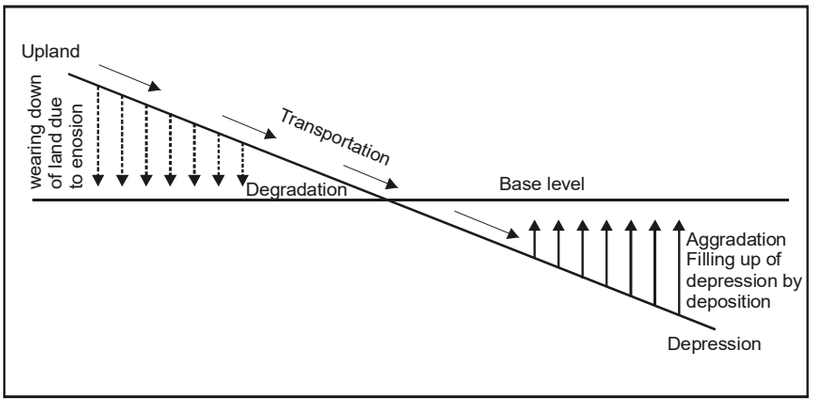
वर्गीकरण के कार्य में दो घटक होते हैं (अ) निम्नीकरण और (ब) उच्चीकरण।

(अ) निम्नीकरण

अपरदन की प्रक्रियाओं के परिणामस्वरूप जब चट्टानें तोड़कर, खोदकर और काटकर हटायी जाती हैं तो उसके द्वारा भूमि की ऊंचाई कम हो जाती है जिसे निम्नीकरण कहते हैं। निम्नीकरण में सबसे पहले अपक्षीणन का कार्य शामिल होता है जो गुरुत्व के विशाल बल की सहायता से ढाली और काटी गयी सामग्री की गति है। इसमें वर्गीकरण के कारकों द्वारा चट्टान सामग्री के परिवहन के परिणाम स्वरूप अपरदन का कार्य भी शामिल है। चट्टान के मलबे की गति में वृद्धि, इसकी अपरदनीय और परिवहनीय दोनों क्षमताओं में वृद्धि करती है।

(ब) उच्चीकरण

अपरदित सामग्री के द्वारा दबाव के निम्न समतल क्षेत्रों का भरना जमाव कहलाता है। जब वर्गीकरण के कारक अपना बल खो देते हैं या उनके रास्ते में रुकावट आ जाती है तो जमाव आरम्भ होता है। जिसके परिणामस्वरूप अपरदित सामग्री निम्न तल वाले क्षेत्रों में जमा हो जाती है जिससे केवल नए भूस्थल का निर्माण ही नहीं होता बल्कि मौजूदा स्थल भी परिवर्तित हो जाता है।



वर्गीकरण की प्रक्रियाएं

आइए अब इस चित्र को देखते हैं। यह वर्गीकरण की सम्पूर्ण प्रक्रिया को समझाता है और इसके दो घटक हैं- निम्नीकरण और उच्चीकरण। यह अपक्षीणन और अपरदन

टिप्पणी

के द्वारा लगातार घट रहे और ऊपर उठते भाग को दर्शाता है। अपरदित सामग्री से बना मलबा निम्न समतल क्षेत्रों में लाया और जमा किया जाता है। दूसरी तरफ निम्नतर क्षेत्रों की सतह, इस मलबे के जमाव के द्वारा ऊपर उठती जाती है। अन्ततः एक समान या करीब-करीब एक समान स्तर की अवस्था पूरी हो जाती है। वर्गीकरण की प्रक्रिया एक अकेले कारक द्वारा पूरी नहीं की जाती है। बल्कि यह एक ही समय पर क्रियाशील वर्गीकरण के सभी कारकों के कार्यो का परिणाम है। हालांकि एक अकेले वर्गीकरण कारक के लिए यह सम्भव है कि वह विशेष क्षेत्र में या विशेष समय पर अधिक क्रियाशील हो।

3.2.2 वर्गीकरण के कारक और प्रक्रियाएं

भूमि का स्वरूप कभी कभार ही किसी स्थिर रूप में होता है उसका आकार हमेशा बदलता रहता है। उनमें बहिर्जात बलों का एक ऐसा समूह शामिल है जो चट्टानों को उनके मूल स्थान से कमजोर और विघटित करता है। दूसरा समूह उन बलों का होता है जो उच्च भूमि से विघटित चट्टानों को हटाता है और उन्हें निचली भूमि में जमा करता है। इस तरह पहले प्रकार का बल एक ऐसी अवस्था को बनाता है जिसपर दूसरे प्रकार के बल जैसे बहता हुआ पानी, हवाएं, तरंगे, ग्लेशियर और भूमिगत जल, पृथ्वी के भूमि स्वरूप को परिवर्तित करने में मुख्य भूमिका निभाते हैं।

उपरोक्त बलों के समूहों में से प्रत्येक समूह, चट्टान के विघटन या क्षय या नई स्थिति तक परिवहन के लिए चट्टान के टुकड़े की भौतिक गति में शामिल होकर विभिन्न प्रक्रियाओं का नेतृत्व करता है। चट्टानों के मूल स्थान से परिवहन में शामिल नहीं होकर, पहला प्रकार अपक्षीणन का नेतृत्व करता है। दूसरा प्रकार, सामान्यतः चलते फिरते कारकों के प्रभावों के अंतर्गत नई स्थितियों, ऊंचाई में कमी के लिए चट्टानों की भौतिक गतियों में शामिल होकर वर्गीकरण का नेतृत्व करता है।

ये दोनों प्रक्रियाएं चट्टानों को विघटित करने और नये भूस्थल को आकार प्रदान करने के लिए उत्तरदायी होती हैं। वे कुछ हद तक मिट्टी के निर्माण के लिए भी जिम्मेदार हैं जो कि हमारे लिए बहुत महत्वपूर्ण है। हम जानते हैं कि मानव जनसंख्या विश्व के उन क्षेत्रों में मुख्य रूप से केंद्रित है जहां भरपूर उपजाऊ मिट्टी विभिन्न फसलों को उगाने और पालतू जानवरों की वृद्धि के लिए मनुष्य की सहायता करती है।

अपनी प्रगति जांचिए

1. भू–दृश्य का विनाश जिसे अनाच्छादन के रूप में जाना जाता है, इसमें कितनी प्रक्रियाएं शामिल होती हैं?

   (क) 5 (ख) 3

   (ग) 4 (घ) 2

2. वर्गीकरण के कार्य में कितने घटक होते हैं?

   (क) 4 (ख) 3

   (ग) 2 (घ) 1

3.3 अपक्षीणन : अवधारणा, कारक, प्रक्रिया एवं वर्गीकरण

टिप्पणी

पृथ्वीग्रह के वायुमंडल के प्रत्यक्ष सम्पर्क से पृथ्वी की शैलों, मृदाओं और खनिजों का टूटना ही अपक्षीणन है। अपक्षीणन स्थिर रूप में, या 'बिना गति के' होता है और इसलिए इसे अपरदन नहीं समझा जाना चाहिए, जिसमें शैलों और खनिजों का विभिन्न अभिकर्मकों, जैसे कि जल, हिम, पवन और गुरूत्वाकर्षण के कारण स्थान परिवर्तन होता है।

अपक्षीणन प्रक्रियाओं के दो महत्त्वपूर्ण वर्गीकरण मौजूद हैं- भौतिक एवं रासायनिक अपक्षीणन। **यांत्रिक या भौतिक अपक्षीणन** में शैलों और मृदाओं का वायुमंडलीय दशाओं, जैसे कि ताप, जल, हिम व दाब के कारण टूटना शामिल है। दूसरा वर्गीकरण **रासायनिक अपक्षीणन** का है जिसमें वायुमंडलीय रसायन या जैविक रूप से उत्पन्न रसायनों (**जैविक अपक्षीणन के रूप में भी जाना जाता है**) के प्रत्यक्ष प्रभाव के कारण शैलों, मृदाओं और खनिजों में टूट-फूट होती है।

शैल के टूटने के बाद बचे पदार्थ, जैविक पदार्थों के साथ मिलकर मृदा का निर्माण करते हैं। मृदा के खनिज तत्व का निर्धारण मातृ पदार्थ द्वारा होता है, इस प्रकार एक प्रकार की शैल से उत्पन्न मृदा में अक्सर अच्छी उर्वरता के लिए एक या अधिक खनिजों की कमी होती है, जबकि मिश्रित प्रकार की शैलों से उत्पन्न (जैसे कि हिमानी, वातोढ या जलोढ़ अवसादों) मृदाएं प्रायः अधिक उर्वर होती हैं।

भवन सामग्रियों के रूप में उपयोग किए जाने वाले खनिज पदार्थ भी ऐसी ही अपक्षीणन प्रक्रियाओं जैसे कि शैलों और खनिजों के स्थितिक बदलाव के कारण उत्पन्न होते हैं।

3.3.1 अपक्षीणन को प्रभावित करने वाले कारक

- **शैलों के प्रकार एवं संरचना :** भिन्न प्रकार के शैल, भिन्न प्रकार के पदार्थों से बनते हैं, और प्रत्येक खनिज की अपक्षीणन के प्रति भिन्न संभावना होती है। उदाहरण के लिए, केवल स्फटिक से निर्मित बलुआ पत्थर में ऐसा खनिज मौजूद होता है जो पृथ्वी की सतह पर अत्यधिक दृढ़ है और पूरी तरह कैल्साइट से निर्मित चूना पत्थर की तुलना में यह बिल्कुल अपक्षीणित नहीं होता, जबकि चूना पत्थर एक नम जलवायु में धीरे-धीरे पूरी तरह घुल जाता है।

  तलों के समतल, जोड़ और अपभ्रंश, ये सभी जल के प्रवेश हेतु मार्ग उपलब्ध कराते हैं। इन विशेषताओं से युक्त शैल, किसी ऐसी शैल की अपेक्षा अधिक तेजी से अपक्षीणित होती है जिसमें तलों के समतल, जोड़ या अपभ्रंश नहीं होते। यदि किसी शैल के बड़े आकार में अपक्षीणन की संभाव्यता में बड़े विरोधाभास हों, तो शैल के अधिक प्रतिरोधी भागों की अपेक्षा, शैल के अधिक अपक्षीणन संभाव्य भाग तेजी से अपक्षीणित होते हैं। इससे विभेदपूर्ण (असमान) अपक्षीणन का परिणाम सामने आता है।

- ढाल- तीव्र ढालों पर अपक्षीणन उत्पाद, वर्षा के कारण तेजी से बहकर जा सकते हैं। हल्के ढालों पर अपक्षीणित उत्पाद संचित होते हैं। हल्के ढालों पर जल, लम्बे समय तक शैल के सम्पर्क में रह सकता है, और इस प्रकार अपक्षीणन दरें उच्च हो जाती हैं।

टिप्पणी

- जलवायु- जल की अधिक मात्रा और उच्च तापमान, सामान्यतया रासायनिक अभिक्रियाओं को तेज कर देता है। इस प्रकार, उष्ण आर्द्र जलवायु में सामान्यतया शैल अधिक अपक्षीणित होते हैं, और अपक्षीणन की दरें ठंडे शुष्क मौसम में उच्च होती हैं। उदाहरण: किसी शुष्क मरुस्थल में चूनापत्थर, अपक्षीणन के प्रति अधिक प्रतिरोधी होते हैं, लेकिन उष्णकटिबंधीय जलवायु में चूनापत्थर अधिक तेजी से अपक्षीणित होते हैं।
- जन्तु- बिल बनाने वाले जन्तु जैसे कृन्तक, केंचुए और चींटियां, पदार्थ को सतह पर ले आते हैं जहां यह अपक्षीणन अभिकर्मकों के सम्पर्क में आ सकता है।
- समय- चूंकि एक दिए गए समय में किसी चीज के होने की दर की तीव्रता, दिए गए समय के सापेक्ष होती है, इसलिए समय, अपक्षीणन प्रक्रिया में एक महत्त्वपूर्ण कारक है। उपरोक्त कारकों के आधार पर, अपक्षीणन की दरें तेज और अत्यधिक मंद के बीच भिन्न स्तरों पर हो सकती है।, इस प्रकार अपक्षीणन के होने में लगने वाला समय और एक निर्दिष्ट समय में प्रभावित शैल की मात्रा, ढाल, जलवायु और जन्तुओं पर निर्भर करती है।

3.3.2 अपक्षय के प्रकार

भौतिक अपक्षय

जेबेल खराज (जॉर्डन) में एक प्राकृतिक चाप विभिन्न प्रकार के अपक्षीण चट्टान के कटाव से निर्मित हुआ है। भौतिक अपक्षय उस प्रक्रिया का हिस्सा है जो बिना किसी रासायनिक परिवर्तन के चट्टान के विघटन का कारण बनती हैं। भौतिक अपक्षय में प्राथमिक प्रक्रिया घर्षण (प्रक्रिया जिसके द्वारा कलासर और अन्य कणों का आकार कम हुआ है) है। हालांकि, रासायनिक और भौतिक अपक्षय प्राय: साथ-साथ होता है। उदाहरण के लिए, भौतिक अपक्षय द्वारा दरारों का संदोहन रासायनिक क्रिया को अनावृत करने के लिए सतह क्षेत्र को बढ़ाएगा। साथ ही साथ, दरारों में खनिज पर रासायनिक क्रिया विघटन प्रक्रिया में सहायता कर सकता है।

उष्मीय बलाघात / तनाव

चट्टान के संकुचन या विस्तार का परिणाम उष्मीय बलाघात अपक्षय (कभी-कभी अपक्षय आतपन कहलाता है) है जो तापमान परिवर्तन के कारण होता है। उष्मीय बलाघात अपक्षय में दो मुख्य प्रकार, उष्मीय आघात और उष्मीय श्रम शामिल हैं। उष्मीय बलाघात अपक्षय उस मरुस्थल में एक महत्वपूर्ण तंत्र है, जहां पर एक बड़ा दैनिक तापमान रेंज, दिन में गर्म और रात में सर्दी है। चट्टान के बाहरी परत पर पुनरावृत्त तापन और शीतलन बल बलाघात है, जो उसके बाहरी परत को पतली शीट में छीलने का कारण हो सकता है। हालांकि तापमान परिवर्तन मुख्य संचालक है, आर्द्रता चट्टान में उष्मीय फैलाव को बढ़ाती है। जंगल की आग और अनुक्रम में आग जमीनी सतह के साथ अनावृत चट्टानों और गोल शिलाखंडों का अपक्षय महत्वपूर्ण कारण के रूप में जाना जाता है।

पाला अपक्षय

पाला अपक्षय या क्रायोफ्रेक्चरिंग (cryofracturing) कई प्रक्रियाओं के लिए सामूहिक नाम है जहां पर बर्फ मौजूद है। इन प्रक्रियाओं में पाला चूर-चूर होना, वेजिंग पाला और फ्रीज

टिप्पणी

गलन उपक्षय शामिल है। इस प्रकार का अपक्षय पर्वतीय क्षेत्र जहां पर तापमान पानी को लगभग जमा देने वाले बिंदु पर होता है, में आम है। कुछ पाला फ्रीजिंग फ्रंट के करीब बर्फ लेंस बढ़ाने के लिए कोशिका क्रिया के माध्यम से पानी स्थानांतरण के एक परिणाम के रूप में अतिसंवेदनशील मिट्टी का विस्तार या फ्रीजिंग पर उसांस है। यह समान परिघटना चट्टानों के छोटे छेद के स्थान अंतर्गत पाया जाता है। क्रिस्टल बर्फ का विकास उस चट्टान को कमजोर करता है जो समय आने पर टूटता है। यह जब पानी जमता है, तो बर्फ के विस्तार के कारण होता है, इस कारण रोकथाम की दीवारों पर काफी बलाघात डालता है।

जमाव में शामिल अपक्षय क्रिया मुख्यत: ऐसे वातावरण जहां पर बहुत ज्यादा आर्द्रता है, और तापमान जमा देने वाले बिंदु से बार-बार ऊपर-नीचे करता है, विशेषकर अल्पाइन (ऊंचे पहाड़) और पेरिग्लकिअल क्षेत्रों में पाया जाता है। तुषार क्रिया के लिए अतिसंवेदनशील चट्टानों का एक उदाहरण चाक है, जिसमें क्रिस्टल बर्फ के विकास के लिए कई रोम छेद के स्थान है। इस प्रक्रिया को डर्म्मूर में देखा जा सकता है जहां पर पहाड़ियों के निर्माण में इसका परिणाम है। जब पानी फ्रीज जोड़ों में प्रवेश करता है, तब बर्फ का गठन दीवारों के जोड़ों पर तनाव पैदा करता है और यह जोड़ों को गहरा और चौड़ा करने का कारक है। जब बर्फ गलती है, तब पानी चट्टानों के अंदर आगे बह सकता है। पुनरावृत्त फ्रीज गलन चक्र उन चट्टानों को कमजोर बना सकता है, जो समय के साथ जोड़ों को एक छोर से दूसरे छोर तक नुकीले टुकड़ों में तोड़ता है। नुकीले चट्टान का खंड एक ढलान ढाल (या रोड़ी ढाल) प्रारूप के लिए ढाल के आधार पर इकट्ठा होता है। ब्लॉकों में जोड़ों के साथ चट्टानों का विभाजन होना ब्लॉक विघटन कहलाता है। कई आकारों के रूप में अलग चट्टानों का ब्लॉक चट्टान की संरचना पर निर्भर करता है।

दवाब मुक्ति

दवाब मुक्ति में, जो कि अन्लोडिंग के रूप में भी जाना जाता है, ऊपरी परत के द्रव्य/ऊपरी परत (आवश्यक नहीं है कि चट्टानों) हटाए (कटाव द्वारा या अन्य दवाब द्वारा) जाते है, जिसके कारण अंदरुनी परत/अंतर्निहित चट्टानों का विस्तार, और सतह का समांनतर विभंजन है। प्राय: ऊपरी परत के द्रव्य भारी होते है, और अंतर्निहित चट्टानों पर उच्च दबाव होता है, उदाहरण के लिए, एक चलता फिरता ग्लेशियर। दवाब मुक्त होना अपपर्णन के कारण भी हो सकता है जिसे प्राय: देखा जाता है।

अन्तर्वेधी आग्नेय चट्टान (जैसे ग्रेनाइट) जमीनी सतह के नीचे गहराई में बनता है। वे ऊपरी परत की चट्टान सामग्री के कारण जबरदस्त दबाव के नीचे होते है। जब कटाव से चट्टान की ऊपरी परत के द्रव्य को हटाया जाता है, तब ये अंतर्वेधी चट्टानें अनावृत होती हैं और उन पर दबाव मुक्त होता है। चट्टानों के बाहरी हिस्से फिर विस्तार के लिए ढल जाते हैं।

विस्तार बलाघात स्थापित करता है जिसके कारण प्रारूप के लिए चट्टान सतह के समानांतर विभंजन है। समय के साथ, चट्टान के फलक विभंजन के साथ चट्टानों के अनावृत होने से दूर टूटता है। दबाव मुक्त होना "अपपर्णन" या "शीटिंग" के रूप में भी जाना जाता है: इन प्रक्रियाओं का परिणाम बथोलिथ्स और ग्रेनाइट गुंबदों में होता है, डर्म्मूर जिसका एक उदाहरण है।

टिप्पणी

हाइड्रोलिक क्रिया

हाइड्रोलिक क्रिया तब देखी जाती है जब पानी (साधारणतया शक्तिशाली तरंग) चट्टान पृष्ठ में दरारों के अंतर्गत तेजी से धक्का देते हैं, इस प्रकार दरार के पेंदों में वायु की एक परत फंसती है, इसे दबाती है और चट्टान को कमजोर करती है। जब तरंग पीछे हटती है, तब फंसा हुआ वायु विस्फोटक बल के साथ अचानक मुक्त होता है।

क्रिस्टल नमक का विकास

नमक का क्रिस्टलन / क्रिस्टलीकरण, अन्य रूप से हलोक्लास्टी के रुप में जाना जाता है, चट्टानों के विघटन के कारण जब लवणयुक्त घोल चट्टानों में दरारों और जोड़ों के अंतर्गत रिसता है और वाष्पित हो जाता है, तब अपने पीछे नमक के क्रिस्टलों को छोड़ जाता है। इन क्रिस्टल नमक का विस्तार उनके गर्म होने के रूप में होते हैं, तब जमी हुई चट्टान पर दबाव जोर लगाता है। नमक का क्रिस्टलन तब हो सकता है जब सोडियम सल्फेट या सोडियम कार्बेनेट का नमक घोल प्रारूप जो अपने अपेक्षाकृत नमक के क्रिस्टल प्रारूप से आर्द्रता वाष्पित होता है, से घोल चट्टान (उदाहरण के लिए चूना-पत्थर और चाक) अपघटित होता है।

विघटित चट्टानों में सोडियम सल्फेट, मेगनिशियम सल्फेट, और कैल्शियम क्लोराइड जैसे लवण अधिक प्रभावी साबित हुए हैं। इस प्रकार के कुछ लवण तीन गुणा या इससे भी अधिक विस्तार कर सकते हैं।

यह साधारण तौर पर शुष्क मौसमों से जुड़ा हुआ है, जहां पर बहुत ज्यादा तापन के कारण वाष्पीकरण होता है वहां पर इस प्रकार नमक का क्रिस्टलन होता है । यह तटों पर आम है। नमक अपक्षय का एक उदाहरण समुद्र दीवार में भरे हुए पत्थरों में देखा जा सकता है। मधुकोशीय गुफाओं वाले चट्टान का अपक्षय संरचन का एक प्रकार है, जो संभवत: रासायनिक और भौतिक लवण के अपक्षय प्रक्रियाओं द्वारा बहुत बड़े हिस्से में विकसित हुआ है।

रासायनिक अपक्षय

रासायनिक अपक्षय चट्टानों की संरचना में परिवर्तन करता है, प्राय: उन्हें पूरी तरह से तब बदल देता है जब पानी कई रासायनिक प्रतिक्रियाओं को करने के लिए खनिज पदार्थ के साथ मिलता है। रासायनिक अपक्षय सतह वातावरण के नजदीक चट्टान के खनिज विज्ञान के समायोजन के रुप में एक क्रमिक और चलते रहने वाली प्रक्रिया है। नए या गौण खनिज चट्टान के वास्तविक खनिज से विकसित होते हैं। इसमें ऑक्सीकरण और हाइड्रालिसिस प्रक्रियाएं बहुत ज्यादा महत्वपूर्ण हैं।

पहाड़ ब्लाक उत्थान की प्रक्रिया आर्द्रता वाले वातावरण में नई चट्टान परत का अनावरण करने में महत्वपूर्ण है, महत्वपूर्ण रासायनिक क्रिया अपक्षय को घटित करने में सक्षम होती है, जो सतही जल में महत्वपूर्ण Ca^{++} और अन्य खनिज पदार्थ को छोड़ती है।

द्रवीकरण

वायुमंडलीय कार्बन पानी के साथ मिलकर एक कमजोर अम्ल- कार्बोनिक अम्ल बनाता है जो वर्षा के साथ पृथ्वी की सतह पर गिरता है। अदूषित पर्यावरण में, वर्षा pH 5.6 के आसपास होता है। अम्ल वर्षा तब होती है जब गैस जैसे कि सल्फर डाइऑक्साइड

टिप्पणी

वातावरण में मौजूद होती है। ये आक्साइड वर्षा जल से प्रतिक्रिया करते हैं जो तीक्ष्ण अम्ल उत्पादित करता है और पीएच का मान 4.5 से 3.0 तक भी हो सकता है। सल्फर डाइऑक्साइड, SO_2 ज्वालामुखी विस्फोट या जीवाश्म ईंधन से उत्पन्न होता है, जो वर्षा जल में सल्फ्यूरिक एसिड बन सकता है, जो चट्टानों पर गिरकर अपक्षय का कारण हो सकता है।

कुछ द्रव्य, अपनी प्राकृतिक विलेयता के कारण, ऑक्सीकरण क्षमता (आयरन से परिपूर्ण खनिज पदार्थ, जैसे कि पाइराइट), या पृष्ठीय (सतही– Surficial) स्थिति के लिए सापेक्ष अस्थिरता (गोलडिच विघटन श्रृंखला देखें) प्राकृतिक रूप से विघटन के जरिए, बिना अम्लीय पानी के भी आकार बदल सकते हैं।

एक सबसे मुख्य घोल अपक्षय प्रक्रिया कार्बनीकरण है, यह प्रक्रिया जिसमें वायुमंडलीय कार्बनडाईआक्साइड घोल अपक्षय के लिए प्रमुख कारक है। चट्टानों का कार्बनीकरण जिसमें कैल्शियम कॉर्बोनेट शामिल होता है, जैसे कि चूना-पत्थर और चाक, पर होता है। यह तब होता है जब वर्षा एक कमजोर कार्बोनिक एसिड प्रारूप से कार्बन-डाइऑक्साइड या एक कार्बनिक अम्ल के साथ रासायनिक सम्मिश्रण करता है जो कैल्शियम कार्बोनेट (चूना-पत्थर) और कैल्शियम बाईकार्बोनेट के प्रारूपों के साथ प्रतिक्रिया करता है। यह प्रक्रिया तापमान में कमी होने के साथ गति पकड़ती है, यह तापमान में कमी के कारण नहीं होता है बल्कि साधारण तौर पर इसमें तेज प्रक्रिया संचालित होती है और इसलिए भी, कि ठंडे पानी में कार्बन डाइऑक्साइड गैस ज्यादा घुलती है। इसलिए कार्बनीकरण हिम अपक्षय की एक बहुत बड़ी विशेषता है।

प्रतिक्रियाओं को नीचे दिया गया है:

$$CO_2 + H_2O \Rightarrow H_2CO_3$$

कार्बन डाइऑक्साइड + जल => कार्बोनिक एसिड

$$H_2CO_3 + CaCO_3 \Rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

कार्बोनिक एसिड + कैल्सियम कोर्बोनेट => कैल्सियम बाइकार्बोनेट

अच्छी तरह से जुड़े हुए चूना पत्थर की सतह पर कार्बनीकरण एक विभाजित चूना पत्थर पटरी का उत्पादन करता है जो उन्हे चौड़ा होने और मजबूत बना कर, जोड़ों को अत्यधिक प्रभावित करता है।

हाइड्रेशन (जलयोजन)

खनिज हाइड्रेशन रासायनिक अपक्षय का एक प्रकार है जो खनिज के परमाणुओं और अणुओं को H^+ और $(OH)^-$ आयन के कठोर संयोजन से होता है।

जब चट्टान के खनिज पानी को आकर्षित करते है, तब बढ़ा हुआ आयतन चट्टान में भौतिक तनाव का निर्माण करता है। उदाहरण के लिए आयरन-ऑक्साइड, आयरन - हाइड्रोऑक्साइड़ों का परिवर्तित रूप है और एनहाइड्राइट का हाइड्रेशन जिप्सम रूप है।

सिलिकेटों और कार्बोनेट का हाइड्रालिसिस (जलयोजन) एक रासायनिक अपक्षय प्रक्रिया है जो सिलिकेट और कोर्बोनेट खनिजों को प्रभावित करता है। ऐसे प्रतिक्रियाओं में, शुद्ध जल कुछ-कुछ आयनित होता है और सिलिकेट खनिज के साथ प्रतिक्रिया करता है।

टिप्पणी

प्रतिक्रिया का एक उदाहरण :

$$Mg_2SiO_4 + 4H^+ + 4(OH)^- \rightarrow 2Mg^{2+} + 4(OH)^- + H_4SiO_4$$

मैग्नीशियम सिलिकेट

ओलीवाइन (फोरइसट्राइट) + आयनित जल के 4 अणु → घोल में आयन + घोल में सिलिसिक अम्ल

इस प्रतिक्रिया का परिणाम वास्तविक खनिज के पूर्ण विघटन में है, पर्याप्त पानी प्रतिक्रिया संचालन को संभालने के लिए उपलब्ध है। हालांकि उपरोक्त प्रतिक्रिया एक अवस्था के लिए भ्रामक है क्योंकि शुद्ध जल शायद ही कभी एक H^+ दाता के रूप में क्रिया करता है।

$$Mg_2SiO_4 + 4CO_2 + 4H_2O \rightarrow 2Mg^{2+} + 4(HCO_3)^- + H_4SiO_4$$

ओलीवाइन (फोरइसट्राइट) + कार्बनडाइऑक्साइड + पानी → घोल में मैग्नीशियम और बाईकार्बोनेट के आयन + घोल में सिलिसिक अम्ल

यह हाइड्रालिसिस प्रतिक्रिया बहुत ज्यादा आम है। कार्बोनिक एसिड सिलिकेट अपक्षय द्वारा प्रयुक्त होता है, जिसके परिणामस्वरूप बाइकार्बोनेट के कारण बहुत ज्यादा क्षारीय घोल होता है। यह वायुमंडल में कार्बनडाइऑक्साइड की मात्रा को नियंत्रित रखने में एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है और जलवायु को प्रभावित कर सकता है। अलुमिनोसिलिकेट जब हाइड्रोलिसिस प्रतिक्रिया करता है तब सरलता से कैटायनों को जारी करने के बजाय एक गौण खनिज उत्पन्न करता है।

$$2KAlSi_3O_8 + 2H_2CO_3 + 9H_2O \rightarrow Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 4H_4SiO_4 + 2K^+ + 2(HCO_3)^-$$

आर्थोक्लेश (अलुमिनोसिलिकेट स्फतीय) + कार्बोनिक एसिड + जल → केलोनाइट (मिट्टी का एक खनिज) + घोल में सिलिसिक एसिड + घोल में पोटाशियम और बाईकार्बोनेट के आयन

वायुमंडलीय अपक्षय के अंतर्गत एक धातु के प्रकार का रासायनिक ऑक्सीकरण होता है। आमतौर से बहुत ज्यादा देखा गया है कि Fe_2^+ हाइड्रोऑक्साइड प्रारूप ऑक्साइड जैसे कि जियोटैट, लिमोटैट और हैमटैट का जल और ऑक्सीजन के साथ संयोजन और Fe_2^+ (आयरन) का ऑक्सीकरण होता है। यह सतह पर एक लाल-भूरे रंग से प्रभावित हुई चट्टान दिखाई देती है जो चट्टान को आसानी से चूर-चूर और कमजोर कर देता है। इस प्रक्रिया को बेहतर रूप से 'जंग लगना' के रूप में जाना जाता है, हालांकि यह लोहे धातु में जंग लगने से अलग है। अन्य कई धातु अयस्क और खनिज कलर डिपाजिट उत्पादन के लिए ऑक्सीकरण और हाइड्रेट होते हैं, जैसे कि चलकापराइटस या $CuFeS_2$ का कॉपर हाइड्रोक्साइड और ऑक्साइड में ऑक्सीकरण होता है।

3.3.3 अपक्षय का भू–भौतिक महत्व

अपक्षय का भी भू-भौतिक महत्व बहुत अधिक है। यह समझना आवश्यक है कि ढलान विकास प्रक्रिया के बाद में अपक्षय भूदृश्य पर ढलान निर्माण का एक मूलभूत स्रोत है अपक्षय प्रक्रिया चट्टानों के साथ रासायनिक परिवर्तन कर छोटे-छोटे खंडों में बांटने और

टिप्पणी

न केवल रिगोलिथ और मिट्टी के बनावट के लिए, बल्कि भू-क्षरण और द्रव्यमान की गतिविधि के लिए रास्ता तैयार करने के लिए भी जिम्मेदार है। बायोम और जैव-विविधता मूलभूत रूप से जंगलों (वनस्पति) के एक परिणाम के रूप में है और जंगल आच्छादित अपक्षय की गहराई पर निर्भर करता है। अगर चट्टानों का अपक्षीणन नहीं होता है तो कटाव महत्वपूर्ण नहीं हो सकता है। इसका मतलब, अपक्षय द्रव्यमान का अपक्षय, कटाव और बदलाव की कमी भू-आकृतियों में बदलाव करने में सहायता देता है और यह भूक्षरण का परिणाम है।

चट्टानों और निक्षेपों (डिपाजिटों) का अपक्षय, आयरन, मैगनीज और कॉपर के कुछ बहुमूल्य अयस्कों का संवर्धन और सांद्रता में मदद देता है जिसका राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था के लिए बहुत ज्यादा महत्व है। अपक्षय मिट्टी के उत्पत्ति में एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है। जब चट्टानों का अपक्षय होता है, तब कुछ द्रव्य भूजल द्वारा रासायनिक या भौतिक निक्षालन के जरिए हट जाते हैं और जिससे बचे हुए (बहुमूल्य) द्रव्यों की सांद्रता बढ़ जाती है। ऐसे अपक्षय के हुए बिना, एक समान बहुमूल्य द्रव्य की सांद्रता पर्याप्त नहीं हो सकती है और आर्थिक अवशोषण, विकास और शुद्धिकरण के लिए व्यवहार्य नहीं हो सकता है। यह संवर्धन कहलाता है।

अपनी प्रगति जांचिए

3. पदार्थ को सतह पर लाने वाले जंतु हैं–

(क) कृन्तक (ख) केंचुए

(ग) चींटियां (घ) उपर्युक्त सभी

4. सबसे मुख्य घोल अपक्षय प्रक्रिया का नाम है–

(क) कार्बनीकरण (ख) नाइट्रोजनीकरण

(ग) फ्लोरीकरण (घ) इनमें से कोई नहीं

3.4 द्रव्यमान अपक्षय, परिवहन और निक्षेपण प्रक्रियाएं, प्रकार, वर्गीकरण एवं जनित स्थलरूप

द्रव्यमान अपक्षय गुरूत्व के प्रभाव के अंतर्गत चट्टान के द्रव्यों की गतिविधि है। यह स्लोप मूवमेंट या द्रव्य मूवमेंट के रूप में भी जाना जाता है। और यह भू-भौतिक प्रक्रिया है जिसके द्वारा मिट्टी, रिगोलिथ, और चट्टान गुरूत्व बल के अधीन नीचे ढलान में गतिविधि करता है। द्रव्यमान अपक्षय के प्रकार में रेंगना, स्लाइड, प्रवाह, लुढ़कना और गिरना शामिल हैं, प्रत्येक की अपनी विशिष्ट विशेषता होती है, और वर्ष से सैकेंड तक के समय के स्केल पर घटित होती हैं।

एक बार रॉक सामग्री को अपक्षय द्वारा छोटे, अस्थिर टुकड़ों में तोड़ दिया जाता है, तो इस सामग्री में गुरुत्वाकर्षण के कारण ढलान पर लुढ़क कर बड़े पैमाने पर अपक्षय (जिसे एक व्यापक संचलन या भूस्खलन भी कहा जाता है) की सम्भावना होती है। विभिन्न प्रकार के भूस्खलन का अध्ययन करने से पहले, उन्हें प्रभावित करने वाले कारकों की जांच करनी चाहिए। अंततः दो मुख्य कारक सामने आते हैं : गुरुत्वाकर्षण

और ढलान की तीव्रता। अधिक ढलान का अर्थ है, गुरुत्वाकर्षण द्वारा वस्तुओं को नीचे खींचने की अधिक क्षमता। कम ढलान होने पर गुरुत्वाकर्षण द्वारा वस्तुओं को नीचे खींचने की क्षमता भी कम हो जाती है।

टिप्पणी

कई कारक हैं जो बड़े पैमाने पर अपक्षय को प्रभावित करते हैं, लेकिन अंततः यह घर्षण और गुरुत्वाकर्षण जैसे दो विरोधी बलों के बीच की लड़ाई है। यदि चट्टान पर घर्षण किसी विशेष ढलान के लिए गुरुत्वाकर्षण से अधिक मजबूत है, तो रॉक सामग्री के स्थिर बने रहने की संभावना बनी रहेगी। लेकिन अगर गुरुत्वाकर्षण बल मजबूत होता है, तो घर्षण विफल हो जाएगा। ढलान की तीव्रता 35 डिग्री या अधिक होने पर गुरुत्वाकर्षण बल हावी रहता है, इस कोण को विश्रामकोण (angle of repose) कहा जाता है। पहाड़ों में सड़क या विकास के अन्य निर्माण कार्यों में इस कोण का काफी महत्व है।

द्रव्यमान अपक्षय बहुत ही कम दर पर हो सकता है, विशेषकर उन क्षेत्रों में जो बहुत ज्यादा शुष्क हों या वे क्षेत्र जहां पर्याप्त वर्षा हो जिससे कि वनस्पति सतह पर स्थायी रहे। यह बहुत ही तेज गति से भी हो सकता है, जैसे कि विनाशकारी परिणाम के साथ चट्टान स्खलन, भूस्खलन, बांधों के भूस्खलन आदि।

द्रव्यमान अपक्षय की परिवर्तन संभावना में प्रमुख कारक है: ढलान के कोण में परिवर्तन; अपक्षय से द्रव्यमान का कमजोर होना; जल के तत्व में वृद्धि; वनस्पति आवरण में परिवर्तन; और अधिभारण।

3.4.1 द्रव्यमान अपक्षय की गति को प्रभावित करने वाले कारक

इन कारकों में निम्नलिखित शामिल हैं :

- द्रव्य की प्रकृति
- ढलान का कोण
- वनस्पति आवरण
- भूकंप
- मानवीय गतिविधियां

द्रव्यमान अपक्षय में जल का महत्व

जल एक ढलान की स्थिरता में वृद्धि या कमी ला सकता है यह उपस्थित पदार्थ मात्रा पर निर्भर करता है। जल की कम मात्रा जल सतह का तनाव संशक्ति मिट्टी का एक ढ़ेर देने के कारण मिट्टी को मजबूत कर सकता है। यह मिट्टी के कटाव को रोक देता है अगर यह सूखा है तो बेहतर है। अगर बहुत ज्यादा जल मौजूद है तो जल एक चिकनाई के रूप में कार्य कर सकता है, और कटाव प्रक्रिया को त्वरित कर सकता है और जिसका परिणाम द्रव्यमान अपक्षय के विभिन्न प्रकार में है (उदाहरण, कीचड़ प्रवाह, भूस्खलन इत्यादि)। इसका एक अच्छा उदाहरण एक रेत के महल के बारे में सोचना है। महल को इसके अपने आकार में रखने के संदर्भ में जल को बालू के साथ मिलाया जाना चाहिए। अगर जल को बहुत ज्यादा मिलाया जाता है तो रेत को स्थिरता नहीं देता है, अगर पर्याप्त जल नही मिलाया जाता है तो भी रेत गिर जाती है और यह आकार में बनी नहीं रह सकती है।

द्रव्य अपक्षय का प्रवर्तन

केवल तब मिट्टी और रिगोलिथ एक पहाड़ी ढलान पर लुढ़कने से बचा हुआ रहता है- जब गुरुत्वाकर्षण बल घर्षण बल से कम होता है और घर्षण बल द्रव्य को स्थान पर बनाए रखता है। कारक जो डाउन स्लोप बल के सापेक्ष घर्षण प्रतिरोध को कम करते हैं, और इस प्रकार ढलान गतिविधि आरम्भ होती है, वे इस प्रकार हैं–

टिप्पणी

- भूकंपी कंपन
- संरचनाओं से अधिक बोझ वृद्धि
- मिट्टी की आर्द्रता में वृद्धि
- आधार-शैल के लिए मिट्टी को पकड़े रखने में जड़ों की कमी
- खुदाई या कटाव से ढलान का कमजोर होना
- बायोइंटरवेंशन

3.4.2 द्रव्यमान अपक्षय के प्रकार

द्रव्यमान गतिविधि के प्रकार, मिट्टी, रिजोलिथ या चट्टान द्वारा ढलान पर चलने के आधार पर आधारित हैं।

विसर्पण

ढलान की ओर विसर्पण एक लंबी प्रक्रिया है। समय के साथ विभिन्न दिशाओं में मिट्टी या चट्टान की छोटी-छोटी गतिविधियों का धीरे-धीरे संयोजन डाउनस्लोप गुरूत्व द्वारा निर्देशित होता है।

मिट्टी में पानी की मात्रा किसी ढलान की स्थिरता को प्रभावित करने वाला एक प्रमुख कारक है। निमज्जक ढलान में, तेजी से विसर्पण होता है। विसर्पण पेड़ों तथा झाड़ियों और अपने खड़ेपन को बनाए रखने के लिए मोड़ बनाता है, और जब वे अपने मूल आधार को खो देते हैं तब वे भूस्खलन कर सकते हैं। सतही मिट्टी फ्रिजिंग और विगलन या गरम और ठंडे तापमान चक्र के प्रभाव के अधीन विस्थापित हो सकती है, धीरे-धीरे ढलान की नींव की ओर इस रास्ते पर टेरीशिश (Terishtish) गठित होता है। यह एक ऐसे निम्न दर पर होता है जिसे नंगी आंखों से नही देखा जा सकता है।

भूस्खलन

जहां पर द्रव्यमान गतिविधि का एक अच्छी तरह से परिभाषित क्षेत्र या फिसलन भूमि है, इसे भूस्खलन कहा जाता है। इसमें चट्टान स्खलन, गिरावट और स्टरजस्ट्रोम शामिल हैं।

प्रवाह

मिट्टी और रिगोलिथ की गतिविधि जो अधिक तरल पदार्थ के व्यवहार जैसी दिखे उसे प्रवाह कहा जाता है। इन में हिमस्खलन, कीचड़ प्रवाह, मलबा प्रवाह, भू-प्रवाह, लेहर्स और स्टरजस्ट्रोम शामिल हैं। जल, वायु और बर्फ द्रव्य को सक्षम करने में शामिल होते हैं।

लुढ़कना

लुढ़कना एक ऐसी अवस्था है जब चट्टान ब्लॉक के केंद्र बिंदु और ढलान से दूर गिरता है।

टिप्पणी

गिरावट

यह गिरावट की घुमावदार सतह के साथ कोहिरंट चट्टान द्रव्य के फिसलन को दर्शाता है। गिरावट घुमावदार सतह (चम्मच के आकार जैसा) के साथ मिट्टी का द्रव्यमान या अन्य फिसलने वाले द्रव्य में शामिल होता है। यह एक छोटे वर्धमान आकार का चट्टान, या ढलान के शीर्ष अंत पर ऊबड़-खाबड़ होने के साथ सीधे ढाल का प्रारूप है। ढलान में नीचे की ओर एक से अधिक सीधी ढाल हो सकती हैं।

गिराव

गिराव, में रॉकफाल शामिल है जहां पर रिगोलिथ एक ढलान के नीचे प्रपात (सोपानी पात) के रूप में गिरता है, लेकिन इसकी पर्याप्त मात्रा या गाढ़ापन एक प्रवाह के रूप में व्यवहार के लिए नहीं होता है। गिराव चट्टान जिसमें ऊर्ध्वाधर दरारों की उपस्थिति से चित्रित/विशेषता, में उन्नत होता है। गिराव जल के कमजोर होने के साथ-साथ तरंगों के कमजोर होने का परिणाम है। आम तौर वे बहुत खड़ी ढलान पर होता है जैसे कि खड़ी चट्टान का पृष्ठ। चट्टान के द्रव्य भूकंपों, वर्षा, पेड़ों के जड़ चीरे जाने से बर्फ के विस्तार द्वारा ढीला पड़ सकता है। चट्टान द्रव्य का संचय जो संरचना के आधार पर गिरा रहता है, इसे ढलान के रूप में जाना जाता है।

3.4.3 अपक्षय के परिणाम

अपक्षय प्रक्रियाओं के कारण चट्टान छोटे टुकड़ों में टूट जाती है। यह प्रक्रिया रेगोलिथ और मिट्टी के गठन के लिए रास्ता तैयार करती है। अपक्षय प्रक्रिया के परिणामस्वरूप चट्टानों के जोड़ खुल जाते हैं, चट्टानों के आकार में कमी आ जाती है और मिट्टी का निर्माण होता है। यह प्रक्रिया खुरदरी सतह वाली और तीखी चट्टानों की सतह को चिकना बना देती है। अपक्षय की प्रक्रिया मिट्टी के निर्माण में अक्सर पहला कदम होता है। अपक्षय से खनिजों के छोटे टुकड़े, पौधों के साथ, जानवरों के अवशेष, फंगी, बैक्टीरिया और अन्य जीवों के साथ मिल जाते हैं। एक प्रकार के अपक्षय से बनने वाली चट्टान अक्सर अनुपजाऊ मिट्टी का उत्पादन करती है। दूसरी तरफ जब अपक्षित चट्टान विविध खनिज सामग्री के साथ मिश्रित हो जाती है तो यह अधिक उपजाऊ मिट्टी के निर्माण में योगदान करती है। अपक्षित चट्टानों के मिश्रण से जुड़ी मिट्टी के प्रकारों में ग्लेशियल हिमोड, लोस और जलोढ़ तलछट शामिल हैं। अपक्षय के रूप में, फेरोमैग्नेसियन सिलिकेट्स और फेल्डस्पार को छोटे टुकड़ों में तोड़ने और मिट्टी के खनिजों और भंग आयनों में परिवर्तित होने की संभावना रहती है, जैसे, Ca^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Fe^{2+}, Mg^{2+} और H_4SiO_4।

भू-स्खलन का परिणाम

पृथ्वी की सतह, महाद्वीपों और महासागरों दोनों के नीचे, लगातार टेक्टॉनिज्म और गुरुत्वाकर्षण द्वारा संशोधित की जा रही है, दोनों भूस्खलन गतिविधि में योगदान करते हैं। भूस्खलन महत्वपूर्ण प्राकृतिक भू-आकृतिक कारक हैं जो पर्वतीय क्षेत्रों को आकार देते हैं और समतल इलाके में तलछट का पुनर्वितरण करते हैं। सिडल और ओचियाई (Sidle and Ochiai, 2006) का मानना है कि वर्तमान पृथ्वी के अधिकांश परिदृश्यों को बड़े भूस्खलन द्वारा मूर्त रूप दिया गया है; इसके अलावा, अधिक सूक्ष्म, लेकिन महत्वपूर्ण,

टिप्पणी

भू-आकृति संबंधी संशोधन छोटे पैमाने पर किन्तु निरंतर होने वाले भू-स्खलन द्वारा किए गए हैं । इसमें शामिल प्रक्रियाएं बहुत बड़ी और तेज गति से होने वाली प्रक्रियाओं से लेकर बहुत धीमी गति से विस्थापित होने वाली घटनाओं तक विस्तृत होती हैं। स्माल एवं क्लार्क (Small and Clark, 1982) का मानना है कि इनका परिणाम, स्रोत क्षेत्र में होने वाला धरातलीय अनाच्छादन, परिवहन पथ के साथ लगातार क्षरण और फिर जमाव है। कई भूस्खलन प्रक्रिया में मिट्टी/कोलेवियम क्षितिज के नीचे आधार चट्टानों के साथ संपर्क में आते हैं, और अक्सर आधार चट्टानें ही नीचे चली जाती है, जो सभी पेड़ों और अन्य वनस्पतियों को भी अपने साथ ले जाता है। समय बीतने के साथ, भूस्खलन गतिविधि के कारण पहाड़ी ढलानों से स्खलित हुई मिट्टी नीचे की घाटियों में पुनर्गठित होती है जिसका उपयोग कृषि मिट्टी के रूप में किया जा सकता है। यह विशेष तौर पर मलबे के प्रवाह और निक्षेपण के द्वारा बने मलबा पंख के रूप में पाया जाता है, जो समय बीतने के साथ-साथ या तो चारागाह के लिए या फसल उत्पादन के लिए उत्कृष्ट कृषि स्थिति प्रदान कर सकता है।

निक्षेपण प्रक्रिया का परिणाम

एक निक्षेपण प्रक्रिया अवसादन व्यवहार के मापदंडों को निक्षेपण के क्षण के रूप में परिभाषित करती है। एक निक्षेपण धारा, जैसे कि टर्बिडिटी करंट, तलछट परिवहन का एक तंत्र है। तलछटी रॉक बनावट और संबंधित तलछटी संरचनाएं निक्षेपण प्रक्रिया का प्रत्यक्ष परिणाम होती हैं। तलछटी चट्टानों के निक्षेपण माध्यम में केवल हवा, पानी और बर्फ शामिल हैं। ये तीन निक्षेपण प्रक्रियाएं, उन स्थितियों का निर्माण करती हैं जिनसे तलछटी चट्टानों की उत्पत्ति होती है। क्रिस्टलीय तलछटी चट्टानें पानी में शुद्ध रासायनिक अवक्षेप के रूप में जमा होती हैं, हवा में शुद्ध रासायनिक अवक्षेप के रूप में जमा होती हैं, या जल में कार्बनिक जैविक (जिसके परिणामस्वरूप रीफ संरचना है) होती हैं। दानेदार तलछटी चट्टानें झरोखों को भर देती हैं। निलंबित भार (suspended load) हवा में लोएस के रूप में, पानी में अपतटीय कीचड़ के रूप में और बर्फ में हिमोड़ के रूप में निक्षेपित होता है। तलज प्रवाही भार (saltation load) हवा में ईओलियन रेत शीट के रूप में और पानी में समुद्री बालू तट के रूप में निक्षेपित होता है। तलवाही भार (rolling load) हवा में रेगिस्तान के फुटपाथ और पानी में बजरी समुद्र तट के रूप में परिलक्षित होता है। पंकिल भार (turbidity load) हवा में पाइरोक्लास्टिक प्रवाह के रूप में परिलक्षित होता है। विखंडित भार (debris flow) पानी में मलबे के प्रवाह और बर्फ में मृतिका के रूप में परिलक्षित होता है।

अपक्षय द्वारा निर्मित स्थलाकृति

अपक्षय कई पृथ्वी-सतह प्रक्रियाओं, विशिष्ट भू-आकृतियों के विकास और परिदृश्यों के दीर्घकालिक विकास में एक विशिष्ट भूमिका निभाता है । यह बाद में कटाव के लिए सामग्री तैयार करता है, रेगोलिथ का उत्पादन करता है और मिट्टी के विकास (pedogenesis) में एक आवश्यक प्रक्रिया है। कुछ परिस्थितियों में, जैसे कि कार्स्ट वातावरण, विघटन द्वारा अपक्षय प्रमुख भू-आकृतिक प्रक्रिया है। अपरदन द्वारा अपक्षित पदार्थ का हटाना, किसी भी भू-विकास का एक अभिन्न अंग है। विभेदक अपक्षय (differential weathering) और क्षरण के द्वारा निर्मित विभिन्न प्रकार की भू-आकृतियां हैं। कुछ भू-आकृतियों में, जहां अपक्षय की शैली का वर्चस्व है, यहां प्रस्तुत किए गए हैं। जैसे कि इनसेलबर्ग्स लंबे

टिप्पणी

समय तक अपक्षय और क्षरण द्वारा निर्मित चट्टानें हैं। बोनहार्ट और टॉर्स इंसलबर्ग की किस्में हैं। ये पहाड़ियां खड़े ढाल वाली हैं और आमतौर पर इस आधार तल पर शैल खंड की कमी पाई जाती है स ये गहन रासायनिक अपक्षय और उद्दीपन द्वारा बनाए गए थे। जोड़ उनके गठन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

टॉर्स (Tors)

टॉर्स अवशिष्ट चट्टानें हैं जो बोल्डर के पृथक ढेर के रूप में प्रदर्शित होते हैं। यद्यपि वे आम तौर पर ग्रेनाइट में बनते हैं किन्तु वे अन्य लिथोलजी में भी विकसित हुए हैं। लिंटन (1955) ने इनके गठन की दो-चरण वाली प्रक्रिया को प्रमाणित किया। पहले में चट्टानों की दरारों के साथ अपक्षय की गहरी पैठ शामिल है। दूसरे चरण को उद्दीपन द्वारा या तो विवर्तनिक उत्थान द्वारा या आधार स्तर को कम करके लाया जाता है।

बॉर्नहार्ट (Bornhart)

बॉर्नहार्ड जो एक जर्मन भू-आकृति विज्ञानी थे, उनके नाम पर, जिन्होंने पहली बार 'इन्सलबर्ग' शब्द गढ़ा था, इस स्थलाकृति का नामकरण किया गया है। बॉर्नहार्ट विशिष्ट खड़े-किनारे वाली, गुंबद के आकार की पहाड़ियां हैं। टॉर्स के विपरीत वे अपेक्षाकृत बिना दरार वाली चट्टान से बने होते हैं। ये बड़े गुंबद के आकार की पहाड़ियां हैं जो कि एक्सफोलिएशन (exfoliation) द्वारा कमजोर हुई चट्टानों के हटाने से निर्मित होते है। संभवत: दो सबसे प्रसिद्ध बॉर्नहार्ड, योसेमाइट घाटी, कैलिफोर्निया के अर्ध गुम्बद और ऑस्ट्रेलिया में आयर्स रॉक हैं।

अपक्षयकारी गड्ढे (weathering pits)

अपक्षयकारी गड्ढे वहां पाए जाते हैं जहाँ पानी चट्टान की सतह पर अनियमितता से गिरता है। दरारों में विद्यमान पानी रासायनिक अपक्षय और दानेदार विघटन का कारण बनता है। हवा कमजोर चट्टानी पदार्थों को हटाती है और गड्ढे का आकार एक सकारात्मक प्रतिक्रिया चक्र में और अधिक पानी को ग्रहण करता है और उसके आकर में वृद्धि होती है।

टैफोनी (Tafoni)

टैफोनी एक अद्वितीय प्रकार की गर्त वाली सतह है जो मधुकोश अपक्षय द्वारा निर्मित होती है। यह अपक्षय की एक शैली होती है जो लवणीय अपक्षय द्वारा निर्मित होती है। अपक्षय, चट्टान की सतहों पर अनेक छोटी-छोटी गुफाओं का निर्माण करता है, आमतौर पर बलुआ पत्थर में इनका निर्माण होता है।

भू-स्खलन द्वारा निर्मित स्थलाकृति

कोणीय शिलाखंड मलबे का एकत्रण, चट्टान के पदीय ढलान पर पंखे के आकार के टीले का निर्माण करता है। तीव्र ढाल वाली चट्टान के पायदानों पर लहरों के अपरदन के कारण कटाव हो जाता है, जिसके कारण उनके आधार पर बड़े पैमाने पर शिलाखंड गिरता है और ये विखंडित शैलखंड वहां निक्षेपित हो जाते हैं। इस प्रकार निर्मित ढलान में 34-40 डिग्री का ढलान कोण होता है।

इसी प्रकार से उपर की ढलानों से स्खलित होता हुआ मलबा गिरीपद क्षेत्र में अवतल ढाल का निर्माण करता है। अनाच्छादन के कारकों द्वारा किसी भी ऊंचे क्षेत्र का जो अवतलन किया जाता है, उसमें भू-स्खलन की प्रक्रिया बहुत महत्वपूर्ण भूमिका अदा करती है। स्थलाकृतियों के निर्माण में भू-स्खलन अप्रत्यक्ष रूप से शामिल होती है।

टिप्पणी

निक्षेपण द्वारा निर्मित स्थलाकृति

निक्षेप जनित स्थलाकृति, उन प्रक्रियाओं के दृश्य प्रमाण हैं, जिन्होंने तलछट या चट्टानों को जमा किया है, क्योंकि उन्हें बर्फ या पानी, हवा या गुरुत्वाकर्षण से प्रवाहित किया गया था। उदाहरणों में समुद्र तट, डेल्टा, हिमोड़, रेत के टीले शामिल हैं। इस तरह से निर्मित स्थलाकृति, अपेक्षाकृत कम समय में अपने आकार को बदल सकती हैं यदि उसके निर्माण में शामिल प्रक्रिया हाल ही में आरम्भ हुई है अथवा अभी भी चल रही है। दूसरी ओर, कुछ निक्षेप जनित स्थलाकृति उन प्रक्रियाओं के अवशेष हैं जो लाखों साल पहले पूरी हो गई थीं।

हिमनदीय निक्षेप (Glacial deposits)

जब एक ग्लेशियर एक क्षेत्र पर चलता है, तो यह अपने साथ चट्टानों, मिट्टी और मलबे के अन्य रूपों को ले जाता है। जब ग्लेशियर पीछे हटता है, तो उसके भीतर मौजूद मलबे को नए परिदृश्य के रूप में पीछे छोड़ दिया जाता है। 'हिमोड़' शब्द के कई अर्थ हैं। एक अर्थ एक क्षेत्र में छोड़े गए मलबे का ढेर है जो एक प्रकार का होता है जो आमतौर पर दूसरे परिदृश्य में भी पाया जाता है। इस ढेर को, ग्लेशियरों द्वारा लंबी दूरी तक ले जाया जाता है, फिर बर्फ पिघलने पर जमा किया जाता है। ड्रमलाइन ऐसे मलबे के संपीड़न द्वारा बनाई गई निक्षेप जनित स्थलाकृति हैं।

तटीय निक्षेप (Coastal deposits)

लहरें अपने द्वारा लाई गई परिवहन सामग्री जैसे कि रेत, चट्टानें और गंदगी को पानी के नीचे और ऊपर की सतह पर निक्षेपण द्वारा भू-आकृतियों का निर्माण करती हैं। समुद्र तटों को निक्षेप जनित स्थलाकृति माना जाता है, क्योंकि वे लहरों द्वारा बड़े पैमाने पर जमा तलछट से बने होते हैं। इस प्रकार की तटरेखाएं निक्षेप जनित स्थलाकृति का एक उदाहरण हैं जो मौजूदा तलछट के रूप में तेजी से बदलते हैं और जमा हुए नए तलछट को मिटा देते हैं। लहरें भी अपतटीय क्षेत्रों में तलछट जमा कर सकती हैं, जहां वे सैंडबार और रेत के टीले बनाती हैं।

नदियों द्वारा निक्षेप (River deposits)

नदियां अपने साथ मैदानी भागों में लाई गई तलछट को निक्षेपित कर देती हैं जब वे समुद्र में प्रवेश करती हैं । मिसिसिपी नदी डेल्टा का गठन एक जटिल प्रक्रिया थी जो तलछट के जमाव द्वारा निर्देशित थी। एक समय में, दक्षिणी संयुक्त राज्य अमेरिका का समुद्र तट आज की तुलना में बहुत अलग दिखता था। जैसे-जैसे पानी बढ़ता गया और गिरता गया, चौनल बनते गए, जिनमें नदी का पानी बहता था। जैसे-जैसे चौनल बाधित होते गए, नदी का मुंह इन परिवर्तनों को समायोजित करने के लिए स्थानांतरित हो गया, जिससे अब डेल्टा बन गया है।

मृदा निर्माण (Formation of Soil)

मृदा के निर्माण में अपक्षय एक आवश्यक पूर्व-प्रक्रिया है। अपक्षय पृथ्वी के पदार्थों पर मौसम और जलवायु के तत्वों की कार्रवाई है। अपक्षय में कई प्रक्रियाएं होती हैं जो या तो व्यक्तिगत रूप से या साथ मिलकर पृथ्वी की सामग्रियों को प्रभावित करती हैं। मौसम और जलवायु के विभिन्न तत्वों के कार्यों के माध्यम से अपक्षय यांत्रिक विघटन और चट्टानों का रासायनिक अपघटन है। मिट्टी के निर्माण में अपक्षय एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है। जब चट्टानों का अपक्षय होता है तो चट्टानें टूटने लगती हैं और धीरे-धीरे मिट्टी का

टिप्पणी

रूप ले लेती हैं। मृदा गठन को पेडोजेनेसिस कहा जाता है। यह सबसे अधिक अपक्षय पर निर्भर करता है। यह अपक्षय ही है जो मिट्टी बनाने के लिए प्रमुख उत्पादक सामग्री पैदा करता है। अपक्षित सामग्री का परिवहन एवं निक्षेपन बैक्टीरिया और अन्य अवर पौधों जैसे कि काई और लाइकेन द्वारा उपनिवेशित होते हैं। कई छोटे जीवों को निक्षेपों में शरण लेनी पड़ सकती है। जीवों और पौधों के मृत अवशेष वनस्पति तत्व के संचय में मदद करते हैं, जिससे मामूली घास और फर्न उग सकते हैं; बाद में, पक्षियों और हवा द्वारा लाए गए बीजों के माध्यम से झाड़ियां और पेड़ उगने लगते हैं। पौधों की जड़ें नीचे की ओर घुस जाती हैं, बिलकारी जानवर नीचे से मिटटी के कणों को उपर लाते हैं, जिससे पदार्थ झरझरा (porous) और स्पंज जैसा बन जाता है। अब मिटटी पानी को संजोये रखने और हवा के आवागमन की क्षमता को धारण कर लेती है। इस प्रकार अंत में एक परिपक्व मिट्टी, जो कि खनिज और कार्बनिक उत्पादों के एक जटिल मिश्रण के रूप में होती है, विकसित हो जाती है।

3.4.4 द्रव्यमान अपक्षय का महत्व

द्रव्यमान गतिविधि वायुमंडल के निम्नलिखित तत्वों को प्रभावित करती है :

1. पृथ्वी की सतह की भौगोलिक स्थिति, विशेषकर महाद्वीपों और समुद्र के तल पर पहाड़ और घाटी की मॉर्फालाजी प्रणाली;
2. नदियों और धाराओं की शैली/गुणवत्ता और भूजल प्रवाह;
3. ऐसे जंगल जो पृथ्वी के भूपृष्ठीय सतह को बहुत ज्यादा ढके हुए हैं; और
4. प्राकृतिक वन्यजीव जो पृथ्वी की सतह पर मौजूद हैं, का निवास, इसमें नदियां, झीलें और समुद्र शामिल हैं।

इन भूस्खलन और कटाव गतिविधियों के परिणाम के रूप में भूगर्भिक द्रव्य की बड़ी मात्रा अवसाद के रूप में धाराओं में चली जाती है, इस प्रकार पीने के पानी की गुणवत्ता में कमी होती है इसके साथ-साथ मछली और वन्यजीवों के लिए निवास की गुणवत्ता में कमी होती है। भूस्खलन द्वारा जैविक विनाश आम हैं; द्रव्यमान गतिविधि से फैले हुए जंगल का व्यापक रूप से अनावृत होना विश्व के कई हिस्सों में देखा गया है। हालांकि कई प्रकार के वन्य जीव भूस्खलन चोट से बचने के लिए पर्याप्त गति के साथ वापस हटने में सक्षम हैं लेकिन तेज गति से आगे बढ़ते हुए भूस्खलन से प्रायः निवास का नुकसान हो जाता है।

अपनी प्रगति जांचिए

5. द्रव्यमान अपक्षय की गति को प्रभावित करने वाले कारक हैं–
   (क) द्रव्य की प्रकृति (ख) ढलान का कोण
   (ग) मानवीय गतिविधियां (घ) उपर्युक्त सभी
6. अवशिष्ट चट्टानें जो बोल्डर के पृथक ढेर के रूप में प्रदर्शित होती हैं, कहलाती हैं–
   (क) टॉर्स (ख) बॉर्नहार्ट
   (ग) टैफोनी (घ) इनमें से कोई नहीं

3.5 अपरदन, परिवहन तथा निक्षेपण प्रक्रियाएं और मृदा निर्माण एवं प्रमुख मृदा क्षितिज

टिप्पणी

उपर्युक्त विषयों का अध्ययन निम्नानुसार किया जा सकता है–

डाउन विअरिंग (Down Wearing): जब हम उन चट्टानों की जांच करते हैं जो पृथ्वी की सतह पर पाई जाती हैं या ये चट्टानें पूर्व की अवधि में यहां पर पाई जाती थीं और अब युवा निक्षेपों के द्वारा उपर से ढकी हुई हैं, हम पाते हैं कि उनमें एक ही चरित्र है। जिस भी प्रकार से उनकी प्रकृति या उत्पत्ति रही हो, वे हमेशा अपूर्ण हैं और यह स्पष्ट दिखाई भी देता हैं लेकिन एक हिस्सा, अक्सर केवल एक छोटा सा हिस्सा, जो इसके पूर्व के अस्तित्व को प्रदर्शित करता है प्रतिनिधि के रूप में पाया जाता है, शेष भाग एक तरह से या किसी अन्य प्रक्रिया के द्वारा, मंद गति से, विघटित हो जाता है अथवा हटा दिया गया होता है। कुछ मामलों में महत्वपूर्ण संरचना पूरी तरह से विलुप्त हो गई होती है और केवल कंकड़ या उनसे निकले पदार्थ, बाद में जमा होने वाले निक्षेपों में संरक्षित पाए जाते हैं। ये निक्षेपण अपने पूर्व अस्तित्व के साक्षी होते हैं। बुडले साल्टरटन (Budleigh Salterton) क्षेत्र में पाए जाने वाले ट्राइसिक अवधि के कंकडों में मिलने वाले ऑर्डोवियन क्वार्टजाइट तथा सफ्लोक क्रेग (Suffolk Crag) में डायस्टियन समय के बॉक्सस्टोन जो इसके आधार तल की चट्टानों में पाए जाते हैं, इसके महत्वपूर्ण उदाहरण हैं। कभी–कभी जो चट्टानें वर्तमान में पूर्ण रूप से विलुप्त हो चुकी हैं, उन चट्टानों की पूर्व उपस्थिति के केवल संकेत मात्र मौजूद होते हैं। इस प्रकार ट्रांसवाल का प्रिटोरिया बेड पूरी तरह से कायांतरित अवस्था में पाया जाता है जो कि आग्नेय चट्टानों की एक बड़ी मोटी परत द्वारा उपर से ढका हुआ था, लेकिन वर्तमान में एक बड़े क्षेत्र से पूरी तरह से विस्थापित किया जा चुका है। जो पदार्थ आज पूर्ण रूप से गायब हो चुका है उसे किसी भी उम्र की चट्टानों से चित्रित किया जा सकता है और कोई ऐसी अवधि भी नहीं रही है जब विनाश की यह प्रक्रिया कार्यरत नहीं थी। हालांकि यह बात और है कि कुछ विशेष समय अवधि में इसकी सक्रियता दूसरों की तुलना में अधिक रही है। वर्तमान समय में लगभग हर जगह हम उन चट्टानों को पाते हैं जिनसे मिलकर पृथ्वी की ठोस पपड़ी का गठन हुआ है, ये चट्टानें वर्तमान समय में मिट्टी, ईंट–पृथ्वी, जलोढ़ मिट्टी रेत और बजरी से ढकी हुई हैं जिन्हें हम धरातल कहते है। इसके अलावा, कुछ इलाकों में, यह जमाव हिमनदीय गतिविधि के परिणामस्वरूप भी पाया जाता है। उपरोक्त अंतिम उदाहरण असामान्य स्थितियों के परिणाम हैं कम से कम इन अक्षांशों में, लेकिन शेष पदार्थ निक्षेप के प्रकार हैं जो भूतकाल में बारम्बार एकत्रण का परिणाम हैं। स्थलीय एकत्रण विचित्र रूप से विनाश का परिणाम है और यह समुद्र की गहराई में इसकी तलहटी पर सुरक्षित है।

अपक्षरण की यह प्रक्रिया जिसके द्वारा चट्टानें अपने मूल स्थान से विस्थापित हो जाती है अनाच्छादन के द्वारा घटित होती हैं। अनाच्छादन (Denudation) से अभिप्राय उस प्रक्रिया से है जिसके द्वारा पृथ्वी के धरातल की चट्टानें उच्च पर्वतीय, पठारी क्षेत्रों से विस्थापित होती हैं और धरातल के समतलीकरण की ओर अग्रसर होती हैं। इस पूरी प्रक्रिया को दुसरे अर्थो में डाउन विअरिंग (down wearing) कहा जाता है। अनाच्छादन इसमें सबसे महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। अनाच्छादन के इस कार्य में बहता हुआ जल, गतिशील हिम (हिमनदी), हवा और समुद्री लहरें अपनी गति के द्वारा पृथ्वी के धरातल की चट्टानों को विस्थापित करती हैं जिसके परिणामस्वरूप धरातल की ऊंचाई में कमी

आती है। अनाच्छादन की यह प्रक्रिया तीन प्रकार से घटित होती है– अपरदन, परिवहन और निक्षेपण।

टिप्पणी

अपरदन (Erosion)

अपरदन से अभिप्राय पृथ्वी की पर्पटी से सतह की सामग्री को हटाने और हटाने के बिंदु से प्राकृतिक कारकों (जैसे पानी या हवा) द्वारा इस सामग्री के परिवहन से है। अपरदन शब्द का व्यापक उपयोग पृथ्वी की सतह पर सभी भू–आकृतियों के कटाव और उनके स्वरूप में परिवर्तन के लिए किया जाता है। जिसमें इसकी मूल स्थिति में चट्टान का अपक्षय, अपक्षय सामग्री का परिवहन और पवन क्रिया, जल, समुद्री और हिमनदों के कारण अपरदन शामिल है। इस व्यापक परिभाषा को और अधिक सही ढंग से अनाच्छादन या अवक्रमण कहा जाता है और इसमें वृहत संचलन की प्रक्रियाएं भी शामिल हैं। अपरदन की एक संकीर्ण और कुछ हद तक सीमित परिभाषा में प्राकृतिक कारकों द्वारा कटे हुए पदार्थों के परिवहन को शामिल नहीं किया गया है लेकिन परिवहन का इसमें शामिल न होना अपरदन और अपक्षय के बीच के अंतर को बहुत अस्पष्ट बना देता है। इसलिए, अपरदन में पदार्थ के अवक्रमण स्थान से अपक्षय सामग्री के परिवहन को शामिल किया जाता है लेकिन किसी नई जगह पर सामग्री का जमाव इसमें शामिल नहीं किया जाता है। अपक्षय अक्सर चट्टान के विघटित होने या अपक्षय के माध्यम से परिवर्तित होने के बाद होता है। इस प्रक्रिया में चट्टानों के पदार्थों को उसके मूल स्थल से हटा दिया जाता है और प्राकृतिक कारकों द्वारा उसे दूर प्रवाहित करके ले जाया जाता है। दोनों प्रक्रियाएं अक्सर साथ साथ घटित होती हैं, लेकिन अपक्षय को अपरदन से अलग करने का सबसे अच्छा तरीका सामग्री के परिवहन का निरीक्षण करना है।

परिवहन (Transportation)

परिवहन से अभिप्राय चट्टानों के ठोस कणों (तलछट) का गतिशील होकर अपने मूल स्थान से विस्थापित होने से है। आमतौर पर तलछट का परिवहन गुरुत्वाकर्षण के संयोजन के कारण होता है। इसके अतिरिक्त द्रव गतिशीलता, जिसमें तलछट प्रवेश करती है, भी इनके परिवहन का कारण हो सकते हैं। तलछट परिवहन प्राकृतिक प्रणालियों से होता है जहां कण चट्टान (रेत, बजरी, बोल्डर, आदि), कीचड़, या मिट्टी तरल पदार्थ, हवा, पानी या बर्फ गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में आकर ढलान की सतह से ले जाने के लिए कार्य करता है, जिस पर वे टिके होते हैं। तलछट का परिवहन नदियों, समुद्रों, झीलों और जल के अन्य निकायों में धाराओं और ज्वार के कारण होता है। केवल गुरुत्वाकर्षण के कारण तलछट परिवहन सामान्य रूप से ढलान वाली सतहों पर हो सकता है, जिसमें पहाड़ियों, चट्टानों और महाद्वीपीय शेल्फ–महाद्वीपीय ढलान सीमा शामिल हैं। तलछट परिवहन का ज्ञान सबसे अधिक बार यह निर्धारित करने के लिए उपयोग किया जाता है कि अपरदन होगा या निक्षेपण होगा। इसके अतिरिक्त अपरदन या निक्षेपण का परिमाण, समय और दूरी जिस पर यह घटित होता है के मापन में भी परिवहन का उपयोग किया जाता है।

निक्षेपण (Deposition)

जमाव वह भूवैज्ञानिक प्रक्रिया है जिसमें तलछट, मिट्टी और चट्टानों को एक भू–भाग या भूमि क्षेत्र में संचित किया जाता है। हवा, बर्फ, पानी, और गुरुत्वाकर्षण द्वारा पूर्व में

अपक्षित सतह की सामग्री, जो द्रव में पर्याप्त गतिज ऊर्जा में कमी होने पर संचित होती है, के द्वारा तलछट की परतों का निर्माण करती है।

निक्षेप तब होता है जब तलछट परिवहन के लिए जिम्मेदार बल गुरुत्वाकर्षण और घर्षण बलों जितने शक्तिशाली नहीं होते हैं, जो गति के लिए प्रतिरोध पैदा करते हैं। उदाहरण के लिए, चाक आंशिक रूप से समुद्री प्लवक के सूक्ष्म कैल्शियम कार्बोनेट कंकालों से बना होता है, जिसके जमाव से आगे की कैल्शियम कार्बोनेट को जमा करने के लिए रासायनिक प्रक्रियाएं (डायजेनेसिस) प्रेरित होती हैं। इसी प्रकार, कोयले का निर्माण मुख्य रूप से पौधों से, अवायवीय स्थितियों में, कार्बनिक पदार्थों के जमाव से शुरू होता है।

टिप्पणी

मृदा निर्माण (Soil Formation)

मिट्टी के निर्माण की प्रक्रिया को तकनीकी रूप से पेडोजेनेसिस (pedogenesis) कहा जाता है। पेडोजेनेसिस शब्द की उत्पत्ति ग्रीक शब्द पेडो (pedo), या पेडन (pedon) से हुई है, जिसका अर्थ है 'मिट्टी, पृथ्वी', और जेने (genesis), जिसका अर्थ है जन्म। इसे मृदा उन्नति, मृदा विकास, मृदा निर्माण और मृदा उत्पत्ति भी कहा जाता है।

पेडोजेनेसिस (pedogenesis) का अध्ययन पेडोलॉजी (pedology) की शाखा के रूप में किया जाता है, जो कि प्राकृतिक वातावरण में मिट्टी का अध्ययन होता है। इसके अंतर्गत मिट्टी के निर्माण की पूरी प्रक्रिया, उसकी विशेषताओं एवं प्रकारों का अध्ययन किया जाता है। पेडोलॉजी की अन्य शाखाएं मिट्टी की आकारिकी (Soil morphology) और मिट्टी के वर्गीकरण (soil classification) आदि होती हैं जो इनसे सम्बंधित अध्ययन करती हैं। पीडोजेनेसिस का अध्ययन वर्तमान में मृदा भूगोल के रूप में और अतीत में प्राचीन मृदा विज्ञान के रूप में किया जाता था। भूगर्भिक काल में मृदा वितरण के पैटर्न को समझने के लिए इस प्रकार के अध्ययन महत्वपूर्ण हैं।

पेडोजेनेसिस मिट्टी के निर्माण की प्रक्रिया है। मिटटी का निर्माण स्थान, पर्यावरण और इतिहास के प्रभावों द्वारा नियंत्रित किया जाता है। मिट्टी का निर्माण, या पेडोजेनेसिस, मिट्टी की मूल सामग्री पर काम करने वाले भौतिक, रासायनिक, जैविक और मानवजनित प्रक्रियाओं का संयुक्त प्रभाव है। मृदा का निर्माण तब होता है जब कार्बनिक पदार्थ जमा हो जाते हैं और कोलॉइड नीचे की ओर धुल जाते हैं। यह प्रक्रिया मिट्टी, ह्यूमस, आयरन ऑक्साइड, कार्बोनेट और जिप्सम के जमाव को छोड़ देती है। इस प्रक्रिया में बी क्षितिज नामक एक अलग परत का निर्माण होता है। यह कुछ हद तक एकपक्षीय परिभाषा है क्योंकि रेत, गाद, मिट्टी और ह्यूमस का मिश्रण उस समय से पहले जैविक और कृषि गतिविधि का समर्थन करेगा। इन घटकों को पानी और पशु गतिविधि द्वारा एक स्तर से दूसरे स्तर पर ले जाया जाता है। बारिश का पानी अपने साथ मिट्टी में उपस्थित खनिज पदार्थों को घोलकर नीचे ले जाता है, यह प्रक्रिया बिलकारी जीवों द्वारा भी पूर्ण की जाती है। नतीजतन, मिट्टी प्रोफाइल में परतें बनती हैं। एक मिट्टी के भीतर सामग्री का परिवर्तन और संचलन विशिष्ट मिट्टी के क्षितिज के गठन का कारण बनता है। हालांकि, मिट्टी की अधिक हालिया परिभाषाएं बिना किसी कार्बनिक पदार्थ के मिट्टी का समर्थन करती हैं, जैसे कि रेगोलिथ, जो मंगल ग्रह पर बनते हैं जहां पर पृथ्वी के रेगिस्तान के अनुरूप परिस्थितियां हैं।

मृदा का निर्माण पहले चट्टान के टूटने के साथ रेगोलिथ के निर्माण से शुरू होता है। निरंतर अपक्षय और मिट्टी के क्षितिज के विकास की प्रक्रिया एक मिट्टी प्रोफाइल को विकास की ओर ले जाती है।

टिप्पणी

अपक्षय एवं मिटटी का निर्माण (Weathering and Soil Formation)

मिट्टी के निर्माण की प्रक्रिया कम से कम पांच क्लासिक कारकों से प्रभावित होती है जो एक मिट्टी के विकास में हस्तक्षेप करती हैं। वे हैं– मूल सामग्री, जलवायु, स्थलाकृति (उच्चावच), जीव और समय। जब जलवायु, उच्चावच, जीवों, मूल सामग्री और समय को पुनर्व्यवस्थित किया जाता है, तो वे संक्षिप्त नाम CROPT (Climate, Relief, Organism, Parent material and Time) बनाते हैं।

मृदा के निर्माण में अपक्षय एक आवश्यक एवं महत्वपूर्ण पूर्व–प्रक्रिया है। अपक्षय पृथ्वी के पदार्थों पर मौसम और जलवायु के तत्वों की क्रिया है। मिटटी के निर्माण का सबसे अहम् घटक मूल पदार्थ होता है, जिसके निर्माण में अपक्षय की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। जलवायु, स्थलाकृति और समय इसके निर्माण में मुख्य भूमिका अदा करते हैं। अपक्षय के प्रभाव में आकर चट्टान में अपघटन एवं विघटन की प्रक्रिया आरम्भ होती है जो कि मिटटी के निर्माण की प्रथम अवस्था है। अपक्षय की प्रक्रिया मुख्य रूप से जलवायु से नियंत्रित होती है। जलवायु से प्रभावित अपक्षय मुख्यतः दो प्रकार का होता है– भौतिक एवं रासायनिक।

भौतिक अपक्षय एवं मिटटी निर्माण

भौतिक अपक्षय मुख्यतः गर्म एवं शुष्क जलवायु परिस्थितियों में विकसित होता है। यह प्रक्रिया शीत और शुष्क जलवायु परिस्थितियों में भी संपन्न होती है। इन जलवायु परिस्थितियों द्वारा भौतिक अपक्षय से चट्टानें भौतिक रूप से टूट जाती है। गर्म रेगिस्थान और ठन्डे रेगिस्तान के क्षेत्रों में यह मुख्य रूप से होती है। दिन के समय अधिक तापमान के कारण चट्टानें फैलती है और जब रात होती है और तापमान कम होता है तो चट्टानें सिकुड़ती हैं। यह प्रक्रिया जब लम्बे समय तक जारी रहती है तो चट्टानों में दरारें विकसित हो जाती हैं और समयांतर में वे टूट कर अलग हो जाती हैं। ठन्डे क्षेत्रों में रात के समय कम तापमान होने के कारण चट्टानों की दरारों में उपस्थित पानी जम जाता है और इसके आयतन में वृद्धि होती है और समयांतर में दरारों का आकार बढ़ता जाता है और चट्टानें टूट कर अलग हो जाती हैं। यहाँ ध्यान देने योग्य बात यह है कि इस प्रक्रिया में चट्टानों के रासायनिक संघटन में कोई परिवर्तन नहीं होता वरन उनका आकार छोटा होता रहता है। भौतिक अपक्षय से मिट्टी के विकास का एक उदाहरण लावा प्रवाह चट्टानों के अपक्षय के रूप में आसानी से समझा जा सकता है। इस प्रक्रिया में शुद्ध रूप से खनिज आधारित मूल सामग्री का उत्पादन होता है जिससे मिट्टी का निर्माण होता है। ये चट्टानें दिन के समय तापमान में परिवर्तन के परिणामस्वरूप फैलती हैं और रात को तापमान कम होने के कारण सिकुड़ती हैं। परिणामस्वरूप इनमें दरारें विकसित होती हैं और चट्टानें बड़े बड़े टुकड़ों में टूट जाती हैं। यही प्रक्रिया इन टूटे हुए टुकड़ों पर भी जारी रहती है और लगातार इनका आकार छोटा होता जाता है। भारी और अक्सर वर्षा वाले और गर्म जलवायु वाले क्षेत्रों में यह प्रक्रिया तेजी से संपन्न होती है। गर्म चट्टानों पर बारिश की बूंदें गिरने से इनकी उपरी सतह नीचे की सतह से अलग हो जाती है, जिसे अनियन अपक्षय भी कहा जाता है। मिट्टी का विकास खुली

चट्टानों में सबसे तेजी से आगे बढ़ता है। मृदा विकास के ऐसे प्रारंभिक चरणों का वर्णन ज्वालामुखियों, इनसेलबर्ग और ग्लेशियल मोरेन पर किया गया है। इस प्रक्रिया में मोटे कणों वाली मिट्टी का निर्माण अधिक होता है जो कि ऊँचे पर्वतीय क्षेत्रों में व मरुस्थल वाले क्षेत्रों में पाई जाती है।

टिप्पणी

मिट्टी की उर्वरता एवं उसकी विशेषताओं का निर्धारण मूल पदार्थ में निहित होता है। यदि मिटटी का निर्माण चट्टानों के परिवहन से न होकर मूल स्थान पर ही होता है तो उसमें मूल पदार्थ के गुण निहित होते हैं। इस प्रकार की मिट्टियों का निर्माण पर्वतीय किनारों के सहारे होता है। उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में विकसित होने वाली मिटटी नमकीन होती है। पर्वतीय ढाल वाले क्षेत्रों में जहाँ चट्टानों के टुकड़े गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में नीचे लुढ़क जाते हैं वहां पर मोटे कणों वाली मिट्टी का निर्माण होता है। यदि मिट्टी का निर्माण नदी के द्वारा निक्षेपण क्रिया से होता है तो पानी द्वारा कणों की छंटाई से मिट्टी महीन कणों वाली एवं अधिक उर्वरा शक्तियुक्त होती है। इस प्रकार की मिट्टियों का निर्माण अक्सर नदी घाटियों में देखने को मिलता है, जिसे जलोढ़ मिट्टी का नाम दिया जाता है, जैसे कि उत्तर भारत के मैदान की मिट्टी। वायु के निक्षेपण से निर्मित होनी वाली मिट्टियां अत्यंत सूक्ष्म कणों वाली होती हैं। इस मिट्टी को लोएस मिट्टी कहा जाता है, जैसे कि चीन के पूर्वी तटीय क्षेत्र में पाई जाने वाली मिट्टी।

रासायनिक अपक्षय एवं मिट्टी निर्माण

भौतिक अपक्षय द्वारा चट्टानों के टूटने से रेगोलिथ का निर्माण होता है जो एक प्रकार की मिट्टी ही होती हैं परन्तु इनके कणों का आकार काफी बड़ा होता है। रासायनिक अपक्षय के परिणामस्वरूप मिटटी के संघटन में बदलाव भी आता है और उसके कणों का आकार भी छोटा होता जाता है। रासायनिक अपक्षय की प्रक्रिया भौतिक रासायनिक (Physiochemical) व जैविक रासायनिक (Biochemical) प्रक्रिया के रूप में संपन्न होती है। भौतिक रासायनिक प्रक्रिया में आक्सीकरण, कार्बोनिकरण आदि क्रियाएं संपन्न होती हैं। इस प्रक्रिया में चट्टानों में विद्यमान खनिज वायुमंडल में उपस्थित कार्बन एवं ऑक्सीजन से प्रभावित होते हैं। लौह तत्व युक्त मिट्टी पानी की उपस्थिति में वायुमंडलीय ऑक्सीजन के संपर्क में आकर लौह अयस्क का निर्माण करती है जो कालान्तर में लाल मिट्टी के रूप में विकसित होती है। दूसरी ओर जैविक रासायनिक प्रक्रिया पेड़ पोधों एवं जीवों द्वारा संपन्न होती है। पेड़ पोधों की जड़ों द्वारा छोड़े गए अम्ल या उनमें उपस्थित जीवाणु रासायनिक प्रक्रिया को अंजाम देते हैं, जिससे मिट्टी में कुछ नए पदार्थ जमा हो जाते हैं। गांठ युक्त जड़ों वाले पौधे इस प्रक्रिया में मिट्टी में नाइट्रोजन को निक्षेपित कर देते हैं। पेड़ों से टूटे हुए पत्ते रासायनिक प्रक्रिया द्वारा मिट्टी में कुछ दूसरे तत्व विशेषतौर पर ह्यूमस के योग का कारण बनते हैं। इस प्रक्रिया को कुछ इस प्रकार से समझा जा सकता है, जब भौतिक अपक्षय के परिणामस्वरूप आरंभिक मिट्टी का निर्माण होता है इसमें बैक्टीरिया और अन्य अवर पौधों जैसे कि काई और लाइकेन अपने उपनिवेश स्थापित करते हैं। कई छोटे जीव भी इनमें शरण ले लेते हैं। जीवों और पौधों के मृत अवशेष वनस्पति तत्व के संचय में मदद करते हैं। वनस्पति तत्व के संचय से मिटटी की उर्वरता बढ़ती है जिससे उसमें मामूली घास और फर्न उग सकते हैं; बाद में, पक्षियों और हवा द्वारा लाए गए बीजों के माध्यम से झाड़ियां और पेड़ उगने लगते हैं। पौधों को पारगम्य चट्टान द्वारा पोषित किया जाता है क्योंकि

टिप्पणी

यह पोषक तत्वों वाले पानी से भरी होती है। ये पोषक तत्व रासायनिक प्रक्रिया द्वारा पानी में शामिल हो जाते हैं जो चट्टानों से भंग होने वाले खनिजों को वहन करता है। दरारें और रिक्त स्थान, चट्टानों की स्थानीय स्थलाकृति, महीन सामग्री पौधों की जड़ों को पकड़ लेती हैं। विकासशील पौधों की जड़ें खनिज–अपक्षय वाले रक्तस्रावी कवक से जुड़ी होती हैं जो छिद्रयुक्त लावा को तोड़ने में सहायता करती हैं क्योंकि पौधों की जड़ें नीचे की ओर घुस जाती हैं। इस तरह से कार्बनिक पदार्थ और महीन खनिज युक्त मिट्टी समय के साथ विकसित हो जाती है। बिलकारी जानवर नीचे से मिटटी के कणों को उपर लाते हैं, जिससे पदार्थ झरझरा (porous) और स्पंज जैसा बन जाता है। अब मिट्टी पानी को संजोये रखने और हवा के आवागमन की क्षमता को धारण कर लेती है। ये जैव रासायनिक प्रक्रियाएं मिट्टी के भीतर क्रम बनाती हैं और नष्ट करती हैं। इन परिवर्तनों से परतों का विकास होता है, जिसे मिट्टी के क्षितिज कहा जाता है, जो रंग, संरचना, बनावट और रसायन में अंतर से प्रतिष्ठित होता है। अंत में एक परिपक्व मिट्टी, जो कि खनिज और कार्बनिक उत्पादों के एक जटिल मिश्रण के रूप में होती है, विकसित हो जाती है।

इस प्रकार हम देखते हैं की अपक्षय चाहे वह रासायनिक हो या भौतिक, मिट्टी के निर्माण की एक आवश्यक प्रक्रिया है। अपक्षय की कई प्रक्रियाएं होती हैं जो या तो व्यक्तिगत रूप से या साथ मिलकर पृथ्वी की सामग्रियों को प्रभावित करती हैं। मौसम और जलवायु के विभिन्न तत्वों की क्रियाओं के माध्यम से अपक्षय यांत्रिक विघटन और चट्टानों का रासायनिक अपघटन करता है। जब चट्टानें अपक्षय से गुजरती हैं, तो चट्टानें टूटने लगती हैं और धीरे–धीरे मिट्टी बनाने के लिए प्रमुख उत्पादक सामग्री पैदा करती है।

प्रमुख क्षितिज (Major Horizons)

ओ क्षितिज (O Horizons)

प्रोफाइल के शीर्ष पर ओ क्षितिज (O Horizons) होता है। ओ क्षितिज मुख्य रूप से कार्बनिक पदार्थों से बना होता है। ताजे कूड़े का सतह पर पाया जाना इसकी पहचान है। गहराई में वनस्पति संरचना के सभी लक्षण अपघटन द्वारा नष्ट हो जाते हैं। विघटित कार्बनिक पदार्थ, या ह्यूमस, पोषक तत्वों (नाइट्रोजन, पोटेशियम, आदि) के साथ मिट्टी को समृद्ध करता है, मिट्टी की संरचना (कणों को बांधने का काम करता है), और मिट्टी की नमी बनाए रखने की क्षमता को बढ़ाता है।

ए क्षितिज (A Horizons)

ओ क्षितिज के नीचे ए क्षितिज है। यह क्षितिज सही खनिज मिट्टी की शुरुआत का प्रतीक है। इस क्षितिज में जैविक सामग्री अपक्षय के अकार्बनिक उत्पादों के साथ मिश्रित होती है। आम तौर पर मौजूद कार्बनिक पदार्थ के कारण यह क्षितिज गहरे रंग का होता है। विवर्तनिक, अकार्बनिक और कार्बनिक पदार्थों को लीचिंग द्वारा हटाने का काम ए क्षितिज में होता है। मिट्टी के पानी के नीचे की ओर की चाल से विचलन होता है।

ई क्षितिज (E Horizons)

ई क्षितिज आम तौर पर एक हल्के रंग का क्षितिज है जिसमें उत्थान प्रमुख प्रक्रिया है। इस क्षितिज में मिट्टी के कणों, कार्बनिक पदार्थों, और/या ऑक्साइड और लोहे के

आक्साइड को हटाना जैसी क्रियाएं होती हैं। शंकुधारी जंगलों के अंतर्गत, ई क्षितिज में अक्सर क्वार्ट्ज की उच्च सांद्रता होती है जो क्षितिज को एक राख जैसा हल्का काला रंग का रूप देती है।

टिप्पणी

बी क्षितिज (B Horizons)

ई क्षितिज के नीचे बी क्षितिज है। बी क्षितिज रोशनी का एक क्षेत्र है जहां नीचे की ओर बढ़ते हुए, विशेष रूप से महीन सामग्री जमा होती है। ठीक सामग्री के संचय से मिट्टी में एक घनी परत का निर्माण होता है। कुछ मिट्टी में बी क्षितिज एक नोड्यूल के रूप में या परत के रूप में कैल्शियम कार्बोनेट के साथ समृद्ध होता है। यह तब होता है जब कार्बोनेट नीचे की ओर बढ़ने वाले मिट्टी के पानी से या केशिका क्रिया से बाहर निकलता है। जलवायु में नमी महत्वपूर्ण है जहां पर्याप्त वर्षा होती है और जल संतुलन में अधिशेष होता है। केशिका क्रिया मिट्टी के पानी में कैल्शियम और सोडियम के अंशों को ऊपर की ओर लाती है जहां वे पानी से बाहर निकलते हैं।

सी क्षितिज (C Horizons)

बी क्षितिज के नीचे और बेडरेक के ठीक ऊपर मिट्टी की प्रोफाइल में एक परत, जो मुख्य रूप से अपक्षयित, आंशिक रूप से विघटित चट्टान से मिलकर बनी होती है। सी–क्षितिज पूर्वोत्तर में हिमनदों या हिमनदों के बाद की सामग्री है। सी परतें आमतौर पर सब्सट्रेटम के रूप में संदर्भित होती हैं। यह वो परत है (बेडरेक को छोड़कर), जो मिट्टी बनाने की प्रक्रियाओं से बहुत कम प्रभावित होती है और जिनमें अपने जमाव के समय से बहुत कम बदलाव आया है।

सी – क्षितिज में redoximorphic विशेषताएं हो सकती हैं।

क्षेत्र मानदंड

मिट्टी बनाने की प्रक्रियाओं से बहुत कम प्रभावित।

रंग विकास का अभाव, रंग अनगढ़े भूगर्भिक पदार्थ का होता है।

भूगर्भिक स्तर या परत अक्सर मौजूद होती है।

पूर्वोत्तर की अधिकांश मिट्टी में भूगर्भिक C क्षितिज के ऊपर 'कैप' या इओलियन सामग्री का मेंटल होता है, 2C पदनाम का उपयोग इलियन कैप वाली मिट्टी के लिए किया जाता है।

अपनी प्रगति जांचिए

7. आनाच्छादन किन प्रक्रियाओं से घटित होता है?

(क) अपरदन (ख) परिवहन

(ग) निक्षेपण (घ) उपर्युक्त सभी

8. जलवायु से प्रभावित अपक्षय निम्न में से किस प्रकार का होता है?

(क) भौतिक (ख) रासायनिक

(ग) उपर्युक्त दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं

3.6 ढालों (ढलानों) का क्रमिक विकास, अधो–अपक्षरण, समानांतर ढाल निवर्तन एवं ढाल प्रतिस्थापन

टिप्पणी

ढलानों के क्रमिक विकास के रूप में कटाव / अपरदन और प्रारूप एक बहुत लम्बे समय के लिए भू-भौतिक जांच पर ध्यान केंद्रित किया गया है। न केवल भू-दृश्य के बड़े हिस्से ढलानों को सम्मिलित किया गया है बल्कि जल निकासी प्रणाली जो प्रवाह के लिए जल और अवसाद प्रदान करते हैं, के संपूर्ण हिस्से के रूप को सम्मिलित किया गया है। इसलिए, पहाड़ी ढलानें, जो जल निकासी घाटी के प्रारूप में हैं, जटिल भू-दृश्य का एक महत्वपूर्ण घटक हैं।

ढलान शब्द के साधारण तौर पर दो प्रयुक्त अर्थ हैं, पहला सतह के झुकाव का कोण, डिग्री या प्रतिशत में अभिव्यक्ति को संदर्भित करता है, और दूसरा सतह अपने आप में झुका हुआ है। भ्रम से बचने के क्रम में झुका हुआ सतह पहाड़ी ढलान या घाटी की ओर ढलान के रूप में लगातार निर्दिष्ट है; और उस ढलान का झुकाव ढलान कोण या ढलान के रूप में निर्दिष्ट है। ढलानों के विविध प्रकार में, केवल इनको शामिल किया गया है जिसकी सतह एक जल निकासी और एक घाटी तल के बीच विभाजित है, अन्य शब्दों में, पहाड़ी ढलानों का यहां पर विवरण दिया जाएगा।

जलवायु, वनस्पति, अश्मविज्ञान और संरचना के अत्यधिक वैश्विक विविधता के साथ, पहाड़ी ढलानों के कटाव की प्रक्रियाएं बहुत विभिन्न हैं। इसलिए, पहाड़ी ढलान के प्रारूप में विविधता है, और उनके क्रमिक विकास के लिए एक आम रूप-रेखा मॉडल तैयार करना कठिन है।

ढलानों का अध्ययन न केवल शैक्षिक है, बल्कि व्यवहारिक, महत्वपूर्ण भी है। कृषि इंजीनियर झुकाव क्रम के ढलानों पर अपवाह और कटाव का अध्ययन करते हैं। उन्होंने इन परिस्थितियों में कटाव पर बहुत ज्यादा आंकड़े संग्रहित किए हैं, लेकिन दुर्भाग्य से, उनके ढलवें मैदान भौतिककारों के लिए उनकी तुलना में मुख्य चिंता का विषय बने हुए हैं।

उस तरीके में जिसमें ढलान पर कटाव प्रक्रिया का महत्व न केवल किसान के लिए है बल्कि उनके लिए भी है जो मनोरंजन या अन्य व्यवहारिक उद्देश्यों के लिए ढलानों का उपयोग करना चाहते हैं। वास्तव में, लंबे समय तक स्थिरता के लिए ढलानों का डिजाइन भूमि प्रबंधन का एक महत्वपूर्ण पहलू है। माइन टेलिंग पाइल्स ने विशेषकर उनमें जिनमें रेडियोधर्मी द्रव्य शामिल है, की स्थिरता और पट्टी खनन क्षेत्रों के सुधार के विषय में स्थिर ढलानों से संबंधित प्रश्नों को उठाया। झुकाव की लंबाई, आकार और कोण द्रव्य का अपरदनीय और नए भू-दृश्य डिजाइन की लागत और आवश्यकताओं के बीच एक चुना गया समझौता हो सकता है। पहाड़ी ढलानों के दीर्घकालिक कटाव के क्रमिक विकास की पृष्ठभूमि की जानकारी आवश्यक है।

3.6.1 ढाल विकास के प्रमुख सिद्धांत : डेविस, किंग, पेंक एवं स्ट्राहलर

डेविस का भौगोलिक सिद्धान्त : अमेरिकी भू-आकृतिविज्ञानी विलियम मॉरिस डेविस, स्थलाकृति विकास का सिद्धान्त प्रस्तुत करने वाला पहला भू-आकृतिविज्ञानी था। वास्तव में, उसका सिद्धान्त, उसके द्वारा समय-समय पर प्रस्तुत किए गए कई सिद्धान्तों और

टिप्पणी

मॉडलों का परिणाम था। उदाहरण के लिए (i) 'नदी के जीवन का पूरा चक्र', सन 1889 में उसके एक निबंध ''पेंसिलवेनिया की नदियां और घाटियां'' में वर्णित है।, (ii) सन 1899 में 'भौगोलिक चक्र', (iii) 'ढाल विकास' अदि। उसने 'नदी के जीवन के पूरे चक्र' की धारणा के अन्तर्गत अपरदनीय प्रवाह घाटियों के क्रमिक विकास की चक्रीय अवधारणा का प्रतिपादन किया, जबकि 'भौगोलिक चक्र' के जरिए उसने समय के साथ होने वाले स्थलाकृतियों के क्रमिक विकास की व्याख्या की।

कई भू-आकृति विज्ञानियों का मत है कि डेविस का स्थलाकृति के विकास का सामान्य सिद्धान्त 'भौगोलिक चक्र' नहीं है। उसके सिद्धान्त को इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है :

"समय के साथ-साथ स्थलाकृतियों में क्रमिक परिवर्तन होता है (युवा, वयस्क और पुरानी अवस्थाओं के माध्यम से) और ये क्रमिक विकास स्थली-प्राय की सुपरिभाषित अंतिम उत्पाद-विकास की ओर इंगित करते हैं।"

भौगोलिक चक्र के डेविस मॉडल और स्थलाकृति विकास के सामान्य सिद्धान्त का मूलभूत लक्ष्य, स्थलाकृतियों की क्रमिक विवेचना तथा उत्पत्ति संबंधी वर्गीकरण के लिए आधार प्रदान करना था। स्थलाकृति विकास संबंधी डेविस के सामान्य सिद्धान्त का संदर्भ तंत्र था "कि स्थलाकृतियां एक क्रमबध तरीके से परिवर्तित होती हैं क्योंकि एकसमान बाह्य पर्यावरणीय दशाओं के अन्तर्गत प्रक्रियाएं समय के साथ-साथ इस प्रकार संपन्न होती हैं कि स्थलाकृति का क्रमबद्ध रूप से विकास हो" (आर.सी., 1975)। इस संदर्भ प्रणाली के आधार पर विभिन्न मॉडल विकसित हुए, उदाहरण के लिए, अपरदन का सामान्य चक्र, अपरदन का शुष्क चक्र, अपरदन का हिमीय चक्र, अपरदन का तटीय चक्र आदि। इस प्रकार 'भौगोलिक चक्र' उन्हीं संभावित मॉडलों में से एक था, जो डेविस के स्थलाकृति विकास की संदर्भ प्रणाली पर आधारित थे।

सन् 1899 में, स्थलाकृतियों के उत्पत्ति संबंधी वर्गीकरण और क्रमिक व्याख्या को स्पष्ट करने के लिए डेविस ने अपने 'भौगोलिक सिद्धान्त' का प्रतिपादन किया जो मुख्यत: 'अपरदन चक्र' के नाम से विख्यात है। उसके 'भौगोलिक चक्र' को निम्न प्रकार परिभाषित किया गया है।

भौगोलिक चक्र

डेविस के अनुसार किसी विशिष्ट स्थान की स्थलाकृतियों की उत्पत्ति और विकास में तीन कारक अवसंरचना, प्रक्रिया तथा समय बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इन तीनों कारकों को 'डेविस के त्रयी' कहा जाता है और उसकी अवधारणा को इस प्रकार व्यक्त किया गया है:

'स्थलाकृति अवसंरचना, प्रक्रिया और समय का कार्यफलन है' (डेविस के समर्थक इन्हें अवस्थाएं भी कहते हैं)।

अवसंरचना का आशय चट्टान की लीथोलॉजिकल (चट्टान का प्रकार) और संरचनात्मक विशेषताओं से हैं। डेविस ने समय का प्रयोग केवल सामयिक संदर्भ के लिए ही नहीं किया बल्कि इसका प्रयोग एक ऐसी प्रकिया के रूप में किया था जो स्थलाकृतियों के परिवर्तन की अनुक्रमणीय प्रगति के लिए जिम्मेदार है। प्रक्रिया का अर्थ है अनाच्छादन के घटक, जिसमें मौसम और अपरदन शामिल हैं (भौगोलिक चक्र के माामले में बहता हुआ जल)।

टिप्पणी

'भौगोलिक चक्र' के डेविस मॉडल के मूलभूत आधार वाक्यों में डेविस ने निम्नलिखित अवधारणाएं शामिल कीं।

1. स्थलाकृतियां, पृथ्वी के अन्दर उत्पन्न होने वाले अंतर्जात (डाईएस्ट्रोफिक) बलों और बाह्य या वायुमण्डल में उत्पन्न होने वाले बहिर्जात बलों की पारस्परिक क्रियाओं के फलस्वरूप निर्मित होने वाली आकृतियां हैं (अनाच्छादन प्रक्रियाएं, मौसम के घटक तथा अपरदन नदियां, पवन, सागरीय लहरें, हिमानियां और हिमनदीय प्रक्रियाएं)।
2. भू-आकृति का क्रमिक विकास एक व्यवस्थित तरीके से इस तरह होता है कि भू-आकृतियों का व्यवस्थित अनुक्रम पर्यावरण परिवर्तन के लिए प्रतिक्रिया में समय के जरिए विकसित हो।
3. प्रवाह नीचे की ओर तेजी से जाने में अपनी घाटी को धीरे-धीरे तब तक नष्ट करता रहता है जब तक कि वर्गीकृत स्थिति प्राप्त नहीं हो जाती है।
4. भूमि द्रव्य में उत्थान की तीव्र दर एक छोटी अवधि के लिए होती है। यह संकेत करता है कि डेविस ने भी, अगर वांछित है तो, उत्थान की धीमी दर का वर्णन किया था।
5. अपरदन तब तक शुरू नहीं होता है जब तक कि उत्थान पूर्ण नहीं हो जाता। अन्य शब्दों में, उत्थान और अपरदन साथ-साथ नहीं चलते हैं। डेविस की यह धारणा चक्रीय धारणा के आलोचकों द्वारा प्रचंड हमलों का केंद्र बिंदु बन गई।

कटाव का चक्र भू-द्रव्यों के उत्थान के साथ शुरू होता है। वहां पर समरूप संरचना के भू-द्रव्यों के कम अवधि उत्थान की एक तीव्र दर होती है। उत्थान का यह चरण चक्रीय समय में शामिल नहीं होता है चूंकि यह चरण वास्तव में कटाव चक्र का प्रारंभिक चरण होता है।

डेविसियन मॉडल/डेविस मॉडल

भू-आकृति विकास का डेविसयन मॉडल समय के जरिए भू-आकृति में प्रगतिशील परिवर्तनों को शमिल करता है और उनके "भौगोलिक चक्र" के सिद्धांत को विश्व भर में व्यापक स्तर पर मान्यता प्राप्त हुई और भू-भौतिककारों ने अपनी भू-भौतिक खोजों में उनके मॉडल को तेजी से लागू किया। डेविस का कटाव चक्र मॉडल का शैक्षिक उन्माद 1899 से लेकर 1950 तक इसके आरंभ से लगातार जारी रहा, जब मॉडल ने गंभीर चुनौतियों का सामना किया हालांकि उनके मॉडल की इस अभिधारणा की बहुत शुरुआत से आलोचना शुरू हो गयी थी। एस. जडसन (1975) ने डेविस के भौगोलिक चक्र की टिप्पणी पर टिप्पणी कि "समय, स्पेस, और परिवर्तन के बारे में उनकी समझ; विवरण को लेकर उनका नियंत्रण; और उनकी सूचना और बनावट के अनुक्रम के लिए उनकी योग्यता उनका तर्क हमें फिर से याद दिलाता है कि हमलोग एक दैत्य की उपस्थिति में है"। सी.जी. हिगिंस (1975) ने स्वीकारा कि "वर्णात्मक और भू-भौतिक की उत्पति के ऐतिहासिक पहलू में शिक्षण और अनुसंधान दोनों पर डेविस प्रणाली का प्रभुत्व है। इसकी जारी वैधता हाल ही के आलोचकों जैसे कि आर.सी. फ्लीमल (1971) और सी.आर Rohnys (1975) द्वारा इसका लगातार आपत्ति कर खंडों में सत्यापित किया है, ऐसा है कि एक स्पष्ट रूप से दोषपूर्ण सिद्धांत का ऐसे भू-भौतिक समुदायों के बड़े वर्ग के बीच

लंबे समय तक आनंद लिया जा सकता है जिन्होंने बताया है कि इसकी अपील के लिए अप्रतिरोध्य कारण होना चाहिए।" (चार्ल्स.जी.हिगिंस, 1975)

टिप्पणी

सकारात्मक पहलू

1. डेविस का भौगोलिक चक्र मॉडल बहुत ही स्पष्ट और उपयुक्त है।
2. उन्होंने अपने मॉडल को बहुत ही स्पष्ट अर्थ, अप्रतिरोध्य और डिसार्मिंग शैली का उपयोग करते हुए बहुत ही आसान लेकिन अर्थपूर्ण भाषा में प्रस्तुत किया। डेविस मॉडल में उनके द्वारा उपयोग में लाई गई भाषा पर टिप्पणी करते हुए ब्रायन ने कहा कि, "डेविस की अलंकारिक शैली प्रशंसनीय है उनके अद्‌भुत निबंधों के गद्य के असाधारण वर्णन के प्रभाव से मदहोशी रहेगी।"
3. डेविस आधारित उसका मॉडल सावधानीपूर्वक पर्यवेक्षित और विस्तृत है।
4. डेविस का मॉडल पृथ्वी इतिहास के प्राकृतिक हटन के चक्र के बाद एक लंबे समय अंतराल के बाद भू-आकृति विकास के एक साधारण सिद्धांत के रूप में आया।
5. इस मॉडल ने वर्तमान के भूवैज्ञानिक विचार को संश्लेषित किया। अन्य शब्दों में, डेविस ने 'आधार स्तर' के सिद्धांत और नदी घाटियों की वर्गीकरण उत्पत्ति को निगमित किया है, उनके मॉडल में जी.के. गिल्बर्ट का सिद्धांत और फ्रेंच इंजीनियरों के 'संतुलन की रूपरेखा' सिद्धांत है।
6. उनका मॉडल भविष्यवाणियां और भू-आकृति विकास की ऐतिहासिक व्याख्या करने में सक्षम है।

नकारात्मक पहलू

1. डेविस का उत्थान सिद्धांत स्वीकार्य नहीं है। उन्होंने कम अवधि के उत्थान की तीव्र दर वर्णित किया लेकिन प्लेट विवर्तनिकी से साक्ष्य के रूप में उत्थान अत्यंत धीमा और लंबी चलने वाली निरंतर प्रक्रिया है।
2. उत्थान और कटाव के बीच डेविस का संबध सिद्धांत गलत है। उनके अनुसार कटाव तब तक शुरू नहीं हो सकता जब तक कि उत्थान पूर्ण नहीं होता है। क्या कटाव उत्थान के समापन होने तक इंतजार कर सकता है? यह एक प्राकृतिक प्रक्रिया है जैसे ही भूमि उत्थान होता है, वैसे ही कटाव शुरू होता है। डेविस ने इस प्रश्न का उत्तर दिया है। उन्होंने स्वीकारा है कि उन्होंने जानबूझकर दो कारणों- 1. मॉडल को आसान बनाने के लिए, और 2. कटाव उत्थान के चरण के दौरान तुच्छ होता है, के कारण उत्थान के चरण से कटाव को निकाल दिया है।
3. डेविस मॉडल को कटाव चक्र के समापन के लिए भूपर्पटीय निरूपण स्थिरता हेतु लंबी अवधि की आवश्यकता होती है, लेकिन ऐसी घटनाओं के बिना लंबी अवधि विवर्तनिकी रूप से संभव नहीं है जैसा कि प्लेट विवर्तनिकी द्वारा साक्ष्य है जिसके अनुसार प्लेट हमेशा गति में होते हैं और पपड़ी विवर्तनिक घटनाओं से अक्सर प्रभावित होती है। डेविस ने इस आपत्ति के लिए व्याख्या प्रस्तुत की है। उनके अनुसार अगर वांछित अवधि के लिए भूपर्पटीय निरूपण स्थिरता संभव नहीं है, तो कटाव चक्र बाधित होता है और नया कटाव चक्र शुरू हो सकता है।

टिप्पणी

4. वाल्टर पेंक ने डेविस के मॉडल में समय के ऊपर जोर का विरोध किया। वास्तव में, डेविसियन मॉडल भू-आकृति विकास की 'समय-अधीन श्रृंखला' की परिकल्पना है जबकि पेंक ने भू-आकृति की 'समय-स्वतंत्र श्रृंखला' की वकालत की है। पेंक के अनुसार भू-भौतिक प्रारूपों में प्रगतिशील अनुभव और समय के जरिए क्रमबद्ध परिवर्तन शामिल नहीं हैं। उन्होंने इस प्रकार, डेविस के संरचना, प्रक्रिया और समय की 'तिकड़ी' से समय के विलोपन (चरण) की वकालत की है। पेंक के अनुसार "भू-आकृति चरण की अभिव्यक्ति है और गिरावट की दर के संबध में उत्थान की दर है" (वॉन एंगेल्न, 1942)।

5. ए. एन. स्टालर, जे. टी. टेक और आर. जे. चोर्ले और कई अन्यों ने भू-आकृतियों के 'ऐतिहासिक क्रमिक विकास' के डेविसियन सिद्धांत को अस्वीकार किया है। इन्होंने भू-आकृति विकास के विवरण के लिए गतिक संतुलन सिद्धांत को अग्रेषित किया है। यह ध्यान रहे कि भू-आकृति विकास के डेविस के चक्रीय सिद्धांत के स्थान पर 'गतिक संतुलन' का गैर-चक्रीय सिद्धांत है और अन्य तथाकथित 'खुली प्रणाली' और भू-आकृति विकास का गैर-चक्रीय मॉडल आधुनिक भू-भौतिककारों के बीच कोई उत्साह नहीं जगा सका।

6. हालांकि डेविस ने अपने मॉडल में संरचना, प्रक्रिया और समय को शामिल करने का प्रयास किया है लेकिन उन्होंने समय के ऊपर बल दिया। उनकी भू-भौतिक प्रक्रियाओं की व्याख्या क्षेत्र मापयंत्रण और पैमाइश के बजाय अनुभवसिद्ध अवलोकन पर पूरी तरह से आधारित था। हालांकि डेविस ने भू-आकृतियों पर संरचानात्मक नियंत्रण को विस्तृत किया लेकिन वे भू-आकृतियों के शैल लक्षण समायोजन का कोई भी मॉडल निर्माण करने में विफल रहे।

7. डेविस ने कार्य (कटाव और निक्षेप) की योग्यता के संदर्भ में ग्रेड के सिद्धांत की व्याख्या करने का प्रयास किया और कार्य जिसे पूरा करना आवश्यक था। यह डब्ल्यू.एम. डेविस के वर्णन से स्पष्ट है कि भू-आकृति विकास के प्रारंभिक चरण में (कटाव चक्र के संदर्भ में) घिसे हुए अवसाद के ट्रांसपोर्ट के लिए उपलब्ध ऊर्जा से और अधिक ऊर्जा की आवश्यकता है। इस प्रकार, नदी अपनी घाटी को काटने के लिए उपलब्ध अतिरिक्त ऊर्जा को व्यय कर देती है। चूंकि नदी घाटी परिवहन वृद्धि के लिए (काम होने के लिए बढाए जाने की आवश्यकता है) अवसाद आपूर्ति पर निर्भर है लेकिन उपलब्ध ऊर्जा घट जाती है। अंततः आवश्यक ऊर्जा और उपलब्ध ऊर्जा एक समरूप बन जाते हैं और संतुलन की स्थिति प्राप्त हो जाती है। लेकिन आलोचक उल्लेखित करते हैं कि उपलब्ध ऊर्जा के बीच संतुलन का सिद्धांत और किए जाने वाले कार्य को डेविस द्वारा उपयुक्त ढंग से स्पष्ट नहीं किया गया है। यह डेविस के लेखन से प्रकट होता है कि 'कार्य को किया जाना है' नदियों द्वारा मलबे के परिवहन को संदर्भित करता है और ऊर्जा दो तरीकों से जैसे कि मलबे के परिवहन में और घाटी गहरी करने में व्यय होती है। ऊर्जा व्यय का ऐसा विभाजन न्यायसंगत नहीं है। इस प्रकार, इस सिद्धांत में दो त्रुटियां हैं अर्थात् 1. अपने आप में कटाव अवसाद की गतिशीलता पर निर्भर करता है और कटाव अवसादों की अनुपस्थिति में कभी भी प्रभावी नहीं होता है, 2. ऐसी परिस्थितियां तब होती हैं जब पूरी ऊर्जा अवसादों के परिवहन में व्यय होती है और कटाव पूर्णतया अनुपस्थित हो जाता है यह व्यावहारिक रूप से संभव नहीं है।

टिप्पणी

यह सी.जी. हिगिंस (1975) के शब्दों में संपन्न हो सकता है कि अगर एक चक्रीय के लिए चाह है, समय एक मौलिक उपेक्षित आधार तत्व से स्टेमस मॉडल पर निर्भर करता है कि पृथ्वी का इतिहास अपने आप में चक्रीय है, फिर भू-आकृति विकास का गैर-चक्रीय सिद्धांत सामान्य स्वीकृति को तब तक नहीं जीत सकता है जब तक कि आधार तत्व का पता नहीं लगाया जाता है, जांचा नहीं जाता है और संभव है कि अस्वीकृत हो जाए।

पेंक का मॉडल

डेविड द्वारा उसके अपरदन चक्र के सिद्धान्त के प्रसार के दौरान भी, अनेक केन्द्रीय और पूर्वी यूरोपीय भूआकृतिविज्ञानियों ने उसके सरलीकृत अनुमानों विशेषकर पर्पटी के व्यवहार से संबंधित था, का विरोध किया। इन विरोधियों में से, डेविस चक्र का एकमात्र सुसंगत विकल्प विकसित करने वाला जर्मनी का वॉल्थर पेंक था। पेंक का दृष्टिकोण, अंग्रेजी भाषी देशों में कभी लोकप्रियता नहीं प्राप्त कर सका, संभवत: उसकी 1923 में जल्दी मृत्यु हो जाने के कारण से भी, जब उसका प्रमुख कार्य **डॉई मर्फोलोजिश एनालिस (1924)** अपूर्ण था विशेषकर उसके उसके अस्पष्ट व्याकरण एवं अपरिष्कृत शब्दावली के कारण। डेविस द्वारा एक आलोचनात्मक और भ्रामक पुनर्समीक्षा के कारण भी पेंक अलोकप्रिय हुआ, जो लगभग एक दशक बाद सबके सामने आया, अनेक वर्षों तक, पेंक के दृष्टिकोण गैर-जर्मन भाषी लोगों तक पहुंचने का एकमात्र माध्यम डेविस ही रहा और क्योंकि पेंक के कुछ विचार, विरोधाभासी प्रतीत होते थे जिनका समर्थन करना असंभव था। फिर भी, पेंक के व्यवस्थित विचारों ने डॉयस्ट्रॉफिक कारकों के संभावित भूआकृतिक प्रभावों पर एक रोचक और नए तरीके से प्रकाश डाला।

पेंक का मानना था कि स्थलरूपों को अनुपातों के माध्यमों से व्याख्यायित किया जाना चाहिए जो अपरदनात्मक (बहिर्जात) प्रक्रियाओं एवं डॉयस्ट्रॉफिक (अंतर्जात) प्रक्रियाओं के मध्य होने अपेक्षित होते हैं। अपरदनात्मक प्रक्रियाओं को निम्न विश्वव्यापी नियमों के अनुरूप संचालन होने से रोका जा सकता है, जो भिन्न जलवायु में केवल दरों में भिन्न होती हैं:

1. अपरदन की स्थानीय तीव्रता, ढाल खंड की ढलान तीव्रता से प्रत्यक्ष संबंधित है।
2. एक अपरदनात्मक ढाल के प्रत्येक खंड का झुकाव, गतिशील मलबे के आकारों द्वारा निर्धरित होता है।
3. बड़े आकार वाला मलबा, जो किसी ढाल खंड पर गतिशील होता है, वह बाद के झुकाव के साथ भिन्न होता है, जितना ज्यादा झुकाव होगा, गतिशील विशालतम आकार उतना ही बड़ा होगा।
4. यदि किसी ढाल खंड पर अपक्षीणन द्वारा मलबे का उत्पादन एकसमान हो, तो खंड को प्रभावित करने वाला अपरदन इसे इसके समानान्तर निवर्तन रखेगा।
5. यदि कुछ अपरदित सामग्री को किसी निवर्तन ढाल खंड के आधर पर एकत्रा होने दिया जाए, तो निम्नतर झुकाव वाला एक नया खंड विकसित हो जाएगा।

महत्वपूर्ण रूप से, पेंक का विश्वास था (अल्पाइन पर्वत शृंखलाओं के पार्श्व में अवसादी तलछट के अध्ययन के परिणामस्वरूप) कि अधिकांश टेक्टॉनिक गतिविधियां, मंद गति से शुरू और समाप्त होती हैं, और ऐसी गतिविधियों के सामान्य प्रतिमानों में एक

टिप्पणी

मंद आरंभिक उठान, एक त्वरित उठान, उठान में एक घटोत्तरी और अंतिम रूप में निष्क्रियता, शामिल हैं। क्षेत्रीय अपडोमिंग, वैक्सिंग विकास के एक प्रमुख चरण द्वारा आरंभ होती है जिसमें त्वरण उठान दरें, सामान्यतया धारा अवनति से अधिक होती हैं, और परिणामस्वरूप स्थलरूपों में पर्पटी की अस्थिरता की प्रमुखता हो जाती है।

वर्धन शब्द नदियों के कटाव दर में एक प्रगतिशील वृद्धि को संदर्भित करता है जिसे गति उत्थान करने के अलावा साधन द्वारा, बिलकुल, प्राप्त किया जा सकता है। उत्थान दर की वृद्धि के दौरान वर्धन विकास जिसके परिणामस्वरूप ढलान खंडों का प्रगतिशील स्टीपिंग (और अधिक ढालू होना) प्रराभिंक सतह या प्राथमिक स्थली-प्राय भूमि पर ढलान प्रारूप का एक साधारण उत्तलता का निर्माण करता है। समय बीतने के साथ-साथ, खड़ी ढलान खंडों की और तेजी से समानांतर वापसी उत्तलता की त्रिज्या को कम करने को प्रवृत होगा। ऐसे ऊपरी ढलान उत्तलता की डेविसन व्याख्या में मिट्टी विसपर्ण की प्रक्रिया की इस विशेषता पर ध्यान दिया जाना चाहिए था। जैसे ही उत्थान त्वरित होगा, वैसे ही प्रारंभिक बेंचों की एक शृंखला द्वारा घिर जाएगा, जिसकी धीरे-धीरे बढ़ रहे प्रत्येक गुबंद मार्जिन पर एक गिरिपद प्लेट के रूप में उत्पत्ति थी। पेंक का विश्वास था कि उत्थान तत्व त्वरण होने के दौरान त्रिज्या नदी कोर्स को बहने के किनारे ढलान का उत्तल टूटना, अन्य के बाद एक उत्तल खांचे को छोड़ना, जिनमें से प्रत्येक के नीचे संकीर्ण शुरू होता है, घाटी के उत्तल ढलानों द्वारा खड़े ढाल मार्ग का पार्श्व भाग है, जबकि प्रत्येक के ऊपर अवतल घाटी के बगल के ढलान के साथ एक व्यापक पार्श्व भाग पहुंचता है। उत्तल खांचों के बीच पहुंचा हुआ अवतल धारा पीडमोनटेरपन के साथ जुड़ने में गठन करता है और प्रत्येक का धारा मार्ग के दोनों किनारों पर उत्तरगामी घाटी को चौड़ा करने के लिए एक स्थानी स्वतंत्र आधार स्तर के रूप में प्रतिक्रिया को प्रवृत होता है। पेंक ने उत्थान का निरंतर त्वरण और त्वरण लेकिन उत्थान में रुक-रुक कर त्वरण के बीच कोई स्पष्ट अन्तर नहीं बताया, तंत्र जो पीडमोनटेरपन के उत्पादन के लिए पैदा हुआ और निकपुगंट में भी स्पष्टता की कमी है। डेविस, जिन्होंने आधार स्तर के नाकारात्मक अनिंरतर गतिविधियों द्वारा ऐसे ढलान के ब्रेक की व्याख्या की, इस पर आपत्ति बहुत हुई लेकिन गंभीर कठिनाइयों के अंतर्गत युवा पहाड़ के पर्वतमाल संचालन के लिए बहुचक्रीय भू-आकृतियों के विकास की डेविसन विचार की प्रायोज्यता है इनमें जहां तक कि उस समय अवधि की कमी को उल्लेखित किया है जिस समय अवधि में सतह के व्यापक कटाव के लिए तय की गई दूरी है जिसका कटाव दर का परंपरागत अनुमानों द्वारा अंततः क्रमिक विकास किया हो सकता है। तुल्यकालिक कटाव का बेंच-भूमि गिरिपद तंत्र इस नाकाम कठिनाइयों के लिए प्रकट होता है और भू-आकृतियों के प्रारंभिक व्यवहार की धारणा को समावेश करने का गुण है।

ऐसा माना गया था कि वर्धन विकास की अवधि उस उत्थान अवधि की दर में एक सामान्य पतन के बाद जिस उत्थान अवधि में परिच्छद विकास की कम अवधि थी जिसमें नदियों की तेजी से उन्नति में कटाव दर था जिसका उत्थान मुख्यतः उस क्षय अवधि द्वारा सफल था जिस अवधि में उत्थान दर कम था और भू-आकृति का घाटी को चौडा करने की कटाव प्रक्रिया द्वारा उत्तरोत्तर प्रमुखता हो गया था।

क्षयण विकास धारा की दर में एक उल्लेखनीय कमी का डाउनकटिंग के साथ जुड़ने में हुआ है, या तो उत्थान धीमे पड़ने से या अपने आप में धारा गतिविधियों में

टिप्पणी

परिवर्तन होने से (उदाहरण, कम प्रवाह) - ये दो तंत्र अविवेच्च भू-भौतिक प्रभाव उत्पन्न करता है। ढलान क्षयण विकास ढलान खंडों के समानांतर वापसी के साथ जुड़ा हुआ है और विशेषकर, स्टेपेस्ट तत्वों, रीपोज के कोण, या निर्बाध गिराव ढलान के साथ जुड़ा हुआ होता है। बोस्चुंगेन का तेजी से समानांतर वापसी अधिक उत्तल वाला ढलान वर्धन को शीघ्रता से बर्बाद कर देता है और अपने पीछे कम झुकाव के ढलान तत्व को छोड़ जाता है जो विसर्पण और बारिश धुलन प्रक्रिया के अंतर्गत समानांतर वापसी का अतिसवेंदनशील ढलान समाग्री से बनता है। होलडीहेंग के आधार पर जुटाई गई महीन सामग्री विकास और इत्यादि के लिए कम ढलान खंड का कारण हो सकता है।

जल विभाजक पर खड़ी ढलान के किनारे अवशिष्ट इंसेल्वर्ग के उत्पादन के लिए बाद में बोस्ंचुगोन की वापसी उठाव देता है, और जब ये नष्ट हो जाते है, तब पूरी भू-आकृति कम कोण के अवतल ढलानों को बनाती है और धीरे-धीरे खिसक रहे ढलान खडों की रचना करता है। इस तरह के सतह को एक एंड्रुम्पक कहा जाता है। यह स्पष्ट है कि बोस्ंचुगेन सहित खिसक रहे ढलान खंडों का झुकाव, अपक्षय द्वारा क्रमिक रुप से उत्पादित अपक्षीण द्रव्यों के प्रमुख आकारों के ऊपर निर्भर करता है। एक चरम पर, अगर अपक्षीण मोटे खंड का प्रारंभिक उत्पादन शुद्व द्रव्यों में अपनी पूर्ण समाप्ति कर जगह ले लेता है, तो भू-आकृति सक्रिय रुप से पूर्व में खिसक रहे और बाद में लगभग स्थिर के साथ एक तीव्र कोण पर अन्तर्विभाजक, बोस्ंचुगेन और हैलडीहेंग द्वारा ही प्रमुख बन जाता है। एक अन्य चरम पर, अपक्षय के दौरान लगातार आकार में कमी के लिए अतिसंवेदनशील मलबा ढलान खडों की अनंत संख्या उत्पन्न करता है, अपने खिसकने के दौरान निरंतर लेटे हुए अवतल ढलान का उत्पादन करता है। पेंक के विवर्तनिक कल्पनाओं के लिए थोड़ा समर्थन मौजूद है लेकिन अपक्षय और ढलान खिसकने पर उनका दृष्टिकोण महत्वपूर्ण है।

एल.सी. किंग मॉडल

बड़े-पैमाने पर पेडिप्लेनेशन के सिद्वांत को अफ्रीका और उष्णकटिबंध के साथ साथ बहुत ऊपर के अक्षांशों में उत्थित सतह अवशेष के लिए कम उभार के व्यापक सतहों के वर्णन के 30 वर्षों से भी पहले एल.सी.किंग द्वारा विकसित किया गया था। पेडिप्लेशन मोटे तौर पर अपने प्रक्षिप्त जल के अवतल सतह (6°-7°) में शुष्क अर्द्व-शुष्क और सवाना जलवायु छोड़ने के अंतर्गत धीरे-धीरे समानंतर रुप से स्क्रैप खिसकने द्वारा हावी होने के रुप में कल्पना की गई थी, खड़ी ढलान के किनारे अवशिष्ट पहाड़ियों (इंसेल्बर्ग) के साथ प्रायः भरा हुआ, कटाव की नष्टता का अपने डिग्री पर आकार में परिवर्तन पर निर्भर करता है (उदाहरण, ढलुआ पठार और चपटे शिखर वाली पहाड़ी) और चट्टान संरचना के अंतनिर्हित पर आकृति में निर्भर करता है। इस प्रकार कोणीय ढलान प्रोफाइल और अवशिष्ट क्षैतिज तलछटी चट्टान के साथ संबधित है या रासायनिक अपक्षय की कुछ प्रक्रियाओं द्वारा पुख्ता द्रव्यों द्वारा कैप्ट सतह के साथ संबधित है (डयूरीक्रस्ट सहित सिलक्रिट्स और केलक्रिट्स (कैलिस))। जबकि गोल प्रोफाइल और अवशिष्ट (वोर्नहार्डस) घुमावदार अपक्षय या दबाव मुक्त सन्धान द्वारा समर्थित रहे है, विशेषकर ग्रेनाइट में (प्लेट 27)। एक बार का गठन, कम कोणीय पिडीप्लेन केवल छोटे कटाव के अधीन है और लंबी अवधि तक के लिए तब तक डटे रहने में सक्षम है जब तक वे एक क्षेत्रीय पैमाने पर आईस्टेटिक रुप से उठाव द्वारा खिसक रहे खड़ी ढलान (15°-30°) के एक नए

टिप्पणी

अनुक्रम द्वारा स्वयं को नष्ट नहीं कर ले, शायद उपपरत में भूरसायन उत्पत्ति के कायांतरित परिवर्तनों की प्रतिक्रिया में। इस तरह से पेडिप्लेनेशन का एक चरण उठाव द्वारा जगह ले सकता है, सीमांत घाटी में कटौती और विस्तार, लंबी दूरियों के लिए पूरे देश में व्यापक रूप से स्क्रैप खिसकने की तरंग का नेतृत्व करता है, और अपने वेक में 300 फीट (1000 फीट) तक के इंसेल्बर्ग को तब तक छोड़ता है, जब तक कि उनका साधारण तौर पर अवतल पेडिप्लेन सतह में उनके धुंधलेपन में कमी नहीं हो। विशेषकर जहां पर प्रतिरोध चट्टान, पेडिप्लेनस और पेडिप्लेन अवशेष में गठन बहुत पुरावस्तु प्राप्त करने के रुप में माना जाता है, इतना तो है कि सबसे ऊंचा पेडिप्लेन अवशेषों को जुरासिक में दक्षिणी गोलार्द्ध महाद्वीपीय प्लेटों को टूटने से पहले गठन के रुप में किंग ने माना है। किंग दक्षिणी अफ्रीका में सबसे ऊंचे गंडवाना पेडिप्लेन (जुरासिक) (4000 फीट : 1300 फीट) के साथ ब्राजील में समान युग के एक सतह (700-1000 मीटर : 2300 से 3300 फीट) के बीच एक परस्पर संबध स्थापित करते हैं। दक्षिणी महाद्वीपों का टूटना अफ्रीकन पेडिप्लेन को उत्पन्न करने के लिए शुरू के तृतीय युग में आगे टुकड़ों में महाद्वीपीय उत्थान के लिए नेतृत्व के रुप में माना है (तट के निकट 650 से 800 मीटर : 2000 से 2500 फीट और दक्षिणी अफ्रीका के दूरस्थ क्षेत्रों में 1000-1600 मीटर : 3000 से 5000 फीट) और ऑस्ट्रेलियाई पेडिप्लेन उत्पादन करने के लिए क्रीटेशस में (400 : 500 मीटर : 1200-1500 फीट)। यह सुझाव दिया गया है कि पश्चिमी आस्ट्रेलिया में इस सतह पर प्राचीन जल निकासी लाइन का आस्ट्रेलियन और दक्षिणी ध्रुवीय प्लेटों के विभाजन से पहले गठन हुआ था।

तृतीय युग में उत्थान परस्पर रुप से उपभोग करने के लिए कदम के एक विशालकाय सीढ़ी के रुप में इसके महाद्वीपीय सतह का एक मॉडल का नेतृत्व करने के लिए, दक्षिणी अफ्रीका में पेडिप्लेनेशन के एक नए चरण को शुरू किया। उष्णकटिबंधीय क्षेत्र में चट्टान की तरह ढलान द्वारा अलग किए हुए कम उभार के इन व्यापक सतहों का अस्तित्व होने के बावजूद, पेडिप्लेनेशन का सिद्वांत संदिग्ध रहना चाहिए, केवल समय की विशाल अवधि के शामिल होने के कारण और शुमयुमिड वातावरण में कटाव प्रतिक्रिया की तीव्रता और प्रकृति के संदर्भ में हमारे जानकारी की कमी के कारण।

अर्थर एन. स्ट्राहलर ने वाटरज़ेड भूआकृति विज्ञान की गुणात्मक दृष्टिकोण को विकसित किया।

कुछ समय पहले तक, भूआकृति विज्ञानी लगभग पूर्ण रूप से वर्णनात्मक आधार पर कार्य करते और मुख्यतः भूविज्ञान के लक्षणों के अनुसार स्थलरूप विकास के इतिहास के साथ जुड़े हुए थे। हार्टन (1945) से प्रेरित होकर, और प्राचीन वर्णनात्मक विश्लेषण की बढ़ती समझ के साथ जिसका कि व्यावहारिक प्रौद्योगिकी और सैन्य उपयोगों में बहुत कम महत्व था, कुछ भूआकृति विज्ञानियों ने प्राकृतिक भूमि की व्याख्या के परिमाणन की कोशिश आरम्भ की।

स्ट्राहलर (1950) ने ध्यान दिया कि, मात्रात्मक विश्लेषण की प्रत्यक्ष जटिलता के बावजूद, विभिन्न 'कारक तत्वों' जो कि निदियों द्वारा विच्छेदित भूदृश्य के समान थे, को स्पष्ट करना और उनका पता लगाना सम्भव था।

3.6.2 समानान्तर ढाल निवर्तन एवं ढाल प्रतिस्थापना

टिप्पणी

यह परिकल्पना जर्मनी के प्रसिद्ध भू आकृति विद्वान वाल्थेर पेंक के द्वारा दी गयी थी। पेंक के द्वारा किया गया समस्त कार्य विशुद्ध जर्मन भाषा में था। इनकी अकस्मात मृत्यु के कारण इनका कुछ कार्य अपूर्ण भी रह गया था। बाद में अनेक विद्वानों ने इनके द्वारा किए गए कार्यों का अंग्रेजी भाषा में अनुवाद किया परन्तु इनके द्वारा प्रयोग किए गए कठिन जर्मन शब्दों को पूर्ण और शुद्ध रूप में अनुवाद करने में काफी कठिनाई महसूस की गयी। इसके अतिरिक्त पेंक द्वारा सही शब्दावली का भी प्रयोग नहीं किया गया था और डेविस के द्वारा गलत व्याख्या भी आरम्भ में इनके काम को सही से समझने में परेशानिया पैदा कर रही थी। इसी कड़ी में पेंक के द्वारा दिए गए ढाल विकास की परिकल्पना को आरम्भ में समानान्तर ढाल निवर्तन परिकल्पना के रूप में जाना जाता था। परन्तु बाद में जब इनके द्वारा भू आकृति विज्ञान में किए गए समस्त कार्यों का अंग्रेजी भाषा में अनुवाद किया गया तो सामने आया की वास्तव में पेंक के द्वारा दिया गया यह सिद्धांत ढाल प्रतिस्थापना सिद्धांत है।

पेंक ने अपने ढाल प्रतिस्थापना सिद्धांत में ढाल के विकास में दो तथ्यों को महत्वपूर्ण बताया है – एक तो प्रकर्मों की कार्यप्रणाली और दूसरा ढाल के विकास का निगमनिक सिद्धांत। यदि ढाल के विकास में कार्यशील प्रकर्मों की बात करें तो वृहत संचलन इसमें सबसे महत्वपूर्ण है। इन प्रकर्मों की कार्यविधि आकार से प्रभावित होती है और आकार में परिवर्तन भी लेकर आती है। पेंक ने अपने सिद्धांत में आकार की सात विशेषताओं का उल्लेख किया है तथा प्रकर्मों के द्वारा किए जाने वाले कार्यों की तीन दरों का भी उल्लेख किया है।

आकार के गुण (Properties of Form)

पेंक ने आकार के निम्न सात गुण बताए हैं–

न्यूनीकरण की मात्रा (degree of reduction of regolith): न्यूनीकरण की मात्रा से अभिप्राय ढाल पर पाई जाने वाली चट्टानों के आकार में होने वाले परिवर्तन से है। इस प्रक्रिया के अंतर्गत चट्टानों के आकार में निरंतर परिवर्तन होता रहता है। न्यूनीकरण की दर मोटे आकार के कणों की अपेक्षा छोटे आकार के कणों में अधिक पाई जाती है। इस प्रक्रिया को संपन्न करने में अपक्षय और अनाच्छादन के कारकों का अधिक योगदान रहता है। यदि ढाल पर पाई जाने वाली चट्टानों के कणों का आकर अपेक्षाकृत छोटा है तो इनके न्यूनीकरण की दर मोटे कणों वाली चट्टानों की अपेक्षा अधिक पाई जाती है।

रेगोलिथ की गतिशीलता (mobility of regolith): यह रेगोलिथ का वह गुण होता है जो इसको अनाच्छादन के कारकों द्वारा ढाल के सहारे नीचे की ओर गतिशील रखता है। इसकी गतिशीलता चट्टानों की विशेषताओं और न्यूनीकरण की दर पर निर्भर करती है। चट्टानों के कणों का आकार यदि बड़ा है तो इनकी गतिशीलता अधिक पाई जाती है और यदि इनका आकार छोटा है तो इनकी गतिशीलता भी अपेक्षाकृत कम पाई जाती है। इसके अतिरिक्त रेगोलिथ की गतिशीलता उस क्षेत्र में पाई जाने वाली वृहत संचलन की सक्रियता से भी प्रभावित होती है। यदि किसी क्षेत्र में वृहत संचलन अधिक

सक्रिय है तो रेगोलिथ में उपस्थित चट्टानों का आकार छोटा होने के बावजूद भी इसकी सक्रियता अधिक पाई जाती है।

टिप्पणी

रेगोलिथ की मोटाई (thickness of regolith): किसी भी ढाल पर रेगोलिथ की मोटाई इसकी न्यूनीकरण की दर और इसकी गतिशीलता से प्रभावित होती है। न्यूनीकरण की दर और रेगोलिथ की मोटाई में सीधा सम्बन्ध पाया जाता है। न्यूनीकरण की दर यदि अधिक है तो रेगोलिथ की मोटाई भी अधिक पाई जाती है और यदि यह दर कम है तो न्यूनीकरण की मोटाई भी कम पाई जाती है। दूसरी तरफ रेगोलिथ की मोटाई और इसकी गतिशीलता में विपरीत सम्बन्ध पाया जाता है। रेगोलिथ ढाल विशेष कर जितना अधिक गतिशील होगा उसकी मोटाई उतनी ही कम पाई जाती है, जबकि ढाल पर रेगोलिथ की गतिशीलता यदि कम है तो उसकी मोटाई भी अपेक्षाकृत अधिक पाई जाती है क्योंकि जितनी देर तक रेगोलिथ ढाल पर ठहरता है उतना ही उसके न्यूनीकरण की दर अधिक होती जाती है और उसकी मोटाई भी बढ़ती है।

ढाल सतह का अनावरण (exposure of slope surface): इससे अभिप्राय है कि ढाल की रेगोलिथ के नीचे की चट्टानें कितनी तीव्र गति से अनाच्छादन के कारकों के प्रति उदघाटित होती है। चट्टानों का उदघाटन रेगोलिथ के न्यूनीकरण की दर, इसकी मोटाई और इसकी गतिशीलता से प्रभावित होती है। इन सभी कारकों में से रेगोलिथ की गतिशीलता ढाल के अनावरण को सबसे अधिक प्रभावित करती है। यदि ढाल पर पाया जाने वाला रेगोलिथ अधिक गतिशील है तो चट्टानों के उदघाटन की दर भी अधिक पाई जाएगी। इसके परिणामस्वरूप नीचे की चट्टानें अनाच्छादन के कारकों से प्रभावित होती हैं और उनका अपक्षय होता है और न्यूनीकरण होता है।

शैल गुण (rock properties): इससे अभिप्राय चट्टानों की उन सभी विशेषताओं से है जो जो रेगोलिथ में न्यूनता की दर और रेगोलिथ की गतिशीलता को प्रभावित करती हैं। कुछ चट्टानों की भौतिक और रासायनिक संरचना उनकी वातावरण के प्रति संवेदनशीलता को निर्धारित करती है। जैसे ग्रेनाइट चट्टान भौतिक अपक्षय से शीघ्र प्रभावित होती है जबकि चूना पत्थर रासायनिक अपक्षय से प्रभावित हो जाता है। जो चट्टानें रासायनिक अपक्षय से शीघ्र प्रभावित होती हैं उनके न्यूनीकरण की दर अधिक होती है जबकि उनकी गतिशीलता कम होती है। इसके दूसरी तरफ जो चट्टानें भौतिक अपक्षय से शीघ्र प्रभावित होती हैं उनके कणों का आकार बड़ा होता है और उनकी गतिशीलता भी अधिक पाई जाती है।

जलवायु (climate): जलवायु किसी क्षेत्र में मिलने वाली चट्टानों के न्यूनीकरण और अनाच्छादन की दर को प्रभावित करती है। प्रत्येक जलवायु परिस्थितियों में न्यूनीकरण की दर और अनाच्छादन की दर अलग–अलग होती हैं।

ढाल का कोण (angle of slope): ढाल के विकास की आरंभिक अवस्था में यह स्वतंत्र होता है। लेकिन जैसे जैसे ढाल के विकास का क्रम आगे बढ़ता है यह अनाच्छादन की दर पर निर्भर होता चला जाता है। जिस ढाल विशेष पर अनाच्छादन की दर अधिक होती है और रेगोलिथ की गतिशीलता भी अधिक पाई जाती है वहां पर ढाल का कोण तीव्र होता है और इसके विपरीत यदि अनाच्छादन की दर कम है तो ढाल का कोण भी सामान्य पाया जाता है।

प्रक्रम के गुण (Properties of Process)

टिप्पणी

पेंक ने ढाल के विकास क्रम के दूसरे सबसे प्रमुख कारक प्रक्रम के गुणों को तीन श्रेणियों में विभाजित किया है जो अग्रलिखित हैं–

न्यूनीकरण (reduction): न्यूनीकरण से अभिप्राय चट्टानों के आकार में परिवर्तन से है। इस प्रक्रिया के अंतर्गत चट्टानों के बड़े आकार के टुकड़े छोटे आकार में परिवर्तित होते रहते हैं। न्यूनीकरण का कार्य मुख्य रूप से अपक्षय के कारकों द्वारा संचालित होता है। परन्तु न्यूनीकरण की दर चट्टानों के गुण, जलवायु के प्रकार तथा अनावरण पर आधारित होती है। कुछ चट्टानें जो संगठित होती हैं जैसे कायांतरित (स्लेट, कवार्ट्जाईट) उनके न्यूनीकरण की दर कम पाई जाती है। इसके विपरीत असंगठित चट्टानों में न्यूनीकरण की दर अपेक्षाकृत अधिक पाई जाती है। कुछ विशेष जलवायु परिस्थितियां जैसे कि गर्म और शुष्क अथवा ठंडी एवं शुष्क में न्यूनीकरण की दर अधिक पाई जाती है परन्तु यह दर चट्टानों के गुणों पर भी निर्भर करती है।

अनाच्छादन (denudation): इनका सम्बन्ध रेगोलिथ के निम्न ढाल की तरफ होने वाले प्रवाह से है। पेंक ने अनाच्छादन के अंतर्गत वृहत संचलन से होने वाले रेगोलिथ के प्रवाह को शामिल किया है। अनाच्छादन की दर रेगोलिथ अपक्षय के प्रभाव, रेगोलिथ की गतिशीलता, जलवायु और ढाल के कोण पर निर्भर करती है। अपक्षय का प्रभाव जितना अधिक होता है उतना ही न्यूनीकरण की दर भी अधिक होती है और रेगोलिथ का निर्माण होता है। यह नव निर्मित पदार्थ असंगठित होता है और इसके निम्न ढाल की और प्रवाह की दर अधिक होने की सम्भावना अधिक होती है। रेगोलिथ की गतिशीलता ढाल के कोण पर निर्भर करती है। ढाल जितनी अधिक तीव्र होगी उतनी ही रेगोलिथ की गतिशीलता भी अधिक पाई जाएगी और अनाच्छादन की दर भी अधिक होती है।

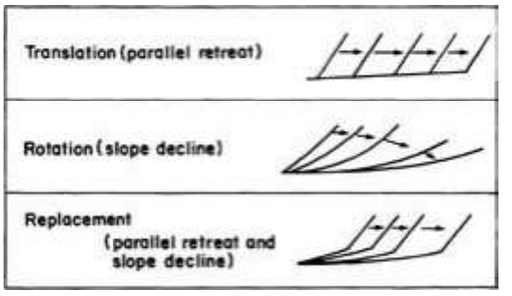
अनावरण का नवीनीकरण (renewal of exposure): इससे अभिप्राय रेगोलिथ के नीचे स्थित चट्टानों के न्यूनीकरण की प्रक्रिया के प्रति अनावरण से है। अनावरण के नवीनीकरण की दर अनाच्छादन की दर पर आधारित होती है।

नोट : पेंक के द्वारा प्रयोग की गई नामावलियों का त्रुटिपूर्ण प्रयोग ऊपर किए गए वर्णन से भी स्पष्ट होता है। उदाहरण के तौर पर अनाच्छादन का सामान्य अर्थ अपक्षय और अपरदन से होता है। इसके अंतर्गत चट्टानों में भौतिक अथवा रासायनिक परिवर्तन देखने को मिलते हैं। बड़े आकार की चट्टानें छोटे टुकड़ों में टूट जाती हैं या फिर उनके स्वरूप में पूर्ण परिवर्तन देखने को मिलता है। परन्तु पेंक ने अनाच्छादन शब्द का प्रयोग चट्टानों के ढाल से नीचे की ओर होने वाले प्रवाह के लिए किया है। इसके अतिरिक्त अनावरण का नवीनीकरण कोई प्रक्रिया नहीं है वरन एक परिस्थिति है जो रेगोलिथ के ढाल से नीचे की ओर प्रवाह के कारण होने वाले चट्टानों के अनावरण से सम्बंधित है। इस प्रकिया में केवल धरातल की चट्टानें दृष्टिगत हो जाती हैं और पर्यावरण के कारक उस पर क्रियायें करते हैं। इसी कारण बहुत बार पेंक के द्वारा प्रतिपादित सिद्धांत, अंग्रेजी में अनुवाद के दौरान गलत तरीके से वर्णित किए गए।

पेंक ने उपर वर्णित किए गए आकार और प्रकर्मों के गुणों के मध्य अंतर्संबंधों का वर्णन किया है। अपने ढाल प्रतिस्थापना सिद्धांत को प्रदर्शित करने के लिए पेंक ने

टिप्पणी

समांग संरचना वाले सीधे खड़े ढाल वाली चट्टान (क्लिफ) का उदाहरण लिया है। इस चट्टान का उपरी भाग पूर्ण रूप से समतल सतह वाला है। इस चट्टान के आधार तल एक नदी की कल्पना की है। पेंक के अनुसार यह नदी इस चट्टान वाले क्षेत्र में न तो अपरदन करती है और न ही इस भाग में निक्षेपण का कार्य करती है। इस नदी में प्रवाहित होने वाले जल और इस क्षेत्र की चट्टानों में पूर्ण सामंजस्य की स्थिति है। परन्तु, यदि चट्टान का कोई भाग टूट कर नदी में गिरता है तो नदी का जल उसका परिवहन करने में सक्षम है। समय के साथ–साथ चट्टान वाले अग्र भाग में जलवायु के कारक अपक्षय की प्रक्रिया को संचालित करते हैं। कुछ समय बाद इस ढाल पर विकसित होने वाला रेगोलिथ, चट्टान की ढाल के सहारे उपर से नीचे गिरता है। पेंक के अनुसार गिरने वाले इस भाग की मोटाई उपर से नीचे तक समान होती है। नदी चट्टान से अलग हुए इस मलबे को तुरंत प्रवाहित कर ले जाती है। अपक्षय के कारण गिरने वाला चट्टान का यह भाग आधार तल को छोड़कर उपर से नीचे तक एक सामान मोटाई वाला होता है। इस मलबे का परिवहन नदी द्वारा तुरंत कर दिया जाता है इस कारण ढाल का निवर्तन समानान्तर होता है। चट्टान के आधार तल का कोणीय झुकाव कम होने के कारण निवर्तन की यह प्रक्रिया आधार तल पर समानान्तर नहीं होती क्योंकि आधार तल पर स्थित मलबे को हटाने के लिए जिस गतिशीलता की जरुरत होती है वह उस दर से प्राप्त नहीं हो पाती है। परिणामस्वरूप ढाल के इस क्षेत्र की निचली इकाई का मंद ढाल वाली नई इकाई द्वारा प्रतिस्थापन हो जाता है और मंद ढाल वाली एक नई ढाल इकाई का विकास हो जाता है।



पेंक का समानान्तर ढाल निवर्तन एवं ढाल प्रतिस्थापना मॉडल

जैसा कि चित्र के प्रथम भाग में दर्शाया गया है और उपर के भाग में इसका विस्तार से वर्णन भी किया गया है कि ढाल का यह विकास समानान्तर होता है। इस अवस्था में समान मोटाई से मलबा नीचे की ओर अग्रसर होता है जिसका नदी के पानी द्वारा परिवहन किया जाता है। चित्र के दूसरे भाग में दर्शाया गया है कि चट्टान के आधार तल पर निवर्तन की यह दर ऊपर के भाग की तुलना में मंद होती है जिस कारण आधार तल पर चट्टान का ढाल मंद विकसित होता है। चित्र के सबसे निचले भाग में दर्शाया गया है कि चट्टान के ऊपरी भाग से गिरने वाले मलबे की मोटाई एक समान और एक दूसरे के समानांतर होती है, इसी आधार पर इस मॉडल को समानान्तर निवर्तन मॉडल कहा जाता है। क्योंकि ढाल के प्रत्येक हिस्से का विस्थापन एक नए हिस्से के द्वारा किया जाता है इसीलिए इस मॉडल को ढाल प्रतिस्थापना मॉडल भी कहा जाता है। इस प्रकार अंत में अवतल ढाल परिछेदिका का विकास होता है।

टिप्पणी

अपनी प्रगति जांचिए

9. ढाल विकास सिद्धांत के प्रतिपादक भूवैज्ञानिकों में प्रमुख है–

   (क) डेविस (ख) किंग

   (ग) स्ट्राहलर (घ) उपर्युक्त सभी

10. स्थलाकृतियों के उत्पत्ति संबंधी वर्गीकरण और क्रमिक व्याख्या वाले 'भौगोलिक सिद्धांत' का प्रतिपादन डेविस ने कब किया?

    (क) 1875 (ख) 1899

    (ग) 1905 (घ) 1941

3.7 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर

1. (ख)
2. (ग)
3. (घ)
4. (क)
5. (घ)
6. (क)
7. (घ)
8. (ग)
9. (घ)
10. (ख)

3.8 सारांश

बहिर्जात बल, भूमि का समतलीकरण या वर्गीकरण करने के लिए स्थायी रूप से कार्य करते हैं। वे अपरदन और जमाव के बीच सामंजस्य के लिए प्रयत्न करते हैं जिसका मतलब क्रमिक अवस्था है। उपरोक्त बल प्रक्रियाओं के द्वारा परिचालित किए जाते हैं जो वर्गीकरण की प्रक्रियाएं कहलाती हैं। वर्गीकरण के कारक जैसे नदियां, ग्लेशियर, हवाएं, समुद्र, तरंगें और भूमिगत जल, अपक्षीणन, अपरदन एवं जमाव के तिहरे कार्य की सहायता के साथ अपना कार्य करते हैं। पृथ्वी की सतह के उच्चस्तरीय भाग का समतलीकरण अपरदन द्वारा किया जाता है। पहले बताए गए वर्गीकरण के बाह्य कारकों द्वारा लायी गयी अपरदित सामग्री के जमाव के द्वारा नीचे तल वाले स्थानों को भरा जाता है।

भूमि का स्वरूप कभी कभार ही किसी स्थिर रूप में होता है उसका आकार हमेशा बदलता रहता है। उनमें बहिर्जात बलों का एक ऐसा समूह शामिल है जो चट्टानों को उनके मूल स्थान से कमजोर और विघटित करता है। दूसरा समूह उन बलों का होता है

टिप्पणी

जो उच्च भूमि से विघटित चट्टानों को हटाता है और उन्हें निचली भूमि में जमा करता है। इस तरह पहले प्रकार का बल एक ऐसी अवस्था को बनाता है जिसपर दूसरे प्रकार के बल जैसे बहता हुआ पानी, हवाएं, तरंगे, ग्लेशियर और भूमिगत जल, पृथ्वी के भूमि स्वरूप को परिवर्तित करने में मुख्य भूमिका निभाते हैं।

पृथ्वीग्रह के वायुमंडल के प्रत्यक्ष सम्पर्क से पृथ्वी की शैलों, मृदाओं और खनिजों का टूटना ही अपक्षीणन है। अपक्षीणन स्थिर रूप में, या 'बिना गति के' होता है और इसलिए इसे अपरदन नहीं समझा जाना चाहिए, जिसमें शैलों और खनिजों का विभिन्न अभिकर्मकों, जैसे कि जल, हिम, पवन और गुरूत्वाकर्षण के कारण स्थान परिवर्तन होता है।

अपक्षीणन प्रक्रियाओं के दो महत्त्वपूर्ण वर्गीकरण मौजूद हैं- भौतिक एवं रासायनिक अपक्षीणन। यांत्रिक या भौतिक अपक्षीणन में शैलों और मृदाओं का वायुमंडलीय दशाओं, जैसे कि ताप, जल, हिम व दाब के कारण टूटना शामिल है। दूसरा वर्गीकरण रासायनिक अपक्षीणन का है जिसमें वायुमंडलीय रसायन या जैविक रूप से उत्पन्न रसायनों (जैविक अपक्षीणन के रूप में भी जाना जाता है) के प्रत्यक्ष प्रभाव के कारण शैलों, मृदाओं और खनिजों में टूट-फूट होती है।

शैल के टूटने के बाद बचे पदार्थ, जैविक पदार्थों के साथ मिलकर मृदा का निर्माण करते हैं। मृदा के खनिज तत्व का निर्धारण मातृ पदार्थ द्वारा होता है, इस प्रकार एक प्रकार की शैल से उत्पन्न मृदा में अक्सर अच्छी उर्वरता के लिए एक या अधिक खनिजों की कमी होती है, जबकि मिश्रित प्रकार की शैलों से उत्पन्न (जैसे कि हिमानी, वातोढ या जलोढ़ अवसादों) मृदाएं प्रायः अधिक उर्वर होती हैं।

एक सबसे मुख्य घोल अपक्षय प्रक्रिया कार्बनीकरण है, यह प्रक्रिया जिसमें वायुमंडलीय कार्बनडाईआक्साइड घोल अपक्षय के लिए प्रमुख कारक है। चट्टानों का कार्बनीकरण जिसमें कैल्शियम कॉर्बोनेट शामिल होता है, जैसे कि चूना-पत्थर और चाक, पर होता है। यह तब होता है जब वर्षा एक कमजोर कार्बोनिक एसिड प्रारूप से कार्बन-डाइऑक्साइड या एक कार्बनिक अम्ल के साथ रासायनिक सम्मिश्रण करता है जो कैल्शियम कार्बोनेट (चूना-पत्थर) और कैल्शियम बाईकार्बोनेट के प्रारूपों के साथ प्रतिक्रिया करता है। यह प्रक्रिया तापमान में कमी होने के साथ गति पकड़ती है।

द्रव्यमान अपक्षय गुरूत्व के प्रभाव के अंतर्गत चट्टान के द्रव्यों की गतिविधि है। यह स्लोप मूवमेंट या द्रव्य मूवमेंट के रूप में भी जाना जाता है। और यह भू-भौतिक प्रक्रिया है जिसके द्वारा मिट्टी, रिगोलिथ, और चट्टान गुरूत्व बल के अधीन नीचे ढलान में गतिविधि करता है। द्रव्यमान अपक्षय के प्रकार में रेंगना, स्लाइड, प्रवाह, लुढ़कना और गिरना शामिल हैं, प्रत्येक की अपनी विशिष्ट विशेषता होती है, और वर्ष से सैकेंड तक के समय के स्केल पर घटित होती हैं।

अपक्षय प्रक्रियाओं के कारण चट्टान छोटे टुकड़ों में टूट जाती है। यह प्रक्रिया रेगोलिथ और मिट्टी के गठन के लिए रास्ता तैयार करती है। अपक्षय प्रक्रिया के परिणामस्वरूप चट्टानों के जोड़ खुल जाते हैं, चट्टानों के आकार में कमी आ जाती है और मिट्टी का निर्माण होता है। यह प्रक्रिया खुरदरी सतह वाली और तीखी चट्टानों की सतह को चिकना बना देती है। अपक्षय की प्रक्रिया मिट्टी के निर्माण में अक्सर पहला कदम होता है। अपक्षय से खनिजों के छोटे टुकड़े, पौधों के साथ, जानवरों के अवशेष, फंगी,

टिप्पणी

बैक्टीरिया और अन्य जीवों के साथ मिल जाते हैं। एक प्रकार के अपक्षय से बनने वाली चट्टान अक्सर अनुपजाऊ मिट्टी का उत्पादन करती है। दूसरी तरफ जब अपक्षित चट्टान विविध खनिज सामग्री के साथ मिश्रित हो जाती है तो यह अधिक उपजाऊ मिट्टी के निर्माण में योगदान करती है। अपक्षित चट्टानों के मिश्रण से जुड़ी मिट्टी के प्रकारों में ग्लेशियल हिमोड, लोस और जलोढ़ तलछट शामिल हैं।

अपक्षय कई पृथ्वी-सतह प्रक्रियाओं, विशिष्ट भू-आकृतियों के विकास और परिदृश्यों के दीर्घकालिक विकास में एक विशिष्ट भूमिका निभाता है । यह बाद में कटाव के लिए सामग्री तैयार करता है, रेगोलिथ का उत्पादन करता है और मिट्टी के विकास (pedogenesis) में एक आवश्यक प्रक्रिया है। कुछ परिस्थितियों में, जैसे कि कार्स्ट वातावरण, विघटन द्वारा अपक्षय प्रमुख भू-आकृतिक प्रक्रिया है। अपरदन द्वारा अपक्षित पदार्थ का हटाना, किसी भी भू-विकास का एक अभिन्न अंग है।

अपक्षरण की यह प्रक्रिया जिसके द्वारा चट्टानें अपने मूल स्थान से विस्थापित हो जाती है अनाच्छादन के द्वारा घटित होती हैं। अनाच्छादन (Denudation) से अभिप्राय उस प्रक्रिया से है जिसके द्वारा पृथ्वी के धरातल की चट्टानें उच्च पर्वतीय, पठारी क्षेत्रों से विस्थापित होती हैं और धरातल के समतलीकरण की ओर अग्रसर होती हैं। इस पूरी प्रक्रिया को दुसरे अर्थो में डाउन विअरिंग (down wearing) कहा जाता है। अनाच्छादन इसमें सबसे महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। अनाच्छादन के इस कार्य में बहता हुआ जल, गतिशील हिम (हिमनदी), हवा और समुद्री लहरें अपनी गति के द्वारा पृथ्वी के धरातल की चट्टानों को विस्थापित करती हैं जिसके परिणामस्वरूप धरातल की ऊंचाई में कमी आती है।

अपरदन से अभिप्राय पृथ्वी की पर्पटी से सतह की सामग्री को हटाने और हटाने के बिंदु से प्राकृतिक कारकों (जैसे पानी या हवा) द्वारा इस सामग्री के परिवहन से है। अपरदन शब्द का व्यापक उपयोग पृथ्वी की सतह पर सभी भू–आकृतियों के कटाव और उनके स्वरूप में परिवर्तन के लिए किया जाता है। जिसमें इसकी मूल स्थिति में चट्टान का अपक्षय, अपक्षय सामग्री का परिवहन और पवन क्रिया, जल, समुद्री और हिमनदों के कारण अपरदन शामिल है। इस व्यापक परिभाषा को और अधिक सही ढंग से अनाच्छादन या अवक्रमण कहा जाता है और इसमें वृहत संचलन की प्रक्रियाएं भी शामिल हैं।

परिवहन से अभिप्राय चट्टानों के ठोस कणों (तलछट) का गतिशील होकर अपने मूल स्थान से विस्थापित होने से है। आमतौर पर तलछट का परिवहन गुरुत्वाकर्षण के संयोजन के कारण होता है। इसके अतिरिक्त द्रव गतिशीलता, जिसमें तलछट प्रवेश करती है, भी इनके परिवहन का कारण हो सकते हैं। तलछट परिवहन प्राकृतिक प्रणालियों से होता है जहां कण चट्टान (रेत, बजरी, बोल्डर, आदि), कीचड़, या मिट्टी तरल पदार्थ, हवा, पानी या बर्फ गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में आकर ढलान की सतह से ले जाने के लिए कार्य करता है, जिस पर वे टिके होते हैं। तलछट का परिवहन नदियों, समुद्रों, झीलों और जल के अन्य निकायों में धाराओं और ज्वार के कारण होता है।

जमाव वह भूवैज्ञानिक प्रक्रिया है जिसमें तलछट, मिट्टी और चट्टानों को एक भू–भाग या भूमि क्षेत्र में संचित किया जाता है। हवा, बर्फ, पानी, और गुरुत्वाकर्षण द्वारा पूर्व में अपक्षित सतह की सामग्री, जो द्रव में पर्याप्त गतिज ऊर्जा में कमी होने पर संचित

होती है, के द्वारा तलछट की परतों का निर्माण करती है। निक्षेप तब होता है जब तलछट परिवहन के लिए जिम्मेदार बल गुरुत्वाकर्षण और घर्षण बलों जितने शक्तिशाली नहीं होते हैं, जो गति के लिए प्रतिरोध पैदा करते हैं।

टिप्पणी

पेडोजेनेसिस मिट्टी के निर्माण की प्रक्रिया है। मिटटी का निर्माण स्थान, पर्यावरण और इतिहास के प्रभावों द्वारा नियंत्रित किया जाता है। मिट्टी का निर्माण, या पेडोजेनेसिस, मिट्टी की मूल सामग्री पर काम करने वाले भौतिक, रासायनिक, जैविक और मानवजनित प्रक्रियाओं का संयुक्त प्रभाव है। मृदा का निर्माण तब होता है जब कार्बनिक पदार्थ जमा हो जाते हैं और कोलॉइड नीचे की ओर धुल जाते हैं। यह प्रक्रिया मिट्टी, ह्यूमस, आयरन ऑक्साइड, कार्बोनेट और जिप्सम के जमाव को छोड़ देती है। इस प्रक्रिया में बी क्षितिज नामक एक अलग परत का निर्माण होता है।

मृदा के निर्माण में अपक्षय एक आवश्यक एवं महत्वपूर्ण पूर्व–प्रक्रिया है। अपक्षय पृथ्वी के पदार्थों पर मौसम और जलवायु के तत्वों की क्रिया है। मिटटी के निर्माण का सबसे अहम् घटक मूल पदार्थ होता है, जिसके निर्माण में अपक्षय की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। जलवायु, स्थलाकृति और समय इसके निर्माण में मुख्य भूमिका अदा करते हैं। अपक्षय के प्रभाव में आकर चट्टान में अपघटन एवं विघटन की प्रक्रिया आरम्भ होती है जो कि मिटटी के निर्माण की प्रथम अवस्था है। अपक्षय की प्रक्रिया मुख्य रूप से जलवायु से नियंत्रित होती है।

मिट्टी की उर्वरता एवं उसकी विशेषताओं का निर्धारण मूल पदार्थ में निहित होता है। यदि मिटटी का निर्माण चट्टानों के परिवहन से न होकर मूल स्थान पर ही होता है तो उसमें मूल पदार्थ के गुण निहित होते हैं। इस प्रकार की मिट्टियों का निर्माण पर्वतीय किनारों के सहारे होता है। उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में विकसित होने वाली मिटटी नमकीन होती है। पर्वतीय ढाल वाले क्षेत्रों में जहाँ चट्टानों के टुकड़े गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में नीचे लुढ़क जाते हैं वहां पर मोटे कणों वाली मिट्टी का निर्माण होता है। यदि मिट्टी का निर्माण नदी के द्वारा निक्षेपण क्रिया से होता है तो पानी द्वारा कणों की छंटाई से मिट्टी महीन कणों वाली एवं अधिक उर्वरा शक्तियुक्त होती है। इस प्रकार की मिट्टियों का निर्माण अक्सर नदी घाटियों में देखने को मिलता है, जिसे जलोढ़ मिट्टी का नाम दिया जाता है, जैसे कि उत्तर भारत के मैदान की मिट्टी। वायु के निक्षेपण से निर्मित होनी वाली मिट्टियां अत्यंत सूक्ष्म कणों वाली होती हैं। इस मिट्टी को लोएस मिट्टी कहा जाता है, जैसे कि चीन के पूर्वी तटीय क्षेत्र में पाई जाने वाली मिट्टी।

ढलान शब्द के साधारण तौर पर दो प्रयुक्त अर्थ हैं, पहला सतह के झुकाव का कोण, डिग्री या प्रतिशत में अभिव्यक्ति को संदर्भित करता है, और दूसरा सतह अपने आप में झुका हुआ है। भ्रम से बचने के क्रम में झुका हुआ सतह पहाड़ी ढलान या घाटी की ओर ढलान के रूप में लगातार निर्दिष्ट है; और उस ढलान का झुकाव ढलान कोण या ढलान के रूप में निर्दिष्ट है। ढलानों के विविध प्रकार में, केवल इनको शामिल किया गया है जिसकी सतह एक जल निकासी और एक घाटी तल के बीच विभाजित है।

भौगोलिक चक्र के डेविस मॉडल और स्थलाकृति विकास के सामान्य सिद्धान्त का मूलभूत लक्ष्य, स्थलाकृतियों की क्रमिक विवेचना तथा उत्पत्ति संबंधी वर्गीकरण के लिए आधार प्रदान करना था। स्थलाकृति विकास संबंधी डेविस के सामान्य सिद्धान्त का संदर्भ तंत्र था "कि स्थलाकृतियां एक क्रमबध तरीके से परिवर्तित होती हैं क्योंकि एकसमान

बाह्य पर्यावरणीय दशाओं के अन्तर्गत प्रक्रियाएं समय के साथ-साथ इस प्रकार संपन्न होती हैं कि स्थलाकृति का क्रमबद्ध रूप से विकास हो।"

टिप्पणी

डेविड द्वारा उसके अपरदन चक्र के सिद्धान्त के प्रसार के दौरान भी, अनेक केन्द्रीय और पूर्वी यूरोपीय भूआकृतिविज्ञानियों ने उसके सरलीकृत अनुमानों विशेषकर पर्पटी के व्यवहार से संबंधित था, का विरोध किया। इन विरोधियों में से, डेविस चक्र का एकमात्र सुसंगत विकल्प विकसित करने वाला जर्मनी का वॉल्थर पेंक था। पेंक का दृष्टिकोण, अंग्रेजी भाषी देशों में कभी लोकप्रियता नहीं प्राप्त कर सका, संभवत: उसकी 1923 में जल्दी मृत्यु हो जाने के कारण से भी, जब उसका प्रमुख कार्य डॉई मर्फोलोजिश एनालिस (1924) अपूर्ण था विशेषकर उसके उसके अस्पष्ट व्याकरण एवं अपरिष्कृत शब्दावली के कारण। डेविस द्वारा एक आलोचनात्मक और भ्रामक पुनर्समीक्षा के कारण भी पेंक अलोकप्रिय हुआ, जो लगभग एक दशक बाद सबके सामने आया, अनेक वर्षों तक, पेंक के दृष्टिकोण गैर-जर्मन भाषी लोगों तक पहुंचने का एकमात्र माध्यम डेविस ही रहा और क्योंकि पेंक के कुछ विचार, विरोधाभासी प्रतीत होते थे जिनका समर्थन करना असंभव था। फिर भी, पेंक के व्यवस्थित विचारों ने डॉयस्ट्रॉफिक कारकों के संभावित भूआकृतिक प्रभावों पर एक रोचक और नए तरीके से प्रकाश डाला।

कुछ समय पहले तक, भूआकृति विज्ञानी लगभग पूर्ण रूप से वर्णनात्मक आधार पर कार्य करते और मुख्यत: भूविज्ञान के लक्षणों के अनुसार स्थलरूप विकास के इतिहास के साथ जुड़े हुए थे। हार्टन (1945) से प्रेरित होकर, और प्राचीन वर्णनात्मक विश्लेषण की बढ़ती समझ के साथ जिसका कि व्यावहारिक प्रौद्योगिकी और सैन्य उपयोगों में बहुत कम महत्व था, कुछ भूआकृति विज्ञानियों ने प्राकृतिक भूमि की व्याख्या के परिमाणन की कोशिश आरम्भ की।

3.9 मुख्य शब्दावली

- **अपक्षीणन** : पृथ्वी की सतह का अपरदन।
- **निक्षेपण** : अपरदित पदार्थ को किसी जगह ले जा कर जमा कर देना।
- **जलयोजन** : खनिजों का जल के साथ बंध बना लेना।
- **विसर्पण** : सांप की तरह लहरदार।
- **प्रमुख क्षितिज** : मृदा (मिट्टी) की अलग–अलग परतें।

3.10 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास

लघु उत्तरीय प्रश्न

1. वह कौन पहला भू–आकृति विज्ञानी था जिसने बुनियादी भू–आकृतीय समस्याओं के अध्ययन के लिए सांख्यिकीय प्रणाली को लागू किया?
2. रासायनिक अपक्षय का प्रकार्य क्या है?
3. द्रव्यमान अपक्षय को परिभाषित करें।
4. किस आधार पर, द्रव्यमान गतिविधि के प्रकार को वर्गीकृत किया गया है?

टिप्पणी

5. भूमिवृद्धि को परिभाषित करें।
6. किसी पहाड़ी ढलान के झुकाव को किस रूप में जाना जाता है?
7. ढलानों का डिजाइन किसका एक महत्वपूर्ण पहलू है?
8. ढाल विकास के किन्हीं दो सिद्धांतों का नाम बताइए।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

1. ढलानों का अध्ययन क्यों महत्वपूर्ण है?
2. बहिर्जात (एक्सोजेनिक) प्रक्रिया क्या है?
3. क्रमिक स्थापन पर एक लघु नोट लिखें।
4. डेविस, किंग, पेंक और स्टालर द्वारा प्रतिपादित, ढलान विकास के सिद्धांतों का वर्णन करें।
5. कारकों और उन्नयन की प्रक्रिया का विश्लेषण करें।
6. अपक्षय के प्रकारों का वर्णन करें।
7. द्रव्यमान अपक्षय को प्रभावित करने वाले कारकों का विवरण दीजिए।

3.11 सहायक पाठ्य सामग्री

1. Cooke, R.U. and Doomkamp, J. C., 1974, *Geomorphology in Environment Management, An Introduction,* Clarendon Press, Oxford.
2. Dury, G.H., 1959, *The Face of the Earth,* Penguin Harmondsworth.
3. Goudie. A., 1968, *The Nature of the Environment,* Oxford and Blackwell, Lnndon.
4. Garner, H.F., 1974, *The Origin of Landscape – A Synthesis of Geomorphology,* Oxford University Press, London.
5. Pitty, A.F., 1971, *Introduction to Geomorphology,* Methuen, London.
6. Sharma, H.S. (ed) 1980, *Perspectives in Geomorphology, Concept,* N. Delhi.
7. Singh, S. 1998, *Geomorphology,* Prayag Publication, Allahabad.

इकाई 4 भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाएं

टिप्पणी

संरचना

4.0 परिचय

4.1 उद्देश्य

4.2 भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाएं

- 4.2.1 नदी संबंधी प्रक्रिया और भूमि के प्रकार
- 4.2.2 वायूढ़ (एओलियन) प्रक्रिया और भूमि के प्रकार
- 4.2.3 हिमनद प्रक्रिया और भूमि के प्रकार
- 4.2.4 कार्स्ट भूमि के प्रकार
- 4.2.5 समुद्री प्रक्रियाएं

4.3 भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाओं में परिणामी स्थलाकृतिक जटिलताएं

- 4.3.1 भू–आकृतिक प्रक्रियाओं में जटिलताएं
- 4.3.2 भू–आकृति अपक्षरण जनित जटिलताएं : व्यावहारिक अध्ययन

4.4 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर

4.5 सारांश

4.6 मुख्य शब्दावली

4.7 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास

4.8 सहायक पाठ्य सामग्री

4.0 परिचय

भू-आकृति (जियोमॉर्फिक) संबंधी प्रक्रियाओं के अंतर्गत अन्तर्जात (एंडोजेनिक) और बहिर्जात (एक्सोजेनिक) ताकतों के कारण पृथ्वी की सतह के पदार्थों पर भौतिक तनाव और रासायनिक क्रियाएं होती हैं जिन्हें पृथ्वी की सतह के विन्यास में परिवर्तन लाने वाली भू-आकृति प्रक्रियाओं के रूप में जाना जाता है। पटलविरूपण (डायस्ट्रोफिज्म) और ज्वालामुखी अंतर्जात भू-आकृतिक (एंडोजेनिक जियोमॉर्फिक) प्रक्रियाएं हैं। अपक्षय, द्रव्यमान अपक्षरण, अपरदन और निक्षेपण एक्सोजेनिक जियोमॉर्फिक प्रक्रियाएँ हैं। पृथ्वी सतह की सामग्री के अपक्षरण और संवहन करने में सक्षम प्रकृति के किसी भी बाहरी तत्व (जैसे पानी, बर्फ, हवा, आदि) को भू-आकृति संबंधी कारक (जियोमॉर्फिक एजेंट) कहा जा सकता है। जब प्रकृति के ये तत्व ढलान के कारण गतिशील हो जाते हैं, तो वे सामग्रियों को अपने स्थान से हटा देते हैं और ढलानों पर ले जाते हैं और उन्हें निचले स्तर पर जमा करते हैं जिसे निक्षेपण बहिर्जात भू-आकृतिक (एक्सोजेनिक जियोमॉर्फिक) कहते हैं। भू-आकृतिक प्रक्रिया और भू-आकृतिक कारक विशेष रूप से बहिर्जात (एक्सोजेनिक), जब तक कि इनके बारे में अलग-अलग नहीं कहा जाता है, ये दोनों एक ही हैं। बल द्वारा पृथ्वी की सतह की सामग्री को प्रभावित कर उनका अपरदन, संवहन एवं निक्षेपण जैसी संपन्न होने वाली स्थितियां प्रक्रियाएं कहलाती हैं। एक कारक एक गतिशील माध्यम है (जैसे बहता पानी, चलती बर्फ की धार, हवा, लहरें और धाराएँ आदि) जो पृथ्वी की सामग्रियों को निकालता है, स्थानांतरित करता है और जमा करता है। बहता पानी, भूजल, ग्लेशियर, हवा, लहरें और धाराएं आदि भू-आकृति कारक (जियोमॉर्फिक एजेंट) कहलाते हैं।

इस इकाई में हम भू-आकृति सम्बन्धी प्रक्रियाओं के विभिन्न पक्षों का विस्तार से अध्ययन करेंगे।

4.1 उद्देश्य

टिप्पणी

इस इकाई को पढ़ने के बाद, आप जानेंगेः

- भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाओं के बारे में जान पाएंगे;
- पटल विरूपणी शक्तियों एवं विभिन्न कारकों का विस्तार से अध्ययन कर पाएंगे;
- विभिन्न कारकों द्वारा निर्मित भिन्न–भिन्न प्रकार की स्थलाकृतियों से अवगत हो पाएंगे;
- भू–आकृति प्रक्रियाओं संबंधी जटिलताओं के बारे में जान पाएंगे।

4.2 भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाएं

भू-आकृति संबंधी प्रक्रिया से तात्पर्य भूमि की सतह पर होने वाले उन बदलावों से है जिनके कारण इसकी ऊपरी सतह पर कई तरह के बदलाव दिखाई देते हैं। पृथ्वी की ऊपरी सतह पर नदी संबंधी और मृदा संबंधी अनेक भौगोलिक प्रक्रियाएं होती हैं परन्तु हम केवल उन्हीं के बारे में जान पाते हैं जिनका असर हम पृथ्वी की ऊपरी सतह पर देख सकते हैं। दुनिया भर के भूवैज्ञानिक इन बदलावों और उनके प्रभावों को जानने एवं समझने के लिए प्रतिदिन नए-नए शोध करते रहते हैं। भू-आकृति संबंधी प्रक्रियाओं का अध्ययन निम्न अनुसार किया जा सकता है।

4.2.1 नदी संबंधी प्रक्रिया और भूमि के प्रकार

एक चरण के अर्न्तगत हम प्रायः तीन प्रकार की विभिन्न सारणियों के बारे में जानकारी पाते हैं, ये तीनों प्रकार धारा वेग, तलछट बनावट और धारा ग्रेड में बदलाव के कारण विकसित होते हैं।

बहुत-सी धाराओं में जो चैनल ऊपरी सिरे पर विद्यमान होते हैं वह अत्यधिक वेग के कारण कम संर्कीण बहाव के होते हैं। इन धाराओं में अत्यधिक वेग का जो बहाव दिखाई देता है वह सीढ़ीनुमा श्रेणी और घनत्व के कारण होता है। इन धारा प्रवाहों में अपक्षरण क्योंकि चैनल भौगोलिक आकार में अपने आप समाहित करने का भरपूर प्रयास करते हैं इसलिए एक निरतंर होने वाली क्रिया है। कचरे (Deposition) के जमाव की प्रक्रिया प्रमुखतः कम बहाव की स्थिति में ही होती है, परिणामस्वरूप बाढ़ में कचरे के जमाव की स्थिति बहुत ही सीमित होती है जबकि धारा प्रवाह में कचरे के बहाव और भूमि के छिछले होने की अवस्था सदैव बनी रहती है।

वे धाराएं जिनके साथ भारी मात्रा में कचरा विद्यमान होता है वह अचानक ही धारा के वेग को कम कर देता है इस प्रकार के चैनल अपने धारा प्रवाह से अलग होकर फिर से उसके साथ जुड़ने वाले स्वभाव के होते हैं। इस प्रकार के धारा चैनल प्रायः सीढ़ीनुमा श्रेणी से समतल होने वाले स्थान पर पाए जाते हैं। इस प्रकार के चैनल में जो प्रमुख चैनल होता है वे अनेक छोटे छोटे, एक दूसरे से जुड़े एवं अलग होकर फिर से समाहित होने वाले चैनलों में विभक्त हो जाता है। इस प्रकार के चैनल व्यापक और छिछले होने के लिए बाध्य होते हैं क्योंकि उनमें जो पदार्थ समाहित होता है वह प्रायः अपरिष्कृत (रेत और कंकड़) एवं एक साथ एकत्रित न हो सकने की प्रकृति वाला होता है।

टिप्पणी

एक जलप्रवाह की सिन्युसिटी चैनल की लंबाई और नीचे-घाटी की सीधी रेखा में दूरी का अनुपात होता है। 1.5 या उससे अधिाक सिन्युसिटी मान द्धसिन्युसिटी इंडेक्स SI) वाली एक चैनल वाली धाराओं या नदियों को मीन्डेरिंग नदियों/धाराओं के रूप में परिभाषित किया जाता है।

मीन्डेरिंग (Meandering) चैनल वह हैं जहां से धाराएं संबंधित समतल परिदृश्य पर बाढ़ का कचरा पदार्थ के साथ बहता है। व्यावहारिक तौर पर कहा जाए तो एक धारा को मीन्डेरिंग चैनल तभी कहा जाता है जब धारा के चैनल पर दो बिंदुओं के बीच की सीधी रेखा की दूरी 1.5 से अधिक होती है। इस धारा के चैनल की विशेषता यह है कि वह यू (U) आकार की और भारी मात्रा में बाढ़ के कचरे को विस्थापित करने वाला होता है।

धारा के चैनलों में कई प्रकार के भूमितल कचरा (Sedimentary beds) और सरंचनाएं (Structures) होती हैं। इसमें से कई लक्षण धारा वेग और कचरे के आकार के बीच उत्पन्न पारस्परिक जटिल स्वभाव पर आधारित होते हैं। धारा जिस अपरिष्कृत कचरे को अपने साथ बहा ले जाती है वह रेत और कंकड़ जमाव के रूप में विकसित होता है। इस प्रकार का जमाव प्राय: लट धारा (जोकि चढ़ाई वाले स्थानों पर स्थित होते हैं) आमतौर पर दिखाई देते हैं। यह जमाव बहाव में कमी के कारण लट धारा में परिवर्तित हो जाता है। प्राय: दो परिस्थितियों के कारण बहाव में कटौती आ जाती है- प्रथम धारा की कांति में कटौती और द्वितीय बर्फ अथवा हिम के पिघलने की घटना के कारण बहाव में कटौती।

बिंदु जमाव वहां पर विकसित होते हैं जहां पर धारा प्रवाह में टकराव और कम मात्रा में जल होने के कारण कटौती होती है। मीन्डेरिंग धारा के अन्तर्गत चैनल बैण्ड के भीतर बिदुं जमाव एक ही होता है। सीधी धारा में थालवेग और हेलीकल प्रवाह के कारण परत जैसा जमाव बन जाता है। इस सीधी धारा वाले चैनल में धारा के क्षेत्र में जो जमाव होता है वह थालवेग से दूर होता है। रिफल्स जोकि एक अन्य प्रकार का अपरिष्कृत संग्रह है, में थालवेग के निचले स्तर को विकसित कर देती है जहां पर चैनल की ऊर्ध्व दिशा में प्रवाह बहुत ही तीव्र होता है। रिफल्स के बीच में परिमार्जित तल स्थित होते हैं जहां पर पदार्थों की खुदाई का काम उस समय होता है जब अधिकतम धारा वेग धारा परत पर दृष्टिगत होता है। इन विशेषताओं के आकार की सही स्थिति चैनल के आकार से भिन्न होती है। हांलाकि एक रिफल और दूसरी के बीच की दूरी चैनल की चौड़ाई की पांच से सात गुना तक होती है। यह दोनों ही विशेषताएं लहरदार चैनल में भी पाई जाती है।

टिब्बा और लहर उन धाराओं की प्राथमिक गारा विशेषताएं (Sedimentary features) हैं जिनके चैनल का निर्माण मुख्यत: रेत और गाद से हुआ हो। टिब्बों की ऊंचाई सामान्यत: 10 सेंटीमीटर या उससे अधिक होती है और इनकी लंबाई लगभग एक मीटर या फिर इससे अधिक होती है। सामान्य रूप वाली इन धाराओं का वेग अधिकतम होता है। जबकि लहरें कुछ सेंटीमीटर ही ऊंची और लंबी होती हैं और इनका प्रवाह भी कम होने के साथ-साथ उत्तम किस्म की परत को भी अपने साथ लिए हुए रहते हैं। इन दोनों की ही विशेषताएं समय के साथ बदलती रहती हैं और निचली धाराओं की तरफ विस्थापित हो जाती है। जल प्रवाह के प्रभाव से इनमें मौजूद पदार्थ तिरछे घूमते और उछलते हैं। यह कण तब तक गतिशील रहते हैं जब तक वे लहरों की उच्चतम चोटी तक नहीं पहुंच जाते तत्पश्चात वे हिमस्खलन की क्रिया के बाद ढलुआ क्षेत्र पर एक सुरक्षित स्थान पर पहुंच जाते हैं जिससे कि अगले टिब्बे अथवा लहर के लिए आधार

बन सके। यह प्रक्रिया तब तक बार-बार होती रहती है जब तक समस्त पदार्थ नीचे की धारा में किसी एक स्थान पर संग्रहित नहीं हो जाता।

टिप्पणी

आस पास के धारा तल का समतल (Flood plains) क्षेत्र बाढ़ समतल के नाम से जाना जाता हैं यह बाढ़ समतल तब बनते हैं जब धारा के शीर्ष भाग से भूमि की सतह पर बाढ़ के समय निस्सरण एवं निष्कासित तलछट से बांध का निर्माण करती है। बांध वह मेड़ होती हैं जो धारा चैनल के किनारे रेत और कंकड़ों से निर्मित होती है। इन बांधों का आकार चैनल की चौड़ाई के चार गुना करने पर जो आकार प्राप्त होता है उसके व्यास के लगभग आधे भाग के बराबर होती है। धारा वेग के कम होने पर बाढ़ का जल अपना रूप बदलते हुए जलोढ़क का रूप ले लेता है। समय-समय पर बार-बार बाढ़चक्र आगमन के कारण जलोढ़ पदार्थों की वह परतें जो अपना स्थान बना चुकी थीं, बदल लेती हैं । बाढ़ प्रभावित क्षेत्र में जो संग्रहित अवशेष होते हैं वे धारा परत के उन्नयन को बढ़ा देते हैं। इस प्रक्रिया को अधिवृद्धि के नाम से भी जाना जाता है।

बाढ़ प्रभावित यह क्षेत्र उन तलछटों को भी अपने पास संग्रहित कर लेते हैं जो कि अन्य नदियों के द्वारा छोड़े गए होते हैं। यह प्रक्रिया गुथी एवं घुमावदार दोनों ही प्रणालियों में समान रूप से होती है गुथी हुई प्रणाली में निस्सरण कम होने पर क्षैतिज आकार की रेत दिखाई देती है जबकि घुमावदार प्रणाली में यह आकार लम्बवत होता है। दोनों ही प्रणालियों के द्वारा जो अवशेष प्राप्त होते हैं वे बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों में पाए जाने वाले अवशेषों से अपेक्षाकृत अधिक खुरदुरे होते हैं। बाढ़ प्रभावित क्षेत्र में अन्य कई भौगोलिक लक्षण दृष्टिगत होते हैं । बांधों के बीच जो संकीर्ण जगह बनती है उसे हिम दरार कहा जाता है। यह बाढ़ प्रभावित क्षेत्र को जल प्रवाह हेतु और बाढ़ के समय मार्ग बताती है। बाढ़ प्रभावित क्षेत्र में स्थलाकृतियों से जुड़ी अनेक अस्त-व्यस्त घटनाएं देखने को मिलती हैं। बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों के उन्नयन के कारण उत्तम किस्म में मंदी की स्थिति देखने को मिलती है। ऑक्स बॉ झील का निर्माण तब होता है जब पाश्विक धारा अपक्षरण के कारण घुमावदार प्रणाली अन्य प्रणाली से पृथक हो जाती है।

जलोढ़ पंखा एवं डेल्टा

आमतौर पर ठहरे हुए जल में जो धारा प्रवाह होता है वे ही डेल्टा का निर्माण करते हैं। डेल्टा तलछट का वह भाग है जिसमें कई क्षैतिज और लम्बवत परतें विद्यमान होती हैं। डेल्टा का निर्माण तब होता है जब धारा बहुत ही वेग के साथ तलछटों को अपने साथ बहा ले जा रही होती है कि अचानक धारा वेग में कमी हो जाती है जिसके परिणामस्वरूप तलछट वहीं पर रुक जाते हैं। अधिकतर डेल्टाओं की सतह छोटी बदल जाने वाली प्रणाली का अनुसरण करती है जो कि नदी से दूर जल और तलछटों को विस्थापित करती हैं। यह धारा अपने द्वारा लाए गए अवशेषों को डेल्टा की विभिन्न सतहों पर वितरित करने का भी कार्य करती है। कुछ डेल्टा जैसे नाइल त्रिभुजीय आकार के होते हैं। मिसीसिपी नामक धारा में भारी मात्रा में तलछट विद्यमान होते हैं और यह तलछट शांत पानी में जाकर ठहरते हैं यह धारा बर्डफुट नामक डेल्टा का निर्माण करती है

अधिकतर डेल्टाओं में तीन प्रकार के तलछट- फॉरसेट (foreset), टॉपसेट (topset) और बॉटमसेट (bottomset) परतें विद्यमान होती हैं। फॉरसेट तलछट मुख्यरूप से डेल्टा का निर्माण करते हैं, यह तलछट डेल्टा के बाहरी किनारों का 5 से लेकर 25 डिग्री के कोण तक निर्माण करते हैं। ढलुआ कोणों का निर्माण अपेक्षाकृत उत्तम किस्म की तलछटों से किया जाता है। फॉरसेट परतों का शीर्ष क्षैतिज आकार की टॉपसेट

परतें होती हैं। यह परतें अनाज के दानों से आकार में कुछ ही भिन्न होती हैं और डेल्टा की सतह पर व्याप्त छोटे बदलते रहने वाले चैनलों द्वारा बनाए जाते हैं फॉरसेट परत का सामने और नीचे का हिस्सा बॉटमसेट कहलाता है। यह परतें अत्यंत ही उत्तम किस्म की रेत और मिट्टी से निर्मित होते हैं। बॉटमसेट का निर्माण तब होता है जब समुद्र से धारा प्रवाह के साथ सबसे उत्तम किस्म का पदार्थ बहकर आता है।

टिप्पणी

जलोढ़ पंखा, बहुत बड़े पंखे के आकार का तलछट होता है जिसपर लट धारा प्रवाहित होती है। जलोढ़ पंखे का निर्माण तब होता है जब धारा अपने साथ भारी भरकम तलछट को लेकर कम धारा वेग के साथ पर्वतीय क्षेत्रों से सामांतर स्थान पर जाती है। जलोढ़ पंखे लट धारा के समान भविष्य में बनने वाले उन तलछटों की सतह के आस-पास बनते हैं जो अपने भीतर समाए जाने वाले पदार्थों को व्यवस्थित कर रहे होते हैं।

4.2.2 वायूढ़ (एओलियन) प्रक्रिया और भूमि के प्रकार

वायूढ़ (Aeolian) प्रक्रिया पृथ्वी की सतह का वह लक्षण है जो कि वायु के कटाव अथवा रचनात्मक क्रिया के कारण दृष्टिगत होता है। ऐसा नहीं है कि यह प्रक्रिया केवल हमारे ग्रह पृथ्वी पर ही होती है अपितु इसे अन्य ग्रहों जिसमें मंगल ग्रह भी शामिल है, पर भी देखा गया है। वायूढ़ प्रक्रिया में हवा सूक्ष्म कणों को अपने साथ उड़ा ले जाती है और अपने वेग से उन्हें एकत्रित भी करती है। वायूढ़ अपक्षरण प्रमुखत: उन्ही स्थानों पर होता है जहां पर अपक्षरण का कारण वायु प्रवाह होता है और जिन कणों को हवा अपने साथ ले जाती है उनमें रेत कीचड़ और मिट्टी सम्मिलित होती है। यह कण चार में से किसी एक प्रक्रिया के द्वारा चढ़ते हैं। जब ये कण सतह पर फिसलते अथवा लुढ़कते हैं तो रेंगने (क्रीप)की प्रक्रिया होती है और जब कण बरनॉली प्रभाव के कारण सतह से ऊपर उठ जाते हैं तो ऊपर उठने (लिफ्ट) की प्रक्रिया होती है। इसी प्रकार जब हवा का बहाव अशांत होता है तो बड़े आकार के कण सालटेशन नामक प्रक्रिया के द्वारा दूर स्थान पर भेज दिए जाते हैं। अंतिम प्रक्रिया में एक कण के दूसरे से टकराने के पश्चात जब दूसरा कण अपने स्थान से हट जाता है तो प्रभावित निष्कासन की प्रक्रिया होती है।

अपक्षरणीय भूमि के प्रकार

वायु अपक्षरण (erosion) से प्रभावित भूमि के प्रकार पृथ्वी की सतह पर शुष्क क्षेत्रों के अलावा कहीं भी सुरक्षित नहीं रह पाते। अन्य सभी स्थानों पर बहता हुआ पानी वायूढ़ भूमि के प्रकार को मिटा देता है। अपक्षरण से जुड़े कई तरह के भूमि प्रकार लेग डिपॉजिट, वेटिंफैक्ट, यारडेंग्स और पान हैं। बड़े आकार की नदी घाटी बहुत ही जटिल होती है और प्राय: वहां पर एक या अधिक वायूढ़ रहित प्रक्रिया काम करती है, इन वायूढ़ रहित प्रक्रियाओं में वास्तुकला, हिमनद एवं जलोढ़ बल शामिल होते हैं।

4.2.3 हिमनद प्रक्रिया और भूमि के प्रकार

मध्य एवं उच्च अक्षांश और ऊंचे पहाड़ी वातावरण में परिदृश्य को आकार देने में हिमनद बहुत ही महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। उनमें मृदा एवं चट्टानों के अपक्षरण, कचरे को निष्कासित करने और कचरे को संग्रहित करने की क्षमता कमाल की होती है। पिछले हिमनद काल के दौरान हिमनदों की उपस्थिति के कारण 50 मिलियन वर्ग किमी से भी अधिक का सतही भौगोलिक भूमि क्षेत्र इनसे प्रभावित था।

टिप्पणी

एक हिमनद के आधार में प्रमुखत: दो बड़ी अपक्षरण की प्रक्रियाएं होती हैं, पहली प्रक्रिया हिमनद के भीतर होती है जिसमें बड़ी मात्रा में बिखरे हुए चट्टानी कण और कचरा गतिशील हिमनद के साथ मिलकर पिघल जाती है अथवा पुन: जम जाती है। दूसरी अपक्षरण की प्रक्रिया में हिमनद की भीतरी सतह पर मौजूद हिम के ऊपर एकत्रित चट्टानी कणों और कचरे के साथ अपघर्षक क्रिया होती है। इस अपघर्षक क्रिया को परिमार्जन (स्करिंग) के नाम से जाना जाता है, परिमार्जन के कई लक्षण होते हैं इसका सबसे सहज लक्षण यह है कि इसे चट्टानों पर विभिन्न खरोचों के तौर पर देखा जा सकता है। कुछ मामलों में यह अपघर्षक क्रिया चट्टानों की सतह को चिकना भी कर देती हैं। इस भौगोलिक लक्षण को हिमनद पॉलिश (glacial polish) के नाम से भी जाना जाता है। परिमार्जन की यह अपघर्षक क्रिया एक उत्तम किस्म की मिट्टी का भी निर्माण करती है जिसे द्रवित रूप में परिवर्तित हो चुके हिमनद दूर भेज देते हैं। इस प्रक्रिया के परिणामस्वरूप द्रवित रूप में आ चुके हिमनद देखने में हल्के और बादल की भांति प्रतीत होते हैं और इन्हें दूधिया हिमनद की संज्ञा दी जाती है।

हिमनद के भीतर जो दूसरी बड़ी अपक्षरण की क्रिया होती है उसे उखड़ने (प्लकिंग)की क्रिया के नाम से जाना जाता है, इस क्रिया में गतिशील हिमनद से कण विभक्त होकर अलग हो जाते हैं इस प्रक्रिया में हिम कण चट्टानों की सतह पर जो खरोचें होती हैं उनमें जम जाते हैं। जब हिमनद का प्रमुख भाग गतिशील होता है तो खरोचों के भीतर जो भी बर्फ विद्यमान होती है वो उखड़ जाती है। उखड़ने की इस प्रक्रिया की तीव्रता चट्टानों के ऊपरी छोर पर सबसे अधिक होती है। उखड़ने की यह क्रिया जब हिम अपघर्षक की क्रिया के साथ मिलती है तो एक विषम लक्षण परिस्थिति का निर्माण करती है जिसे रोच माउंटनी के नाम से जाना जाता है। रोच माउंटनी बर्फीली तरफ से तो चिकनी होती है जबकि विपरीत तरफ से ढलुआ और कटी-फटी होती है।

हिमनद आमतौर पर भूमि की सतह पर बहुत कम प्रतिरोध से बहते हैं। घाटी में एक ऊंचे हिमनद के प्रवाह के कारण हिमनद फूली हुई हिम को हिमनद के थूथन (Snout) पर उत्पन्न करता है जिसे लॉब के नाम से जाना जाता है। जैसे-जैसे लॉब (lobe) घाटी में गतिशील होता है इसका सामना आस-पास की दूसरी घाटियों पर निर्मित लॉब से होता है। इन हिमनादों का आकार आस पास की अन्य घाटियों से आने वाले प्रवाह से बड़ा होता जाता है।

पर्वतीय क्षेत्रों में अनेक प्रकार की ऐसी अपक्षरणीय क्रियाओं का अवलोकन किया जा सकता है जिन्होंने हिमनद के कारण होने वाले अपक्षरण का सामना किया हो। इन अपक्षरणों में से अधिकांश ऊंची पहाड़ी घाटी जो हिमनादों के प्रवाह को मार्ग दिखाती है, के निचले भाग अथवा दोनों तरफों को प्रभावित करते हैं। इस अपक्षरण के कारण हिमनद घाटी की जैसे-जैसे समय बीतता है, नीची और दोनों तरफ से चौड़ी और गहरी हो जाती है। हिमनद अपक्षरण के परिणामस्वरूप घाटी के अनुभागीय पार में भी बदलाव आता है। हिमनद घाटी का आकार स्पष्टत: यू (U) शेप का होता है जो कि धारा अपक्षरण के कारण बने वी (V) आकार के बिल्कुल विपरीत होता है।

हिमनद सामान्यत: भूमि की सतह पर बहुत ही कम प्रतिरोध वाले मार्ग से प्रवाहित होते हैं, एक घाटी में ऊंचे पहाड़ों वाले क्षेत्र की बड़ी घाटी में जब निकटवर्ती छोटी छोटी घाटियों का आगमन होता है तो वे प्रमुख घाटी की निचली सतह से उन्नयन के चलते कुछ ऊपर ही स्थित रहने को बाध्य होते हैं। भूवैज्ञानिक इस तरह की घाटी को लटकती

हुई घाटी के नाम से पुकारते हैं। लटकती हुई घाटी का निर्माण दो कारणों से होता है- (1) विशाल और बहुत ही बड़े पैमाने के हिमनद बहुत बड़े पैमाने पर अपक्षरण भी करते हैं जिसके फलस्वरूप बहुत ही गहरी घाटी का निर्माण होता है। और (2) कुछ घाटियों को हिमनद से निकले अत्यधिक हिम का सामना करना पड़ता है जिसके परिणाम स्वरूप बड़ी मात्रा में अपक्षरण और बहुत गहरी घाटियां बन जाती हैं। बहुत सी लटकती हुई घाटियों के पास आश्चर्यचकित कर देने वाले झरने भी होते हैं।

टिप्पणी

ऊंचें पहाड़ी क्षेत्रों में होने वाले हिमनद अपक्षरण की अन्य विशेषताओं की बात करें तो इसमें गह्वर (cirgues), विषाण (horns) और वाहिका (arêtes) होती हैं हिमनद घाटी के शीर्ष पर में जो कटोरी के आकार की गहराई दिखाई देती है उसे गह्वर (सर्क) के नाम से जाना जाता है। पहाड़ी क्षेत्रों के अधिकतर हिमनद गह्वर ऊंचे पहाड़ी क्षेत्रों का वह स्थान होता है जहां पर हिमनद की बर्फ पहली बार संचित होती है और हिमनादों की हिम में परिवर्तित हो जाती है। जो हिमनद गह्वर से भरे होते हैं उन्हे ही गह्वर की संज्ञा दी जाती है। विषाण वे त्रिकोणीय चोटियां होती हैं जब किसी पहाड़ को बहुत से गह्वर तीन या फिर उससे अधिक तरफ से तराशते हैं। दुनिया के एक प्रसिद्ध विषाण की बात करें तो इसमें स्विट्जरलैण्ड में आल्प्स पर्वतमाला पर स्थित मैटरहॉर्न का नाम आता है। वाहिका ऊंचे पहाड़ी क्षेत्रों में पाई जाने वाली संकीर्ण दांतेदार चोटियां होती हैं। वाहिकाओं का निर्माण तब होता है जब दो विपरीत गह्वर के पिछले भाग के द्वारा पर्वत के ऊपरी चपटे भाग का अपक्षरण हो जाता है।

हिमनद घाटी में ढलान और निचली ढाल का जमाव का पाया जाना एक सामान्य बात है इसका कारण यह है कि ऊंचे पहाड़ी क्षेत्रों में हिमनद का क्षेत्र होने के कारण बर्फ जमने की प्रक्रिया निरंतर होती रहती है और इस कारण बर्फ के गोलों का निर्माण भी बड़ी मात्रा में होता है। इस तरह का मौसम चट्टानी परतों को नुकीले खंडों में विभाजित कर देता है जबकि चट्टानों की निचली सतह की ढाल पर ढलान के रूप में संचित हो जाता है। ऊंचे पहाड़ी क्षेत्रों द्वारा जो मलबा ले जाया जाता है वो घाटी के उसी स्थान से आता है जहां पर ढलान संचित होती है।

महाद्वीपीय हिमनद (continental glaciers) द्वारा जिन अपक्षरण भूमि प्रकार का निर्माण किया जाता है वे सामान्यत: ऊंचे पहाड़ी क्षेत्रों के हिमनद अपक्षरण से अपेक्षाकृत कम स्पष्ट होते हैं। ऊंचे पहाड़ी क्षेत्रों के हिमनद अपक्षरण की ही तरह महाद्वीपीय हिमनद द्वारा किया गया अपक्षरण परिदृश्य की स्थलाकृतियों के चलन का ही अनुसरण करता है। महाद्वीपीय हिम परत बहुत ही गहन होती है जिनका क्षेत्रफल 1000 से 3000 मीटर तक होता है। इन हिमनादों का फैलाव हर तरफ होता है पर इनकी सबसे बड़ी विशेषता अपक्षरण की बहुत ही शक्तिशाली ताकत ही मानी जाती है। कनाडियन कवच (Canadian shield) घर्षण के प्रभाव को दिखाता है और इससे चट्टानों की सतह पर हिमनद पॉलिश (glacial polish) और स्ट्रिेरेशन (striations) का निर्माण होता है। कुछ क्षेत्रों में महाद्वीपीय हिम परत पहले से निर्मित वी (V) आकार की धारा घाटी के स्थान पर यू (U) आकार की विशालकाय घाटी का निर्माण करती हैं। अन्य क्षेत्रों में महाद्वीपीय हिम परत के कारण जिस अपक्षरण का निर्माण होता है, वे गाढ़े व उथले जलाशयों का निर्माण झील के रूप में करते हैं। कनाडियन कवच पर अनेक झील, जिनमें महान झील (Great Lake) भी शामिल है का निर्माण हिमनद अपक्षरण के कारण हुआ है।

टिप्पणी

हिमनद निक्षेपण

हिमनद की सतह का एक बड़ा भाग तलछट और चट्टानी मलबे की परत का होता है। यह मुख्यत: हिमनद के थूथन (snout) के पास व्याप्त होता है जहां पर ज्यादातर बर्फ तो गायब हो जाती है केवल अपक्षरण और तलछट ही पीछे रह जाता है। हिमनद की बर्फ में तलछट दो प्रकार से सम्मिलित होता है। बर्फ के तल पर भारी मात्रा में तलछट को घर्षण और तोड़ कर उठाया जाता है। ऊंचे पहाड़ी क्षेत्रों में कई प्रकार के मास मूवमेंट के द्वारा हिमनादों की सतह पर तलछट को जमा किया जाता है। हिमनादों की बर्फ में जो मलबा जमा होता है उसमें से अधिकतर हिमनादों की बर्फ लगातार बहने के कारण थूथन पर जमा हो जाता है। थूथनों से यह पदार्थ सीधे बर्फ पर भेजा जा सकता है या फिर यह पिघले हुए पानी के प्रवाह के द्वारा भी संचित किया जा सकता है। भूवैज्ञानिक दूसरी तरह से संचित मलबे को नदी संबंधी हिमनद संचित कहते हैं। बर्फ द्वारा जिस पदार्थ को संचित किया जाता है उसके लिए टिल या मोरेन शब्द का प्रयोग किया जाता है। हिमनद द्वारा सभी संचित चाहे विशाल हो या छोटे को हिमनद ढेर कहा जाता है।

गोलक (टिल) अस्तरित तलछट के विविध प्रकारों का एक मिश्रित रूप है जिसमें विशालकाय ढेर को मिट्टी के छोटे-छोटे कणों में विभक्त कर दिया जाता है। जब इन गोलकों का संचयन हिमनद के किनारों पर होता है तो यह अनियमित चोटियों और मिट्टी के टीलों का निर्माण करने के लिए बाध्य होता है, जिन्हें हिमोद्र कहा जाता है। टरमिनल हिमोद्र वह संचय होता है जो हिमनद की सबसे अग्रिम दूरी को अकिंत करता है। हिमनद के खिसकने पर हिमोद्र संचय पड़ाव का निर्माण करता है जिसे अपगमन हिमोद्र कहा जाता है। जो मलबा घाटी के किनारे की ढाल से संकीर्ण बेल्ट के आकार में बहता है पार्श्विक हिमोद्र कहा जाता हैं। जब दो हिमनद एक साथ बहते हैं तो दो पार्श्विक हिमोद्र मिल कर एक मलबे की तटवर्ती बेल्ट का निर्माण करते हैं जिसे मध्यवर्ती हिमोद्र कहा जाता है। एक समतल गोलक विशाल और अपेक्षाकृत समतल गोलक होता है जिसका निर्माण तब होता है जब हिमनद से बर्फ की एक परत अलग हो जाती है और किसी अन्य स्थान पर पिघल जाती है। कभी कभी समतल गोलक पर जो तलछट होता है उसमें बड़ी मात्रा में बोल्डर भी शामिल होता है। यदि इन बोल्डरों को इनके मूलस्थान से हटाकर दूर स्थान पर विस्थापित कर दिया जाए तो इसे भ्रमणशील बोल्डर कहा जाता है।

नदी संबंधी हिमनद संचय सामान्यत: कणों के आकर में बहुत हद तक स्तरीभूत और वर्गीकृत होता है। आउटवाश संचय का निर्माण तब होता है जब हिमनद के थूथन पर पिघली हुई हिम धारा से रेत का अपक्षरण, विस्थापन और संचयन होता है और हिमनद के सामने वाले क्षेत्र पर गोलक संचय के रूप में जमा हो जाता है। आउटवॉश समतल का निर्माण तब होता है जब हिमनद की पिघली हुई हिम धाराएं मलबे का संचय हिमनद के पास कर देती है।

नदी संबंधी हिमनद संचय का संबंध हिमनद के सामने निष्क्रिय बर्फ के पिघलने से है। जब मलबे से भरा हुआ जल हिम दरारों में पहुंचता है तो शंकु आकार वाले ढेर और कंकड़ जिन्हें केम के नाम से जाना जाता है, का निर्माण होता है। बहुत से केम प्राय: यहां पर अथवा हिमोद्र के किनारे पर पाए जाते हैं।

बर्फ के नीचे बर्फ की सुरंगों में हिमनद पिघले हुए बर्फीले पानी के प्रवाह को भी अपने साथ शामिल कर सकता है। इन हिमनद धाराओं के अधस्थलों का निर्माण रेत और कंकड़ की परतों से होता है। जब पिघले हुए बर्फीले पानी की सुरंगों के आस पास की

बर्फ पिघल कर पानी का रूप ले लेती है तो रेत और कंकड़ के कवच पृथ्वी की सतह पर घुमावदार मेड़ों का रूप ले लेती है जिसे ऐस्कर्स के नाम से जाना जाता हैं।

टिप्पणी

महाद्वापीय हिमनद की एक और विशेषता यह है कि यहां पर गोलकों के चोटीनुमा या पहाड़ीनुमा संचित होते हैं जिन्हें **ड्रमलिन्स (drumlins)** के नाम से जाना जाता है। ड्रमलिन्स प्रायः न्यूयॉर्क, विसकॉनसिन (संयुक्त राष्ट्र अमेरिका), ऑनटारियो (कनाडा) नामक स्थानों पर बड़ी संख्या में होते हैं। इन हिमनादों का सरल आकार झुके हुए कटोरे की तरह होता है। हिमनद के गतिशील होने की जो सामान्य दिशा होती है हल्की पतली होती ढलान ड्रमलिन्स बिन्दु का अंत होती है। ड्रमलिन्स कई दिशाओं में आते हैं। इनकी लंबाई 100 500 मीटर तक हो सकती है जबकि ऊंचाई 200 मीटर तक बढ़ सकती है। इनके निर्माण की व्याख्या से जुड़े कुछ सिद्धांत सामने आते हैं जिनमें से सबसे अनुमानित सिद्धांत यह कहता है कि इनका निर्माण तब होता है जब अग्रिम हिमनादों की नींव में भीगी हुई जमीनी गाद कीचड़ बनकर खाई में ऊपर उठ जाती है तब जैसे-जैसे हिम आगे बढ़ती है तो गाद फैलकर धारा प्रवाह का आकार ले लेती है।

जब हिमनद तेजी से वापसी करते हैं तो हिम के अनगिनत खंड हिमनद के मुख्य भाग से अलग हो जाते हैं। यदि तब हिमनद का बहाव हिम के आस-पास ही होता है तो बर्फ के पिघलने पर सतह पर गढ्ढा बन सकता है जिसे केटल होल कहा जाता है। केटल होल आमतौर पर हिमोद्र या आउटवॉश समतल संचित पर पाए जाते हैं। विशालकाय केटल होल जो जल पटल के नीचे तक पहुंच जाते हैं, वे एक झील की शक्ल ले सकते हैं।

4.2.4 कार्स्ट भूमि के प्रकार

कार्स्ट (Karst) भूमि प्रकार पृथ्वी की सतह (भूमि) पर जल निकासी या फिर झरने में निस्सरण की एक विशेषता है। इस शब्द की उत्पत्ति क्रस से हुई जोकि पश्चिमी स्लोवेनिया का एक क्षेत्र है जहां पर पहली बार प्रारूपिक कार्स्ट भूमि प्रकारों जैसे सिंकहोल्स, केव्स, प्राकृतिक पुल और डूबती धाराओं पर विस्तार से शोध किया गया। कार्स्ट भूमि प्रकार बहते पानी द्वारा बनाए गए भिन्न भूमि प्रकार हैं जो बहुत ही महत्वपूर्ण होते हैं। इसमें जल का मार्ग सामान्य प्रवाह की प्रणाली जिसमें जल सतह पर बहता है, होने के बजाय उपायी सुरंग प्रणाली द्वारा भूमिगत होता है। कार्स्ट भूमि प्रकार का विकास उन क्षेत्रों तक ही सीमित रहता है जहां पर अपेक्षाकृत विलयशील चट्टानें, प्रधानतः चूना पत्थर, डोलोमाइट्स (कार्बोनेट चट्टानें), जिप्सम और अनायड्राइट (सल्फेट चट्टानें) पाई जाती हैं। पृथ्वी की सतही भूमि का लगभग आठ प्रतिशत भाग कार्स्ट भूभाग है। कनाडा में 1.2 मिलियन वर्ग का क्षेत्र पृथ्वी की सतह से ऊपर निकला ऐसा चट्टानी अंश है जो कार्स्ट चट्टान कहलाता है। यह कनाडियन शील्ड को छोड़कर सभी भूगर्भीय क्षेत्रों में समान होते हैं।

कार्स्ट प्रक्रिया

कार्स्ट भूभाग के निर्माण के लिए दो मूल प्रक्रियाएं बहुत ही महत्वपूर्ण हैं। जिप्सम, अनायड्राइट और बहुत ही विलयशील आणविक पदार्थ जैसे कि प्राकृतिक नमक जो कि पानी में पूरी तरह घुल जाता है। उदाहरण के लिए जिप्सम एक लीटर पानी में तब तक घुलनशील होता है जब तक एक लीटर पानी (25 डिग्री सेल्सियस) में 2500 मिली. ग्राम जिप्सम नहीं घुल जाता। तब यह घोल संतृप्त हो जाता है और जिप्सम परत की तलछट की तरह हो सकता है जैसे खनिज पदार्थ का यकायक प्रकट होना। केलसाइट (चूना पत्थर वाले खनिज पदार्थ) और डोलोमाइट मुख्यतः कारबोनिक अम्ल (जिसकी उत्पत्ति जल में

टिप्पणी

पर्यावरणीय कार्बन डाईऑक्साइड (CO_2) के घोल द्वारा होती है) द्वारा घुलनशील है। चूना पत्थर घोल का भूमंडलीय अनुपात वातावरण में जल एवं CO_2 की मात्रा की उपस्थिति के कारण नियत होता है। CO_2 मृदा में उच्च सघनता बनाती है जबकि जल रिसाव से यह विलीन हो जाती है। नमी (थर्मोडायनैमिक समतुल्यता) होने पर घुले हुए कैलेसाइट की सघनता की श्रेणी 50 मि. ग्रम से लेकर एक लीटर के आस-पास गुनगुने पानी और 250 मि. ग्राम प्रति लीटर गहरे ठंडे अधोभूमि के पानी में होती है। चूना पत्थर घोल की श्रेणी रेगिस्तानी क्षेत्र में प्रति वर्ष 5 मीटर क्यूब से कम और बहुत ही ठंडे क्षेत्रों में 100 मीटर क्यूब प्रति वर्ग किलो मीटर से अधिक वर्षा वनों में होती है।

सिंकहोल

सिंकहोल (Sinkhole) एक कटोरेनुमा, नली या सिलेण्डर के आकार वाली मंदी भूमिगत जल पोषित अवस्था है।

करेन

सबसे अधिक मात्रा में पाई जाने वाला भूमि प्रकार छोटा हल बिल, नाली और छोटी नदी को करेन (Karen) नाम से जाना जाता है। इसकी एकल विशेषताएं मुश्किल से लंबाई और गहराई में 10 मीटर से अधिक नहीं होती परन्तु प्राय: यह बहुत बड़े क्षेत्रफल का विच्छेदन करने के लिए चूना पत्थर पटरी का प्रयोग करते हैं। हल पटरी विशेषत: आइल डी एंटीकॉस्टी क्यू, ब्रूस पेनिनसूला और मनटीयोलिन द्वीपों पर ही दिखाई देती है। हैमिलटन, मॉन्टरियल, ओटावा आदि शहरों में छोटे-छोटे धब्बे दिखाई देते हैं। महानगर विनिपेग में लगभग 3500 वर्ग किलो मीटर की बिनिथलेटर हिमनद झील की मिट्टी की विलियन पटरी का संरक्षरण किया गया है और उसे महत्वपूर्ण औद्यौगिक जल संग्रह की पूर्ति दी गई है। नॉरमेन वेल के पश्चिमी क्षेत्र के करकाजू स्थान पर प्रभावशाली पटरी स्थित है। उत्तर की तरफ, चट्टानी परतों में स्थित दरारों को भरने के लिए उनके बीच बर्फ का प्रवेश होने से चट्टानी परतें प्रबल हो जाती है उन्हें उत्तर ध्रुवीय प्रदेश कनाडा के विस्तरित कार्बोनेट चट्टानी क्षेत्र के मलबे वाले क्षेत्र पर भीषण रूप से फैला दिया जाता है।

समस्या के समाधान के तौर पर कार्स्ट भूमि प्रकार सिंकहोल हैं यह एक कटोरे नुमा, नली या सिलिण्डर के आकार वाली मंदी भूमिगत जल पोषित अवस्था है। ऐसा संभव है कि यहां पर कुछ समय के लिए अथवा स्थाई तौर पर एक तालाब का निर्माण हो जाए। सिंकहोल की लंबाई अथवा व्यास की श्रेणी 10 से 100 मीटर तक होती है। अधिकतर का निर्माण कीप पर केन्द्रित हल के द्वारा अथवा गुफा की छत के गिरने से होता है। दक्षिणी ससकटचेवन में, गूफा में नमक वाली छत के गिरने का क्षेत्रफल 1000 मीटर तक घुलनशील चट्टानों पर फैल जाता है जिससे कि सतह पर छिछले सिंकहोल की उत्पत्ति हो गई है।

प्राय: सिंकहोल रेखा या फिर झुंड में बनते हैं। कुछ कार्स्ट में इनकी आवृति 500 प्रति वर्ग किलो मीटर तक हो जाती है जिससे उस क्षेत्र का आकार सीप जैसा प्रतीत होता है। कनाडा के दक्षिणी भाग में ऐसे हजारों नाम हैं जिनमें पश्चिमी न्यूफाउंडलैण्ड के जिप्सम क्षेत्र से लेकर वेनकुवर द्वीप का लाइमस्टोन शामिल है। इस श्रृखंला में कई विशाल प्रभावी उदाहरण वुड बफलो नैशनल पार्क में, फ्रैंकलिन पर्वत पर और ग्रेट बियर झील के पश्चिमी क्षेत्र में जहां पर लाइमस्टोन और डोलोमाइट जिप्सम की गुफा में गिरते हैं। प्रत्येक वर्ष यहां पर कुछ नई गिरने की क्रिया होती है और कुछ पलों में ही छेद दिखाई

देने लगते हैं। न्यूफाउंडलैण्ड और नोवा स्कोटिया के उन भागों में जहां जिप्सम क्षेत्र हैं यह बाधाएं सामने हैं जिनका हल तलाशना जरूरी है।

टिप्पणी

शुष्क घाटी

विशालकाय कार्स्ट भूमि प्रकार में शुष्क घाटी (dry valleys) और तंग घाटी, पिछली नदियों द्वारा बनाए गए तक्ष जो कि अब भूमिगत मार्ग से बहते हैं, और पोलजेस जोकि ऐसे बड़े सिंकहोल हैं जिनके साथ जलोढ़, समतल जमीन होती है। जैस्पर नेशनल पार्क स्थित मेडिसिन लेक एक पोलजे है जो 6 किलो मीटर से 1 या 2 किलो मीटर हो सकती है। मालीजिन नदी इसमें आकर सूख जाती है और गर्मी के मौसम में जब बर्फ पिघलती है तो 25 मीटर तक गहरी कर देती है। सर्दी के मौसम में झील पोजेल तल पर एक छोटे तालाब सिंकहोल में सिमट जाती है। रिसता हुआ पानी 16 किलो मीटर उत्तर पश्चिम की तरफ मालिजिन संकीर्ण गहरी नदी की सतह पर 60 स्रोतों में बहता है। प्रति सेकेण्ड इस पानी का औसत 65 मीटर क्यूब तक बढ़ सकता है इसे कनाडा के सबसे बड़े कार्स्ट स्रोत के तौर पर पहचाना जाता जाता है। ऐसे कई अन्य स्रोत भी हैं जिनका शीर्ष प्रति सेकेण्ड निस्सरण 10 मीटर क्यूब तक बढ़ सकता है।

कार्स्ट और हिमनादीकरण

कार्स्ट भूमि (Karst Land Form) प्रकार का विकास कनाडा में अन्य ऐसे देशों के मुकाबले अधिक है जो हिमनादीकरण की प्रक्रिया से बार बार गुजरते हैं। हिमनद की क्रिया के द्वारा जो अपक्षरण होता है वह अत्यधिक कार्स्ट का निर्माण करता है। सबसे उत्तम कार्स्ट भूमि प्रकार, नहान्नी कार्स्ट मैक्केन पर्वतों पर मिलता है जहां पर सौ हजार सालों से हिमनादों को सहेज कर रखा गया है। कुछ महत्वपूर्ण कार्स्ट भूमि प्रकार का विकास बिना किसी बाधा या विघ्वंस के होता है जिसमें सौ से भी अधिक जो 150 मीटर तक गहरे, एक दूसरे को काटती हुई विशाल नालियां प्राकृतिक भूल–भुलैया, बहुत से पोलजे और शुष्क गहरी संकीर्ण घाटी का निर्माण करते हैं। कार्स्ट के कुछ भाग काफी अग्रिम स्तर तक पहुंच चुके हैं, वे बचे हुए अवशेष से चट्टानी खंभों और प्राकृतिक पुलों का भी निर्माण करते हैं। इसकी यह सभी विशेषताएं उत्तरी अक्षांशों में बहुत ही कम देखने को मिलती हैं।

करेन का एक घना कार्स्ट भूमि प्रकार, छोटे सिंकहोल और असंख्य गुफाएं उत्तरी वेनकॉवेर द्वीप पर स्थित डॉगल्स फिर में चूना पत्थर से ढकी चोटी पर विकसित होती है। यह भूमि प्रकार वनों की उपस्थिति बनाए रखने के लिए कुछ बाधाएं भी उत्पन्न करते हैं जबकि पूरी तरह से कटाई करने पर सतह और भूमिगत कार्स्ट दोनों को गंभीर रूप से हानि पहुंच सकती है।

ऊंचे पहाड़ी क्षेत्र के कार्स्ट, करेन के भाग और डंडानुमा सिंकहोल जो वृक्ष रेखा के ऊपर होते हैं और गहरी गुफा में खींच ले जाते हैं, यह रॉकी पर्वत और वेनकॉवेर द्वीप पर पूरी तरह से विकसित होते हैं।

4.2.5 समुद्री प्रक्रियाएं

सागरीय प्रक्रिया एवं इनके द्वारा निर्मित स्थलाकृति (Marine Process and Resulting Landforms)

दुनिया का तटीय वातावरण विभिन्न प्रकार की स्थलाकृतियों से मिलकर बना है, ये अपने आकार और आकृति में भिन्न होते हैं और इनका विस्तार धीमे ढलान वाले समुद्र

टिप्पणी

तटों से लेकर ऊँची चट्टानों तक होता है। फिर भी तटीय स्थलाकृतियों को दो व्यापक श्रेणियों में बहुत बेहतर ढंग से समझा जा सकता है : अपरदनात्मक एवं निक्षेप जनित। वास्तव में, किसी भी तट की समग्र प्रकृति को इन श्रेणियों में से एक या दूसरे के रूप में वर्णित किया जा सकता है। हालांकि, यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि दो प्रमुख स्थलाकृति प्रकारों में से प्रत्येक तट पर किसी भी स्थलाकृति का निर्माण हो सकता है।

तटीय लक्षणों के गठन के कारक और बल (factors and forces in coastal features)

तट के साथ विकसित और बनी रहने वाली भू–आकृति, तटीय क्षेत्र में मौजूद तलछट और चट्टानों पर कार्य करने वाली प्रक्रियाओं के संयोजन का परिणाम है। इनमें से सबसे प्रमुख प्रक्रियाओं में लहरें और वे धाराएँ शामिल होती हैं जो ज्वार के साथ उत्पन्न होती हैं। अन्य कारक जो तटीय आकृति विज्ञान को काफी प्रभावित करते हैं वे जलवायु और गुरुत्वाकर्षण हैं।

लहरें (waves)

सभी तटीय प्रक्रियाओं में सबसे स्पष्ट समुद्र तट की ओर बढ़ने वाली तरंगों की निरंतर गति है। लहरें किसी भी स्थान पर समयानुसार आकार में भिन्न होती हैं और एक स्थान से दूसरे स्थान पर अलग–अलग भी होती हैं। लहरें समुद्र तल के साथ भी क्रिया करती हैं जब वे उथले पानी में यात्रा करती हैं। नतीजतन, तलछट अस्थायी रूप से निलंबित हो जाते हैं और और तटीय धाराओं के साथ यात्रा के लिए उपलब्ध होते हैं। जितनी बड़ी लहर होगी, उतने ही गहरे पानी तक इसकी प्रक्रिया होगी और उतने ही ज्यादा तलछट इसके द्वारा अपने साथ ले जाया जा सकता है। यहां तक कि छोटी तरंगें जो केवल दस सेंटीमीटर ऊंची होती हैं, वे किनारे तक पहुंचकर अपने साथ रेत लेकर जा सकती हैं। बड़ी लहरें कोबल्स और रॉक मटीरियल के साथ साथ बोल्डर तक को लेकर जा सकती हैं। आम तौर पर, छोटी लहरें तलछट और रेत को तट की ओर लेकर जाती हैं और समुद्र तट पर जमा कर देती हैं। आम तौर पर तूफानों के दौरान बड़ी लहरें, समुद्र तट से तलछट को हटाकर अपेक्षाकृत गहरे पानी में जमा करने के लिए जिम्मेदार होती हैं। लहरें, तटबंध के किनारे को काफी हद तक घर्षण द्वारा नष्ट कर देती हैं। लहरों में निलंबित तलछट के कण, विशेष रूप से कंकड़ और बड़े रॉक मलबे, सतह पर उतना ही प्रभाव डालते हैं जितना रेगमार (sandpaper) करता है। लहरों में काफी बल होता है और इसलिए इनके प्रभाव से तटबंध टूट सकता है।

तटवर्ती धाराएं (longshore currents)

लहरें आमतौर पर तट से बिल्कुल समांतर बहने की बजाय एक तीक्ष्ण कोण के साथ इससे टकराती हैं। इसके कारण, लहरें उथली या अपवर्तित होती हैं क्योंकि वे उथले पानी में प्रवेश करती हैं, जो बदले में किनारे के साथ एक धारा उत्पन्न करती हैं और जो इसके समानांतर होती हैं। इस तरह की धाराओं को तटवर्ती धारा (longshore current) कहा जाता है। ये तटरेखा से टूटती लहरों के क्षेत्र से बाहर निकलती हैं। वर्तमान की गति तरंगों के आकार और उनके दृष्टिकोण के कोण से संबंधित है। विषम परिस्थितियों के अंतर्गत, दीर्घावधि धाराएं केवल 10–30 सेंटीमीटर प्रति सेकंड की गति से चलती हैं। हालांकि, तूफानी परिस्थितियों में वे एक मीटर प्रति सेकंड से अधिक गति

से गतिशील हो सकती हैं। लहरों और धाराओं का लंबे समय तक का संयोजन तटरेखा के किनारे बड़ी मात्रा में तलछट का संवहन करता है और ये तलछट तटरेखा से सटे हुए होते हैं।

टिप्पणी

तटवर्ती धाराएं, लहरों के तट के निकट आने और अपवर्तित होने के कारण उत्पन्न होती हैं, वे तट के साथ किसी भी दिशा में जा सकती हैं। यह दिशा हवा की दिशा का एक परिणाम होती है, जो कि लंबे समय तक धाराओं की दिशा और तटरेखा के साथ तलछट के संवहन के निर्धारण करने में महतवपूर्ण कारक है।

हालांकि एक लंबे समय तक की धारा तलछट में प्रवेश कर सकती है यदि यह पर्याप्त तेजी से चलती है। लहरें आमतौर पर तलछट को नीचे से ऊपर ले जाती हैं और तटवर्ती धाराएं इसे तट के साथ स्थानांतरित करती है। कुछ स्थानों पर तट के साथ शुद्ध तलछट का संवहन एक बड़ी मात्रा में होता है जोकि हवा के एक ही दिशा में बहने का परिणाम होता है। यह मात्रा 100,000 घन मीटर प्रति वर्ष तक हो सकती है। अन्य स्थान तरंग दृष्टिकोण में अधिक संतुलन का अनुभव कर सकते हैं, जो एक दिशा में लंबे समय तक वर्तमान और तलछट संवहन का कारण बनता है, दूसरी दिशा में समान प्रक्रिया द्वारा लगभग संतुलित होता है।

तरंगिका (Rip currents)

तरंगिका, लहर गतिविधि के कारण उत्पन्न होने वाला एक अन्य प्रकार का तटीय प्रवाह है। जैसे–जैसे लहरें समुद्र तट की ओर बढ़ती हैं, पानी का कुछ भाग भी तटरेखा की ओर संवहन होता है। इस प्रकिया में जल स्तर में एक मामूली लेकिन महत्वपूर्ण ऊपर की ओर ढलान की ओर जाता है, ताकि तटरेखा पर पूर्ण जल स्तर कुछ सेंटीमीटर से अधिक ऊँचा हो, यह सर्फ जोन से परे होता है। यह स्थिति अस्थिर है, और ढलान वाले पानी की अस्थिरता को दूर करने के प्रयास में सर्फ क्षेत्र के माध्यम से पानी समुद्र की ओर आगे बढ़ता है। समुद्र की ओर होने वाला पानी का प्रवाह आमतौर पर संकरे रास्तों तक ही सीमित है। ज्यादातर मामलों में, तरंगिका को नियमित रूप से फैलाया जाता है और प्रति सेकंड करीब दस सेंटीमीटर तक की गति से प्रवाह होता है। वे अपने साथ तलछट ले जा सकते हैं और अक्सर सर्फ जोन के माध्यम से बाहर जाने वाले निलंबित तलछट के ढेर से पहचाने जाते हैं। कुछ इलाकों में तरंगिका एक ही साइट पर महीनों तक बनी रहती है, जबकि अन्य में वे काफी अल्पकालिक होती हैं।

ज्वार (Tides)

खगोलीय स्थितियों के कारण समुद्र के स्तर में वृद्धि और गिरावट नियमित और अनुमानित है। जल स्तर में यह दैनिक या अर्ध–दैनिक परिवर्तन एक बड़ी सीमा में होता है। कुछ तटों के साथ ज्वारीय सीमा 0.5 मीटर से कम होती है, जबकि दक्षिणपूर्वी कनाडा में फंडी की खाड़ी में ज्वार की अधिकतम रेंज 16 मीटर से अधिक है। तटों का एक सरल लेकिन उपयोगी वर्गीकरण किसी अन्य कारक की परवाह किए बिना पूरी तरह से ज्वार की सीमा पर आधारित है। इसका वर्गीकरण तीन श्रेणियों में किया गया हैं : अल्प–ज्वारीय (दो मीटर से कम), मध्यम–ज्वारीय (दो से चार मीटर) और दीर्घ–ज्वारीय (चार मीटर से अधिक)। अल्प–ज्वारीय तटों में दुनिया के तटों का बड़ा प्रतिशत है, लेकिन अन्य दो श्रेणियां भी व्यापक हैं।

टिप्पणी

तटीय भू–आकृतियों को ढालने में ज्वार की भूमिका दुगनी होती है : (1) ज्वारीय धाराएं बड़ी मात्रा में तलछट का संवहन करती हैं और आधार चट्टानों का अपरदन भी करती है और (2) ज्वार में पानी के स्तर का बढ़ना और गिरना पानी की गहराई बदलने और तटरेखा की स्थिति के साथ तरंग ऊर्जा को भी वितरित करता है।

ज्वारीय धाराएं उसी तरह से तलछट का संवहन करती हैं, जैसा कि लंबे समय तक चलने वाली धाराएं करती हैं। तलछट (आम तौर पर रेत) का संवहन करने के लिए आवश्यक गति केवल कुछ शर्तों के अंतर्गत उत्पन्न होती है – आमतौर पर प्रवेश द्वार, ज्वारनद के मुहाने पर, या किसी अन्य स्थान पर जहां तट में एक संकुचन होता है जिसके माध्यम से उच्च और निम्न ज्वार का प्रवाह होता है। खुले तट पर ज्वारीय ध ाराएँ, जैसे समुद्र तट या चट्टानी तट, तलछट संवहन के लिए पर्याप्त रूप से तेज नहीं होती हैं। हालांकि, संकुचित क्षेत्रों में ज्वार की धाराओं की गति दो मीटर प्रति सेकंड से अधिक हो सकती है, विशेष रूप से उन प्रवेश द्वारों में जो एक रोधिका द्वीप परिसर में स्थित हैं। इन ज्वारीय धाराओं की गति पानी की मात्रा से तय होती है जो किसी दिए गए बाढ़ चक्र के दौरान इनलेट से गुजरना चाहिए। यह या तो छह या 12 घंटे की अवधि का हो सकता है, यह इस बात पर निर्भर करता है कि स्थानीय स्थिति अध र्वृत्ताकार (12 घंटे का चक्र) है या दैनिक (24 घंटे का चक्र)। इसमें शामिल पानी की मात्रा, जिसे ज्वारीय प्रिज्म कहा जाता है, ज्वारीय सीमा का उत्पाद है जो तटीय खाड़ी के प्रवेश द्वार द्वारा पोषित होता है। इसका मतलब यह है कि हालाँकि ज्वारीय सीमा और ज्वार–भाटा की वर्तमान गति के बीच सीधा संबंध हो सकता है, लेकिन यह भी संभव है कि तट पर बहुत तेज ज्वार की धाराएँ हों जहाँ इनलेट द्वारा पोषित की जा रही खाड़ी में ज्वार की रेंज कम होती है। यह मैक्सिको की खाड़ी के तट के साथ एक बहुत ही सामान्य स्थिति है जहां सीमा आमतौर पर एक मीटर से कम होती है लेकिन जहां कई बड़े तटीय खाड़ी क्षेत्र होते हैं।

खुले तट के साथ ज्वार के बढ़ने और गिरने का तलछट संवहन पर अप्रत्यक्ष प्रभाव पड़ता है, भले ही गतिमान तलछट में सक्षम धाराएँ मौजूद न हों। जैसे ही ज्वार आता है और फिर पीछे हटता है एक समुद्र तट या एक चट्टानी तट के साथ, यह तटरेखा को तदनुसार स्थानांतरित करने का कारण बनता है। तटरेखा के इस परिवर्तन से उस क्षेत्र में बदलाव होता है जहां लहरें और तटवर्ती धाराएं अपना काम कर सकती हैं। तट की स्थलाकृति के साथ संयोजन में ज्वारीय सीमा इस स्थिति में काफी महत्वपूर्ण है। ज्वार की सीमा जितनी अधिक होगी, तट पर उतना ही अधिक प्रभाव पड़ेगा। एक समुद्र तट या अन्य तटीय भू–भाग का ढलान भी महत्वपूर्ण है, क्योंकि एक खड़ी चट्टान उस क्षेत्र में केवल एक मामूली परिवर्तन प्रदान करती है, जिस पर लहरें और धाराएँ स्थूल–ज्वार के वातावरण में भी अपना काम कर सकती हैं। दूसरी ओर, एक व्यापक, धीमे ढलान वाले समुद्र तट में एक अल्प–ज्वार द्वारा भी एक ज्वारीय चक्र के दौरान एक किलोमीटर से भी ज्यादा के तटरेखा में बदलाव का अनुभव कर सकते हैं। इस स्थिति के उदाहरण फंडी की खाड़ी और उत्तरी सागर के पश्चिमी जर्मन तट के साथ मिलते हैं।

अन्य कारक और प्रक्रियाएं (other factors and processes)

तटीय भू–आकृतियों के विकास में जलवायु भी एक अत्यंत महत्वपूर्ण कारक है। जलवायु के तत्वों में वर्षा, तापमान और हवा शामिल हैं। इनमें से वर्षा महत्वपूर्ण है

क्योंकि यह धाराओं के रूप में अपवाह प्रदान करती है और तट पर तलछट के उत्पादन और संवहन में भी एक महत्वपूर्ण कारक है। यह तथ्य उष्णकटिबंधीय वातावरण में और रेगिस्तानी वातावरण में तट पर ले जाए जाने वाले तलछट के आयतन और प्रकार के बीच एक विशेष अंतर पैदा करता है।

टिप्पणी

तापमान दो अलग–अलग कारणों से महत्वपूर्ण है। यह तलछट और चट्टानों के तट और आस–पास की जल निकासी घाटियों के भौतिक अपक्षय का कारक है। यह ठंडे क्षेत्रों में विशेष रूप से महत्वपूर्ण है जहां चट्टानों में दरार के भीतर पानी का जमाव चट्टानों को टुकड़े करने का कारण बनता है और जिससे तलछट पैदा होती है। कुछ सम–शीतोष्ण और आर्कटिक क्षेत्रों में प्रत्येक वर्ष कई महीनों तक बर्फ गिरती रहती है। इन स्थितियों के अंतर्गत कोई लहर प्रभाव नहीं होता है, और तट अनिवार्य रूप से स्थिर हो जाता है। यह स्थिति तब तक बनी रहती है जब तक कि किसी गंभीर तूफान के दौरान बर्फ पिघल या टूट न जाये। ऐसी स्थितियाँ उत्तरी अमेरिका में ग्रेट लेक्स के तट पर तीन से चार महीनों तक बनी रहती हैं।

हवा मुख्य रूप से तरंगों के साथ अपने संबंधों के कारण महत्वपूर्ण है। लंबे और तीव्र हवाओं का अनुभव करने वाले तट भी उच्च लहर–ऊर्जा स्थितियों का अनुभव करते हैं। हवा की दिशा और तीव्रता दोनों में मौसमी परिवर्तन सीधे तरंग स्थितियों में अनुवादित किए जा सकते हैं। तटीय भूस्खलन, विशेष रूप से तटीय टीलों को बनाने में पवन भी एक महत्वपूर्ण कारक हो सकता है। दुनिया के अधिकांश तटों पर तटवर्ती हवाओं की दृढ़ता सभी स्थानों पर रेत के टीलों को जन्म देती है। यह उस क्षेत्र में अधिक होता है जहां पर्याप्त तलछट उपलब्ध है और जहां इसके संचय के लिए एक जगह है।

गुरुत्वाकर्षण भी तटीय प्रक्रियाओं में एक प्रमुख भूमिका निभाता है। न केवल यह परोक्ष रूप से हवा और तरंगों से जुड़ी प्रक्रियाओं में शामिल है, बल्कि तलछट और चट्टान के निम्न ढाल की ओर मध्यम से तीव्र प्रवाह के लिए भी उत्तरदायी है। यह भूमिका विशेष रूप से तटरेखा चट्टानों के साथ स्पष्ट होती है, जहां लहरें चट्टानों के आधार पर हमला करती हैं और ढलान को कम करती हैं, जिसके परिणामस्वरूप समुद्र में चट्टानों का अंतिम पतन होता है या चट्टानों के आधार पर मलबे के रूप में उनका संचय होता है।

अपरदन का समुद्री चक्र (Marine Cycle of Erosion)

अपरदन के समुद्री चक्र की तीन अवस्थाएं (युवा, प्रौढ़ एवं वृद्धावस्था) होती हैं और इनका अध्ययन इस प्रकार किया जा सकता है।

युवा अवस्था (Youthful Stage)

इस अवस्था में लहरें बहुत सक्रिय होती हैं। समुद्री गुफाएँ, मेहराब और टीले विकसित होने लगते हैं। क्लिफ अंडरकटिंग अपने चरम पर होती है और लहरों के अपरदन के कारण तरंग अपरदित वेदी उभरने लगती है। इस अवस्था की मध्य अवधि में क्लिफ की ऊंचाई बढ़ जाती है और चट्टान बहुत पीछे हट जाती है। इस अवस्था के अंत तक, एक अनियमित तट रेखा बन जाती है।

टिप्पणी

प्रौढ़ अवस्था (mature stage)

क्लिफ और तरंग अपरदित वेदी इस अवस्था में विशिष्ट हैं। धाराओं के द्वारा निक्षेपण हो रहा होता है। ये घाटियाँ सामान्य या लटकती हुई प्रकार की हो सकती हैं। निरंतर जमाव को इंगित करने वाली विभिन्न भू–आकृतियाँ दिखाई देती हैं, जैसे कि बार, अवरोध और स्पिट। समुद्र तट रेखा का सीधा होना वृद्धावस्था के आगमन की शुरुआत होती है।

वृद्धावस्था (old stage)

अनियमितताएं, जैसे कि गुफाएं और मेहराब गायब हो जाते हैं। अपरदित वेदी इतनी चौड़ी हो जाती है कि सारी लहर ऊर्जा समुद्र तट पर रेत के घर्षण और स्थानांतरण में खर्च हो जाती है। नतीजतन, क्लिफ बेस पर लहर का कटाव कम हो जाता है। अंत में, एक सीधी, धीमे ढलान वाली तटरेखा और चौड़ा समुद्र तट सतह पर दिखाई देने वाली छोटी चट्टानों के साथ दिखाई देता है।

सागरीय अपरदन (marine erosion)

तटीय आकृतियों के दो प्रमुख प्रकार हैं: एक अपरदन द्वारा निर्मित और दूसरा निक्षेपण द्वारा निर्मित– ये दोनों स्थलाकृतियां एक दूसरे से भिन्न होती हैं, हालांकि प्रत्येक में दूसरे की कुछ विशेषताएं हो सकती हैं। सामान्य तौर पर, अपरदन निर्मित तटों में बहुत कम या कोई तलछट नहीं होती है, जबकि निक्षेपण निर्मित तट में लंबी अवधि में प्रचुर तलछट संचय की विशेषता होती है। इन तटीय प्रकारों में से प्रत्येक में अस्थायी और भौगोलिक भिन्नताएं हो सकती हैं। आम तौर पर अपरदन तट उच्चावच और बीहड़ स्थलाकृति का प्रदर्शन करते हैं। वे लिथोस्फेरिक प्लेटों के अग्रणी किनारे पर घटित होते हैं, उत्तर और दक्षिण अमेरिका दोनों के पश्चिमी तट इसके उत्कृष्ट उदाहरण हैं। ग्लेशियल गतिविधि भी अपरदनात्मक तटों को जन्म देती है। उत्तरी न्यू इंग्लैंड और स्कैंडिनेवियाई देशों के समुद्री तट अपरदनात्मक तटों के अच्छे उदाहरण हैं। आमतौर पर, इन तटों के किनारे तीव्र ढलानों और ऊँची चट्टानों वाले किनारे होते हैं। हालाँकि ये अपरदनशील होते हैं, लेकिन किनारों के कटाव की दर धीमी होती है और आधार चट्टानों के अपरदन प्रतिरोधी होने के कारण तट के पीछे हटने की दर धीमी होती है। कटाव की दर में चट्टान का प्रकार और इसका लिथिफिकेशन महत्वपूर्ण कारक हैं।

अपरदनात्मक स्थलाकृतियां (Erosional landforms)

अपरदनात्मक स्थलाकृतियों के प्रकार निम्नानुसार हैं–

समुद्री क्लिफ (sea cliff)

कटाव संबंधी स्थलाकृतियों का सबसे व्यापक भू–भाग समुद्री क्लिफ हैं। ये स्थलाकृति समुद्र तल से कुछ मीटर से लेकर सैंकड़ों मीटर की ऊँचाई तक खड़ी चट्टानों के रूप में पाई जाती हैं। उनकी ऊर्ध्वाधर प्रकृति समुद्र तल के पास लहर–प्रेरित कटाव और बाद में उच्च ऊंचाई पर चट्टानों के पतन का परिणाम है। चट्टानों का विस्तार जो तटरेखा तक होता है, उनमें आमतौर पर एक खांच (notch) विकसित होता है, जहां लहरों ने धरातल की चट्टानों की सतह को चकनाचूर कर दिया होता है।

टिप्पणी

कई तटीय स्थानों पर समुद्र तट की चट्टानों के आधार के साथ तलछट की एक पतली, संकीर्ण परत होती है जिससे पुलिन का निर्माण होता है। इस तलछट में रेत शामिल हो सकती है, लेकिन यह आम तौर पर मोटे पदार्थों से बना होता है, जैसे कि कोबल्स या बोल्डर। इस तरह के समुद्र तट आमतौर पर अपेक्षाकृत कम लहर–ऊर्जा स्थितियों के दौरान विकसित होते हैं और तूफानी मौसम के द्वारा, जब लहरें बड़ी होती हैं, नष्ट कर दिए जाते हैं। कैलिफोर्निया और ओरेगन के तटों में कई स्थान हैं जहां यह स्थिति प्रबल है। एक चट्टानी तट के साथ एक संकीर्ण समुद्र तट की उपस्थिति भी चट्टानों को सीधी लहर के हमले से सुरक्षा प्रदान करती है और कटाव की दर को धीमा कर देती है।

तरंग अपरदित वेदी (Wave cut platforms)

चट्टानी तट के साथ, क्लिफ के आधार पर मध्य–ज्वार ऊंचाई पर एक सपाट सतह मिलती है। यह एक बेंच जैसा स्थलरूप होता है जिसे तरंग अपरदित वेदी (Wave cut platforms) या तरंग अपरदित बेंच (wave cut bench) कहा जाता है। ऐसी सतह कुछ मीटर से लेकर सैकड़ों मीटर चौड़ी हो सकती है और क्लिफ चट्टान के आधार तक फैली हो सकती है। वे तट के किनारे पर तरंग क्रिया द्वारा आधार चट्टानों में बनते हैं। चट्टान के प्रकार के आधार पर इसके गठन की प्रक्रिया में एक लंबा समय लग सकता है। विस्तृत तरंग–अपरदित वेदी (wave cut platform) का अस्तित्व इस बात का भी सूचक होता है कि गठन की अवधि के दौरान समुद्र के स्तर में उतार–चढ़ाव नहीं हुआ है। इस प्रकार के कई प्लेटफॉर्म यदि पाए जाते हैं तो यह समुद्र स्तर के विभिन्न पदों को इंगित करते हैं।

सागरीय गुफा (sea caves)

समुद्री लहरों के द्वारा अपरदन से कोमल चट्टानें जल्दी अपरदित हो जाती हैं और कठोर चट्टानें प्रतिरोध के साथ खड़ी रहती हैं। इसके परिणामस्वरूप, चट्टानों में धनुषाकार जेब पैदा हो जाता है और चट्टान विशेष स्थान से अपरदित हो जाती है। इस प्रक्रिया में निर्मित कन्दरा का आकार बढ़ता रहता है और इनके ही विस्तृत रूप को समुद्री गुफाएं कहा जाता है।

समुद्री मेहराब (sea arches)

समुद्री मेहराब कटाव के विभिन्न प्रतिरोधों के कारण आम तौर पर कटाव की विभिन्न दरों के परिणामस्वरूप बनता है। जब समुद्र तट पर चट्टानी तट कटाव और लहर–कट मंच विकसित होता है तो समुद्री मेहराब बनना आम बात है। कन्दरा के निरंतर विकास के कारण हवा लहरों के साथ कन्दरा में प्रवेश करती है और निरंतर लहरों के प्रवेश के कारण अत्यधिक दबाव पैदा करती है। इस दबाव को हटाने के लिए यह हवा कन्दरा की छत को तोडकर निकलती है और वात छिद्र (blow hole) का निर्माण करती है। यदि कन्दरा का निर्माण सागर के दोनों पार्श्वों पर हो रहा हो तो एक समय पर दोनों कंदराए आपस में मिल जाती हैं और जल इनके आर पार निकलना शुरू कर देता है। परिणामस्वरूप, कटाव एक आर्च का निर्माण करता है, जिसे समुद्री मेहराब कहा जाता है।

टिप्पणी

सागरीय स्तंभ (sea stack)

चट्टानी तटों के साथ क्षरण विभिन्न दरों पर होता है और यह चट्टान के प्रकार और किसी विशेष स्थल पर तरंग ऊर्जा पर निर्भर करता है। उपर्युक्त शर्तों के परिणामस्वरूप, निर्मित मेहराब की छत जब ढह जाती है तो इसका अग्रिम भाग टूटकर मुख्य चट्टान से अलग हो जाता है। इस भाग को सागरीय स्तंभ कहा जाता है। यह कई मीटर ऊंचे होते हैं और चिकनी लहर अपरदित सतह पर अलग–थलग होते हैं।

समुद्री कटाव द्वारा निर्मित मैदान (plane of marine erosion)

समुद्री क्रिया के द्वारा अंतिम अवस्था में निर्मित मैदान को समुद्री कटाव का मैदान कहा जाता है, और यदि इस मैदान और समुद्र के स्तर के बीच का अंतर ज्यादा नहीं है, तो अपक्षय के कारक इसे एक पेनेप्लेन में बदल देते हैं।

निक्षेप जनित स्थलाकृति (depositional landforms)

लिथोस्फेरिक प्लेटों के अनुगामी किनारे से सटे तट पर व्यापक तटीय मैदान और कम उच्चावच पाया जाता है। संयुक्त राज्य के अटलांटिक और खाड़ी तट इसके प्रतिनिधि हैं। इस तरह के तटों में अवरोध द्वीपों के साथ कई मुहाने और लैगून हो सकते हैं या नदी के डेल्टा का विकास हो सकता है। इनमें तलछट के प्रकारों की एक विस्तृत श्रृंखला और कई विभिन्न तटीय वातावरणों के संचय की विशेषता है। तलछट में कीचड़ और रेत का प्रभुत्व होता है। हालाँकि, विशेष रूप से शेल सामग्री के रूप में कुछ बजरी मौजूद हो सकती है।

तूफान, अवसाद की आपूर्ति में कमी और बढ़ते समुद्र स्तर जैसे कारकों के कारण निश्चित समय और स्थानों पर निक्षेप जनित किनारे पाए जा सकते हैं। बढ़ता समुद्र स्तर एक निरंतर समस्या है क्योंकि पृथ्वी का औसत वार्षिक तापमान बढ़ता जा रहा है और बर्फ के खंड पिघल रहे हैं। फिर भी, इन तटों के साथ तलछट निक्षेप की प्रवृत्ति अधिक होती है।

लहरें, तरंगों से उत्पन्न धाराएँ, और ज्वार–भाटा निक्षेप जनित स्थलाकृतियों के विकास को काफी प्रभावित करते हैं। सामान्य तौर पर, तरंगें ऊर्जा को उत्सर्जित करती हैं जो तट के साथ अनिवार्य रूप से उसके समानांतर वितरित की जाती हैं। यह कार्य स्वयं लहरों द्वारा और इसके साथ चलने वाली धाराओं द्वारा भी पूरा किया जाता है क्योंकि वे किनारे तक पहुँचती हैं। इसके विपरीत, ज्वार–भाटा तट पर अपने प्रभाव को बढ़ाता है क्योंकि इससे पानी का भराव व निकास दोनों होते हैं। इसका नतीजा यह होता है कि कुछ तटों के साथ विकसित होने वाले लैंडफॉर्म मुख्य रूप से तरंग प्रक्रियाओं के कारण होते हैं जबकि अन्य तटों के साथ वे मुख्य रूप से ज्वारीय प्रक्रियाओं के कारण हो सकते हैं। कुछ समुद्री तट ज्वार और लहर प्रक्रियाओं के बीच संतुलन का परिणाम हैं। परिणामस्वरूप, जांचकर्ता लहर–वर्चस्व वाले तटों, ज्वार–प्रभुत्व वाले तटों और मिश्रित तटों की बात करते हैं।

लहर–वर्चस्व वाला तट (wave dominated coasts)

लहर–वर्चस्व वाला तट एक ऐसा तट होता है, जो अच्छी तरह से विकसित रेत के पुलिन की विशेषता रखता है, जो आमतौर पर कुछ व्यापक रूप से फैले हुए लंबे बैरियर

द्वीपों पर बनते हैं। अवरोधक द्वीप संकरे और कम ऊंचाई वाले स्थान होते हैं। तटवर्ती संवहन व्यापक होता है, और इनलेट अक्सर छोटे और अस्थिर होते हैं। संयुक्त राज्य अमेरिका के टेक्सास और उत्तरी कैरोलिना तट इस तटीय प्रकार के उत्कृष्ट उदाहरण हैं।

टिप्पणी

ज्वार–भाटे वाले तट (tide dominated coasts)

ज्वार–भाटे वाले तट उतने व्यापक नहीं हैं जितने लहरों के वर्चस्व वाले होते हैं। ये वहां पर विकसित होते हैं जहां ज्वार की सीमा अधिक होती है या जहां तरंग ऊर्जा कम होती है। नतीजा एक ऐसा तटीय स्वरुप होता है जो फनल के आकार का होता है और लंबे तलछट निकायों अनिवार्य रूप से समग्र तटीय प्रवृत्ति के लंबवत पाया जाता है। उत्तरी सागर का पश्चिमी जर्मन तट ऐसे तट का एक अच्छा उदाहरण है।

मिश्रित तट (mixed coasts)

मिश्रित तट वे होते हैं जहां ज्वार और लहर दोनों प्रक्रियाएं काफी प्रभाव डालती हैं। इन तटों में छोटे अवरोध द्वीप और कई ज्वारीय इनलेट पाए जाते हैं। ये अवरोध आमतौर पर एक छोर पर चौड़े होते हैं और दूसरे पर संकीर्ण होते हैं। इनलेट काफी स्थिर होते हैं और उनके भू–भाग और समुद्री दोनों किनारों पर बड़े तलछट निकाय होते हैं। संयुक्त राज्य अमेरिका के जॉर्जिया और दक्षिण कैरोलिना के तट एक मिश्रित तट का विस्तार करते हैं।

तटरेखा (coastlines)

डी डब्लू जॉनसन के अनुसार, समुद्र तट रेखा को निम्नलिखित वर्गों में विभाजित किया जा सकता है:

1. उभार का तट (coastline of emergence)
2. जलमग्नता का तट (coastline of submergence)
3. तटस्थ तट (neutral coastline)
4. यौगिक समुद्र तट (compound coastline)
5. भ्रंश तट (fault coastline)

उभार का तट

इस तट का निर्माण या तो भूमि के उत्थान द्वारा या समुद्र तल के पीछे हटने से होता है। इस प्रकार के तट में बार, स्पिट, लैगून, नमक दलदल, पुलिन तट, समुद्री क्लिफ और मेहराब पाए जाते हैं। भारत का पूर्वी तट, विशेष रूप से इसका दक्षिण–पूर्वी भाग, उभरता हुआ तट प्रतीत होता है। हालाँकि, यह समुद्र तट अतीत के दौरान कई बार जल मग्न हो चुका है। दूसरी ओर, भारत का पश्चिमी तट, उभार और जलमग्न तट, दोनों प्रकार का उदाहरण है। तट का उत्तरी भाग भ्रंश प्रक्रिया के परिणामस्वरूप जलमग्न हो गया है और दक्षिणी भाग, जो कि केरल तट है, एक उभरते हुए तट का एक उदाहरण है।

टिप्पणी

जलमग्नता का तट

जलमग्न तट का निर्माण या तो भूमि के उप–विभाजन द्वारा या समुद्र के जल स्तर में वृद्धि से होता है। इस तरह के समुद्र तट के महत्वपूर्ण प्रकार हैं रिया, फियोर्ड और तराई तट।

जब कोई क्षेत्र घाटियों और विभाजनों की एक प्रणाली में धाराओं द्वारा विच्छेदित हो जाता है, तो जलमग्नता एक अत्यधिक अनियमित, तटबंधित तटरेखा का निर्माण करती है जिसे रिया तट रेखा कहा जाता है। दक्षिण–पश्चिम आयरलैंड का तट रिया तट का एक विशिष्ट उदाहरण है। कुछ तटीय क्षेत्र ग्लेशियल कार्रवाई से भारी रूप से अपरदित हो गए थे और घाटी के ग्लेशियर ने तट रेखा से घर्षण किया है। ग्लेशियरों के गायब होने के बाद, एक फियोर्ड समुद्र तट उभरता है। इन तटों में लंबे और संकीर्ण इनलेट होते हैं जिनमें बहुत खड़ी भुजाएँ होती हैं। नॉर्वे के तट फियोर्ड तटों के विशिष्ट उदाहरण हैं।

डालमेशियन तटों में समुद्री लकीरें होती हैं जो समुद्री तट के समानांतर चलती हैं। इसलिए, वलित पर्वत श्रृंखलाएं जिसमें कई उतार और चढाव पाए जाते हैं, तट के समान्तर पाई जाती हैं। यूगोस्लाविया का डालमेशियन तट इसका एक विशिष्ट उदाहरण है।

एक डूबा हुआ तराई तट निचले इलाके के समुद्र में डूबने से बनता है। इस तट के समानांतर पाई जाने वाली रोधिका की एक श्रृंखला इसकी विशेषता है, जो लैगून को घेरती है। पूर्वी जर्मनी का बाल्टिक तट इस प्रकार के समुद्र तट का एक उदाहरण है।

तटस्थ तट

ये पानी में निर्मित नई सामग्रियों के परिणामस्वरूप बनाई गई तटरेखा हैं। न्यूट्रल 'शब्द का अर्थ है कि समुद्र के स्तर और महाद्वीप के तटीय क्षेत्र के बीच कोई सापेक्ष परिवर्तन नहीं होता है। तटस्थ तटरेखाओं में जलोढ़ पंखे के आकार की तटरेखा, डेल्टा तटरेखा, ज्वालामुखी तट रेखा और प्रवाल भित्ति तट शामिल हैं।

यौगिक समुद्र तट

इस तरह की तटरेखाएं उपरोक्त दो वर्गों के रूपों को संयुक्त रूप से दिखाती हैं। उदाहरण के लिए, जलमग्नता उभार के बाद होती है या उभार जलमग्नता के बाद भी हो सकता है। नॉर्वे और स्वीडन के समुद्र तट मिश्रित समुद्र तट के उदाहरण हैं।

भ्रंश तट

इस तरह की तटरेखाएं असामान्य विशेषताएं हैं और एक भ्रंश के साथ एक निचले ब्लॉक के जलमग्न होने के परिणामस्वरूप होती हैं और उत्थान ब्लॉक समुद्र की ओर एक भ्रंश तटरेखा का निर्माण करता है।

पुलिन (beaches)

पुलिन के विचार में किनारे का समीपवर्ती पर्यावरण भी शामिल होना चाहिए क्योंकि दोनों अंतरंग रूप से संबंधित हैं। निकटवर्ती वातावरण लंबी–लंबी पट्टियों की बाहरी

टिप्पणी

सीमा में फैला होता है जो आमतौर पर निम्न–ज्वार रेखा के पास मौजूद होती हैं। उन क्षेत्रों में जहां लंबे समय तक रोधिका अनुपस्थित हैं, इसे सर्फ जोन के साथ संयोग माना जा सकता है। पुलिन निम्न–ज्वार रेखा से लेकर ढलान संचय के अनावरण और सक्रिय तलछट एकत्रण क्षेत्र तक फैला हुआ होता है। यह रेत, बजरी या कीचड़ से भी निर्मित हो सकता है, हालांकि रेत सबसे आम पुलिन सामग्री है।

पुलिन प्रोफाइल को आम तौर पर दो अलग–अलग हिस्सों में विभाजित किया जा सकता हैः (1) समुद्र की ओर और अपेक्षाकृत खड़ी ढलान वाला, जो अनिवार्य रूप से अंतर–तटीय पुलिन है, और (2) भूमि की ओर, लगभग क्षैतिज पृष्ठ किनारा है। मौन तरंग स्थितियों के दौरान, पुलिन अभिवृद्धि होती है, और अग्र किनारा और पृष्ठ किनारा दोनों मौजूद होते हैं। तूफान की स्थिति के दौरान, हालांकि, समुद्र तट क्षरण का अनुभव करता है, और इसका परिणाम आम तौर पर एक प्रोफाइल है जो केवल समुद्र की ओर ढलान को दर्शाता है। क्योंकि समुद्र तट बिना तूफान वाले दिनों के दौरान खुद को ठीक करता है। प्रोफाइल का चक्रीय पैटर्न आम है।

निकटवर्ती क्षेत्र, जहां लहरें उठती हैं और टूटती हैं, और फिर पुलिन तक के लिए मार्ग बनाती हैं। जहां वे आखिरी बार टूटते हैं और अग्रभाग को ऊपर उठाते हैं, इस क्षेत्र के किनारे और इसके लंबवत, दोनों रूपों में बहुत अधिक तलछट का संवहन होता है। तूफानों के दौरान लहरें खड़ी होती हैं, और समुद्र तट का क्षरण होता है और तलछट का संवहन होता है। बीच–बीच में आने वाली शांत परिस्थितियों में तलछट को भूमि पर ले जाने और पुलिन के पुनर्निर्माण का मौका मिलता है। क्योंकि लहर की स्थिति प्रतिदिन बदल सकती है और प्रोफाइल की प्रकृति और समुद्र तट के अग्र भाग पर तलछट जमाव भी प्रतिदिन बदल सकता है। यह समुद्र तट पर लगातार परिवर्तन का क्षेत्र है।

पुलिन के पिछले हिस्से में तूफान की स्थिति के अलावा लहर गतिविधि के अधीन नहीं है। यह वास्तव में सुप्रा–ज्वारीय क्षेत्र में है – यानी, उच्च ज्वार से ऊपर का क्षेत्र, जहाँ पर जलभराव नियमित खगोलीय ज्वार के कारण नहीं, बल्कि तूफान से उत्पन्न ज्वार के कारण होता है। तूफान विहीन स्थितियों के दौरान पवन क्रिया को छोड़कर पुलिन का पिछला हिस्सा अपेक्षाकृत निष्क्रिय होता है। ज्यादातर मामलों में, हवा के लिए एक तटवर्ती घटक होता है, और तलछट को पुलिन के पिछले हिस्से से भूमि की ओर ले जाया जाता है, जहाँ पर आमतौर पर टीलों का निर्माण होता है। पुलिन के इस हिस्से पर किसी भी तरह की बाधा, जैसे वनस्पति, बाड़, या यहां तक कि लोगों द्वारा छोड़े गए कचरे, हवा में उड़ते रेत के इक्कठे होने का कारण बनते हैं।

हालांकि पुलिन प्रोफाइल के लिए एक सामान्य प्रवृत्ति है, कुछ ऊर्जा भिन्नता की स्थिति और कुछ पुलिन बनाने वाली सामग्री, दोनों में मौजूद है। सामान्यतया, एक पुलिन जो तलछट जमा कर रहा है और कम ऊर्जा की स्थिति का सामना कर रहा है, उसका एक तीव्र अग्रभाग होता है, जबकि पुलिन पर तूफान की स्थिति के दौरान अपेक्षाकृत सामान्य ढाल वाला अग्र किनारा होगा यदि वहां कटाव प्रचलित है। पुलिन तलछट के पदार्थ का आकार भी अग्रभाग की ढलान का एक महत्वपूर्ण कारक है। सामान्य तौर पर, तलछट के पदार्थ का आकार जितना बड़ा होता है पुलिन के अग्र किनारे का ढाल भी उतना ही तीव्र होता है। उदाहरणों में टेक्सास तट के धीरे–धीरे ढलान वाले रेत समुद्र तटों के विपरीत, न्यू इंग्लैंड के बजरी समुद्र तट शामिल हैं।

टिप्पणी

रोधिका (bar)

तटवर्ती धाराएं, ज्वारीय धाराएं और मंद प्रवाह, तट के किनारे से कुछ ही दूरी पर रेत और चट्टानी मलबे को जमा करता रहता है। परिणामस्वरूप, भू–आकृतियां जो जलमग्न रहती हैं उन्हें रोधिका कहा जाता है। इस प्रकार बनाया गया संलग्न जल निकाय लैगून कहलाता है। इस रोधिका के जल से उपर उठे हुए भाग को रोध कहा जाता है।

स्पिट और हुक (spit and hook)

स्पिट एक निक्षेप जनित आकार है जो एक तरफ से मुख्य स्थल से जुड़ा हुआ होता है और उसका दूसरा भाग समुद्र में स्वछंद होता है। इसके निर्माण की प्रक्रिया रोध और रोधिका की निर्माण प्रक्रिया के समान ही है। यदि कालान्तर में स्पिट का समुद्री हिस्सा स्थल की और एक चाप की आकृति में मुड़ जाए तो इस स्थलाकृति को हुक कहा जाता है।

टोम्बोलो (tombolo)

कभी कभी द्वीप मुख्य स्थल भाग से एक रोधिका के द्वारा जुड़े होते हैं, इस अवस्था में रोधिका को टोम्बोलो कहा जाता है। इन द्वीपों को बंधे हुए द्वीप कहा जाता है।

सागरीय टीले (coastal dunes)

पुलिन के तुरंत आगे भूमि के ऊपर आमतौर पर बड़े पैमाने पर रेत के टिब्बे पाए जाते हैं। यहाँ रेत का रैखिक संचय ही टिब्बे के रूप में जाना जाता है। जैसे ही हवा विपरीत दिशा में तलछट ले जाती है और मार्ग में बाधा उत्पन्न होने के परिणामस्वरूप इसका निक्षेपण करती है, इनका निर्माण होना शुरू हो जाता है। तलछट के विकास में तलछट की आपूर्ति सबसे महत्वपूर्ण सीमांत निर्धारण कारक है। यह प्राथमिक कारण है कि कुछ तटीय टिब्बे, जैसे कि पश्चिमी फ्लोरिडा प्रायद्वीप पर, वे काफी छोटे हैं, जबकि टेक्सास तट और फ्लोरिडा के पैनहैंडल जैसे अन्य क्षेत्रों में बड़े टिब्बे हैं।

छोटे पवन–छाया के टीले, वास्तव में समुद्र के तट पर बन सकते हैं। यदि तलछट की आपूर्ति जारी रहती है और समुद्र तट का क्षरण उन्हें नष्ट नहीं करता है, तो ये छोटे रेत संचय अग्रिम टिब्बे बन जाते हैं। यह इस तरह से है कि तट का एक हिस्सा समुद्र की ओर आगे बढ़ता है। कई बैरियर–आइलैंड अनिवार्य रूप से समानांतर टिब्बे रेखा की वृद्धि की गवाही देती हैं।

टिब्बे में तलछट मध्यम से महीन रेत तक होती है जिसकी काफी अच्छी तरह से छंटाई की जाती है। विभिन्न प्रकार की वनस्पति टिब्बे की सतह पर उगती हैं और इसे स्थिर करती हैं। इन घासों और बेलों को अक्सर पुलिन के पिछले भाग पर देखा जा सकता है। वनस्पति की कमी वाले टिब्बे आमतौर पर सक्रिय होते हैं और रेत की गतिशीलता के विभिन्न संकेतों का प्रदर्शन करते हैं। रेत के बड़े लोब या यहां तक कि एक पूरा टिब्बा भी हवा के साथ आगे बढ़ सकता है।

रोधिका द्वीप/ज्वारनदमुख तंत्र (barrier island/ esturine systems)

कई निक्षेप जनित किनारे वातावरण और स्थलाकृति का एक जटिल प्रदर्शन करते हैं जो आम तौर पर एक साथ होते हैं। अनियमित तटों में कई तरह के तटबंध होते हैं,

जो कई धाराओं द्वारा निर्मित किये जाते हैं। इस तरह के अलंकरणों को ज्वारनदमुख कहा जाता है, और वे निकटवर्ती तटीय मैदान से अपवाह के कारण बहुत तलछट प्राप्त करते हैं। ज्वारनदमुख के समुद्री हिस्से के सीमांत एक लम्बी रोधिका द्वीप मेखला कहलाती हैं जो आम तौर पर किनारे के समानांतर होते हैं। ज्यादातर रेत से मिलकर, वे मुख्य रूप से लहरों और लंबे समय तक धाराओं से बनते हैं। ये अवरोध द्वीप आम तौर पर मुख्य भूमि से अलग होते हैं और इसमें लैगून हो सकते हैं, जो अवरोध और मुख्य भूमि के बीच स्थित पानी के लंबे, संकीर्ण, तटीय निकाय होते हैं।

टिप्पणी

अपनी प्रगति जांचिए

1. अधिकतर डेल्टाओं में निम्न में से किस प्रकार की तलहट परतें विद्यमान होती हैं?
   (क) फॉरसेट (ख) टापसेट
   (ग) बॉटमसेट (घ) उपर्युक्त तीनों
2. पिछले हिमनद काल के दौरान हिमनदों की उपस्थिति के कारण कितना भौगोलिक क्षेत्र इनसे प्रभावित था?
   (क) 40 मिलियन वर्ग किमी (ख) 50 मिलियन वर्ग किमी
   (ग) 60 मिलियन वर्ग किमी (घ) 70 मिलियन वर्ग किमी
3. कनाडा में पृथ्वी की सतह से ऊपर निकला चट्टानी अंश कितने मिलियन वर्ग क्षेत्र में फैला है जो कार्स्ट चट्टान कहलाता है?
   (क) 1.2 (ख) 1.3
   (ग) 1.4 (घ) 1.5
4. अपरदन के समुद्री चक्र की कौन–कौन सी अवस्थाएं होती हैं?
   (क) युवा अवस्था (ख) प्रौढ़ अवस्था
   (ग) वृद्धावस्था (घ) उपर्युक्त सभी
5. स्पिट एक ..... आकार है?
   (क) अपरदन जनित (ख) संवहन जनित
   (ग) निक्षेप जनित (घ) इनमें से कोई नहीं

4.3 भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाओं में परिणामी स्थलाकृतिक जटिलताएं

भू–आकृति संबंधी प्रक्रियाओं में परिणामी स्थलाकृतिक जटिलताओं का हम निम्न रूप में अध्ययन कर सकते हैं–

4.3.1 भू–आकृतिक प्रक्रियाओं में जटिलताएं

जटिलता का मतलब अलग–अलग वैज्ञानिकों के लिए अलग–अलग है। अमेरिकन हेरिटेज डिक्शनरी (2000) जटिल होने की गुणवत्ता या स्थिति के रूप में जटिलता को परिभाषित

टिप्पणी

करता है। इसे इसके विशेषण रूप में परिभाषित किया गया है। जटिलताएं परस्पर जुड़ाव से मिलकर बनी होती हैं। जटिलता का वैज्ञानिक अध्ययन, अक्सर जटिलता सिद्धांत जैसे शब्दों से जुड़ा होता है। यह अक्सर गैर-रेखीय गतिशीलता, स्व-संगठन और अन्य सैद्धांतिक और कार्यप्रणाली निर्माणों से जुड़ा होता है। हालांकि, आम परिभाषा में जटिलता जरूरी अराजकता, आलोचनात्मकता या अन्य स्रोतों से नहीं हो सकती है। सिस्टम जटिलता की विभिन्न परिभाषाएं प्रस्तावित की गई हैं। इस भाग में, एक भू-आकृति प्रणाली की जटिलता को निम्न तत्वों का मिश्रण माना जाता है:

(1) तत्वों या घटकों की संख्या।

(2) तत्वों या घटकों के बीच संबंधों या संबंधों की संख्या।

(3) संबंधों की (गैर) रैखिकता।

(4) ऐतिहासिक आकस्मिकता और स्मृति।

(5) स्थानिक पैमाने।

(6) कालिक पैमाना।

(7) बाह्य बल और सीमाएं।

सामान्य तौर पर, यह कहावत है कि जितनी अधिक घटकों की संख्या और उनके बीच लिंक होते हैं, उतनी गैर-रेखीय गतिशीलता अधिक होगी । जितना पिछली अवस्थाएँ और घटनाएँ वर्तमान अवस्थाओं को प्रभावित करती हैं, उतना अधिक से अधिक स्थानिक और लौकिक पैमानों या प्रस्तावों की सीमा होगी, जिन पर सिस्टम की गतिशीलता प्रकट होती है। यदि ये सभी चीजें एक बार में लागू होती हैं, तो सिस्टम बहुत अधिक जटिल होगा। जिस हद तक सिस्टम बाहरी कारकों से प्रभावित होता है, और उन बाहरी कारकों की प्रकृति, सिस्टम जटिलता को भी प्रभावित करती है। लेकिन इससे परे सामान्यीकरण करना असंभव है, क्योंकि बाह्य घटक जटिलता को बढ़ा या घटा सकते हैं।

जटिलता की इस धारणा को गैर-रेखीयता, या गैर-रेखीय गतिशीलता के किसी विशेष रूप की आवश्यकता नहीं है। बड़ी संख्या में घटकों और स्वतंत्रता की कई डिग्री, और / या पैमाने की एक विस्तृत श्रृंखला में भिन्नता के कारण एक प्रणाली जटिल हो सकती है। इसी तरह, जटिल भू-आकृति प्रणालियों को उच्च आयामी होने की आवश्यकता नहीं है, अगर उदाहरण के लिए वे अत्यधिक गैर-रेखीय और स्वेच्छाचारी हैं। जियोमॉर्फिक सिस्टम और जियोमॉर्फिक समस्याएं अक्सर जटिल होती हैं। उनमें उच्च आयामिता, गैर-शुद्धता, आकस्मिकता और संतुलन की एक विस्तृत श्रृंखला शामिल होती है।

4.3.2 भू–आकृति अपक्षरण जनित जटिलताएं : व्यावहारिक अध्ययन

अपक्षरण ठोस कणों तलछट (sediment), मिट्टी (soil), चट्टान (rock) और अन्य कणों के प्राकृतिक वातावरण में प्रभावित होकर आकार बदलने और एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुंचने की या उनके स्रोत और संचित को कहीं और विस्थापित करने की प्रक्रिया है। आमतौर पर यह वायु जल और हिम द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुंचने जैसे मृदा या अन्य पदार्थों के घनत्व के बल के कारण निचली ढलान की तरफ खिसकने के कारण होता है या फिर जीव अपक्षरण के मामले में यह जीवंत वस्तु जैसे जानवर आदि से संबंधित होता है।

टिप्पणी

वैसे तो अपक्षरण एक प्राकृतिक प्रक्रिया है पर मानव द्वारा भूमि के अत्यधिक उपयोग विशेषत: औद्यौगिक कृषि (industrial agriculture), वनोन्मूलन और बढ़ते शहरीकरण के कारण इसमें बहुत अधिक बढ़ोतरी देखी गई है। जिस भूमि का प्रयोग औद्योगिक कृषि के लिए किया जाता है उसमें ऐसा देखा गया है कि अपक्षरण का अनुपात उस भूमि के अपेक्षाकृत अधिक होता है जिसका प्रयोग प्राकृतिक वनस्पति के रोपण अथवा अस्तित्व में बनी रहने वाली कृषि के लिए किया जाता है। यह विशेषत: तब सत्य होता है यदि जुताई का प्रयोग किया जाता है, जो मिट्टी की सतह पर उपस्थित हरियाली को कम करती है और मिट्टी की संरचना और पौधों की जड़ों दोनों को ही बाधित करती है जोकि मिट्टी को अपनी जगह बनाए रखने में बहुत ही महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। हालांकि संशोधित भूमि प्रयोग का अभ्यास किया जाए तो अपक्षरण को सीमित किया जा सकता है। इसमें कुछ तकनीकें जैसे छत निर्माण, जुताई अभ्यास का संरक्षण और वृक्षारोपण शामिल हैं।

वैसे एक सीमा तक अपक्षरण की प्रक्रिया प्राकृतिक तौर पर होती है और यह वातावरण के लिए लाभदायक भी होती है उदाहरण के लिए कंकड़ (gravel) निरंतर धार के अनुप्रवाह में बहते हैं। हालांकि अत्यधिक अपक्षरण कई गंभीर समस्याएं जैसे जल मलबे का आगमन, वातावरण पर दुष्प्रभाव और आगे बढ़ी मिट्टी की हानि को उत्पन्न करता है।

अपक्षरण की प्रक्रिया अपक्षय से अलग होती है जो कि चट्टानों में रासायनिक और व्यावहारिक खनिज पदार्थों की टूट-फूट से संबंधित होती है हालांकि दोनों प्रक्रियाएं एक साथ चल सकती हैं।

कारण

अपक्षरण का अनुपात कई कारकों पर निर्भर करता है। जलवायु कारकों में तेजी की मात्रा और गहनता, औसत तापमान के साथ ही आमतौर पर तापमान की श्रेणी और मौसम के आधार पर वायु की गति और तेज हवाओं के चलने पर उनकी आवृति शामिल हैं। भौगोलिक कारकों में तलछट या चट्टानों का प्रकार, इनकी सरंध्रता और पारगम्यता, भूमि के ढलान की मात्रा और चट्टानों का प्रकार झुका हुआ है या गलता हुआ है अथवा परतदार है या उस स्थान की आबोहवा सम्मिलित है। जैविक कारकों में वनस्पति से भरी या विहीन भूमि, उस स्थान पर पनपने वाले जीव और प्रयोग में आने वाली भूमि शामिल हैं। सामान्य तौर पर, एक जैसी वनस्पति और पारिस्थितिकी तंत्र वाले क्षेत्र, उच्च गहनता वाली तेजी को दर्शाने वाले क्षेत्र, अत्यधिक निरंतरता से होने वाली वर्षा, अत्यधिक वायु, और अत्यधिक तूफानों के कारण और अधिक अपक्षरण होता है। वह मलबे जिनमें अधिक रेत और गाद होती है अथवा वह क्षेत्र जहां पर सीधी ढलान अधिक पाई जाती है उन स्थानों के अपेक्षाकृत आसानी से अपक्षरण का शिकार बन जाती है जो उच्चतम दरार या अपक्षीण चट्टानों से पूर्ण हैं। मलबे या चट्टानों की सरंध्रता और पारगम्यता उस गति पर प्रभाव डालती है जिसके साथ पानी मैदान में फैल जाता है। यदि पानी भूमि के भीतर चला जाता है तो कम रनऑफ की उत्पत्ति होती है जो सतह के अपक्षरण में कमी लाता है। जिस तलछट में रेत और गाद के बजाय अधिक मिट्टी होती है वह कम अपक्षरण करने के लिए मजबूर होते हैं। हालांकि यहां पर मृदा के अपक्षरण पर वातावरण में व्याप्त सोडियम का प्रभाव विचारणीय है।

जो कारक बदलाव के लिए सबसे महत्वपूर्ण है उसमें भूमि कवच की मात्रा और प्रकार का नाम आता है। वे वन जो इस प्रभाव से पूरी तरह से अछूते हैं वहां की खनिजों

टिप्पणी

से भरपूर मिट्टी की रक्षा भूसे की परत और एक कार्बनिक परत करती है। यह दो परतें मिट्टी की रक्षा वर्षा बूंदों को अपने में समाहित करके करती हैं। वनों में यह परतें और भूमिगत मिट्टी झरझरी और वर्षा की बूंदों की उच्च भेद्यक होती हैं। आमतौर पर अत्यंत भारी वर्षा और मूसलाधारी बारिश के बाद ही वनों में तीव्र जलबहाव की स्थिति बनती है। यदि वृक्षों को जला या लकड़ी के लिए काट दिया जाए तो रिसाव का अनुपात बहुत ही अधिक हो जाएगा और अपक्षरण का डिग्री स्तर कम होता है जिससे वनों की भूमि बिल्कुल ही अछूती रहती है। यदि वन में आग लगने के साथ ही भारी वर्षा हो जाए तो इस अवस्था में अपक्षरण की प्रक्रिया तीव्र हो जाती है। निर्माण कार्य होने या सड़क निर्माण के समय ऊपर के कूड़े के ढेर के कारण बनी परत को हटा दिया जाता है तो मिट्टी के अपक्षरण की संभावना बहुत बढ़ जाती है।

जब सड़क निर्माण होता है तो इससे मिट्टी के अपक्षरण का अनुपात बढ़ जाता है ऐसा इसलिए होता है क्योंकि भूमि की रक्षा कवच बनी परत हट जाती है इस अवस्था में वे जलनिकासी प्रणाली में बदलाव कर सकते हैं विशेषरूप से यदि सड़क को सहारा देने के लिए बंध का निर्माण किया जाए। जिस सड़क पर ढेर सारे कंकड़ होते हैं उनमें से एक है 'हाइड्रोलॉजिकल इनविजिबल' (जो पानी को जितनी जल्दी हो सके समाप्त कर देता है, प्राकृतिक जलनिकासी प्रणाली की नकल करते हुए।) सबसे अच्छा रास्ता है जिससे अपक्षरण को बढ़ने से रोका जा सकता है।

बहुत-सी ऐसी मानव क्रियाएं हैं जिनसे वनस्पति का विलोप हो जाता है और मिट्टी के अपक्षरण की संभावनाओं को बढ़ा देती हैं। मृदा संघनन, मिनिरल मृदा के अनावरण के कारण रोक लगाने से मृदा अपक्षरण के अनुपात में वृद्धि हो जाती है उदाहरण के लिए सड़क और लैडिंग। हालांकि यह वन भूमि को हटाने या उससे समझौता करना आवरण को हटाना नहीं है, जिससे यह अपक्षरण की ओर अग्रसर होता है। ऐसा इसलिए क्योंकि जब वर्षा की बूंदें पेड़ों के पत्तों पर गिरती हैं तो वह दूसरी बूंदों के साथ मिलकर बड़ी बूंदें बन जाती हैं। जब यह बड़ी बूंदें गिरती हैं तो (इसे दोबारा से गिरना कहते हैं) ये दोबारा से अंतिम वेग तक पहुंच सकती हैं और भूमि पर अत्यधिक ऊर्जा के साथ नीचे गिरती हैं। वर्षा का अंतिम वेग 8 मीटर प्रति सैकिंड तक हो सकता है क्योकि वनों का आवरण आमतौर पर इससे अधिक होता है, वर्षा बूदें दोबारा से अंतिम वेग तक पहुंच सकती हैं। हालांकि वन की अछूती जमीन जो कि वृक्षों से टूट कर गिरे पत्तों और अन्य कार्बनिक वस्तुओं से ढकी होती हैं, वर्षा बूंदों के प्रभाव को अपने आप में समाहित कर लेती हैं।

भारी मात्रा में खरोचों के कारण वनस्पतिय वातावरण में कमी आ सकती है जिस कारण से अपक्षरण बढ़ जाता है। किसी क्षेत्र विशेष में पाई जाने वाली वनस्पति में यदि बदलाव आ जाए तो इससे भी अपक्षरण के अनुपात पर प्रभाव पड़ सकता है। विभिन्न प्रकार की वनस्पति के कारण मिट्टी में वर्षा के जल का रिसाव अनुपात भी अलग-अलग होने की ओर अग्रसर होता है। वन की भूमि में रिसाव अनुपात बहुत ही ऊंचा होता है अत: तेजी के परिणामस्वरूप कम सतही रनऑफ होता है जो अपक्षरण की स्थिति बनाता है। बहुत सारा जल ऊपरी सतह पर ही बहने से आमतौर पर कम अपक्षरण की स्थिति उत्पन्न होती है। पत्तों का ढेर और कम झाड़ियों की उपस्थिति वन भूमि में उच्च रिसाव अनुपात के होने के लिए महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, इन्हें हटाने के कारण अपक्षरण अनुपात में बढ़ोतरी हो जाती है। पत्तों का ढेर मिट्टी को गिरने वाली वर्षा की बूंदों के घातक प्रभाव

से बचाए रखता है जोकि (वर्षा की बूंदों के गिरने से उत्पन्न प्रभाव) अपक्षरण का एक महत्वपूर्ण वाहक है। वनस्पति भी सतह के रनऑफ प्रवाह की गति को बदल सकती है, अतः घास और झाड़ी भी इस पक्ष में एक उपकरण का काम कर सकते हैं।

टिप्पणी

वर्ष 2006 में मृदा अपक्षरण से भूमि हानि का मुख्य कारण स्थलाकृतिक वनों को बड़ी मात्रा में काटना और जलाना था। जब सारी भूमि को वनस्पति विहीन कर दिया जाता है तो यह सभी जीवित प्राणियों के लिए भी परेशानी का कारण बन जाता है, ऊपर की सतह की मिट्टी को वायु और जल अपक्षरण दोनों ही तरह के खतरों का सामना करना पड़ता है। पृथ्वी के अनेक क्षेत्रों में, एक देश का सारा का सारा भाग अनुत्पादकता की समस्या से ग्रस्त है उदाहरण के लिए मेडागास्कर हाई सेन्ट्रल प्लेटू का लगभग दस प्रतिशत ही वनस्पति से भरपूर है जबकि अन्य नब्बे प्रतिशत भूमि वनस्पति से विहीन है। इस स्थान की यह अवस्था गली अपक्षरण के कारण है जोकि पचास मीटर तक गहरी और एक किलो मीटर तक चौड़ी है। अदला बदली कृषि खेती करने की वह प्रणाली है जिसमें कभी कभी संसार के कुछ क्षेत्रों में वनों, झाड़ियों को काटने और जलाने जैसे तरीकों का प्रयोग किया जाता है। इन तरीको से मिट्टी की उत्पादक क्षमता कम हो जाती है और भूमि की उपजाऊ क्षमता कम और कम होती जाती है।

प्रभाव

विश्व की लगभग चालीस प्रतिशत कृषि योग्य भूमि का गंभीर रूप से क्षय हो रहा है, संयुक्त राष्ट्र के अनुसार प्रतिवर्ष सूखे, वनों के क्षरण और मौसम में हो रहे बदलावों के कारण यूक्रेन के क्षेत्रफल जितनी कृषि योग्य भूमि का क्षय हो जाता है। संयुक्त राष्ट्र के घाना (अफ्रीका) में स्थित इंस्टीट्यूट ऑफ नेशनल रिसोर्स के अनुसार यहां जिस तरह से कृषि योग्य भूमि का क्षय हो रहा है उसे देखते हुए सन 2025 तक अफ्रीका अपनी केवल पच्चीस प्रतिशत जनसंख्या का ही भरण पोषण करने में सक्षम होगा। जब भूमि का प्रयोग पशु प्रक्रियाओं (जिसमें मानव द्वारा इसका प्रयोग भी शामिल है) के लिए अत्यधिक उपयोग होने लगता है तो भूमि का यांत्रिकी अपक्षरण होने लगता है इस अपक्षरण के कारण वनस्पति उत्पन्न करने वाली धरा का भी अपक्षरण होने लगता है। इस शृंखला में आगे पशु धन की बात की जाए तो इसके दुष्प्रभाव के कारण कई दुर्लभ प्रजातियों जैसे ब्लूवाइड बीस्ट इत्यादि समाप्ति की कगार पर हैं। ऐसा नहीं है इसका प्रभाव यहीं तक देखने को मिलेगा अपितु स्थिति इससे भी अत्यधिक भयानक हो सकती है जिसमें धरा से हरी-हरी घास का गायब होना और किसी विशेष जीव प्रजाति की संख्या आवश्यकता से अधिक हो जाना भी शामिल है।

मानव जाति पर इसके प्रभाव की बात करें तो बढ़ती जनसंख्या के परिणामस्वरूप सड़कों पर वाहनों की बढ़ती संख्या के कारण भी उपजाऊ भूमि का अपक्षरण निरंतर बढ़ता जा रहा है। मानव द्वारा धरा स्रोतों का लगातार दोहन इसके भंयकर दुष्परिणामों का कारण बनता जा रहा है।

जल अपक्षरण की बात करें तो दुनिया भर में चीन के लोगों को इस समस्या के सबसे गंभीर रूप का सामना करना पड़ रहा है यहां की येलो (पीली) नदी के बीच और यांग्त्जी नदी के ऊपरी हिस्से में जल अपक्षरण बहुत ही तेजी से बढ़ता जा रहा है। येलो नदी से प्रतिवर्ष लगभग 1.6 बिलियन टन कचरा समुद्र में पहुंचता है। यह कचरा उत्तर पश्चिम के लॉएस पठार क्षेत्र में होने वाले जल अपक्षरण से उपजता है।

टिप्पणी

घनत्व

भारी मात्रा में आने वाला कचरा प्रमुखत: घनत्व के कारण चट्टानों के टुकड़े और कचरे के रूप में नीचे की ओर तीव्रता से बहता है। मास मूवमेंट अपक्षरण प्रक्रिया का एक महत्वपूर्ण भाग है इसमें कचरे का गमन ऊपर से नीचे की ओर तेजी से होता है जहां पर उन्हें अन्य धाराएं जैसे जलधारा एवं बर्फीली धारा इन्हें अपने साथ लेकर और नीचे उन्नयन की तरफ भेज देते हैं। मास मूवमेंट की प्रक्रिया सभी पहाड़ी क्षेत्रों पर निरंतर होती रहती है। कुछ मास मूवमेंट धीमी गति से होते हैं तो कुछ अचानक हो जाते हैं, इन सभी का परिणाम प्राय: पटलविरूपणी ही होता है। स्पष्ट रूप से नजर आने वाले चट्टानी क्षेत्रों में नीचे की छोटे छोटे कणों और कचरे के गिरने की प्रक्रिया को प्राय: भूस्खलन (landslide) के नाम से जाना जाता है। हालांकि भूस्खलन को मूवमेंट प्रक्रिया और उसके घनत्व के आधार पर कई वर्गों में वर्गीकृत किया जा सकता है। स्क्री नामक चट्टानी भूस्खलन, भूस्खलन का एक ऐसा प्रकार है जिसमें प्रक्रिया बहुत ही धीमी गति से होती है।

स्लंपिंग भूस्खलन प्रक्रिया ढलुआ पहाड़ी क्षेत्रों में पृथक-पृथक दरार क्षेत्रों में होती है। इस प्रक्रिया में प्राय: मिट्टी का बहाव होता है, एक बार आरंभ एवं गतिशील होने के बाद यह अपेक्षाकृत तेजी से नीचे की ओर बढ़ती है। इसमें पदार्थ चम्मच के आकार में नीचे की ओर बढ़ता है। कुछ मामलों में स्लंपिंग भूस्खलन ढलुआ पहाड़ी की चट्टानों के पानी के कारण कमजोर होने के कारण होता है। बहुत से मामलों में तो यह केवल मानव भूल (खराब इंजीनियरिंग) के कारण ही होता है ऐसी घटनाएं राजमार्गो पर प्राय: देखी जाती है। सतही क्रीप मृदा और चट्टानी कचरे में घनत्व के कारण धीमी गति से होने वाली प्रक्रिया है, जो प्राय: तब तक दृष्टिगत नहीं होती जब तक बहुत ही गहराई से न देखी जाए। इस प्रक्रिया को मृदा के 0.5 से लेकर 1.0 मि. मी. व्यास जितने कणों को वायु द्वारा मृदा की सतह के साथ उड़ा ले जाने की प्रक्रिया के तौर पर भी वर्णित किया जा सकता है।

जल

नमीयुक्त (स्प्लैश) अपक्षरण से तात्पर्य मृदा पर वर्षा की बूंदों के गिरने पर मिट्टी के छोटे-छोटे कणों के वातावरण में बिखरने की प्रक्रिया से है।

परत (शीट) अपक्षरण से तात्पर्य वर्षा के जल का व्यवस्थित तल अथवा चरणबद्ध तरीके से न गिरकर अपितु एक परत की तरह गिरना है जिस कारण मृदाकणों का छिटकना होता है। वर्षा की बूंदों के गिरने के प्रभाव के कारण मृदा के कण एक जैसे आकार में पृथक पृथक हो जाते हैं। मृदा कण, कचरा और रेत मिलकर मिट्टी में बने गड्डों को भरने एवं उसमें होने वाले रिसाव को कम करने का कार्य करते हैं। एक बार जब सतही भाग मृदा कण कचरे और रेत से भरे गड्ढों के भरने के पश्चात समतल बन जाता है तो सतह पर पानी रिसाव में कमी के कारण बहने लगता है। एक बार फिर जब वर्षा की गति तीव्र होती है तो पानी का रिसाव और बहाव तीव्र गति पकड़ लेता है। परत अपक्षरण के दो चरण होते हैं, प्रथम वर्षा नमी (स्प्लैश) जिसमें वर्षा बूंदों के प्रभाव से मृदाकण हवा में उछल जाते हैं। दूसरें चरण में, अलग-अलग बिखरे कणों को तेजी से बहते हुए जल की परत जिसमें कचरा मौजूद होता है, इसे परत बाढ़ (स्प्रैड शीट) के नाम से भी जाना जाता है, नीचे की ओर ढलान की तरफ धकेल दिया जाता है। परत अपक्षरण का यह चरण सामान्यत: बादलों के फटने की स्थिति में ही होता है और यह बहुत ही थोड़ी दूरी और समय के लिए होता है।

टिप्पणी

रिल अपक्षरण से तात्पर्य उस छोटे, अल्पकालिक और संकेन्द्रित प्रवाह मार्ग से है जो कि प्हाड़ी ढलान पर होने वाले अपक्षरण के लिए तलछट स्रोत और तलछट की बहाव प्रणाली दोनों की ही तरह काम करती है। सामान्यत: उच्चभूमि पर जिन स्थानों पर जल अपक्षरण सबसे अधिक होता है, रिल वहीं पर क्रियाशील होते हैं। इनके प्रवाह की गहराई कुछ सेटींमीटर या उससे भी कम ही होती है और ढलान भी सीधी होती है। यह अवस्था एक अलग प्रकार का द्रवीय वातावरण बनाती है जो आमतौर पर नदी या धारा प्रवाह के चैनल में नहीं दिखाई देते। रिल अपक्षरण को समय और जगह के शब्दों से प्रकट किया जा सकता है। जैसे-जैसे मृदा अपक्षरण की प्रक्रिया होती है, रिल के सतही कवच में बदलाव होता जाता है, जिससे प्रवाह के द्रवीय स्तर में बदलाव आ जाता है। द्रव अपक्षरण की प्रक्रिया के लिए यांत्रिकी मार्गदर्शिका की तरह काम करता है और इसलिए द्रवीय स्वरूप में गतिशील बदलाव के कारण रिल के अपक्षरण आकार में भी निरंतर बदलाव होते हैं। अत: रिल के क्रमिक विकास की प्रक्रिया में प्रवाह विच्छेद, द्रव और कवच प्रकार के बीच प्रतिपुष्टि लूप संबंधित रहता है। प्रवाह वेग, गहराई, चौड़ाई, द्रवीय खुरदरापन, स्थानीय ढलान कवच, ढलान का घर्षण और विच्छेद अनुपात रिल विकासमूलक प्रक्रिया के समय एवं स्थान संबंधी अस्थिर कार्य हैं। रिल में मृदा विच्छेद अनुपात पर परतदार पारस्पारिक प्रक्रिया, तलछट के भार और प्रवाह में तलछट की मात्रा का बहुत ही प्रभाव पड़ता है। जैसे-जैसे तलछट का भार बढ़ता जाता है, जल प्रवाह द्वारा अधिक से अधिक तलछट का विच्छेद करने की क्षमता कम होती जाती है।

जहां वर्षण अनुपात मृदा अंत:स्पंदन के अनुपात को बढ़ाता है अपवाह (रनऑफ) की प्रक्रिया होती है प्राय: सतही अपवाह विक्षोभ प्रारंभिक वर्षा की बूंद के प्रभाव के अपेक्षाकृत अधिक अपक्षरण का कारण बनता है।

गली अपक्षरण (Gully erosion) जिसे अल्पकालिक गली अपक्षरण भी कहा जाता है, तब होता है जब अचानक भारी वर्षा अथवा बर्फ के पिघलने जल प्रवाह संकीर्ण चैनल में होता है। इसे विशेषत: खोखले मार्ग के बनने पर देखा जाता है जहां पर प्राथमिक रूप से डामरीकृत, जोकि एक पुरानी ग्रामीण सड़क है और यह आस पास के क्षेत्र से अपेक्षाकृत गहराई पर होती है, का निर्माण होता है।

गली की गहराई इतनी होती है कि इसे कृषि के नियमत: कार्य से कोई नुकसान नहीं पहुंचता जबकि रिल अपक्षरण कृषि के साधारण कार्य से भी समतल अवस्था में आ जाते हैं। संकीर्ण चैनल अथवा गली की न्यूनतम गहराई एक से दो फीट (0.61मी.) और अधिकतम 75 से 100 फीट (30 मी.) तक हो सकती है। गली अपक्षरण की गिनती संशोधित सार्वभौमिक मृदा क्षरण समीकरण में नहीं की जाती।

घाटी अथवा धारा अपक्षरण तब होता है जब जल प्रवाह सीधी रेखा में होता है। इस अपक्षरण में घाटी का निचला हिस्सा और गहरा हो जाता है एवं घाटी का शीर्षभाग (पहाड़ी पार्श्व) में फैलाव हो जाता है। धारा अपक्षरण की प्रारंभिक अवस्था में अपक्षरण की क्रिया प्रबल रूप से लम्बवत आकार की होती है, घाटी प्रतीकात्मक वी (V) प्रतिनिधिक समूह की होती है और धारा अनुपात अपेक्षाकृत सीधी ढाल का होता है। जब यह आधार स्तर तक पहुंच जाता है तो अपक्षरण की क्रिया पाश्विक अपक्षरण की ओर आगे बढ़ती है, जो घाटी के तल को फैला देता है और एक संकीर्ण बाढ़ समतल का निर्माण करता है। धारा अनुपात लगभग समतल बन जाता है और बाद में तलछट का निक्षेपण पूरी घाटी के तल पर धारा के घुमावदार मार्ग की भांति महत्वपूर्ण हो जाता है। धारा अपक्षरण के सभी चरणों

टिप्पणी

में अधिकतर अपक्षरण बाढ़ के समय ही होते हैं जब अधिक मात्रा में और तेज बहाव वाला जल भारी मात्रा में तलछट को ढोने के लिए उपलब्ध होता है। इस प्रकार की प्रक्रिया में केवल जल ही नहीं होता जो अपक्षरण करता है- प्रसुप्त कठोर कण, कंकड़ और बोल्डर स्केन भी सतह को पार करते समय अपक्षरण की क्रिया करते हैं।

तीव्र गति से भारी मात्रा में बहते हुए पानी के तेज बहाव द्वारा कोलक्स या भंवर का निर्माण किया जाता है। कोलक्स द्वारा तीव्रता से स्थानीय अपक्षरण किया जाता है, यह चट्टानी कवचों को उखाड़ते हुए सड़क को तोड़-फोड़कर अलग प्रकार की भौगोलिक दशा का निर्माण करता हैं जिसे रॉक कट बेसिन के नाम से जाना जाता है। उदाहरण के लिए बाढ़ वाले क्षेत्र के परिणामस्वरूप हिमनद मिसौला झील का निर्माण जो वॉशिगंटन के पूर्ववर्ती कोलम्बिया के जलाशय क्षेत्र में आशेजित पपड़ी युक्त भूमि का निर्माण करता है।

तटीय अपक्षरण एक धारा या नदी के अपरदन से परे होता है यह एक अलग तरह का बदलाव है जोकि जलप्रवाह के कवच पर दिखाई देता है इसे अपरदन कहा जाता है। अपक्षरण और नदी के किनारे पर आने वाले बदलावों को नदी के किनारे पर धातु से बने दंडों को लगाकर भिन्न भिन्न समय पर किनारे की सतह पर उनकी स्थितियों को जांच कर अनुमान लगाया जा सकता है।

तट रेखा

तट रेखीय अपक्षरण (shoreline erosion) की क्रिया अनावृत और आश्रित दोनों समुद्र तटों पर होती है। यह मुख्य तौर पर तो धारा और लहरों की क्रिया पर ही आधारित होता है लेकिन यहां पर समुद्र के स्तर का बदलाव भी एक भूमिका निभा सकता है।

जल प्रेरित (हाइड्रालिक) क्रिया तब होती है जब जोड़ के बीच की हवा अचानक लहर के जोड़ के प्रवेश द्वार पर आ जाने के कारण संपीड़ित हो जाती है। तब इसमें दरार भी पड़ जाती है। **लहर प्रहार** तब होता है जब लहर की संपूर्ण ऊर्जा टीले या चट्टान पर तीव्रता से प्रहार करती है और उसे टुकड़ों में विभक्त कर देती है। अपघर्षण का कारण लहरों द्वारा टीले पर समुद्री भार को लाना है। यह तट रेखा अपक्षरण (अपघर्षण) का सबसे प्रभावशाली और शीघ्रता से होने वाला प्रकार है। **अपघर्षण** से तात्पर्य समुद्र के पानी में कारबोनिक अम्ल की उपस्थिति के कारण चट्टानें खत्म होती हैं। चूना पत्थर के टीले इस प्रकार के अपक्षरण के लिए अतिसंवेदनशील होती हैं। संघर्षण में समुद्र की लहरों के द्वारा जो कण अथवा समुद्री भार लाया जाता है वे जब एक दूसरें से टकराते हैं तो जीर्ण होकर टीले से नीचे आ जाते हैं। इसके बाद यह पदार्थों को आसानी से साफ करने का मार्ग प्रशस्त करता है। यह पदार्थ रेत और राख को समाप्त कर देता है। अपक्षरण का एक अन्य महत्वपूर्ण स्रोत जो विशेषत: कारबोनेट समुद्र तट पर होता है, यह जीवों के रद्दी और घर्षण की बहुत ही धीमी प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया को जीव अपक्षरण के नाम से जाना जाता है।

तलछट तट के आस -पास प्रचलित दिशा में विचरण करते हैं। जब सतह पर मौजूद तलछट की मात्रा ले जाई गई मात्रा से कम होती है तो अपक्षरण होता है। यह किनारे धीरे-धीरे समुद्रीतटों के साथ साथ विस्थापित हो दूर तक फैले ढेर की दिशा में बढ़ जाते हैं, अंतत: समुद्रतट के किनारों के भागों के संरक्षण और प्रदर्शन का भार उठा लेते हैं। जहां पर समुद्र तट पर बाध्यता होती है कि प्राय: यह अपक्षरण से जो पदार्थ जमा हुआ है उससे लंबे संकीर्ण किनारे का निर्माण करें। कवचधारी तट और समुद्र तट से दूर जल मग्न रेत का किनारा भी समुद्र तट को अपक्षरण से बचा सकता है। कई वर्षो के पश्चात जब

मछलियों के झुंड क्रमशः स्थान बदलते हैं तो ऐसा हो सकता है कि अपक्षरण फिर से तटों पर धावा बोल दे।

हिम

टिप्पणी

हिम अपक्षरण एक या दो प्रकार से हो सकता है, यह हिम के मूवमेंट जैसाकि हिमनद में होता है की तरह हिमनद अपक्षरण नामक प्रक्रिया के द्वारा हो सकता है या फिर यह हिम के जमने की प्रक्रिया के द्वारा भी हो सकता है जिसमें छिद्रों और दरारों के बीच जमे हुए पानी के फैलाव से और अधिक दरारों की संभावना बन जाती है।

हिमनद अपक्षरण स्पष्ट तौर पर तीन प्रक्रियाओं क्रमशः घर्षण, उखाड़ने और हिम कटाक्ष से होता है। घर्षण प्रक्रिया में तल के स्क्रेप पर जो मलबा परत के साथ जमा होता है, अन्तः रेखा पर मौजूद चट्टानों को भेदा और पॉलिश किया जाता है ठीक उसी प्रकार जैसे लकड़ी पर रेगमाल को रगड़ा जाता है। हिमनद के कारण चट्टानी परतों को उखाड़ने की प्रक्रिया के द्वारा टुकड़ों में विभक्त किया जा सकता है। हिम कटाक्ष की प्रक्रिया में हिमनद अपनी परतों को जमा देता है उसके बाद लहरें आगे की तरफ बढ़ जाती हैं, यह जम चुके मलबे की बड़ी बड़ी शीट जोकि तल पर हिमनद के साथ मौजूद होती हैं को भी अपने स्थान से हिला देती हैं। यह प्रक्रिया कई हजार गुना नदी घाटी से बड़े क्षेत्रफल जो कि कनाडियन शील्ड के किनारे जैसी बिंदु रेखा पर होती है। यह प्रक्रिया अपक्षरण और हिमनद के निचले स्तर पर जल तंत्र के संवहन, हिमोद्र शेष, ड्रमलिन्स, भूमितल हिमोद्र (टिल) केम्स, केम डेल्टा, माउलिन्स और जागृत अवस्था में हिमनद का मतवाला स्वभाव, आमतौर पर यह अंतिम अथवा हिमनद की पुनः बनने की अवस्था में होता है। सर्द मौसम के कारण छोटी छोटी चट्टानों के बीच बनी दरारों में पानी जमकर फैल जाता है, जिस कारण चट्टान टूटकर कई टुकड़ों में विभक्त हो जाती है। इस कारण सीधी खड़ी ढलान पर घनत्व अपक्षरण होता है। स्क्री जोकि पर्वत के बगल की सीधी ढलानों के सबसे निचले स्तर पर बनता है अधिकतर चट्टानों के उन्हीं टुकड़ों से बनता है जोकि उपरोक्त घटना से उत्पन्न होते हैं। जिस भी स्थान पर सड़क के किनारे खड़ी सीधी चट्टानों में इंजीनियरिंग की यह समस्या हमेशा ही रहती है इसका कारण यह है कि पिघलती हुई चट्टानें, चट्टानों के छोटे छोटें हजारों टुकड़ों को मार्ग पर बिखरा कर उसे बाधित कर देती हैं।

कुछ जगहों पर, दिन के समय पानी चट्टानों के भीतर सूख जाता है और रात के समय वहां पर जम जाता है, जमी हुई बर्फ फैल जाती है जिस कारण चट्टान को भीतर से फाड़ देती है। समय के साथ, बार बार बर्फ के बनने और पिघलने की क्रिया के कारण चट्टानों में दरार पड़ जाती है जो आगे चलकर चट्टान को तोड़ देती है।

वायु

शुष्क जलवायु में अपक्षरण का प्रमुख स्रोत वायु होती है। आमतौर पर वायु का प्रवाह अपने साथ कुछ कणों को भी उड़ा ले जाती है और उनके मूल स्थान से हजारों किलोमीटर दूर उन्हें छोड़ देती है, इसे हवा द्वारा किए गए अपक्षरण के तौर पर समझा जा सकता है। वायु अपक्षरण वायु द्वारा उड़ाकर लाए गए कणों के मूवमेंट पर निर्भर करता है। इसके मुख्यतौर पर दो प्रभाव होते हैं- पहला वायु छोटे कणों को ही उठाती है इसलिए किसी दूसरे क्षेत्र में ले जाकर रख देती है इस प्रक्रिया को मंदी (एक स्थान से उठाकर दूसरे स्थान पर रखना) कहा जाता है। अपने स्थान से बिछड़े हुए यह कण ठोस पदार्थो पर अपना प्रभाव डालते हैं जिससे घर्षण (पारिस्थितिक सफलता) के कारण अपक्षरण होता है। वायु अपक्षरण आमतौर पर उन स्थानों पर होता है जहां पर वनस्पति या तो नहीं होती या फिर बहुत ही कम मात्रा

टिप्पणी

में होती है, ऐसा प्राय: उन स्थानों पर होता है जहां पर वनस्पतियों के फलने फूलने में सहायक वर्षा पर्याप्त मात्रा में नहीं होती। उदाहरण के लिए तट अथवा रेगिस्तान में रेत के टीलों का बनना। लोयस जोकि एकरूप होता है आमतौर पर नॉनस्ट्रेटफाइड, पोरस फ्रियाबल, स्लाइटली कोरेंट, ऑफन कालकेरेयस, फाइन ग्रेन्ड, स्लाइटी पुल येलो या बफ वायु तलछटों के नाम हैं। आमतौर पर यह चारों तरफ बिछी एक चादर के समान होते हैं जो सौ वर्ग किलो मीटर के क्षेत्रफल में और दस मीटर मोटी होती है। लोयस प्राय: या तो सीधी ढलाननुमा अथवा लम्बवत खड़े होते हैं। लोयस उच्च उत्पादकता वाली मिट्टी पर विकसित होते हैं। उचित जलवायु की स्थिति में जिन स्थानों पर लोयस होते हैं वह स्थान दुनिया में सबसे अधिक उत्पादकता वाले होते हैं। लोयस संचित भू स्थानों की यह प्रकृति होती है कि वह अस्थाई होते हैं और शीघ्र ही अपक्षरण का शिकार हो जाते हैं इसलिए वायु वेग को रोकने के लिए किसानों द्वारा प्राय: बाधक जैसे वृक्ष या झाड़ी लगा दी जाती है जिससे कि लोयस के वायु अपक्षरण को रोका जा सके।

थर्मल

थर्मल अपक्षरण पानी के बहाव के कारण परमाफ्रोस्ट के गलने और कमजोर होने के कारण होता है। यह नदी और तट दोनों पर एक साथ हो सकता है। साइबेरिया की लेना नदी में जो तीव्र गति से नदी प्रणाली के प्रवसन को देखा जाता है वह थर्मल अपक्षरण के कारण ही होता है। किनारों का यह भाग परमाफ्रोस्ट सीमेंट जोकि नॉन कोहैसिव पदार्थ से बना होता है। इस प्रकार का अपक्षरण कमजोर तट के बड़े एकत्रित ढेर में गिर जाने से होता है। थर्मल अपक्षरण आर्कटिक तट को भी प्रभावित करता है, जहां पर तट के तापमान के पास लहरों की क्रिया अंडरकट परमाफ्रोस्ट बुल्फ तटरेखा के साथ होती है और उन्हें गिराने का कारण बनती है। बियूफोर्ट समुद्री तटरेखा पर प्रति वर्ष औसत अपक्षरण अनुपात 100 किलोमीटर प्रति भाग है। सन 1955 से लेकर 2002 तक प्रति वर्ष औसतन 5.6 मीटर का क्षेत्र इस अपक्षरण का शिकार बनता है।

मृदा अपक्षरण और जलवायु परिवर्तन

पिछले दशक में यह देखा गया कि जलवायु में अधिक से अधिक गर्माहट के कारण सशक्त हाइड्रोलॉजिकल चक्र बनता गया जिसमें भारी वर्षा भी शामिल है। सन 1998 में कार्ल और नाइट की रिपोर्ट में कहा गया कि सन 1910 से लेकर 1996 तक अमेरिका के आस पास के क्षेत्रों कुल वर्षा की मात्रा में बढ़ोतरी देखी गई, और बढ़ोतरी का 53% वर्षा क्षेत्र के सर्वोच्च इलाके (जहां पर सबसे अधिक बारिश होती है) में वर्षा संबंधी घटनाचक्र में आई बढ़ोतरी के कारण देखी गई। वर्षा में आई तेजी के दिनों में यह भी देखा गया कि बारिश की धार में भी 50 मिली मीटर की तीव्रता दर्ज हुई।

मृदा अपक्षरण पर किए गए अध्ययनों में यह सुझाव दिया गया कि वर्षा की मात्रा और उसके गिरने का वेग ही अपक्षरण के अनुपात को तय करता है। अत: संसार के कई हिस्सों में यदि वर्षा की मात्रा और वेग में बढ़ोतरी होती है जैसाकि आशा की जा रही है तो अपक्षरण में भी बढ़ोतरी होगी जब तक वृद्धि की मात्रा को मापा जाता रहेगा। विभिन्न कारणों से जैसे-जैसे जलवायु में बदलाव आता है तो इसकी आशा की जाती है कि मृदा अपक्षरण अनुपात में भी बदलाव आए। सीधे तौर पर सबसे अधिक असर डालने वाले कारण की बात की जाए तो नि:संदेह वर्षा ही अपक्षरण की क्रिया पर सबसे अधिक प्रभाव डालती है। अन्य कारणों में (i) पौधों के कवच में परिर्वतन जो कि बायोमास पौधों के नमी वाले क्षेत्र के साथ बदलाव के कारण आते हैं। (ii) जंगल के तल पर पड़ी सड़ी-गली

टिप्पणी

पत्तियों (भूसे) के ढेर में बदलाव जो कि वातावरण के तापमान और नमी में आए बदलाव से पत्तों के ढेर की सड़ने की प्रक्रिया में आए परिवर्तन से है जो कि मृदा सूक्ष्मजीव क्रिया और बायोमास उत्पादन अनुपात द्वारा निर्देशित होती है। (iii) वर्षा क्षेत्रों में आने वाले बदलावों और वाष्प आवागमन अनुपात में आए बदलाव जोकि रिसाव और अप्रवाह अनुपात में बदलाव कर देता है, के कारण मृदा नमी में आया बदलाव। (iv) मृदा अपक्षरण में मृदा संगठित विषयों पर घ्यान देने से मृदा संरचना में आया परिवर्तन जिसका कारण मृदा की सतह का गलना और ऊपरी तह पर लेप चढ़ना है। (v) अपक्षरण का शिकार ना बनने वाले हिम का अपक्षरण प्रभावित वर्षा में सर्दी के बढ़ने के कारण बदलना सर्द वर्षा का बदलना कहलाता है। (vi) परमाफ्रोस्ट का पिघलना जो कि अपक्षरण अप्रभावित मृदा क्षेत्र को मृदा प्रभावित क्षेत्र में तब्दील कर देते हैं। और (vii) भूमि के प्रयोग में आया बदलाव जो कि नई जलवायु क्षेत्र के लिए आवश्यक है।

रूसकी और नियरिंग द्वारा किए गए अघ्ययनों से पता चलता है कि अन्य तत्व जैसे भूमि प्रयोग पर विचार नहीं किया जाता, हम यह उम्मीद कर सकते हैं कि जलवायु में आए बदलाव के बाद वर्षा की मात्रा में यदि एक प्रतिशत का बदलाव आता है तो इसके परिणाम स्वरूप मृदा अपक्षरण में 1.7% तक बदलाव आएगा।

सतह के अपक्षरण की पहचान : एक शोध

मृदा अपक्षरण भूमि के वातावरण से संबंधित एक गंभीर समस्या है जिसके कारण भूमि अपक्षरण की क्रिया लगभग सीलन भरी से लेकर शुष्क रेगिस्तानी जगहों जिसमें ईरान भी शामिल है में पाई जाती है। इसके परोक्ष एवं अपरोक्ष दोनों ही तरह के नकारात्मक प्रभाव जैसे मृदा की हानि, हरियाली की हानि, कृषि भूमि का हनन, अप्रमाणिकरण और निश्चित तौर पर आर्थिक प्रतिक्षेप सामने आते हैं। कुछ कृषि और कृषि योग्य स्थानों का मृदा अपक्षरण के कारण पहले ही ह्रास हो चुका है। मृदा संरक्षरण उपायों की तलाश अत्यंत ही आवश्यक है जिससे कि भूमि हनन को कम किया जा सके और मृदा स्रोत के लिए दीर्घकालिक प्रबंधन को सुनिश्चित किया जाए। प्रभावशाली मृदा संरक्षण उपायों को ऐसे स्थानों पर क्रियान्वित करना चाहिए जहां पर मृदा अपक्षरण के जोखिम अधिक हैं।

मृदा मानचित्र के लिए आकाशीय मार्ग से चित्र लेने की संभावनाओं पर लंबे समय से संभावनाएं जताई जा रही हैं। सामान्यतौर पर इसका प्रयोग रीति संगत प्राकृतिक भूगोल प्रक्रिया के तरीकों के लिए और सीधे तौर पर शीट, रिल और गली अपक्षरण की पहचान के लिए होता है। परन्तु यहां पर यह आवश्यक है कि यह उस क्षेत्र के मैदानी सर्वे से संबधित होना चाहिए इसमें अपक्षरण के प्रकार का मानचित्र जोकि चित्र द्वारा व्याख्या करने वाला और राष्ट्रीय स्तर का है समय की बचत करने वाला और मंहगा भी है। इजफहान प्रान्त में राइमा ने (2003) इसी तरह का आकाशीय मार्ग द्वारा लिए गए चित्रों से अपक्षरण के प्रकारों की व्याख्या करने वाला निष्कर्ष निकाला। उन्होने सेटेलाइट इमेजरी और भौगोलिक सूचना प्रणाली को इस लक्ष्य के लिए सुझाया। आधुनिक विशेष सूचना तकनीकें भौगोलिक सूचना प्रणाली, डिजिटल विश्लेषण मॉडलिंग और रिमोट संवेदना अपक्षरण प्रकार के मानचित्रों से जुड़े नए-नए शोधों के द्वार खोल दिए हैं जो कि महंगे न होने के साथ साथ शीघ्र ही परिणाम देने वाले भी हैं।

परिमाण संबंधी अपक्षरण से जुड़े स्थानों को दर्शाने वाले मानचित्रों को तैयार करने के लिए अनगिनत शोध किए गए, परन्तु वह सभी अपक्षरण मानचित्र से कम ही संबंध

टिप्पणी

रखते थे। उच्चतम किस्म के अपक्षरण मानचित्रों को स्थानीय विशेषताओं और डाटा उपलब्धता के साथ अपनाया गया। इनके परिणामस्वरूप जो मानचित्र सामने आया वह सामान्यतया चित्रों द्वारा वर्णित श्रेणी में बहुत कम अपक्षरण वाले क्षेत्र से आरंभ करके बहुत उच्च स्तर वाले अपक्षरण क्षेत्र की ओर बढ़ता है। इनमें गुणात्मक डाटा एकीकरण के लिए कोई स्तरीय तरीका नहीं है और एक साथ अनेक तरीके इस्तेमाल में लाए जाते हैं।

नोबेल और फ्लेचर नामक दो शोधकर्ताओं ने (1984) न्यूजीलैण्ड में अपक्षरण के लक्षण दर्शाने वाला मानचित्र जोकि 1:250,000 के मापन स्तर का था उपलब्ध करवाया। कार्यकारी इकाई की स्थापना में लीथोलॉजी के एकीकरण, मृदा, ढलान, अपक्षरण, पौधों का कवच, जलवायु और भूमि प्रयोग परत और वह इकाई जो अपक्षरण की शीट तीव्रता रिल, गली, गली सुरंग, किनारे की धारा, स्थूल आदि की जांच की जाती है और क्षेत्रीय प्रेक्षण के द्वारा लेबल की जाती है। सीधी खड़ी ढलान, भारी वर्षा, मानव हस्तक्षेप का ठीक प्रकार से न होना, बहुत ही अधिक अप्रवाह, और जल अपक्षरण भूमि के कवच को निरंतर कमजोर करती है। रिमोट संवेदना के जरिए इस प्रक्रिया को बढ़ावा देने वाले तत्वों के बारे में जाना जा सकता है जैसे मृदा का प्रकार, ढलान की चोटी, जलनिकासी, भूविज्ञान और भूमि कवच। सार इमेजिनरी द्वारा बनाई गई डिजिटल ऊंचाई माप का मॉडल हाइड्रिक मृदा अपक्षरण की कमजोरी वाले कठिनाई भरे क्षेत्र को मापने में महत्वपूर्ण योगदान दिया। जी आई एस जोकि उपरोक्त तत्वों की परतें हैं, को अपक्षरण के मापदंड के साथ एकीकृत किया जाता है जिससे कि मृदा अपक्षरण के जोखिमों को दर्शाता हुआ मानचित्र बनाया जा सके। इसका परिणाम इस बात का संकेत देता है कि लेबनान शासित क्षेत्र का 36% भाग उच्च स्तर के अपक्षरण का शिकार बन सकता है और उसमें से 52% भाग उबड़ खाबड़ पर्वतीय क्षेत्र है।

नवस (2005) ने जीआईएस का प्रयोग एक ऑटोमेटेड भूमि विश्लेषण प्रणाली से सूचनाएं एकत्र करने के लिए किया, इसी बीच उन्होंने विभिन्न मृदा नमूनों को एकत्र कर और स्थलाकृतियों के प्रकार और जीव जलवायु से संबंधित तत्वों के डाटा को जमा करके अपक्षरण के जोखिम वाले स्थानों की पहचान की। अपक्षरण जोखिम के इस मानचित्र के अनुसार एमएज कैचमेंट, दक्षिणी प्यारेनीस तीन अलग अलग स्थान हैं, जहां पर मृदा अपक्षरण के लक्षण पाए जाते हैं यहां पर फालआउट का प्रयोग मृदा विभाजन प्रणाली के मूल्याकंन के लिए किया गया था। अत: इस शोध में, मानचित्र को तैयार करने का तरीका भूविज्ञानी सूचना प्रणाली के वातावरण में प्रभावी डाटा परतों के एकीकरण द्वारा खोजा जाता है। लानसत टीएम डाटा के सूचना स्रोतों पर आधारित रंगीन आकाशीय चित्रों और भूमि जांच पड़ताल डाटा, यूलियेंग और यून (2002) ने शानजी प्रान्त में मृदा अपक्षरण प्रकार और तीव्रता वर्गीकरण के लिए रिमोट संवेदना और जीएसआई तकनीक का प्रयोग मई जूलाई के माह में किया। इस शोध में रिमोट संवेदना और जीआईएस तकनीक को एकीकृत करके प्रयोग करने के फायदे नजर आए जिस कारण इसे प्रसिद्धि मिली और प्रयोग भी किया जाने लगा। श्रीमाली (2001) ने पहाड़ी क्षेत्रों पर सर्वप्रथम अपक्षरण से ग्रसित होने वाले क्षेत्रों में रिमोट संवेदना और जीएसआई का प्रयोग किया। अपने इस शोध के लिए उन्होंने उत्तरी भारत की सुखना झील के मामले में किए गए शोध का सहारा लिया। यह शोध संकेत देता था कि : (1) IRS ID LISIII डाटा का प्रयोग भूमि प्रयोग/भूमि कवच मानचित्र के साथ हाइड्रोलॉजिकल और अपक्षरण मूल्यांकन अनुप्रयोग को तर्कसंगत और

सही (83%) तौर पर प्रयोग किया जा सकता है। (2) यह सरल सारणी पर आधारित प्रणाली है जिसमें मुख्यत: तीन निमित्त तत्वों जैसे ढलान, मृदा और भूमि प्रयोग/भूमि कवच का प्रयोग अपक्षरण का शिकार बन सकने वाले क्षेत्रों की प्रमुखता को बिना किसी समस्या के प्रस्तुत कर सकते हैं।

टिप्पणी

इस अध्ययन का प्रमुख लक्ष्य एक ऐसी व्यवस्था का विकास करना है जो कि जीएसआई में डाटा परत एकीकरण पर आधारित हो और जल अपक्षरण के जोखिमों का ज्ञान करवाने वाले मानचित्र और इनकी तीव्रता को राष्ट्रीय स्तर (1:250,000) पर उपलब्ध करवा सके।

जजरूड़ सब बेसिन, रेज लैण्ड, बैडलैण्ड, रेतीली भूमि, कृषि भूमि और शहरी क्षेत्र से परिपूर्ण है। नदी घाटी में विभिन्न लिथिक इकाई मौजूद हैं जिसमें पायरोक्लास्टिक पत्थर, टफ, इसाइट, शेल, कांगोलोमिरेट, जिप्सम और चूना पत्थर शामिल हैं। इसके साथ ही भारी मात्रा में दक्षिणी नदी घाटी के क्षेत्र मुख्यत: वारामिन क्षेत्र की भूमि पर बहुत बड़े क्षेत्र में फैला हुआ है। डिमार्टटोन प्रणाली (जलवायु शोध संस्थान का वैज्ञानिक बुलेटिन 2004) के अनुसार उत्तरी नदी घाटी की जलवायु कुछ नमी वाली और नदी की घाटी के उत्तर और मघ्य भाग में अर्द्ध शुष्क होती है। नदी घाटी के दक्षिणी भाग का मघ्य भाग शुष्क होता है।

रिमोट सैंसिंग डाटा (दूर संवेदन आंकड़े) (ई टी एम + सेटेलाइट इमेज पाथ 164-35, 2002) को आई एल डब्लू आई एस 3.2 सैक्षाणिक सॉफ्टवेयर के द्वारा किया जाता है, जिसमें रंगों के निर्माण के लिए सबसे बेहतर बैण्ड कम्पोजिट और ओआईएफ को लिया जाता है, सैंद्धातिक अवयव 1,2,3 का निर्माण करना, नमूनों को दोबारा से एकत्र करना और पंचोमेटिक बैण्ड के भू- स्रोतों के सैंद्धातिक अवयवों का निर्माण जो कि आस पास के तरीकों द्वारा किया जाता है, वर्णक्रम संबंधी बैण्ड द्वारा विभिन्न रंग संयोजन का निर्माण करना, पंक्ति बद्ध खिचाव, और रंग यौगिक को बनाने के लिए विभिन्न स्तर पर छानने की प्रक्रिया का सहारा लेना। अन्तत: सभी रंगों के यौगिकों की तुलना की जाती है और सबसे बेहतर रंग यौगिक का चुनाव अपक्षरण के लक्षणों को अलग तरह से दिखाने के लिए किया जाता है। डीईएम के द्वारा, भेद चोटी परत का निर्माण किया जाता है और उसे रंग यौगिक की परत पर चढ़ा दिया जाता है, इसे थ्री डी द्वारा दिखाया जाता है।

मृदा अपक्षरण के प्रकारों का वर्गीकरण करने के लिए कठोर नियम अनुभव और प्रवीणता पर विचार करके विभिन्न तरीकों को अपनाया जाता है। सतह के दृश्य के पूर्णत: साफ न होने से संबंधित और रिल अपक्षरण, सेटेलाइट इमेज पर छोटी और मघ्यम आकार की नालियां, जल निकासी प्रणाली पर घ्यान देने वाली फोटो ऑर्फिक इकाई और अन्य विशेषताएं जैसे रंग, शैली और बनावट को स्क्रीन डिजिटिंग ढंग से रंग मिलान के प्रत्येक नियन्त्रण बिंदु के स्तर पर अलग किया जा सकता है। प्रत्येक अपक्षरण प्रकार की तीव्रता इन्हीं नियन्त्रण बिंदुओं के आधार पर आंकी जाती है और इसके बाद ज्यमितीय कणों के प्रत्येक आगे वाले भाग को सतह के हर भाग रिल और गली अपक्षरण के दृष्टिकोण से सही किया जाता है। संशोधित ज्यमितियों को क्षेत्र में होने वाले सभी अपक्षरणों की तीव्रता के आधार टिप्पणीबद्ध किया जाता है। जो ज्यमितीय समान तीव्रता वाले होते हैं उन्हें एकसाथ करके सतह के रिल और भूमि अपक्षरण भूमि सत्य मानचित्र का नाम दिया जाता है। इस मानचित्र में कार्यकारी इकाइयों द्वारा प्रत्येक ढंग (प्रकार) की क्षमता के मृदा अपक्षरण प्रकार

के वेग को अलग करके आंका जाता है। निम्न समीकरण 4.1 को ढंग (प्रकार) के सही होने की संभावनाओं को जांचने के लिए प्रयोग किया गया है।

टिप्पणी

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{n} Z^*_{(x_i)} c_i}{\sum_{i=1}^{n} Z^*_{(x_i)}} \qquad (4.1)$$

यहां पर A वास्तविक स्थिति (प्रतिशत) के साथ मानचित्र का सही होना या मानचित्र निरंतरता है, $Z^*_{(xi)}$ कार्यकारी इकाई है और C_i वह क्षेत्र है जितने में कार्यकारी इकाई पहुंच सकती है। यह वास्तविक स्थिति (प्रतिशत) के मुकाबले सुव्यवस्थित होता है। रूट (वर्गमूल) का अर्थ है कार्यकारी इकाई सुस्पष्टता की वर्ग गलती की गणना समीकरण 4.2 में की गई है।

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left[Z_{(x_i)} - Z^*_{(x_i)} \right]^2}{n}} \qquad (4.2)$$

यहां पर $Z_{(xi)}$ कार्यकारी इकाई क्षेत्र है जो कि वास्तविक स्थिति में बनाया गया है। प्रत्येक तरीके की सुस्पष्टता को समीकरण 4.3 द्वारा पाया जा सकता है।

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} 100 \qquad (4.3)$$

यहां पर cv और s एक कार्यकारी इकाई की विविधता और स्तरीय विचलन के सहकारी कारण क्रमशः सही होने की प्रमाणिकता हैं और $\bar{x}$ सही होने की प्रमाणिकता की गणना करने का तरीका है। (समीकरण 4.1 में A)

परिमाणात्मक अपक्षरण मानचित्र उपलब्ध करवाने के लिए ढलान परत को मूलभूत परत की तरह प्रयोग किया जाता है। इसी तरह गुणात्मक अपक्षरण मानचित्र जैसे भूमि खिसकाव मानचित्र और अपक्षरण जोखिम मानचित्र में भी यही किया जाता है। परन्तु यह तब संबंधित होना चाहिए जब ढलान परत का प्रयोग अपक्षरण के लक्षण को दर्शाने वाले मानचित्र को उपलब्ध करवाने के लिए किया गया हो, यह छोटे क्षेत्र के साथ उच्च अंक वाली इकाई के साथ स्थापित की जाती है। काम करने वाली इकाईयों की बड़ी संख्या, इकाई की प्रतिकृति और क्षेत्र नियंत्रण बिंदु का बढ़ना, वे सबसे अधिक महत्वपूर्ण तत्व हैं जो मानचित्र के तैयार होने में आने वाले व्यय को प्रभावित करते हैं। 1:250,000 के स्तर पर छोटे स्तर पर काम करने वाली इकाई को प्रदर्शित करना कठिन है। यदि ऐसा प्रयास किया जाता है तो मानचित्र के बारे में शंका, रंग के फीका पड़ने की समस्या और टुकड़ों में परिणाम मिलना और कम गुणवत्ता जैसी परेशानियों का सामना करना पड़ता है।

त्रुटिपूर्ण न होने और संस्पष्ट होने के साथ ही यहां पर आर्थिक और कार्यकारी मामले भी राष्ट्रीय स्तर पर अपक्षरण के लक्षणों को दर्शाने वाले मानचित्र की तैयारी करते समय महत्वपूर्ण हैं। दूसरी तरफ, यह सामान्य सी बात है कि छोटी इकाई में बड़ी के मुकाबले त्रुटि होने की संभावना बहुत ही कम होगी।

टिप्पणी

जब अपक्षरण के किसी एक लक्षण पर विचार किया जाता है तो ऐसा प्रतीत होता है कि वह लक्षण अपक्षरण के कई लक्षणों के मुकाबले अधिक सही और एकल है। अपक्षरण की गहनता के प्रकार में विविधता को बढ़ाना एक प्राकृतिक घटना है तो इसके परिणामस्वरूप सही होने की संभावना में कमी भी स्वभाविक ही है। इसके परिणाम इस ओर संकेत करते हैं कि भूमि इकाई का एकीकरण, भूमि प्रयोग और चट्टानों की संवेदना परत कार्यकारी इकाई की स्थापना पहले से गली अपक्षरण की तुलना में सतह को अधिक एकरूपता प्रदान करने के विचार और रिल अपक्षरण की ओर संकेत करते हैं। अपक्षरण के लक्षणों को बताने वाले मानचित्र की तैयारी, सतह और रिल अपक्षरण के लिए मॉडल की सुस्पष्टता आवश्यकता से कम है।

निष्कर्ष के तौर पर हमने जाना कि ऐसा प्रतीत होता है कि मॉडल डी गली अपक्षरण मानचित्र की तैयारी के लिए सही है परन्तु यह अपक्षरण के लक्षण वाले मानचित्र को प्रस्तुत करने के त्रुटिपूर्ण और सुस्पष्टता की कमी बनाए रखते हैं इसलिए इन्हें प्रस्तावित नहीं किया जाता। इन्हें डाटा परत एकीकरण के अन्य तरीकों की खोजबीन के लिए प्रस्तावित किया जाता है। इसके साथ ही इन्हें नदी घाटी की जलवायु के साथ, भूविज्ञान और जजरूड अपर नदी घाटी से अलग विभिन्न तरीकों के विश्लेषण के लिए सुझाया जाता है।

अपनी प्रगति जांचिए

6. एक भू–आकृति प्रणाली की जटिलता को निम्न में से किन तत्वों का मिश्रण माना जाता है?

   (क) तत्वों या घटकों की संख्या (ख) संबंधों की (गैर) रैखिकता

   (ग) स्थाबिक पैमाने (घ) उपर्युक्त सभी

7. मानव द्वारा भूमि के अत्यधिक उपयोग का उदाहरण निम्न में से कौन–सा है?

   (क) औद्योगिक कृषि (ख) वनोन्मूलन

   (ग) बढ़ता शहरीकरण (घ) उपर्युक्त सभी

8. 2025 तक कौनसा महाद्वीप अपनी केवल 25 प्रतिशत जनसंख्या का ही भरण–पोषण करने में सक्षम होगा?

   (क) अफ्रीका (ख) एशिया

   (ग) यूरोप (घ) उत्तरी अमेरिका

9. एक संकीर्ण चैनल जिसकी न्यूनतम गहराई एक से दो फीट और अधिकतम पचहत्तर से सौ फीट हो सकती है–

   (क) रिल (ख) स्लंपिंग

   (ग) गली (घ) मास मूवमेंट

10. न्यूजीलैंड में अपक्षरण के लक्षण दर्शाने वाले मानचित्र का मापन स्तर निम्न में से कौन–सा है?

    (क) 1 : 275,000 (ख) 1 : 250,000

    (ग) 1 : 300,000 (घ) 1 : 200,000

टिप्पणी

4.4 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर

1. (घ)
2. (ख)
3. (क)
4. (घ)
5. (ग)
6. (घ)
7. (घ)
8. (क)
9. (ग)
10. (ख)

4.5 सारांश

भू-आकृति संबंधी प्रक्रिया से तात्पर्य भूमि की सतह पर होने वाले उन बदलावों से है जिनके कारण इसकी ऊपरी सतह पर कई तरह के बदलाव दिखाई देते हैं। पृथ्वी की ऊपरी सतह पर नदी संबंधी और मृदा संबंधी अनेक भौगोलिक प्रक्रियाएं होती हैं परन्तु हम केवल उन्हीं के बारे में जान पाते हैं जिनका असर हम पृथ्वी की ऊपरी सतह पर देख सकते हैं। दुनिया भर के भूवैज्ञानिक इन बदलावों और उनके प्रभावों को जानने एवं समझने के लिए प्रतिदिन नए-नए शोध करते रहते हैं।

वे धाराएं जिनके साथ भारी मात्रा में कचरा विद्यमान होता है वह अचानक ही धारा के वेग को कम कर देता है इस प्रकार के चैनल अपने धारा प्रवाह से अलग होकर फिर से उसके साथ जुड़ने वाले स्वभाव के होते हैं। इस प्रकार के धारा चैनल प्रायः सीढ़ीनुमा श्रेणी से समतल होने वाले स्थान पर पाए जाते हैं। इस प्रकार के चैनल में जो प्रमुख चैनल होता है वे अनेक छोटे छोटे, एक दूसरे से जुड़े एवं अलग होकर फिर से समाहित होने वाले चैनलों में विभक्त हो जाता है। इस प्रकार के चैनल व्यापक और छिछले होने के लिए बाध्य होते हैं क्योंकि उनमें जो पदार्थ समाहित होता है वह प्रायः अपरिष्कृत (रेत और कंकड़) एवं एक साथ एकत्रित न हो सकने की प्रकृति वाला होता है।

वायूढ़ (Aeolian) प्रक्रिया पृथ्वी की सतह का वह लक्षण है जो कि वायु के कटाव अथवा रचनात्मक क्रिया के कारण दृष्टिगत होता है। ऐसा नहीं है कि यह प्रक्रिया केवल हमारे ग्रह पृथ्वी पर ही होती है अपितु इसे अन्य ग्रहों जिसमें मंगल ग्रह भी शामिल है, पर भी देखा गया है। वायूढ़ प्रक्रिया में हवा सूक्ष्म कणों को अपने साथ उड़ा ले जाती है और अपने वेग से उन्हें एकत्रित भी करती है। वायूढ़ अपक्षरण प्रमुखतः उन्ही स्थानों पर होता है जहां पर अपक्षरण का कारण वायु प्रवाह होता है और जिन कणों को हवा अपने साथ ले जाती है उनमें रेत कीचड़ और मिट्टी सम्मिलित होती है। यह कण चार में से किसी एक प्रक्रिया के द्वारा चढ़ते हैं। जब ये कण सतह पर फिसलते अथवा

टिप्पणी

लुढ़कते हैं तो रेंगने (क्रीप)की प्रक्रिया होती है और जब कण बरनॉली प्रभाव के कारण सतह से ऊपर उठ जाते हैं तो ऊपर उठने (लिफ्ट) की प्रक्रिया होती है। इसी प्रकार जब हवा का बहाव अशांत होता है तो बड़े आकार के कण सालटेशन नामक प्रक्रिया के द्वारा दूर स्थान पर भेज दिए जाते हैं। अंतिम प्रक्रिया में एक कण के दूसरे से टकराने के पश्चात जब दूसरा कण अपने स्थान से हट जाता है तो प्रभावित निष्कासन की प्रक्रिया होती है।

मध्य एवं उच्च अक्षांश और ऊंचे पहाड़ी वातावरण में परिदृश्य को आकार देने में हिमनद बहुत ही महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। उनमें मृदा एवं चट्टानों के अपक्षरण, कचरे को निष्कासित करने और कचरे को संग्रहित करने की क्षमता कमाल की होती है। पिछले हिमनद काल के दौरान हिमनदों की उपस्थिति के कारण 50 मिलियन वर्ग किमी से भी अधिक का सतही भौगोलिक भूमि क्षेत्र इनसे प्रभावित था।

एक हिमनद के आधार में प्रमुखत: दो बड़ी अपक्षरण की प्रक्रियाएं होती हैं, पहली प्रक्रिया हिमनद के भीतर होती है जिसमें बड़ी मात्रा में बिखरे हुए चट्टानी कण और कचरा गतिशील हिमनद के साथ मिलकर पिघल जाती है अथवा पुन: जम जाती है। दूसरी अपक्षरण की प्रक्रिया में हिमनद की भीतरी सतह पर मौजूद हिम के ऊपर एकत्रित चट्टानी कणों और कचरे के साथ अपघर्षक क्रिया होती है। इस अपघर्षक क्रिया को परिमार्जन (स्करिंग) के नाम से जाना जाता है, परिमार्जन के कई लक्षण होते हैं इसका सबसे सहज लक्षण यह है कि इसे चट्टानों पर विभिन्न खरोचों के तौर पर देखा जा सकता है। कुछ मामलों में यह अपघर्षक क्रिया चट्टानों की सतह को चिकना भी कर देती हैं। इस भौगोलिक लक्षण को हिमनद पॉलिश (glacial polish) के नाम से भी जाना जाता है।

कार्स्ट (Karst) भूमि प्रकार पृथ्वी की सतह (भूमि) पर जल निकासी या फिर झरने में निस्सरण की एक विशेषता है। इस शब्द की उत्पत्ति क्रस से हुई जोकि पश्चिमी स्लोवेनिया का एक क्षेत्र है जहां पर पहली बार प्रारूपिक कार्स्ट भूमि प्रकारों जैसे सिंकहोल्स, केव्स, प्राकृतिक पुल और डूबती धाराओं पर विस्तार से शोध किया गया। कार्स्ट भूमि प्रकार बहते पानी द्वारा बनाए गए भिन्न भूमि प्रकार हैं जो बहुत ही महत्वपूर्ण होते हैं। इसमें जल का मार्ग सामान्य प्रवाह की प्रणाली जिसमें जल सतह पर बहता है, होने के बजाय उपायी सुरंग प्रणाली द्वारा भूमिगत होता है। कार्स्ट भूमि प्रकार का विकास उन क्षेत्रों तक ही सीमित रहता है जहां पर अपेक्षाकृत विलयशील चट्टानें, प्रधानत: चूना पत्थर, डोलोमाइट्स (कार्बोनेट चट्टानें), जिप्सम और अनायड्राइट (सल्फेट चट्टानें) पाई जाती हैं। पृथ्वी की सतही भूमि का लगभग आठ प्रतिशत भाग कार्स्ट भूभाग है।

दुनिया का तटीय वातावरण विभिन्न प्रकार की स्थलाकृतियों से मिलकर बना है, ये अपने आकार और आकृति में भिन्न होते हैं और इनका विस्तार धीमे ढलान वाले समुद्र तटों से लेकर ऊँची चट्टानों तक होता है। फिर भी तटीय स्थलाकृतियों को दो व्यापक श्रेणियों में बहुत बेहतर ढंग से समझा जा सकता है : अपरदनात्मक एवं निक्षेप जनित। वास्तव में, किसी भी तट की समग्र प्रकृति को इन श्रेणियों में से एक या दूसरे के रूप में वर्णित किया जा सकता है। हालांकि, यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि दो प्रमुख स्थलाकृति प्रकारों में से प्रत्येक तट पर किसी भी स्थलाकृति का निर्माण हो सकता है।

टिप्पणी

सामान्य तौर पर, यह कहावत है कि जितनी अधिक घटकों की संख्या और उनके बीच लिंक होते हैं, उतनी गैर–रेखीय गतिशीलता अधिक होगी । जितना पिछली अवस्थाएँ और घटनाएँ वर्तमान अवस्थाओं को प्रभावित करती हैं, उतना अधिक से अधिक स्थानिक और लौकिक पैमानों या प्रस्तावों की सीमा होगी, जिन पर सिस्टम की गतिशीलता प्रकट होती है। यदि ये सभी चीजें एक बार में लागू होती हैं, तो सिस्टम बहुत अधिक जटिल होगा। जिस हद तक सिस्टम बाहरी कारकों से प्रभावित होता है, और उन बाहरी कारकों की प्रकृति, सिस्टम जटिलता को भी प्रभावित करती है। लेकिन इससे परे सामान्यीकरण करना असंभव है, क्योंकि बाह्य घटक जटिलता को बढ़ा या घटा सकती है।

जटिलता की इस धारणा को गैर–रेखीयता, या गैर–रेखीय गतिशीलता के किसी विशेष रूप की आवश्यकता नहीं है। बड़ी संख्या में घटकों और स्वतंत्रता की कई डिग्री, और / या पैमाने की एक विस्तृत शृंखला में भिन्नता के कारण एक प्रणाली जटिल हो सकती है। इसी तरह, जटिल भू–आकृति प्रणालियों को उच्च आयामी होने की आवश्यकता नहीं है, अगर उदाहरण के लिए वे अत्यधिक गैर–रेखीय और स्वेच्छाचारी हैं। जियोमॉर्फिक सिस्टम और जियोमॉर्फिक समस्याएं अक्सर जटिल होती हैं। उनमें उच्च आयामिता, गैर–शुद्धता, आकस्मिकता और संतुलन की एक विस्तृत श्रृंखला शामिल होती है।

अपक्षरण का अनुपात कई कारकों पर निर्भर करता है। जलवायु कारकों में तेजी की मात्रा और गहनता, औसत तापमान के साथ ही आमतौर पर तापमान की श्रेणी और मौसम के आधार पर वायु की गति और तेज हवाओं के चलने पर उनकी आवृति शामिल हैं। भौगोलिक कारकों में तलछट या चट्टानों का प्रकार, इनकी सरंध्रता और पारगम्यता, भूमि के ढलान की मात्रा और चट्टानों का प्रकार झुका हुआ है या गलता हुआ है अथवा परतदार है या उस स्थान की आबोहवा सम्मिलित है। जैविक कारकों में वनस्पति से भरी या विहीन भूमि, उस स्थान पर पनपने वाले जीव और प्रयोग में आने वाली भूमि शामिल हैं। सामान्य तौर पर, एक जैसी वनस्पति और पारिस्थितिकी तंत्र वाले क्षेत्र, उच्च गहनता वाली तेजी को दर्शाने वाले क्षेत्र, अत्यधिक निरंतरता से होने वाली वर्षा, अत्यधिक वायु, और अत्यधिक तूफानों के कारण और अधिक अपक्षरण होता है। वह मलबे जिनमें अधिक रेत और गाद होती है अथवा वह क्षेत्र जहां पर सीधी ढलान अधिक पाई जाती है उन स्थानों के अपेक्षाकृत आसानी से अपक्षरण का शिकार बन जाती है जो उच्चतम दरार या अपक्षीण चट्टानों से पूर्ण हैं।

सन 2006 में मृदा अपक्षरण से भूमि हानि का मुख्य कारण स्थलाकृतिक वनों को बड़ी मात्रा में काटना और जलाना था। जब सारी भूमि को वनस्पति विहीन कर दिया जाता है तो यह सभी जीवित प्राणियों के लिए भी परेशानी का कारण बन जाता है, ऊपर की सतह की मिट्टी को वायु और जल अपक्षरण दोनों ही तरह के खतरों का सामना करना पड़ता है। पृथ्वी के अनेक क्षेत्रों में, एक देश का सारा का सारा भाग अनुत्पादकता की समस्या से ग्रस्त है उदाहरण के लिए मेडागास्कर हाई सेन्ट्रल प्लेटू का लगभग दस प्रतिशत ही वनस्पति से भरपूर है जबकि अन्य नब्बे प्रतिशत भूमि वनस्पति से विहीन है। इस स्थान की यह अवस्था गली अपक्षरण के कारण है।

विश्व की लगभग चालीस प्रतिशत कृषि योग्य भूमि का गंभीर रूप से क्षय हो रहा है, संयुक्त राष्ट्र के अनुसार प्रतिवर्ष सूखे, वनों के क्षरण और मौसम में हो रहे बदलावों के कारण यूक्रेन के क्षेत्रफल जितनी कृषि योग्य भूमि का क्षय हो जाता है। संयुक्त राष्ट्र

के घाना (अफ्रीका) में स्थित इंस्टीट्यूट ऑफ नेशनल रिसोर्स के अनुसार यहां जिस तरह से कृषि योग्य भूमि का क्षय हो रहा है उसे देखते हुए सन 2025 तक अफ्रीका अपनी केवल पच्चीस प्रतिशत जनसंख्या का ही भरण पोषण करने में सक्षम होगा।

टिप्पणी

भारी मात्रा में आने वाला कचरा प्रमुखत: घनत्व के कारण चट्टानों के टुकड़े और कचरे के रूप में नीचे की ओर तीव्रता से बहता है। मास मूवमेंट अपक्षरण प्रक्रिया का एक महत्वपूर्ण भाग है इसमें कचरे का गमन ऊपर से नीचे की ओर तेजी से होता है जहां पर उन्हें अन्य धाराएं जैसे जलधारा एवं बर्फीली धारा इन्हें अपने साथ लेकर और नीचे उन्नयन की तरफ भेज देते हैं। मास मूवमेंट की प्रक्रिया सभी पहाड़ी क्षेत्रों पर निरंतर होती रहती है। कुछ मास मूवमेंट धीमी गति से होते हैं तो कुछ अचानक हो जाते हैं, इन सभी का परिणाम प्राय: पटलविरूपणी ही होता है।

गली अपक्षरण (Gully erosion) जिसे अल्पकालिक गली अपक्षरण भी कहा जाता है, तब होता है जब अचानक भारी वर्षा अथवा बर्फ के पिघलने जल प्रवाह संकीर्ण चैनल में होता है। इसे विशेषत: खोखले मार्ग के बनने पर देखा जाता है जहां पर प्राथमिक रूप से डामरीकृत, जोकि एक पुरानी ग्रामीण सड़क है और यह आस पास के क्षेत्र से अपेक्षाकृत गहराई पर होती है, का निर्माण होता है। गली की गहराई इतनी होती है कि इसे कृषि के नियमत: कार्य से कोई नुकसान नहीं पहुंचता जबकि रिल अपक्षरण कृषि के साधारण कार्य से भी समतल अवस्था में आ जाते हैं।

तट रेखीय अपक्षरण (shoreline erosion) की क्रिया अनावृत और आश्रित दोनों समुद्र तटों पर होती है। यह मुख्य तौर पर तो धारा और लहरों की क्रिया पर ही आधारित होता है लेकिन यहां पर समुद्र के स्तर का बदलाव भी एक भूमिका निभा सकता है।

जल प्रेरित (हाइड्रालिक) क्रिया तब होती है जब जोड़ के बीच की हवा अचानक लहर के जोड़ के प्रवेश द्वार पर आ जाने के कारण संपीड़ित हो जाती है। तब इसमें दरार भी पड़ जाती है। लहर प्रहार तब होता है जब लहर की संपूर्ण ऊर्जा टीले या चट्टान पर तीव्रता से प्रहार करती है और उसे टुकड़ों में विभक्त कर देती है। अपघर्षण का कारण लहरों द्वारा टीले पर समुद्री भार को लाना है। यह तट रेखा अपक्षरण का सबसे प्रभावशाली और शीघ्रता से होने वाला प्रकार है।

हिम अपक्षरण एक या दो प्रकार से हो सकता है, यह हिम के मूवमेंट जैसाकि हिमनद में होता है की तरह हिमनद अपक्षरण नामक प्रक्रिया के द्वारा हो सकता है या फिर यह हिम के जमने की प्रक्रिया के द्वारा भी हो सकता है जिसमें छिद्रों और दरारों के बीच जमे हुए पानी के फैलाव से और अधिक दरारों की संभावना बन जाती है। हिमनद अपक्षरण स्पष्ट तौर पर तीन प्रक्रियाओं क्रमश: घर्षण, उखाड़ने और हिम कटाक्ष से होता है।

शुष्क जलवायु में अपक्षरण का प्रमुख स्रोत वायु होती है। आमतौर पर वायु का प्रवाह अपने साथ कुछ कणों को भी उड़ा ले जाती है और उनके मूल स्थान से हजारों किलोमीटर दूर उन्हें छोड़ देती है, इसे हवा द्वारा किए गए अपक्षरण के तौर पर समझा जा सकता है। वायु अपक्षरण वायु द्वारा उड़ाकर लाए गए कणों के मूवमेंट पर निर्भर करता है। इसके मुख्यतौर पर दो प्रभाव होते हैं- पहला वायु छोटे कणों को ही उठाती है इसलिए किसी दूसरे क्षेत्र में ले जाकर रख देती है इस प्रक्रिया को मंदी (एक स्थान से उठाकर दूसरे स्थान पर रखना) कहा जाता है। अपने स्थान से बिछड़े हुए यह कण ठोस पदार्थो पर अपना प्रभाव डालते हैं जिससे घर्षण (पारिस्थितिक सफलता) के कारण अपक्षरण होता है। वायु अपक्षरण आमतौर पर उन स्थानों पर होता है जहां पर वनस्पति या तो नहीं होती

या फिर बहुत ही कम मात्रा में होती है, ऐसा प्राय: उन स्थानों पर होता है जहां पर वनस्पतियों के फलने फूलने में सहायक वर्षा पर्याप्त मात्रा में नहीं होती।

टिप्पणी

थर्मल अपक्षरण पानी के बहाव के कारण परमाफ्रोस्ट के गलने और कमजोर होने के कारण होता है। यह नदी और तट दोनों पर एक साथ हो सकता है। साइबेरिया की लेना नदी में जो तीव्र गति से नदी प्रणाली के प्रवसन को देखा जाता है वह थर्मल अपक्षरण के कारण ही होता है। किनारों का यह भाग परमाफ्रोस्ट सीमेंट जोकि नॉन कोहैसिव पदार्थ से बना होता है। इस प्रकार का अपक्षरण कमजोर तट के बड़े एकत्रित ढेर में गिर जाने से होता है। थर्मल अपक्षरण आर्कटिक तट को भी प्रभावित करता है, जहां पर तट के तापमान के पास लहरों की क्रिया अंडरकट परमाफ्रोस्ट बुल्फ तटरेखा के साथ होती है और उन्हें गिराने का कारण बनती है।

पिछले दशक में यह देखा गया कि जलवायु में अधिक से अधिक गर्माहट के कारण सशक्त हाइड्रोलॉजिकल चक्र बनता गया जिसमें भारी वर्षा भी शामिल है। सन 1998 में कार्ल और नाइट की रिपोर्ट में कहा गया कि सन 1910 से लेकर 1996 तक अमेरिका के आस पास के क्षेत्रों कुल वर्षा की मात्रा में बढ़ोतरी देखी गई, और बढ़ोतरी का 53% वर्षा क्षेत्र के सर्वोच्च इलाके (जहां पर सबसे अधिक बारिश होती है) में वर्षा संबंधी घटनाचक्र में आई बढ़ोतरी के कारण देखी गई। वर्षा में आई तेजी के दिनों में यह भी देखा गया कि बारिश की धार में भी 50 मिली मीटर की तीव्रता दर्ज हुई।

मृदा अपक्षरण भूमि के वातावरण से संबंधित एक गंभीर समस्या है जिसके कारण भूमि अपक्षरण की क्रिया लगभग सीलन भरी से लेकर शुष्क रेगिस्तानी जगहों जिसमें ईरान भी शामिल है में पाई जाती है। इसके परोक्ष एवं अपरोक्ष दोनों ही तरह के नकारात्मक प्रभाव जैसे मृदा की हानि, हरियाली की हानि, कृषि भूमि का हनन, अप्रमाणिकरण और निश्चित तौर पर आर्थिक प्रतिक्षेप सामने आते हैं। कुछ कृषि और कृषि योग्य स्थानों का मृदा अपक्षरण के कारण पहले ही ह्रास हो चुका है। मृदा संरक्षरण उपायों की तलाश अत्यंत ही आवश्यक है जिससे कि भूमि हनन को कम किया जा सके और मृदा स्रोत के लिए दीर्घकालिक प्रबंधन को सुनिश्चित किया जाए। प्रभावशाली मृदा संरक्षण उपायों को ऐसे स्थानों पर क्रियान्वित करना चाहिए जहां पर मृदा अपक्षरण के जोखिम अधिक हैं।

मृदा मानचित्र के लिए आकाशीय मार्ग से चित्र लेने की संभावनाओं पर लंबे समय से संभावनाएं जताई जा रही हैं। सामान्यतौर पर इसका प्रयोग रीति संगत प्राकृतिक भूगोल प्रक्रिया के तरीकों के लिए और सीधे तौर पर शीट, रिल और गली अपक्षरण की पहचान के लिए होता है। परन्तु यहां पर यह आवश्यक है कि यह उस क्षेत्र के मैदानी सर्वे से संबधित होना चाहिए इसमें अपक्षरण के प्रकार का मानचित्र जोकि चित्र द्वारा व्याख्या करने वाला और राष्ट्रीय स्तर का है समय की बचत करने वाला और मंहगा भी है। इजफहान प्रान्त में राइमा ने (2003) इसी तरह का आकाशीय मार्ग द्वारा लिए गए चित्रों से अपक्षरण के प्रकारों की व्याख्या करने वाला निष्कर्ष निकाला। उन्होने सेटेलाइट इमेजरी और भौगोलिक सूचना प्रणाली को इस लक्ष्य के लिए सुझाया। आधुनिक विशेष सूचना तकनीकें भौगोलिक सूचना प्रणाली, डिजिटल विश्लेषण मॉडलिंग और रिमोट संवेदना अपक्षरण प्रकार के मानचित्रों से जुड़े नए-नए शोधों के द्वार खोल दिए हैं जो कि महंगे न होने के साथ साथ शीघ्र ही परिणाम देने वाले भी हैं।

टिप्पणी

मृदा अपक्षरण के प्रकारों का वर्गीकरण करने के लिए कठोर नियम अनुभव और प्रवीणता पर विचार करके विभिन्न तरीकों को अपनाया जाता है। सतह के दृश्य के पूर्णत: साफ न होने से संबंधित और रिल अपक्षरण, सेटेलाइट इमेज पर छोटी और मध्यम आकार की नालियां, जल निकासी प्रणाली पर घ्यान देने वाली फोटो ऑर्फिक इकाई और अन्य विशेषताएं जैसे रंग, शैली और बनावट को स्क्रीन डिजिटिंग ढंग से रंग मिलान के प्रत्येक नियन्त्रण बिंदु के स्तर पर अलग किया जा सकता है। प्रत्येक अपक्षरण प्रकार की तीव्रता इन्हीं नियन्त्रण बिंदुओं के आधार पर आंकी जाती है और इसके बाद ज्यमितीय कणों के प्रत्येक आगे वाले भाग को सतह के हर भाग रिल और गली अपक्षरण के दृष्टिकोण से सही किया जाता है। संशोधित ज्यमितियों को क्षेत्र में होने वाले सभी अपक्षरणों की तीव्रता के आधार टिप्पणीबद्ध किया जाता है। जो ज्यमितीय समान तीव्रता वाले होते हैं उन्हें एकसाथ करके सतह के रिल और भूमि अपक्षरण भूमि सत्य मानचित्र का नाम दिया जाता है।

4.6 मुख्य शब्दावली

- **मीन्डेरिंग (Meandering)** : लहरदार धारा।
- **टिब्बा** : टीला।
- **बर्डफुट डेल्टा** : समुद्र के किनारे नदी की धाराओं द्वारा पक्षी के पंजे के आकार की आकृति।
- **वायूढ़ प्रक्रिया** : वायु अपरदन।
- **लोयस के मैदान** : वायु अपरदन से मिट्टी के बारीक कणों से निर्मित विशाल मैदान।
- **V आकार की घाटी** : नदी द्वारा निर्मित मार्ग।
- **U आकार की घाटी** : हिमनद द्वारा निर्मित मार्ग।
- **ड्रमलिन्स (Drumlins)**: गोलकों के चोटीनुमा या पहाड़ीनुमा संचय।
- **कार्स्ट भूमि** : ऐसी भूमि जहां जल सतह की बजाय जमीन के अंदर हो कर बहता है।
- **तरंगिका** : लहर गतिविधि का एक विशेष प्रकार का तटीय प्रभाव।
- **ज्वार–भाटा** : खगोलीय (सूर्य–चंद्रमा–पृथ्वी) स्थितियों के कारण समुद्र स्तर में वृद्धि और गिरावट।
- **पुलिन (Beaches)**: रेत से बना समुद्रतट (बजरी, कीचड़ भी हो सकता है)।

4.7 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास

लघु उत्तरीय प्रश्न

1. अपघटन कब होता है?
2. बिन्दु रोध कहां पर विकसित होता है?

टिप्पणी

3. वायूढ़ भूमि प्रकार कैसे उत्पन्न होता है?
4. कार्स्ट भूमि प्रकार क्या हैं?
5. अपक्षरण की परिभाषा क्या है?
6. अदला–बदली खेती क्या है?
7. समूह अपक्षय क्या है?
8. गली अपक्षरण कब होता है?

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

1. नदी संबंधी प्रक्रिया का गति विज्ञान क्या है? समझाइए।
2. अपक्षरण के प्रकार क्या हैं? विस्तार से बताइए।
3. कार्स्ट प्रक्रिया पर टिप्पणी लिखिए।
4. प्राकृतिक भूगोल प्रक्रिया की व्याख्या कीजिए।
5. वायूढ़ प्रक्रिया के गति विज्ञान और उसके परिणामस्वरूप बनने वाले भूमि प्रकारों की व्याख्या कीजिए।
6. हिमनद प्रक्रिया और उसके परिणामस्वरूप बनने वाले भूमि प्रकारों के गतिविज्ञान की व्याख्या कीजिए।
7. निम्न की व्याख्या कीजिए

   (क) मीन्डेरिंग (ख) ड्रमलिन्स (ग) तरंगिका (घ) पुलिन

4.8 सहायक पाठ्य सामग्री

1. Cooke, R.U. and Doomkamp, J. C., 1974, *Geomorphology in Environment Management, An Introduction,* Clarendon Press, Oxford.
2. Dury, G.H., 1959, *The Face of the Earth,* Penguin Harmondsworth.
3. Goudie. A., 1968, *The Nature of the Environment,* Oxford and Blackwell, Lnndon.
4. Garner, H.F., 1974, *The Origin of Landscape – A Synthesis of Geomorphology,* Oxford University Press, London.
5. Pitty, A.F., 1971, *Introduction to Geomorphology,* Methuen, London.
6. Sharma, H.S. (ed) 1980, *Perspectives in Geomorphology, Concept,* N. Delhi.
7. Singh, S. 1998, *Geomorphology,* Prayag Publication, Allahabad.

इकाई 5 व्यावहारिक भू–आकृतिक विज्ञान और इसके अनुप्रयोग

टिप्पणी

संरचना

5.0 परिचय
5.1 उद्देश्य
5.2 व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान
  5.2.1 अर्थ एवं संभावनाएं
  5.2.2 भू–आकृति विज्ञान मानचित्रण एवं भू–दृश्य पर प्रयोग
5.3 डिजिटल उन्नयन मॉडल
5.4 त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क
5.5 भूमि की क्षमता और भूमि की उपयुक्तता
5.6 क्षेत्रीय योजनाओं में भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोग
  5.6.1 भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोग : एक अवलोकन
  5.6.2 जल भू–आकृति विज्ञान
  5.6.3 शहरी भू–आकृति विज्ञान
  5.6.4 पर्यावरणीय भू–आकृति विज्ञान
5.7 भू–आकृति विज्ञान और जोखिम प्रबंधन
5.8 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर
5.9 सारांश
5.10 मुख्य शब्दावली
5.11 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
5.12 सहायक पाठ्य सामग्री

5.0 परिचय

व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान वातावरणीय समस्याओं से संबंधित व्यावहारिक अनुप्रयोग है जिसमें वर्तमान और भविष्य में होने वाली समस्यायें शामिल की जाती हैं। व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान सार्वजनिक नीति विकास और पर्यावरण संसाधन प्रबंधन संबंधी निर्णय लेने में समारिक साधन प्रदान करता है। प्रयोज्यता में मुख्य क्षेत्रों में क्षेत्रीय रणनीति, इंजीनियरिंग परियोजनाएं, खनिज अन्वेषण, जल विज्ञान, सैन्य कारवाई, आदि शामिल हैं।

क्षेत्रीय योजना भूमि के दोहन से संबंधित शाखा है और विभिन्न कार्यकलापों, बुनियादी सुविधाओं और किसी विशेष शहर या नगर की तुलना में बड़े क्षेत्र पर भूमि के कार्यसक्षम दोहन से संबंधित है। योजना शब्द के संबंध में 'क्षेत्र' को प्रशासनिक या कम से कम आंशिक रूप से कार्यपरक और समाधानों का तंत्र और विशेष क्षेत्र शामिल हैं। क्षेत्रों के विकास के लिए खेतीबाड़ी भूमि, औद्योगिक स्थान, परिवहन केंद्र और बुनियादी सुविधाओं सैन्य अड्डों और बीहड़ जंगलों की सुरक्षा की आवश्यकता होती है। क्षेत्रीय योजना किसी क्षेत्र के दीर्घकालीन विकास के लिए बुनियादी सुविधाओं की स्थापना और उस क्षेत्र को उप-क्षेत्रों में विभाजित करने का विज्ञान है।

इस इकाई में हम व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान एंव क्षेत्रीय योजना के बारे में अध्ययन करेंगे।

5.1 उद्देश्य

टिप्पणी

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप–

- व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान एवं भू-विकास के भू-आकृति मानचित्रण के अनुप्रयोग के बारे में जान पाएंगे;
- डिजिटल उन्नयन मॉडल, त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क के महत्व को समझ पाएंगे;
- भूमि की क्षमता, उपयुक्तता, जल, शहरी एवं पर्यावरणीय भू-आकृति विज्ञान का अध्ययन कर पाएंगे;
- भू–आकृति खतरों को विस्तार से समझ पाएंगे।

5.2 व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान

व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान पर यहां विस्तार से चर्चा की जा रही है-

5.2.1 अर्थ एवं संभावनाएं

भू-आकृति विज्ञान परंपरागत रूप से भूमि के स्वरूप और संरचना में शामिल प्रक्रियाओं पर केंद्रित रहा है। व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान वातावरणीय समस्याओं से संबंधित व्यवहारिक अनुप्रयोग है जिसमें वर्तमान और भविष्य में होने वाली समस्याएं शामिल की जाती हैं। व्यवहारिक भू-विज्ञान सार्वजनिक नीति विकास और पर्यावरण संसाधन प्रबंधन संबंधी निर्णय लेने में सामरिक साधन प्रदान करता है। इसके मुख्य क्षेत्रों में विशेष पर्यावरणीय व्यवस्थाओं जैसे समुद्र तटीय क्षेत्र या मरूस्थलीय पर्यावरण प्रत्येक भूतलीय प्रक्रिया का भूमि दोहन पर असर और प्रबंधन और प्राकृतिक जोखिम वाले अतिसंवेदनशील क्षेत्र शामिल हैं।

विश्व की लगभग 60 प्रतिशत से अधिक जनसंख्या समुद्र तटीय क्षेत्र जैसे मूंगे के प्रवाल द्वीप, पुनर्निर्मित या प्राकृतिक झील, समुद्र तटीय टिब्बे और चट्टानों की चोटी पर सीमावर्ती द्वीप पर या आसपास निवास करती है। तूफान के कारण तटीय अपक्षय, बाढ़, समुद्रीय लहरों से संपत्ति, जीविका और जीवन की रक्षा, इंजीनियरिंग उपायों द्वारा समुद्र के स्तर में ज्वार की चेतावनी आदि व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान का भाग हैं। इस प्रकार की व्यस्वथा में कई प्रकार के भू-आकृति विज्ञान संबंधी अनुप्रयोग शामिल हैं। क्षेत्रीय भूमि के स्वरूप को समझना और उस पर काम करने वाली विभिन्न प्रकार की प्रक्रियाओं का प्रयोग चट्टानी विफलता वाले क्षेत्र, समुद्री अपक्षय और बाढ़ के लिए किया जा सकता है। यह उपागम संभावी विकास कर्ताओं और बीमा उद्योग के लिए हितकारी है और पर्यारण प्रभाव के आकलन (ईआईए) का मुख्य साधन है। तटीय क्षेत्र की भू-आकृति को समझकर तटीय प्रणाली की भविष्यवाणी करने के लिए संशोधन भी किया जा सकता है। ग्रोनीज, तरंग रोधी या रक्षाकारी समुद्रीय दीवारों का निर्माण समुद्र तटीय पर्यावरण और अवसाद के प्राकृतिक परिसंचरण को प्रभावित कर सकता है। अपक्षय रोकथाम हेतु कृत्रिम तौर से चट्टानों को मजबूती प्रदान के लिए उंची चट्टानों पर रहने वाले लोगों के लिए स्पष्ट समाधान प्रतीत होता है लेकिन भू-आकृति मूल्यांकन से यह भविष्यवाणी की जा

टिप्पणी

सकती है कि प्राकृतिक रूप से चट्टान गिरने में अवरोध उत्पन्न करने के परिणामस्वरूप तलछट का बहाव प्रभावित हो सकता है और भविष्य में समुद्र के किनारे अपरदन पर विशेष ध्यान दिए जाने की आवश्यकता भी होगी। इस प्रकार से चट्टान का स्वरूप बदलने की प्रक्रिया के कारणवश उसका तलछट एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाया जा सकता है। प्रकृति का ज्ञान और समुद्र तटीय गतिशीलताओं संबंधी जटिलताएं इस प्रकार से समुद्री तटीय क्षेत्रीय प्रबंधन रणनीति का अति आवश्यक भाग हैं जो समुद्रीय तल की समुद्र तटीय बनावट पर भविष्य में महत्वपूर्ण प्रभाव डाल सकती हैं।

बाढ़ से छुटकारा प्राप्त करने के लिए नदी–प्रबंधन रणनीतियों में आमतौर पर विशेष नदी के खंड में इंजीनियरिंग को अंगीकृत करके समाधान निकाले गए जो आमतौर पर नगरीय विकास क्षेत्रों में हैं। विशेष अवरोध उपाय प्राप्त करने में अपरदन रोकथाम के लिए कंक्रीट के द्वारा प्राकृतिक चैनल का रेखांकन और किनारों की अस्थिरता, उन विशेष खंडों के माध्यम से तेज गति के प्रवाह शामिल करना और नियंत्रण सरचनाएं शामिल हैं जैसे जलमार्ग गेट और जल के स्तर को नियंत्रित करने के लिए जलाशय आदि। ये कृत्रिम उपाय हमेशा ही नदी जलागम वाले क्षेत्र में बाढ़ की रोकथाम के लिए सफल रहे हैं और प्राकृतिक खंड बाढ़ की चरम अवस्था में अनुप्रवाह के कारण जलमग्न हो सकते हैं। इंजीनियरिंग सुविधा की पहुंच वाली नदियों की भू–आकृति खराब हो गयी है और नदी के प्रवाह को कंकरीट की दीवारों से नियंत्रित किए जाने के कारण उनका प्रवाह तेज हो गया है जिसके कारण पानी की गहराई में कम से कम परिवर्तन और चैनल पार करने वाले खंड बन गए हैं। जिसके कारण आसपास की वनस्पति को पानी कम मात्रा में मिलता है। भू–आकृति विज्ञान का प्रयोग कृत्रिम नदी प्रणाली तैयार करने में एकीकृत नदी प्रबंध न रणनीति 'नदी जीर्णोद्धार' करने के लिए किया जा रहा है जो नदी के प्रवाह की परिस्थितयों को नियंत्रित करने के दौरान अधिक से अधिक जैव विविधता को बढ़ाता है। व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान विस्तृत जल स्तर पर नदी की प्रतिक्रिया के अंतर्गत संपूर्ण प्रतिक्रिया पर विचार किया जाता है जिसका उद्देश्य नदी के स्वरूपों की मूलभूत जानकारी और प्रक्रिया, तलछट परिवहन और उसकी महत्वपूर्ण भूमिका के अंतर्गत नदी किनारे (नदी तट पर) वनस्पति को पानी प्रदान करना है।

स्थलाकृतियों की अपनी विशेषताएं होती हैं जो हमारे पर्यावरण के उपयोग और विकास से टकराती हैं। ठंडे पर्यावरण में हिमखंड की मौजूदगी के कारण निर्माण, संचार और आवास संबंधी समस्याएं पैदा हो जाती हैं। हिम से आच्छादित रहने वाले क्षेत्रों में मिट्टी की उपरी परत हमेशा बर्फ से ढकी रहती है जो केवल गर्मियों के दिनों में पिघलती है। उपरी परत को क्रियाशील परत के रूप में जाना जाता है जो लगातार बर्फ जमने और पिघलते रहने की क्रिया का सामना करती है जिसके कारण उस क्षेत्र की भू–आकृति क्रियाशील रहती है। क्रियाशील परत का कटाव और विरूपण होता है जिसके कारण दूर–संचार में बाधा उत्पन्न होती है और सड़कें उबड़–खाबड़ और टेढ़ी–मढ़ी हो जाती हैं। व्यवहारिक भू–आकृति विज्ञान का उपयोग क्रियाशील बर्फ वाले क्षेत्र का मानचित्र तैयार करने के लिए किया जा सकता है जिसके कारण चट्टानें और अवसाद में अंतर उत्पन्न होता है। इसके बाद इन सूचनाओं का प्रयोग समस्याओं के आकलन के लिए किया जाता है जैसे इन क्षेत्रों पर पड़ने वाले प्रभाव। भूमि का कटाव परत की क्रियाशीलता और उपस्थित अवसाद के प्रभाव और सूक्ष्म तलछट पर निर्भर करता है जो कंकड़ की तुलना

टिप्पणी

में अधिक बाधा उत्पन्न करता है। उदाहरण के लिए हिमाच्छादित क्षेत्रों की एक और समस्या जैसे कुछ अलास्का के क्षेत्रों की इमारतों को गर्म करने के परिणामस्वरूप उनकी संरचना नाटकीय रूप से बैठ जाती है। पर्याप्त परिसंवाहक के अभाव में इमारत के नीचे की जमीन की बर्फ पिघलने के कारण इमारत बैठ जाती है और क्रियाशील परत बढ़ जाती है और इस प्रकार से मिट्टी की संरचना प्रभावी ढंग से परिवर्तित हो जाती है। जिसके परिणामस्वरूप व्यवहारिक भू-आकृति विज्ञान भूमि के उपयोग और स्थल का मूल्यांकन इस प्रकार की संभावी समस्याओं, अधोगमन, ढलान की अस्थिरता, हवा के साथ मिट्टी का अतिक्रमण और प्राकृतिक निकास प्रणाली पर प्रभाव के अध्ययन में सहायक है।

कृषि कार्यों के लिए उपयोग की जाने वाली भूमि के कटाव, भूमि धंसने और सिंचाई के लिए अधिक पानी निकाले जाने के कारण बंजर हो सकती है। अधिक मुनाफे या लाभ की प्राप्ति के लिए अधिक कृषि कार्य गतिविधियां करने के कारण पर्यावरण के लिए नुकसानदेह हो सकते हैं चाहे वह अल्पावधि के लिए हो या दीर्घावधि के लिए। व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान उपयोगकर्ता धरातलीय दशाओं, जलवायु, वनस्पति और मिट्टी के कटाव की सलाह के बारे में किसानों और राजनीतिज्ञों को जानकारी प्राप्त करा सकता है तथा भूमि और जल संसाधनों के दीर्घकालीन उपयोग के लिए भूमि प्रबंधन में सुधार में सहायता कर सकता है। प्राकृतिक आपदा जैसे ज्वालामुखी विस्फोट और किसी क्षेत्र के आसपास आबादी में मौजूद कीचड़ की समस्या के कारणों को जानने और उसके निराकरण में सहायक हो सकता है। भू-आकृति विज्ञान मानचित्रों का उपयोग भू-आकृति और जोखिम वाले क्षेत्रों की स्थिति जानने के लिए किया जा सकता है। आपदा की अभिव्यक्ति होने पर किसी अन्य जोखिम का आकलन किया जा सकता है। जैसे ज्वालामुखी विस्फोट के कारण राख और लावा के प्रवाहित होने संबंधी खतरा उत्पन्न हो सकता है और अत्याधिक गरम लावा प्रवाहित होने संबंधी खतरा या संबंधित जोखिम जैसे कीचड़ का प्रवाहित होना स्थलाकृति, मिट्टी की उपरी परत, कटाव का प्रकार और प्रभावी वायु की दिशा आदि का अध्ययन एवं संभव निदानों का अनुप्रयोग किया जा सकता है। भू-आकृति विज्ञान विश्लेषण का यह उपयोग आपातकालीन सेवाओं और बीमा उद्योग के लिए विशेष रूप से हितकारी है। व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान का उपयोग भू-आकृति परिवर्तन और सतही प्रक्रियाओं के लिए किया जा सकता है। इसके अंतर्गत मानव द्वारा पर्यावरण में हस्तक्षेप से भविष्य में जलवायु पर प्रभाव के रूप में अल्पावधि नीनो, ग्रीनहाउस से निकलने वाली गर्म वायु के कारण दीर्घकालीन उष्णकटिबंधीय तूफानों का आना और समुद्र का जल स्तर बढ़ सकता है। इस प्रकार से व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान भूमि, जल और प्राकृतिक संसाधनों के संभावी पतन को कम करता है।

5.2.2 भू–आकृति विज्ञान मानचित्रण एवं भू–दृश्य पर प्रयोग

हम जानते हैं कि भू-आकृति विज्ञान पहाड़ियों और नदी घाटियों के आकार, पहाड़ी ढ़ाल, जल निकास प्रणाली के विकास और सभी खंडों में उपलब्ध दिखाई पड़ने वाली सामग्रियों की व्याख्या करता है। लेकिन भू-आकृति विज्ञान की भूमिका केवल अकादमिक महत्व तक ही सीमित नहीं हैं। यह सत्य है कि भू-आकृति विज्ञान की सांस्कृतिक मान्यता को अधिकांश लोगो द्वारा दबाया गया है जबकि भू-आकृति विज्ञान अनेक प्रकार से हमारे दैनिक जीवन में जरूरी है। यह अध्ययन उन विचारों को स्पष्ट और मनोरंजक ढंग से

टिप्पणी

दर्शाता है हमारे प्राकृतिक पर्यावरण में सबसे महत्वपूर्ण घटक आनंद है। इस बारे में बिल्कुल सही कहा गया है कि पर्यावरण की बेहतरीन समझ आनंद का एक अभिन्न भाग है जिसका अध्ययन हमें पृथ्वी के संबंध में करना चाहिए क्यांकि हम इसका सामना केवल उसे नियंत्रित और बौद्धिक ढंग से प्रबंधित करके ही कर सकते हैं। स्थलाकृति आम तौर पर संभावित उच्च मार्ग का निर्धारण करने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करती है हालांकि बेहतर स्थलाकृतियों के अनुसार कभी-कभी सांस्कृतिक स्थलाकृतियां आवश्यक हो सकती हैं। मिट्टी संबंधी मानचित्र ही विशेषकर स्थलाकृति संबंधी मानचित्र होते हैं और किसी मिट्टी शृंखला के विभिन्न पक्षों के विभेदीकरण तथा विभिन्न स्थलाकृतियों संबंधी दशाओं को मूलभूत रूप से पुनर्स्थापित करते हैं जिसके अंतर्गत प्रत्येक मिट्टी की शृंखला का विकास होता है। मिट्टी कटाव की समस्या में मुख्य रूप से पहचान और समुचित नियंत्रण में भू-आकृति संबंधी प्रक्रियाएं शामिल हैं जैसे कम मात्रा में अपरदन, घाटी निर्माण, बड़ी मात्रा में भूमि कटाव और नाली के रूप में अपरदन। अपरदन की तीव्रता का निर्धारण केवल ढलान के माध्यम से ही किया जा सकता है लेकिन जिन स्थानों पर अपारगम्य सामग्री होती है हल्का ढाल घातक हो सकता है। इसी प्रकार से मिट्टी और कंकड़ की मात्रा के बहुत से इंजीनियरिग, व्यावसायिक और औद्योगिक उपयोग होते हैं।

भू-आकृति विज्ञान के माध्यम से बांध बनाने के स्थल का चयन किया जा सकता है जिसमें भू-आकृति विज्ञान, क्षेत्रों की चट्टानी संरचना से संबंधित जानकारी शामिल है। हवाई क्षेत्रों को दर्शाने वाले स्थलों के चयन का निर्धारण भू-आकृति या भू-गर्भ विज्ञान के माध्यम से किया जाता है। ये सभी स्थितियां दर्शाती हैं कि किसी क्षेत्र की योजना तैयार करने से पहले भू-आकृति विज्ञानी से सलाह लेनी चाहिए ताकि उस क्षेत्र में विभिन्न भू-आकृति संबंधी पहलुओं का अध्ययन एवं प्रयोग करके समस्याओं से मुक्ति पाई जा सकती है। भू-आकृति विज्ञानी किसी क्षेत्र के बारे में विस्तृत जानकारी प्रदान कर सकता है और उस स्थान की वास्तविक विशेषताओं का वर्णन करने में सक्षम होता है।

क्षेत्रीय योजना के बारे में भू-विज्ञान की भूमिका का वर्णन करने के लिए बिहार (भारत) के छोटानागपुर के पठार के बराकर बेसिन का समस्यामूल क्षेत्रों का चयन एक उदाहरण है जो भू-आकृति से संबंधित विभिन्न विशेषताओं का विस्तार पूर्णक वर्णन प्रस्तुत करता है। इस क्षेत्र के केवल एक विशेष पहलू का अध्ययन करना हो तो वह मिट्टी और मिट्टी अपरदन होगा।

बराकर बेसिन (घाटी)

बराकर बेसिन 23^0 00' से 24^0 30', उत्तरी अक्षांश और 85^0 00' से 87^0 00' पूर्वी देशांतर के अंतर्गत भू-आकृति इकाई में भारत के बिहार राज्य में बराकर नदी का जल आच्छादित क्षेत्र (7026.1 वर्ग किमी) आता है। यह बेसिन छोटानागपुर का छोटा पठार है जो पठारीय प्रायद्वीप के पूर्ववर्ती सीमा से लगा हुआ है।

बराकर बेसिन में बहुत सी भौगोलिक गतिविधियां पाई जाती हैं। यह भू-आकृतियों से समृद्ध परिदृश्य है सीधे ढाल वाले क्षेत्र, अपक्षय धरातल और बाकी भूभाग को पहाड़ियों के द्वारा वर्गीकृत किया जाता है इस क्षेत्र का सामान्य ढाल दक्षिण पूर्वी दिशा की तरफ है। सघन क्षेत्र 152 मीटर और 457 मीटर कंटूर के बीच आते हैं जो भू-विज्ञान की विभिन्न विशेषताओं को प्रस्तुत करता है। 350 मीटर धरातलीय घटक मूल बराकर

टिप्पणी

बेसिन का निर्माण करते हैं। दक्षिण छोर धीरे से लगभग 10 मीटर दामोदर नदी की तरफ बराकर बेसिन की तरफ साथ-साथ बहती है। बराकर बेसिन दक्षिणी किनारे पर 600 मीटर ऊँचा है जो उपरी हजारी के पठार समुत्प्रपात का हिस्सा है। पठार के तीन ओर 350 मीटर से 381 मीटर धरातल में परिवर्तन क्रमिक है।

इस प्रकार से बराकर का बेसिन धरातलीय विविधता प्रदान करता है जिसे छोटे-छोटे टुकड़ों, बीहड़ स्थलाकृति, गहरी स्थलाकृति, गहरी सीढ़ीनुमा नदी घाटियों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है झरने या उनकी तेज गति वाले स्थान पहाड़ियों के अवशिष्ट (पर्वतश्रेणी, पहाड़ी शैली), घुमावदार मार्ग, गड्डे और संरचानए कहीं-कहीं पहाड़ी श्रेणियां, उच्च श्रेणी वाली भूमि के रूप में प्रक्षेप या विस्तारित पर्वत श्रेणी जैसी विभिन्न भू-आकृतियां इसकी विशेषताएं हैं।

बराकर बेसिन में पारदर्शी स्फटिक और ग्रेनाइट मौजूद है और जिसे मूल रूप से ठोस पर्पटी माना जाता है। हर्शोनियन क्रांति के कारण जिस स्थान पर गोंडवाना का निर्माण हुआ छोटी रेखीय संरचनाओं में बदलाव आया। तृतीय युग के दौरान एपिरोजैनिक उत्थान के दौरान अनाच्छादन चक्र की शुरुआत के लिए जिम्मेदार रहा जिन्होंने वर्तमान भू-आकृतियों की खोज की।

वर्तमान में, बेसिन उपोष्ण आर्द्र जलवायु के अंतर्गत आता है इस क्षेत्र का एक बड़ा भाग घने वन और झाड़ीदार जंगल हैं जो क्षेत्र की मिट्टी का अपक्षय होने से रक्षा करते हैं। लेकिन अत्यधिक ऊंचाई और तेज ढाल "अपवाह को सुविधा प्रदान करता है जो अल्पकालीन झरनों को कम कर देता है और गर्मियों में तालाब पानी से रिक्त हो जाते हैं।"

मिट्टियां और मिट्टी अपरदन

बराकर बेसिन की मिट्टियों का निर्माण "मूल चट्टानों के नीचे वाले अवशिष्ट की मिट्टियों की भूमिका से हुआ है।" बेसिन की मिट्टियों के विकास में मूल सामग्री के रूप में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है जिसके अंतर्गत मुख्य रूप गोंडवाना द्रोणियों में पत्थर वाली रेतीली मिट्टी और छिछलापन और बेसिन के बाकी भाग में ग्रेनाइट और जेनेसिस शामिल हैं। पथरीली मिट्टी के कारण अनऊपजाऊ मिट्टी का विकास हुआ है जबकि झिझले पानी से चिकनी मिट्टी का विकास हुआ है जिसमें पथरीली मिट्टी की तुलना में नमी अधिक समय तक रहती है। इस बेसिन का दक्षिणी भाग लावा वाली मिट्टी से ढका हुआ है जिसके कारण यहां पर उससे संबंधित कई उद्योगों का विकास हुआ। रेतीली मिट्टी दोषपूर्ण द्रोणियों और नदी घाटियों या अंतरिम पर्वतश्रेणी वाली भूमिका की देन है। ग्रेनाइट और जेनेसिस के कारण रेतीली मिट्टी और अनुपजाऊ लेटराइट मिट्टियों का विकास हुआ है। हांलाकि लेटराइट मिट्टियों में "चट्टानों से लाया गया रेतीला पदार्थ मिश्रित होता है जिसके कारण वह उपजाऊ बन जाती है।"

इस प्रकार से आमतौर पर, बराकर बेसिन की मिट्टियों की उत्पत्ति प्राचीन जेनेसिस जैसे शिस्ट और ग्रेनाइट जो उनके आधार का निर्माण करते हैं, से हुई है। इन मिट्टियों को 'लाल आर्कियन मिट्टियों' के रूप में माना जाता है "चट्टानों के उच्च लौह घटकों के कारण इस मिट्टी का रंग गहरा लाल, भूरा और काले रंग का हो जाता है।" मिट्टियों की इस विशेषता को बेसिन की चट्टानों से लिया जाता है जिसने देश की कृषि को मानव

प्रयासों के फलस्वरूप प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष रूप से प्रभावित किया है। ये मिट्टियां अन्य मिट्टियों की तुलना में कम उपजाऊ होती हैं।

टिप्पणी

उच्चवर्ती क्षेत्र जहां पर लाल लौहयुक्त, मिट्टी और कंकरीली पतली परत की बहुतायत होती है जिस स्थान का उपजाऊपन उस स्थान की बस्ती पर निर्भर करता है। मिट्टी का एक बड़ा भाग ऊंचे और निचले स्थान दोनों पर सीढ़ीदार खेतों में धान की खेती की जाती है और यहां की मिट्टी अपेक्षाकृत मोटी होती है जिसके कारण गैर-सीढ़ीदार ऊंची भूमि वाली अपक्षरण मिट्टी की तुलना में कम उपजाऊ होती है। ऊंचे स्थानों वाली घाटियों की मिट्टी और कटी हुई मिट्टी निचली भूमि और ढालों पर आकर एकत्रित हो जाती है और जो नमी से भरपूर होती है और जिसमें चावल की खेती के लिए मिट्टी की उपयुक्त मात्रा भी होती है। पहाड़ी श्रेणियों के उबड़-खाबड़ ढालों और उनके बिल्कुल नीचे मिट्टी अनउपजाऊ होती है।

क्षेत्र की ये मिट्टियां बड़े स्तर पर भू-आकृति विज्ञान की देन हैं जो मैदानी क्षेत्रों में दिखती हैं। ऊपरी पर्पटी पर कोई मिट्टी हो भी नहीं सकती है और उन स्थानों पर केवल चट्टान, पहाड़ियाँ और टीले होते हैं। मिट्टियों के संपर्क में आने के कारण वह रेतीली, पथरीली और आमतौर पर विभिन्न आकार वाले चट्टानी खंडों वाली चट्टान के रूप में बिखर जाती है। जैसे-जैसे हम नीचे की तरफ जाते हैं मिट्टी की तह मोटी होती जाती है, उसके कर्णों की बनावट छोटी होती जाती है और उसका रंग पीला, भूरा या लाल से गहरे रंग में बदल जाता है फिर भी उन क्षेत्रों में मिट्टी की भौतिक और रासायनिक विशेषताएं भू-आकृति विज्ञान पर निर्भर करती है जैसे ढाल और समीपवर्ती क्षेत्रों के संबंध में अंतर तथा ऊंचाई में बढ़ोतरी।

योजना की आवश्यकता इस सच्चाई के साथ आरंभ होती है कि बेसिनवाले क्षेत्रों में कई खतरनाक नालियां होती हैं। नालियां या दर्रा बराकर बेसिन की एक सबसे मुख्य विशेषता है। नालियों की एक सबसे बड़ी विचित्रता यह है कि उन्हें पश्चिम और मध्य में असमतल भूमि और पूर्व के सीधे ढाल के रूपों में भी वर्गीकृत किया जाता है। हालांकि यह सब कुछ उनके विस्तार-क्षेत्र पर भी काफी निर्भर करता है।

नालियां ऊपरी और निचले दोनों भागों में पाई जाती हैं। उन्होंने इसकी शाखाओं के विकास को भी देखा। लेकिन सभी स्थानों पर संकरी नालियों का ऊंचे स्थानों पर अतिक्रमण नहीं किया गया है। इनकी एक सामान्य विशेषता संपूर्ण परिधि में वर्षा द्वारा नालियों के मुहानों पर ढीली मिट्टी (61 सेमी से 92 सेमी) है। हालांकि नालियों के विस्तार की दर मुख्य रूप से जल-विभाजक दशाओं पर निर्भर करती है जैसे ढाल, वनस्पति, मिट्टी और ढाल की लंबाई।

खेती वाली भूमि (ऊँची भूमि) पर नालियों के परिणामस्वरूप खेतों में अपक्षय की परत के नीचे वाला क्षेत्र अनुपात में कम हो गया है। लेकिन जहां तक क्षेत्र के विस्तार का संबंध है यह नए कटे स्थानों वाली नालियों वाले छोटे क्षेत्र की दृष्टि से लगभग नगण्य है। हांलाकि नालियों का विस्तार कम हो सकता है लेकिन यह झरनों के सिल्ट भार में मुख्य योजक के रूप में विनाशकारी प्रकृति और नालियों की दृष्टि से विशेष है। खेती वाले क्षेत्रों जैसे कि सीढ़ीदार धान के खेतों में कोई भी नवीनतम अपक्षय नहीं देखा गया है। इसके विपरीत, धान वाले क्षेत्रों में बहुत ज्यादा और स्तर में बढ़ोतरी के द्वारा धीरे-ध ीरे कम होने वाले निश्चित रुझान देखने योग्य हैं।

टिप्पणी

यह बात स्पष्ट हो जाती है कि नाली अपरदन, भू-स्थलाकृति, ढाल भू-विज्ञान, मिट्टी आदि से संबंधित है। नाली की तीव्रता उपर से नीचे की तरफ जलभराव पर निर्भर नहीं करती हालांकि रोधन और ढाल स्पष्ट रूप से भिन्न होते हैं। यह सत्य है कि भू-आकृति, चट्टानी संरचना, जल प्रवाह और मानव का हस्तक्षेप महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, लेकिन स्पष्ट तौर से उनकी भूमिका द्वितीयक है। अविरल क्षेत्रीय उत्थान या कायाकल्प की मूल भूमिका है।

इन शब्दों को कहना कोई अतिश्योक्ति नहीं होगी कि हिमालय के ढालदार या प्रायद्वीपीय भारत में सीढ़ीदार क्षेत्र होते हैं। इस बात में कोई संदेह नहीं है कि इन क्षेत्रों में घने वन हैं अन्य क्षेत्रों में या तो वन नहीं हैं या उन्हें काट दिया गया है और वे केवल वनस्पति मात्र से ढके हुए हैं। कुछ तेज ढाल वाले क्षेत्र हैं और अन्य का झुकाव लगभग सीधा है। नाली मुक्त इन भू-भागों का चट्टानों की रचना, उनकी संरचना, उच्चता, जलवायु, गहराई, संरचना, और मिट्टी की बनावट, भूमि के दोहन, जानवरों की सघनता और मानव आबादी तथा सांस्कृतिक अधिनिवास के आधार पर भिन्न हैं लेकिन जो नाली अपक्षय से मुक्त होने के समान हैं जिससे यह आशय निकलता है कि खादर वाले क्षेत्रों में कुछ समस्याएं आम बात हैं और इसका विकास आम कारण है।

जैसे कि आकलन भू-आकृति विज्ञान से संबंधित है पर्यावरणीय प्रबंधन के अंतर्गत मृदा अपरदन दर का निर्धारण किया जाना चाहिए। नाली अपक्षय की तीव्रता बराकर बेसिन में रहने वाले लोगों पर निर्भर करती है और इस स्थिति में यह सरकार हेतु चिंता का विषय है। कृषि योजनाकार आमतौर पर भू-आकृति विज्ञान के बारे में अधिक जानते हैं और जिनके बिना यह महत्वपूर्ण और संबंधित वास्तविक समस्याओं की जानकारी संभव नहीं है। उनके प्रयासों के बिना मिट्टी संरक्षण संबंधी उपाय सफल नही होंगे। मृदा अपक्षय की जांच के लिए क्षेत्र का गहन भू-आकृति सर्वेक्षण महत्वपूर्ण है। मृदा अपक्षय की जांच एवं पानी का प्रवाह समाायोजन विशेष समस्याएं हैं और भू-तल के भू-आकृति विज्ञानियों द्वारा मिट्टी अपक्षय के बारे में विस्तृत मानचित्र सर्वेक्षण किया गया है।

नालीदार अपक्षय को इन कदमों द्वारा रोका जा सकता है– (1) कांटेदार तार और लोहे के खंभों के द्वारा किसी क्षेत्र की चारदीवारी और भूमि से प्यार करने वाले लोगों को भूमि का आवंटन, (2) फसल चक्रण (3) समोच्च रेखीय खेती (4) पट्टीदार खेती (5) घास (6) उसर भूमि (7) नालीदार जुताई और अन्य उपाय।

अपनी प्रगति जांचिए

1. निम्न में से कौन भू–आकृति विज्ञान का भाग है?

   (क) तूफान के कारण तटीय अपक्षय (ख) बाढ़

   (ग) इंजीनियरिंग उपायों द्वारा ज्वार की चेतावनी (घ) उपर्युक्त सभी

2. भू–आकृति विज्ञान निम्न में से किस की व्याख्या करता है?

   (क) पहाड़ियों और नदी घटियों के आकार (ख) पहाड़ी ढाल

   (ग) जल विकास प्रणाली (घ) उपर्युक्त सभी

टिप्पणी

3. छोटानागपुर के छोटे पठार बेसिन का नाम क्या है?

(क) बराकर बेसिन (ख) गंगा बेसिन

(घ) यमुना बेसिन (घ) इनमें से कोई नहीं

4. बराकर बेसिन में पाई जाने वाली मिट्टी का प्रकार कौन–सा है?

(क) रेतीली मिट्टी (ख) पथरीली मिट्टी

(ग) लावा वाली मिट्टी (घ) उपर्युक्त सभी

5. नालीदार अपक्षय को किन कदमों से रोका जा सकता है?

(क) चारदीवारी / बाड़ (ख) फसल चक्रण

(ग) नालीदार जुताई (घ) उपर्युक्त सभी

5.3 डिजिटल उन्नयन मॉडल

भूमि उपयोग योजना और आवश्यक सहायक आंकड़े, सामान्यतया गंभीर पर्यावरणीय व जनांकिकीय समस्याओं का सामना कर रहे विकासशील देशों के लिए महत्वपूर्ण हैं। प्राकृतिक संसाधनों की भिन्नता को मापने के तरीके और पद्धतियां, स्थानिक योजना बनाने में सही-सही मार्गदर्शन करने वाले प्रमुख उपकरण हैं। आजकल (1:250,000) और अर्द्ध-विस्तृत (1:50,000) स्तरों पर भू-सर्वेक्षण द्वारा भू-भाग को जल्द मापने की पद्धति का उपयोग किया जाता है। इस पद्धति का इस्तेमाल बड़े-बड़े क्षेत्रों में और अधिक विस्तार से भूमि मूल्यांकन और भूमि उपयोग की योजना बनाने में आधार के रूप में किया जा सकता है। यह पद्धति मध्य-पश्चिमी मेक्सिको के मिकोएकन प्रांत में आजमाई गई, जोकि अभी वनों की तीव्र कटाई और तत्पश्चात भूमि क्षरण की स्थिति से गुजर रहा है।

भूसर्वेक्षण के स्तर पर प्राप्त परिणाम भूमि के मुख्य प्राकृतिक रूपों के भौगोलिक वितरण और प्रमुख भूमि के बारे में बताते हैं और प्राकृतिक संसाधनों की संक्षिप्त सूची प्रदान करते हैं। अर्द्ध-विस्तृत स्तर पर प्राप्त परिणाम यह दर्शाते हैं कि अलग-अलग भूभागों को कैसे प्रमुख इकाइयों के रूप में समेटें और भूमि मूल्यांकन की प्रक्रियाओं में कैसे इनका इस्तेमाल करें। उपयुक्त सामाजिक-आर्थिक आंकड़ों का सहारा लेकर, भूसर्वेक्षण और अर्द्धविस्तृत भूमि विश्लेषण के आधार पर भूमि उपयोग संबंधी योजना से जुड़े सरकारी दिशा-निर्देश तैयार किए जा सकते हैं।

भूमि उपयोग नियोजन, पर्यावरणीय संभावना (प्राकृतिक संसाधनों की उपलब्धता की दृष्टि से मापी गई) और सामाजिक मांग (किसी समुदाय विशेष के लिए आवश्यक वस्तुओं और सेवाओं की दृष्टि से मापी गई) का परिणाम होता है। भूमि उपयोग नियोजन और आवश्यक सहायक आंकड़े उन विकासशील देशों के लिए महत्वपूर्ण हैं, जो सामान्यत: गंभीर पर्यावरणीय और जनांकिकीय चिंताओं से जूझ रहे हैं। तीसरी दुनिया के देशों के लिए मुख्य अभियांत्रिकी कार्यों और तर्कसंगत भूमि उपयोग नियोजन के जरिए प्राकृतिक आपदाओं को नियंत्रित करने पर आने वाली भारी लागत को सह पाना मुश्किल होता है।

उदाहरण के लिए, मेक्सिको की अधिकतर आबादी गरीबी की हालत में जीती है, खास कर ग्रामीण समुदाय। इसके महत्वपूर्ण पर्यावरणीय निहितार्थ हैं, क्योंकि मेक्सिको के

बाकी 80% वनाच्छादित क्षेत्र (शीतोष्ण और उष्ण कटिबंधीय) की देख-रेख ग्रामीण समुदाय के मूल निवासियों द्वारा की जाती है।

टिप्पणी

मेक्सिको और कई लातिनी अमेरिकी देशों में, मौलिक भौगोलिक आंकड़े (स्थलाकृतिक और विषयक) विभिन्न स्तरों पर मौजूद हैं। हालांकि, मोटे तौर पर प्राकृतिक संसाधनों की निगरानी और विश्लेषण का प्रायः अभाव है। प्राकृतिक संसाधनों और प्राकृतिक जोखिमों की भिन्नता को मापने और भूमि क्षमताओं का आकलन करने की संगत पद्धतियां स्थानिक नियोजन के महत्वपूर्ण उपकरण हैं और ये विकासशील देशों के लिए बहुत ही उपयोगी हो सकते हैं।

भू-आकृतिक मापन अभी भी एक बहुमूल्य शोध उपकरण है। हालांकि, प्रायोगिक उद्देश्यों के लिए, अपेक्षतया व्यावहारिक तरीकों को अपनाने का परामर्श होता है, विशेषकर उस स्थिति में, जब वृहत् स्थानों का सर्वेक्षण किया जाना हो और परिणाम आवश्यक रूप से शीघ्र उपलब्ध कराए जाने हों। इस खंड में, हम सापेक्षतया बड़े भू-भागों (हजारों वर्ग किलोमीटर) के स्थान को शीघ्रता से मापने के तरीके की चर्चा करेंगे और दिखाएंगे कि उस स्थिति में जब उपयोगी संसाधन आंकड़ों की या तो कमी हो, व अनद्यतन हों या अनुपलब्ध हों, कैसे इसका उपयोग आगे भी भूमि मूल्यांकन और भूमि उपयोग नियोजन में किया जा सकता है। कई विकासशील देशों की यही स्थिति है, जिनमें से अधिकांश नाजुक पर्यावरणीय हालत में उपोष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों में स्थित हैं।

अध्ययन क्षेत्र : मेक्सिको के मिकोएकन प्रांत में भूमि उपयोग में भारी बदलाव आया है। जंगल-कटाई की रफ्तार देश में सबसे अधिक है, प्रतिव्यक्ति आय राष्ट्रीय औसत की आधा है और वहां के मूल निवासियों का जीवन-स्तर निम्न है, जिसका संसाधनों के उपयोग पर प्रभाव पड़ता है। ऊंचाई के आधार पर इस क्षेत्र की जलवायु में भिन्नता है, समुद्री किनारों पर जहां शुष्क उष्णकटिबन्धीय जलवायु है, वहीं अंदरूनी भाग में शीतोष्ण और अर्द्ध-शुष्क जलवायु पाई जाती है। समुद्र तल से औसत ऊँचाई 3900 मीटर है। मुख्य प्राकृतिक-भौगोलिक इकाइयों में चतुर्थयुगीन (क्वाटर्नरी) ज्वालामुखीय शीतोष्ण पर्वतमाला, भौगर्भिक मिश्रित शीतोष्ण और उष्णकटिबंधीय पर्वतमाला, नदीय विवर्तनीक उष्णकटिबंधीय गर्त और शीतोष्ण उच्च भूमि शामिल हैं।

पद्धति : लैंडफॉर्म और लैंडस्केप वर्गीकरण

यह तरीका लैंडस्केप क्लासिफिकेशन (भू-परिदृश्य वर्गीकरण) के मुख्य एंट्री के रूप में अलग-अलग समाधानों में लैंडफॉर्म मैपिग (भू-मापन) को उपयोग में लाता है। 1950 और 1960 के दशक में, विशेषकर यूरोप और ऑस्ट्रेलिया में, विकसित भू-प्रणाली और भू-भाग विश्लेषण मापन योजनाओं को आंशिक रूप से अपनाया गया। उन ढांचों का इस्तेमाल कर सापेक्षतया तीव्रता से प्राकृतिक संसाधनों की सूची तैयार की गई।

प्राथमिक रूप से पिछले दो दशकों के दौरान के मुख्य तकनीकी विकास निम्नलिखित हैं:

1. संसाधनों के सर्वेक्षण में डिजिटल रिमोट सेंसिंग और भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) तकनीकों का प्रयोग (उदाहरण के लिए, Lopez-Blanco and Villers, 1995; Pickup and Chewings, Garcia-Melendezetal., 1998; Novak and Soulakellis, 2000). स्थानिक, अस्थाई, वर्णक्रमीय और सुदूर संवेदन प्रणालियों के रेडियोमीट्रिक रिजोल्यूशन के जरिए और जीआईएस की विश्लेषणात्मक व

आंकड़ा (विवरण) एकीकरण क्षमता के माध्यम से जैव-भौतिक प्रणालियों के प्रति नई अंतर्दृष्टि प्राप्त करने के लिए अब अवसर मौजूद हैं।

2. पर्सनल कंप्यूटरों के भिन्न-भिन्न रिजोल्यूशंस और ऑपरेशन्स में डिजिटल एलिवेशन मॉडलिंग संबंधी विकास। इस तकनीक के जरिए स्थलाकृतिक मानचित्रों से पूरा-का-पूरा आंकड़ा निकाला जा सकता है, और स्वाचालित रूप से ढाल प्रवणता व अवस्थिति गणनाएँ और छद्म त्रि-आयामी दृश्य समेत डिस्प्ले प्राप्त की जा सकती है।
3. भूमि मूल्यांकन के लिए स्वचालित ढांचे का विकास मृदा गुणों के स्वचालित विश्लेषण तथा भू-आकृति और भूमि गुणवत्ता के बीच के संबंध ने भूमि क्षमता मूल्यांकन को सरल बनाया।

टिप्पणी

उपरोक्त सभी तकनीकी विकास-कार्यों को इस शोध के दौरान ध्यान में रखा गया। इसके अलावा, इस अध्याय के लिए भू-आकृतिक मापन में कुछ अलग तरीका अपनाया गया। भू-आकृतियां, वो अलग इकाइयां होती हैं, जिन्हें आसानी से प्रामाणिक तकनीकों द्वारा अलग-अलग पैमानों पर परिभाषित और सत्यापित किया जा सकता है। किसी भू-आकृतिक इकाई के भीतर वनस्पति और मिट्टी में बदलाव होता रहता है और यह बदलाव ऊँचाई, स्लोप (ढाल) आस्पेक्ट और प्रवणता के फलस्वरूप होता है। भू-आकृति और मिट्टी, वनस्पति और भूमि उपयोग (भूमि उपयोग से यहाँ तात्पर्य भू-आच्छादन से) के बीच के संबंध को जीआईएस के स्वचालित डाटाबेसों की भिन्न-भिन्न विश्लेषणात्मक तकनीकों (जैसे कि मैप ओवरलैपिंग) का उपयोग कर समझाया जा सकता है। दूसरे शब्दों में, भू-आकृतियां भू-परिदृश्य की स्वीकार्य एकीकृत विभाजक हैं और इनका उपयोग कर, इसे अलग-अलग भागों में बांटा जा सकता है।

इस पद्धति का एक अन्य उपयोग भू-आकृतियों का आनुक्रमिक वर्गीकरण है, जिनसे भिन्न-भिन्न पैमानों पर नेस्टेड लिजेंड की व्युत्पत्ति हो सकती है (Zinck, 1988)। हमने एक लिजेंड का प्रतिपादन किया और 1:250,000 (भूसर्वेक्षण पैमाना) पर समूचे प्रांत को माप लिया और इसे 1:50,000 पर एक क्षेत्र पर जूम-इन किया, ताकि यह दिखा सकें कि कैसे नेस्टिंग पूरी की जा सकती है (अर्द्ध-विस्तृत पैमाने पर)। हर पैमाने पर, हमने भिन्न-भिन्न भू-आकृतिक और भू-परिदृश्य मापदंड पर ध्यान केंद्रित किया। हमारा लक्ष्य वैसी मापन योजनाओं को विकसित करना रहा, जिसका भूमि उपयोग नियोजकों और संरक्षणवादियों द्वारा भविष्य में इस्तेमाल किया जा सके।

समग्र विश्लेषण के दौरान, हमने व्यापक रूप से निम्न का उपयोग किया– (1) भू-आकृतिक मानचित्रों का विवेचन और उच्चावच का डिजिटल टेरेन मॉडल (2) आधारशिला के लिए अश्म-विज्ञान (लिथोलॉजी) संबंधी मानचित्र की विवेचना (3) भू-आकृतियों (लैंडफार्म) और भू-आच्छादन (लैंड कवर) दोनों ही के लिए हवाई तस्वीरों और भू-उपग्रहीय आकृति की विवेचना (4) चयनात्मक क्षेत्र सत्यापन और (5) जीआईएस में स्वचालित आंकड़ा प्रबंधन और विश्लेषण। सांख्यिकीय विश्लेषणों से युक्त मैप-ओवरलैपिंग तकनीकों का इस्तेमाल किया जाता है, ताकि भू-परिदृश्य घटकों- भू-आकृति, मिट्टी और वनस्पति के बीच के परिमाणात्मक संबंधों को बताया जा सके।

इस अध्ययन में इंटीग्रेटेड लैंड ऐंड वाटरशेड मैनेजमेंट इंफॉर्मेशन सिस्टम्स, सदिश (हवाई तस्वीर रेक्टिफिकेशन समेत), रेखापुंजीय और संबंधपरक क्षमताओं से युक्त एक शक्तिशाली एवं यूजर-फ्रेंडली पीसी-आधारित जीआईएस, और मॉडलिंग उपकरण, जैसे

टेरेन मॉडलिंग, भू-सांख्यिकी, मानचित्र परिकलन और बोलियन बीजगणित को प्रयोग में लाया गया है।

विधि और सामग्री

टिप्पणी

जिस क्षेत्र का मानचित्र बनाया गया, उसे मानचित्रात्मक रूप से पांच 1:250,000 आधार वाले मानचित्रों में निरूपित किया गया है और उनमें से हरेक 24 1:250,000 आधार

आईएनईजीआई द्वारा तैयार किए गए और संपादित किए गए हैं। क्षेत्रीय विश्लेषण के लिए, हमने 1:50,000 स्थलाकृतिक और चट्टान के प्रकार वाले मानचित्रों पर पूरे प्रांत के क्रमशः उच्चावच और अश्म-विज्ञान (लिथोलॉजी) की स्थलाकृतिक अभिव्यक्ति का विवेचन किया और 1:250,000 स्थलाकृतिक मानचित्रों पर परिणामों को व्यक्त किया। इस पैमाने पर, हमने मॉर्फोमेट्री (डिजिटल टेरेन मॉडल से रिलीफ (उच्चावच) एम्प्लिट्यूड और ढाल प्रवणता) और मॉफोलिथोलॉजी को विभेदक मापदंड के रूप में उपयोग किया। हमने इस मोटे अनुमान में विशेष तौर पर संरचना-विकास (मॉर्फोजेनेसिस) को बाहर रखा, बल्कि हमने एक और अधिक आकृति विज्ञान-आधारित एप्रोच पर बल दिया, जिसने परिमाणात्मक मापदंड के उपयोग के बावजूद मानचित्र बनाना और सरल कर दिया। इसके पीछे जो सोच थी, वो यह थी-''आप जैसा देखें, वैसा ही मापें।'' हमें लगा कि यह योजना व्यापक हो सकती है और नियोजन के कार्य में जुटे अन्य विशेषज्ञों के लिए उपयोगी साबित हो सकती है। इसका लक्ष्य है कि यह भू-आकृतिक गुणवत्ता खोये बिना स्पष्ट और विस्तृत हो।

तालिका प्रमुख उच्चावच प्रकटन के साथ मुख्य भू-आकृतियां

इकाई का नाम	उच्चावच की चौड़ाई (मीटर)	ढाल तीव्रता	प्रमुख लिथोलॉजी
अत्यंत कम ऊंचाई वाली पहाड़ियां	< 250	$3-8^0$	ज्वालामुखीय
कम ऊंचाई वाली पहाड़ियां	250-500	$6-20^0$	ज्वालामुखीय
ऊंची पहाड़ियां	500-1000	20-45	विभिन्न
पर्वतमालाएं	1000-4000	$>30^0$	विभिन्न

तालिका बिना प्रमुख उच्चावच प्रकटन की मुख्य भू-आकृतियां

इकाई का नाम	उच्चावच की चौड़ाई (मीटर)	ढाल तीव्रता	प्रमुख लिथोलॉजी
घाटी	<100	$<3^0$	जलोढ़
मैदान	<100	$<3^0$	जलोढ़
पठार	<100	$<6^0$	ज्वालामुखीय
गिरिपद	100-500	$>10^0$	जलोढ़-सह-जलोढ़

पूरे क्षेत्र को महत्वपूर्ण उच्चावच प्रकटन और बिना महत्वपूर्ण उच्चावच प्रकटन वाले दो विस्तृत समूहों में बांट दिया गया। पहले समूह को चार भू-आकृतिक क्षेत्रों में बांटा गया है। अत्यंत कम ऊंचाई वाली पहाड़ियां, कम ऊंचाई वाली पहाड़ियां, ऊंची पहाड़ियां और पर्वतमालाएं। दूसरे समूह में चार अन्य क्षेत्र शामिल रहे। घाटी, मैदान, पठार और गिरिपद। भू-आकृति के दोनों ही समूहों के लिए विभेदक मापदंड (उच्चावच विस्तार और ढाल प्रवणता) की सीमा रेखाएं क्रमशः ऊपर तालिकाओं में दी गई हैं। इस तरह, समान पर्यावरणीय स्थितियों में इस विधि को दोहराया जा सकता है।

आईएनईजीआई द्वारा 1:250,000 पैमाने पर ज्यामितीय रूप से सही और मुद्रित भू-उपग्रहीय आकृतियों के उन्नत रंग संयोजन से प्रमुख वनस्पति और भूमि उपयोग (भूमि आच्छादन) दृश्य रूप में विवेचन किया गया। मापन श्रेणियों में उष्णकटिबंधीय शुष्क वन, शीतोष्णकटिबंधीय वन, झाड़ियां और घासभूमियां, फसलें और मानव-कारित विशेषताएं शामिल थीं। कल्पना पर चित्रित वर्णक्रमीय मापदंड को सहायक आंकड़ों– डीईएम की ऊंचाई और ढाल विशेषताओं, जलवायु चट्टान के प्रकार और उच्चावच के साथ मिलाया गया। परिणामस्वरूप प्राप्त सूचना को जीआईएस डाटाबेसों में मैन्यूअली डिजिटीकृत किया गया, जहां कार्टोग्राफिक ओवरलैपिंग ऑपरेशंस ने भू-आकृतियों और भू-आच्छादनों के बीच परिमाणात्मक संबंध प्रदान किए। क्षेत्र सत्यापन (फील्ड वेरिफिकेशन) में अनुप्रस्थ परिच्छेद वाली सड़कें शामिल रहीं, जो मुख्य पर्यावरणीय इकाइयों को परस्पर काटती थीं। इस पैमाने पर, मूल रूप से भू-आच्छादन और अस्पष्ट भू-आकृतिक संपर्कों का सत्यापन किया गया।

अर्द्ध-विस्तृत विश्लेषण के लिए, मिकोएकन के राजधानी शहर, मोरेलिया के निकट के एक ज्वालामुखी क्षेत्र पर फोकस किया गया। भू-आकृति और भू-आच्छादन चित्रण के लए 1:50,000 और 1:80,000 पैनक्रोमैटिक ब्लैक एंड व्हाईट, अद्यतन हवाई फोटोग्राफी का विवेचन किया गया। हर क्षेत्रीय इकाई के भीतर, भू-आकृतियों को प्राथमिक रूप से संरचना विकास(मॉफोजेनेसिस) के अनुसार अलग किया गया। क्षेत्रीय मापन की पैमाना संबंधी बाध्यताओं के चलते, ऐसा भी हो सकता है कि समान भू-आकृतिक इकाई एक से अधिक क्षेत्रीय इकाइयों में स्थित हों निम्न तालिका। वनस्पति चित्रण ने उपरोक्त परिभाषित कुछ श्रेणियों को विभेदित किया।

तालिका लिथोलॉजी और प्रमुख मृदा व भू-आच्छादन के आधार पर नामकरण की गई भू-आकृतिक क्षेत्र और भू-आकृतियां

भू-आकृतिक क्षेत्र	भू-आकृति
मैदान	• वर्टिसॉल और फसलों वाला जलोढ़ मैदान • फियोजेम्स और फसलों वाले बेसिक लावा पर ढलुआ पठार
गिरिपद	• वर्टिसॉल और फसलों वाला जलोढ़ मैदान • एंडिसॉल्स, फसलों और झाड़ियों वाले स्कोरिया कोन्स • पाइरोक्लास्टिक कवर, ल्यूवीसॉल्स, फसलों और घासभूमियों वाल मूल भूकंपीय चट्टानों पर अवतल ऊपरी पादढाल • बिना पाइरोक्लास्टिक कवर, ल्यूवीसॉल्स, फसलों और घास भूमियों वाले मूल ज्वालामुखीय चट्टानों पर ऊत्तल ऊपरी पादतल • क्ले स्वॉयल और फसलों वाले ज्वालामुखीय कॉल्यूवियम पर निम्न पादढाल • लेप्टिसॉल्स और एंडिसॉल्स, झाड़ियों और फसलों वाले बैसाल्टिक लावा का प्रवाह
अत्यंत निचली पहाड़ियां	• वर्टिसॉल्स और फसलों वाला जलोढ़ मैदान • फियोजेम्स और फसलों वाले बेसिक लावा पर ढलुआ पठार • लिटोसॉल्स और एंडिसॉल्स, फसलों और झाड़ियों वाला बैसाल्टिक लावा प्रवाह • एंडिसॉल्स, फसलों और झाड़ियों वाले मूल ज्वालामुखीय चट्टानों पर मंद ढाल • एक्रिसॉल्स और फसलों वाले मूल चट्टानों पर एक-सी पादढाल
निचली पहाड़ियां	• एक्रिसॉल्स और फसलों वाले मूल चट्टानों पर एक-सी पादढाल • एंडिसॉल्स और पाइन्स, ओक और मिश्रित जंगलों वाली मूल चट्टानों पर तीव्र ढाल
ऊंची पहाड़ियां	• एंडिसॉल्स, फसलों और झाड़ियों वाली मूल ज्वालामुखीय चट्टानों पर मंद ढाल • एंडिसॉल्स और पाइन्स, ओक और मिश्रित जंगलों वाली मूल चट्टानों पर तीव्र ढाल • एंडिसॉल्स और फसलों वाली मूल ज्वालामुखीय चट्टानों पर चोटी की सतह

नोट : ध्यान दें कि एक ही तरह की भू-आकृति एक से अधिक क्षेत्र में हो सकती है।

टिप्पणी

जीआईएस की मोनोरेस्टिट्यूशन क्षमता का इस्तेमाल कर तस्वीरों और ज्यामितीय करेक्टेड इंटरप्रिटेशंस को सीधे मैन्यूअली डिजिटीकृत किया गया। इस विधि से ग्राउंड कंट्रोल प्वाइंट्स और डिजिटल एलिवेशन डाटा के जरिए हवाई तस्वीरों में संशोधन किया जा सकता है। मृदा संबंधी सूचना को 1:50,00, पर आईएनईजीआई मानचित्रों से डिजिटीकृत किया गया।

मैदान से ऊंची पहाड़ियों तक प्रतिच्छेद की सीध में क्षेत्र की भू-आकृतियों और कवर इंटरप्रिटेशन का सत्यापन किया गया। डाटाबेस की शुद्धता की जांच बोक्को और रिमैन (1997) का अनुकरण कर किया गया। यह विधि डिजिटीकृत बहुभुजों की लेबलिंग के दौरान क्षमता की जांच करती है और इस विधि में त्रुटि सुधार की गुंजाइश है।

परिणाम और चर्चा

मापन के परिणाम सरलीकृत तरीके से प्रस्तुत हैं परिमाणात्मक आंकड़े संक्षिप्त में आगे तालिका में दिए गए हैं। पैमाइश स्तर के परिणाम परिमाणात्मक रूप से मुख्य भू-आकृतियों और प्रमुख भू-आच्छादन के भौगोलिक वितरण को बताते हैं। यह वन संसाधन की संक्षिप्त सूची प्रस्तुत करता है, जोकि प्रांतीय स्तर पर नियोजन प्रयासों का मार्गदर्शन कर सकता है। मिकोएकन की स्थिति में, भू-आच्छादन से भू-आकृतियों की तुलना यह दिखाती है कि खड़ी ढाल वाले भू-भागों (पहाड़ियों और पर्वतमालाओं) में वनों की कटाई ने गंभीर रूप ले लिया है और इसके लिए वनों को ही जिम्मेदार ठहराया जाना चाहिए क्योंकि अन्य कार्यों के लिए यह अनुपयुक्त है। इस प्रकार, इस मोटे पैमाने पर अनुपयुक्त या संभावित रूप से प्रतिकूल भूमि उपयोग वाले क्षेत्रों की आसानी से पहचान की जा सकती है और भावी शोध और नीति संबंधी चिंता को कम किया जा सकता है।

अर्द्ध-विस्तृत स्तर पर, मुख्य इकाइयों के रूप में वर्गीकृत संरचना विकास मापदंड का इस्तेमाल कर नेस्टिंग इंडिविजुअल लैंडफॉर्म्स को अलग-अलग किया गया पिछली तालिका। 1:50,000 के एप्रोच का इस्तेमाल भूमि मूल्यांकन प्रक्रियाओं को संचालित करने में किया जा सकता है, जिनके परिणामों को आगे सामाजिक-आर्थिक आंकड़ों के साथ मिलाया जा सकता है, ताकि भूमि उपयोग नियोजन के लिए दिशा-निर्देश प्रतिपादित किए जा सकें। मेक्सिकों में, अधिकांश नगरपालिकाओं के पर्यावरणीय नियोजन के लिए 1:50,000 उपयुक्त पैमाना है।

वर्तमान में पर्यावरण मंत्रालय द्वारा क्षेत्रीय पैमाने पर लैंड कवर में परिवर्तन का मूल्यांकन करने के लिए इस मापन प्रयास का इस्तेमाल किया जाता है। प्राप्त आंकड़ों से शीतोष्ण (1% वार्षिक दर) और शुष्क वनों (2% वार्षिक दर) की कटाई के साथ-साथ कम जनसंख्या वाले क्षेत्रों में पशुचारण के लिए झाड़ी और घास वाले क्षेत्रों में जबरदस्त वृद्धि की गंभीर प्रवृतियां देखने को मिली। बदले में, पशुपालन के लिए काटे गए जंगलों के क्षेत्र परित्यक्त स्थिति में हैं और इनके अन्य अनुत्पादक इस्तेमाल हो सकते हैं। कई सुदूर क्षेत्रों में, अवैध फसलें (जैसे कैनबिस) पाई जाती हैं। क्योंकि निर्मित स्वचालित जीआईएस में लैंड कवर आंकड़े आसानी से अद्यतन किए जा सकते हैं, इसलिए, कवर में बदलाव का क्रमिक विश्लेषण संभव है। हालांकि, भू-आकृतियां मौलिक विश्लेषणात्मक स्थानिक इकाई के रूप में बनी हुई हैं।

टिप्पणी

तालिका मुख्य भू-आकृतियों और प्रमुख कवर का परिमाणात्मक वितरण

भू-आकृतिक क्षेत्र	कुल क्षेत्र का प्रतिशत	प्रमुख कवर
घाटी	5.3	फसल, शुष्क वन
मैदान	7.5	फसल
पठार	1.0	शुष्क और शीतोष्ण वन
गिरिपद	8.0	फसल
अत्यंत निचली पहाड़ियां	17.9	फसल, शुष्क वन
निचली पहाड़ियां	15.0	शुष्क वन, फसलें
ऊंची पहाड़ियां	16.6	शुष्क और शीतोष्ण वन, घास-झाड़ियां
पर्वतमालाएं	27.1	शुष्क और शीतोष्ण वन, घास-झाड़ियां

जल और मानव-निर्मित विशेषताओं के बीच 100% तक का अंतर है। प्रमुख कवर 60% से अधिक का इकाई क्षेत्रफल दर्शाता है।

अपनी प्रगति जांचिए

6. किस देश के 80 प्रतिशत वनाच्छादित क्षेत्र (शीतोष्ण और ऊष्ण कटिबंधीय) की देख–रेख ग्रामीण समुदाय के मूल निवासियों द्वारा की जाती है?

   (क) भारत (ख) मैक्सिको

   (ग) पेरू (घ) सूडान

7. 1950 और 1960 के दशक में, विश्व में कहां विकसित भू–प्रणाली और भू–भाग विश्लेषण मापन योजनाओं को आंशिक रूप से अपनाया गया?

   (क) एशिया (ख) उत्तरी अमेरिका

   (ग) यूरोप और आस्ट्रेलिया (घ) अफ्रीका

8. समूचे प्रांत को मापने और एक क्षेत्र पर जूम इन हेतु प्रमुखतया किन भूसर्वेक्षण पैमानों का प्रयोग किया जाता है?

   (क) 1:250,000 तथा 1:50,000 (ख) 1:600,000 तथा 1:70,000

   (ग) 1:750,000 तथा 1:80,000 (घ) 1:900,000 तथा 1:90,000

9. समग्र विश्लेषण के दौरान निम्न में से किस का उपयोग किया जाता है?

   (क) भू–आकृतिक मानचित्रों का विवेचन और उच्चावच का डिजिटल टेरेन मॉडल

   (ख) आधारशिला के लिए अश्म–विज्ञान (लिथोलॉजी) संबंधी मानचित्र की विवेचना

   (ग) भू–आकृतियों (लैंडफार्म) और भू–आच्छादन (लैंडकवर) दोनों ही के लिए हवाई तस्वीरों और भू–उपग्रहीय आकृति की विवेचना।

   (घ) उपरोक्त सभी

5.4 त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क

टिप्पणी

त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क (Triangular Ir-regular Network) को बहुत लोकप्रिय रूप से टिन (TIN) कहा जाता है। यह एक सतत सतह का प्रतिनिधित्व करता है जिसमें पूरी तरह से त्रिकोणीय पहलुओं का समावेश होता है, जिसका उपयोग मुख्य रूप से प्राथमिक ऊंचाई मॉडलिंग में असतत वैश्विक ग्रिड (discrete global grid) के रूप में किया जाता है।

इन त्रिकोणों के कोने पारंपरिक क्षेत्रीय सर्वेक्षण से प्राप्त किए गये स्थानांकित ऊंचाईयों से बने होते हैं। इन स्थानांकित ऊंचाईयों का संग्रहण (collection) परम्परागत सर्वेक्षण विधियों, ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम, रियल–टाइम किनेमेटिक (GPS RTK) विधियों, फोटोग्राममेट्रिक विधियों, या कुछ अन्य साधनों के माध्यम से सर्वेक्षण करने से किया जा सकता हैं। सामान्य क्षैतिज (x और y) वितरण और संबंधों के विवरण और विश्लेषण के लिए त्रि–आयामी आंकड़े (x, y, और z) और स्थलाकृतिक विशेषताओं को प्रदर्शित करने वाला टिन (TIN) बहुत उपयोगी सिद्ध होता है।

अंकीय टिन (Digital TIN) आंकड़ों का उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों में किया जाता है, जिसमें स्थलाकृतिक सतह के दृश्यमान प्रदर्शन (visual representation) के लिए भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) और कंप्यूटर आधारित आलेखन (CAD) आदि शामिल हैं। टिन (TIN) भौतिक भूमि की सतह या समुद्र तल का एक वेक्टर–आधारित प्रतिनिधित्व है जो अनियमित रूप से वितरित त्रि–आयामी निर्देशांक (x, y, और z) बिन्दुओं और रेखाओं से मिलकर बनता है जो गैर–अतिव्यापी (non-overlapping) त्रिकोण के जाल में व्यवस्थित होते हैं।

टिन (TIN) कुछ बिन्दुओं के मिलाने से बनने वाला एक त्रिभुजाकार नेटवर्क होता है, इन त्रिभुज के किनारों को मुख्य बिंदुओं के रूप में जाना जाता है, जिसमें तीन आयामों में जुड़े निर्देशांक होते हैं जो किनारों से जुड़े होते हैं ताकि त्रिकोणीय टेसेलेशन बनाया जा सके। त्रिकोणीय पहलुओं के प्रतिपादन द्वारा त्रि–आयामी दृश्य आसानी से बनाए जाते हैं। उन क्षेत्रों में जहां सतह की ऊँचाई में बहुत कम भिन्नता है, वहाँ बिंदुओं को व्यापक रूप से फैलाया जा सकता है जबकि ऊँचाई में अधिक तीव्र भिन्नता वाले क्षेत्रों में बिंदु घनत्व में वृद्धि होती है।

क्षेत्रीय प्रतिनिधित्व हेतु प्रयोग किए जाने वाले टिन (TIN) को अक्सर अंकीय ऊंचाई मॉडल (Digital Elevation Model-DEM) कहा जाता है, जिसका उपयोग अंकीय सतह मॉडल (Digital Surface Model-DSM) या अंकीय क्षेत्रीय मॉडल (Digital Terrain Model-DTM) का निर्माण करने के लिए किया जा सकता है। मानचित्रण और विश्लेषण में एक चित्र रेखापुंज निर्मित अंकीय ऊंचाई मॉडल (DEM) के स्थान पर टिन (TIN) का उपयोग करने का एक फायदा यह है कि टिन (TIN) के बिंदुओं को एक एल्गोरिथ्म के आधार पर वितरित किया जाता है जो यह निर्धारित करता है कि इलाके का सटीक प्रतिनिधित्व बनाने के लिए कौन से बिंदु सबसे आवश्यक हैं। इसमें आंकड़ो का निवेश लचीला होता है इसलिए एक चित्र रेखापुंज मॉडल पर आधारित DEM की तुलना में कम अंकों को संग्रहीत करने की आवश्यकता होती है और सभी बिंदु नियमित रूप से वितरित होते हैं। सतह के ढलान और पहलू का

विश्लेषण करते हुए TIN को रेखापुंज DEM की तुलना में GIS अनुप्रयोगों के लिए कम अनुकूल माना जा सकता है। एक अंकीय ऊंचाई मॉडल (DEM) से अंकीय सतह मॉडल (Digital Surface Model-DSM) या अंकीय क्षेत्रीय मॉडल (Digital Terrain Model-DTM) का गठन किया जा सकता है।

टिप्पणी

टिन (TIN) मॉडल को 1970 के दशक की शुरुआत में अनियमित अंतराल वाले बिंदुओं के एक सेट से सतह बनाने के लिए एक सरल तरीके के रूप में विकसित किया गया था। भौगोलिक सुचना तंत्र (geographic information system) में प्रयोग के लिए पहला त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क (triangulated irregular network) 1973 में डेविड डगलस और थॉमस प्यूकर (पोइकर) के निर्देशन में साइमन फ्रेजर विश्वविद्यालय में डब्ल्यू रैंडोल्फ फ्रैंकलिन द्वारा लिखा गया था।

अपनी प्रगति जांचिए

10. त्रिकोणीय पहलुओं के समावेश वाली तथा सतत सतह का प्रतिनिधित्व करने वाली वह क्षेत्रीय सर्वेक्षण की तकनालॉजी जिसका उपयोग मुख्य रूप से प्राथमिक ऊंचाई मॉडलिंग में असतत वैश्विक ग्रिड के रूप में किया जाता है, का नाम क्या है?

    (क) त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क (TIN) (ख) डिजिटल उन्नयन मॉडल (DEM)

    (ग) कम्प्यूटर आधारित आलेखन (CAD) (घ) इनमें से कोई नहीं

11. TIN मॉडल की शुरुआत कब हुई थी?

    (क) 1960 में (ख) 1970 के दशक की शुरुआत में

    (ग) 1980 में (घ) 1990 में

5.5 भूमि की क्षमता और भूमि की उपयुक्तता

भूमि क्षमता वर्गीकरण आर्थिक उपयोग के लिए (मुख्यतः कृषि), विभिन्न प्रकार की मिट्टी की उपयुक्तता को इंगित करता है। भारतीय परिस्थितियों के लिए तैयार किया गया वर्गीकरण प्रमुख रूप से संयुक्त राज्य अमेरिका के कृषि विभाग द्वारा अपनाए गए वर्गीकरण से बहुत हद तक मेल खता है। इस वर्गीकरण के लिए मार्गदर्शक सिद्धांत के रूप में मिट्टी की बुनियादी विशेषताओं द्वारा मिट्टी के निरंतर उपयोग पर जलवायु, स्थलाकृति, सतह के जल निकासी, वनस्पति आवरण, क्षरण और अन्य प्राकृतिक खतरों द्वारा निर्धारित की गई सीमाएं हैं।

भूमि क्षमता के आठ वर्ग हैं जो रोमन संख्या I से VIII तक दर्शाए गए हैं, फिर क्षमता उप–वर्ग और क्षमता इकाइयाँ हैं। इस वर्ग में कक्षा I से IV तक में खेती के लिए उपयुक्त भूमि शामिल है और इसे जंगलों या घास की प्राकृतिक वनस्पति के अंतर्गत बनाए रखा जाना चाहिए। भूमि क्षमता वर्गीकरण की यह योजना कृषि उत्पादन के संदर्भ में आर्थिक लाभ पर आधारित है क्योंकि भारत में कृषि सबसे व्यापक और आधारभूत व्यवसाय है।

भूमि की क्षमता एवं उपयुक्तता के 8 विभिन्न वर्ग और उनकी विशिष्ट विशेषताएं इस प्रकार हैं–

टिप्पणी

श्रेणी I

इस वर्ग की मिट्टी बहुत अच्छी है। मिट्टी गहरी, उत्पादक और आसानी से कार्य करने लायक और लगभग समतल होती है। वे अतिप्रवाह (overflow) (अपवाह–runoff) के द्वारा क्षतिग्रस्त नहीं होती है। हालांकि, इसमें प्रजनन और पोखर कटाव (puddle erosion) की विविधता पाई जाती है। इस वर्ग की मिट्टी में नुकसान की मामूली या लगभग न के बराबर सम्भावना होती है। ये हमारे देश के सबसे उत्पादक भाग हैं और देश के बाढ़–मैदान क्षेत्रों में पाए जाते हैं।

श्रेणी–1 की मिट्टी में फसल उत्पादन के लिए, मिट्टी की उर्वरता और मिट्टी की संरचना को बनाए रखने के लिए अपनाई जाने वाली विधियों को लागू करने की आवश्यकता होती है। इन विधियों में उर्वरकों का उपयोग, फसल ढकाव, हरी खाद वाली फसल और फसल रोटेशन शामिल हैं।

श्रेणी II

जहां तक प्राकृतिक परिस्थितियों का सवाल है, यह भूमि उत्कृष्ट होती है। लेकिन यह भूमि उपयोग के लिए कुछ सीमाओं में बंधी होती है, जो कुछ हद तक फसलों की पसंद को सीमित कर सकती है। इस समूह की मिट्टी में आसानी से अपनाई जाने वाली विधियों की सहायता के साथ खेती की जा सकती है, और अधिकांश फसलों को उगाया जा सकता है। हालांकि, वे मध्यम दर्जे के जोखिम से हो सकने वाले नुकसान के अधीन हैं।

इस समूह की मिट्टी में हलकी ढलान होती हैं और मध्यम दर्जे के अपरदन की सम्भावना के अधीन होती हैं। वे मध्यम ओवरफ्लो के अधीन भी हैं। ये विशेष फसल के क्षेत्र हैं और व्यावसायिक रूप से हमारी भूमि के सबसे उपयुक्त भागों में से एक हैं। इन मिट्टी के लिए विशेष विधियों को अपनाने की आवश्यकता हो सकती है, जैसे कि समोच्च जुताई, फसल चक्रण और जल–नियंत्रण उपकरण।

श्रेणी III

ये मध्यम रूप से अच्छी मिट्टी हैं। इनका उपयोग फसलों के लिए नियमित रूप से किया जा सकता है। इस मिट्टी में खड़ी ढलान होती है और या तो कुछ पारिस्थितिक समस्या (मिट्टी के कटाव के रूप में) या जलवायु संबंधी समस्या (वर्षा अनियमितता) से प्रभावित हो सकती है जो गहन वाणिज्यिक उपयोग को रोकती है। इसके अलावा, इस मिट्टी की प्रजनन क्षमता स्वाभाविक रूप से कम होती हैं।

इन मृदाओं के लिए फसल चक्रण की आवश्यकता होती है जो पर्याप्त वनस्पति आवरण का उत्पादन करते हैं। मिट्टी को कटाव से बचाने के लिए आवरण की आवश्यकता होती है और यह इस मिट्टी की संरचना को बचाने में भी मदद करता है। इसके अलावा, उचित सतह जल निकासी सुनिश्चित की जानी चाहिए और समोच्च जुताई का अभ्यास किया जाना चाहिए।

टिप्पणी

श्रेणी IV

ये मिट्टी जलभराव और पानी की कमी जैसे गंभीर स्थायी खतरों से प्रभावित होती हैं। ये अक्सर खड़ी ढलानों पर पाई जाती हैं जो अपरदन की प्रक्रिया से प्रभावित रहती हैं। इनमें मृदा उर्वरता कम पाई जाती है। वाणिज्यिक उपयोग लगभग अनुपस्थित होता है। इस मिटटी पर जीवन निर्वाह खेती का अभ्यास किया जाता है और मुख्य रूप से मोटे अनाज को इन मिट्टी पर उगाया जाता है।

इन मिट्टी को चारागाहों के लिए प्रयोग किया जाना चाहिए। इस मिटटी में मोटे अनाज की फसल पांच या छह साल में एक बार उगाई जा सकती है। नमी संरक्षण के उपाय, जैसे कि खेतों में पानी लगाना, समोच्च जुताई और नलिकाओं का स्थिरीकरण जैसे उपाय इन मिट्टियों में उत्पादकता को बढ़ावा देते हैं।

श्रेणी V

ये मिट्टी तलहटी में या पहाड़ी घाटियों में पाई जाती हैं और घास, झाड़ियों आदि के लिए उपयुक्त होती हैं। इस मिट्टी का उपयोग चारागाह या वानिकी संचालन के लिए किया जाना चाहिए। इस मिटटी में खेती संभव नहीं है क्योंकि ये मिट्टी गीली और पथरीली होती है। भूमि लगभग समतल और हवा या पानी द्वारा मामूली कटाव से प्रभावित होती है, अगर इसका प्रबंधन ठीक से किया जाता है। इस मिटटी की कुछ स्थायी सीमाएँ हैं। इन मिट्टी में चराई को नियंत्रित किया जाना चाहिए।

श्रेणी VI

इस प्रकार की मिट्टी में मध्यम स्थायी सीमाएँ होती हैं और खेती के लिए अनुपयुक्त होती हैं। इस मिट्टी का उपयोग चराई और वानिकी के लिए किया जाना चाहिए। ये मिटटी खड़ी और उथली होती हैं और श्रेणी V की मिट्टी की तुलना में अपरदन से अधिक प्रभावित होने की सम्भावना होती है। इस मिट्टी क्षेत्र में चराई की अनुमति नहीं होनी चाहिए। वे कुछ पर्यावरण अवनयन सम्बन्धी बाधाओं से भी पीड़ित हो सकती हैं और ये मिटटी हमारे देश के पर्यावरण की दृष्टि से अधिक संवेदनशील क्षेत्रों में पाई जाती हैं।

श्रेणी VII

श्रेणी VI की मिट्टी की तुलना में पर्यावरणीय अवनयन सम्बन्धी बाधाओं की गंभीरता इन मिट्टी में बहुत अधिक होती है। नतीजतन, ये मिट्टी गंभीर स्थायी खतरों के अधीन हैं। ये मिटटी चराई या वानिकी के लिए कम से मध्यम दर्जे तक उपयुक्त पाई जाती हैं। ये मिट्टी खड़ी, उखड़ी हुई, उथली या दलदली होती हैं और खेती के लिए पूरी तरह से अनुपयुक्त हैं। इन मिट्टीयों के पुनरुथान के लिए कठोर प्रबंधन लागू किया जाना चाहिए।

श्रेणी VIII

ये मिटटी उन हिस्सों में पाई जाती हैं जिनमें जीवन जीने हेतु उपयोग की कोई प्रत्यक्ष क्षमता नहीं होती है। ये मिट्टी कुछ दुर्लभ प्रजातियों के संरक्षण या जलग्रहण क्षेत्र के रूप में कार्य करने के उद्देश्यों की पूर्ति कर सकती हैं। इस वर्ग की मिट्टी बेहद खुरदरी,

शुष्क या दलदली होती है और खेती के लिए अनुपयुक्त होती है। ये मिटटी वानिकी या चराई के लिए भी अनुपयुक्त होती हैं।

टिप्पणी

Landuse	Land Capability Classes							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Wild Life								
Forestry								
Limited grazing								
Moderate grazing								
Intense grazing								
Limited cultivation								
Moderate cultivation								
Intense cultivation								
Very intense cultivation								

Shaded portion shows landuses for classes

A graphic presentation of landuse in relation to different land capability classes.

भूमि क्षमता उपवर्ग (land capability sub-classes)

ये क्षमता वर्ग के उप भाग है। इनका निर्माण चार वर्चस्व वाली सीमाओं के आधार पर बनाए गए हैं। इनके नाम निम्नलिखित हैं :

(1) अपरदन का जोखिम (e)

(2) गीलापन, जल निकासी या अतिप्रवाह (w)

(3) जड़ क्षेत्र सीमायें (s)

(4) जलवायु सीमायें (c)

इन उपवर्गों का मानचित्रण क्षमता वर्ग श्रेणी के आगे इनके चिन्हों का प्रयोग करके किया जाता है। श्रेणी I में कोई उपभाग नहीं है।

भूमि नियोजन में भूमि क्षमता वर्गीकरण का महत्व (Significance of Land Capability Classification in Landuse Planning)

भूमि क्षमता वर्गीकरण से भू उपयोग की योजना बनाने में मदद मिलती है। भूमि क्षमता वर्गीकरण भूमि के किसी भी खंड के लिए उपयोग की सीमा निर्धारित करता है और संरक्षण समस्याओं और संभावित उपचारों को परिभाषित करने में मदद करता है। इसे ध्यान में रखते हुए, भूमि का एक खंड सबसे कुशल भू उपयोग में प्रयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, सभी कृषि गतिविधियों को श्रेणी I से IV तक सीमित किया जाना चाहिए और V से VIII तक की श्रेणियों का चारागाह, ऊर्जा वृक्षारोपण, भवन, सड़क आदि भू उपयोग के अंतर्गत उपयोग होने चाहिए। इस योजना में एक विशेष भूमि के खंड के लिए सबसे उपयुक्त फसल का चयन कर सकते हैं। भूमि की क्षमता वाली श्रेणियां बेहतर वर्गों की ओर बदल सकती हैं, अगर मौजूदा सीमाओं को आर्थिक रूप से व्यवहार्य पुनर्ग्रहण उपायों द्वारा स्थायी रूप से हटाया या घटाया जा सकता है जैसे कि सिंचाई प्रदान करना, उचित जल निकासी प्रदान करना, बाढ़–नियंत्रण उपायों का निर्माण करना या स्थिरीकरण करना, नलिका अपरदन को रोकना आदि।

टिप्पणी

भूमि उपयुक्तता वर्गीकरण (land suitability classification)

भूमि उपयुक्तता वर्गीकरण एक मिट्टी मूल्यांकन पद्धति है, जिसे खाद्य एवं कृषि संस्थान द्वारा विकसित किया गया है। खाद्य एवं कृषि संसथान ने कहा कि परिभाषित उपयोग के लिए भूमि की उपयुक्तता किसी प्रकार की भूमि की उपयुक्तता है। भूमि को उसकी वर्तमान स्थिति में या सुधार के बाद स्वीकार किया जा सकता है। भूमि उपयुक्तता वर्गीकरण की प्रक्रिया भूमि के विशिष्ट क्षेत्रों का मूल्यांकन और समूहन है।

भूमि उपयुक्तता वर्ग (land suitability classes)

भूमि उपयुक्तता श्रेणियां उपयुक्तता की मात्रा को दर्शाती हैं। उपयुक्तता की मात्रा कम होने के क्रम में अरबी संख्याओं द्वारा श्रेणियों को लगातार क्रमांकित किया जाता है जो एक विषेश क्रमावली के अनुसार होता है। उदाहरण के लिए, केवल दो, S1 और S2 हो सकते हैं। व्याख्यात्मक उद्देश्यों को पूरा करने के लिए मान्यता प्राप्त वर्गों की संख्या को न्यूनतम रखा जाना चाहिएय शायद पांच वर्ग सबसे अधिक इस्तेमाल किए जाने चाहिए।

तीन वर्गों को उपयुक्त क्रमावली के भीतर मान्यता प्राप्त है और गुणात्मक वर्गीकरण में निम्नलिखित नाम और परिभाषाएं उपयुक्त हो सकती हैं:

(1) **वर्ग S1 अत्यधिक उपयुक्त** : किसी दिए गए भूमि उपयोग के निरंतर अनुप्रयोग के लिए कोई महत्वपूर्ण सीमा नहीं है, या केवल छोटी सीमाएँ जो उत्पादकता या लाभ को कम नहीं करेंगी और स्वीकार्य स्तर से ऊपर इनपुट नहीं उठाएंगी।

(2) **वर्ग S2 मध्यम रूप से उपयुक्त** : भूमि कुछ सीमाओं में सीमित हैं जो किसी दिए गए उपयोग के निरंतर अनुप्रयोग के लिए गंभीर हैं। सीमाएं उत्पादकता या लाभों को कम कर देंगी और आवश्यक निवेश को इस हद तक बढ़ा देंगी कि उपयोग से प्राप्त होने वाला समग्र लाभ प्रथम वर्ग की भूमि से होने वाले लाभ से अपेक्षित रूप से कम होगा, हालांकि यह अभी भी आकर्षक है।

(3) **वर्ग S3 मार्जिन से उपयुक्त** : ऐसी सीमाएँ जो कुल मिलाकर एक दिए गए उपयोग के निरंतर अनुप्रयोग के लिए गंभीर हैं और इससे उत्पादकता या लाभ में कमी आएगी, या आवश्यक निवेशों में वृद्धि होगी, यह खर्च केवल मामूली रूप से उचित होगा।

अनउपयुक्त क्रमावली के भीतर, सामान्य रूप से दो वर्ग हैं:

(1) **वर्ग N1 वर्तमान में उपयुक्त नहीं है** : भूमि की सीमाएं जो समय के भीतर पारगम्य हो सकती हैं लेकिन जिन्हें स्वीकार्य लागत पर मौजूदा ज्ञान के साथ ठीक नहीं किया जा सकता है। सीमाएँ इतनी गंभीर हैं कि दिए गए भू उपयोग के तरीके भूमि के सफल निरंतर उपयोग को रोक देते हैं।

(2) **वर्ग N2 स्थायी रूप से उपयुक्त नहीं है** : भूमि की सीमाएं जो इतनी गंभीर दिखाई देती हैं कि दिए गए तरीके से भूमि के सफल निरंतर उपयोग की संभावनाओं को पूर्ण रूप से रोक देती हैं।

टिप्पणी

अपनी प्रगति जांचिए

12. भूमि की क्षमता एवं उपयुक्तता के कुल कितने वर्ग हैं?

(क) 5 (ख) 7

(ग) 8 (घ) 9

13. मिट्टी की उर्वरता और संरचना को बनाए रखने के लिए निम्न में से किस विधि को लागू करने की आवश्यकता होती है?

(क) उर्वरकों का उपयोग (ख) हरी खाद वाली फसल

(ग) फसल रोटेशन (घ) उपर्युक्त सभी

5.6 क्षेत्रीय योजनाओं में भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोग

क्षेत्रीय नियोजन में व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान का बहुत महत्वपूर्ण स्थान है। किसी देश की अर्थव्यवस्था के संतुलित विकास के लिए एक क्षेत्र में पाए जाने वाले प्राकृतिक और मानवीय संसाधनों की समझ की आवश्यकता होती है। स्थलाकृति, मिट्टी, जल विज्ञान, लिथो–लॉजी और प्रादेशिक विशेषताओं पर विस्तृत जानकारी प्रबुद्ध क्षेत्रीय योजनाकारों के लिए बहुत ही महत्वपूर्ण एवं आवश्यक होती हैं, इसी के आधार पर ये संबंधित क्षेत्र के लिए सबसे उपयुक्त विकास परियोजनाओं को विकसित कर सकते हैं।

5.6.1 भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोग : एक अवलोकन

स्थलाकृतियों की एक समझ, प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से उन मनुष्यों के लिए बड़े काम की हो सकती है, जो भू–आकृतियों से प्रभावित होते हैं और बदले में, पृथ्वी की उन सतही विशेषताओं को प्रभावित करते हैं, जहाँ पर वे निवास करते हैं।

यदि स्थलाकृतियों की सही ढंग से व्याख्या की जाती है, तो वे एक क्षेत्र के भूगर्भीय इतिहास, संरचना और लिथोलॉजी पर प्रकाश डालते हैं। D.K.C जोन्स के अनुसार, व्यावहारिक भू–आकारिकी को "भूमि अधिभोग, संसाधन शोषण और पर्यावरण प्रबंधन और नियोजन से संबंधित समस्याओं के विश्लेषण और समाधान के लिए भू–आकृति संबंधी समझ के अनुप्रयोग'' के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।

आर जी क्रेग और जे एल क्राफ्ट के अनुसार, "वास्तव में, सभी प्रकार का भू–आकारिकी ज्ञान व्यावहारिक होता है'। ज्ञान का विकास एक स्पष्ट दृष्टिकोण प्रदान करता है कि पृथ्वी कैसे काम करती है, भू–विज्ञानी संसाधनों का मूल्यांकन, विकास परियोजनाओं, प्राकृतिक खतरों का पता लगाने और प्राकृतिक आपदाओं के प्रभाव को कम करने के लिए भी इस ज्ञान का उपयोग कर सकते हैं।

भू–आकृति ज्ञान और तकनीकों को निम्नलिखित क्षेत्रों में लागू किया जा सकता है:

(1) मानव समाज और गतिविधियों पर भू–आकृति / पर्यावरणीय प्रक्रियाओं के प्रभाव का अध्ययन करना और इस तरह के प्रभाव से उत्पन्न समस्याओं से निपटना,

(2) मानव गतिविधियों द्वारा भू–आकृति / पर्यावरण प्रक्रियाओं में किए गए परिवर्तनों की जांच करना और इस तरह की प्रक्रियाओं से उत्पन्न समस्याओं से निपटना,

(3) एक स्थायी स्तर पर विकास को बनाए रखने के लिए उपयुक्त भू–आकृति प्रणाली में संसाधनों का प्रबंधन और निगरानी में परिवर्तन के लिए उपचारात्मक उपायों का सुझाव देने के लिए।

टिप्पणी

चार्ली, स्कुम और सगडेन के अनुसार भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोग को निम्नलिखित प्रकार से समझा जा सकता है (Accroding to Charley, Schumn and Sugden, the application of geomorphology could be understood as follows):

(1) भू–आकृति विज्ञान संसाधन मूल्यांकन, इंजीनियरिंग निर्माण और योजनाओं में एक सहायता हो सकती है। भू वैज्ञानिकों, इंजीनियरों और योजनाकारों के लिए इसका उपयोग इस श्रेणी में हम संसाधन आविष्कार, पर्यावरण प्रबंधन, मिट्टी और भूमि मूल्यांकन, जल विज्ञान, अपरदन और स्थिरता नियंत्रण के लिए मानचित्रों का उत्पादन, भू–आकृति मानचित्रण, भूमि प्रणालियों के लिए मानचित्रण और क्षेत्र का मूल्यांकन, वर्गीकरण और क्षेत्र की जानकारी की पुनर्प्राप्ति और अन्य मामलों को शामिल कर सकते हैं।

इस पहलू में व्यावहारिक भू–आकारिकी विभिन्न भू–आकृतिक वातावरण में शहरी नियोजन और प्राकृतिक खतरों के मानचित्र तैयार करने, भूमि उपयोग योजना, निर्माण और सड़कों के प्रबंधन में उपयोग हो सकता है।

(2) व्यावहारिक भू–आकारिकी भू–आकृति प्रक्रियाओं और रूपों पर उनके नियोजित या अनजाने प्रभावों के संदर्भ में भू–आकृति कारकों के रूप में भी मानव की समझ को विकसित करता है।

मानव ने समय के साथ अपनी आर्थिक आवश्यकताओं के अनुरूप भू–आकृति/पर्यावरण प्रक्रियाओं को वश में करने और संशोधित करने का प्रयास किया है। नदियों की बाढ़ को रोकने के लिए तटबंध बनाए गए हैं, नदियों के विसर्पी मार्ग को सीधा किया गया है और चैनलों को मोड़ दिया गया है; तटीय क्षेत्रों को दीवारों के निर्माण से लहर के क्षरण से बचाने की कोशिश की गई है; वृक्षारोपण के माध्यम से रेतीले क्षेत्रों को स्थिर करने और वनीकरण के माध्यम से मिट्टी के कटाव को कम करने का प्रयास किया गया है। ये मानव द्वारा नियोजित गतिविधियों के कुछ उदाहरण हैं जिनका भू–आकृति रूपों और प्रक्रियाओं पर प्रभाव पड़ता है।

विभिन्न स्थलरूप और उनकी प्रक्रिया अनेक रूपों में मानवीय गतिविधियों से प्रभावित होती हैंः फसलों को बोने के लिए या बस्तियों के निर्माण के लिए, जंगल काट दिए जाते है और घास के मैदान जला दिए जाते हैं, खनन गतिविधियों और पानी की निकासी के कारण भूमि का धंसाव होता है, भवन और खनन गतिविधियों के परिणामस्वरूप भू–खंड में अत्यधिक परिवर्तन होता है; अनियोजित वनों की कटाई से मिट्टी के कटाव में तेजी आती है और तलछट भार में वृद्धि होती है, जिसके परिणामस्वरूप, बार–बार बाढ़ आती है और नदी तटीय क्षेत्रों का विनाश होता है। प्रदूषण का मानव की आर्थिक गतिविधियों पर एक बड़ा अनजाना प्रभाव रहा है। बांधों से नदी के तलछट भार में परिवर्तन और अपरदन की गति तीव्र होती है। उच्च अक्षांश वाले क्षेत्रों में निर्माण से परिहिमनीय क्षेत्र में बदलाव आता है।

हम यहां भू–आकृति विज्ञान के कुछ अनुप्रयोगों पर विचार करते हैं, जो भूवैज्ञानिकों, इंजीनियरों और योजनाकारों द्वारा आम तौर पर सामना की जाने वाली समस्याओं के प्रकार हैं।

भू–आकृति विज्ञान और जल विज्ञान (Geomorphology and Hydrology)

टिप्पणी

मानव के द्वारा उपयोग किया जाने वाला पानी, पृथ्वी या भूजल की सतह पर विभिन्न स्रोतों–धाराओं, झीलों और नदियों से उपलब्ध होता है। विभिन्न स्तरीय भूमिगत संरचना और लिथोलॉजिकल सतह, धरातलीय और भूमिगत जल की विभिन्न स्थितियों को प्रस्तुत करते हैं।

चूना पत्थर के इलाके में पानी उत्पन्न होने की क्षमता चट्टान के प्रकार पर निर्भर करती है। चूना पत्थर में पारगम्यता प्राथमिक या द्वितीयक हो सकती है। प्राथमिक पारगम्यता कैल्सीयम युक्त तलछटों में प्रारंभिक रिक्त स्थानों की उपस्थिति पर निर्भर करती है जिससे चट्टान का निर्माण हुआ था। द्वितीयक (या अधिग्रहित) पारगम्यता पृथ्वी की हलचलों जैसे भ्रंशन (faulting), वलन (folding), संवलन (warping) और विलयन (solution) के कारण होती है।

यह द्वितीयक पारगम्यता किसी क्षेत्र की स्थलाकृति के संबंध में विशेष रूप से बदलती है, जो कि स्थलाकृतिक घाटियों या निम्न स्थानों से सबसे अधिक पाई जाती है। कार्स्ट इलाके में अधिकांश भूजल विलयन चैनलों तक ही सीमित है।

कार्स्ट स्थलाकृति की शुरुआती अवस्थाएँ अन्य प्रकार के परिदृश्यों से बहुत अलग नहीं हैं। लेकिन जैसे–जैसे अपरदन चक्र आगे बढ़ता है, पानी का एक बड़ा हिस्सा विखंडित रूप से खुले मार्गों में बदल जाता है, और सतह का पानी कम हो जाता है। ऐसे क्षेत्रों में पानी का मुख्य स्रोत तो कार्स्ट स्रोत (spring) होता है। इस तरह के स्रोत (spring) पानी की मध्यम मांगों को पूरा करने के लिए पानी की आपूर्ति कर सकते हैं, लेकिन प्रदूषकों और बैक्टीरिया से पानी की गुणवत्ता प्रभावित हो सकती है।

जल के स्रोतों को प्रदूषण के ऐसे मामले में चिन्हित किया जाना चाहिए। घोल रंध्र और विलयन छिद्र जो भूमिगत जल तंत्र को पानी प्रदान करते हैं जो कि सोते (spring) के रूप में बाहर निकलता है, ऐसे रंध्र और छिद्र को चिह्नित किया जाना चाहिए। सोता (spring) जल के श्रोत का पता लगाने के लिए रंग सामग्री डालकर परीक्षण किया जा सकता है, जैसे कि फ्लोरसिन।

चूना पत्थर क्षेत्र में पानी कितनी आसानी से प्राप्त किया जा सकता है यह उस क्षेत्र की भू–आकृति विज्ञान पर निर्भर करता है। यदि चूना पत्थर के क्षेत्र में पर्याप्त पारगम्यता है और बलुआ पत्थर की परत से ढकी हुई है, तो बड़ी मात्रा में पानी उत्पन्न करने वाले कुएं प्राप्त करने में कोई कठिनाई नहीं हो सकती है। इसके अलावा, पानी प्राकृतिक रूप से फिल्टर हो जाता है क्योंकि यह बलुआ पत्थर के विभिन्न स्तरों से गुजरता है।

हिमाच्छादित क्षेत्रों में भूजल क्षमता का निर्धारण, क्षेत्र के भू–आकृति इतिहास, हिमनदी जमाव और भू–आकृति की विशेषताओं के अध्ययन के आधार पर किया जा सकता है। अपक्षेप मैदान, घाटी क्षेत्रों और हिमोढ़ बजरी निक्षेपण में पानी की बड़ी मात्रा की संभावना है। उनमें रेत और बजरी के स्थानीय स्तर होते हैं जो घरेलू जरूरतों के लिए पर्याप्त पानी की आपूर्ति कर सकते हैं।

परिहिमानी और अंतरहिमानी घाटियाँ भूजल के अच्छे स्रोत हो सकते हैं। उनकी उपस्थिति (या अनुपस्थिति) क्षेत्र की पूर्वगामी स्थलाकृति और भू–आकृति इतिहास का अध्ययन करके पता लगाई जा सकती है।

टिप्पणी

भू–आकृति विज्ञान और शहरीकरण

शहरी विकास पर प्रयुक्त होने वाला भू–वैज्ञानिक ज्ञान एक अलग शाखा, अर्थात् शहरी भू–आकृति विज्ञान में विकसित होने के कारण पर्याप्त महत्वपूर्ण हो गया है। भू–आकृति विज्ञान की इस शाखा का संबंध ''शहरी क्षेत्रों के शहरी विकास, जहां शहरी विकास की उम्मीद है, के विकास, विकास और प्रबंधन के लिए फायदेमंद तरीके, भूमि सुधारों और उनकी संबंधित प्रक्रियाओं, सामग्रियों और खतरों से संबंधित है।"– कुक

एक शहर या इसकी स्थिरता, सुरक्षा, आधारभूत आवश्यकताएं और भू–आकृति संबंधी विशेषताएं तथा इसका विस्तार कुछ अन्य बातों पर भी निर्भर करता है, यथा– लिथोलॉजिकल और स्थलाकृतिक विशेषताएं, जल विज्ञान की स्थिति और भू–आकृति संबंधी विशेषताएं। शहरी सर्वेक्षणों, भू–वर्गीकरण, बस्तियों के लिए वैकल्पिक स्थलों की पहचान और चयन के माध्यम से शहरी विकास से पहले ही एक शहरी भू–आकृतिविद् काम करना शुरू कर देता है। शहरी विकास के दौरान और बाद में, एक शहरी भू–आकृतिविद 'शहरी समुदाय और पर्यावरण पर शहरी विकास' पर प्राकृतिक घटनाओं के प्रभाव के अध्ययन से संबद्ध रहता है।

यह आर.यू. कुक ने कहा कि "विभिन्न भू–वैज्ञानिक समस्याओं को योजनाकारों और इंजीनियरों ने नहीं समझा, जिससे पर्यावरणीय क्षेत्रों में शहरी बस्तियों को विनाश और क्षति होती है। तेल से समृद्ध राज्यों और शुष्क क्षेत्रों में नींव सामग्री का निपटान होता है। अपक्षय प्रक्रियाओं द्वारा नींव का विनाश, राजमार्गों की क्षति, उपोष्णकटिबंधीय आर्द्र क्षेत्रों आदि में बाढ़ के दौरान इमारतों को क्षति पहुंचती है।

ये सभी और कई अन्य समस्याएं भू–वैज्ञानिक स्थितियों के कुप्रबंधन या गलतफहमी से उत्पन्न होती हैं। "मुख्य रूप से विकासशील देशों में मौजूदा शहरी केंद्रों के विकास से पहले भू–वैज्ञानिक स्थितियों को समझने पर बहुत कम ध्यान दिया जाता है। इसके परिणामस्वरूप अनियंत्रित विकास होता है, जिससे स्क्वैटर बस्तियों या झोंपड़पट्टी शहरों का जन्म होता है। यह आमतौर पर गंभीर सामाजिक और पर्यावरणीय समस्याएं पैदा करता है।

भू–आकृति विज्ञान और खनिज अन्वेषण (Geomorphology and Mineral Exploration)

खनिज निक्षेप भूवैज्ञानिक संरचना से जुड़े हैं। विशिष्ट इलाकों की स्थलाकृतिक विशेषताएं इस तरह के भूवैज्ञानिक संरचनाओं का संकेत दे सकती हैं।

अयस्क निकायों की सतह अभिव्यक्ति (Surface Expression of Ore Bodies)

कुछ अयस्क निकायों में स्थैतिक रूपों में स्पष्ट सतह अभिव्यक्तियाँ होती हैं, जैसे कि अयस्क, गोसन, या अवशिष्ट खनिज या संरचनात्मक विशेषताएं जैसे भ्रंश, दरार और ब्रोकोसिया के क्षेत्र। लीड–जस्ता के टुकड़े एक विशिष्ट रिज द्वारा चिह्नित किए जा सकते हैं जैसे कि ऑस्ट्रेलिया में ब्रोकन हिल।

अपक्षय अवशेष (Weathering Residue)

आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण कई खनिज वर्तमान या प्राचीन भू–आकृति चक्रों के अपक्षय अवशेष के रूप में पाए जाते हैं और ऐसे खनिजों की खोज में भू–आकृति विज्ञान का उपयोग बहुत बेहतर ढंग से किया जा सकता है। लौह अयस्क, मिट्टी के खनिज,

कैलीच, बॉक्साइट, मैंगनीज और निकल के कुछ अयस्क ऐसे अपक्षय अवशेष हो सकते हैं। अपक्षय और अपरदन बल पृथ्वी की सतह की चट्टानों पर लगातार काम कर रहे हैं, और कई चट्टानों में अपक्षय के उत्पाद किफायती मूल्य के हो सकते हैं।

टिप्पणी

जिन सतहों पर सामान्यतः अपक्षय उत्पाद बनते हैं वे पेनीप्लेन या निकट–पेनीप्लेन सतह होते हैं। इस तरह के खनिजों को सामान्यतः अपरदन के वर्तमान आधार स्तरों से ऊपर तृतीयक अपरदनात्मक सतहों के अवशेषों पर पाया जाता है। उदाहरण के लिए, बॉक्साइट, या तो डोलोमाइट्स और लाइमस्टोन में अघुलनशील एल्युमिनस सामग्री की थोड़ी मात्रा का अवशेष है या यह एलुमिनस खनिजों के अपक्षय का प्रत्यक्ष उत्पाद है।

प्लेसर निक्षेप (Placer Deposits)

प्लेसर जमा भारी धातुओं का मिश्रण है जो रासायनिक अपक्षय या धातु निर्माण के क्षरण के माध्यम से प्राप्त सामग्रियों का मिश्रण है। खनिजों की प्लेसर सांद्रता निश्चित भू–आकृतिक प्रक्रियाओं से उत्पन्न होती है और विशिष्ट स्थलाकृतिक स्थितियों में पाई जाती है। यह एक विशिष्ट स्थलाकृतिक अभिव्यक्ति हो सकती है। आधारतल को बनाने वाली चट्टान का प्रकार प्लेसर के जमाव को प्रभावित कर सकता है।

अवशिष्ट प्लेसर आमतौर पर सीमित मात्रा में पाए जाते हैं और निम्न गुणवत्ता वाले होते हैं। Colluvial प्लेसर अवशिष्ट पदार्थों के निम्न ढाल की और सर्पण संचलन द्वारा उत्पादित होते है और इस प्रकार ये अवशिष्ट प्लेसर और जलोढ़ प्लेसर के मध्य के होते हैं। कैलिफोर्निया, ऑस्ट्रेलिया, न्यूजीलैंड और अन्य जगहों पर इस प्रकार के सोने के प्लेसर पाए गए हैं। दुनिया के प्लैटिनम का लगभग एक–तिहाई रूस, कोलंबिया और अन्य जगहों पर जलोढ़ मैदानों से प्राप्त होता है। सोना, टिन और हीरे जलोढ़ नलिकाओं से प्राप्त अधिक महत्वपूर्ण खनिजों में से हैं।

हीरे दक्षिण अफ्रीका के वाल और ऑरेंज नदी जिलों में, दक्षिण अफ्रीका के लिचेनबर्ग क्षेत्र, बेल्जियन कांगो, मिनस गेरेस और ब्राजील में जलोढ़ नलिकाओं से प्राप्त होते हैं। दुनिया के लगभग 20 फीसदी हीरे प्लेसर निक्षेप से आते हैं। वायुढ प्लेसर से ऑस्ट्रेलिया और लोअर कैलिफोर्निया, मैक्सिको में सोना प्राप्त किया जाता है। बहादा प्लेसर एक बेसिन भराव की अधिक कोमल ढलानों पर बाहर की तुलना में पहाड़ी आधार के पास पाए जाने की अधिक संभावना रखते हैं। पुलिन प्लेसर से कैलिफोर्निया और अलास्का में सोना, दक्षिण अफ्रीका के नामक्वालैंड जिले में हीरे, भारत, ब्राजील और ऑस्ट्रेलिया में जिरकन प्राप्त होता है।

''ड्रिलिंग और भूभौतिकीय परीक्षण की सहायता से प्लेसर्स प्राप्त की जा सकती है। एक चुंबकीय सर्वेक्षण आमतौर पर सहायक होगा क्योंकि मैग्नेटाइट सोने से जुड़ा होने की संभावना है। WD थॉर्नबरी के अनुसार ''भूगर्भिक भूविज्ञान का ज्ञान, भूभौतिकीय सर्वेक्षण के अनुप्रयोग, परीक्षण ड्रिलिंग और हवाई–चित्र व्याख्या आदि सभी इन निक्षेपित प्लेसर के अन्वेषण में योगदान देते हैं, लेकिन इस खोज के लिए सबसे मौलिक क्षेत्र के भू–आकृतिक इतिहास की पूरी तरह से समझ आवश्यक है।''

तेल की खोज (Oil Exploration)

कई तेल क्षेत्रों को उनकी नतिलम्ब (strike) स्थलाकृतिक अभिव्यक्ति के कारण खोजा गया है। माना जाता है कि कार्बनिक पदार्थों के क्षय और अपघटन से खनिज तेल का

टिप्पणी

निर्माण होता है। गठन के बाद, यह तेल संरचनात्मक जाल या स्ट्रैटिग्राफिक जाल के अंतर्गत चट्टानों में फंस जाता है। तलछटी स्तर एंटीक्लाइन और सिनक्लीन में बदल दिया जाता है, जिससे पारगम्य और अभेद्य स्तर को पार पाने की अनुमति मिलती है, और खनिज तेल ऊपरी पारगम्य और निचले अभेद्य बेड के भीतर अच्छी तरह से संरक्षित होते हैं।

आमतौर पर खनिज तेल अपारगम्य चट्टानों की निचली परतों के साथ सरंध्र और पारगम्य चट्टानी संरचनाओं में पाया जाता है। बलुआ पत्थर और चूना पत्थर खनिज तेल को आदर्श स्थान प्रदान करते हैं क्योंकि वे सरंध्र और पारगम्य हैं। इसके नीचे मिलने वाली शैल चट्टान अभेद्य स्तर के रूप में कार्य करती है। उष्णकटिबंधीय जंगलों के क्षेत्रों में, जहां पेड़ों में से स्थलाकृति नहीं देखी जा सकती है, आभा का अंतर एक एंटीकाइनल या डोमल संरचना का संकेत दे सकता है।

भूगर्भिक संरचनाओं के अधिक सूक्ष्म प्रमाण जो तेल के संचय को दर्शाते हैं, आज तेल की खोज में उपयोग किए जा रहे हैं। हवाई फोटोग्राफी पर दिखाए गए इलाके का अपवाह विश्लेषण एक ऐसी ही तकनीक है और एक भू–आकृतिविज्ञानी इस मामले में सबसे अधिक अपेक्षित ज्ञान के अधिकारी होते हैं। अपवाह विश्लेषण उन क्षेत्रों में विशेष रूप से उपयोगी है जहां चट्टानों में कम नति हैं और उच्चावच भी सामान्य है।

लेवरसन के अनुसार, "कई तेल और गैस स्रोत असमानताओं से जुड़ी हैं – प्राचीन क्षरण सतहें; इसलिए पेट्रोलियम भूविज्ञानी को दबे हुए परिदृश्य को समझना चाहिए।" जहां प्राचीन क्षरण की सतह पारगम्य बेड को छोटा कर देती हैं और जो बाद में होने वाले निक्षेप द्वारा सील कर दी जाती हैं, कटाव की सतह स्तरीय जाल बन जाती हैं, जो अधिकांश असमानताओं के साथ होती हैं।

भू–आकृति विज्ञान और इंजीनियरिंग कार्य (Geomorphology and Engineering Works)

इंजीनियरिंग कार्यों में अक्सर एक या किसी अन्य प्रकार के भूगर्भीय कारकों का मूल्यांकन शामिल होता है; इसमें क्षेत्र की विशेषताएं सबसे आम कारकों में से हैं।

सड़क निर्माण (road construction)

सबसे उपयुक्त राजमार्ग का पथ, उस क्षेत्र की स्थलाकृतिक विशेषताओं द्वारा सर्वोत्तम रूप से निर्धारित किया जा सकता है। रोड इंजीनियरिंग में भूगर्भिक संरचना, लिथोलॉजिकल और स्ट्रैटिग्राफिक विशेषताओं का ज्ञान, धरातलीय निक्षेपों की गठनता और क्षेत्र का भू–इतिहास इत्यादि बातें अधिक महतवपूर्ण हैं।

कार्स्ट मैदान के ऊपर स्थित मार्ग को बार–बार भरने की आवश्यकता होती है अन्यथा भारी बारिश के बाद सड़क जल मग्न हो जाएगी क्योंकि रंध्र धरातलीय अपवाह से भर जाते हैं।

हिमनदीय क्षेत्रों में कई प्रकार की इंजीनियरिंग समस्याएं होती हैं। हिमोढ़ मैदान एक समतल सड़क निर्माण के लिए भौगोलिक रूप से आदर्श है, लेकिन उन क्षेत्रों में जहां अंतिम–हिमोढ़, एस्कर, केम या ड्रम्लिन मौजूद हैं, वहां मार्गों के कटाव को रोकने के लिए उन्हें निरंतर भरने की आवश्यकता होती है। वे क्षेत्र जो पूर्व में झीलों के स्थान रहे हैं, वे सड़कों के लिए अनुपयुक्त हैं, विशेषकर जहाँ भारी सामान का आवागमन करना

टिप्पणी

है। यदि ऐसे स्थान के बीच से एक सड़क का निर्माण किया जाता है, तो भारी ट्रैफिक के कारण झील के तल के नीचे के पदार्थ विस्थापित होंगे और सड़क में 'धंसाव' इसका परिणाम होगा। इससे बचने के लिए, झील में जमा पदार्थ का उत्खनन करना पड़ता है और उन सामग्रियों से प्रतिस्थापित किया जा सकता है जो भारी भार के नीचे विस्थापित नहीं होंगी। काफी उचावाच वाले क्षेत्र में भूस्खलन, पृथ्वी का प्रवाह और अवपतन (slumping) गंभीर समस्या बन जाती है।

भारी यातायात के लिए डिजाइन किए गए राजमार्ग निर्माण में, सड़क की सतह के नीचे की मिट्टी की प्रकृति बहुत महत्वपूर्ण होती है क्योंकि एक राजमार्ग के नीचे जल निकासी पर नियंत्रण मिटटी की प्रकृति पर निर्भर करता है। एक राजमार्ग का जीवनकाल, मध्यम भार के तहत, मोटे तौर पर दो कारकों द्वारा निर्धारित किया जाता है : राजमार्ग में उपयोग किए जाने वाली सामग्री की गुणवत्ता, मिट्टी की बनावट और उसके नीचे से जल निकासी की व्यवस्था।

इस प्रकार अलग–अलग स्थलाकृतिक स्थितियों की मिटटी और मूल सामग्री के साथ सम्बन्ध का विश्लेषण आधुनिक राजमार्ग निर्माण में आवश्यक हो जाता है। मृदा प्रोफाइल का ज्ञान, जो कि बहुत हद तक भू–आकृतिक स्थितियों और इतिहास के प्रभाव को दर्शाता है, आधारभूत है। यदि किसी राजमार्ग क्षेत्र में सिल्ट युक्त क्ले वाली मृदा पाई जाती है और भू जल स्तर भी ऊँचा है तो राजमार्ग का प्रदर्शन खराब होगा और बार बार उसके टूटने की सम्भावना बनी रहती है, दूसरी तरफ यदि मृदा दानेदार है और भू जल स्तर निम्न है तो राजमार्ग बहुत बेहतर प्रदर्शन करते हैं।

बांध साइट चयन (Dam Site Selection)

बांधों के निर्माण के लिए साइटों का चयन करने के लिए भू–आकृति विज्ञान, लिथोलॉजी और भूगर्भिक संरचना के ज्ञान का संयोजन बहुत ही बेहतर होता है।

किर्क ब्रायन के अनुसार अच्छे जलाशय स्थलों की पांच मुख्य आवश्यकताएं भूगर्भीय स्थितियों पर निर्भर करती हैं:

(1) पर्याप्त आकार का एक जल–तंग बेसिन,

(2) एक संकीर्ण प्रवाह मार्ग जो बांध के किफायती निर्माण में सहायक होगा,

(3) अतिरिक्त जल ले जाने के लिए एक पर्याप्त और सुरक्षित मार्ग बनाने का अवसर,

(4) बांध निर्माण के लिए आवश्यक सामग्री की उपलब्धता (यह विशेष रूप से मिट्टी के बांधों के लिए प्रभावी है), और

(5) कीचड़ और गाद के अत्यधिक जमाव के परिणामस्वरूप जलाशय भरने का कम खतरा।

उदाहरण के लिए, चूना पत्थर के इलाके में बांध बनाने में बहुत मुश्किल का सामना करना होता है। जब तक कि अधोसतह की एक सच्ची तस्वीर को नहीं समझा जाता है, तब तक व्यय से बचना बहुत मुश्किल है क्योंकि लगातार विलयन प्रक्रिया से उबड़–खाबड़ धरातल विकसित होता रहता है।

एक घाटी के आकार का भूस्थल बांध निर्माण के दृष्टिकोण से वांछनीय है लेकिन यह हमेशा एक अच्छा बांध स्थल नहीं हो सकता है। सतही स्तर पर, एक बाँध घाटी

टिप्पणी

में एक ऐसे स्थान पर बनाया जा सकता है जहाँ एक ओर घाटी की दीवार तथा दूसरी ओर एक स्पुर का छोर आदर्श स्थिति पैदा करते हैं। हालांकि, यह संभव है कि अधोसतह स्थलाकृति उपयुक्त नहीं हो, इसमें रेत और बजरी के साथ दफन प्रागैतिहासिक घाटी हो सकती है। बांध, अगर इस तरह की साइट पर बनाया जाता है, तो रिसाव होगा और जल्दी उसके असफल होने की सम्भावना बनी रहेगी।

हवाई पट्टियों (एयर स्ट्रिप्स) जहां हवाई जहाज उतर सकते हैं और उड़ान भर सकते हैं के निर्माण हेतु साइटों का चयन करते समय, जहां इंजीनियरिंग कौशल की आवश्यकता होती है इंजीनियर को भू–आकृतिविदों के परिदृश्य विशेषताओं सम्बन्धी ज्ञान से अच्छी तरह से लाभ हो सकता है। हवाई स्ट्रिप्स के लिए सबसे अच्छी साइटें प्रतिरोधी समतल सामग्री के साथ एक व्यापक सपाट सतह होती हैं– यहां एक सुरक्षित और उपयुक्त रनवे का निर्माण किया जा सकता है। इसके अलावा, जमीन की सतह को लगभग एक स्तर पर ढलान दिखाना चाहिए, क्षेत्र बाढ़ से मुक्त होना चाहिए और अच्छी दृश्यता द्वारा चिह्नित किया जा सकता हो (लगातार और गहन कोहरे से युक्त हो सकता है)। इन विशेषताओं को उस क्षेत्र के रूपात्मक नक्शे से इकट्ठा किया जा सकता है जहां हवाई पट्टी का निर्माण किया जाना है।

5.6.2 जल भू–आकृति विज्ञान

भू-गर्भीय समय से ही भूमि की ऊँचाई बढ़ने और मौसमी प्रक्रियाओं द्वारा अपक्षय एवं अवसाद के परिवहन के बीच स्थलाकृति का संघर्ष जारी है जो समुद्री स्तर की तुलना में नीचे वाले स्थानों पर काम करता है। ये प्रक्रियाएं स्थलाकृति का निर्धारण करती हैं और पानी के बहाव और झरनों के लिए मार्ग प्रदान करती हैं। बहता हुआ पानी स्थलाकृति के स्वरूप को बदल देता है और इस प्रक्रिया में बहता हुआ पानी अपने साथ अवसाद बहाकर लाता है। इन प्रक्रियाओं के अध्ययन और उनके बीच संबंध, नदी भू-आकृति विज्ञान के लिए वाहिका का काम करता है कुछ अपवादों के अतिरिक्त हाल के कुछ दशकों में जल विज्ञानियों द्वारा पता लगाया गया है कि जल प्रवाह चालन प्रबंधन में नदी भू-आकृति विज्ञान महत्वपूर्ण है। यह परिप्रेक्ष्य हमारी यह समझने में मदद करता है कि किस प्रकार से विभिन्न प्रकार की गतिविधियां पानी के प्रवाह और अवसाद को प्रभावित करती हैं। हालांकि स्थलाकृति और जल के स्वरूप के अवलोकन के माध्यम से भू-आकृति विज्ञान को जल विज्ञान संबंधी प्रक्रियाओं के साथ जोड़ना संभव है और इन जल प्रवाह संबंधी परिवर्तनों के बारे में मानव प्रेरित परिवर्तन जुड़े हैं।

झरनों का पानी तेज प्रवाह के साथ बहता है और बहुत से कारक पानी के प्रवाह को प्रभावित करते हैं। स्थलाकृति संबंधी राहत, भूगर्भिक स्तर, मूल सामग्री और मिट्टी, वनस्पति और तटवर्ती क्षेत्र की विशेषताएं सभी महत्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं। पानी शुरुआत में भूमि की मृदा प्रणाली के माइक्रो एवं माइक्रोपोर प्रणाली से धरातल पर बहता है। इस प्रकार के प्रवाह का अधिकांश भाग कुछ समय के लिए होता है। जल प्रवाह के उपरी भागों में जिन स्थानों पर प्रवाह एक साथ मिल जाते हैं और उसमें काफी गतिज ऊर्जा पैदा हो जाती है और अपने साथ मिट्टी के कणों को बहाकर ले जाती है जिसके कारण यह अपने तटों को काट देता है। सबसे पहले यह धारा एक छोटी जलधारा के रूप में हो सकती है जिसमें अन्य जलधाराएं मिलकर उनका वेग बहुत

अधिक हो जाता है। धारा का धरातलीय प्रवाह जैसे-जैसे यह निचले स्थानों की तरफ बहती है पहाड़ी ढलान और धारा के किनारे, अत्यधिक प्रवाह तथा भूमि पर जल के प्रवाह पर निर्भर करता है।

टिप्पणी

नदी के तंत्र को ऊपरी अपक्षय, परिवहन और अपक्षय के जमा होने वाले क्षेत्र के रूप में देखा जा सकता है। अपक्षय क्षेत्र नदी के बेसिन का ऊपरी भाग होता है और उसमें तेज ढलान वाली जल प्रवाही प्रवणता होती है। इस प्रकार जल प्रवाहों के मिलने से धारा के प्रवाह में तेजी आती है और उसका आयतन बढ़ जाता है। धारा गहरी, चौड़ी होती जाती है और समुद्र की तरफ जाते-जाते पानी और अवसाद के प्रवाह की ऊर्जा कम होती जाती है।

इस प्रकार से नदी की मुख्य नलिका का निर्माण होता है और नदी के चौड़े मुहाने पर ऊपरी जमा क्षेत्र और निचले जमाव क्षेत्र के बीच पारगमन होता है। पारगमन क्षेत्र में लंबे समय तक अवसाद से कम या बहुत कम लाभ होता है। जमाव क्षेत्र में सबसे कम जलीय प्रवणता होती है और मुख्य नदियां विशाल डेल्टाओं का निर्माण करती हैं (नाइल नदी और मिसीसिप्पी नदी के डेल्टा)। तूफानी घटनाओं या बर्फ पिघलने के समय के दौरान जल बढ़ जाता है जिसके परिणामस्वरूप पानी की ऊर्जा में वृद्धि हो जाती है जो अवसाद को एक स्थान से उठाकर दूसरे स्थान पर जमा कर सकती है। तूफान जितना बड़ा होगा उसकी ऊर्जा उतनी अधिक होगी और जो नदियों के जल प्रवाह और उनके अवसाद पर समान रूप से काम करता है। पिछले कई वर्षों से तूफानों की घटनाओं के कारण मूल प्रवाह में काफी तेजी आयी है और ये जल प्रवाह नदियों के बेसिन में पहुंच गए है उन्होंने अपना रूप बदल लिया है। बेसिन में उनकी स्थिति के आधार पर और समरूपी जलीय प्रवणता, उपस्थित सामग्रियों के प्रकार और उनके घटकों के बारे में चर्चा नीचे विभिन्न रूपों में की जायेगी।

नदियां, बाढ़ और बाढ़ के मैदान

जलधारा और नदियां प्रवाह नदी के किनारों का निर्माण करते हैं जैसे-जैसे जमीन पर उनका प्रवाह समुद्र की तरफ होता जाता है। समय के साथ साथ ये नदियां किनारों का निर्माण करती हैं और एक वर्ष में जल के प्रवाह की सबसे तेज और सबसे कम तेज धारा का निर्माण करती हैं। जब इन नदियों के प्रवाह में वृद्धि होती है तो उन स्थानों पर धारा के द्वारा नदियों के किनारों में वृद्धि होती जाती है जिसके कारण इनका जल जाने से अवरूद्ध होने के कारण उनमें बाढ़ आ जाती है। तेज ढालदार पर्वतीय क्षेत्रों के अतिरिक्त नदियों के दोनों ओर ऊंची खाई का निर्माण होता है।

बाढ़ वाले दिनों में पानी बाढ़ ग्रस्त क्षेत्रों में फैल जाता है। ऐसी स्थिति में ऊबड़-खाबड़ होने के कारण पानी का वेग कम हो जाता है तटवर्ती वनस्पति, पहले वर्ष की बाढ़ से जमा मलबे से टकराती है। नदी का जलस्तर जब उसके किनारों को लांघ कर आस-पास के क्षेत्रों में फैल जाता है इसे बाढ़ कहते हैं। समय के साथ-साथ बार-बार बाढ़ मिट्टी की नई परत क्षेत्र में बनाती जाती है और बाढ़ के नए क्षेत्रों का विकास होता है। सीढ़ीदार खेत बाढ़ के पुराने मैदान हैं जो नदी की धारा के नीचे और नीचे होते जाने के साथ-साथ छोड़ दिए गए हैं।

समय के साथ, नदी विभिन्न प्रकार की तीव्रता की बाढ़ का अनुभव करती है। बाढ़ की बड़ी घटनाएं जिनमें बाढ़ से प्रभावित होने वाली जमीन पर पानी का गहरा बहाव

टिप्पणी

और तीव्र वेग होता है, काफी मात्रा में भू-क्षरण और तलछटों के बहाव का कारण बन सकता है। बाढ़ से प्रभावित होने वाली जमीन पर कई स्थानों पर भूक्षरण के कारण एक नयी जलधारा बन सकती है और बाढ़ का प्रभाव कम हो जाने पर और अधिक तलछट और मलबा जमा हो जाता है। जब जलीय ढलान कम हो जाता है (पहाड़ी जलधाराओं में खड़ी ढलानों के विपरीत) जलधाराएं इधर-उधर घूमते हुए आगे बढ़ती हैं- यानी वे पूरी घाटी की सतह पर नदी के एक किनारे को काटते हुए और नदी के दूसरे किनारे पर तलछटों (प्वाइंट बार) को जमा करते हुए बढ़ती चली जाती हैं। बाढ़ की घटनाओं और नदी की प्राकृतिक प्रक्रियाओं दोनों के परिणाम स्वरूप जलधाराएं बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों में किनारे की ओर स्थानांतरित होती हैं। जैसा कि डुने और लियोपोल्ड (1978) ने बताया था, एक समतल घाटी की सतह पर काफी लंबे समय के बाद, अंततः जलधारा का प्रवाह (स्ट्रीम चैनल) घाटी के सभी स्थानों को घेर लेता है। जैसे-जैसे जलधारा इधर-उधर घूमते हुए आगे बढ़ती है, यह अपनी गहराई और चौड़ाई के आयामों को कायम रखती है, जब तक कि प्रवाह के क्षेत्र में और/या नदी में जमी हुई तलछट में कोई बहुत बड़ा बदलाव नहीं आता। काफी समय के बाद नदी की नयी शाखाएं बन कर तैयार हो जाती हैं और पहले की अन्य शाखाएं परित्यक्त हो जाती है- इसी तरह से घाटियों का निर्माण होता है।

बाढ़, बाढ़ से क्षति और मानवीय हस्तक्षेप

ऐसा लगता है कि बाढ़, का आना और इनके कारण को लेकर लोगों में व्यापक रूप से गलतफहमी बनी हुई है। उपरोक्त चर्चा इस तथ्य पर जोर देती है कि बाढ़ प्राकृतिक रूप से होने वाली घटना है जो नदी की धाराओं और बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों के निर्माण और रख-रखाव का अभिन्न हिस्सा है। फिर भी, जब बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों में बाढ़ आती है, जान-माल का नुकसान होता है, संपत्तियों को क्षति पहुंचती है और लोगों में इस तरह की घटनाओं को अप्रत्याशित, असाधारण और चरम स्थिति के रूप में देखने की प्रवृति होती है। बड़ी बाढ़ के बाद, अक्सर एक स्पष्टीकरण की मांग उठने लगती है, जिसका नतीजा किसी पर दोष मढ़ने के रूप में होता है। भूमि के उपयोग में बदलाव एक हद तक बाढ़ के प्रवाह की तीव्रता को प्रभावित कर सकता है। जलोत्सारण क्षेत्र और/या जलधारा में कोई भी बदलाव जो या तो (1) भंडारण को कम करता है या (2) प्रवाह की सुविधा को बढ़ाता है उसमें बाढ़ की तीव्रता को बढ़ाने की क्षमता होती है। भूमि के उपयोग में बदलाव, जो भंडारण को कम करता है या सुविधा को बढ़ाता है, आम तौर पर माना जाता है कि 100 वर्षों से अधिक की पुनरावृति के अंतर वाली अत्यंत बड़ी घटनाओं की तुलना में एक छोटी तीव्रता के प्रवाह की स्थितियों जैसे कि औसत वार्षिक बाढ़ की तीव्रता (2 वर्ष की पुनरावृत्ति का अन्तराल) का प्रभाव कहीं अधिक होता है। कई अध्ययनों से यह पता चला है कि भूमि उपयोग के प्रभाव 25 से 30 वर्ष के अंतराल में पुनरावृत्ति से जुड़ी घटनाओं को प्रभावित कर सकते है जैसे ही वर्षा और/या बर्फ के पिघलने की मात्रा अधिक हो जाएगी, किसी भी जलोत्सारण प्रणाली की भंडारण क्षमता की सीमा पार हो जाएगी और पानी के निकलने की मात्रा बहुत अधिक हो जाएगी, अंततः तीव्र प्रवाह की निकासी पर मानवीय गतिविधियों के प्रभाव नाटकीय ढंग से कम हो जाएंगे, यह स्पष्ट नहीं है कि किस तीव्रता या बाढ़ की आवृत्ति पर भूमि उपयोग का तीव्र प्रवाह की निकासी पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। सहज ज्ञान से यह समझा जा सकता है कि ज्यादातर चरम स्थिति की घटनाएं जैसे कि 500 वर्षों के अंतराल पर आने वाली बाढ़ का भूमि उपयोग की परिस्थितियों पर प्रभाव न्यूनतम होगा।

टिप्पणी

कुछ भूविज्ञानियों ने यह सुझाव दिया है कि किसी जलोत्सारण क्षेत्र में भूमि उपयोग में किसी बड़े बदलाव जैसे कि किसी जंगल का सफाया करना या जलधारा के रूपांतरण के साथ नम भूमि से व्यापक रूप से जल निकासी के लिए बदलाव के पहले और बाद की परिस्थितियों की तीव्रता का वक्र लगभग 100 वर्षों के अंतराल पर अभिसरित होता है। बाढ़ के अनुकूल क्षेत्रों में मानवीय दखलंदाजी के प्रभाव बाढ़ के प्रवाह की तीव्रता पर भूगर्भीय प्रभावों से कहीं अलग होते हैं जो बाढ़ से होने वाली क्षति और जान-माल को होने वाले नुकसान की स्थिति को बिगाड़ देते हैं। बाढ़ से प्रभावित होने वाली जमीन और बाढ़ के अनुकूल क्षेत्रों में अतिक्रमण, बाढ़ से होने वाली क्षति का एक मात्र सबसे महत्वपूर्ण कारण है, इस तरह के अतिक्रमण के कई कारण हो सकते है जिसमें भूमि की कमी, जलधाराओं और नदियों के निकट रहने की चाह और इसी तरह के कारण शामिल है, इसके अलावा, बांधो का निर्माण, बाढ़ को नियंत्रित करने वाले बाँध और पथांतरण तथा बाढ़ की तीव्रता को कम करने के लिए जलधाराओं का रूपांतरण बाढ़ प्रभावित क्षेत्र के विकास को प्रोत्साहित करते है। बाढ़ नियंत्रक उपायों के अपने अनिच्छित प्रभाव हो सकते हैं। विभिन्न बाढ़ नियंत्रक उपायों के साथ सुरक्षा की एक गलत समझ हो सकती है लोग यह मानते है कि बाँध और अवरोध सभी तरह की बाढ़ों से उनकी सुरक्षा करेंगे और वे बाढ़ प्रभावित क्षेत्र में रहने लगते हैं। सामान्यतः बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों में पुनर्विकास को प्रभावित करने वाला एक अन्य महत्वपूर्ण पहलू है : छोटी स्मृतियाँ। इसके परिणामस्वरूप बाद के नुकसानों को कम करने वाले प्रयासों में आज बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों का निर्धारण और प्रबंधन पर जोर दिया जाता है जो बाढ़ की घटना और तीव्रता को नियंत्रित करने की कोशिश की बजाय खतरनाक क्षेत्रों में मानवीय गतिविधियों को प्रतिबंधित कर देते हैं।

5.6.3 शहरी भू–आकृति विज्ञान

शहरी भू–आकृति विज्ञान मानव बस्तियों के रूप और उनके गठन और परिवर्तन की प्रक्रिया का अध्ययन है। यह अध्ययन एक महानगरीय क्षेत्र, कस्बे, शहर या गांव के स्थानिक संरचना और चरित्र को उसके घटकों, स्वामित्व या नियंत्रण और व्यवसाय की जांच के पैटर्न के आधार पर इनकी संरचना को समझने का प्रयास करता है। आमतौर पर, भौतिक रूप का विश्लेषण स्ट्रीट पैटर्न, लॉट (या, इंग्लैंड में प्लॉट) पैटर्न और बिल्डिंग पैटर्न पर केंद्रित होता है, जिसे कभी–कभी सामूहिक रूप से शहरीकरण के रूप में संदर्भित किया जाता है। विशिष्ट बस्तियों का विश्लेषण आमतौर पर कार्टोग्राफिक स्रोतों का उपयोग करके किया जाता है और विकास की प्रक्रिया को ऐतिहासिक मानचित्रों की तुलना से समझा जाता है।

इस बात पर विशेष ध्यान दिया जाता है कि किसी शहर का भौतिक रूप समय के साथ कैसे बदलता है और विभिन्न शहरों की एक दूसरे से तुलना कैसे होती है। इस उपक्षेत्र का एक अन्य महत्वपूर्ण हिस्सा सामाजिक रूपों के अध्ययन से संबंधित है जो किसी शहर के भौतिक अभिन्यास में व्यक्त किए जाते हैं, और, इसके विपरीत, भौतिक रूप विभिन्न सामाजिक रूपों का उत्पादन या पुनरुत्पादन कैसे करता है।

आकारिकी के विचार का सार शुरू में महान कवि और दार्शनिक गेटे (Goethe) (1790) के लेखन में व्यक्त किया गया था। हालाँकि, इस तरह के शब्द का पहली बार

टिप्पणी

उपयोग किया गया था। हाल ही में इसका भूगोल, भूविज्ञान, भाषा विज्ञान और अन्य विषय क्षेत्रों में तेजी से उपयोग किया जा रहा है। भूगोल में, शहरी भू–आकृति विज्ञान के अध्ययन का एक विशेष क्षेत्र के रूप में उदय का श्रेय लुईस ममफोर्ड (Lewis Mumford), जेम्स वेंस (James Vance) और सैम बास वार्नर (Sam Bass Warner) को दिया जाता है। ब्रिटेन के पीटर हॉल (Peter Hall) और माइकल बैटी (Michael Batty) और फ्रांस के सर्ज सलाट (Serge Salat) भी इस क्षेत्र की प्रमुख हस्तियाँ हैं।

शहरी आकृति विज्ञान को शहरी जाल या कपड़े (Fabric) के अध्ययन के रूप में माना जाता है, जो पर्यावरणीय स्तर को समझने का एक माध्यम और जो आमतौर पर शहरी डिजाइन से जुड़ा हुआ है। जाल में सुसंगत पड़ोस आकारिकी (खुली जगह, निर्माण) और कार्य (मानव गतिविधि) शामिल हैं। पड़ोस, बिल्डिंग, स्थान और आयोजन (थीम) क्रम को पहचानने योग्य पैटर्न प्रदर्शित करते हैं, जिसमें विविधताएं हो सकती हैं फिर भी ये सिद्धांतों के एक व्यवस्थित सेट के अनुरूप होती हैं। यह दृष्टिकोण शहरीकरण में निहित संरचनाओं और प्रक्रियाओं को समझने के लिए अनियोजित वातावरण की आम धारणा को चुनौती देता है। वैज्ञानिक जटिलता ने परिभाषित किया है कि कैसे शहरी संरचनाएं कई व्यक्तियों के अनधिकृत क्रिया से अत्यधिक नियमित तरीके से उभरती हैं।

5.6.4 पर्यावरणीय भू–आकृति विज्ञान

पर्यावरण भू–आकृति विज्ञान को पृथ्वी विज्ञान के उस क्षेत्र के रूप में परिभाषित किया गया है जो मानव और पर्यावरण के बीच संबंधों की जांच करता है, जिसे बाद में भू–वैज्ञानिक दृष्टिकोण से जाना जाता है। भू–आकृति विज्ञान की इस शाखा के अंतर्गत अनेक प्राकृतिक प्रक्रमों द्वारा मनुष्य के क्रियाकलापों पर पड़ने वाले प्रभावों का अध्ययन किया जाता है। दूसरी तरफ भू–आकृति विज्ञान की इस शाखा के द्वारा मानव क्रियाओं का प्राकृतिक पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभाव का भी अध्ययन किया जाता है। इस प्रकार यह शाखा मानव और प्रकृति के अन्तर्सम्बन्धों का अध्ययन करती है। प्राकृतिक क्रियाओं के अंतर्गत इसमें ज्वालामुखी, बाढ़, सूखा, भू–स्खलन, अनाच्छादन के प्रक्रम इत्यादि से संबंधित अध्ययन किए जाते हैं। भू–आकृति विज्ञान हमें यह समझाने में मददगार होता है कि ज्वालामुखी उदगार की सम्भावना किन क्षेत्रों में है और इन उद्‌गारों से निकलने वाले पदार्थ पर्यावरण पर क्या प्रभाव डाल सकते हैं, वायुमंडलीय दशाओं का अध्ययन हमें यह जानने में मदद करता है कि किन क्षेत्रों में अधिक वर्षा की सम्भावना है और किन क्षेत्रों में सूखे की स्थिति विकसित हो सकती है, पहाड़ी क्षेत्रों में लिथोलोजी, ढाल विश्लेषण और अपक्षय प्रक्रिया की स्थिति, इन क्षेत्रों में होने वाले भू स्खलन की सम्भावना का आंकलन करने और इसके मानचित्रण में सहायक होती है। इन अध्ययनों के आधार पर एकत्रित जानकारी की सहायता से इन प्रक्रमों के घटित होने के क्रम, इनके प्रभाव, इनकी आवृति एवं पुनरावृति आदि का निर्धारण किया जा सकता है। जिन क्षेत्रों में इन घटनाओं के अधिक घटने की सम्भावना होती है उन क्षेत्रों में मानव क्रियाकलापों पर पड़ने वाले इनके प्रभावों का आंकलन भी किया जा सकता है। यह आंकलन भविष्य में होने वाले जान और माल के नुकसान को कम करने में भी सहायक हो सकता है। दूसरी तरफ मानव के द्वारा दिन प्रतिदिन किए

टिप्पणी

जाने वाले कार्यों का भी पर्यावरण पर प्रभाव पड़ता है। परिवहन के साधनों, कारखानों से निकलने वाले जहरीले पदार्थ, संबंधित क्षेत्र की वायु, मिटटी और पानी सभी को प्रदूषित करते हैं। इस प्रदूषण का प्रभाव इस क्षेत्र के पर्यावरण पर भी पड़ता है और प्रदूषित पर्यावरण मानव के कार्य कलापों को प्रभावित करता है। इस प्रकार पर्यावरणीय भू–आकृति विज्ञान किसी भी क्षेत्र में पाई जाने वाली पर्यवरणीय परिस्थितियों का मानव पर और मानव द्वारा किए जाने वाले कार्यों का पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभावों का अधयन करता है। इस पास्परिक सम्बन्ध का अध्ययन एक बेहतर जीवन का निर्माण करने में सहायक होता है।

अपनी प्रगति जांचिए

14. भू–आकृति ज्ञान और तकनीकों को निम्न में से किस क्षेत्र में लागू किया जा सकता है?
    (क) मानव समाज और गतिविधियों पर भू–आकृति/पर्यावरणीय प्रक्रियाओं के प्रभाव का अध्ययन करना और उत्पन्न समस्याओं से निपटना
    (ख) मानव गतिविधियों द्वारा भू–आकृति/पर्यावरण प्रक्रियाओं में किए गए परिवर्तनों की जांच करना और उत्पन्न समस्याओं से निपटना
    (ग) एक स्थाई स्तर पर विकास को बनाए रखने के लिए उपयुक्त भू–आकृति प्रणाली में संसाधनों का प्रबंधन और निगरानी हेतु उपचारात्मक उपायों का सुझाव देने के लिए
    (घ) उपरोक्त सभी
15. चूना पत्थर जैसी चट्टानों की पानी उत्पन्न करने की क्षमता द्वितीयक पारगम्यता से संबद्ध निम्न कारकों में से किस पर निर्भर करती है?
    (क) भ्रंशन (Faulting) (ख) वलन (Folding)
    (ग) संवलन (Warping) और विलियन (घ) उपर्युक्त सभी
16. शहरी भू–आकृति विज्ञान के अंतर्गत मानव बस्तियों के भौतिक रूप का विश्लेषण निम्न में से किस पर केंद्रित होता है?
    (क) स्ट्रीट पैटर्न (ख) बिल्डिंग पैटर्न
    (ग) लॉट (या इंग्लैंड में प्लॉट) पैटर्न (घ) उपर्युक्त सभी
17. आकारिकी के विचार की शुरुआत सर्वप्रथम किसके लेखन में व्यक्त की गई थी?
    (क) महान कवि और दर्शनिक गेटे (ख) प्लेटो
    (ग) सुकरात (घ) इनमें से कोई नहीं
18. पर्यावरणीय भू–आकृति विज्ञान के अंतर्गत निम्न में से किसका अध्ययन किया जाता है?
    (क) ज्वालामुखी (ख) बाढ़–सूखा
    (ग) भू–स्खलन–अनाच्छादन (घ) उपर्युक्त सभी

5.7 भू–आकृति विज्ञान और जोखिम प्रबंधन

टिप्पणी

प्राकृतिक या मानव–प्रेरित घटनाएं जब अप्रत्याशित रूप से घटित हों या एक सहनशील स्तर को पार कर जाएं तो इस स्थिति को जोखिम (hazard) कहा जा सकता है। शोरले का कहना है कि एक भू–आकृतिक जोखिम को, ''किसी भी प्राकृतिक या मानव निर्मित परिवर्तन के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जो स्थलाकृतिक स्थिरता को इस हद तक प्रभावित करता है कि जीवित जगत के लिए खतरा उत्पन्न हो जाता है''। ये जोखिम दीर्घकालिक कारकों जैसे कि भ्रंशन, वलन, संवलन, उत्थान, पृथ्वी की गति के कारण होने वाले धंसाव या वनस्पति आवरण और जलमंडल में जलवायु के कारण होने वाले परिवर्तन के कारण उत्पन्न हो सकते हैं। तात्कालिक और अचानक जोखिम के उदाहरण ज्वालामुखी विस्फोट, भूकंप, भूस्खलन, हिमस्खलन, बाढ़ आदि हैं।

इस तरह के खतरों की पहचान करने और भविष्यवाणी करने और उनके प्रभावों और उचित प्रबंधन का आकलन करने में भू–आकृतिक ज्ञान का उपयोग बहुत बेहतर तरीके से किया जा सकता है।

भूकंपीय घटनाओं और पृथ्वी के कम्पन का भूकंपीय विधियों द्वारा नियमित अवलोकन, जमीन की सतह का नियमित माप, मुख्य रूप से झुकाव, मीटर द्वारा झुकाव माप, क्रेटर झीलों, गर्म पानी के झरने, गीजर के पानी के तापमान का निरंतर माप, क्रेटर, गर्म पानी के झरने और गीजर से निकलने वाली गैसों की निगरानी, लेजर विधि द्वारा निष्क्रिय या विलुप्त ज्वालामुखियों के विन्यास में परिवर्तन की निगरानी, स्थानीय गुरुत्वाकर्षण और चुंबकीय क्षेत्र और उनके रुझानों आदि का मापन, ज्वालामुखी विस्फोट के इतिहास वाले क्षेत्रों में संभावित विस्फोटों की भविष्यवाणी करने में मदद करता है। स्थलाकृति के संभावित विश्लेषण और संभावित विस्फोट बिंदुओं की पहचान के आधार पर लावा प्रवाह के मार्ग का बेहतर अनुमान लगाया जा सकता है।

एक नदी प्रणाली और इसके रूपात्मक विशेषताओं के व्यवहार का भू–आकृति संबंधी ज्ञान जैसे कि चैनल ज्यामिति, चैनल आकृति विज्ञान और चैनल पैटर्न, किनारे का आकृति विज्ञान आदि, नदी जल को नियंत्रित करने के उपायों के माध्यम से बाढ़ को नियंत्रित करने में मदद कर सकते हैं।

इनमें निम्न चरण शामिल हैं:

(1) मूसलाधार वर्षा से उत्पन्न अपवाह का नदियों में वापसी में देरी करना,

(2) पानी के बहाव को तेज करने के लिए चैनल को सीधा करना,

(3) पानी के प्रवाह को परिवर्तन चैनलों (diversion channels) के माध्यम से मोड़ने के लिए,

(4) सुरक्षात्मक तटबंधों के निर्माण के माध्यम से बाढ़ के प्रभाव को कम करने के लिए, तथा

(5) बाढ़ की घटना की अग्रिम चेतावनी जारी करने के लिए।

ऊपरी जलग्रहण क्षेत्र और तलछट की अपरदन की प्रकृति की जानकारी के बिना नदी की भार विशेषताओं, घाटी के भीतर बाढ़ के पानी को सीमित करने के लिए तटबंधों का निर्माण विनाशकारी साबित हो सकता है। क्योंकि यदि ऊपरी जलग्रहण में अपरदन की दर बहुत अधिक है तो इसके परिणामस्वरूप नदी में उच्च तलछट भार होता है,

घाटी में नदी तल में धीरे–धीरे वृद्धि का कारण अधिक अवसादन (sedimentation) होगा और इसके परिणामस्वरूप तटबंध के टूटने के कारण अचानक फ्लैश फ्लड की स्थिति पैदा हो सकती है।

टिप्पणी

भूकंप प्राकृतिक या मानव–प्रेरित भू–आकृतिक खतरे हो सकते हैं। भू पर्पटीय स्थिरता का ज्ञान और मानव निर्मित संरचनाओं (जैसे बांधों और जलाशयों) के इलाके में, कमजोर क्षेत्रों की पहचान करने में, जिनके भूकंपीय घटनाओं से प्रभावित होने की संभावना है, भू–आकृतिक ज्ञान सबसे महत्वपूर्ण है। इसी तरह, पहाड़ी ढलानों की प्रकृति और उनसे जुड़े लिथोलॉजी के भू–आकृति संबंधी अध्ययन से हमें पहाड़ी ढलानों की स्थिरता या अस्थिरता का पता चलता है। यह ज्ञान मानव बस्तियों और सड़क निर्माण के लिए अस्थिर पहाड़ी ढलानों की पहचान और मानचित्रण में मदद करता है।

भू–आकृति विज्ञानं एवं भू आकृतिक प्रकोप (Geomorphology and Geomorphic Hazards)

वे प्रकृतिक अथवा मानव जनित घटनाएँ जिनके द्वारा विनाश एवं प्रलय की स्थिति उत्पन्न हो जाती है और जन धन की अपार हानि होती है, पर्यावरणीय प्रकोप (environmental hazards) कहलाते हैं। सामान्यतः प्रकोप (hazards) प्रकृतिक या मानव जनित प्रक्रम के रूप में समझे जाते हैं। लेकिन प्रत्येक घटना को प्रकोप की श्रेणी में नहीं रखा जा सकता। प्रकोप की गहनता या आंकलन उनके द्वारा की जाने वाली धन और जन की हानि से किया जाता है। ये घटनाएँ उस समय प्रकोप का रूप धारण कर लेती हैं जिस समय इनके कारण मानव समाज को भारी क्षति पहुँचती है।

इसी क्रम में किसी भी तरह के परिवर्तन चाहे वो प्रकृतिक हो या मानव जनित, यदि वे भू–आकृतिक स्थिरता को इस हद तक प्रभावित करते हैं कि यह जीवधारियों के लिए आपदा बन जाए, उन्हें भू–आकृतिक प्रकोप कहा जाता है। दूसरे शब्दों में, ये भू आकृतिक प्रकोप स्थलाकृतियों में परिवर्तन से संबंधित होते हैं और मानव तंत्र को प्रभावित करते हैं। इस प्रकार के परिवर्तन शायद ही कभी भू–आकृतिक रहते हैं, इनमें से अधिकांश परिवर्तन वायुमंडल या जलमंडल से प्रेरित होते हैं। ये प्रकोप दीर्घकालिक भी होते हैं जैसे पर्वत निर्माण, भ्रंशन, वलन, संवलन आदि, इसके अतिरिक्त कुछ भू–आकृतिक प्रकोप अल्पकालिक भी होते हैं जैसे ज्वालामुखी विस्फोट, भूकंप, बाढ़, जलधारा के जल विसर्जन में परिवर्तन और भूमि उपयोग में परिवर्तन के परिणामस्वरूप नदियों के अवसाद भार में परिवर्तन इत्यादि।

इन प्रकोपों के संभावित खतरों, इनसे होने वाले नुकसान के निर्धारण, इनके घटने के पूर्व आकलन और इनके प्रबंधन में भू–आकृतिक ज्ञान बहुत ही महत्वपूर्ण स्थान रखता है। किसी क्षेत्र में जहाँ पूर्व में ज्वालामुखी विस्फोट हुए हैं, उनकी निगरानी के आधार पर, उस क्षेत्र के तापमान से संबंधित आंकड़ों के विश्लेषण के आधार पर, टिल्ट मीटर द्वारा धरातलीय सतह में परिवर्तन के मापन द्वारा, क्रेटर, गर्म जल स्रोत से निकलने वाली गैसों की निगरानी के द्वारा, स्थानीय गुरुत्व और मैग्नेटिक फील्ड के मापन के आधार पर उस क्षेत्र में निकट भविष्य में होने वाले उदगार से संबंधित भविष्यवाणी की जा सकती है।

नदी तंत्र और उसकी आकृतिक विशेषताओं, नदी रूपांतरण आदि के भू आकृतिक अध्ययन के ज्ञान के द्वारा बाढ़ की रोकथाम में सहायता मिल सकती है। इसी प्रकार भूकंप प्राकृतिक एवं मानव जनित भू–आकृतिक प्रकोप होते हैं। धरातलीय स्थिरता या अस्थिरता तथा बांध एवं सड़क आदि के निर्माण से उत्पन्न अस्थिरता के भू आकृतिक अध्ययन कमजोर क्षेत्रों के निर्धारण में सहायक हो सकते हैं। इसी प्रकार पहाड़ी की ढाल और उसकी लिथोलोजी का ज्ञान पहाड़ी ढाल की स्थिरता और अस्थिरता के निर्धारण में सहायक होता है जिसकी सहायता से भू स्खलन से संबंधित भविष्यवाणी की जा सकती है। इस जानकारी के आधार पर अस्थिर पहाड़ी ढालों का निर्धारण और मानचित्रण भी किया जा सकता है। जो कि ऐसे भू–आकृतिक प्रकोपों वाले क्षेत्रों में होने वाले मानव निर्माण और बसाव को टालने में मददगार हो सकते हैं जिससे भविष्य में होने वाली जन धन की हानि को कम किया जा सकता है।

अपनी प्रगति जांचिए

19. भू–आकृति विज्ञज्ञन और जोखिम प्रबंधन के अंतर्गत निम्न में से कौन जोखिम के तात्कालिक कारकों से संबद्ध है?

    (क) हिम स्खलन (ख) भूकंप

    (ग) ज्वालामुखी विस्फोट (घ) उपरोक्त सभी

20. तटबंध टूटने के कारण होनेवाले अचानक फ्लैश फ्लड हेतु निम्न में से कौन–सा कारक जिम्मेदार होता है?

    (क) ऊपरी जलग्रहण क्षेत्रों में अपरदन दर बहुत अधिक होना

    (ख) नदी में उच्च तलछट भार

    (ग) नदी तल में अधिक अवसादन

    (घ) उपरोक्त सभी

5.8 अपनी प्रगति जांचिए प्रश्नों के उत्तर

1. (घ)
2. (घ)
3. (क)
4. (घ)
5. (घ)
6. (ख)
7. (ग)
8. (क)
9. (घ)
10. (क)
11. (ख)
12. (ग)
13. (घ)
14. (घ)
15. (घ)
16. (घ)
17. (क)
18. (घ)
19. (घ)
20. (घ)

5.9 सारांश

टिप्पणी

भू-आकृति विज्ञान परंपरागत रूप से भूमि के स्वरूप और संरचना में शामिल प्रक्रियाओं पर केंद्रित रहा है। व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान वातावरणीय समस्याओं से संबंधित व्यवहारिक अनुप्रयोग है जिसमें वर्तमान और भविष्य में होने वाली समस्याएं शामिल की जाती हैं। व्यवहारिक भू-विज्ञान सार्वजनिक नीति विकास और पर्यावरण संसाधन प्रबंधन संबंधी निर्णय लेने में सामरिक साधन प्रदान करता है। इसके मुख्य क्षेत्रों में विशेष पर्यावरणीय व्यवस्थाओं जैसे समुद्र तटीय क्षेत्र या मरूस्थलीय पर्यावरण प्रत्येक भूतलीय प्रक्रिया का भूमि दोहन पर असर और प्रबंधन और प्राकृतिक जोखिम वाले अतिसंवेदनशील क्षेत्र शामिल हैं।

कृषि कार्यों के लिए उपयोग की जाने वाली भूमि के कटाव, भूमि धंसने और सिंचाई के लिए अधिक पानी निकाले जाने के कारण बंजर हो सकती है। अधिक मुनाफे या लाभ की प्राप्ति के लिए अधिक कृषि कार्य गतिविधियां करने के कारण पर्यावरण के लिए नुकसानदेह हो सकते हैं चाहे वह अल्पावधि के लिए हो या दीर्घावधि के लिए। व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान उपयोगकर्ता धरातलीय दशाओं, जलवायु, वनस्पति और मिट्टी के कटाव की सलाह के बारे में किसानों और राजनीतिज्ञों को जानकारी प्राप्त करा सकता है तथा भूमि और जल संसाधनों के दीर्घकालीन उपयोग के लिए भूमि प्रबंधन में सुधार में सहायता कर सकता है। प्राकृतिक आपदा जैसे ज्वालामुखी विस्फोट और किसी क्षेत्र के आसपास आबादी में मौजूद कीचड़ की समस्या के कारणों को जानने और उसके निराकरण में सहायक हो सकता है। भू-आकृति विज्ञान मानचित्रों का उपयोग भू-आकृति और जोखिम वाले क्षेत्रों की स्थिति जानने के लिए किया जा सकता है।

भू-आकृति विज्ञान पहाड़ियों और नदी घाटियों के आकार, पहाड़ी ढ़ाल, जल निकास प्रणाली के विकास और सभी खंडों में उपलब्ध दिखाई पड़ने वाली सामग्रियों की व्याख्या करता है। लेकिन भू-आकृति विज्ञान की भूमिका केवल अकादमिक महत्व तक ही सीमित नहीं हैं। यह सत्य है कि भू-आकृति विज्ञान की सांस्कृतिक मान्यता को अधिकांश लोगो द्वारा दबाया गया है जबकि भू-आकृति विज्ञान अनेक प्रकार से हमारे दैनिक जीवन में जरूरी है। यह अध्ययन उन विचारों को स्पष्ट और मनोरंजक ढंग से दर्शाता है।

भू-आकृति विज्ञान के माध्यम से बांध बनाने के स्थल का चयन किया जा सकता है जिसमें भू-आकृति विज्ञान, क्षेत्रों की चट्टानी संरचना से संबंधित जानकारी शामिल है। हवाई क्षेत्रों को दर्शाने वाले स्थलों के चयन का निर्धारण भू-आकृति या भू-गर्भ विज्ञान के माध्यम से किया जाता है। ये सभी स्थितियां दर्शाती हैं कि किसी क्षेत्र की योजना तैयार करने से पहले भू-आकृति विज्ञानी से सलाह लेनी चाहिए ताकि उस क्षेत्र में विभिन्न भू-आकृति संबंधी पहलुओं का अध्ययन एवं प्रयोग करके समस्याओं से मुक्ति पाई जा सकती है। भू-आकृति विज्ञानी किसी क्षेत्र के बारे में विस्तृत जानकारी प्रदान कर सकता है और उस स्थान की वास्तविक विशेषताओं का वर्णन करने में सक्षम होता है।

बराकर बेसिन $23^0\ 00'$ से $24^0\ 30'$, उत्तरी अक्षांश और $85^0\ 00'$ से $87^0\ 00'$ पूर्वी देशांतर के अंतर्गत भू-आकृति इकाई में भारत के बिहार राज्य में बराकर नदी का जल आच्छादित क्षेत्र (7026.1 वर्ग किमी) आता है। यह बेसिन छोटानागपुर का छोटा पठार है जो पठारीय प्रायद्वीप के पूर्ववर्ती सीमा से लगा हुआ है। बराकर बेसिन में बहुत सी भौगोलिक गतिविधियां पाई जाती हैं। यह भू-आकृतियों से समृद्ध परिदृश्य है सीधे ढाल वाले क्षेत्र, अपक्षय धरातल और बाकी भूभाग को पहाड़ियों के द्वारा वर्गीकृत किया जाता है इस क्षेत्र का सामान्य ढाल दक्षिण पूर्वी दिशा की तरफ है।

टिप्पणी

बराकर का बेसिन धरातलीय विविधता प्रदान करता है जिसे छोटे-छोटे टुकड़ों, बीहड़ स्थलाकृति, गहरी स्थलाकृति, गहरी सीढ़ीनुमा नदी घाटियों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है झरने या उनकी तेज गति वाले स्थान पहाड़ियों के अवशिष्ट (पर्वतश्रेणी, पहाड़ी शैली), घुमावदार मार्ग, गड्डे और संरचानए कहीं-कहीं पहाड़ी श्रेणियां, उच्च श्रेणी वाली भूमि के रूप में प्रक्षेप या विस्तारित पर्वत श्रेणी जैसी विभिन्न भू-आकृतियां इसकी विशेषताएं हैं।

बराकर बेसिन की मिट्टियों का निर्माण "मूल चट्टानों के नीचे वाले अवशिष्ट की मिट्टियों की भूमिका से हुआ है।" बेसिन की मिट्टियों के विकास में मूल सामग्री के रूप में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है जिसके अंतर्गत मुख्य रूप गोंडवाना द्रोणियों में पत्थर वाली रेतीली मिट्टी और छिछलापन और बेसिन के बाकी भाग में ग्रेनाइट और जेनेसिस शामिल हैं। पथरीली मिट्टी के कारण अनऊपजाऊ मिट्टी का विकास हुआ है जबकि झिझले पानी से चिकनी मिट्टी का विकास हुआ है।

पर्यावरणीय प्रबंधन के अंतर्गत मृदा अपरदन दर का निर्धारण किया जाना चाहिए। नाली अपक्षय की तीव्रता बराकर बेसिन में रहने वाले लोगों पर निर्भर करती है और इस स्थिति में यह सरकार हेतु चिंता का विषय है। कृषि योजनाकार आमतौर पर भू-आकृति विज्ञान के बारे में अधिक जानते हैं और जिनके बिना यह महत्वपूर्ण और संबंधित वास्तविक समस्याओं की जानकारी संभव नहीं है। उनके प्रयासों के बिना मिट्टी संरक्षण संबंधी उपाय सफल नही होंगे। मृदा अपक्षय की जांच के लिए क्षेत्र का गहन भू-आकृति सर्वेक्षण महत्वपूर्ण है। मृदा अपक्षय की जांच एवं पानी का प्रवाह समाायोजन विशेष समस्याएं हैं और भू-तल के भू-आकृति विज्ञानियों द्वारा मिट्टी अपक्षय के बारे में विस्तृत मानचित्र सर्वेक्षण किया गया है।

भूमि उपयोग योजना और आवश्यक सहायक आंकड़े, सामान्यतया गंभीर पर्यावरणीय व जनांकिकीय समस्याओं का सामना कर रहे विकासशील देशों के लिए महत्वपूर्ण हैं। प्राकृतिक संसाधनों की भिन्नता को मापने के तरीके और पद्धतियां, स्थानिक योजना बनाने में सही-सही मार्गदर्शन करने वाले प्रमुख उपकरण हैं। आजकल (1:250,000) और अर्द्ध-विस्तृत (1:50,000) स्तरों पर भू-सर्वेक्षण द्वारा भू-भाग को जल्द मापने की पद्धति का उपयोगि किया जाता है। इस पद्धति का इस्तेमाल बड़े-बड़े क्षेत्रों में और अधिक विस्तार से भूमि मूल्यांकन और भूमि उपयोग की योजना बनाने में आधार के रूप में किया जा सकता है। यह पद्धति मध्य-पश्चिमी मेक्सिको के मिकोएकन प्रांत में आजमाई गई, जोकि अभी वनों की तीव्र कटाई और तत्पश्चात भूमि क्षरण की स्थिति से गुजर रहा है।

भूसर्वेक्षण के स्तर पर प्राप्त परिणाम भूमि के मुख्य प्राकृतिक रूपों के भौगोलिक वितरण और प्रमुख भूमि के बारे में बताते हैं और प्राकृतिक संसाधनों की संक्षिप्त सूची प्रदान करते हैं। अर्द्ध-विस्तृत स्तर पर प्राप्त परिणाम यह दर्शाते हैं कि अलग-अलग भूभागों को कैसे प्रमुख इकाइयों के रूप में समेटें और भूमि मूल्यांकन की प्रक्रियाओं में कैसे इनका इस्तेमाल करें। उपयुक्त सामाजिक-आर्थिक आंकड़ों का सहारा लेकर, भूसर्वेक्षण और अर्द्धविस्तृत भूमि विश्लेषण के आधार पर भूमि उपयोग संबंधी योजना से जुड़े सरकारी दिशा-निर्देश तैयार किए जा सकते हैं।

भूमि उपयोग नियोजन, पर्यावरणीय संभावना (प्राकृतिक संसाधनों की उपलब्धता की दृष्टि से मापी गई) और सामाजिक मांग (किसी समुदाय विशेष के लिए आवश्यक वस्तुओं और सेवाओं की दृष्टि से मापी गई) का परिणाम होता है। भूमि उपयोग नियोजन और आवश्यक सहायक आंकड़े उन विकासशील देशों के लिए महत्वपूर्ण हैं, जो सामान्यत:

गंभीर पर्यावरणीय और जनांकिकीय चिंताओं से जूझ रहे हैं। तीसरी दुनिया के देशों के लिए मुख्य अभियांत्रिकी कार्यों और तर्कसंगत भूमि उपयोग नियोजन के जरिए प्राकृतिक आपदाओं को नियंत्रित करने पर आने वाली भारी लागत को सह पाना मुश्किल होता है।

टिप्पणी

भू-आकृतियां, वो अलग इकाइयां होती हैं, जिन्हें आसानी से प्रामाणिक तकनीकों द्वारा अलग-अलग पैमानों पर परिभाषित और सत्यापित किया जा सकता है। किसी भू-आकृतिक इकाई के भीतर वनस्पति और मिट्टी में बदलाव होता रहता है और यह बदलाव ऊँचाई, स्लोप (ढाल) आस्पेक्ट और प्रवणता के फलस्वरूप होता है। भू-आकृति और मिट्टी, वनस्पति और भूमि उपयोग (भूमि उपयोग से यहाँ तात्पर्य भू-आच्छादन से) के बीच के संबंध को जीआईएस के स्वचालित डाटाबेसों की भिन्न-भिन्न विश्लेषणात्मक तकनीकों (जैसे कि मैप ओवरलैपिंग) का उपयोग कर समझाया जा सकता है। दूसरे शब्दों में, भू-आकृतियां भू-परिदृश्य की स्वीकार्य एकीकृत विभाजक हैं और इनका उपयोग कर, इसे अलग-अलग भागों में बांटा जा सकता है।

त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क को बहुत लोकप्रिय रूप से टिन (TIN) कहा जाता है। यह एक सतत सतह का प्रतिनिधित्व करता है जिसमें पूरी तरह से त्रिकोणीय पहलुओं का समावेश होता है, जिसका उपयोग मुख्य रूप से प्राथमिक ऊंचाई मॉडलिंग में असतत वैश्विक ग्रिड (discrete global grid) के रूप में किया जाता है।

इन त्रिकोणों के कोने पारंपरिक क्षेत्रीय सर्वेक्षण से प्राप्त किए गये स्थानांकित ऊंचाईयों से बने होते हैं। इन स्थानांकित ऊंचाईयों का संग्रहण (collection) परम्परागत सर्वेक्षण विधियों, ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम, रियल–टाइम किनेमेटिक (GPS RTK) विधियों, फोटोग्राममेट्रिक विधियों, या कुछ अन्य साधनों के माध्यम से सर्वेक्षण करने से किया जा सकता हैं। सामान्य क्षैतिज (x और y) वितरण और संबंधों के विवरण और विश्लेषण के लिए त्रि–आयामी आंकड़े (x, y, और z) और स्थलाकृतिक विशेषताओं को प्रदर्शित करने वाला टिन (TIN) बहुत उपयोगी सिद्ध होता है।

अंकीय टिन (Digital TIN) आंकड़ों का उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों में किया जाता है, जिसमें स्थलाकृतिक सतह के दृश्यमान प्रदर्शन (visual representation) के लिए भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) और कंप्यूटर आधारित आलेखन (CAD) आदि शामिल हैं। टिन (TIN) भौतिक भूमि की सतह या समुद्र तल का एक वेक्टर–आधारित प्रतिनिधित्व है जो अनियमित रूप से वितरित त्रि–आयामी निर्देशांक (x, y, और z) बिन्दुओं और रेखाओं से मिलकर बनता है जो गैर–अतिव्यापी (non-overlapping) त्रिकोण के जाल में व्यवस्थित होते हैं।

टिन (TIN) कुछ बिन्दुओं के मिलाने से बनने वाला एक त्रिभुजाकार नेटवर्क होता है, इन त्रिभुज के किनारों को मुख्य बिंदुओं के रूप में जाना जाता है, जिसमें तीन आयामों में जुड़े निर्देशांक होते हैं जो किनारों से जुड़े होते हैं ताकि त्रिकोणीय टेसेलेशन बनाया जा सके। त्रिकोणीय पहलुओं के प्रतिपादन द्वारा त्रि–आयामी दृश्य आसानी से बनाए जाते हैं। उन क्षेत्रों में जहां सतह की ऊँचाई में बहुत कम भिन्नता है, वहाँ बिंदुओं को व्यापक रूप से फैलाया जा सकता है जबकि ऊँचाई में अधिक तीव्र भिन्नता वाले क्षेत्रों में बिंदु घनत्व में वृद्धि होती है।

भूमि क्षमता वर्गीकरण आर्थिक उपयोग के लिए (मुख्यतः कृषि), विभिन्न प्रकार की मिट्टी की उपयुक्तता को इंगित करता है। भारतीय परिस्थितियों के लिए तैयार किया गया वर्गीकरण प्रमुख रूप से संयुक्त राज्य अमेरिका के कृषि विभाग द्वारा अपनाए गए वर्गीकरण से बहुत हद तक मेल खता है। इस वर्गीकरण के लिए मार्गदर्शक सिद्धांत

के रूप में मिट्टी की बुनियादी विशेषताओं द्वारा मिट्टी के निरंतर उपयोग पर जलवायु, स्थलाकृति, सतह के जल निकासी, वनस्पति आवरण, क्षरण और अन्य प्राकृतिक खतरों द्वारा निर्धारित की गई सीमाएं हैं।

टिप्पणी

भूमि क्षमता के आठ वर्ग हैं जो रोमन संख्या I से VIII तक दर्शाए गए हैं, फिर क्षमता उप–वर्ग और क्षमता इकाइयाँ हैं। इस वर्ग में कक्षा I से IV तक में खेती के लिए उपयुक्त भूमि शामिल है और इसे जंगलों या घास की प्राकृतिक वनस्पति के अंतर्गत बनाए रखा जाना चाहिए। भूमि क्षमता वर्गीकरण की यह योजना कृषि उत्पादन के संदर्भ में आर्थिक लाभ पर आधारित है क्योंकि भारत में कृषि सबसे व्यापक और आधारभूत व्यवसाय है।

क्षेत्रीय नियोजन में व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान का बहुत महत्वपूर्ण स्थान है। किसी देश की अर्थव्यवस्था के संतुलित विकास के लिए एक क्षेत्र में पाए जाने वाले प्राकृतिक और मानवीय संसाधनों की समझ की आवश्यकता होती है। स्थलाकृति, मिट्टी, जल विज्ञान, लिथो–लॉजी और प्रादेशिक विशेषताओं पर विस्तृत जानकारी प्रबुद्ध क्षेत्रीय योजनाकारों के लिए बहुत ही महत्वपूर्ण एवं आवश्यक होती हैं, इसी के आधार पर ये सम्बंधित क्षेत्र के लिए सबसे उपयुक्त विकास परियोजनाओं को विकसित कर सकते हैं।

मानव ने समय के साथ अपनी आर्थिक आवश्यकताओं के अनुरूप भू–आकृति/पर्यावरण प्रक्रियाओं को वश में करने और संशोधित करने का प्रयास किया है। नदियों की बाढ़ को रोकने के लिए तटबंध बनाए गए हैं, नदियों के विसर्पी मार्ग को सीधा किया गया है और चैनलों को मोड़ दिया गया है; तटीय क्षेत्रों को दीवारों के निर्माण से लहर के क्षरण से बचाने की कोशिश की गई है; वृक्षारोपण के माध्यम से रेतीले क्षेत्रों को स्थिर करने और वनीकरण के माध्यम से मिट्टी के कटाव को कम करने का प्रयास किया गया है। ये मानव द्वारा नियोजित गतिविधियों के कुछ उदाहरण हैं जिनका भू–आकृति रूपों और प्रक्रियाओं पर प्रभाव पड़ता है।

मानव के द्वारा उपयोग किया जाने वाला पानी, पृथ्वी या भूजल की सतह पर विभिन्न स्रोतों–धाराओं, झीलों और नदियों से उपलब्ध होता है। विभिन्न स्तरीय भूमिगत संरचना और लिथोलॉजिकल सतह, धरातलीय और भूमिगत जल की विभिन्न स्थितियों को प्रस्तुत करते हैं।

आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण कई खनिज वर्तमान या प्राचीन भू–आकृति चक्रों के अपक्षय अवशेष के रूप में पाए जाते हैं और ऐसे खनिजों की खोज में भू–आकृति विज्ञान का उपयोग बहुत बेहतर ढंग से किया जा सकता है। लौह अयस्क, मिट्टी के खनिज, कैलीच, बॉक्साइट, मैंगनीज और निकल के कुछ अयस्क ऐसे अपक्षय अवशेष हो सकते हैं। अपक्षय और अपरदन बल पृथ्वी की सतह की चट्टानों पर लगातार काम कर रहे हैं, और कई चट्टानों में अपक्षय के उत्पाद किफायती मूल्य के हो सकते हैं।

प्लेसर जमा भारी धातुओं का मिश्रण है जो रासायनिक अपक्षय या धातु निर्माण के क्षरण के माध्यम से प्राप्त सामग्रियों का मिश्रण है। खनिजों की प्लेसर सांद्रता निश्चित भू–आकृतिक प्रक्रियाओं से उत्पन्न होती है और विशिष्ट स्थलाकृतिक स्थितियों में पाई जाती है। यह एक विशिष्ट स्थलाकृतिक अभिव्यक्ति हो सकती है। आधारतल को बनाने वाली चट्टान का प्रकार प्लेसर के जमाव को प्रभावित कर सकता है।

कई तेल क्षेत्रों को उनकी नतिलम्ब (strike) स्थलाकृतिक अभिव्यक्ति के कारण खोजा गया है। माना जाता है कि कार्बनिक पदार्थों के क्षय और अपघटन से खनिज तेल का निर्माण होता है। गठन के बाद, यह तेल संरचनात्मक जाल या स्ट्रैटिग्राफिक

टिप्पणी

जाल के अंतर्गत चट्टानों में फंस जाता है। तलछटी स्तर एंटीक्लाइन और सिनक्लीन में बदल दिया जाता है, जिससे पारगम्य और अभेद्य स्तर को पार पाने की अनुमति मिलती है, और खनिज तेल ऊपरी पारगम्य और निचले अभेद्य बेड के भीतर अच्छी तरह से संरक्षित होते हैं।

भारी यातायात के लिए डिजाइन किए गए राजमार्ग निर्माण में, सड़क की सतह के नीचे की मिट्टी की प्रकृति बहुत महत्वपूर्ण होती है क्योंकि एक राजमार्ग के नीचे जल निकासी पर नियंत्रण मिटटी की प्रकृति पर निर्भर करता है। एक राजमार्ग का जीवनकाल, मध्यम भार के तहत, मोटे तौर पर दो कारकों द्वारा निर्धारित किया जाता है : राजमार्ग में उपयोग किए जाने वाली सामग्री की गुणवत्ता, मिट्टी की बनावट और उसके नीचे से जल निकासी की व्यवस्था।

शहरी भू–आकृति विज्ञान मानव बस्तियों के रूप और उनके गठन और परिवर्तन की प्रक्रिया का अध्ययन है। यह अध्ययन एक महानगरीय क्षेत्र, कस्बे, शहर या गांव के स्थानिक संरचना और चरित्र को उसके घटकों, स्वामित्व या नियंत्रण और व्यवसाय की जांच के पैटर्न के आधार पर इनकी संरचना को समझने का प्रयास करता है। आमतौर पर, भौतिक रूप का विश्लेषण स्ट्रीट पैटर्न, लॉट (या, इंग्लैंड में प्लॉट) पैटर्न और बिल्डिंग पैटर्न पर केंद्रित होता है, जिसे कभी–कभी सामूहिक रूप से शहरीकरण के रूप में संदर्भित किया जाता है। विशिष्ट बस्तियों का विश्लेषण आमतौर पर कार्टोग्राफिक स्रोतों का उपयोग करके किया जाता है और विकास की प्रक्रिया को ऐतिहासिक मानचित्रों की तुलना से समझा जाता है।

शहरी आकृति विज्ञान को शहरी जाल या कपड़े (Fabric) के अध्ययन के रूप में माना जाता है, जो पर्यावरणीय स्तर को समझने का एक माध्यम और जो आमतौर पर शहरी डिजाइन से जुड़ा हुआ है। जाल में सुसंगत पड़ोस आकारिकी (खुली जगह, निर्माण) और कार्य (मानव गतिविधि) शामिल हैं। पड़ोस, बिल्डिंग, स्थान और आयोजन (थीम) क्रम को पहचानने योग्य पैटर्न प्रदर्शित करते हैं, जिसमें विविधताएं हो सकती हैं फिर भी ये सिद्धांतों के एक व्यवस्थित सेट के अनुरूप होती हैं। यह दृष्टिकोण शहरीकरण में निहित संरचनाओं और प्रक्रियाओं को समझने के लिए अनियोजित वातावरण की आम धारणा को चुनौती देता है। वैज्ञानिक जटिलता ने परिभाषित किया है कि कैसे शहरी संरचनाएं कई व्यक्तियों के अनधिकृत क्रिया से अत्यधिक नियमित तरीके से उभरती हैं।

पर्यावरण भू–आकृति विज्ञान को पृथ्वी विज्ञान के उस क्षेत्र के रूप में परिभाषित किया गया है जो मानव और पर्यावरण के बीच संबंधों की जांच करता है, जिसे बाद में भू–वैज्ञानिक दृष्टिकोण से जाना जाता है। भू आकृति विज्ञान की इस शाखा के अंतर्गत अनेक प्राकृतिक प्रक्रमों द्वारा मनुष्य के क्रियाकलापों पर पड़ने वाले प्रभावों का अध्ययन किया जाता है। दूसरी तरफ भू आकृति विज्ञान की इस शाखा के द्वारा मानव क्रियाओं का प्राकृतिक पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभाव का भी अध्ययन किया जाता है। इस प्रकार यह शाखा मानव और प्रकृति के अन्तर्सम्बन्धों का अध्ययन करती है। प्राकृतिक क्रियाओं के अंतर्गत इसमें ज्वालामुखी, बाढ़, सूखा, भू–स्खलन, अनाच्छादन के प्रक्रम इत्यादि से संबंधित अध्ययन किए जाते हैं।

प्राकृतिक या मानव–प्रेरित घटनाएं जब अप्रत्याशित रूप से घटित हों या एक सहनशील स्तर को पार कर जाएं तो इस स्थिति को जोखिम (hazard) कहा जा सकता है। शोरले का कहना है कि एक भू–आकृतिक जोखिम को, ''किसी भी प्राकृतिक या मानव

निर्मित परिवर्तन के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जो स्थलाकृतिक स्थिरता को इस हद तक प्रभावित करता है कि जीवित जगत के लिए खतरा उत्पन्न हो जाता है''। ये जोखिम दीर्घकालिक कारकों जैसे कि भ्रंशन, वलन, संवलन, उत्थान, पृथ्वी की गति के कारण होने वाले धंसाव या वनस्पति आवरण और जलमंडल में जलवायु के कारण होने वाले परिवर्तन के कारण उत्पन्न हो सकते हैं। तात्कालिक और अचानक जोखिम के उदाहरण ज्वालामुखी विस्फोट, भूकंप, भूस्खलन, हिमस्खलन, बाढ़ आदि हैं।

इसी क्रम में किसी भी तरह के परिवर्तन चाहे वो प्रकृतिक हो या मानव जनित, यदि वे भू–आकृतिक स्थिरता को इस हद तक प्रभावित करते हैं कि यह जीवधारियों के लिए आपदा बन जाए, उन्हें भू–आकृतिक प्रकोप कहा जाता है। दूसरे शब्दों में, ये भू आकृतिक प्रकोप स्थलाकृतियों में परिवर्तन से संबंधित होते हैं और मानव तंत्र को प्रभावित करते हैं। इस प्रकार के परिवर्तन शायद ही कभी भू–आकृतिक रहते हैं, इनमें से अधिकांश परिवर्तन वायुमंडल या जलमंडल से प्रेरित होते हैं। ये प्रकोप दीर्घकालिक भी होते हैं जैसे पर्वत निर्माण, भ्रंशन, वलन, संवलन आदि, इसके अतिरिक्त कुछ भू–आकृतिक प्रकोप अल्पकालिक भी होते हैं जैसे ज्वालामुखी विस्फोट, भूकंप, बाढ़, जलधारा के जल विसर्जन में परिवर्तन और भूमि उपयोग में परिवर्तन के परिणामस्वरूप नदियों के अवसाद भार में परिवर्तन इत्यादि।

5.10 मुख्य शब्दावली

- **व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान** : वर्तमान एवं भविष्य की समस्याओं का आकलन एवं पूर्वानुमान कर उपलब्ध ज्ञान संसाधनों एवं तकनीकों का प्रयोग।
- **ई.आई.ए.** (EIA): पर्यावरण प्रभाव के आकलन (Environmental Impact Assessment)
- **भू–दृश्य** : मैदान, पहाड़, रेगिस्तान, दलदल, समुद्रतट, वन इत्यादि सभी भू–दृश्य के उदाहरण हैं।
- **बेसिन** : नदी की घाटी।
- **क्षेत्रीय योजना निर्माण** : भूमि के विस्तृत क्षेत्र में भूमि उपयोग संबंधी गतिविधियों, आधारभूत निर्माण एवं बस्तियों के निर्माण कार्यक्रम।
- **भू–आकृति विज्ञान और जोखिम प्रबंधन** : अप्रत्याशित एवं आकस्मिक घटनाओं जैसे ज्वालामुखी विस्फोट, भूकंप, भूस्खलन, बाढ़ इत्यादि से बचाव एवं राहत प्रबंधन।

5.11 स्व–मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास

लघु उत्तरीय प्रश्न

1. व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान (एप्लाइड जियोमोर्फोलॉजी) क्या प्रदान करता है?
2. क्षेत्रीय भू–आकृति विज्ञान संबंधी मानचित्रण में प्रमुख तकनीकी विकास की सूची तैयार कीजिए।

टिप्पणी

3. डिजिटल उन्नयन मॉडल का संक्षिप्त विवरण दीजिए।
4. त्रिकोणीय अनियमित नेटवर्क की संक्षिप्त व्याख्या कीजिए।
5. भूमि की क्षमता एवं उपयुक्तता की संक्षिप्त जानकारी दजिए।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

1. व्यावहारिक भू–आकृति विज्ञान से आप क्या समझते हैं?
2. उन क्षेत्रों की पहचान कीजिए जहां भू–आकृति विज्ञान को लागू किया जा सकता है।
3. खनिज परियोजनाओं में भू–आकृति विज्ञान का प्रयोग कैसे लागू किया जा सकता है?
4. क्षेत्रीय योजना निर्माण में भू–आकृति विज्ञान की भूमिका पर चर्चा कीजिए।
5. भू–आकृति विज्ञान को इंजीनियरिंग परियोजनाओं में कैसे लागू किया जा सकता है? इसकी व्याख्या कीजिए।
6. रिमोट सेसिंग तकनीक की मदद से भू–आकृति विज्ञान संबंधी मानचित्र कैसे किया जाता है? वर्णन प्रस्तुत कीजिए।
7. क्षेत्रीय योजनाओं में भू–आकृति विज्ञान के अनुप्रयोगों का विस्तारपूर्वक उल्लेख कीजिए।
8. जल भू–आकृति विज्ञान का विश्लेषण कीजिए।
9. शहरी भू–आकृति विज्ञान की विवेचना कीजिए।
10. पर्यावरणीय भू–आकृति विज्ञान के महत्व पर प्रकाश डालिए।
11. भू–आकृति विज्ञान और जोखिम प्रबंधन का मानव हित में योगदान का विश्लेषण कीजिए।

5.12 सहायक पाठ्य सामग्री

1. Cooke, R.U. and Doomkamp, J. C., 1974, *Geomorphology in Environment Management, An Introduction,* Clarendon Press, Oxford.
2. Dury, G.H., 1959, *The Face of the Earth,* Penguin Harmondsworth.
3. Goudie. A., 1968, *The Nature of the Environment,* Oxford and Blackwell, Lnndon.
4. Garner, H.F., 1974, *The Origin of Landscape – A Synthesis of Geomorphology,* Oxford University Press, London.
5. Pitty, A.F., 1971, *Introduction to Geomorphology,* Methuen, London.
6. Sharma, H.S. (ed) 1980, *Perspectives in Geomorphology, Concept,* N. Delhi.
7. Singh, S. 1998, *Geomorphology,* Prayag Publication, Allahabad.