बी.ए. तृतीय वर्ष

भूगोल

प्रायोगिक

(मानचित्रण एवं सर्वेक्षण)

मध्यप्रदेश भोज (मुक्त) विश्वविद्यालय – भोपाल

MADHYA PRADESH BHOJ (OPEN) UNIVERSITY-BHOPAL

Reviewer Committee

1. Dr. Kusum Mathur
   Professor,
   SNG (PG) College, Bhopal.

2. Dr. Manisha Dubey
   Professor,
   Govt. MLB College, Bhopal.

3. Dr. Neerja Bhardwaj
   Professor,
   Govt Hamidia Arts & Commerce College,
   Bhopal.

Advisory Committee

1. Dr. Jayant Sonwalkar
   Hon'ble Vice Chancellor,
   Madhya Pradesh Bhoj (Open)
   University, Bhopal.

2. Dr. L.S. Solanki
   Registrar,
   Madhya Pradesh Bhoj (Open)
   University, Bhopal.

3. Dr. L.P. Jharia
   Director DME,
   Madhya Pradesh Bhoj (Open)
   University, Bhopal.

4. Dr. Kusum Mathur
   Professor,
   SNG (PG) College, Bhopal.

5. Dr. Neerja Bhardwaj
   Professor,
   Govt. Hamidia Arts & Commerce College,
   Bhopal.

3. Dr. Manisha Dubey
   Professor,
   Govt. MLB College, Bhopal.

COURSE WRITERS

Dr. Ajay Tiwari, (Faculty Member of Geography), Govt. Mankunwar Bai Arts and Commerce College for Women Napier Town, Jabalpur - 482001.

Dr. Seema Dwivedi, Associate Professor (Dept. of Geography), Kesarwani College, Jabalpur (MP).

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. (Developed by Himalaya 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®

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

प्रायोगिक (मानचित्रण एवं सर्वेक्षण)

Syllabi	Mapping in Book
इकाई–1 सांख्यिकी के आधारभूत सिद्धांत– आँकड़ों के प्रकार एवं स्त्रोत, आवृत्ति एवं वर्गान्तराल का निर्धारण। माध्य, माध्यिका, बहुलक एवं मानक विचलन।	**इकाई 1** : आधारभूत सांख्यिकीय विधियाँ **(पृष्ठ 3–26)**
इकाई–2 मानचित्र प्रक्षेप– वर्गीकरण एवं आलेखीय विधि द्वारा विभिन्न प्रक्षेपों की रचना–शंक्वाकार प्रक्षेप– एक प्रधान एवं दो प्रधान अक्षांश, बॉन प्रक्षेप, बहुशंकुक प्रक्षेप। साधारण एवं समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप। केन्द्ररेखीय, सान्द्ररेखीय एवं अनन्तरेखीय प्रक्षेप की ध्रुवीय स्थितियाँ।	**इकाई 2** : मानचित्र प्रक्षेप **(पृष्ठ 27–64)**
इकाई–3 वायु फोटोचित्र और सुदूर संवेदन तकनीक का परिचय। उपग्रहीय छविचित्रों का विश्लेषण। भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) एवं कम्प्यूटर मानचित्रण, भौगोलिक अवस्थिति प्रणाली (जीपीएस)।	**इकाई 3** : वायु फोटोग्राफी **(पृष्ठ 65–108)**
इकाई–4 धरातल पत्रक– प्रकार एवं क्रम व्यवस्था विश्लेषण। भौगोलिक भ्रमण/ग्राम सर्वेक्षण एवं प्रतिवेदन।	**इकाई 4** : धरातल पत्रक **(पृष्ठ 109–142)**
इकाई–5 समपटल सर्वेक्षण– विकिरण, प्रतिच्छेदन और स्थिति निर्धारण।	**इकाई 5** : समपटल सर्वेक्षण **(पृष्ठ 143–164)**

विषय–सूची

परिचय **1**

इकाई 1 आधारभूत सांख्यिकीय विधियाँ **3–26**

1.0 परिचय
1.1 उद्देश्य
1.2 सांख्यिकी का अर्थ
1.2.1 सांख्यिकी की परिभाषाएँ
1.2.2 सांख्यिकी का भूगोल में प्रयोग
1.2.3 सांख्यिकीय आँकड़ों का प्रयोग
1.2.4 आँकड़ों की प्रक्रिया
1.2.5 बारम्बारता एवं बारम्बारता बंटन
1.2.6 समान्तर माध्य
1.2.7 माध्यिका
1.2.8 बहुलक
1.2.9 मानक विचलन
1.3 मौखिक प्रश्नोत्तर
1.4 अभ्यास प्रश्न

इकाई 2 मानचित्र प्रक्षेप **27–64**

2.0 परिचय
2.1 उद्देश्य
2.2 मानचित्र प्रक्षेप
2.3 ग्लोब
2.4 अक्षांश एवं देशान्तर रेखाएँ
2.4.1 अक्षांश रेखाएँ
2.4.2 मानचित्र प्रक्षेप का इतिहास
2.5 मानचित्र प्रक्षेप के लक्षण
2.6 मानचित्र प्रक्षेप का वर्गीकरण
2.7 शंक्वाकार प्रक्षेप
2.7.1 एक मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप
2.7.2 दो मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप
2.8 बॉन प्रक्षेप
2.9 बहुशंक्वाकार प्रक्षेप
2.10 बेलनाकार या आयताकार प्रक्षेप
2.11 बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप
2.12 साधारण या सम–दूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप
2.13 ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
2.14 केन्द्रीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
2.15 त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
2.16 लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
2.17 मौखिक प्रश्नोत्तर
2.18 अभ्यास प्रश्न

इकाई 3 वायु फोटोग्राफी **65—108**

3.1 परिचय
3.2 उद्देश्य
3.3 वायु फोटोग्राफी
3.4 हवाई फोटोग्राफी की विधियाँ
3.2.1 वायु फोटोचित्रों के प्रकार
3.2.2 वायु फोटोचित्रों की पहचान
3.3 वायु फोटोचित्रों की व्याख्या
3.4 वायु फोटोचित्रों के गुण तथा दोष
3.4.1 वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.2 भू-विज्ञान (Geology) तथा समन्वेषण भू-भौतिकी (Exploration Geophysics) में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.3 भू-आकृतिविज्ञान, मिट्टी तथा जलविज्ञान में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.4 जलाशयों एवं सीमान्त क्षेत्रों के अध्ययन में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.5 वन, वनस्पति-विज्ञान तथा पारिस्थितिकी में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.6 कृषि सर्वेक्षणों में वायु फोटो प्रविधियों के प्रयोग
3.4.7 नगरीय, प्रादेशिक तथा सैनिक अध्ययनों में वायु फोटो प्रविधियों के प्रयोग
3.4.8 सुदूर संवेदन परिचय
3.4.9 सुदूर संवेदन की परिभाषाएँ
3.9.10 सुदूर संवेदन तकनीक का विकास
3.4.11 सुदूर-संवेदन की उपयोगिता
3.4.12 सुदूर संवेदन एक आंकडा जननयंत्र के रूप में
3.4.13 मानचित्रण में दूर संवेद प्रणाली का प्रयोग
3.4.14 कम्प्यूटर मानचित्रण
3.4.15 मानचित्र कला में कम्प्यूटर का उपयोग
3.4.16 मानचित्रण प्रक्रिया
3.5 मानचित्र कला और भौगोलिक सूचना प्रणाली
3.6 विश्वव्यापी स्थिति निर्धारण प्रणाली
3.6.1 जी.पी.एस का विश्व व्यापी उपयोग
3.6.2 जी.पी.एस. के लाभ
3.6.3 जी.पी.एस. की कमियां
3.7 मौखिक प्रश्नोत्तर
3.8 अभ्यास प्रश्न

इकाई 4 धरातल पत्रक **109—142**

4.0 परिचय
4.1 उद्देश्य
4.2 भारतीय धरातल पत्रकों का अध्ययन
4.2.1 धरातल पत्रक या स्थलाकृति मानचित्र की परिभाषा
4.2.2 भौगौलिक मानचित्र
4.2.3 भूकर मानचित्र
4.2.4 धरातल पत्रक या स्थलाकृति मानचित्र
4.3 सांकेतिक चिन्ह या रूढ़ चिन्ह
4.3.1 धरातल पत्रकों की समीक्षा
4.3.2 प्रारम्भिक सूचनाएँ अथवा परिचय
4.3.3 धरातलीय उच्चावचन
4.3.4 अपवाह तन्त्र
4.3.5 प्राकृतिक वनस्पति
4.3.6 भूमि उपयोग

4.3.7 परिवहन के साधन
4.3.8 सिंचाई के साधन
4.3.9 मानवीय उद्यम
4.3.10 मानव अधिवास
4.4 धरातल पत्रक संख्या $63\frac{K}{12}$ या मिर्जापुर अंशचित्र
4.4.1 परिचय या प्रारम्भिक सूचना
4.4.2 धरातलीय स्वरूप
4.4.3 अपवाह तन्त्र
4.4.4 प्राकृतिक वनस्पति
4.4.5 भूमि उपयोग
4.4.6 मानवीय व्यवसाय
4.4.7 सिंचाई के साधन
4.4.8 मानव अधिवास
4.4.9 सघन आबादी वाले क्षेत्र
4.4.10 यातायात के साधन
4.5 भौगोलिक भ्रमण
4.5.1 भूगोल में क्षेत्रीय सर्वेक्षण की विधियों एवं तकनीकों से परिचय तथा भ्रमण प्रतिवेदन तैयार करना
4.6 पंचमढ़ी का भौगोलिक भ्रमण
4.6.1 फतेहपुर सीकरी का भौगोलिक भ्रमण
4.6.2 एक ग्राम का भौगोलिक अध्ययन
4.6.3 अमरोल गांव का भौगोलिक अध्ययन
4.6.4 गांव का आर्थिक–सामाजिक अध्ययन
4.6.4.1 आर्थिक अध्ययन की विधि
4.6.4.2 सामाजिक अध्ययन की विधि
4.7 मौखिक प्रश्नोत्तर
4.8 अभ्यास प्रश्न

इकाई 5 समपटल सर्वेक्षण **143—164**

5.0 परिचय
5.1 उद्देश्य
5.2 समपटल सर्वेक्षण
5.2.1 सर्वेक्षण
5.3 सर्वेक्षण के प्रकार
5.3.1 सर्वेक्षण का वर्गीकरण
5.4 समतल सर्वेक्षण
5.5 समपटल सर्वेक्षण की प्रक्रिया
5.6 समपटल सर्वेक्षण की विधियाँ
5.7 समपटल सर्वेक्षण के गुण–दोष
5.8 मौखिक प्रश्नोत्तर
5.9 अभ्यास प्रश्न

परिचय (Introduction)

टिप्पणी

भूगोल में विविध परिघटनाओं के परिवर्तनशील वितरणों एवं उनके जटिल अन्तर्सम्बन्धों के विश्लेषण के आधार पर पृथ्वी तल के परिवर्ती स्वरुप का मानव संसार के रुप में यथार्थ क्रमबद्ध व परिमेय किया जाता है। भूगोल के इस विशाल विषयवस्तु के अध्ययन का प्रयोगात्मक पक्ष प्रायोगिक भूगोल कहलाता है। जिसमें भौगोलिक समस्याओं को समझने एवं उनका विश्लेषण करके सरल ढंग से प्रस्तुत करने की तकनीकों का अध्ययन होता है। इसलिए आज यह सर्व स्वीकृत तथ्य है कि प्रायोगिक भूगोल ही भूगोल को वैज्ञानिक आधार प्रदान करती है।

प्रस्तुत पुस्तक के लिए भोज विश्वविद्यालय के बी. ए. तृतीय वर्ष के मॉडल प्रायोगिक पाठ्यक्रम के हित को ध्यान में रखकर विषयवस्तु को पाँच इकाइयों में विभाजित किया गया है। जिनमें सांख्यिकी के आधारभूत सिद्धांत मानचित्र प्रक्षेप तथा परम्परागत दृष्टिक प्रदर्शन को विधियों से बाहर निकलकर कम्प्यूटर आधारित सुदूर संवेदन भौगोलिक सूचना प्रणाली एवं विश्वव्यापी स्थिति निर्धारण प्रणाली जी. पी. एस. के माध्यम से विभिन्न तथ्यों के जटिल तन्त्र को विश्लेषित करके शीघ्र निष्कर्ष प्रदान करने वाली तथा भविष्य कथन करने वाली प्रविधियों सुसज्जित किया गया है। जबकि धरातल पत्रकों का अध्ययन भौगोलिक भ्रमण एवं सर्वेक्षण को प्रायोगिक आयामों के सन्दर्भ में भूगोल को विभिन्न वैज्ञानिक विधियों के परम्परागत तकनीकों से लेकर नवीनतम तकनीकों का बोधगम्य शैली में समझाने का प्रयास किया गया है।

प्रयोगात्मक भूगोल की रचना एक श्रमसाध्य एवं सूक्ष्म अध्ययन का परिणाम है इस क्रम में लेखक द्वारा किसी भौतिकता का दावा तो नही कर सकते है जहाँ तक सम्भव हुआ है इसमें प्रयोगात्मक भूगोल के विभिन्न पत्तों को समझाने एवं प्रदर्शित करने हेतु अनेकाअनेक प्रत्यक्ष एवं अप्रत्यक्ष रुप से साहित्य का सही सहारा लिया गया है। इसलिए उन सभी विहपनों के प्रति हम आभार व्यक्त करते है जिनकी कृतियों से हमें पर्याप्त प्रेरणा मिली है।

लेखक उन सभी विद्वानों, लेखकों का आभारी है, जिनके पत्र पत्रिकाओं व पुस्तकों से इस विषय के प्रस्तुतीकरण में सहायता प्राप्त हुई है।

पुस्तक को मूर्त रुप देने में हिमालया पब्लिशिंग हाऊस प्रा. लिमिटेड के प्रति लेखक आभारी है जिसके प्रयास से पुस्तक के सुव्यवस्थित लेजर टाइप सेटिंग के लिए मनःपूर्वक धन्यवाद करना अपना कर्तव्य समझता हूँ।

अंत में हम आशा करते है कि, प्रस्तुत पुस्तक विद्यार्थीयों की चिर प्रतिस्थित मांग को पूरा करने में समर्थ होंगी।

डॉ. अजय तिवारी

जबलपूर (मध्यप्रदेश)

डॉ. सीमा द्विवेदी

जबलपूर (मध्यप्रदेश)

इकाई 1 आधारभूत सांख्यिकीय विधियाँ (Basic Statistical Techniques)

संरचना (Structure)

1.0 परिचय
1.1 उद्देश्य
1.2 सांख्यिकी का अर्थ
  1.2.1 सांख्यिकी की परिभाषाएँ
  1.2.2 सांख्यिकी का भूगोल में प्रयोग
  1.2.3 सांख्यिकीय आँकड़ों का प्रयोग
  1.2.4 आँकड़ों की प्रक्रिया
  1.2.5 बारम्बारता एवं बारम्बारता बंटन
  1.2.6 समान्तर माध्य
  1.2.7 माध्यिका
  1.2.8 बहुलक
  1.2.9 मानक विचलन
1.3 मौखिक प्रश्नोत्तर
1.4 अभ्यास प्रश्न

1.0 परिचय (Introduction)

मानवीय ज्ञान के विकास के साथ ही विभिन्न तथ्यों के निरीक्षण, संग्रहण और निर्वचन में भी उत्तरोत्तर वृद्धि एवं जटिलता आती गई है। ज्ञान की प्रारम्भिक अवस्था में प्राकृतिक तथा मानवीय तथ्यों की सीमित जानकारी थी। इसलिये उन तथ्यों का निरीक्षण, संग्रहण ओर विश्लेषण सरल था। कालान्तर में ज्ञान के विविध पक्षों के विकास के परिणामस्वरूप विभिन्न तथ्यों के निरीक्षण ओर निर्वचन में जटिलता जारी की गई है। इसलिये मानव ने नित्य नई तकनीओं का विकास करके उन निरीक्षणों और उनके निर्वचन को भी सुग्राहक बनाने का प्रयास किया है। सांख्यिकी विज्ञान एक ऐसा ही विषय है जो विभिन्न तथ्यों के निरीक्षण, संग्रहण और निर्वचन को सुग्राह्य और शीघ्र सम्पन्न करने योग्य बनाता है। सांख्यिकी में भी नित्य नई तकनीओं की खोज और आधुनिक युग में कम्प्यूटरों के प्रयोग से अन्तः प्रक्रिया और भी आसान होती जा रहीं हैं।

इसलिये सांख्यिकी का क्षेत्र सर्वव्यापक है क्योंकि ज्ञान की कोई भी शाखा चाहे भौतिक विज्ञान अथवा सामाजिक विज्ञान हो, सभी विभिन्न प्राकृतिक और मानवीय तथ्यों का अध्ययन करते हैं। इसलिये सबमें सांख्यिकी का उपयोग किया जाता है। किसी भी व्यक्ति अथवा राज्य इकाई के लिये सांख्यिकी महत्वपूर्ण है क्योंकि विभिन्न प्राकृतिक, सामाजिक, आर्थिक और राजनीतिक क्षेत्रों से सम्बन्धित तथ्यों या सूचनाओं के आधार पर ही किसी राज्य के **नियोजन** और उसके विकास का मार्ग प्रशस्त किया जा सकता है। उक्त सूचनाओं के संकलन, वर्गीकरण और व्याख्या विभिन्न सांख्यिकी के आधार पर की जाती है। विभिन्न भौतिक और

सामाजिक विज्ञानों में भूगोल की स्थिति इसलिये अधिक महत्वपूर्ण है क्योकि इनमें प्राकृतिक और मानवीय दोनों प्रकार के तथ्यों के वितरण, अंतर सम्बन्ध एवं कार्य व्यवहार का अध्ययन किया जाता है। सांख्यिकी विधियों की सहायता से ही उन तथ्यों का निरीक्षण, सारणियन, वर्गीकरण, एवं निर्वचन करके उनकी यथार्थ प्रति की व्याख्या और अनुमान लगाया जा सकता है।

1.1 उद्देश्य (Objectives)

मात्रात्मक तकनीकों में सांख्यिकीय विधियों को प्रमुखता प्रदान की जा सकती हैं क्योंकि सांख्यिकी की अध्ययन विधि और उपकरण विस्तृत भौगोलिक तथ्यों के सर्वेक्षण, वर्गीकरण, संक्षिप्तीकरण, विश्लेषण और भविष्य लक्ष करने में सक्षम है। भूगोल में सांख्यिकी की उपयोगिता निर्विवाद रूप से निम्न उद्देश्यों की पूर्ति के कारणों से है–

- आँकड़ों को विस्तार और विविधता के होते हुए भी सांख्यिकीय विधियों द्वारा क्रमबद्ध सारणीमय, वर्गीकरण द्वारा बोधगम्य बनाना।
- विस्तुत क्षेत्र और उसमें तथ्यों की विविधता का प्रतिदर्श के आधार पर इस प्रकार व्याख्या करना और निष्कर्ष निकालना जो सारे क्षेत्र हेतु प्रतिनिध परम हो।
- विभिन्न तथ्यों की समानता, असमानता की पहचान में सहायक।
- गुण एवं धर्म के अनुसार अनेकानेक तथ्यों का वर्गीकरण, संयुक्तीकरण के आधार पर सामुच्चयिक प्रतिरूप का निरूपण।
- विभिन्न तथ्यों के वर्तमान व्यवहार के आधार पर भविष्य के व्यवहार का अनुमान लगाना तथा सिद्धांत विसपण परिकल्पनाओं को विकसित करना।

1.2 सांख्यिकी का अर्थ (Meaning of Statistics)

आधुनिक भौगोलिक अध्ययन में सांख्यिकी का प्रयोग दिनों–दिन बढता जा रहा है। शोध एवं अन्य अन्वषणात्मक विश्लेषणों में वैज्ञानिक रूप से सांख्यिकीय विधियों के प्रयोग द्वारा विभिन्न संकल्पनाओं एवं सिद्धान्तों का प्रतिपादन किया जाता है। सांख्यिकीय आँकड़ों का उपयोग अनेक रूपों में होता है जैसे भूमि उपयोग, वस्तु, उत्पादन, उपभोग, आयात–निर्यात, जलवायु, जनसंख्या, चुनाव, राष्ट्रीय आय आदि। इन आँकड़ों के प्रयोग से हम संकल्पनाओं व सिद्धान्तों का प्रतिपादन करते है क्योंकि आँकड़े तथ्यों के वे समूह है जो अनेक कारणों से एक स्पष्ट सीमा तक प्रभावित होते है, जिन्हें शुद्धता के उचित स्तर के अनुसार संख्याओं के रूप में गणन अनुमानित तथा व्यक्त किया जाता है।

वर्तमान में सांख्यिकीय प्रतिविधियों के प्रयोग का क्षेत्र अति व्यापक हो गया है। भूगोल के अनेक क्षेत्रों में सांख्यिकीय प्रविधियों का प्रयोग कर घटनाओं को देश

व काल के सम्बन्ध में अपेक्षाकृत अधिक सूक्ष्मता एवं शुद्धता से अध्ययन करना सम्भव हो जाता है।

'सांख्यिकी' (Statistics) शब्द लेटिन भाषा के *'Status'* और इटेलियन भाषा के *'Statista'* शब्द का परिमार्जित रूप है, जिसका वास्तविक अर्थ राजनीतिक प्रदेश है क्योंकि प्रत्येक राजनीतिक प्रदेश में विभिन्न आँकडो को एकत्रित कर उनका अध्ययन किया जाता है। इस सांख्यिकी (Statistics) शब्द का प्रयोग विद्वानों में भिन्न–भिन्न रूप में किया है। इसे एकवचन और बहुवचन दोनों ही प्रकार से प्रयुक्त किया है। एकवचन का प्रयोग सांख्यिकीय शास्त्र अथवा विज्ञान के रूप में होता है और बहुवचन में इसे सांख्यिकीय सामग्री के रूप में प्रयुक्त किया जाता है।

1.2.1 सांख्यिकी की परिभाषाएँ (Definitions of Statistics)

सांख्यिकी के जनक प्रसिद्ध सांख्यिकीशास्त्री गेटेफ्राइड एचेन्वाल ने कहा है कि ''सांख्यिकी राज्यों से सम्बन्धित महत्वपूर्ण, ऐतिहासिक एवं विवरणात्मक तथ्यों का संग्रह है।''

प्रो. यूल एवं प्रो. कैण्डाल के अनुसार, ''सांख्यिकी सामग्री से हमारा तात्पर्य उन संख्यात्मक तथ्यों से है जो एक बड़ी सीमा तक अनेक कारणों से प्रभावित होते है।''

प्रो. लाविट ने सांख्यिकी को परिभाषित करते हुए लिखा है कि ''सांख्यिकी वह विज्ञान है जिसका सम्बन्ध समंको के संकलन, वर्गीकरण प्रदर्शन, तुलना तथा निर्वचन की रीतियों से है जिनको किसी अनुसंधान–क्षेत्र पर कुछ प्रकाश डालने हेतु एकत्रित किया जाता है।''

सैलिगमैन के अनुसार, ''सांख्यिकी ऐसा विज्ञान है जो किसी अनुसंधान क्षेत्र पर प्रकाश डालने के लिए संख्यात्मक सामग्री के संग्रहण, वर्गीकरण, प्रस्तुति, तुलना तथा निर्वचन की विधियों से सम्बन्ध रखता है।''

लारेन्स जे. काप्लान के अनुसार, ''सांख्यिकी को संख्यात्मक तथ्यों के संकलन, प्रस्तुतिकरण, विश्लेषण तथा निर्वचन में प्रयुक्त सिद्धान्तों एवं विधियों के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।''

1.2.2 सांख्यिकी का भूगोल में प्रयोग (Statistics in Geography)

सामाजिक एवं भौतिक विज्ञानों में सांख्यिकी का प्रयोग पर्याप्त मात्रा में किया जाता है। भूगोल में सांख्यिकीय विधियों द्वारा विवेचन एवं अनुसंधान को कार्यान्वित करने के लिए सांख्यिकी का ज्ञान अति आवश्यक है। इसके प्रयोग से अनेक सिद्धान्तों को श्रेष्ठ सिद्धान्तों में पुर्नस्थापित करने में सहायता मिलती है। सांख्यिकीय विधियों को और अधिक सुधारने के लिए आज भी अन्वेषण कार्य जारी है ताकि उन्हें और अधिक यथार्थ और परिशुद्ध बनाया जा सके और भूगोल का विषय अधिकाधिक उपयोगी व सार्थक सिद्ध हो सके।

भूगोल के विभिन्न क्षेत्रों में समंकों को समझने व उनका मूल्यांकन करने की योग्यता नागरिकों के लिए आवश्यक आधारभूत योग्यता बन गई है। भूगोल की

शाखाओं में समंकों के वितरण व विश्लेषण के लिए सांख्यिकी परमावश्यक यन्त्र माना जाता है।

टिप्पणी

1.2.3 सांख्यिकीय आँकड़ों का प्रयोग (Use of Statistical Data)

आँकड़े सांख्यिकी के मूलाधार है। सांख्यिकीय विधियों का प्रयोग करने के लिए आँकड़ों का संग्रह किया जाता है।

आँकड़े दो भागों में विभाजित किये जा सकते है–

1. प्राथमिक आँकड़े (Primary Data) और
2. द्वितीयक आँकड़े (Secondary Data)।

1. **प्राथमिक आँकड़े (Primary Data)–** किसी अनुसंधानकर्ता अथवा संस्था द्वारा प्रथम बार एकत्रित किये गये आँकड़ों को **प्राथमिक आँकड़े** कहते है।
2. **द्वितीयक आँकड़े (Secondary Data)–** किसी अनुसंधानकर्ता द्वारा स्वयं एकत्रित न किये गये आँकड़ों अथवा किसी प्रकाशित अथवा अप्रकाशित स्रोत (पुस्तक, रिपोर्ट, शोध–ग्रन्थ) से प्राप्त आँकड़े **द्वितीयक आँकड़े** कहलाते है।

प्राथमिक आँकड़ों के संग्रह की विधियाँ निम्नलिखित है–

1. व्यक्तिगत प्रेक्षण (Personal Observation)
2. साक्षात्कार (Interview)
3. प्रश्नावली (Questionnaire)
4. अनुसूची (Schedule) और
5. अन्य विधियाँ (Other Methods)|

द्वितीयक आँकड़ों के संग्रह की विधियाँ निम्नलिखित हैं–

1. **प्रकाशित स्रोत (Published Sources)–**
   - (i) अन्तर्राष्ट्रीय प्रकाशन (International Publication)
   - (ii) सरकारी प्रकाशन (Government Publication)
   - (iii) अर्द्धसरकारी प्रकाशन (Semi-Govt. Publication)
   - (iv) निजी प्रकाशन (Private Publications)
   - (v) समाचार–पत्र व पत्रिकाएँ (Newspapers and Magazines)
2. **अप्रकाशित स्रोत (Unpublished Sources)–**
   - (i) सरकारी अभिलेख (Government Records)
   - (ii) अर्द्धसरकारी अभिलेख (Semi-Govt. Records)
   - (iii) निजी अभिलेख (Personal Records)

टिप्पणी

1.2.4 आँकड़ों की प्रक्रिया (Data Processing)

प्रारम्भ में आँकड़े अलग–अलग मापों के रूप में होते है। ये अवर्गित आँकड़े (Ungrouped Data) कहलाते हैं। जब आँकडे वर्गों या विभागों में वितरित कर दिये जाते है तो वर्गित आँकड़े (Grouped Data) कहलाते हैं। अवर्गित आँकड़ों से कोई निष्कर्ष निकाल पाना कठिन होता हैं, किन्तु वर्गीकरण से अनेक तथ्य प्रकट हो जाते है। ये आँकड़े सांख्यिकी के मूल तत्व हैं।

आँकड़ों को वर्ग–अन्तराल (Class-Interval) में बाँट देते है। यह दो संख्याओं से सीमित होते है। वर्ग–अन्तरालों की संख्या आँकड़ों के अनुकूल होती हैं। बडे वर्ग–अन्तरालों में सुगमता आ जाती है, किन्तु स्पष्टता कम हो जाती हैं।

आँकड़ों को अवरोधी (Descending) तथा आरोही (Ascending) क्रम में रखा जाता है। आँकड़ों का **क्रम अनुविन्यास** (Array) कहलाता है। जब इन आँकड़ों को अधिक इकाइयों के अन्तर पर वर्गित किया जाता हैं तो सुविधा के लिए **अनुमिलन (Tallies)** का प्रयोग किया जाता हैं।

आँकड़ों के वर्ग–अन्तराल का मध्य बिन्दु प्राप्त करना आवश्यक होता हैं। यह वर्ग–अन्तराल की ऊपरी एवं निचली संख्याओं के जोड़ का आधा होता हैं।

आँकड़ों को समूहबद्ध करने की दो विधियाँ हैं–

(i) जब किसी वर्ग–अन्तराल की दोनों सीमाएँ उसी वर्गान्तराल में सम्मिलित होती हैं तो इसको **समावेशी विधि** (Inclusive Method) कहते हैं।

(ii) जब वर्ग–अन्तराल की ऊपरी सीमा इस वर्ग में सम्मिलित नहीं रहती है तो इसको **अपवर्जी विधि (Exclusive Method)** कहते हैं। नीचे की प्रथम तालिका समावेशी विधि तथा द्वितीय तालिका अपवर्जी विधि को प्रदर्शित करती है।

सारणी क्र. 1.1

प्रथम तालिका वर्ग–अन्तराल	द्वितीय तालिका वर्ग–अन्तराल
9–11	9–12
6–8	6–9
3–5	3–6
0–2	0–3

1.2.5 बारम्बारता एवं बारम्बारता बंटन (Frequency and Frequency Distribution)

किसी अंक के बार–बार आने की प्रवृत्ति बारम्बारता कहलाती है। बारम्बारता को भिन्न–भिन्न वर्गों में वितरित करने की क्रिया को बारम्बारता बंटन कहते है। बारम्बारता बंटन की रचना के लिए पाँच तथ्यों की जानकारी आवश्यक होती है–

1. अभीष्ट अंकों का प्रसार (Range of Score)
2. वर्ग–अन्तरालों का आकार (Size of Class-Interval)
3. वर्ग–अन्तरालों की संख्या (Number of Class-Interval)
4. वर्ग–अन्तरालों की सीमाएँ (Limit of Class-Interval)

5. वर्ग–अन्तरालों के आँकड़ों की संख्या (Number of Data of Class Interval)
6. अनुमिलन।

टिप्पणी

सारणी क्र. 1.2: जबलपुर में वर्षा की बारम्बारता तालिका

वार्षिक वर्षा का वर्ग–अन्तराल (सेण्टीमीटर)	मध्य बिन्दु	अनुमिलन	बारम्बारता
10–15	12.5	|	1
15–20	17.5	||	2
20–25	22.5	||	2
25–30	27.5	|||	3
30–35	32.5	||	2
35–40	37.5	|	1
40–45	42.5	|	1
45–50	47.5	0	0
		12	12

1. अभीष्ट अंको का प्रसार = वर्षा की अधिकतम मात्रा – वर्षा की न्यूनतम मात्रा

$$= 50 - 10 = 40$$

2. वर्ग–अन्तराल का आकार = $\dfrac{\text{प्रसार क्षेत्र}}{\text{वर्गो की संख्या}} = \dfrac{40}{8} = 5$

   वर्गों का आकार अपवर्त्य संख्या में होना उत्तम होता है। सभी वर्गों का आकार या वर्ग–अन्तराल समान होना चाहिए। वर्ग–अन्तरालों की संख्या 5 से 20 तक रखनी चाहिए।

3. वर्गों की संख्या = 8 (सुविधाजनक मान लिया)

4. वर्ग–अन्तरालों के आँकडों की संख्या = $\dfrac{\text{प्रसार क्षेत्र}}{\text{वर्गो का आकार}} = \dfrac{40}{5} = 8$

5. **वर्ग–अन्तराल की सीमाएँ**– प्रस्तुत तालिका अपवर्जी विधि से निर्मित है। इसमें 10–15 वर्ग–अन्तराल में 15 सम्मिलित नहीं है। इसमे 10 से 14.99 तक के सभी मान सम्मिलित है। इसका तात्पर्य है कि 15, 20, 25 वाले खाने में मध्य बिन्दु है।

6. **अनुमिलन**– यह भी बारम्बारता बंटन का मुख्य अंग है। वर्ग–अन्तराल को बना लेने के पश्चात् यह जानना आवश्यक हो जाता है कि कौन–कौन अंक किस वर्ग–अन्तराल में आये हैं। इस प्रकार जो अंक जिस वर्ग में आते है उसी के सामने अनुमिलन संकेत लगा दिया जाता है। इसी प्रकार सभी वर्गों के सामने अनुमिलन संकेत लगा दिया जाता है। यहाँ यह स्मरणीय है कि प्रत्येक बारम्बारता के लिए एक अनुमिलन संकेत लगाया जाता है,

टिप्पणी

किन्तु पाँच बारम्बारता के लिए चार अनुमिलन संकेतों को काटते हुए तिरछी रेखा या अनुमिलन संकेत खींच देते है। यही पाँच बारम्बारता का संकेत हो जाता है। इसके उपरान्त विभिन्न वर्गों के सामने के अनुमिलन संकेतों को गिनकर बारम्बारता के खाने में लिख देते हैं। अनुमिलन संकेतों का योग बारम्बारता के योग के बराबर होता है। गिनने में भूल होने पर ही दोनों के योग में अन्तर पड़ता है।

उदाहरण 1. 25 सैनिक छात्रों द्वारा गोली चलाने की संख्याओं की बारम्बारता तालिका बनाइए।

सारणी क्र. 1.3

40	43	45	46	48	50	52	53	55	57	58	59	60
61	63	65	66	68	70	71	72	73	74	75	80	

हल– उपर्युक्त गोलियों की संख्या में न्यूनतम संख्या = 40

उच्चतम संख्या = 80

गोलियों की संख्या का प्रसार क्षेत्र = 80 − 40 = 40

वर्ग–अन्तरालों की संख्या = 5

∴ वर्ग–अन्तराल का आकार $\frac{40}{5} = 8$

सारणी क्र. 1.4: बारम्बारता बंटन तालिका (समावेशी विधि के अनुसार)

वर्ग–अन्तराल	अनुमिलन	बारम्बारता
75–83	||	2
66–74	~~||||~~ ||	7
57–65	~~||||~~ ||	7
48–56	~~||||~~	5
40–47	||||	4
		25

उदाहरण 2. गत पन्द्रह वर्षो में भोपाल में हुई वर्षा की निम्न वार्षिक मात्राएँ उपलब्ध हुई। इन आँकड़ों के आधार पर बारम्बारता बंटन तालिका बनाइए।

50, 60, 55, 80, 78, 65, 70, 58, 69, 72, 76, 74, 53, 61, 57 सेण्टीमीटर में।

टिप्पणी

सारणी 1.5: बारम्बारता बंटन तालिका (समावेशी विधि के अनुसार)

वर्ग—अन्तराल	अनुमिलन	बारम्बारता
76—80	।।।	3
71—75	।।	2
66—70	।।	2
61—65	।।	2
56—60	।।।	3
50—55	।।।	3
		15

1.2.6 समान्तर माध्य (Arithmatic Mean)

साधारण बोलचाल भाषा में समान्तर माध्य का अर्थ औसत (Average) होता है। यदि किसी समंक श्रेणी के समस्त मूल्यों के योग में उनकी संख्या (पदों की संख्या) से भाग दे दिया जाये तो इस प्रकार प्राप्त भजनफल उस श्रेणी का समान्तर माध्य कहलायेगा। सांख्यिकी में समान्तर माध्य को $\overline{X}$ चिन्ह के द्वारा प्रदर्शित करते हैं। यदि एक परिवार में 6 व्यक्तियों की आमदनी 15, 20, 10, 8, 6 और 5 ₹ प्रतिदिन है तो उनकी दैनिक आय का समान्तर माध्य (15 + 20 + 10 + 8 + 6 + 5)/ = 11 ₹ होगा।

समान्तर माध्य की गणना निम्नलिखित सूत्र से की जाती है—

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

अर्थात्
$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 .... X_8}{N}$$

इस सूत्र में $\overline{X}$ का अर्थ समान्तर माध्य है, X_1 X_2 X_3.........X_8 विभिन्न पदों के मूल्य है तथा N पदों की कुल संख्या है। Σ ग्रीक भाषा का अक्षर है इसे सिगमा (Sigma) कहते है और इसका अर्थ योग (Sum) होता है।

उदाहरण 1. एक किसान के 10 खेतों का क्षेत्रफल निम्नलिखित है। खेतों के क्षेत्रफल का समान्तर माध्य ज्ञात कीजिये।

हल— इस उदाहरण में खेतों की संख्या 10 है। अतः N = 10 (N का मान 10 हुआ) और समस्त खेतों का सम्मिलित योग 30 हेक्टेअर आता है। अतः $\sum X$ का मान हुआ 30। इन मानों को सूत्र में रखने पर $\overline{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{30}{10} = 3$

टिप्पणी

सारणी क्र. 1.6

खेत	क्षेत्रफल (हेक्टेअर में)
A	3.5
B	2.4
C	4.0
D	2.3
E	2.3
F	4.3
G	4.6
H	2.5
I	2.6
J	1.5

कभी–कभी समंक श्रेणी मे व्यक्तिगत पदों के मूल्य न देकर मूल्यों की बारम्बारता दे दी जाती है। इस दशा में N का भाग $\sum f$ अर्थात् समस्त आवृत्तियों का योग तथा $\sum f$ का मान $\sum fx$ अर्थात् विभिन्न मूल्यों की उनकी आवृत्तियों से गुणा करने पर प्राप्त मूल्यों का योग होता है। अतः आवृत्ति श्रेणी में समान्तर माध्य ज्ञात करने के लिये सूत्र को निम्न रूप में लिखते है।

$$\overline{X} = \frac{\sum fx}{\sum f}$$ यहाँ f का अर्थ आवृत्ति से है।

उदारहरण 2. किसी कारखाने में कार्यरत श्रमिकों का मासिक वेतन निम्नांकित है–

सारणी क्र. 1.7

(x) वेतन (रूपये)	श्रमिकों की संख्या *(f)*
210	50
220	30
230	25
240	25
250	20
260	15
270	15

हल– इस प्रश्न में 210, 220, 230.....270 आदि $x_1, x_2, x_3, x_4, \ldots\ldots x_7$ तथा 50, 30, 25.... 15 इन पदों की क्रमशः बारम्बारताएँ हैं। अतः सूत्र में प्रयुक्त

संकेताक्षरों का मान ज्ञात करने के लिये इन आँकड़ों को इस प्रकार व्यवस्थित करना चाहिये–

टिप्पणी

सारणी क्र 1.8

वेतन *(x)*	श्रमिकों की संख्या *(f)*	कुल वेतन *(fx)*
210	50	10,500
220	30	6,600
230	25	5,750
240	25	6,000
250	20	5,000
260	15	3,900
270	15	4,050
	Σf=180	Σfx = 41,800

$$\text{माध्य मान } \overline{X} = \frac{\Sigma fx}{\Sigma f} = \frac{41800}{180} = 232.22 \text{ ₹}$$

माध्य = 232.22 ₹

यदि बारम्बारता श्रेणी अखण्डित है अर्थात् पदमूल्य वर्गान्तरों के रूप में दिये गये हैं तो सर्वप्रथम प्रत्येक वर्गान्तर का मध्यमूल्य (Mid point) ज्ञात करना होगा। किसी वर्गान्तर का मध्यमूल्य उसके निचले और ऊपरी सीमा मूल्यों के योग का आधा होता है। जैसे 5–10 वर्गान्तर का मध्य–मूल्य 5 + 10 = 15/2 = 7.5 होगा। इन मध्य–मूल्यों को X मूल्य मान लेते हैं। माध्य ज्ञात करने की शेष क्रिया पहले जैसी है।

उदाहरण 3. निम्नलिखित आँकड़ों का माध्य प्राप्तांक ज्ञात कीजिये।

सारणी क्र. 1.9

प्राप्तांक	विद्यार्थियों की संख्या
0–10	15
10–20	18
20–30	16
30–40	14
40–50	17

हल– माध्य प्राप्तांक की गणना।

टिप्पणी

सारणी क्र. 1.10

प्राप्तांक	मध्य मूल्य *(x)*	विद्यार्थियों की संख्या *(f)*	विद्यार्थियों की संख्या तथा मध्य मूल्य का गुणनफल *(fx)*
0—10	5	15	75
10—20	15	18	270
20—30	25	14	350
30—40	35	16	560
40—50	45	17	765

अतः माध्य प्राप्तांक $\overline{X} = \frac{\sum fx}{\sum f} = \frac{1980}{80} = 24.75$

= 24.75 माध्य प्राप्तांक

1.2.7 माध्यिका (Median)

किसी समंक श्रेणी के मूल्यों को आरोही अथवा अवरोही क्रम में व्यवस्थित करने के पश्चात् जो मूल्य श्रेणी के मध्य में स्थित होता है उसे श्रेणी की माध्यिका मूल्य कहते हैं। उदाहरण के लिये यदि 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 किसी समंक श्रेणी के सात मूल्य हैं तो इस श्रेणी का चतुर्थ मूल्य अर्थात् 10 माध्यिका मूल्य होगा क्योंकि यह श्रेणी के मध्य में स्थित है–

1. **व्यक्तिगत श्रेणी में माध्यिका का निर्धारण (Determination of Median in Individual Series)**– व्यक्तिगत श्रेणी में माध्यिका ज्ञात करने के लिये पदों की संख्या में 1 जोडकर 2 से भाग देने पर जो संख्या प्राप्त होती है उसी संख्या के क्रमांक वाला पद माध्यिका होगा परन्तु इसके लिये श्रेणी का आरोही अथवा अवरोही क्रम में पूर्व व्यवस्थित होना आवश्यक है। व्यक्तिगत श्रेणी में माध्यिका ज्ञात करने के लिए इस विधि को निम्नलिखित सूत्र द्वारा व्यक्त किया जाता है–

$$Median = \frac{N+1}{2} \text{ वाँ पद}$$

इस सूत्र में N का अर्थ श्रेणी के कुल पदों की संख्या से है।

उदाहरण 4. निम्नलिखित आँकड़ों में माध्यिका मूल्य ज्ञात कीजिये।

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

हल – इस श्रेणी में पदों की संख्या 17 है। अतः N का मान हुआ 17।

$$\text{माध्यिका} = \frac{N+1}{2} \text{ वाँ पद}$$

$$= \frac{17+1}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ वाँ पद}$$

माध्यिका मूल्य = 9

टिप्पणी

उदाहरण 4 में पदों की सख्या विषम थी अतः एक जुडने पर वह दो से पूरी विभाजित हो गई अर्थात भजनफल पूर्णांकों में प्राप्त हो गया और सरलतापूर्वक श्रेणी का 9 वाँ पद गिनकर माध्यिका मूल्य ज्ञात कर लिया गया। यदि श्रेणी में दिये हुए पदों की संख्या पहले से दो सम (Even) है तो उसमें 1 और जोडने पर यह संख्या विषम हो जायेगी और उसे दो से भाग देने पर भजनफल पूर्णांको में न होकर दशमलव में आयेगा। ऐसी स्थिति में माध्यिका मूल्य ज्ञात करने के लिए भजनफल की पूर्णांक संख्या का तथा उससे अगली संख्या के क्रमांक वाले श्रेणी के मूल्यों को जोडकर 2 से भाग दे देते हैं।

उदाहरण 5. निम्नलिखित आँकड़ों से माध्यिका मूल्य ज्ञात कीजिए।

4, 6, 8, 2, 5, 3, 1, 12, 18, 20, 19, 21

हल– इन आँकड़ों को आरोही क्रम में देखिये–

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 18, 19, 20, 21 अर्थात् $N = 12$

सूत्र के अनुसार माध्यिका $= \frac{N+1}{2}$ वाँ पद

$= \frac{12+1}{2}$ वाँ पद = 6.5 वाँ पद

अतः माध्यिका मूल्य छठे पद का मूल्य + सातवें पद का मूल्य

$$= \frac{6+8}{2} = \frac{14}{2} = 7$$

2 **खण्डित श्रेणी में माध्यिका निर्धारण (Determination of Median in discrete series)**– यदि श्रेणी खण्डित है अर्थात् मूल्यों की आवृत्तियाँ दी हुई है तो माध्यिका ज्ञात करने के लिए सबसे पहले श्रेणी के मूल्यों को आरोही और अवरोही क्रम में रखकर उनकी संचयी आवृत्ति (Cumulative frequency) निकालते है और इसके बाद पहले बतलाये गये सूत्र $M = \frac{N+1}{2}$ का प्रयोग करके श्रेणी में माध्यिका मूल्य की क्रम संख्या ज्ञात की जाती है। जिस संचयी आवृत्ति में यह क्रम संख्या सबसे पहले सम्मिलित होती है इसी संचयी आवृत्ति के समक्ष लिखा मूल्य अभीष्ट माध्यिका मूल्य होती है। इस श्रेणी में N का मान आवृत्ति की कुल संख्या होती है।

उदाहरण 6. अग्रलिखित आँकड़ों से माध्यिका मूल्य ज्ञात कीजिये।

टिप्पणी

सारणी क्र. 1.11

मूल्य	आवृत्ति	संचयी आवृत्ति
10	8	8
15	7	15
20	6	21
25	14	35
30	12	47
35	15	62
40	10	72
45	20	92
50	25	117
55	13	130
	N = 130	

हल– सूत्र के अनुसार माध्यिका $= \frac{N+1}{2}$ वाँ पद

$$= \frac{130+1}{2} = 65.5 \text{ वाँ पद}$$

अतः माध्यिका मूल्य = 40

चूँकि 65.5 पद संचयी आवृत्ति संख्या 72 में सम्मिलित हुआ है।

3. **अखण्डित श्रेणी में माध्यिका का निर्धारण (Determination of Median in Continuous Series)–** अखण्डित श्रेणी में माध्यिका ज्ञात करने के लिए सबसे पहले संचयी आवृत्ति ज्ञात की जाती है फिर इसके पश्चात् $\frac{N}{2}$ सूत्र के द्वारा माध्यिका वर्गान्तर (Median-Class Interval) निश्चित करते हैं। यह बात ध्यान रखने योग्य है कि अखण्डित श्रेणी में माध्यिका वर्गान्तर की क्रम संख्या ज्ञात करने के लिये $M = \frac{N}{2}$ सूत्र का प्रयोग करते हैं न कि $\frac{N+1}{2}$ सूत्र का। क्रम संख्या ज्ञात हो जाने पर यह देखा जाता है कि यह संख्या किस संचयी आवृत्ति में प्रथम बार सम्मिलित हुई है और जिस संचयी आवृत्ति में यह प्रथम बार सम्मिलित हुई है उसी संचयी आवृत्ति का वर्गान्तर माध्यिका वर्गान्तर होगा। माध्यिका मूल्य ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित सूत्र का प्रयोग किया जाता है।

$$M = L + \frac{i}{f}(m - c)$$

टिप्पणी

यहाँ M का अर्थ माध्यिका मूल्य, L का अर्थ माध्यिका वर्गान्तर की निचली सीमा, i का अर्थ माध्यिका वर्गान्तर का विस्तार, f का अर्थ माध्यिका वर्गान्तर की आवृत्ति, m का अर्थ माध्यिका वर्गान्तर का क्रमांक (N/2) तथा c का अर्थ माध्यिका वर्गान्तर से पहले वर्गान्तर की संचयी आवृत्ति है।

उदाहरण 7. एक स्कूल में 200 परीक्षार्थियों के प्राप्तांक निम्न प्रकार है। इनकी माध्यिका ज्ञात कीजिए।

सारणी क्र. 1.12

प्राप्तांक	परीक्षार्थियों की संख्या	संचयी आवृत्ति
0—10	16	16
10—20	60	76
20—30	80	156
30—40	24	180
40—50	20	200
	N = 200	

हल— सूत्र के अनुसार, $M = \frac{N}{2}$ वाँ वर्गान्तर

$= \frac{200}{2} = 100$ वाँ वर्गान्तर

माध्यिका वर्गान्तर, जिसमें 100 वाँ पद सबसे पहले आता है 20—30। क्योंकि यह 100 वाँ पद संचय आवृत्ति 156 में पहली बार सम्मिलित हुआ है।

अतः माध्यिका वर्गान्तर में माध्यिका मूल्य निश्चित करने का सूत्र

$$M = L + \frac{i}{f}(m - c)$$

$$= 20 + \frac{10}{80}(100 - 76)$$

$$= 20 + \frac{10 \times 24}{80} = 23$$

माध्यिका मूल्य = 23

टिप्पणी

1.2.8 बहुलक (Mode)

जो मूल्य किसी समंक श्रेणी में सबसे अधिक बार आता है उसे उस श्रेणी का बहुलक मूल्य (Mode Value) कहते हैं। उदाहरण के लिए 3, 4, 5, 2, 3, 3, 4, 3 मूल्य वाली किसी श्रेणी का बहुलक 3 होगा क्योंकि इस श्रेणी में तीन की आवृत्ति 4 बार हुई है जो इस श्रेणी में किसी भी अन्य मूल्य की आवृत्ति से अधिक है। बहुलक की गणना का मुख्य उद्देश्य समय की अधिकांश इकाइयों के बारे में कोई निष्कर्ष प्राप्त करना होता है। जैसे यदि किसी कारखाने में कार्य करने वाले मजदूरों की बहुलक (Modal Wages) 10 ₹ दैनिक है तो इसका यह अर्थ होगा कि इस कारखाने में कार्य करने वाले अधिकांश श्रमिकों को 10 ₹ प्रतिदिन मजदूरी मिलती है–

1. **व्यक्तिगत श्रेणी में बहुलक का निर्धारण (Determination of Mode in Individual Series)**– व्यक्तिगत श्रेणी में बहुलक ज्ञात करने की दो प्रमुख विधियाँ है–

   (i) व्यक्तिगत श्रेणी के मूल्यों को खण्डित श्रेणी में बदलकर

   (ii) मूल्यों को अखण्डित श्रेणी में प्रस्तुत करके।

   अखण्डित श्रेणी में, अखण्डित बारम्बारता बंटन में समान चर मूल्य वाले पदों को छाँटकर उनकी आवृत्ति को चर मूल्यों के समक्ष लिखा जाता है जबकि अखण्डित बारम्बरता में सर्वप्रथम चर मूल्यों को आरोही क्रम (Ascending manner) अथवा अवरोही क्रम (Descending manner) में व्यवस्थित किया जाता है। फिर उसके पश्चात् वर्गान्तरों की संख्या, वर्ग विस्तार, वर्ग सीमाएँ निश्चित करके, ऊपर बताई विधि के अनुसार आवृत्तियाँ लिख दी जाती है। वर्गान्तरों की संख्या एवं वर्ग विस्तार (वर्ग के अधिकतम और न्यूनतम मूल्यों का अन्तर) का परस्पर घनिष्ट सम्बन्ध होता है।

2. **खण्डित श्रेणी में बहुलक का निर्धारण (Determination of Mode in Discrete Series)**– खण्डित श्रेणी में आवृत्तियों के नियमित होने पर निरीक्षण के द्वारा तथा आवृत्तियों के अनियमित होने पर समूहन विधि (Grouping Method) के द्वारा बहुलक ज्ञात किया जाता है।

   उदाहरण 8. निम्नलिखित सारणियों में कुछ श्रमिकों के मासिक वेतन के आँकडे दिये गये हैं। बहुलक मासिक वेतन ज्ञात कीजिये।

सारणी क्र. 1.13

मसिक वेतन (₹ में)	200	250	300	350	400	450	500
श्रमिकों की संख्या	20	22	21	24	15	10	6

हल– इस श्रेणी में बारम्बारता नियमित है अतः निरीक्षण द्वारा बहुलक ज्ञात किया जा सकता है, इसमें 350 ₹ की आवृत्ति सबसे अधिक है अतः श्रमिकों का बहुलक वेतन 350 ₹ हुआ।

टिप्पणी

उदाहरण 9. किसी परीक्षा में बैठे हुए परीक्षार्थियों के प्राप्तांक दिये गये हैं। बहुलक ज्ञात कीजिये।

सारणी क्र. 1.14

प्राप्तांक	20	21	22	23	24	25	26	27	28
विद्यार्थियों की संख्या	8	35	15	10	30	25	20	5	12

हल— इस श्रेणी को देखने से ज्ञात होता है कि इसमें आवृत्तियाँ अनियमित प्रकार से घट बढ़ रही हैं और सबसे बड़ी आवृत्ति 35 मध्य में स्थित न होकर आरम्भ में स्थित है। अतः बहुलक ज्ञात करने के लिए समूहन विधि (Grouping Method) उपयुक्त है जैसा कि आगे दी गई सारिणी में देखने से ज्ञात होता है कि 24 प्राप्तांक ऐसा है जो सारणी के अधिकतम आवृत्ति वाले समूहों में सबसे अधिक बार अर्थात् चार बार आया है। अतः 24 प्राप्तांक बहुलक मूल्य है।

समूहन विधि में सबसे पहले दिये हुए मूल्यों को आरोही क्रम में लिखा जाता है, फिर इसके पश्चात् प्रथम खाने में मूल्यों की दी हुई आवृत्तियाँ लिखते हैं, द्वितीय खाने में दो–दो आवृत्तियों के जोड़े और तृतीय खाने में पहली आवृति को छोडकर शेष आवृत्तियो के दो–दो के जोड़े बनाते है, चौथे खाने में तीन–तीन आवृत्तियों के जोडे, पाँचवे खाने में प्रथम आवृत्ति को छोडकर शेष आवृत्तियों के तीन–तीन के जोड़े बनाये जाते है। जोडे बनाने के बाद यह देखा जाता है कि प्रत्येक खाने में किस जोड़े की आवृत्ति की संख्या सबसे अधिक है। फिर प्रत्येक खाने में जिस जोड़े की सबसे अधिक आवृत्तियाँ होती है उसे रेखांकित कर देते है, जैसे— उपरोक्त उदाहरण में 35, 55, 50, 65, 75 और 55 मूल्य वाले जोड़े इस प्रकार के है। अब प्रत्येक अधिकतम मूल्य वाले समूह में सम्मिलित श्रेणी के मूल्यों की टैली की सहायता से गणना की जाती है। उपरोक्त सारणी में प्रथम खाने में 35 अधिकतम आवृत्ति है अतः टैली के खाने में एक टैली बना लेंगे, दूसरे खाने में 55 अधिकतम मूल्य है अतः इसमें सम्मिलित 24 और 25 मूल्यों में से प्रत्येक के आगे एक–एक टेली बनाई जायेगी, इसी प्रकार तिसरे खाने में 50 अधिकतम मूल्य है अतः 21 और 23 मूल्य के आगे एक–एक टेली अंकित की जायेगी। समस्त अधिकतम मूल्यों के अनुसार सम्बन्धित मूल्यों के आगे टैली बनाने के पश्चात् श्रेणी के प्रत्येक मूल्य के आगे उसे प्राप्त कुल टैली का योग लिख देते हैं अतः जिस मूल्य में अधिकतम टैली होगी वही मूल्य बहुलक होगा, उपरोक्त उदाहरण में 24 प्राप्तांक मूल्य की टैली 4 है जो श्रेणी के किसी अन्य मूल्य की टैली संख्या से अधिक है। इसलिये 24 प्राप्तांक बहुलक है।

सारणी क्र 1.15: समूहन विधि द्वारा बहुलक निर्धारण

प्राप्तांक	आवृत्ति						अधिकतम आवृत्ति	
	I	II	III	IV	V	VI	टैली	संख्या
20	8							
21	35	43		58			II	2
22	15		50		60		II	2
23	10	25				55	II	2
24	30		40	65			III	4
25	25	55			75		III	3
26	20		45			50	I	1
27	5	25		37				
28	12		17					

3. **अखण्डित श्रेणी में बहुलक का निर्माण (Determination of mode in Continuous Series)–** अखण्डित श्रेणीं में बहुलक मूल्य निश्चित करने के लिये सर्वप्रथम परिस्थितिनुसार निरीक्षण विधि या समूहन विधि द्वारा बहुलक वर्गान्तर ज्ञात किया जाता है और उसके पश्चात् निम्नलिखित सूत्र के प्रयोग से उस वर्गान्तर में स्थित बहुलक मूल्य निकालते हैं।

$$Z = L + \frac{f_1 - f_0}{2f_1 - f_0 - f_2} \times i$$

यहाँ Z का अर्थ बहुलक मूल्य से है, f_1 बहुलक वर्गान्तर की आवृत्ति है, f_0 बहुलक वर्गान्तर से पहले वर्गान्तर की आवृत्ति, f_2 बहुलक वर्गान्तर से अगले वर्गान्तर की आवृत्ति i बहुलक वर्गान्तर का विस्तार, L बहुलक वर्गान्तर का निचला सीमा मूल्य है।

उदाहरण 10. निम्नलिखित श्रेणी में बहुलक मूल्य ज्ञात कीजिए। (सारणी 1.16)

हल– यह श्रेणी नियमित है अतः निरीक्षण द्वारा ज्ञात होता है कि बहुलक 20 से 25 श्रेणी के मध्य है। इस बहुलक वर्गान्तर में बहुलक श्रेणी का मूल्य ज्ञात करने के लिये ऊपर बताये गये सूत्र का प्रयोग किया जायेगा। सूत्र के अनुसार संकेतकों का मान इस प्रकार है,

$$L = 20,\ f_1 = 20,\ f_0 = 12,\ f_2 = 15,\ i = 5$$

$$\text{बहुलक} = L\ \frac{f_1 - f_0}{2f_1 - f_0 - f_2} \times i$$

$$= 20 + \frac{(20-12)}{2(20-12-15)} \times 5$$

टिप्पणी

$$= 20 + \frac{8}{13} \times 5$$

$$= 20 + \frac{8}{13} \times 5 = 23.07$$

बहुलक = 23.07

सारणी 1.16

मूल्य	आवृत्ति
5–10	4
10–15	10
15–20	12
20–25	20
25–30	15
30–35	13
35–40	11
40–45	9
45–50	5

1.2.9 मानक विचलन (Standard Deviation)

किसी समंक श्रेणी में समान्तर माध्य से ज्ञात किये गये विभिन्न पदों के विचलनों के वर्गों के समान्तर माध्य का वर्गमूल उस श्रेणी का मानक विचलन कहलाता है तथा मानक विचलन को श्रेणी के समान्तर माध्य से भाग देने पर जो संख्या प्राप्त होती है उसे मानक विचलन का गुणांक (Coefficient of Standard Deviation) कहते हैं। मानक विचलन ज्ञात करने के लिए सदैव समान्तर माध्य से किसी श्रेणी के पदों का विचलन निकालते हैं तथा ऋणात्मक तथा धनात्मक विचलनों को यथावत् लिखते हैं। विचलनों के वर्ग किए जाने पर ऋणात्मक विचलन भी धनात्मक हो जाते है।

मानक विचलन एक आदर्श प्रकीर्णन माप है। इसका प्रयोग अनेक सांख्यिकीय विधियों में किया जाता है। मानक विचलन को ग्रीक भाषा में लघु सिगमा (σ) द्वारा इंगित किया जाता है। मानक विचलन के गुणांक (C of σ) से दो या दो से अधिक समंक श्रेणियों में पदों के प्रकीर्णन की परस्पर तुलना की जा सकती है। अर्थात् यह ज्ञात किया जा सकता है कि किस श्रेणी में प्रकीर्णन सबसे अधिक अथवा सबसे कम है–

1. **व्यक्तिगत श्रेणी में मानक विचलन की गणना (Determination of S.D. in Individual Series)–** व्यक्तिगत समंक श्रेणी में मानक विचलन ज्ञात करने की क्रिया निम्नलिखित चरणों में पूर्ण की जाती है–

   (i) सबसे पहले श्रेणी का समान्तर माध्य ($\bar{x}$) ज्ञात करते हैं।

टिप्पणी

(ii) श्रेणी के प्रत्येक मूल्य में से समान्तर माध्य घटा कर मूल्यों के विचलन ($d = x - \bar{x}$) ज्ञात करते हैं।

(iii) प्रत्येक विचलन का वर्ग (d^2) निकालते हैं तथा इन विचलनों के समान्तर माध्य का वर्गमूल ज्ञात करते है।

इस प्रकार मानक विचलन की गणना निम्नलिखित सूत्र के अनुसार की जाती है।

मानक विचलन (S.D.) $\sigma = \sqrt{\dfrac{\sum d^2}{N}}$

उदाहरण 11. निम्नलिखित सारणी में कुछ विद्यार्थियों के भार (किलोग्राम) दिये गये है। मानक विचलन ज्ञात कीजिये।

सारणी 1.17

विद्यार्थी	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
भार	35	38	40	43	44	45	48	37	42	38

सारणी 1.18: मानक विचलन की गणना

विद्यार्थी	**भार किलोग्राम**	**समान्तर माध्य से विचलन**	**विचलन का वर्ग**
	(x)	$(x-\bar{x})$ या d	$(x-\bar{x})^2$ या d^2
A	35	− 6	36
B	38	− 3	9
C	40	− 1	1
D	43	+ 2	4
E	44	+ 3	9
F	45	+ 4	16
G	48	+ 7	49
H	37	− 4	16
I	42	+ 1	1
J	38	− 3	9
N = 10	$\sum x = 410$		$\sum d^2 = 150$

समान्तर माध्य या $\bar{x} = \dfrac{410}{10} = 41$

मानक विचलन ज्ञात करने का सूत्र $\sigma = \sqrt{\dfrac{\sum d^2}{N}} = \sqrt{\dfrac{150}{10}}$

$$= \sqrt{\frac{150}{10}} = 3.872$$

मानक विचलन = 3.872

टिप्पणी

2. **खण्डित श्रेणी में मानक विचलन की गणना (Determination of S.D. in Discrete Series)–** खण्डित श्रेणी में मानक विचलन ज्ञात करने की विधि व्यक्तिगत श्रेणी जैसी ही है। अन्तर केवल यह है कि व्यक्तिगत श्रेणी में विचलन मूल्यों के वर्गों का समान्तर माध्य ज्ञात किया जाता है जबकि खण्डित श्रेणी में विचलन मूल्य के वर्ग में सम्बंधित आवृत्ति की गुणन करने के पश्चात् समान्तर माध्य निकालते है। अतः खण्डित श्रेणी में मानक विचलन ज्ञात करने का सूत्र निम्नलिखित है।

$$\text{मानक विचलन } \sigma = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{N}}$$

(यहाँ f बारम्बारता, d^2 विचलन मूल्य का वर्ग तथा N पदों की संख्या है।)

उदाहरण 12. निम्नलिखित समंक श्रेणी में मानक विचलन ज्ञात कीजिये।

सारणी क्र. 1.19

प्राप्तांक	10	11	12	14	18	20	25
विद्यार्थियों की संख्या	8	10	15	16	7	6	8

हल– मानक विचलन की गणना

सारणी क्र. 1.20

प्राप्तांक	विद्यार्थियो की संख्या *(f)*	प्राप्तांक × आवृत्ति *(fx)*	समान्तर माध्य से विचलन $x = \bar{x} \, or \, d$	विचलन मूल्य d^2	विचलन का वर्ग fd^2
10	8	80	– 4.85	23.52	188.18
11	10	110	– 3.85	14.82	148.22
12	15	180	– 2.85	8.12	121.83
14	16	234	– 0.85	0.72	11.56
18	7	126	+ 3.15	9.92	69.45
20	6	120	+ 5.15	26.52	159.13
25	8	200	+ 10.15	103.02	824.18
	N=70	$\sum fx$=1040			$\sum fx^2$=1522.55

$$\text{समान्तर माध्य } \bar{x} = \frac{\sigma fx}{N} = \frac{1040}{70} = 14.85$$

$$\text{मानक विचलन या } \sigma = \sqrt{\frac{\sigma fd^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{1522.55}{70}} = 4.663$$

मानक विचलन $= 4.663$

टिप्पणी

3. **अखण्डित श्रेणी में मानक विचलन की गणना (Determination of S.D. in Continuous Series)–** यदि श्रेणी अखण्डित होती है तो मानक विचलन ज्ञात करने के लिए श्रेणी के वर्गान्तरों के मध्य मूल्य ज्ञात करके समान्तर माध्य ज्ञात कर लेते हैं और इन मध्य मूल्यों को श्रेणी का X मूल्य मान लेते हैं तथा शेष क्रिया खण्डित श्रेणी की तरह होती है।

उदाहरण 13. निम्नलिखित समंक श्रेणी में मानक विचलन ज्ञात कीजिए।

सारणी क्र. 1.21

प्राप्तांक	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70
विद्यार्थियों की संख्या	5	14	18	20	18	15	10

हल–

सारणी क्र. 1.22

प्राप्तांक	मध्य मूल्य *(x)*	आवृत्ति *(f)*	मध्य मूल्य × आवृत्ति *(fx)*	*x* से विचलन वर्ग $\frac{\bar{x}-367}{(x-\bar{x})\text{या } d}$	विचलन वर्ग d^2	आवृत्ति तथा विचलन के वर्ग का गुणनफल d^2
0–10	5	5	25	– 31.7	1004.89	5024.45
10–20	15	14	210	– 21.7	470.89	6592.46
20–30	25	18	450	– 11.7	136.89	2464.02
30–40	35	20	700	– 1.7	2.89	57.80
40–50	45	18	810	+ 8.3	68.89	1240.02
50–60	55	15	825	+ 18.3	334.86	5023.35
60–70	65	10	650	+ 28.3	800.89	8008.90
		N=100	$\sum fx = 3670$			$\sum fd^2 = 28411.00$

समान्तर माध्य $\bar{x} = \frac{\sum fx}{N}$

$$= \frac{3670}{100} = 36.7$$

टिप्पणी

मानक विचलन का सूत्र $\sigma = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{N}} = \sqrt{\frac{28411}{100}} = 16.85$

मानक विचलन =16.85

1.3 मौखिक प्रश्नोत्तर (Oral Questions and Answers)

1. भूगोल में सांख्यिकीय विधियाँ क्यों प्रयोग की जाती है?

   उत्तर– सांख्यिकीय के प्रयोग से भूगोल के अध्ययन को सुस्पष्ट करने में सहायता मिलती है। आंकडों का प्रयोग प्राकृतिक एवं मानवीय वस्तुओं से सम्बधित अध्ययन में किया जाता है।

2. आँकड़े (Data) किसे कहते है?

   उत्तर– सर्वेक्षण, प्रयोगों और अनुसंधानों में जों संख्याएँ प्राप्त होती है, उन्हे आँकड़े (Data) कहते है।

3. बारम्बारता (Frequency) क्या होती है?

   उत्तर– बारम्बारता के विभिन्न वर्गो में वितरण की प्रक्रिया को बारम्बारता बंटन कहते है।

4. औसत या माध्य (Mean) से आप क्या समझते है?

   उत्तर– विभिन्न आँकड़ों के मूल्यों, मात्राओं या पदों के योग में उनकी संख्या का भाग देने पर प्राप्त संख्या माध्य कहलाता है।

5. माध्य निकालने का सूत्र बताइये।

   उत्तर– माध्य = $\frac{\sum \text{पदों के मूल्य}}{\text{पदों की संख्या}}$

6. माध्य निकालने की कौन–कौन सी विधियाँ हैं?

   उत्तर– माध्य निकालने की निम्नलिखित विधियाँ है

   1. दीर्घ विधि (Long Method)
   2. लाघव विधि (Short cut Method)
   3. प्रत्यक्ष विधि (Direct Method)

7. माध्यिका (Median) किसे कहते हैं?

   उत्तर– किसी पंक्तिबद्ध श्रेणी का केन्द्र बिन्दु माध्यिका होता है।

8. माध्यिका को निकालने का क्या सूत्र है?

   उत्तर– माध्य पद = $\frac{\text{स्थानों की संख्या} + 1}{2}$

9. बहुलक (mode) किसे कहते हैं?

   उत्तर– किसी श्रेणी के सर्वाधिक बारम्बारता के चल मूल्य (Varible) कों बहुलक (Mode) कहते है।

10. मानक विचलन (Standard Deviation) की परिभाषा बताओं।

उत्तर– किसी श्रेणी के समान्तर माध्य से निकाले गए, उसके विभिन्न पद मूल्यों के विचलनों के वर्गो के माध्य का वर्गमूल, उस श्रेणी का मानक विचलन कहलाता है।

11. मानक विचलन ज्ञात करने के लिए प्रत्यक्ष विधि का सूत्र बताइए।

उत्तर– $\sigma=\sqrt{\frac{\sum d^2}{N}}$ अथवा $\sigma=\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}}$

1.4 अभ्यास प्रश्न (Practice Questions)

1. निम्नलिखित आँकड़ों की सहायता से समान्तर माध्य ज्ञात किजिए।

क्रमांक	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
प्राप्तांक	20	28	35	42	50	54	65	70	72	74

उत्तर– 51

2. निम्नलिखित समंको की सहायता से समान्तर माध्य निकालिए।

वर्ग– अन्तराल	आवृत्ति
10 – 20	1
20 – 30	2
30 – 40	3
40 – 50	5
50 – 60	7
60 – 70	12
70 – 80	16
80 – 90	10
90 – 100	4

उत्तर– 66.5

3. निम्नलिखित समंको की सहायता से समान्तर माध्य ज्ञात कीजिए।

वर्ग–अन्तराल	आवृत्ति	वर्ग–अन्तराल	आवृत्ति
10–20	1	60–70	11
20–30	3	70–80	7
30–40	6	80–90	6
40–50	11	90–100	3
50–60	9	100–110	1

उत्तर– 59.14

टिप्पणी

4. निम्नलिखित पदमाला की माध्यिका ज्ञात किजिए।

5, 7, 9, 12, 10, 8, 7, 15, 21

उत्तर– 5वें पद की माप 9

5. माध्यिका ज्ञात कीजिए।

वर्ग–अन्तराल	आवृत्ति	वर्ग–अन्तराल	आवृत्ति
1–3	6	9–11	21
3–5	53	11–13	16
5–7	85	13–15	4
7–9	56	15–17	4

उत्तर– 6.5

6. निम्नलिखित श्रेणी का बहुलक ज्ञात किजिए।

माप	बारम्बारता	माप	बारम्बारता
5	48	13	52
6	52	14	41
7	56	15	57
8	60	16	63
9	63	17	52
10	57	18	48
11	55	19	40
12	50		

उत्तर– बहुलक 9

इकाई 2 मानचित्र प्रक्षेप (Map Projections)

टिप्पणी

संरचना (Structure)

2.0 परिचय
2.1 उद्देश्य
2.2 मानचित्र प्रक्षेप
2.3 ग्लोब
2.4 अक्षांश एवं देशान्तर रेखाएँ
2.4.1 अक्षांश रेखाएँ
2.4.2 मानचित्र प्रक्षेप का इतिहास
2.5 मानचित्र प्रक्षेप के लक्षण
2.6 मानचित्र प्रक्षेप का वर्गीकरण
2.7 शंक्वाकार प्रक्षेप
2.7.1 एक मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप
2.7.2 दो मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप
2.8 बॉन प्रक्षेप
2.9 बहुशंक्वाकार प्रक्षेप
2.10 बेलनाकार या आयताकार प्रक्षेप
2.11 बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप
2.12 साधारण या सम–दूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप
2.13 ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
2.14 केन्द्रीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
2.15 त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
2.16 लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
2.17 मौखिक प्रश्नोत्तर
2.18 अभ्यास प्रश्न

2.0 परिचय (Introduction)

प्रक्षेप प्रक्षेपित करने की प्रक्रिया से सम्बंधित है। भौगोलिक रूप में प्रक्षेपित करने की संकल्पना ग्लोबीय पृथ्वी पर अक्षांश देशांन्तर रेखाओं के रेखाजाल को प्रक्षेपित करने से सम्बन्धित है। यह माना जाता है कि ग्लोब पर काल्पनिक रूप अंकित अक्षांश और देशान्तर रेखाओं का जाल यदि किसी समतल सतह पर प्रक्षेपित किया जाए तो एक निश्चित क्रम में मूल जाल की चपटी अनुकृति समतल सतह पर बन जायेगी। यही वास्तव में प्रक्षेपण प्रक्रिया का परिणाम है। हम यह जानते है कि पृथ्वी का आकार ग्लोबीय है। इसके सतह पर स्थित विभिन्न देश, महाद्वीप और महासागर लम्बाकार, गोलाकार आदि रूपों में फैले है। भूगोल के विभिन्न अध्ययनों में धरातल ही आधार बिन्दु बनता है। धरातल पर स्थित क्षेत्रों अथवा विभिन्न मानवीय क्रियाओं का मानचित्रण विषय को बोधगया बनाता है। पहले ग्लोबीय आभार के निश्चित

टिप्पणी

होने पर उसके मानचित्रण की समस्या उत्पन्न हुई। तब विभिन्न स्थानों या क्षेत्रों की स्थित निर्धारण हेतु पृथ्वी तल पर अक्षांश और देशान्तर रेखाओं की परिकल्पना की गई। चूँकी अक्षांश और देशान्तर रेखाएँ सम्पूर्ण पृथ्वी सतह पर अक्षों के रूप में सापेक्षित स्थिति निर्धारण में महत्वपूर्ण है। इसलिये जब पृथ्वी तल पर अक्षांश देशान्तर रेखाओं के जाल की कल्पना की गयी तो उसकी विशेषताओं के अनुरूप समतल सतह पर उनके समरूपी जाल बनाने की समस्या आयी ताकि ग्लोबिय पृथ्वी तल को समतल कागज पर प्रदर्शित किया जा सके। इसके लिये माना गया कि यदि ग्लोब पर फैले जाल को विभिन्न स्थानों से केन्द्र में प्रकाश रखकर प्रक्षेपित किया जाए तो अक्षांश देशान्तर रेखाओं का जाल सापेक्षित अनुकृति के अनुसार समतल सतह पर उतर जायेगा और इस आधार पर मूल ग्लोबिय तल पर स्थित क्षेत्र की अनुकृति सहज रूप में समतल कागज पर बन जायेगी। यही मानचित्र प्रक्षेप की परिकल्पना है।

2.1 उद्देश्य (Objectives)

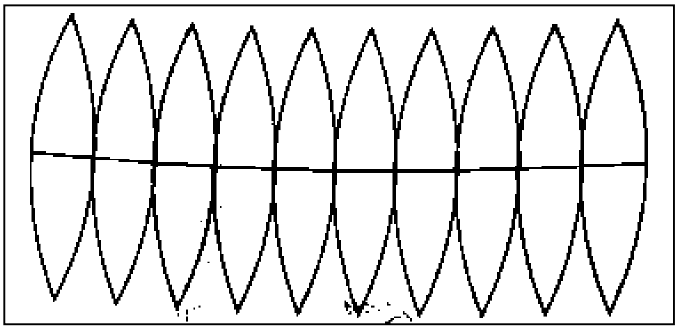
मानचित्र प्रक्षेप के निम्न लिखित उद्देश्य हैं–

- अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को समतल पृष्ठ पर उतारना।
- पृथ्वी के किसी भाग को सही आभार एवं विस्तार में दिखाना।
- मानचित्रों के विकास को बढावा देना तथा किसी क्षेत्र का व्यवस्थित व क्रमबद्ध कार्य प्रस्तुत करना।

2.2 मानचित्र प्रक्षेप (Map Projections)

मानचित्र प्रक्षेप वह विधि है जिसके द्वारा गोलाकार पृथ्वी या उसके किसी भाग को अक्षांश देशान्तर रेखाओं की सहायता से सपाट तल या समतल कागज पर प्रदर्शित किया जाता है। गोल पृथ्वी को समतल कागज पर अधिकाधिक शुद्धता से प्रदर्शित करणे का यह प्रयास तभी से प्रारम्भ हो गया जब कि अरस्तू ने पृथ्वी को गोल बताया। यूनान एवं रोम काल में इरैस्थनीज, हिप्पारकस एवं टॉलेमी ने गोल पृथ्वी को समतल तल पर बनाने के लिए पहली बार अक्षांश देशान्तर रेखाओ का सहारा लिया। इनमें से अलेक्जेण्ड्रिया (सिकन्दरिया) वासी टॉलेमी ने गणित विधि से गोल पृथ्वी को समतल कागज पर बनाने के लिए अक्षांश देशान्तर की दूरी निश्चित कर दो शंक्वाकार प्रक्षेपो की रचना की। शुद्ध मानचित्र बनाने में पृथ्वी की गोलाई को ध्यान में रखने की बात तभी से आधारभूत मानी जाने लगी। आज लघु मापनी पर जो भी मानचित्र बनाए जाते है उनमें पृथ्वी की गोलाकृति को ध्यान में रखना होता है। सभी प्रकार की सावधानी रखने के बाद भी गोलाकार पृथ्वी को किसी भी विधि द्वारा समतल कागज पर पूर्ण शुद्धता से प्रदर्शित नहीं किया जा सकता जैसा कि चित्र 2.1 से स्पष्ट है।

टिप्पणी



चित्र क्र. 2.1: गोलीय आकृति को चपटे तल पर प्रदर्शित करने की समस्या : एक उदाहरण

2.3 ग्लोब (Globe)

यदि हम गोलाकार पृथ्वी या ग्लोब के छोटे छोटे भागों में भी दबा हुआ या चपटा मानें तब भी इन भागो मे पृथ्वी के मानचित्रों में गोलाई का ध्यान रखने से यहां की दिशा, आकृति या स्वरूप, क्षेत्रफल, मापनी आदि में से कोई भी तत्व पृथ्वी के गोले के समान शुद्ध नही होगा। पृथ्वी की शुद्धाकृति तो ग्लोब या गोले पर ही आ सकती है। प्रायः शिक्षण संस्थाओं में जिन ग्लोब का प्रयोग होता है, उसका व्यास 20 सेंमी से 60 सेमी के बीच होता है। ऐसा ग्लोब इतना छोटा होता है कि इसमें प्रायः छोटे छोटे देशों के नाम और छोटे–छोटे द्वीपों की स्थिति के लिए भी स्थान नहीं होता। फिलिप लेक के अनुसार, ''यदि हम पृथ्वी के ग्लोब को एक फीट व्यास का बनाएं तो उस पर सर्वोच्च शिखर $\frac{1}{100}$ इंच से भी कम उंचाई द्वारा एवं सबसे गहरा महासागर $\frac{1}{100}$ इंच की गहराई द्वारा दर्शाए जाएंगे।'' अतः ऐसे ग्लोब विश्व के किसी भाग के भौगोलिक अध्ययन के लिए सर्वथा अनुपयुक्त हैं।

मानचित्र प्रक्षेप की परिभाषाएँ

1. ''एक मानचित्र प्रक्षेप ग्लोब की अक्षांश देशान्तर रेखाओं को चपटे कागज पर प्रदर्शन की विधि है।'' **–जे.ए.स्टीअर्स**

   "A map projection is a means of representing the lines of latitude and longitude of the globe on a flat sheet of paper." **– J. A. Stears**
2. ''पृथ्वी के धरातल की समानान्तर और देशान्तर रेखाओं को चपटे मानचित्र पर दर्शाने की विधि ही मानचित्र प्रक्षेप है।'' **–केलेवे**
3. "Map projection can be defined as an orderly or systematic arrangement of the earth's grid on a plane surface." **–Von Riper**
4. "A map projection is a orderly system of parallels and meridians used as basis for drawings map on flat surface." **– Strahler, A.N.**

इस प्रकार एक प्रक्षेप गोलाकार पृथ्वी या उसके किसी भाग की वक्रता को दर्शाने वाली वह विधि या व्यवस्था है जिसकी सहायता से अक्षांश देशान्तर रेखा

जाल को समतल सतह या चौकोर कागज पर इस प्रकार बनाया जाता है कि पृथ्वी एवं प्रक्षेप के स्थल तद्नुरूपी हों।

टिप्पणी

मानचित्र का आधार शुद्ध मापनी पर बनाया गया अक्षांश देशान्तर रेखाओं का वर्गीकृत जाल है। इस कारण अब लघु मापनी पर बनाए गए सभी मानचित्रों एवं दीर्घ मापनी पर बनाए गए ऐसे मानचित्रों में जिनमे पृथ्वी की वक्रता को ध्यान में रखा गया हो, अक्षांश देशान्तर रेखाएँ अंकित रहती है। मानचित्र कला में प्रारम्भ से ही प्रक्षेप शब्द का प्रयोग उस विधि के लिए होता रहा है जिससे कि समतल सतह पर पृथ्वी की वक्रता को प्रक्षेपित किया जाए।

उपर्युक्त परिभाषाओं एवं स्पष्टीकरण से पता चलता है कि प्रक्षेप की रचना मे निम्न बातों को ध्यान में रखा जाता है–

(अ) पृथ्वी की गोलाई एवं उसका चपटे तल पर प्रदर्शन,

(ब) मापनी एवं दिशा और

(क) अक्षांश देशान्तर रेखाओं का व्यवस्थित जाल।

2.4 अक्षांश एवं देशान्तर रेखाएँ (Lines of Latitudes and Longitudes)

अक्षांश देशान्तर रेखाओं की स्थिति का आधार घूमती हुई पृथ्वी के दोनों स्थिर छोर (ध्रुव) और उनके मध्य का वृहद् वृत्ता (विषुवत् रेखा) है। यह उपर्युक्त रेखाओं के विभाजन हेतु नैसर्गिक सन्दर्भ बिन्दुओं का काम करते है।

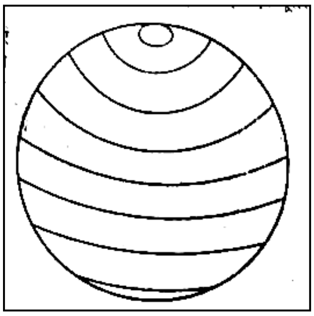
2.4.1 अक्षांश रेखाएँ (Latitudes)

विषुवत् रेखा से ध्रुवों की ओर की दूरियां बताने वाली पूर्व–पश्चिम दिशा में खींची गई वृत्तीय या चापाकार रेखाएँ अक्षांश रेखाएँ (Latitudes) कहलाती है। यह आपस मे समान्तर होती हैं। इसीलिए इन्हें समान्तर रेखाएँ (Parallels) भी कहते है। विषुवत् रेखा से उत्तरी एवं दक्षिणी ध्रुव प्रत्येक के बीच 90^0 का कोणीय अन्तर है, इनमें भी स्वयं ध्रुव एक बिन्दु है। अतः उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव प्रत्येक की ओर 89^0 तक अक्षांश रेखाएँ खींची जाती है। इस प्रकार ध्रुवों सहित 180^0 अक्षांश एवं विषुवत् रेखा है। इनमें केवल विषुवत् रेखा ही वृहद् वृत्त है। यही ग्लोब को समद्विभाजित करता है। शेष सभी अक्षांश (ध्रुवों को छोडकर) लघु वृत्त हैं। पृथ्वी अपनी धुरी पर तल से $66\frac{1_0}{2}$ का कोण बनाकर सूर्य की परिक्रमा करती है। इसी कारण $23\frac{1_0}{2}$ उत्तर–दक्षिण जिन्हे कि क्रमशः कर्क एवं मकर रेखा कहते हैं एवं $66\frac{1_0}{2}$ उत्तर व दक्षिण जिन्हे क्रमशः उत्तरी ध्रुव वत्त एवं दक्षिणी ध्रुव वत्त भी कहते हैं, की स्थिति निश्चित करना सरल हो गया है। जहां वर्ष में केवल एक दिन ही दोपहर को सूर्य की किरणे लम्बवत् चमकती है, उसे ही उत्तरी गोलार्द्ध (विषुवत् रेखा का उत्तरी भाग) में कर्क रेखा ($23\frac{1_0}{2}$ उ.) और दक्षिणी गोलार्द्ध (विषुवत् रेखा का दक्षिणी भाग)

में मकर रेखा ($23\frac{1_0}{2}$ द.) कहते है। इसी भांति जिन भागों में वर्ष में केवल एक बार 24 घण्टे का दिन एवं 24 घण्टे की रात्रि होती है उन्हें ही उत्तरी एवं दक्षिणी गोलार्द्ध में क्रमशः उत्तरी ($66\frac{1_0}{2}$ उ.) एवं दक्षिणी ($66\frac{1_0}{2}$ द.) ध्रुव वृत्त कहते है।

अक्षांश रेखाओं के मुख्य लक्षण

1. सभी अक्षांश रेखाएँ (ध्रुवों को छोड़) पूर्व वृत्तीय एवं एक–दूसरे के समान्तर होती है।
2. यह शुद्ध पूर्व–पश्चिम दिशा बताने वाली रेखाएँ है। अतः एक ही अक्षांश पर स्थित सभी स्थान शुद्ध पूर्व–पश्चिम दिशा बताएंगे। शुद्ध दिशा प्रक्षेप में इसीलिए ऐसे स्थानों को सीधी रेखा द्वारा जोड दिया जाता है।
3. सभी अक्षांश रेखाएँ देशान्तरों को या एक दूसरे को, समकोण पर काटती है। यद्यपी पृथ्वी ध्रुवों के निकट कुछ चपटी हो गई है और यहां पर अक्षाशों की वक्रता भी बढ जाती है पर उनके काटने के समकोणीय लक्षण में इससे कोई अन्तर नहीं पडता।
4. सभी अक्षांशों में विषुवत् रेखा ही वृत्त (Great-circle) या सबसे बडा अक्षांशीय वृत्त है। इसकी लम्बाई 24,900 मील या 40,075 किमी है। अन्य सभी अक्षांशों की लम्बाई ध्रुवों की ओर जाने पर कोणीय दूरी के आधार पर घटती जाती है। इसी कारण विषुवत् रेखा को छोड अन्य सभी अक्षांश लघु वृत्त एवं ध्रुव बिन्दु होते हैं।



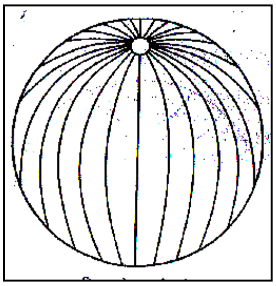
चित्र क्र. 2.2: अक्षांश रेखा

5. विषुवत् रेखा से ध्रुवों की ओर जाने पर अक्षांशों के बीच की दूरी धीरे–धीरे बढती जाती है। क्लार्क के अनुसार जहां विषुवत् रेखा एवं 10 अक्षांश के बीच की दूरी 110.57 किमी है वहां 45^0 एवं 46^0 अक्षांशो एवं 89^0 और 90^0 अक्षांशों के बीच यह दूरी क्रमशः 111.13 किमी और 111.7 किमी है।
6. पृथ्वी के गोले पर स्थित प्रत्येक स्थान या बिन्दु की अक्षांश निश्चित की जा सकती हे। प्रत्येक अक्षांश को 60 भागों या मिनट में एवं प्रत्येक भाग या मिनट को पुनः 60 उप–भागों या सेकण्ड में विभाजित कर 3,600 भागों में सरलता से गणना करते समय बांटा जा सकता है।

टिप्पणी

पश्चिमी देशान्तर रेखाएँ कहते है। जहां पूर्वी और पश्चिमी देशान्तर रेखाएँ मिलती है, वह देशान्तर 0^0 के ठीक दूसरी ओर का अर्द्धवृत्त है। इसे 180^0 देशान्तर कहते हैं। इस प्रकार 180^0 देशान्तर रेखाओं पर दिशा अंकित नही की जाती। यह दोनो मिलकर एक पूरा वत्त या वृहत् वृत्त बनाती हैं। इसी भाँति किन्ही दो विपरीत देशान्तर रेखाओं के मिलने से वृहत् वृत्त बनता है। यह रेखा इस प्रकार शुद्ध उत्तर दक्षिण दिशा बताने के साथ–साथ एक ही देशान्तर पर स्थित दो स्थानों की न्यूनतम दूरी भी बताती है।

देशान्तर रेखाओं के मुख्य लक्षण



चित्र क्र. 2.3: देशान्तर रेखाएँ

1. सभी देशान्तर ध्रुवों पर आकर मिलती हैं। विषुवृत्त रेखा की ओर जाने पर इनके बीच की दूरी बढती जाती है। विषुवत् रेखा पर दो देशान्तरों के बीच की सर्वाधिक दूरी 111.32 किमी है।
2. दोनों ध्रुवों को जोडने वाली रेखा होने के कारण यह शुद्ध उत्तार–दक्षिण दिशा बताती है।
3. सभी देशान्तर रेखाएँ वृहत् वृत्तों के अर्द्धांश है। दो प्रतिमुख देशान्तर मिलकर एक पूर्ण वृत्त या वृहत् वृत्त बनाती है।
4. देशान्तर रेखाओं की स्थिति ध्रुवीय बिन्दु और विषुवत् रेखा दोनों को 360^0 के कोणानुसार विभाजित कर निश्चित की गई है।
5. अक्षांशों की भाँति पृथ्वी के गोले की किसी भी स्थान की देशान्तर मालूम की जा सकती है अर्थात् देशान्तर रेखाओं को भी मिनट एव सेकण्ड में उप–विभाजित किया गया है। प्रत्येक स्थान के देशान्तर के साथ दिशा भी अंकित की जानी चाहिए।

2.4.2 मानचित्र प्रक्षेप का इतिहास (History of Map Projection)

पृथ्वी को गोलाकार मानने से पूर्व ही विशेष उद्देश्यों की पूर्ति हेतु गणितविदों एवं नक्षत्रशास्त्रियों ने यूनान काल में कुछ प्रक्षेंपों की रचना की थी। इन प्रक्षेपों की रचना का मुख्य उद्देश्य ब्रम्हाण्ड में स्थित विभिन्न आकाशीय पिण्डों का अध्ययन करना था। सम्भवतः मिस्र एवं सुमेरवासियों ने भी इससे पूर्व कुछ इसी प्रकार के प्रयोग किए हों पर उनके प्रमाण अब उपलब्ध नहीं है। माना जाता है कि **थेल्स** ने 600 ईसा पूर्व खगोल मानचित्रों के लिए नॉमोनिक प्रक्षेप का प्रयोग किया था जिसे

टिप्पणी

उस काल में जन्मकुण्डली कहते थे। ईसा पूर्व 540 में **पाइथागोरस** ने पृथ्वी की गोलाभ आकृति का उल्लेख किया था। **हैरोडोट्स** ओर **डैमोक्रीटस** ने संसार के मानचित्र बनाए थे। **इरेटोस्थनीज** (270–196 ईसा पूर्व) ने पृथ्वी की परिधि का सही अनुमान भी दिया था उसने अपने संसार के मानचित्र में सात अक्षांश रेखाएँ तथा सात देशान्तर रेखाएँ प्रदर्शित की थीं। **हिप्पारकस** (150 ईसा पूर्व) ने इरेटोस्थनीज के अनियमित रेखाजाल में संशोधन एवं परिवर्द्धन करके अपने संसार मानचित्र में समान दूरी के अन्तर पर ग्यारह अक्षांश रेखाएँ खींची थीं। इस प्रकार सर्वप्रथम बनाए गये मानचित्र प्रक्षेप अक्षांश–देशान्तर रेखाओं से निर्मित आयतों के रूप में थे। प्राचीन भूगोलविदों में स्ट्रैबो ही ऐसा व्यक्ति था जिसने पृथ्वी की गोलाभ आकृति को समतल धरातल पर बनाने और उसके रेखाजाल बिछाने की कठिनाई को अनुभव किया था।

यूनानी सभ्यता का अन्तिम और सर्वोत्तम मानचित्राकार **क्लोडियस टॉलेमी** था जिसने संसार का मानचित्र बनाने के लिए शंक्वाकार प्रक्षेप पर अक्षांश और देशान्तरों का जाल बिछाया था। टॉलेमी से पूर्व तक **नॉमोनिक** (Gnomonic) **गोलीय** (Stereographic) और **लम्बकोणीय** (Orthographic) प्रक्षेपों की रचना की जाती थी।

मानचित्र प्रक्षेपों का विकास समुद्री यात्राओं के मानचित्रों के लिए बेलनाकार प्रक्षेप के रूप में हुआ। अरब भूगोलविद् **इदरीसी** ने 1154 में एक आयताकार प्रक्षेप बनाया जो मानचित्रकला का सबसे महत्वपूर्ण योगदान है। मानचित्रकला के विकास में 14 वीं से 17 वी शताब्दी का काल पुनः जागरण काल कहा जाता है। 1466 ई. में **निकोलस** ने बहुभुजीय प्रक्षेप बनाया। 1507 ई. मे **मार्टिनवॉल्ड सीमुलर** ने बोन प्रक्षेप से मिलता जुलता प्रक्षेप तैयार किया। 1559 ई. में **गिरारडस मर्केटर** ने संसार का यथाकृतिक बेलनाकार (मर्केटर) प्रक्षेप बनाया। 1643 ई. में **फादर एस. जे.जी. फारनियर** ने गोलाकार प्रक्षेप बनाया। इस प्रक्षेप में देशान्तर रेखाओं को दीर्घवृत्तों के रूप में बनाया गया था। 1605 ई. में **निकोलस सैन्सन** ने एक प्रक्षेप बनाया जिसे लगभग 50 वर्षों के बाद **जॉन फ्लैमस्टीड** ने सुधारा और इस प्रक्षेप का नाम इन दोनों विद्वानों के नाम पर सैन्सन–फ्लैम स्टीड सिनुसॉयडल प्रक्षेप पड़ा। 1660 ई. मे **जें.बी. निकोलोसी** ने इस प्रक्षेप में देशान्तर रेखाओं को वृतांशों की तरह बनाकर फॉरनियर की रचना विधि को सरल कर दिया था। 1793 ई. में **एरोस्मिथ** ने इस रेखाजाल को गोलाकार प्रक्षेप के नाम से पुनः प्रस्तुत किया। 1772 ई. में **जोह्न हेनरिच लेम्बर्ट** ने समक्षेत्र बेलनाकार, समक्षेत्र खमध्य प्रक्षेप, दो मानक, अक्षांश वाला शंक्वाकार प्रक्षेप, एक मानक अक्षांश वाला समक्षेत्र शंक्वाकार प्रक्षेप तथा तिर्थक यथाकृतिक व समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेपों की रचना का मानचित्रकला के विकास में महत्वपूर्ण योगदान किया। 1805 ई. में **कार्ल ब्रेंडन मॉलबीड** नामक जर्मन मानचित्रकार ने समक्षेत्र प्रक्षेप (मॉलबीड) बनाया। 1820 ई. में अमरीकी मानचित्रकार व सर्वेयर **फर्डीनेण्ड हैसलर** ने बहुशंकु प्रक्षेप की रचना की थी। 1916 ई. में **जे. पॉल गुडी** नामक अमरीकी मानचित्रकार ने मॉलबीड प्रक्षेप के विच्छिन्न रूप को प्रकाशित किया जो विच्छिन्न मॉलवीड प्रक्षेप या गुडी का समक्षेत्र प्रक्षेप कहलाया था।

टिप्पणी

आधुनिक मानचित्रकला में प्रक्षेप के निर्माताओं में उपरोक्तों के अतिरिक्त **रिगोबर्ट बोन, ए. पैंक, आर. ई. हैरीसन, एफ. वैब्सटर मैकबीर्ड** और **पॉल डी. थामस** आदि उल्लेखनीय है।

2.5 मानचित्र प्रक्षेप के लक्षण (Features of Map Projection

प्रक्षेप शब्द का नामकरण गोले या ग्लोब के किसी भाग को ज्यामितीय विधि द्वारा चपटे तल का कागज पर प्रक्षेपण करने के लिए खोजी गई विधियों से पड़ा है। ग्लोब के रेखाजाल पर पडने वाले प्रकाश की तीन भिन्न'–भिन्न स्थितियों के अनुसार ही समतल धरातल पर बनने वाली भिन्न–भिन्न आकृतियों के अक्षांश देशान्तरीय वर्गीकृत रेखाजाल (Graticule) को भिन्न–भिन्न नामों से पुकारते हैं–

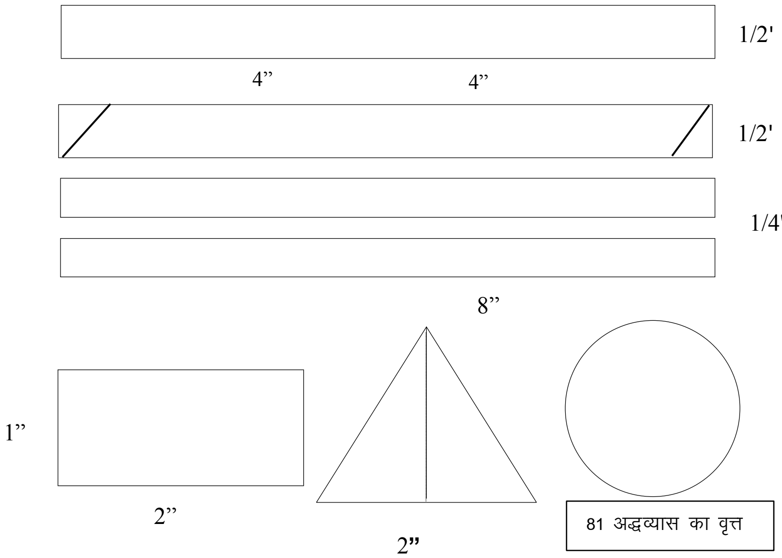
1. जब प्रकाश गोले के केन्द्र से विकसित होता है तो उसे केन्द्रीय, नॉमोनिक (Gnomonic) या त्रैज्य प्रक्षेप के नाम से पुकारते हैं।
2. जब प्रकाश गोले के दूसरे छोर से आ रहा हो तो उसे गोलीय (Stereographic) प्रक्षेप कहते हैं, और
3. जब प्रकाश अनन्त से आ रहा हो तो उसे लम्बकोणीय या आर्थोग्राफिक (Orthographic) प्रक्षेप कहते हैं।

इनमें से प्रत्येक प्रक्षेप को समतल सतह पर बनाने के लिए कागज को ध्रुव, विषुवत् रेखा या गोले पर अन्यत्र कहीं भी किसी भी स्थिति (तिर्यक स्थिति) में रख सकते हैं। इनसे भिन्न–भिन्न प्रकार की प्रक्षेपीय आकृतियां बनती है।

मानचित्र प्रक्षेप के प्रधान लक्षण निम्न हैं। इनमें से एक या अधिक को अधिकाधिक शुद्धता से दर्शाना ही एक मानचित्र प्रक्षेप का समुचित लक्ष्य माना जा सकता है–

1. क्षेत्रफल की शुद्धता (Preservation of Area or Equivalence)
2. शुद्ध आकृति, समरूपता या समाकृति (Orthomorphism or Confirmality)
3. शुद्ध दूरी (True Linear Scale or Correct Distance)
4. शुद्ध दिशा (Correct direction or Azimuthality)
5. मध्यवर्ती अक्षांश व देशान्तर की शुद्धता (Accurancy of Central meridian and standard parallel)
6. अधिकाधिक गुणों का सापेक्ष समावेश (Compromise)
7. सरल संरचना (Easy to draw)

टिप्पणी



चित्र क्र. 2.4: समक्षेत्रफल आकृतियों के वृत्त रूप एवमं अन्तर्निहित विकृतियां

2.6 मानचित्र प्रक्षेप का वर्गीकरण (Classification of Map Projections)

समतल कागज पर वर्गीकृत रेखाजाल बनाने का मुख्य उद्देश्य ग्लोब के मुख्य लक्षणों को दर्शाना है परन्तु रॉबिन्सन' के अनुसारः

"No matter how the spherical surface may be transformed to the plane surface the relationship on the spherical surface cannot be entirely duplicated on the plane"

इसी कारण किसी भी प्रक्षेप में ग्लोब के एक या दो लक्षण ही शुद्ध आ पाते हैं। कई बार एक लक्षण की शुद्धता को बनाए रखते समय अन्य लक्षणों की इतनी अधिक विकृति का समावेश हो जाता है कि स्वयं शुद्धता भी महत्वहीन हो जाती है। जैसे अधिकांश समक्षेत्रफल प्रक्षेपों के मानचित्रों के पार्श्वीय भाग की आकृतियों में हो जाता है।

प्रक्षेप में उपर्युक्त शुद्धता लाने के लिए अधिकांश दशा में गोले की सहायता ली जाती है। गोला या ग्लोब को ही प्रक्षेप रचना एवं प्रक्षेप वर्गीकरण का आधार माना गया है। ग्लोब के विभिन्न भागों से आने वाले प्रकाश पुंज की स्थिति एवं प्रक्षेप तल की स्थिति इस दृष्टि से बहुत महत्वपूर्ण है। मानचित्र प्रक्षेप का वर्गीकरण निम्न प्रकार से किया गया है–

1. उपर्युक्त प्रक्षेप वर्गीकरण को वर्णन के आधार पर मोटे तौर पर सभी प्रक्षेपों को दो समूहों में रखा जा सकता है–

टिप्पणी

(अ) **संदर्भ प्रक्षेप (Perspective Projections)**– ऐसे प्रक्षेपों को पृथ्वी के घटाए गए ग्लोब को आधार मानकर प्रकाशीय स्थिति के अनुसार बनाया जाता है। इन्हें बेलनाकार, शंक्वाकार एवं शिरोबिन्दु वर्गों में बांटा गया है। प्रत्येक प्रक्षेप की विषुवत् रेखीय, ध्रुवीय एवं तिर्यक कोई भी स्थिति हो सकती है।

(ब) **असंदर्भ प्रक्षेप (Non-Perspective Projections)**– इन्हें गणित की सहायता से संदर्भ प्रक्षेपों मे संशोधन कर बनाया जाता है या गणितीय परिकल्पना द्वारा इन्हें बनाया जाता है। ऐसे प्रक्षेपों की रचना में सारणी की मदद ली जाती है। इन्हें संशोधित या रूढ़ या परम्परागत प्रक्षेप भी कहते हैं।

2. उद्देश्य के अनुसार प्रक्षेप बनाते समय मानचित्रकार का एक निश्चित लक्ष्य होता है। वह उसी की प्राप्ति के लिए प्रक्षेप को वांछित लक्षणों पर केन्द्रित करता है। इस रचना क्रम में जिस प्रक्षेपं में जो गुण या शुद्धता (क्षेत्रफल, आकृति, दिशा या मापनी) आ जाती है तो उसे उसमें निहित लक्षण के नाम से भी पुकारते हैं। इस आधार पर प्रक्षेपों को निम्न प्रकार से विभाजित किया गया है–

(i) **सम क्षेत्रफल प्रक्षेप (Equal Area or Homolographic)**– ऐसे प्रक्षेपों में क्षेत्रफल शुद्ध रहता है। इसमें बेलनाकार समक्षेत्रफल, वान समक्षेत्रफल व अधिकांश संशोधित प्रक्षेप आते है।

(ii) **शुद्धाकृति प्रक्षेप (True Shape, Confirmal or Orthomorphic)**– ऐसे प्रक्षेपों में मर्केटर एवं शीर्षवर्ती गोलीय प्रक्षेप मुख्य है। संशोधित प्रक्षेपों में तितली के आकार का प्रक्षेप **(Butterfly projection)** लम्बार्ट एवं दो प्रामाणिक अक्षांश, शंक्वाकार शुद्धाकृति प्रक्षेप आदि इसमें आते है।

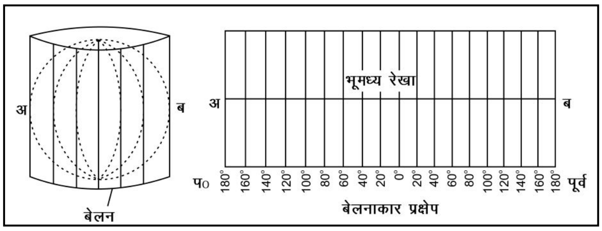
(iii) **शुद्ध दिशा प्रक्षेप (Azimuthal projection)**– इसमें मुख्यतः मर्केटर और शिरोबिन्दु नॉमोनिक प्रक्षेप ही आते हैं। यद्यपि अन्य सभी शिरोबिन्दु प्रक्षेपों में भी केन्द्र से बाहर की ओर दिशा शुद्ध रहती है।

(iv) **शुद्ध मापनी प्रक्षेप (True to scale)**– एक ऐसा आदर्श है जिसे पूर्व शुद्धता से अभी तक किसी प्रक्षेप में प्राप्त नहीं किया जा सकता है। केवल अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप इसके निकट है। अधिकांश अन्य प्रक्षेपों में कुछ निश्चित अक्षांश देशान्तरों के सहारे ही मापनी शुद्ध रहती है।

3. **रचना विधि के अनुसार**– प्रक्षेपों की रचना मुख्यतः प्रक्षेपण तल की स्थिति के आधार पर की जाती है। इस विधि से प्रक्षेपो को निम्न चार वर्गों में विभक्त किया गया है–

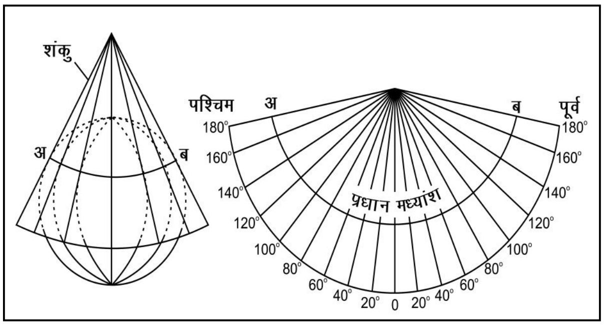
(i) **बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical Projection)**– ऐसे पक्षेपों में प्रक्षेपण तल को ग्लोब की विषुवृत्त रेखा पर लपेट कर रेखाजाल बनाया जाता है। इसमें विषृवत्त रेखा के समानान्तर अक्षांश होने से उनकी लम्बाई समान रहती है।

टिप्पणी



चित्र क्र. 2.5: बेलनाकार

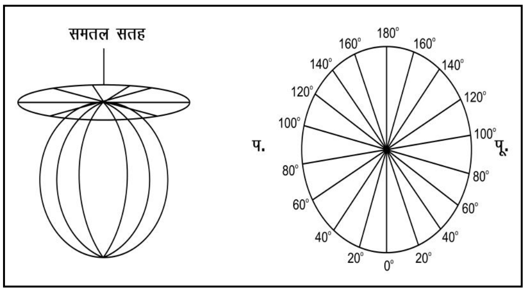
(ii) शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projection)– ऐसे प्रक्षेपों में पृथ्वी के किसी एक गोलार्द्ध अक्षांश को छूते हुए शंकु पहनाया जाता है। प्रक्षेप की रचना अक्षांश के आधार पर करते है अतः यह अक्षांश प्राथमिक अक्षांश कहलाती है।



चित्र क्र. 2.6: शंक्वाकार प्रक्षेप

(iii) शिर्षवर्ती या शिरोबिन्दु प्रक्षेप (Zenithal Projection)– जब प्रक्षेपण तल ग्लोब के किसी एक ही बिन्दु को छूता है तो ऐसे प्रक्षेपों की रचना की जाती है। प्रक्षेपण तल ध्रुव, विषुवत् रेखा या इन दोनों के मध्य कहीं भी स्थित माना जा सकता है।

(iv) आधुनिक युग में मानचित्रकार अपने उद्देश्य की अधिक कुशलता से पूर्ति हेतु उपर्युक्त तीनों से किसी भी विधि में गणित की सहायता से वांछित संशोधन कर या पूर्णतया गणितीय परिकल्पना से ग्लोब के कुछ लक्षणों के आधार पर वांछित परिवर्तन कर अनेक प्रकार के नवीन प्रक्षेपों की रचना करता रहा हैं।



चित्र 2.7: शिरोंबिंदु या खमध्य प्रक्षेप

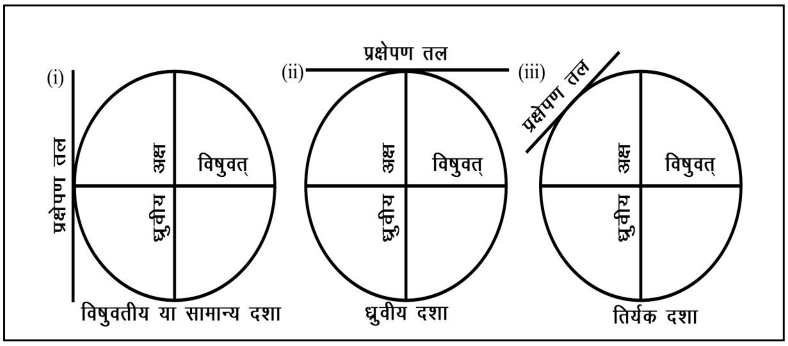
टिप्पणी

ऐसे प्रक्षेपों को **संशोधित** (Modified) **या रूढ़ या परम्परागत** (Conventional) प्रक्षेप कहते हैं। यही प्रक्षेप व्यवहार में अधिक लोकप्रिय हुए हैं। **मर्केटर, अनुप्रस्थ मर्केटर, अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप, मॉलबीड और क्वार्टिक सम–क्षेत्रफल प्रक्षेप** आदि इसके उदाहरण हैं।

4. **प्रक्षेपण तल की स्थिति के अनुसार–** जिस कागज या तल पर हमें प्रक्षेप बनाना है, उसे गोले या ग्लोब के वांछित भाग पर, जिस स्थिति में रखेंगे वही प्रक्षेपण तल की स्थिति कहलाएगी। प्रक्षेपण तल की निम्न चार में से कोई भी स्थिति हो सकती है–

   (i) जिन प्रक्षेपों की रचना में प्रक्षेपण तल–विषुवत् रेखा को छूता है उन्हें **विषुवत् रेखीय दशा (Equatorial case) वाले प्रक्षेप** कहते हैं।

   (ii) जिन प्रक्षेपों में प्रक्षेपण तल को ध्रुवों को छूते हुए रखते हैं उनसे ध्रुवीय दशा (Polar cases) वाले प्रक्षेपों की रचना की जाती है।



चित्र क्र. 2.8: शिरोबिन्दु का खमध्य

   (iii) जब प्रक्षेपण तल विषुवत् रेखा एवं ध्रुवों के बीच कहीं भी स्थित माना जाता है तो उनसे तिर्यक **दशा (Oblique cases) वाले प्रक्षेप** बनते है।

   (iv) पिछले कुछ वर्षों से ऐसे प्रक्षेपों का भी विकास किया जाने लगा है, जिनमें प्रक्षेपण तल को किन्हीं दो प्रतिमुख देशान्तरों के सहारे दोनों ध्रुवों को घेरते हुए स्थित माना जाता है इनसे प्रक्षेप की **अनुप्रस्थ दशा (Transverse case)** बनाई जाती है।

5. **प्रकाश की स्थिति के अनुसार–** ग्लोब के सन्दर्भ में प्रकाश पुंज की विभिन्न स्थितियों के मानने का एकमात्र उद्देश्य रेखाजाल (Graticule) प्राप्त करना होता है। प्रकाश पुंज की निम्न तीन में से कोई भी स्थिति हो सकती है–

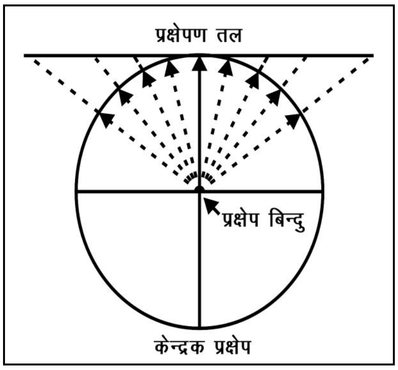
   (i) केन्द्रीय स्थिति– जब प्रकाश पुंज को ग्लोब के केन्द्र में स्थित माना गया हो। इससे विकसित प्रत्येक किरण परिधि की ओर जाती है अर्थात् यह अर्द्धव्यास होगी। इसीलिए इस विधि से बनाए गए प्रक्षेपों को अरीय या त्रैज्य प्रक्षेप भी कहते हैं। ऐसे प्रक्षेपों में सम्पूर्ण पृथ्वी

को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता। इस पर ध्रुव और विषुवत् रेखा में से एक ही दर्शाया जा सकता है।

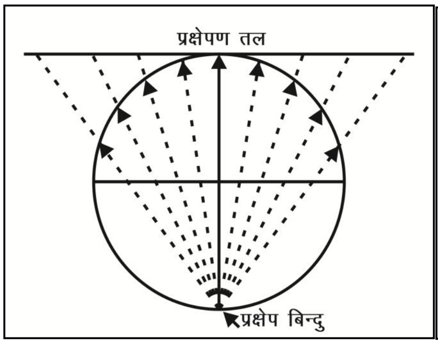
(ii) दूसरे छोर पर– इसमें प्रकाश पुंज को ग्लोब की बाह्य सीमा पर प्रक्षेपण तल के ठीक सामने स्थित होना मानते है। इसमें प्रकाश की किरणें गोले की अक्षांश देशान्तर को छूते हुए जाएंगी। ऐसे प्रक्षेप को गोलीय या स्टीरियोग्राफिक (Stereographic) प्रक्षेप भी कहते हैं। इस विधि से बेलनाकार एवं शिरोबिन्दु प्रक्षेप बनाए जाते हैं।

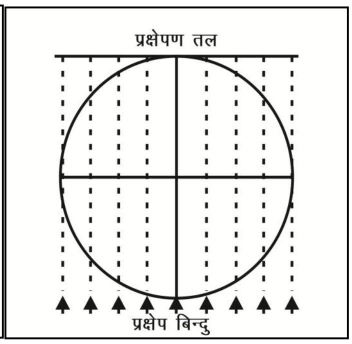
टिप्पणी

(iii) अनन्त से– प्रकाश की स्थिति अनन्त पर होने से उनसे आने वाली प्रकाश किरणें समानान्तर होंगी। इनसे बनने वाले प्रकाश किरणें समानान्तर होंगी। इनसे बनने वाले प्रक्षेपों को लम्बकोणीय (Orthographic projection) कहते हैं। इस विधि द्वारा बेलनाकार एवं शिरो–बिन्दु प्रक्षेप बनाए जाते है।



चित्र क्र. 2.9





चित्र क्र. 2.10: त्रिविम प्रक्षेप **चित्र क्र. 2.11: अनन्त पर लम्ब कोणीय प्रक्षेप**

2.7 शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projection)

शंक्वाकार प्रक्षेप ग्लोब पर अंकित भू–ग्रिड को कागज के शंकु पर स्थानान्तरित करने एंव स्थानान्तरण के पश्चात् शंकु के कागज को समतल फैलाने के सिद्धान्त पर आधारित होता है। कागज का शंकु ग्लोब को किसी चुने गये अक्षांश वृत्त पर स्पर्श करता है, उसे मानक अक्षांश (Standard Parallel) कहते हें। मानचित्र प्रक्षेप

टिप्पणी

में इस मानक अक्षांश की आकृति वृत्त के चाप के समान होती है और देशान्तर रेखाएँ ध्रुव से समान अन्तराल पर विकिरित सरल रेखाएँ होती है जो मानक अक्षांश को समान चापों में विभाजित करती हैं, इस प्रक्षेप में अन्य अक्षांश वृत्त सकेन्द्र वृत्तों के चाप होते हैं।

शंक्वाकार प्रक्षेप विभिन्न प्रकार के होते हैं। प्रमुख प्रक्षेप जो अधिक प्रचलित है, निम्नलिखित हैं–

1. एक मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप
2. दो मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप
3. बॉन प्रक्षेप
4. बहुशंक्वाकार प्रक्षेप
5. अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप

उपर्युक्त प्रक्षेपों में से मध्य प्रदेश के बी.ए. तृतीय वर्ष के नवीनतम पाठयक्रम में अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप शामिल नहीं है। इसे छोडकर अन्य सभी प्रक्षेपों की हम रचना विधि एंव अन्य आवश्यक तथ्य प्रस्तुत कर रहे हैं।

2.7.1 एक मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप (Simple Conical Projection with One Standard Parallel)

इस प्रक्षेप में कल्पना की गई है कि कागज का शंकु ग्लोब को किसी वृत्त अर्थात् मानक अक्षांश पर स्पर्श करता है। भूमध्यरेखा तथा ध्रुव को छोडकर किसी भी अक्षांश वृत्त को मानक अक्षांश मानकर इस प्रक्षेप की रचना की जाती है। यह प्रक्षेप बनाने में अति सरल है। एक उदाहरण लेकर हम इसकी रचना विधि प्रस्तुत कर रहे हैं।

उदाहरण 1: 1:1,25,000,000 प्र. भि. पर एक मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप बनाइए जिसकी मानक अक्षांश 45^0 उत्तर, अक्षांश व देशान्तरों का अन्तराल 15^0 तथा विस्तार 0^0 से 75^0 उत्तर अक्षांश तथा 60^0 पूर्व से 60^0 पश्चिम देशान्तर हो।

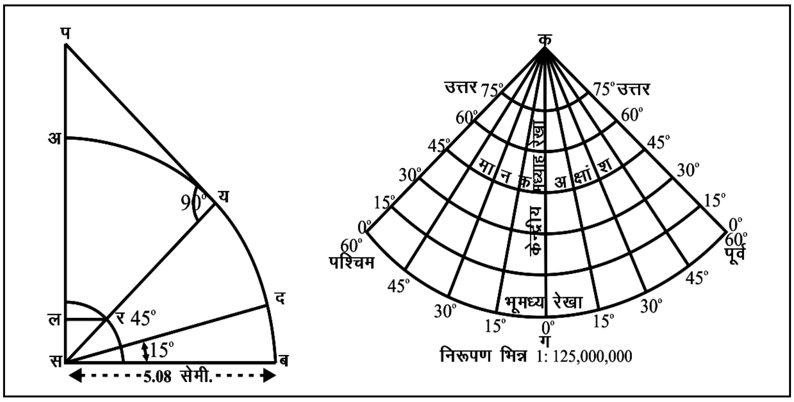
रचना विधि– दी गई मापनी के अनुसार लघुकृत पृथ्वी के गोले का अर्द्ध व्यास ज्ञांत करना।

$$\text{अर्द्ध व्यास } (R) = \frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{दी गई प्र. भि. का हर}}$$

$$= \frac{635,000,000}{125,000,000} = 5.08 \text{सेमी. या} = \frac{250,000,000}{125,000,000} = 2 \text{इंच}$$

5.08 सेमी. अर्द्धव्यास लेकर वृत्त का चतुर्थांश अ ब स खींचिए। स व रेखा के स बिन्दु पर 15^0 अन्तराल के बराबर कोण द स ब बनाइए। मानक अक्षांश 45^0 के बराबर कोण य स व बनाइए। य बिन्दु से अ ब स वृत्त चतुर्थांश पर स्पर्श रेखा

टिप्पणी



चित्र क्र. 2.12: और चित्र क्र. 2.12:
(a) एक मानक अक्षांश वाला साधारण शंकु–प्रक्षेप

य प खींचिए जो बढ़ाई गई **स अ** रेखा को **प** बिन्दु पर काटती है। अब **स** को केन्द्र मानकर **ब द** के बराबर या $\frac{2\pi R \times \text{अन्तर}}{360}$ के बराबर दूरी लेकर वृतांश खींचिए जो स य रेखा को र बिन्दु पर काटता है। र बिन्दु से **स अ** रेखा पर **र ल** लम्ब खींचिए।

अब प्रक्षेप बनाने के लिए एक लम्बवत् सरल रेखा **क ग** खींचिए, जो इस प्रक्षेप मे केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा होगी तथा उदाहरण के प्रश्न के अनुसार इसका मान 0^0 देशान्तर रखिए। अब **प य** के बराबर दूरी लेकर **क** बिन्दु से एक वृत्तांश खींचिए जो प्रक्षेप में 45^0 उत्तर की मानक अक्षांश रेखा को प्रकट करेगा। अन्य अक्षांश वृत्त बनाने के लिए केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा पर **ब द** दूरी या $\frac{2\pi R \times \text{अन्तर}}{360}$ की दूरी के अन्तर पर मानक अक्षांश रेखा से **क** की ओर दो चिन्ह तथा **ग** की ओर तीन चिन्ह लगाइए। **क** बिन्दु को केन्द्र मानकर इन चिन्हों से होते हुए वृत्तों के चाप खींचिए तथा प्रस्तुत चित्र के अनुसार इन चापों पर अक्षांश रेखाओं के अंशों में (0^0, 15^0, 30^0, 45^0, 60^0, व 75^0 उत्तर) मान लिखिए।

अब **र ल** दूरी के अन्तर पर मानक अक्षांश के केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा के दोनों ओर चार–चार चिन्ह लगाइए। इन चिन्हों को क बिन्दु से मिलाते हुए सरल रेखाएँ खींचिए। ये सरल रेखाएँ प्रक्षेप में देशान्तर रेखाओं को प्रकट करेगी। देशान्तर रेखाओं पर उनके मान क्रमशः 15^0, 30^0, 45^0 व 60^0 पूर्व तथा 15^0, 30^0, 45^0 व 60^0 पश्चिम लिख दीजिए। प्रक्षेप तैयार हो जाएगा। देखिए चित्र 2.12a।

प्रक्षेप की पहचान (Identification of Projection)– एक मानक अक्षांश वाले साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप को उनके निम्नलिखित लक्षणों के आधार पर सरलतापूर्वक पहचाना जा सकता है–

1. सभी अक्षांश वृत्त शंकु के शीर्ष को केन्द्र मानकर खींचे गये सकेन्द्र वृत्तों के चाप होते है तथा इनके मध्य की दूरी एकसमान होती है।
2. इस प्रक्षेप में सभी देशान्तर रेखाएँ सीधी सरल रेखाओं के रूप में होती है, जो शंकु के शीर्ष पर परस्पर मिल जाती है।

टिप्पणी

3. इस प्रक्षेप में अक्षांश वृत्त तथा देशान्तर रेखाएँ एक–दूसरे को समकोण पर काटती है।
4. इस प्रक्षेप का ध्रुव एक चाप के द्वारा प्रकट होता है।
5. इस प्रक्षेप में ध्रुव से भूमध्य रेखा की ओर को देशान्तर रेखाओं के मध्य की दूरी बढती जाती है, परन्तु किसी भी एक अक्षांश वृत्त पर देशान्तर रेखाओं के मध्य की दूरी एकसमान होती है।

प्रक्षेप के गुण (Properties of Projection)– इस प्रक्षेप में निम्नलिखित गुण होते है–

1. मानक अक्षांश पर मापनी शुद्ध होती है, लेकिन शेष अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध नहीं रहती।
2. सभी देशान्तर रेखाओं पर मापनी शुद्ध होती है, अतः इस प्रक्षेप को भूगोलविद् **समदूरस्थ शंक्वाकार प्रक्षेप** भी कहते है।
3. इस प्रक्षेप पर बने मानचित्र में कोई स्थान मानक अक्षांश से जितना अधिक दूर स्थित होगा उतनी ही उस स्थान के अक्षांश वृत्त की मापनी अधिक अशुद्ध होगी। अतः मानक अक्षांश से दूरी बढ़ने के साथ–साथ प्रदशों की आकृति एवं क्षेत्रफल में भी विकृति बढने लगती है।
4. मानक अक्षांश पर आकृति एवं क्षेत्रफल का काफी हद तक सही–सही प्रदर्शन हो जाता है।
5. इस प्रक्षेप पर मात्र एक ही गोलार्द्ध (उत्तरी अथवा दक्षिणी) का मानचित्र बनाया जा सकता है।

प्रक्षेप का उपयोग (Use of Projection)– यह प्रक्षेप मध्यवर्ती अक्षांशों में अवस्थित छोटे–छोटे राष्ट्रों के मानचित्र बनाने के लिए इस प्रक्षेप को प्रयुक्त किया जाता है। इसके अतिरिक्त इस प्रक्षेप पर ऐसे प्रदेशों के भी मानचित्र बनाये जाते है जिनका अक्षांशीय विस्तार कम होता है।

2.7.2 दो मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप (Simple Conical Projection with Two Standard Parallels)

यह प्रक्षेप एक मानक अक्षांश वाले साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप का संशोधित एवं परिवर्द्धित रूप है। इस प्रक्षेप की रचना हेतु कल्पना की गई है कि कागज का शंकु ग्लोब की सतह को दो अक्षांश वृत्तों पर स्पर्श करता है। अतः दोनों ही अक्षांश वृत्तों को मानक अक्षांश मानकर प्रक्षेप की रचना की जाती है जिससे प्रक्षेप में मापनी की शुद्धता बढ़ जाती है और प्रक्षेप अधिक विस्तृत क्षेत्र लिए उपयोगी हो जाता है।

उदाहरण 2. 1:125,000,000 प्र. भि. पर दो मानक अक्षांश वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप बनाइए जिसमें 40^0 व 60^0 उत्तरी मानक अक्षांश हो। अक्षांश व देशान्तरों का अन्तराल 70^0 हो और प्रक्षेप का विस्तार 20^0 उत्तरी से 80^0 उत्तरी अक्षांश तथा 60^0 पश्चिमी देशान्तर से 60^0 पूर्वी देशान्तर तक हो।

टिप्पणी

रचना विधि– दी गई मापनी के अनुसार लघुकृत पृथ्वी के गोले का अर्द्धव्यास ज्ञात करना।

$$\text{अर्द्ध व्यास } (R) = \frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{दी गई प्र. मि. का हर}}$$

$$= \frac{6,35,000,000}{125,000,000} = 5.08 \text{ सेमी}.$$

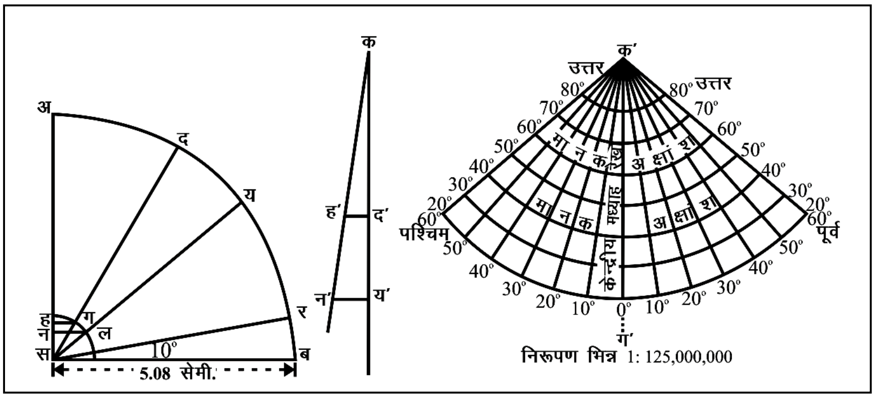
या
$$= \frac{2,50,000,000}{125,000,000} = 2 \text{ इंच}$$

5.08 सेमी अर्द्धव्यास लेकर वृत्त का चतुथांश **अ ब स** खींचिए **स ब** रेखा के **स** बिन्दु पर अन्तराल बराबर अर्थात् 10^0 का कोण **र स ब** बनाइएं मानक अक्षांशों 40^0 व 60^0 के बराबर क्रमंशः कोण **य स ब** तथा कोण **द स ब** बनाइए। **र ब** चाप की दूरी या $\frac{2\pi R \times \text{अन्तर}}{360}$ से प्राप्त दूरी से बराबर **स** बिन्दु को केन्द्र मानकर वृत्त का चतुर्थांश खींचिए जो **य स** को **ल** और **द स** को **ग** बिन्दुओं पर काटता है। **ल** और **ग** बिन्दुओं से **अ स** रेखा पर क्रमशः **ल न** तथा **ग ह** लम्ब खींचिए।

इसी चतुर्थाश के निकट एक लम्बवत् रेखा खींचिए तथा इस रेखा में **य द** के बराबर **य' द'** दूरी काटिये। **य'** तथा **द'** बिन्दुओं पर **ल न** तथा **ग ह** के बराबर क्रमशः **य' न'** तथा **द' ह'** लम्ब डालिए। **न'** तथा **ह'** बिन्दुओं को मिलाते हुए एक सरल रेखा खींचिए जो बढ़ाई गई **य' द'** रेखा को **क** बिन्दु पर काटती है।

अब प्रक्षेप बनाने के लिए थोडा नीचे एक लम्बवत् रेखा खींचिए इसके उत्तरी किनारे **क'** को केन्द्र मानकर **क य'** तथा **क द'** अर्द्धव्यास लेकर वृत्त के चाप खींचिए जो क्रमशः 40^0 तथा 60^0 उत्तरी मानक अक्षांशों को प्रकट करेंगे। केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा पर दोनों मानक अक्षांशों का मध्यवर्ती बिन्दु ज्ञात कीजिए यह दूरी **र ब** के बराबर होगी। इस दूरी के बराबर 40^0 मानक अक्षांश के नीचे दो दूरी व 60^0 मानक अक्षांश के उपर दो दूरी अंकित कीजिए। **क'** को केन्द्र मानकर इन बिन्दुओं से होते हुए वृत्तों के चाप खीचिए। 60^0 मानक अंक्षांश के चाप पर **ग ह** दूरी के बराबर केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा से छः–छः पूर्व व पश्चिम में चिन्ह लगाइए। इसी प्रकार 40^0 मानक अक्षांश के चाप पर **ल न** की दूरी के बराबर छः–छः चिन्ह पूर्व व पश्चिम में लगाइए। इन चिन्हों को मिलाते हुए **क'** तक सीधी सरल रेखाएँ खींचिए।

टिप्पणी



चित्र क्र. 2.13 (a) चित्र क्र. 2.13 (b): दो मानक अक्षांशों वाला शंकु–प्रक्षेप

अक्षांश वृत्त पर 20^0, 30^0, 40^0, 50^0, 60^0, 70^0 व 80^0 उत्तरी आक्षांश व 10^0, 20^0, 30^0, 40^0, 50^0 व 60^0 पूर्व तथा 10^0, 20^0, 30^0, 40^0, 50^0 व 60^0 पश्चिमी देशान्तर रेखाओं पर उनका मान लिख लीजिए। प्रक्षेप के नीचे उसका प्र. भि. अवश्य लिख दें प्रक्षेप तैयार हो जाएगा।

प्रक्षेप की पहचान (Identification of Projection)– दो मानक वाला साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप अग्रलिखित लक्षणों से पहचाना जा सकता है–

1. इस प्रक्षेप के सभी अक्षांश वृत्त सकेन्द्र वृत्तों के समान दूरी के अन्तर पर खींचे गये चाप होते है।
2. इस प्रक्षेप में सभी देशान्तर रेखाएँ शंकु के शीर्ष से खींची गई सीधी सरल रेखाएँ होती हैं।
3. इस प्रक्षेप में ध्रुव एक चाप द्वारा प्रकट होता हैं।
4. इस प्रक्षेप में अक्षांश वृत्त तथा देशान्तर रेखाएँ एक–दूसरे को समकोण पर काटती हैं।
5. इस में प्रत्येक अक्षांश वृत्त पर देशान्तर रेखाओं के मध्य की दूरी एकसमान होती हैं।

प्रक्षेप के गुण (Properties of the Projection)– इस प्रक्षेप के गुण निम्नलिखित हैं–

1. दोनों मानक अक्षांशों पर मापनी शुद्ध होती है, लेकिन अन्य अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध नहीं होती।
2. इस प्रक्षेप में सभी देशान्तर रेखाओं पर मापनी शुद्ध होती है।
3. प्रक्षेप में केवल मानक अक्षांशों पर तथा देशान्तर रेखाओं पर ही मापनी शुद्ध होती है। अतः यह प्रक्षेप न तो समक्षेत्रफल प्रक्षेप है और न ही यथाकृतिक प्रक्षेप।
4. चूँकि यह प्रक्षेप दो मानक अक्षांश वाला प्रक्षेप है, अतः यह एक मानक अक्षांश वाले साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप की तुलना में अधिक शुद्ध है।

5. चूँकि इस प्रक्षेप में ध्रुव एक चाप द्वारा प्रदर्शित होता है अतः ध्रुवीय क्षेत्रों के मानचित्र बनाने के लिए यह प्रक्षेप उपयुक्त नहीं होता।

टिप्पणी

प्रक्षेप का उपयोग (Use of the Projection)– यह प्रक्षेप केवल एक ही गोलार्द्ध के मानचित्रों के लिए उपयोगी होता है। इस पर संसार का मानचित्र नहीं बनाया जा सकता। मध्यवर्ती अक्षांशों और यूरोप व आस्ट्रेलिया की मानचित्रावलियों में अलग – अलग देशों अथवा राज्यों के मानचित्र बनाने के लिए इस प्रक्षेप का प्रयोग उचित रहता है।

2.8 बोन प्रक्षेप (Bonne's Projection)

फ्रांसीसी मानचित्राकार **रिगोबर्ट बॉन** ने साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप का संशोधित एवं परिमार्जित रूप प्रस्तुत किया था। यह प्रक्षेप उन्हीं के नाम से बॉन प्रक्षेप के रूप में विख्यात हुआ। इस प्रक्षेप पर सभी अक्षांश वृत्त मानक के अनुसार सही–सही विभाजित की जाती है तथा मध्य देशान्तर के अतिरिक्त अन्य देशान्तर रेखाएँ बाहर की ओर उभरी हुई चिक्कण वक्र (Smooth Curve) होती है। इस प्रक्षेप की रचना विधि एक मानक अक्षांश वाले साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप से काफी मिलती जुलती है। अन्तर केवल इतना है कि एक मानक अक्षांश के शंकु–प्रक्षेप में देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिए मानक अक्षांश का विभाजन किया जाता है। जबकि बॉन प्रक्षेप में देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिए समस्त अक्षांश वृत्तों को विभाजित करना आवश्यक है। यह समक्षेत्र प्रक्षेप है।

उदाहरण 3. 1:125,000,000 प्र. भि. पर एक बॉन प्रक्षेप की रचना कीजिए जिसमें अक्षांश व दशान्तरों का अन्तराल 15^0, मानक अक्षांश 45^0 उत्तर तथा प्रक्षेप का विस्तार 15^0 उत्तर से 75^0 उत्तरी अक्षांश तथा 75^0 पश्चिम से 75^0 पूर्वी दशान्तर तक हो।

रचना विधि– दी गई प्र. भि. के अनुसार लघुकृत पृथ्वी के गोले का अर्द्धव्यास ज्ञात करें।

$$\text{अर्द्ध व्यास}(R) = \frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{दी गई प्र. भि. का हर}}$$

$$= \frac{635,000,000}{125,000,000} = 5.08 \text{ सेमी.}$$

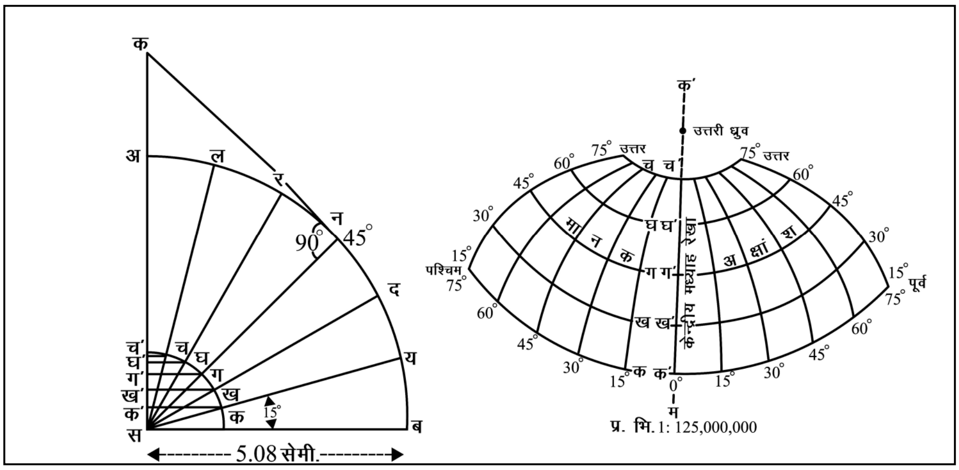
या $$= \frac{250,000,000}{125,000,000} = 2\text{इंच}$$

चित्र 2.14(a) के अनुसार 5.08 सेमी अर्द्धव्यास लेकर वृत्त का चतुर्थांश **अ ब स** खींचिए। **स ब** रेखा के **स** बिन्दु पर अन्तराल के बराबर 15^0–15^0 अंश के अन्तर पर कोण बनाती हुई **स य, स द, स न, स र,** तथा **स ल** रेखाएँ खींचिए। **न** बिन्दु पर एक स्पर्श रेखा (Tangent) बनाइए जो बढ़ाई गई **स अ** रेखा के आगे **क** बिन्दु पर मिलती है। अब **य ब** की दूरी के बराबर अथवा

टिप्पणी

$\frac{2\pi R \times \text{अन्तर}}{360}\left(2\times\frac{22}{7}\times\frac{5.08\times15}{360}\right)$ से प्राप्त मान का अर्द्धव्यास लेकर स बिन्दु से चाप खींचिए जो **स य** रेखा को **क** पर, **स द** रेखा को **ख** पर, **स न** रेखा को **ग** पर, **स र** रेखा को **घ** पर, **स ल** रेखा को **च** बिन्दुओं पर काटता है। **क, ख, ग, घ,** व **च** बिन्दुओं से **ब, स** के समानान्तर लाइनें खींचिए अथवा **अ स** पर क्रमशः **क क', ख ख', ग ग', घ घ'** और **च च'** लम्ब डालिए।

चित्र 2.14(b) के अनुसार एक लम्बवत् रेखा **क' म** खींचिए। यह प्रक्षेप की केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा होगी। **क'** को केन्द्र मानकर चित्र 2.14(b) के **क न** की दूरी के बराबर अर्द्धव्यास लेकर एक चाप खींचिए जो केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा को **त** पर काटता है। यह चाप 45^0 उत्तर की मानक अक्षांश को प्रकट करेगा। **य ब** की दूरी या $\frac{2\pi R \times \text{अन्तर}}{360}$ से प्राप्त मान की दूरी परकार में भरकर केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा पर दो चिन्ह **त** से उपर (ध्रुव) की ओर और दो नीचे (भूमध्य रेखा की ओर) चिन्ह अंकित कीजिए। **क'** को केन्द्र मानकर इन चिन्हों से होते हुए संकेन्द्र वृत्तों के चाप खींचिए जो 15^0, 30^0, 45^0, 60^0 तथा 75^0 उत्तरी अक्षांश प्रकट करेंगे। क' ध्रुव नहीं है। केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा पर 75^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त से आगे **य ब** के बराबर दूरी का चिन्ह लगाएं यह चिन्ह उत्तरी ध्रुव प्रकट करेगा।



चित्र क्र. 2.14 (a) **चित्र क्र. 2.14 (b): बोन प्रक्षेप**

देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिए 75^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त पर **च च'** की दूरी लेकर केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा से दोनों ओर 5–5 चिन्ह लगाएं, 60^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त पर **घ घ'** की दूरी लेकर 5–5 चिन्ह लगाएं, 45^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त पर **ग ग'** की दूरी लेकर 5–5 चिन्ह लगाएं, 30^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त पर **ख ख'** की दूरी लेकर 5–5 चिन्ह लगाएं, 15^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त पर **क क'** की दूरी लेकर 5–5 चिन्ह लगाएं। अक्षांश वृत्तों के समान क्रमांक वाले चिन्ह को फ्रेंच वक्र (French Curve) से मिलाते हुए देशान्तर रेखाएँ पूर्ण कीजिए। प्रत्येक अक्षांश व देशान्तर पर उनका मान लिख दें। अक्षांश वृत्तों पर 15^0, 30^0, 45^0, 60^0 व 75^0 उत्तर लिख दे ओर देशान्तर पर केन्द्रीय मध्यान्ह से पूर्व की ओर 15^0, 30^0, 45^0, 60^0 व 75^0 पूर्व तथा

पश्चिम की ओर 15^0, 30^0, 45^0, 60^0 व 75^0 पश्चिम लिख दें। प्रक्षेप के नीचे उसका प्र. भि. अवश्य लिख दें प्रक्षेप तैयार हो जाएगा।

प्रक्षेप की पहचान (Identification of Projection)– बॉन प्रक्षेप की पहचान के प्रमुख लक्षण अग्रलिखित है–

1. इस प्रक्षेप में सभी अक्षांश वृत्त शंकु के शीर्ष को केन्द्र मान कर खींचे जाते हैं। अतः वे संकेन्द्र चाप हैं तथा उनके मध्य की दूरी समान होती है।
2. इस प्रक्षेप में केवल केन्द्रीय मध्यान्ह सीधी सरल रेखा है जबकि अन्य सभी देशान्तर रेखाएँ वक्राकार होती है।
3. इस प्रक्षेप में सभी अक्षांश वृत्त केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा को समकोण पर काटते हैं, परन्तु केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा से पूर्व अथवा पश्चिम की ओर दूरी बढ़ने के साथ–साथ अक्षांश वृत्तों तथा देशान्तर रेखाओं के प्रतिच्छेदन अधिक पीछे होते जाते हैं।
4. इस प्रक्षेप में समस्त अक्षांश वृत्तों की लम्बाई शुद्ध होती है अतः एक मानक अक्षांश तथा दो मानक अक्षांश वाले शंक्वाकार प्रक्षेपों के विपरीत इस प्रक्षेप में ध्रुव एक बिन्दु के द्वारा प्रकट किया जाता है।
5. इस प्रक्षेप में प्रत्येक अक्षांश वृत्त पर देशान्तर रेखाओं के मध्य की दूरी समान होती है।

प्रक्षेप के गुण (Properties of Projection)– बॉन प्रक्षेप में निम्नलिखित गुण पाये जाते है–

1. इस प्रक्षेप के सभी अक्षांश वृत्तों तथा केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा पर मापनी शुद्ध होती हैं।
2. इस प्रक्षेप में केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा से दूरी बढने के साथ–साथ देशान्तर रेखाओं की मापनी में वृद्धि होती जाती है जिसके फलस्वरूप किनारों के समीप स्थित क्षेत्रों की आकृति बहुत विकृत हो जाती है।
3. इस प्रक्षेप में केवल एक ही गोलार्द्ध प्रदर्शित किया जा सकता है।
4. चूंकि इस प्रक्षेप में अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध होती है तथा प्रत्येक अक्षांश वृत्त अपने समीपवर्ती अक्षांश वृत्तों से शुद्ध दूरी पर होता है। अतः इस प्रक्षेप में क्षेत्रफल सम शुद्ध रहता है।

प्रक्षेप का उपयोग (Use of the Projection)– अधिकांश मानचित्रावलियों में यूरोप, एशिया, उत्तरी अमरीका, दक्षिणी अमरीका, आस्ट्रेलिया तथा अन्य बड़े–बडे क्षेत्रों के मानचित्र बनाने के लिए इस प्रक्षेप का प्रयोग किया जाता है। फ्रांस, स्विट्जरलैण्ड तथा बेल्जियम आदि देशों में इस प्रक्षेप पर धरातल पत्रक भी बनाए जाते हैं। मध्य अक्षांशों के वितरण एवं सांख्यिकीय मानचित्रों के लिए इस प्रक्षेप का सर्वाधिक प्रयोग होता है।

टिप्पणी

2.9 बहुशंक्वाकार प्रक्षेप (Polyconic Projection)

इस प्रक्षेप की रचना सर्वप्रथम 1820 में एक अमरीकी मानचित्रकार व सर्वेयर फर्डीनैण्ड हैसलर (Ferdinand Hassler) ने की थी। यह एक संशोधित शंक्वाकार प्रक्षेप हैं, जिसमें अक्षांश वृत्त एक मानक अक्षांश होता है। इस प्रक्षेप की रचना एक मानक अक्षांश वाले साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप की भांति ही होती है, किन्तु अन्तर यही है कि इस प्रक्षेप में प्रत्येक अक्षांश को मानक अक्षांश माना जाता है क्योंकि प्रक्षेप की रचना करते समय यह कल्पना की जाती है कि प्रक्षेप में प्रदर्शित किए जाने वाले अक्षांश वृत्तों पर अलग–अलग कागज के शंकु रखे गये हैं। इसी कारण इस प्रक्षेप को बहु शंक्वाकार या बहुशंकुक प्रक्षेप कहते हैं। इस प्रक्षेप में भूमध्य रेखा नहीं दिखायी जा सकती है। क्योंकि भूमध्य रेखा को स्पर्श करने वाला शंकु शंक्वाकार न होकर बेलनाकार हो जाएगा और भूमध्य रेखा वृत्तीय चाप न होकर एक सरल रेखा के रूप में हो जाएगी जो मध्य देशान्तर पर लम्बवत् होगा।

यह प्रक्षेप न तो अनुकोणीय है, और न ही समक्षेत्रफल। अक्षांशों के भिन्न–भिन्न अर्द्धव्यास होने के कारण, प्रक्षेप पर बना रेखा जाल ग्लोब के रेखा जाल क्षेत्र से बिल्कुल भिन्न हो जाता है, इसीलिए इस पर क्षेत्रफल अशुद्ध रहता है।

उदाहरण 4. 1:125,000,000 प्र. भि. पर एक बहुशंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए जिसमें अक्षांश व देशान्तरों का अन्तराल 15^0 तथा विस्तार 30^0 उत्तर तथा 90^0 पश्चिम से 90^0 पूर्व।

$$\text{अर्द्ध व्यास (R)} = \frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{दी गई प्र. भि. का हर}}$$

$$= \frac{635{,}000{,}000}{125{,}000{,}000} = 5.08 \text{ सेमी}$$

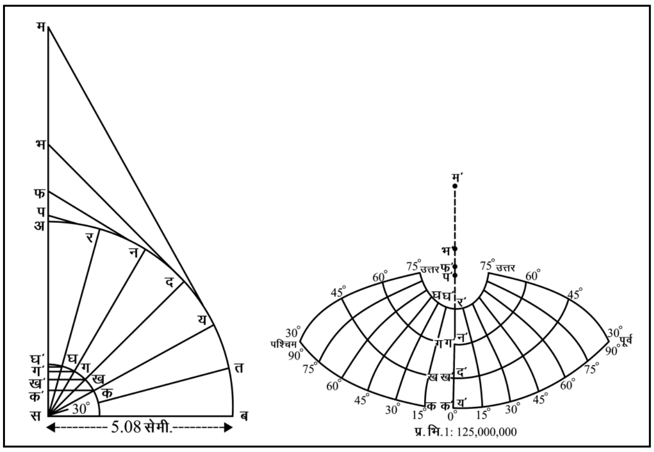
या $$= \frac{250{,}000{,}000}{125{,}000{,}000} = 2 \text{ इंच}$$

चित्र 2.15 (a) के अनुसार 5.08 सेमी अर्द्धव्यास लेकर वृत्त का एक चतुर्थांश **अ ब स** खींचिए। **स ब** रेखा के **स** बिन्दु को केन्द्र मानकर 15^0–15^0 के अन्तर से 15^0, 30^0, 45^0, 60^0 और 75^0 के कोण बनाती हुई **स त, स य, स द, स न,** और **स र** रेखाएँ खीचिए।

य, द, न, और **र** बिन्दुओं पर स्पर्श रेखाएँ (Tangents) खींचिए जो बढाई गई **स अ** रेखा को **म, भ, फ** और **प** बिन्दुओं पर काटती है। अब स को केन्द्र मानकर **त ब** दूरी के बराबर या $\frac{2\pi R \times \text{अन्तर}}{360}$ से प्राप्त मान की दूरी का अर्द्धव्यास लेकर एक चाप घुमाइए जो स य को **क, स द** को **ख, स न** को ग और **स र** को **घ** बिन्दुओं पर काटता है। **क, ख, ग** और **घ** बिन्दुओं से **स ब** के सामानान्तर रेखाएँ खींचिए अथवा **स अ** रेखा पर क्रमशः **क क**′, **ख ख′, ग ग**′ और **घ घ′** लम्ब डालिए।

टिप्पणी

चित्र 2.15 (b) के अनुसार एक लम्बवत् सरल रेखा **म' ह** खींचिए। यह सरल रेखा प्रक्षेप में केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा होगी। 90^0 पश्चिम से 90^0 पूर्व देशान्तर फैले क्षेत्र को 15^0 के अन्तराल पर दिखाने के लिए कुल 13 देशान्तर बनाने होंगे। चूंकि केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा पहले ही खींची जा चुकी है, अतः छः छ देशान्तर दोनो ओर खींचनी पडेंगी। म केन्द्र म य की दूरी के बराबर अर्द्धव्यास लेकर एक चाप खींचिए जो केन्द्रीय मध्यान्ह रेखाओं को **य**' पर काटता है। यह 30^0 उत्तर का अक्षांश वृत्त होगा अब **य'** से **म'** की ओर **त ब** दूरी के अन्तर से **द', न'** और **र'** बिन्दुओं की स्थितियां ज्ञात कीजिए। **द'** बिन्दु से **द भ** की दूरी लेकर **म' ह** रेखा पर चिन्ह अंकित कीजिए।



चित्र क्र. 2.15 (a) चित्र क्र. 2.15: (b) बहुशंकुक प्रक्षेप

जो **भ**' होगा। **भ**' को केन्द्र मानकर **भ द** की दूरी लेकर एक चाप खींचिए। यह 45^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त का चाप होगा। **न'** बिन्दु से **न भ** की दूरी **म' ह** रेखा पर चिन्ह अंकित कीजिए जो **फ**' होगा । **फ**' को केन्द्र मानकर **न फ** की दूरी लेकर एक चाप खींचिए। यह 60^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त का चाप होगा। **र'** बिन्दु से **र प** की दूरी लेकर **म' ह** रेखा पर चिन्ह लगाइए जो **प'** होगा। **प'** को केन्द्र मानकर **प र** की दूरी लेकर एक चाप खींचिए। यह 75^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त का चाप होगा। 30^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त में **क क'** की दूरी लेकर केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा के दोनों ओर छः छः चिन्ह लगाइए। इसी प्रकार 45^0 उत्तरी अक्षांश वृत्त पर **ख ख**' की दूरी लेकर 600 उत्तरी अक्षांश वृत्त पर **ग ग'** की दूरी लेकर और 75^0 उत्तरी अक्षांश पर **घ घ**' की दूरी लेकर केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा के दोनों ओर छः छः चिन्ह अंकित कीजिए। चित्र 15(b) के अनुसार फ्रेंच वक्रों की सहायता से अंकित समान क्रमांक के वाले चिन्हों को मिलाते हुए देशान्तर रेखाएँ खींचिए। प्रत्येक अक्षांश 30^0, 45^0, 60^0 व 75^0 उत्तर व देशान्तर रेखाओं का 90^0, 75^0, 60^0, 45^0, 30^0, 15^0, पश्चिम मान अंशों में तथा 15^0, 30^0, 45^0, 60^0, 75^0, 90^0 पूर्व लिख दीजिए। प्रक्षेप के नीचे इसका प्र. भि. अवश्य लिख दीजिए। बहुशंक्वाकार प्रक्षेप तैयार हो जाएगा।

प्रक्षेप की पहचान (Identification of Projection) – बहुशंक्वाकार प्रक्षेप को निम्नलिखित लक्षणों द्वारा पहचाना जा सकता है–

टिप्पणी

1. इस प्रक्षेप में सभी अक्षांश वृत्त असंकेन्द्री चाप होते हैं क्योंकि ये भिन्न–भिन्न बिन्दुओं को केन्द्र मानकर खींचे जाते है।
2. इस प्रक्षेप में केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा पर अक्षांशे वृत्तों के मध्य की दूरी समान होती है, परन्तु इस रेखा के पूर्व एवं पश्चिम की ओर अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी में अन्तर बढ़ आ जाता है।
3. इस प्रक्षेप में केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा एक सीधी सरल रेखा होती है तथा शेष देशान्तर रेखाओं की आकृति वक्राकार होती है।
4. इस प्रक्षेप में केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा अक्षांश वृत्तों को समकोण पर काटती है। अक्षांश वृत्तों तथा देशान्तर रेखाओं के प्रतिच्छेदन का तिरछापन केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा से दूरी के साथ–साथ बढता जाता है।

प्रक्षेप के गुण (Properties of The Projection)– बहशंक्वाकार प्रक्षेप के निम्नलिखित गुण हैं–

1. इस प्रक्षेप में सभी अक्षांश वृत्तों एंव केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा पर मापनी शुद्ध रहती है।
2. इस प्रक्षेप में न तो समक्षेत्रफल है और न ही यथाकृति क्योंकि इसमे अक्षांश वृत्त असंकेन्द्री होते हैं और केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा से दूरी बढने पर देशान्तरों की मापनी में तीव्र गति से वृद्धि हो जाती है।
3. इस प्रक्षेप में केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा से दूर मानचित्र के सीमावर्ती भागों में आकृति एवं क्षेत्रफल में विकृति अधिक हो जाती है।
4. इस प्रक्षेप में भूमध्य रेखा के समीप और केन्द्रीय मध्यान्ह रेखा के समीप ही क्षेत्रफल एवं आकृति शुद्ध रहती है।

प्रक्षेप का उपयोग (Use of the Projection)– बहुशंक्वाकार प्रक्षेप छोटे देशों के मानचित्रों के लिए उपयोग में लाया जाता है। भूमध्य रेखा के समीप देश व महाद्वीप जैस अफ्रीका, आस्ट्रेलिया, ब्राजील आदि के लिए भी इस प्रक्षेप का उपयोग होता है। संयुक्त राज्य अमरीका के धरातल पत्रक (Topographical Sheets) इस प्रक्षेप पर बनायी जाती है।

2.10 बेलनाकार या आयताकार प्रक्षेप (Cylindrical or Rectangular Projections)

जब कागज को ग्लोब की विषुवत् रेखा को छूते हुए लपेटा जाता है तो उससे बनने वाले बेलन के भीतर की ओर जो वर्गीकृत रेखाजाल बनता है वही बेलनाकार या आयताकार प्रक्षेप है। ऐसे प्रक्षेपों में विषुवत् रेखा की लम्बाई शुद्ध रहती है। अन्य अक्षांशों की लम्बाई भी खींचकर इनमें विषुवत् रेखा के बराबर कर दी जाती है इसी कारण सभी बेलनाकार प्रक्षेपों में ध्रुव (जो एक बिन्दु है) को भी विषुवत रेखा के समान लम्बी रेखा द्वारा दर्शाया जाता है। इन प्रक्षेपों का यह एक ऐसा मुख्य दोष है, जिसके कारण उच्च अक्षांशीय प्रदेशों के लिए इनका चुनाव अपवादस्वरूप ही होता है। ऐसे प्रक्षेपों के ध्रुवीय एवं उच्च अक्षांशीय

प्रदेशों में विकृतियां स्पष्ट दिखाई देती हैं। इन दोषों की कम करने या सम करने के लिए कुछ विकसित या परिष्कृत बेलनाकार प्रक्षेप भी बनाए गए है। इनमें मर्केटर एवं गॉल प्रक्षेप प्रमुख हैं।

मुख्य बेलनाकार या आयताकार प्रक्षेप निम्न हैं–

1. शुद्ध या सन्दर्श बेलनाकार प्रक्षेप (True or Perspective Cylindrical Projection)
2. साधारण या समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप (Simple or Cylindrical Equi-distant Projection)
3. बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप (Cylindrical Equal-area Projection)
4. मर्केटर या समरूपी बेलनाकार प्रक्षेप (Mercator or Cylindrical Orthomorphic Projection)
5. गॉल का गोलीय प्रक्षेप (Gall's Stereographic Projection)

नोट– उपर्युक्त में से बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप और साधारण या समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप ही आपके पाठ्यक्रम में हैं जिन्हें यहां दिया जा रहा है।

2.11 बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप (Cylindrical Equal-Area Projection)

इस प्रक्षेप में प्रकाश पुन्ज की स्थिति अनन्त पर मानी गई है। अतः विकरित प्रकाश किरणें प्रक्षेप के दोनों ध्रुवों को स्पर्श रेखा की भांति छूती हुई दिखाई देती हैं। संक्षेप में इसमें लम्ब कोणीय (Orthographic) दशा की कल्पना की गई है। प्रक्षेप में देशान्तरों की लम्बाई पृथ्वी के घटाए गए ग्लोब के ध्रुवीय व्यास के बराबर मानी जाती है। अन्य बेलनाकार प्रक्षेपों की भांति इसमें भी सभी अक्षांश रेखाएँ विषुवत् रेखा के बराबर लम्बीं होती हैं। ध्रुवों की ओर जाने पर इसमें अक्षांशीय विस्तार या उनके बीच की दूरी इस भांति घटती जाती है कि प्रदेशों का क्षेत्रफल ग्लोब के समान बना रहे। सर्वप्रथम इस प्रक्षेप की रचना लम्बार्ट नामक मानचित्रकार ने सन् 1772 में की। इसीलिए इसे लम्बार्ट का बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप भी कहते हैं। इसमें देशान्तर रेखाएँ अन्य बेलनाकार प्रक्षेपों की भांति विषुवत् रेखा को सम–विभाजित कर खींची जाती है।

प्रक्षेप पर ध्रुवों की ओर जाने पर अक्षांशों के तेजी से फैलाव, देशान्तरों के संकुचन एवं अक्षांशों के मध्य का अन्तर घटने से प्रदेशों की आकृतियों में विकृतता तेजी से बढने लगती है। इसलिए यह प्रक्षेप 50^0 उत्तर–दक्षिण के देशान्तरों का संकुचन बाद के ध्रुववर्ती प्रदशों के मानचित्र के लिए उपयोगी नहीं है। अक्षांशों का खिंचाव एवं ध्रुवों के निकट इतना बढ़ जाता है कि उनकी वास्तविक आकृतियां पहचानने में भी कठिनाई होने लगती है।

उदाहरण 5. एक बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप का वर्गीकृत रेखाजाल उ. भाग 1:37,50,00,000 पर बनाइए। रेखाजाल का मध्यान्तर 15^0 है।

(i) पृथ्वी के घटाए गए गोले या ग्लोब का अद्धव्यास $= \dfrac{62,50,00,000}{37,50,00,000} = \dfrac{5}{3}$ सेमी = 1.7 सेमी

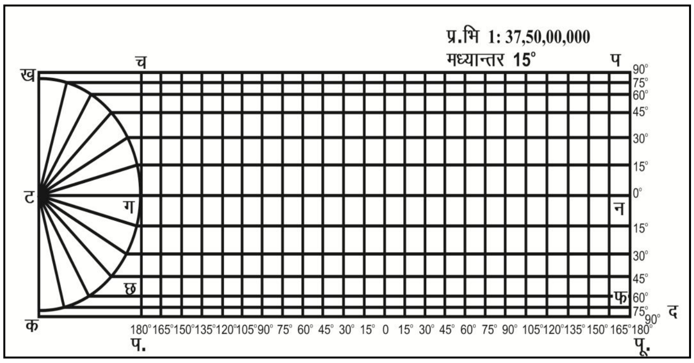
(ii) विषुवत् रेखा की लम्बाई $2\pi r = \dfrac{44}{7} \times \dfrac{5}{3} 10.5$ सेमी

(iii) गणितीय विधि द्वारा देशान्तरो के मध्य की दूरी = 44 सेमी 4.4 सेमी

रचना विधि

एक खाली ड्राइंग कागंज के बाईं और 1.7 सेमी का अर्द्धव्यास लेकर **ट** केन्द्र से एक अर्द्धवृत्त **क**, **ख ग** बनाया। इस पर भूमध्यरेखीय एक ध्रुवीय रेखाएँ खींची। केन्द्र **ट** से ही **क ख ग** के बीच 15^0 के अन्तर पर 12 कोण बनाए। ध्रुवीय व्यास **क ख के** समानान्तर ग को छूते हुए **च छ** रेखा खींची। **ट ग** रेखा पर **ग** बिन्दु से 10.5 सभी लम्बी रेखा **ग म** खींचो। यही विषुवत् रेखा है। अन्य अक्षांश रेखाएॅ खींचने के लिए विषुवत् रेखा के समानान्तर और बराबर लम्बी रेखाएॅ **ट** केन्द्र से खींचे गए कोणों को छूती हुई खींचों। अक्षांश रेखाओं के बीच की दूरी विषुवत् रेखा **ग म** से उत्तर दक्षिण की ओर जाने पर घटती जांती है। देशान्तर रेखाएॅ खींचने के लिए विषुवंत् रेखा **ग म** को 15^0 मध्यान्तर होने से 24 भागों में सम विभाजित कर **च छ** के समानान्तर रेखाएँ खींची। रेखाजाल को अंशाकित किया। इस प्रकार **च छ प फ** के बीच के आयत का अंशांकित रेखाजाल ही बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप है।

यदि हमें किसी एक गोलार्द्ध का या विशेष देशान्तरों के बीच का ही प्रक्षेप बनाना है तो हम उपयुक्त विधि द्वारा वांछित रेखाजाल ही बनाएंगे।



चित्र क्र. 2.16

विशेषताएँ

1. यह एक संदर्भ प्रक्षेप है। इसमें प्रकाश पुंज की स्थिति अनन्त पर मानी गई है।
2. प्रक्षेप की सभी अक्षांश रेखाओं की लम्बाई विषुवत् रेखा के बराबर होती है। यह समानान्तर होती है और विषुवत् रेखा से उत्तर–दक्षिण की ओर जाने पर इनके बीच की दूरी घटती जाती है।

टिप्पणी

3. सभी देशान्तर रेखाएँ विषुवत् रेखा से लम्बवत् और समानान्तर खींची जाती है। इनकी परस्पर दूरी समान रहती हैं।
4. देशान्तर रेखाओं की लम्बाई घटाए गए गोले के ध्रुवीय व्यास के बराबर रखी जाती है। यह रेखाएँ सही उत्तर–दक्षिण दिशा बताती है।
5. इस प्रक्षेप को अपनी विशेष आकृति के कारण पहचानना बहुत सरल है।
6. ध्रुवों की ओर जाने पर होने वाली अक्षाशीय विस्तार को न्यूनतम करने के लिए उनके बीच की दूरी उसी अनुपात में घटा दी जाती है। इस प्रकार देशान्तर रेखाएँ अपनी वास्तविक लम्बाई से छोटी हो जाती हैं और प्रक्षेप में सम–क्षेत्रफल का गुण आ जाता है।
7. प्रक्षेप में ध्रुवों को जो कि वास्तव में एक बिन्दु है एक रेखा द्वारा दर्शाया जाता है, अतः उनके निकट के अक्षांश बहुत ही पास–पास में आ जाते हैं।
8. विषुवत् रेखा से दूर जाने पर अशुद्धियां बढने से आकृतियां अधिकाधिक दोषपूर्ण होती जाती है। आइसलैण्ड, नार्वे, अलास्का, जैसे प्रदेश अपने वास्तविक आकार से कहीं अधिक लम्बे व चपटे दिखाई देते है।
9. प्रक्षेप में विषुवत् रेखा को छोड कहीं भी मापनी शुद्ध नहीं रहती।
10. यह शुद्ध दिशा या शुद्धाकृति प्रक्षेप नहीं है। ध्रुवों की ओर जाने पर अशुद्धियां उत्तरोत्तर बढ़ती जाती है।

उपयोग– प्रक्षेप में क्षेत्रफल शुद्ध रहने एवं 45^0 उत्तर एवं दक्षिण के बीच सीमित पैमाने पर ही अशुद्धियां बढ़ने से विश्व के वितरण मानचित्रों के लिए यह एक उपयोगी प्रक्षेप है, विशेषतः **उष्ण एवं अर्द्धोष्ण प्रदेशों की वस्तुओं एवं उपजों के वितरण के लिए यह सर्वाधिक उपयोगी प्रक्षेप है।** इस प्रक्षेप पर बने मानचित्र में कडवा, कोको, चाय, गर्म मसाले, केला, रबड, नारियल, ताड, चावल, मक्का आदि का वितरण एवं कभी–कभी पेट्रोलियम उत्पादन देश भी चित्रित किए जाते है।

2.12 साधारण या सम–दूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप (Simple or Cylindrical Equi-distant Projection)

इस प्रक्षेप की रचना सर्वप्रथम प्लैट कैरी (Plate Caree) नामक मानचित्रकार ने की थी। इसमें अक्षांश देशान्तर रेखाओं की दूरी सर्वत्र समान रहती है। इसीलिए इसे प्लैट कैरी का समदूरस्थ प्रक्षेप भी कहते हैं। दूरियों की समानता बनाए रखने के लिए प्रक्षेप में देशान्तरों की लम्बाई विषुवत् रेखा की आधी रखी जाती है। पृथ्वी के गोले पर भी एक देशान्तर अर्द्ध वृहत् वृत्त और विषुवत् रेखा पूर्ण बृहत् वृत्त होती है। प्रक्षेप में अक्षांश की स्थिति निर्धारण में धुवों की ओर होने वाले प्रसार को ध्यान में नहीं रखा जाने के कारण विषुवत् रेखा से दूर जाने पर विकृति बढ़ती जाती है। प्रक्षेप रचना विधि बहुत सरल है।

उदाहरण 6. एक समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप के वर्गीकृत रेखाजाल की रचना प्र. भि. 1:37,50,00,000 एवं मध्यान्तर 15^0 पर कीजिए।

रचना विधि

(i) पृथ्वी के घटाए गए गोले का अर्द्धव्यास (सेमी में)

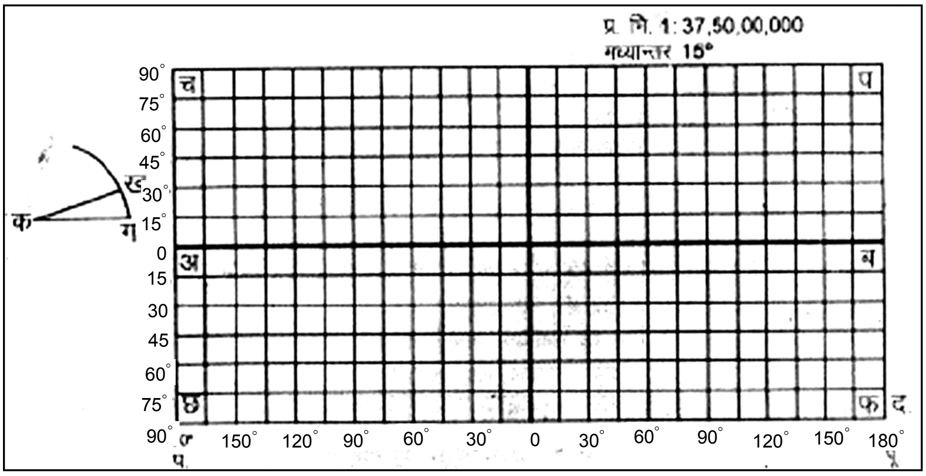
$$= \frac{62,50,00,000}{37,50,00,000} = \frac{5}{3} = 1.7 \text{ सेमी}$$

(ii) विषुवत् रेखा की लम्बाई (सेमी मे) = $2\pi r$

$$= \frac{44}{7} \times \frac{5}{3} = \frac{220}{21} = 10.5 \text{ सेमी}$$

150^0 मध्यान्तर पर गणितीय विधि से रेखाजाल के बीच की दूरी = 44 सेमी होगी।

एक खाली कागज के एक भाग में 1.7 सेमी अर्द्धव्यास से एक वृत्त का चाप घुमाया और उस पर 15^0 का कोण **ख क ग** अंकित कर दिया। अब कागज के मध्य में एक 10.5 सेमी लम्बी **अ ब** रेखा खींची। यह प्रक्षेप की विषुवत् रेखा है। इस रेखा को प्रथम प्रक्षेप की विषुवत् रेखा की भांति ज्यामिति या गणितीय किसी भी विधि से 24 भागों में विभाजित कर सकते है। यहां सावधानीपूर्वक वृत्तांश पर खींचे गए कोण **ख क ग** से **ख ग** का अन्तर लेकर विषुवत् रेखा पर 24 निशान अंकित किए। तत्पश्चात् विषुवत् रेखा के **अ ब** बिन्दुओं पर दोनों ओर लम्ब डाल दिए। इन **च छ** और **प फ** लम्बों पर अक्षांशों की स्थिति निश्चित करने हेतु ∠ **क ख ग** से **ख ग** का अन्तर लेकर 6–6 निशान अंकित किए।



चित्र क्र. 2.17: सम–दूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप

अक्षांश रेखाएँ खींचने के लिए इन बिन्दुओं को विषुवत् रेखा के समान्तर रेखाएँ खींचते हुए मिला दिया। देशान्तर खींचने के लिए विषुवत् रेखा पर अंकित 24 चिन्हों की सहायता से **च छ** एवं **प फ** के समानान्तर या विषुवत् रेखा से लम्बवत् रेखाएँ खींच लीं। इस विधि से (चित्र 2.17 के अनुसार) तैयार प्रक्षेप रेखाजाल ही सम दूरस्थ प्रक्षेप होगा। मध्यान्तर के आधार पर (15^0 प्रक्षेप को अंशांकित कर दिया) इस पर प्रक्षेप का नाम उ. भा. एवं मध्यान्तर भी लिख देंगे।

विशेषताएँ

1. प्रक्षेप के सभी अक्षांश विषुवत् रेखा के बराबर लम्बे होते है। सभी अक्षांश रेखाएँ समानान्तर एवं एक–दूसरे से समान दूरी पर खींची जाती है।
2. प्रक्षेप में देशान्तर रेखाएँ विषुवत् रेखा से लम्बवत् एवं समानान्तर खींची जाती है। इनके बीच का अन्तर भी सर्वत्र समान रहता है।
3. अक्षांश एवं देशान्तर एक–दूसरे को समकोण पर काटती हैं।
4. अक्षांश या देशान्तरों पर ही नहीं इन दोनों के बीच भी इस प्रक्षेप में अन्तर सर्वत्र समान रहने के कारण अक्षांश देशान्तर के बीच का प्रत्येक खण्ड एक वर्ग होता है।
5. प्रक्षेप में देशान्तर रेखाओं की लम्बाई विषुवत् रेखा की आधी रखी जाती है। यही स्थिति पृथ्वी के गोले पर भी है। इसी कारण देशान्तर रेखाओं के सहारे मापनी सही रहती है।
6. प्रक्षेप की देशान्तर रेखाएँ सही उत्तर–दक्षिण दिशा एवं अक्षांश विषुवत् रेखा के समानान्तर होने से सही पूर्व–पश्चिम दिशा रेखाएँ होती हैं।
7. प्रक्षेप में सभी अक्षांश रेखाओं को विषुवत् रेखा के बराबर लम्बा बनाया जाता है। अतः ध्रुव जो कि ग्लोब पर एक बिन्दु है, इस पर विषुवत् रेख के बराबर लम्बी रेखा द्वारा दर्शाया जाता है।
8. अक्षांशों में विषुवत् रेखा ही शुद्ध लम्बाई की होती है। अतः प्रक्षेप में उस पर मापनी शुद्ध रहती है। अन्य सभी अक्षांशों की लम्बाई बढने से उनमें तेजी से (उसी अनुपात में) विकृति भी बढ़ती जाती है।
9. इस प्रक्षेप पर क्षेत्रफल, आकृति व दिशा सर्वत्र शुद्ध नही रहती। सिर्फ विषुवत् रेखा के निकट ही यह लगभग शुद्ध रह पाती है।
10. प्रक्षेप की रचना विधि बहुत सरल है।

उपयोग– यह एक त्रुटिपूर्ण प्रक्षेप है। विषुवत् रेखा से दूर जाने पर इस पर दृष्टियों से दोष बढ़ते जाते हैं। अतः इसका उपयोग बहुत ही सीमित है। केवल विषुवत् रेखा के निकटवर्ती भाग एवं कभी–कभी अयन वृत्तों के बीच के भाग इस पर दर्शाए जाते हैं। विश्व मानचित्र या महाद्वीपों के मानचित्र के लिए तो यह प्रक्षेप सर्वथा अनुपयोगी है।

2.13 ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (Polar Zenithal Projection)

खमध्य प्रक्षेप (Zenithal Projection) इस परिकल्पना पर आधारित है कि एक पारदर्शी ग्लोब किसी भी बिन्दु पर एक समतल धरातल ठीक स्पर्श कर रहा है। यदि प्रकाश पुंज द्वारा ग्लोब की अक्षांश व देशांतर रेखा जाल को इस धरातल पर प्रक्षेपित किया जाये तो खमध्य प्रक्षेप होगा। इन प्रक्षेपों में केन्द्र से चारों ओर की दिशाएँ शुद्ध रहती है।

ग्लोब पर समतल धरातल की स्थिति के अनुसार यह प्रक्षेप तीन प्रकार के होते हैं–

टिप्पणी

(i) ध्रुवीय स्थिति (Polar case)

(ii) तिर्यक स्थिति (Oblique)

(iii) विषुवत् रेखीय (Equatorial)

प्रकाश पुंज की स्थिति के अनुसार उक्त प्रक्षेपों के निम्न रूप होते है– (i) केन्द्रीय (ii) त्रिविमीय एवं (iii) लम्बकोणीय प्रक्षेप

2.14 केन्द्रीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (Gnomonic Polar Zenithal Projection)

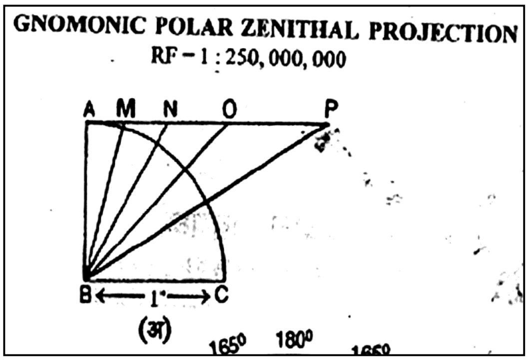
यह प्रक्षेप केन्द्रक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप है। इस प्रक्षेप में दो संकल्पनाएँ ली गयी हैं। प्रथम, प्रक्षेपण तल ग्लोब को ध्रुव पर स्पर्श करता है। द्वितीय, प्रकाश गोले के केन्द्र से प्रक्षेपित होता है। केन्द्र से प्रक्षेपण के कारण ध्रुव से विषुवत् रेखा की ओर दूरस्थ भागों में मापनी अशुद्ध होती जाती है। भूमध्यरेखा तो अनन्त हो जाती है। ध्रुव से बाहर की ओर चलने पर आकृति विकृत हो जाती है, इसीलिये इस प्रक्षेप पर ध्रुव के निकट के प्रदेश ही बनाये जाते है।

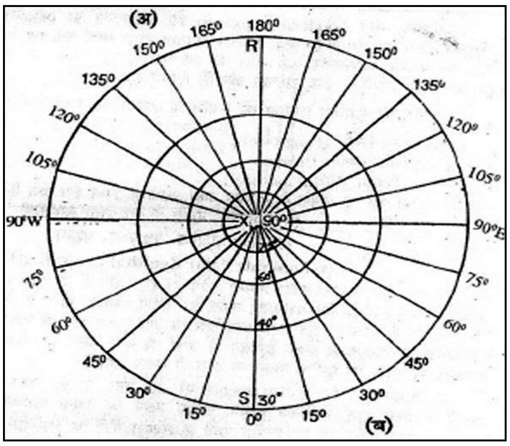
उदाहरण 7– प्र. भि. 1/250,000,000 पर 30^0 उत्तर से 90^0 उत्तर–मध्य क्षेत्र का मानचित्र बनाने के लिए एक नोमोनिक ध्रुवी खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेपान्तराल 15^0 है।

हल– दिये गये मापकानुसार पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास,

$$R = \frac{250,000,000}{250,000,000} = 1 \text{ इंच}$$

रचना विधि– 1″ का अर्द्धव्यास लेकर एक वृत्त का चतुर्थांश ABC खीचिये (चित्र 2.18) BC रेखा पर 30^0, 45^0, 60^0 तथा 75^0 के कोण बनाती हुई रेखाएँ खींचिये तथा इसको आगे बढाइये। A बिन्दु से BC रेखा के समानान्तर रेखा खींचिये, जो उपर्युक्त कोणों पर खींची गयी रेखाओं को M, N, O तथा P बिन्दुओं पर काटती हैं।





चित्र क्र. 2.18: केन्द्ररेखीय प्रक्षेप

अब AP की दोगुनी दूरी लेकर एक लम्बवत् सीधी रेखा RS खींचिये। इसके मध्य बिन्दु X को केन्द्र मानकर AP, AO, AN तथा AM के बराबर अर्द्धव्यास लेकर संकेन्द्रीय वृत्त खींचिए, जो क्रमशः 30^0, 45^0, 60^0 तथा 75^0 के अक्षांशी वृत्त होंगे। देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिए RS रेखा के X बिन्दु से चारों ओर 15^0 के अन्तराल पर कोण बनाती हुई सरल रेखाएँ खींचिये तथा चित्र के अनुसार उन पर मान अंकित कीजिये। X बिन्दु उत्तरी ध्रुव को प्रकट करेगा।

विशेषताएँ–

(i) सभी अक्षांश रेखाएँ संकेन्द्रीय वृत्त होती हैं। इनके बीच का अन्तर ध्रुव से बाहर की ओर बढ़ता जाता है। भूमध्यरेखा को प्रकट करना सम्भव नहीं है।

(ii) देशान्तर रेखाएँ ध्रुव से खींची गई समान कोणीय अन्तराल की सरल रेखाएँ होती हैं। यह अक्षांशीय वृत्तों को समकोण पर काटती हैं।

(iii) ध्रुव से बाहर चलने पर अक्षांश वृत्तों पर मापनी बढती जाती हैं। निम्न अक्षांशीय क्षेत्रों में भी आकृति विकृत हो जाती है, अतः इस प्रक्षेप में न तो क्षेत्रफल शुद्ध रहता है और न आकृति ही शुद्ध रहती है, परन्तु केन्द्र से सभी स्थानों पर दिक्मान शुद्ध रहता है।

उपयोगिता– इस प्रक्षेप में दिक्मान शुद्ध रहने के कारण, यह प्रक्षेप समुद्री नाविकों तथा वायुयान चालकों के लिए उपयोगी है। अतः इस प्रक्षेप पर आर्कटिक क्षेत्र के नौ संचालन तथा सामान्य उद्देश्य वाले मानचित्र बनाये जाते हैं।

2.15 त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (Steregraphic Polar Zenithal Projection)

यह संदर्भ प्रक्षेप है। इसमें यह कल्पना की जाती है कि एक ध्रुव पर प्रक्षेपण तल तथा दूसरे ध्रुव पर प्रकाश स्त्रोत स्थित है, जिसके विकरित प्रकाश के प्रक्षेपण से अक्षांश तथा देशान्तर रेखाओं का जाल बनाया जाता है। (चित्र 2.19)। यह एक यथाकृतिक तथा शुद्ध दिशा प्रक्षेप है।

उदाहरण 8– प्र. भि. 1/250,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध का मानचित्र बनाने के लिए एक ऐसे ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए जिसका प्रक्षेपान्तराल 15^0 हो।

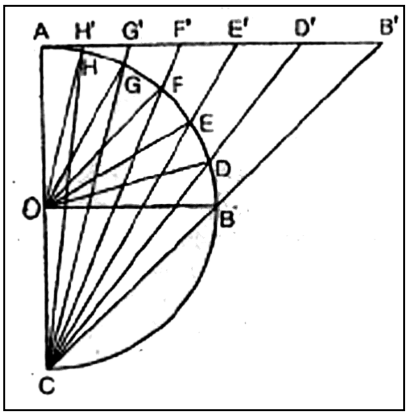
हल– उपर्युक्त मापक के अनुसार पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास,

$$R = \frac{250,000,000}{250,000,000} = 1"$$

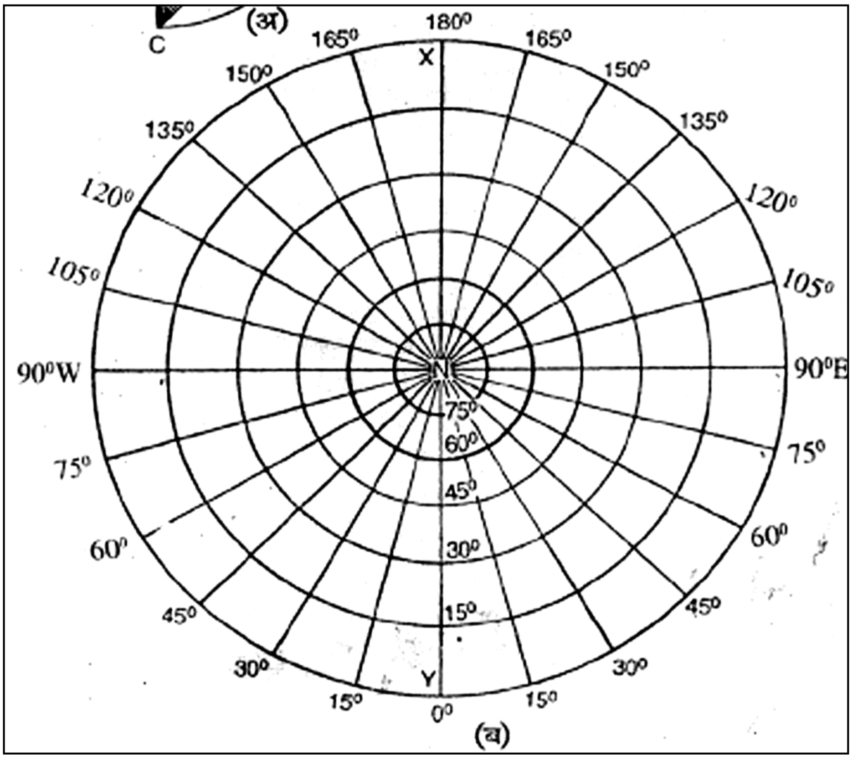
रचना विधि– 1'' का अर्द्धव्यास लेकर एक अर्द्धवृत्त ABC बनाइये। (चित्र 2. 19)। इस अर्द्धवृत्त में A बिन्दु उत्तरी ध्रुव, C बिन्दु दक्षिणी ध्रुव, O पृथ्वी का केन्द्र, AC ध्रुवीय व्यास तथा OB रेखा भूमध्यरेखीय है।

टिप्पणी

Stereographic Polar Zenithal Projection



चित्र क्र. 2.19



चित्र क्र. 2.20: त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप

A बिन्दु से OB के समानान्तर रेखा खींचिये। अब रेखीय अर्द्धव्यास को प्रकट करते है। OB रेखा पर O बिन्दु से 15^0, 30^0, 45^0, 60^0 तथा 75^0 के कोण बनाती हुई रेखायें खींचिए, जो AB चाप को D, E, F, G तथा H बिन्दुओं पर स्पर्श करती हैं। C बिन्दु से क्रमशः B, D, E, F, G तथा H बिन्दुओं को मिलाते हुए सरल रेखाएँ खींचियें, जो A बिन्दु से खींची गयी स्पर्श रेखा को B',D', E', F', G' तथा H' बिन्दुओं पर काटती है।

टिप्पणी

अब AC की दोगुनी दूरी लेकर एक लम्बवत् सरल रेखा XY खींचिये। इसके मध्यवर्ती बिन्दु N को केन्द्र मानकर AB', AD', AE', AF', AG' तथा AH' दूरियों के अर्द्धव्यास लेकर छह संकेन्द्रीय वृत्त खींचिये जो क्रमशः 0^0, 15^0, 30^0, 45^0, 60^0 तथा 75^0 N के अक्षांशीय वृत्त होंगे। N बिन्दु उत्तरी ध्रुव (90^0) को प्रकट करेगा। अब XY रेखा के पूर्वी तथा पश्चिमी अर्द्धवृत्त को N बिन्दु से 15^0 के अन्तर से बारह–बारह भागों में बाँटिये। सभी कटान बिन्दुओं को N बिन्दु से मिलाइये। ये रेखाएँ 15^0 के अन्तराल पर देशान्तर रेखाएँ होंगी। NY रेखा को 0^0 देशान्तर मानकर अन्य देशान्तर रेखाओं के मान लिखिये।

विशेषताएँ–

1. समस्त अक्षांश रेखाएँ संकेन्द्रीय वृत्त हैं। इनके बीच की पारस्परिक दूरी समान नहीं होती है बल्कि ध्रुव की ओर बढ़ती जाती है।
2. देशान्तर रेखाएँ सीधी व सरल रेखाएँ हैं, जो एक बिन्दु (ध्रुव) से विकरित होती है। ध्रुव से इनकी कोणीय दूरी समान होती है, परन्तु केन्द्र से भूमध्यरेखा की ओर चलने पर इनके मध्य में पारस्परिक अन्तर बढता जाता है। देशान्तर रेखाएँ अक्षांश वृत्तों को समकोण पर काटती हैं।
3. ध्रुव से भूमध्यरेखा की ओर, अक्षांश वृत्तों के बीच का अन्तर जिस अनुपात में बढता है उसी अनुपात में देशान्तर रेखाओं के बीच का अन्तर भी बढता है। अतः आकृति यथावत् रहती है। साथ ही ध्रुव से सभी ओर दिशाएँ भी शुद्ध रहती है, इसलिए यह एक यथाकृतिक तथा शुद्ध दिशा प्रक्षेप है।

उपयोगिता– यह प्रक्षेप ध्रुवीय प्रदेशों, बड़े देशों तथा महाद्वीपों, जैसे – यू. एस.ए., कनाडा, यूरोप, रूस आदि के मानचित्र बनाने के लिए बहुत उपयोगी है, किन्तु मापनी में अधिक अन्तर आ जाने के कारण इसे कम प्रयोग में लाया जाता है। ध्रुवीय प्रदेशों में भित्ति मानचित्र बनाने के लिए यह प्रक्षेप आज भी काफी उपयोगी है।

2.16 लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (Orthographic Polar Zenithal Projection)

यह भी एक सन्दर्भ प्रक्षेप है, जिसमें यह कल्पना की जाती है कि प्रक्षेपण तल ग्लोब को ध्रुव पर स्पर्श करता है तथा प्रकाश अनन्त स्थान से डाला जाता है। इसमें प्रकाश की किरणें समानान्तर आकर पड़ती हैं। यह प्रक्षेप खगोलशास्त्रियों के लिए बहुत उपयोगी सिद्ध हुआ है।

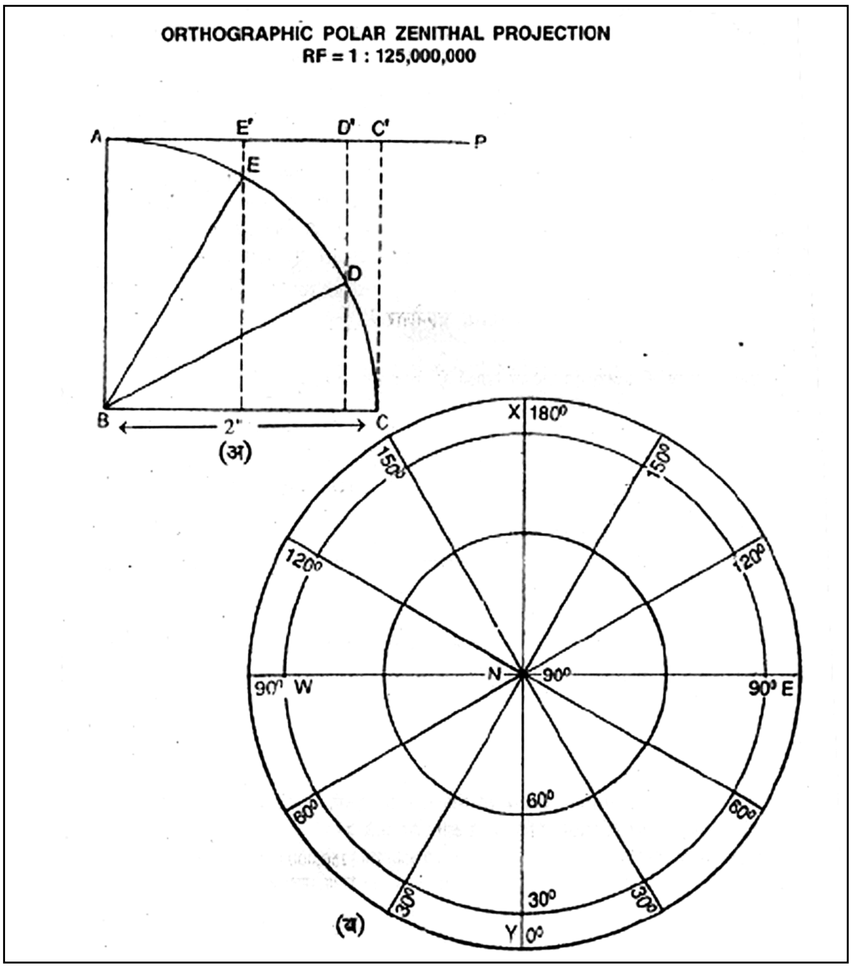
उदाहरण 9– प्र.भि. 1/125,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक ऐसे लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए जिसका प्रक्षेपान्तराल 30^0 है।

हल– उपर्युक्त दी गयी मापनी के अनुसार पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास,

$$R = \frac{250,000,000}{125,000,000} = 2 \text{ इंच}$$

टिप्पणी

रचना विधि– 2 इंच का अर्द्धव्यास लेकर एक वृत्त का चतुर्थांश ABC बनाइये। BC रेखा पर 30^0 तथा 60^0 के कोण बनाइये। ये कोणीय रेखाएँ AC चाप को D तथा E बिन्दु पर काटती हैं। अब A बिन्दु से AP स्पर्श रेखा खींचिये। C बिन्दु से AB के समानान्तर रेखा खींचिये, जो स्पर्श रेखा को C पर काटती है तथा E बिन्दुओं से भी CC' के समानान्तर रेखाएँ खींचिये, जो AP स्पर्श रेखा को क्रमश : D' तथा E' पर काटती है चित्र 2.21 (अ)।



चित्र क्र. 2.21: लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप

अब AC' की दोगुनी दूरी लेकर एक लम्बवत् रेखा XY खींचिये। इसके मध्यवर्ती बिन्दु N को केन्द्र मानकर AC', AD' तथा AE' के बराबर अर्द्धव्यास लेकर वृत्त खींचिये, जो प्रक्षेप में क्रमशः 0^0, 30^0 तथा 60^0 उत्तरी अक्षांशों के वृत्त होंगे। N को केन्द्र मानकर 30^0 के अन्तराल पर कोण बनाती हुई सरल रेखाएँ खीचिये तथा चित्र 3(ब) की भाँति उनके मान लिखकर प्रक्षेप को पूर्ण कीजिये।

विशेषताएँ–

1. समस्त अक्षांश वृत्त ध्रुव को केन्द्र मानकर खींचे गये संकेन्द्रीय वृत्त हैं। ध्रुव से बाहर की ओर अक्षांश वृत्तों के बीच का अन्तर कम होता जाता है।

टिप्पणी

2. देशान्तर रेखाएँ सीधी सरल रेखाएँ है, जो ध्रुव से समान कोणीय दूरी के अन्तर से विकरित होती है। ये रेखाएँ अक्षांश वृत्तों को परस्पर समकोण पर काटती हैं।
3. प्रक्षेप में केन्द्र से बाहर की ओर जाने पर देशान्तर रेखाओं पर मापनी घटने लगती है। अतः आकृति विकृत होती जाती है और क्षेत्रफल घटने लगता है। केवल दिशा ही शुद्ध रहती है।

उपयोगिता– यद्यपि इस प्रक्षेप के उपान्त में आकृति व क्षेत्रफल शुद्ध नहीं रहते, किन्तु शुद्ध दिशा रहने के कारण तथा प्रक्षेप केन्द्रीय भाग में आकृति तथा क्षेत्रफल काफी हद तक ठीक रहने के कारण प्रक्षेप ध्रुवीय प्रदेशों के वृहद् मानचित्र बनाने के लिए उपयुक्त है। यह प्रक्षेप खगोलशास्त्रियों के लिये अधिक उपयोगी सिद्ध हुआ है। इस प्रक्षेप को यू.एस.ए में काफी लोकप्रियता मिली है।

2.17 मौखिक प्रश्नोत्तर (Oral Questions and Answers)

1. प्रक्षेप किसे कहते है?

   उत्तर– ग्लोब की आक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं को मापकानुसार किसी समतल कागज पर प्रकट करने की विधि को प्रक्षेप कहते हैं।

2. पृथ्वी का माना हुआ अर्द्धव्यास कितना है?

   उत्तर– पृथ्वी का माना हुआ अर्द्धव्यास 3956.75 मील या 6367.75 किमी अथवा 250,699,680 इंच या 636,775,000 सेमी है, परन्तु सुविधा की दृष्टि से इसे 250,000,000 इंच अथवा 635,000,000 सेमी माना लिया गया है।

3. प्रक्षेप की रचना क्यों की जाती है?

   उत्तर– हमारी पृथ्वी गोलाकार है अतः इसके गोलाकार स्वरूप को समतल रूप में प्रकट करने के लिए प्रक्षेप बनाने की आवश्यकता होती है।

4. ग्रेटीकूल (Graticule) किसे कहते है?

   उत्तर– अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं के जाल को ग्रेटीकूल कहते है।

5. उत्तरी व दक्षिणी गोलार्द्ध से क्या अभिप्राय है?

   उत्तर– भूमध्य रेखा के उत्तर में स्थित ग्लोब का आधा भाग उत्तरी गोलार्द्ध तथा भूमध्य रेखा के दक्षिण में स्थित शेष आधा भाग दक्षिणी गोलार्द्ध कहलाता है।

6 पूर्वी व पश्चिमी गोलार्द्ध का विस्तार बताइये।

   उत्तर– 0^0 से 180^0 पूर्वी देशांन्तर के मध्य स्थित ग्लोब का आधा भाग पूर्वी गोलार्द्ध तथा 0^0 से 180^0 पश्चिम के मध्य स्थित ग्लोब के शेष आधे भाग को पश्चिमी गोलार्द्ध कहते हैं।

टिप्पणी

7. पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास किस प्रकार ज्ञात किया जाता है?

उत्तर– दी हुई प्रदर्शन भिन्न के हर से पृथ्वी के माने हुए अर्द्धव्यास (250,000,000'' या 635,000,000 सेमी) में भाग देकर पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास ज्ञात किया जाता है।

8. प्रकाश के प्रयोग की दृष्टि से प्रक्षेप कितने प्रकार के होते हैं?

उत्तर– प्रकाश के प्रयोग की दृष्टि से प्रक्षेप दो प्रकार के होते हैं–

1. सन्दर्भ प्रक्षेप (Perspective Projection)
2. असन्दर्भ प्रक्षेप (Non-Perspective Projection)

9. प्रयोजन की दृष्टि से प्रक्षेप कितने प्रकार के होते हैं?

उत्तर– प्रयोजन की दृष्टि से प्रक्षेप तीन प्रकार के होते हैं–

(i) शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप

(ii) शुद्ध दिशा प्रक्षेप

(iii) शुद्ध आकृति प्रक्षेप

10. रचना विधि के आधार पर प्रक्षेप कितने प्रकार के होते हैं?

उत्तर– रचना विधि के आधार पर प्रक्षेपों के प्रकार

(i) बेलनाकार प्रक्षेप

(ii) शंक्वाकार प्रक्षेप

(iii) ऊर्द्धवर्ती प्रक्षेप

(iv) रूढ़ प्रक्षेप

11. बेलनाकार प्रक्षेप किसे कहते है?

उत्तर– वह प्रक्षेप जिसमें भू–ग्रिड को ग्लोब पर भूमध्यरेखा के साथ लिपटे बेलनाकार कागज पर प्रक्षेपित कर चित्रित किया जाता है, बेलनाकार प्रक्षेप कहलाता हैं।

12. उर्द्धवर्ती (समहय) प्रक्षेप किसे कहते है?

उत्तर– ग्लोब को किसी एक बिन्दु पर स्पर्श करने वाली समतल सतह पर प्रक्षेपित अक्षांश एवं देशांन्तर रेखाओं के जाल को उर्द्धवर्ती प्रक्षेप कहते हैं।

13. प्रकाश की स्थिति के आधार पर उर्द्धविर्ती प्रक्षेप कितने प्रकार के होते हैं?

उत्तर– (i) नामोनिक प्रक्षेप

(ii) त्रिविम या स्टीरियोग्राफिक प्रक्षेप

(iii) लम्बकोणीय या आर्थोमार्फिक प्रक्षेप

टिप्पणी

14. ग्रीनविच देशान्तर किसे कहते हैं?

उत्तर– यह 0^0 की देशान्तर रेखा है, जो इंग्लैण्ड के ग्रीनविच नामक नगर से होकर गुजरती है।

15. त्रिविम उर्द्धवर्ती प्रक्षेप किसे कहते हैं?

उत्तर– वह प्रक्षेप, जिसमें एक ध्रुव पर स्पर्श करते हुए कागज पर दूसरे ध्रुव से प्रकाश प्रक्षेपित कर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का चित्रण किया जाता है, उसे त्रिविम उर्द्धवर्ती प्रक्षेप कहते हैं।

16. प्रधान अक्षांश (Standard Parallel) रेखा किसे कहते है?

उत्तर– वह रेखा, जिस पर मापक पूर्ण शुद्ध रहता है, प्रधान अक्षांश रेखा कहलाती है।

17. बोन प्रक्षेप का अविष्कार किसने किया था?

उत्तर– इस प्रक्षेप का अविष्कार फ्रांसीसी कार्टोग्राफर रिगोबर्ट बोन ने किया था।

18. बोन प्रक्षेप की उपयोगिता बताइये।

उत्तर– यह एक शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप है। यह एक ही गोलार्द्ध में स्थित छोटे व कम देशान्तरीय विस्तार वाले देशों के मानचित्र बनाने के लिए उपयुक्त होता है।

19. विश्व में चावल व रबड का वितरण दर्शाने के लिए कौन सा प्रक्षेप उपयुक्त होगा?

उत्तर– चावल तथा रबड का उत्पादन वितरण दर्शाने के लिए बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप उपयुक्त होगा, क्योंकि इसमें भूमध्यरेखीय भागों में मापक शुद्ध रहता है।

20. बहुशक्वांकार प्रक्षेप में कौन – सा अक्षांश प्रभावित होता है?

उत्तर– बहुशंक्वाकार प्रक्षेप में सभी अक्षांश प्रमाणित होते हैं।

2.18 अभ्यास प्रश्न (Practice Questions)

1. प्रक्षेप को परिभाषित कीजिए।
2. प्रक्षेप को परिभाषित कीजिये तथा इनका वर्गीकरण किजिए।
3. बेलनाकार प्रक्षेप की रचना विधि तथा विशेषतायें बताइए।
4. प्र.भि. 1:125,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध का मानचित्र बनाने के लिए एक ध्रुवीय केन्द्रवर्ती खमध्य प्रक्षेप (Gnomonic Polar Zenithal Projection) की रचना किजिए जिसका प्रक्षेपान्तराल 15^0 है।
5. प्र.भि. 1: 250,000,000 मापक व 15^0 प्रक्षेपान्तर पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए त्रिविम घ्रुवीय खमध्य ऊर्द्धवर्ती प्रक्षेप (Stereographic Polar Zenithal Projection) की रचना कीजिए।

टिप्पणी

6. एक बेलनाकार साधारण प्रक्षेप की रचना कीजिये जिसका मापक 1,35,00,00.00 है तथा अक्षांशीय और देशान्तरीय अन्तर 15^0 है।
7. 20^0 से 80^0 उत्तर तथा 70^0 पश्चिम से 70^0 पूर्व के मध्य स्थित के लिए प्र. भि. 1: 125,000,000 मापक पर एक बहु शंक्वाकार प्रक्षेप बनाइये। मध्यांतर 10^0 है।
8. प्र. मि. 1:125,00,000 पर एक बोन प्रक्षेप (Bonne's Projection) की रचना कीजिए। अक्षाशीय विस्तार 15^0 उत्तर से 75^0 उत्तर से 75^0 उत्तर, देशान्तरीय विस्तार 55^0 पश्चिम से 65^0 पूर्व तथा प्रक्षेपान्तर 15^0 है।
9. प्र. मि. 1:125,000.000 पर दो प्रमाणित अक्षांश युक्त शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projection with two standard) की रचना किजिए जिसमें

   प्रामाणिक अक्षांश– 30^0 उत्तर तथा 60^0 उत्तर

   अक्षाशीय विस्तार–10^0 उत्तर से 70^0 उत्तर तक

   देशान्तरीय विस्तार– 50^0 पश्चिम से 50^0 पूर्व तक

   प्रक्षेपान्तर– 10^0 है।

इकाई 3 वायु फोटोग्राफी (Aerial Photography)

टिप्पणी

संरचना (Structure)

3.1 परिचय
3.2 उद्देश्य
3.3 वायु फोटोग्राफी
3.4 हवाई फोटोग्राफी की विधियाँ
3.2.1 वायु फोटोचित्रों के प्रकार
3.2.2 वायु फोटोचित्रों की पहचान
3.3 वायु फोटोचित्रों की व्याख्या
3.4 वायु फोटोचित्रों के गुण तथा दोष
3.4.1 वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.2 भू–विज्ञान (Geology) तथा समन्वेषण भू–भौतिकी (Exploration Geophysics) में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.3 भू–आकृतिविज्ञान, मिट्टी तथा जलविज्ञान में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.4 जलाशयों एवं सीमान्त क्षेत्रों के अध्ययन में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.5 वन, वनस्पति-विज्ञान तथा पारिस्थितिकी में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
3.4.6 कृषि सर्वेक्षणों में वायु फोटो प्रविधियों के प्रयोग
3.4.7 नगरीय, प्रादेशिक तथा सैनिक अध्ययनों में वायु फोटो प्रविधियों के प्रयोग
3.4.8 सुदूर संवेदन परिचय
3.4.9 सुदूर संवेदन की परिभाषाएँ
3.9.10 सुदूर संवेदन तकनीक का विकास
3.4.11 सुदूर–संवेदन की उपयोगिता
3.4.12 सुदूर संवेदन एक आंकडा जननयंत्र के रूप में
3.4.13 मानचित्रण में दूर संवेदन प्रणाली का प्रयोग
3.4.14 कम्प्यूटर मानचित्रण
3.4.15 मानचित्र कला में कम्प्यूटर का उपयोग
3.4.16 मानचित्रण प्रक्रिया
3.5 मानचित्र कला और भौगोलिक सूचना प्रणाली
3.6 विश्वव्यापी स्थिति निर्धारण प्रणाली
3.6.1 जी.पी.एस का विश्व व्यापी उपयोग
3.6.2 जी.पी.एस. के लाभ
3.6.3 जी.पी.एस. की कमियां
3.7 मौखिक प्रश्नोत्तर
3.8 अभ्यास प्रश्न

3.1 परिचय (Introduction)

वायु फोटोग्राफी एक ऐसा विज्ञान है, जिसके अन्तर्गत पृथ्वी के धरातल का अध्ययन करने के लिए वायुफोटो चित्रों को प्राप्त किया जाता है। वायु फोटोग्राफी सुदूर संवेदन का मूल रूप है तथा जिसका विस्तृत उपयोग धरातलीय मानचित्रण, इंजीनियरिंग, पर्यावरणीय अध्ययनों तथा खनिज संसाधनों के विदोहन के लिए किया जाता है। वायुफोटोग्राफी के विकास की प्रारम्भिक अवस्थाओं में वायु

टिप्पणी

फोटोचित्रों को गुब्बारों एवं पतंगों की संहायता से प्राप्त किया जाता था। बाद में वायुयान के विकास से वायु फोटोचित्रों को प्राप्त करने में अधिक ध्यान दिया गया क्योंकि इनका उपयोग सामरिक दृश्टि से किया जाने लगा था। द्वितीय विश्व युद्ध मे वायुफोटो चित्रों का इस्तेमाल खुफिया तौर पर किया गया। यहां पर वायु फोटोग्राफी से सम्बंधित तथ्यों का अध्ययन किया गया है।

3.2 उद्देश्य (Objectives)

वायु फोटोग्राफी के निम्न लिखित उद्देश्य हैं–

- किसी क्षेत्र के भौतिक एवं सांस्कृतिक भूदृश्यों के संबंधित अभिनय सूचनाएँ उपलब्ध कराना।
- नवीन सूचनाएं प्राप्त करना विशेषकर दुर्गम क्षेत्रों की सूचनाएँ प्रदान करने में सहायता करना।
- सर्वेक्षण एवं मानचित्र में उपयोगी।
- स्थल रूपों के समतुल्य अध्ययन में सहायक होना।
- फोटोग्राफिक विनिर्देशन के सही डिजाइन में सहायक होना।

3.3 वायु फोटोग्राफी (Aerial Photography)

गत सत्तर वर्षो से फोटोग्राफी के अनेक भोगौलिक उपयोग किए गए हैं। भूतकाल में फोटोग्राफी लेने वाले यंन्त्रों (Camera) तथा आलेखन यन्त्रों के विकास के साथ साथ सूचना के लिए फोटो निर्वचन तथा सर्वेक्षण प्रक्रिया के लिए फोटोमिती (Photogrametry) का भी विकास किया गया है। वृहत मापक पर उत्तम कोटि के फोटो की उपलब्धि के अतिरिक्त, विशेषकर विद्युत प्रक्रम के क्षेत्र में ही प्रगति हुई जबकि फोटो निर्वचनकर्ता को मानक सर्ववर्णिक (Panchromatic) फोटोग्राफ तथा सामान्य त्रिविमितिदर्शी का उपयोग करके भी घटनाओं के पूर्व ज्ञान पर निर्भर रहना पडता है।

वर्तमान में वायु फोटोग्राफी भौगोलिक अध्ययनों एवं अनुसन्धानों में उपयोगी सिद्ध हुई है अतः इसका उपयोग दिनोंदिन बढ़ता जा रहा है।

3.4 हवाई फोटोग्राफी की विधियाँ (Methods of Air Photography)

हवाई फोटोग्राफी करने की विधियों के दो भेद होते हैः

1. **पिन बिन्दु फोटोग्राफी (Pin-point Photography)**– वायुयान सें भू–पृष्ठ की किसी एक वस्तु विशेष का उर्ध्वाधर या तिर्यक् फोटोचित्र खींचना पिन बिन्दु फोटोग्राफी कहलाता है। इस विधि में किसी एक भवन कारखाना, पुल, हवाई अड्डा, रेल्वे स्टेशन, बंकर या कोई अन्य स्थान की

टिप्पणी

फोटोग्राफी की जाती है। इस विधि में एक या दो फोटोचित्र खींचना पर्याप्त होता है।

2. **ब्लॉक फोटोग्राफी (Block Photography)**– भू पृष्ठ के विशाल क्षेत्रों के हवाई सर्वेक्षण करने के लिए पिन बिन्दु फोटोग्राफी के स्थान पर ब्लॉक फोटोग्राफी विधि प्रयोग में लाई जाती है। इस विधि में दिए हुए क्षेत्र को समान्तर पट्टियो (parallel strips) में बांट दिया जाता है। तत्पश्चात इन पट्टियों के उपर सर्पिल परिरूप में वायुयान उडाते हुए प्रत्येक पट्टी के अतिव्यापित फोटोचित्र खींचे जाते है इस विधि में किसी पट्टी के दो क्रमागत फोटोचित्रों से 60% तथा दो संलग्न पट्टियो के फोटोचित्रों मे 25 से 30% तक क्षेत्र अतिव्यापन होता है। इस अतिव्यापन से त्रिविमदर्शी या स्टीरियोस्कोप (Stereoscope) यन्त्र से देखने के योग्य फोटोचित्रों के जोड़े प्राप्त हो जाते हैं। स्टीरियोस्कोप यन्त्र के द्वारा नीचे दो क्रमागत एवं अतिव्यापित फोटोचित्र रखकर इन फोटोचित्रो में अंकित धरातल का त्रिविम (three-dimensional) स्वरूप देखा जा सकता है।

पिन–बिन्दु अथवा ब्लॉक फोटोग्राफी की किसी विधि को प्रयोग करने से पूर्व उडान के मौसम व फोटोचित्र खींचने के समय को गम्भीरपूर्वक विचार कर लेना चाहिए। उदाहरणार्थ– पर्णपाती वनों के फोटोचित्र खींचने के लिए वसन्त काल अच्छा रहता है। इसी प्रकार फसल क्षेत्रों के फोटोचित्रो के लिए वह मौसम चुना जाता है जब खेतो में फसल खडी हो। फोटोग्राफी में प्रकाश का विशेष ध्यान रखा जाता है अतः वायु फोटोचित्र खींचने के लिए 1 से 2 बजे तक का समय सर्वोत्तम माना जाता है। प्रातःकाल या सायंकाल में खींचे गए वायु फोटोचित्रों में धरातलीय विवरणों की लम्बी–लम्बी छायाएँ अंकित हो जाती है जिससे फोटोचित्रों में अन्य बहुत से विवरण ओझल हो जाते है। इसके अतिरिक्त उडान के समय आकाश मेघरहित एवं स्पष्ट होना आवश्यक है।

3.2.1 वायु फोटोचित्रों के प्रकार (Types of Air Photographs)

डॉ. जे. पी. भार्मा ने अपनी पुस्तक 'प्रायोगिक भूगोल' में वायु फोटोचित्रों को तीन भागों में विभाजित किया है–

(I) उर्ध्वाधर फोटोचित्र (Vertical Photographs)

(II) क्षैतिज या पार्थिव फोटोचित्र (Horizontal or Terrestrial Photographs)

(III) तिर्यक् फोटोचित्र (Oblique Photographs)

(I) उर्ध्वाधर फोटोचित्र (Vertical Photographs)– क्षैतिज उडान (level flight) भरते हुए वायुयान में कैमरे को लम्बवत् नीचे की ओर झुकाकार लिए गए वायु फोटोचित्र उर्ध्वाधर फोटोचित्र कहलाते है (चित्र 3.1) यद्यपि सिद्धान्त रूप में ऐसे वायु फोटोचित्र खींचते समय कैमरे का अक्ष धरातल पर ठीक लम्बवत् होना चाहिए, परन्तु व्यवहार में सदैव ऐसा कर पाना सम्भव नहीं होता। अतः यदि कैमरे का अक्ष लम्ब दशा से 2–3 अंश

टिप्पणी

कम या अधिक हो तो भी प्राप्त फोटोचित्र को उर्ध्वाधर मान लिया जाता है। इस प्रकार के वायु फोटोचित्र में धरातल का प्लान दृश्य (plan view) आता है, जो आकाश में उडते हुए किसी पक्षी के द्वारा लम्बवत् नीचे की ओर देखे गए दृश्य के समान होता है। वायु फोटोचित्रों से मानचित्रण करने के लिए इसी प्रकार के फोटोचित्रों को प्रयोग में लाते है।

(II) क्षैतिज या पार्थिव फोटोचित्र (Horizontal or Terrestrial Photographs)– ये फोटोग्राफ धरातल पर स्थित कैमरा स्टेशन से फोटोथ्योडोलाइट से लिए जाते है। कैमरा का अंश अधिकांश तथा अधिक उँचे उठे दृश्य पर क्षैतिज होता है। ऐसे फोटोग्राफ अधिकांशतया उन स्थानों के लिए जाते हैं जो वास्तुकला या पुरातत्व विज्ञान की दृष्टि से महत्वपूर्ण होते है।

(III) तिर्यक फोटोचित्र (Oblique Photographs)– तिर्यक फोटोचित्र खींचने के लिए वायुमान में रखे गए कैमरे को धरातल की ओर गत (Inelined) दिशा मे स्थिर करके लक्ष्य करते है, जिससे फोटोचित्रों में धरातलीय विवरणों के पार्श्व दृश्य (side-views) दिखलाई देते हैं। इस प्रकार ये फोटोचित्र किसी उंची मीनार या पर्वत चोटी से खींचे गए फोटोचित्रों के समान होते हैं। फोटोचित्र लेते समय कैमरे को धरातल की ओर कितना झुकाया गया है, इस आधार पर तिर्यक् फोटोचित्रों के निम्नलिखित दो उप–भेद होते हैं–

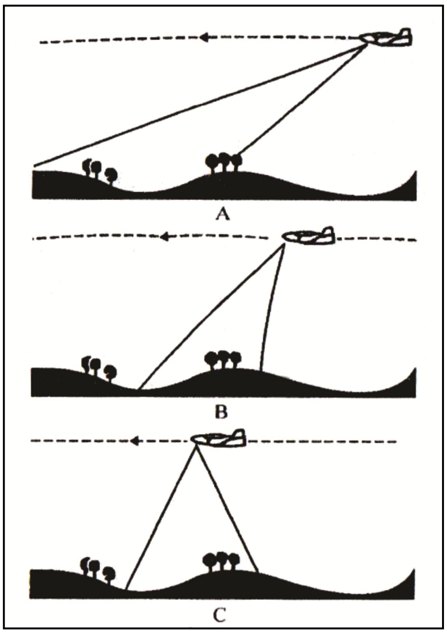
1. उच्चकोण तिर्यक् फोटोचित्र (High angle oblique photograph)
2. अल्पकोण तिर्यक् फोटोचित्र (Low angle oblique photograph)

उच्चकोण तिर्यक् फोटोचित्र मे कैमरे को केवल थोड़ा सा नीचे की ओर झुकाते हैं। इस प्रकार के फोटोचित्रों को मुख्य पहचान यह है कि इनमें विवरणों के पार्श्व–दृष्यों के साथ–साथ क्षितिज (horizon) भी दिखलाई देती है। (चित्र 3.2A) इसके विपरीत जिन तिर्यक् फोटोचित्रों में क्षितिज दिखलाई नहीं देती है, उन्हें अल्पकोण तिर्यक् फोटोचित्र कहा जाता है। इन फोटोचित्रों में कैमरे को नीचे की ओर इतना अधिक झुका देते हैं कि उसमें क्षितिज का दृश्य अंकित नहीं हो पाता है (चित्र 3.2B)। यहां यह पुनः समझ लेना चाहिए कि 'उच्च' (high) या 'अल्प' (low) शब्दों का अभिप्राय कैमरे के कोण से होता है तथा इन शब्दों का वायुयान की उंचाई से कोई सम्बन्ध नहीं है।

वायु फोटोचित्रों की उर्ध्वाधर एवं तिर्यक् प्रकारों की परस्पर तुलना करने पर कई बातें स्पष्ट होती है। तिर्थक् फोटोचित्रों को देखकर विवरणों को सरलतापूर्वक पहचाना जा सकता है, क्योंकि उसमें विवरणों की थोडी बहुत उंचाइयाँ भी दिखलाई देती है। इस कारणवश तिर्यक् फोटोचित्रों की व्याख्या करना अपेक्षाकृत सरल होता है तथा फोटोचित्रों में आगे की ओर स्थित भवनों तथा अन्य वस्तुओं की उंचाइयों का बहुत–कुछ सही–सही अनुमान लगाया जा सकता है। तिर्यक् फोटोचित्रों की सहायता से वृक्षों के नीचे रखी गई वस्तुओं को भी पहचाना जा सकता है। अतः युद्ध काल में शत्रु के द्वारा वृक्षों के नीचे छिपाकर रखे गऐ टैंको, वाहनों, रसद–भण्डारों व शस्त्रागारों का पता लगाने के लिए ये वायु फोटोचित्र

टिप्पणी

बहुत उपयोगी होते है। परन्तु इस प्रकार के फोटोचित्र में मृतक क्षेत्र (Dead ground) अर्थात् उंचे विवरणों के पिछे स्थित व दिखलाई देने वाला क्षेत्र इतना बढ जाता है तथा मापनी में इतने बड़े अन्तर आ जाते हैं कि उनसे मानचित्रण करना अत्यन्त कठिन हो जाता है। इसके विपरीत उर्ध्वाधर फोटोचित्र में समूचा क्षेत्र स्पष्ट दिखलाई देता है तथा दिशा व दूरी दोनों करीब–करीब शुद्ध होती है अतः मानचित्रों में ऐंसे फोटोचित्रों का सीधा प्रयोग करना सम्भव होता है



चित्र क्र. 3.1

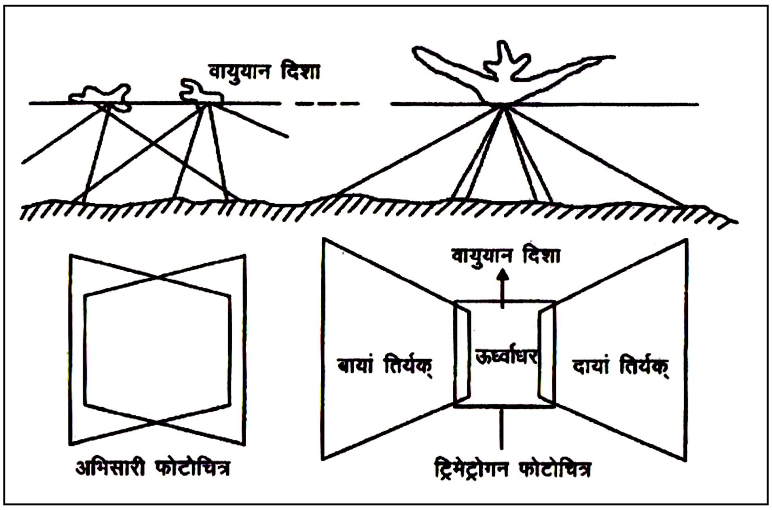
उर्ध्वाधर फोटोचित्रों की मुख्य समस्या व्याख्या सम्बन्धी कठिनाई है, जो रंगों के अभाव में और अधिक बढ़ जाती है। चूंकी उर्ध्वाधर फोटोचित्र में धरातलीय विवरणों का केवल प्लान अंकित होता है अतः इन्हें देखने से ऐसा प्रतीत होता है कि मानो पर्वत, टीले, भवन तथा वृक्ष, आदि धरातल के सभी विवरण अपनी उँचाइयों को खोकर एकदम सपाट हो गए है, जिसके फलस्वरूप जाने–पहचाने स्थान व वस्तुएं भी फोटोचित्र में अपरिचित सी लगती है। इस कारणवश उर्ध्वाधर फोटोचित्र की सही सही व्याख्या करने के लिए विशेष ज्ञान व उपकरणों की आवश्यकता होती है।

इसी प्रकार व्याख्या की दृष्टि से उच्चकोण तिर्यक् फोटोचित्रो की अपेक्षा अल्पकोण तिर्यक् फोटोचित्र अधिक सरल होते है। उच्चकोण तिर्यक् फोटोचित्र में कैमरे का अक्ष क्षैतिज तल से लगभग 20 या 30 अंश नीचे की ओर झुका होता है जिससे उसमे क्षितिज तल का दृश्य अंकित हो जाता है। इसके विपरीत अल्पकोण तिर्यक फोटोचित्र मे कैमरे का अंश 60 अंश तक झुका हुआ हो सकता है। फलतः उसमे उच्चकोण तिर्यक् फोटोचित्र की अपेक्षा बहुत छोटे क्षेत्र का दृश्य अंकित होता है जिसे सफलतापूर्वक पहचाना जा सकता है।

टिप्पणी

चित्र 3.2 मे वायु फोटोचित्र के तीन प्रकार समझाए गए है। इनके अतिरिक्त फोटोचित्रों के अन्य दो प्रकार निम्नाकिंत है

1. **द्विमेट्रोगण फोटोचित्र (Trimetrogon Photograph)**– द्विमेट्रोगन पद्धति में वस्तुतः तीन कैमरे एक साथ कार्य करते है। इनमें मध्यवर्ती कैमरा धरातल का उर्ध्वाधर वायु फोटोचित्र खींचता है तथा इधर उधर के कैमरे क्षितिज तक के तिर्यक् वायु फोटोचित्र खींचते है। इस प्रकार द्विमेट्रोगन पद्धति में दायीं क्षितिज से दायी क्षितिज तक का समस्त क्षेत्र अंकित हो जाता है। यद्यपि मानचित्रण के दृष्टिकोण से तिर्यक् फोटोचित्र अधिक उपयोगी नहीं होते तथापि इनसे फोटोचित्रों का अनुस्थापन (orientation) करने में बहुत मदद मिलती है।



चित्र क्र. 3.2: द्विमेट्रोगण फोटोचित्र

2. **अभिसारी फोटोचित्र (Convergent photograph)**– जैसा कि चित्र 3.3 से स्पष्ट है, अभिसारी पद्धति से फोटोचित्र खींचने के लिए वायुयान में दो कैमरे प्रयोग किए जाते हैं जो एक ही क्षेत्र के दो अलग–अलग तिर्यक् फोटोचित्र एक साथ खींचते है। इस प्रकार अभिसारी फोटोग्राफी में किसी क्षेत्र के एक ही समय के अलग अलग कैमरों के द्वारा लिए गए दो फोटोचित्र प्राप्त हो जाते है। उडान की दिशा में स्थित अगले कैमरे का फोटोचित्र पिछला (aft) तथा पिछले कैमरे का फोटोचित्र अगला (forward) कहलाता है।

3.2.2 वायु फोटोचित्रों की पहचान (Identification of Air Photographs)

उत्तम प्रकार के वायु फोटोचित्रो पर उनकी पहचान सम्बन्धी आवश्यक बातों को एक पट्टी के रूप में मुद्रित कर दिया जाता है। इस पट्टी को नामांकन पट्टी (Tilting strip) कहते हैं। नामांकन पट्टी पर क्रमवार निम्नांकित सूचनाएं अंकित होती हैः

टिप्पणी

1. नेगेटिव नम्बर या सूचकांक (Index Number)
2. कैमरे की स्थिति (Camera position) जैसे
   V= उर्ध्वाधर (vertical)
   P= बायीं ओर आमुख तिर्यक् (a port facing oblique)
   S= दायीं ओर आमुख तिर्यक् (a starboard facing oblique)
   N= आगे की ओर आमुख तिर्यक् (a nose or forward facing oblique)
   T= पश्च आमुख तिर्यक् (a tail or rear facing oblique)
   H= हाथ में पकडा हुआ (hand held)
3. फोटोचित्र खींचने वाली यूनिट का नाम
4. सेवा विभाग जैसे, IAF
5. सोर्टी संख्या (sortie number)
6. दिनांक तथा उसके आगे बराबर (=) का चिन्ह
7. समय
8. प्रयोग किए गए कैमरे के लेन्स की फोकल दूरी (Focal length)
9. कैमरे की समुद्र तल से ऊँचाई
10. सुरक्षा की दृष्टि से फोटोचित्र का वर्गीकरण।

मान लीजिए किसी वायु फोटोचित्र की नामांकन पट्टी पर निम्न प्रकार लिखा गया है:

0155/V : 18/IAF/5450 : 27MAY67=11.55:15cm: 6000m:REST'D

तो इसका यह अर्थ समझा जाएगा कि 0155 सूचकांक वाले इस प्रतिबन्धित (restricted) उर्ध्वाधर फोटोचित्र को भारतीय वायु सेना (IAF) की 18 स्क्वाड्रन ने 5450 वीं सोर्टी में 27 मई, 1967 को प्रातः 11.55 बजे 15 सेमी फोकल दूरी वाले लेन्स से खींचा।

3.3 वायु फोटोचित्रों की व्याख्या (Interpretation of Air photographs)

वायु फोटोचित्रों की सही–सही व्याख्या करने के लिए पर्याप्त अनुभव एवं फोटोग्राफमिति का विशेष ज्ञान होना आवश्यक है। यद्यपि वायु फोटोचित्रों को कैमरे से खींचा जाता है तथापि सामान्य व्यक्ति के लिए इन फोटोचित्रों की व्याख्या करना अथवा उनमें अंकित विवरणों की सही–सही पहचान करना अति कठिन कार्य है। इसके दो कारण है– प्रथम, अधिकांश फोटोचित्रों में रंगों का अभाव होता है अर्थात् उनमें सभी विवरण काले–सफेद होते है जिससे उन विवरणों को पहचानना

टिप्पणी

कठिन हो जाता है। द्वितीय, उर्ध्वाधर वायु फोटोचित्र में धरातल का जो रूप अकित होता है, उससे वह पूर्णतः अपरिचित होता है, क्योंकि उस रूप को उसने अपनी आंखों से कभी नहीं देखा। वायुयान में बैठकर भी लम्बवत् नीचे की ओर धरातल को देखना सम्भव नहीं होता है। इसके विपरीत कुशल पाठक के लिए ये फोटोचित्र खुली इुई पुस्तक के समान होते है।

तथा वह इन्हें देखकर सम्बन्धित क्षेत्र के उच्चावच, वनस्पति, कृषि, भूमि–उपयोग, आर्थिक विकास एवं समाज–सांस्कृतिक प्रतिरूपों का सहज ज्ञान प्राप्त कर लेता है।

वायु फोटोचित्रों की व्याख्या के सात मुख्य आधार या कुन्जियां है, जिनकी सहायता से अपरिचित से प्रतीत होने वाले विवरणों की पहचान करना तथा फोटोचित्र में स्पष्ट न दिखलाई देने वाली बहुत सी वस्तुओं की स्थितियों का बहुत कुछ सही–सही अनुमान लगाना सम्भव है। इन आधारों को संक्षेप में नीचे समझाया गया है।

1. **आकार (size)**– वायु फोटोचित्र में अनेक विवरणों को उनके आकार से पहचान लिया जाता है। उदाहरणार्थ– हम जानते है कि मिल व कारखानों की तुलना में निवास–गृह प्रायः छोटे आकार के होते है अतः फोटोचित्र में दोनों की अलग–अलग पहचान हो जाती है। इसी प्रकार खेतों का आकार देखकर कृषि सघनता का अनुमान लगाया जा सकता है। सडकों व रेलमार्गों की चौडाई के आधार पर उनके प्रकार ज्ञात हो जाते है। संक्षेप में, हम बहुत सी वस्तुओं के मानक आकार जानते है। अतः इस ज्ञान के आधार पर उन वस्तुओं को वायु फोटोचित्र में पहचाना जा सकता है। परन्तु इसके लिए फोटोचित्र की मापनी को सुनिश्चित कर लेना परम आवश्यक है।
2. **आकृति (Shape)**– वायु फोटोचित्र. के विश्लेषण में वस्तुओं की आकृति के पूर्व ज्ञान से उन्हें पहचानने में महत्वपूर्ण सहायता मिलती है। सामान्यतया यह देखा जाता है कि धरातल पर प्राकृतिक लक्षणों की आकृति अनियमित तथा मानव द्वारा निर्मित वस्तुओं या स्थानों की आकृति नियमित होती है। उदाहरणार्थ एकांकी भवन व कारखाने, खेत, सडकें व रेलमार्ग, नहरे व रजवाडे, खेल के मैदान, बाग–बगीचे, आदि सभी लक्षण नियमित ज्यमितीय आकृति वाले होते है। इसके विपरीत नदी नालों, झीलों, तालाबों, मरूस्थलों व वनों की आकृति अनियमित होती है। परन्तु इसके कुछ अपवाद भी है। जैसे, खान की आकृति अनियमित होती है, जबकि किसी एकाकी झाडा की आकृती नियमित हो सकती है। यही कारण है कि सैनिक बैरको, बंकरों, वाहनों तथा अन्य युद्ध सामग्रियों का अनियमित आकृतियों में छद्मावरण (camouflage) किया जाता है जिससे वायुयान मे बैठे शत्रु के सैनिकों को उनका पता न चल सके।
3. **आभा (Tone or shade)**– वायु फोटोचित्र में धूसर (grey) रंग की अनेक आभाएं होती है। इन आभाओं का गहरापन धरातल के द्वारा उपर की ओर परावर्तित (reflected) प्रकाश की मात्रा पर निर्भर करता है। चूंकि

भिन्न–भिन्न विवरणों के द्वारा अलग–अलग मात्रा में प्रकाश का परावर्तन होता है अतः फोटोचित्र में आभाओं की भिन्नता उत्पन्न हो जाती है। कोई सतह उपर की ओर जितनी अधिक मात्रा में प्रकाश का परावर्तन करती है, उर्ध्वाधर फोटोचित्र मे उस सतह की आभा उतनी ही हल्की होगी तथा जिन सतहों से प्रकाश कम मात्रा में परावर्तित होता है, उनकी आभाएं अधिक भारीपन लिए होती है। आभाओं के गहरेपन का यह अन्तर विवरणों की पहचान मे ंबहुत सहायक होता है। उदाहरणार्थ, उर्ध्वाधर फोटोचित्र में स्वच्छ जल गहरा धूसर या काला प्रतीत होता है तथा गंदला जल हल्का भूरा दिखाई देता है। यद्यपि हमें कोलतारी सडक रेलमार्गो की अपेक्षा अधिक काली दिखलाई देती है, परन्तु उर्ध्वाधर फोटोचित्र में उसकी आभा रेलमार्गो की आभा से हल्की होती है। इसका कारण यह है कि सडक की चिकनी सतह प्रकाश को अधिक मात्रा में परावर्तित कर देती है जबकि पटरियो के मध्य में पडी हुई बजरी प्रकाश के परावर्तन को कम कर देती है। वायु फोटोचित्रों में रेत का रंग प्रायः सफेद दिखलाई देता है। इसी प्रकार तर जमीन शुष्क भागों की अपेक्षा अधिक गहरे रंग की प्रतीत होती है। वायु फोटोचित्र में किसी खेत की आभा का गहरापन फसल की लम्बाई पर निर्भर करता है। सामान्यतः लम्बी फसलों वाले खेतों की आभा गहरी होती है, परन्तु गेहूं की पकी हुई फसल की आभा हल्के रंग की होती है। इन्हीं हल्की गहरी आभाओं के आधार पर स्थलाकृतियों का विभाजन व विश्लेषण किया जाता है।

4. **गठन (Texture)**– वायु फोटोचित्र में किसी आभा की बनावट अर्थात् उसमें मिलने वाले लघु अन्तरों का प्रतिरूप गठन कहलाता है। इस प्रकार वायु फोटोचित्र में किसी वस्तु की आभा उसके गठन से सम्बन्धित होती है। यह गठन कई प्रकार का हो सकता है जैसे, एकसमान चिकना (smooth) चितकबरा (mottled) तथा धारीदार (streak) आदि। गठन के इन अन्तरों से विवरणों को पहचानने में पर्याप्त मदद मिलती है। उदाहरणार्थ, उर्ध्वाधर वायु फोटोचित्र में जुते हुए खेत का गठन धरीदार, झाडियों का महीन चितकबरा तथा वनों का मोटा चितकबरा होता है।

5. **परछाई (Shadow)**– तिर्यक् वायु फोटोचित्र की व्याख्या में विवरणों की परछाइयां तीन प्रकार से हमारी सहायता करती है– **प्रथम,** उर्ध्वाधर फोटोचित्रों में विवरणों का जो रूप दिखलाई देता है उसे हम वास्तविक जीवन में कभी नहीं देख पाते, परन्तु तिर्यक् फोटोचित्रों में विवरणों की परछाइयां ठीक वैसी ही होती है जैसी कि हम धरातल पर देखते है। अतः फोटोचित्र में बहुत से विवरणों को उनकी परछाइयों से पहचाना जा सकता है। इसके अतिरिक्त परछाई की स्थिति से यह पता लग जाता है कि सम्बन्धित विवरण सामान्य धरातल से उंचा है अथवा नीचा है। यदि परछाई विवरण के बाहर हे तो विवरण उंचा होगा यदि परछाई विवरण के भीतर स्थित है तो विवरण सामान्य धरातल से नीचा होगा। **द्वितिय,** परछाइयों की सहायता से वस्तुओं की उंचाइयों का अनुमान लगाया जा सकता है। यदि हमें किसी ऐसी वस्तु की उंचाई ज्ञात है जो फोटोचित्र मं अंकित है तो हम

टिप्पणी

इस उंचाई की उस विवरण की परछाई की लम्बाई से तुलना करके वस्तुओं की उंचाइयों का परछाई की लम्बाई से सम्बन्ध ज्ञात कर सकते है। इस सम्बन्ध के आधार पर फोटोचित्र में अंकित किसी भी विवरण की उंचाई परिकलित की जा सकती है। **तृतीय**, यदि फोटोचित्र खींचने का समय व क्षेत्र का अक्षांशीय विस्तार ज्ञात है तो विवरणों की परछाइयां देखकर फोटोचित्र खींचने का समय व क्षेत्र का अक्षांशीय विस्तार ज्ञात है तो विवरणों की परछाइयां देखकर फोटोचित्र मे दिशाएं ज्ञात की जा सकती है। व्याख्या के दृष्टिकोण से लम्बी परछाइयों वाले फोटोचित्र अच्छे माने जाते है, क्योंकि इनमें विवरणों की पहचान करना अपेक्षाकृत सरल होता है। इसके विपरीत मानचित्रण के विचार से छोटी परछाइयों वाले फोटोचित्र अधिक उपयोगी होते है, क्योंकि लम्बी परछाइयों में बहुत से विवरण अनावश्यक रूप से ओझल हो जाते है।

6. **गमन मार्ग (Approch)**– कभी–कभी वायु फोटोचित्र में पवन मार्गो को देखकर बहुत से दृष्टि से ओझल विवरणों का अनुमान लग जाता है। प्रत्येक मानव बस्ती या एकाकी वासगृह तक पहुंचने का कोई न कोई मार्ग अवश्य होता है। अतः यदि फोटोचित्र में कोई रथ्या, खच्चर मार्ग या पगडण्डी अचानक समाप्त हो जाती है तो यह समझ लिया जाता है कि वहां कोई ऐसा एकाकी वासगृह या अन्य मानवकृत स्थान अवश्य स्थित है जो वनस्पति या किसी अन्य आचरण के कारण वायु फोटोचित्र में अंकित नहीं हो सका है। युद्धक्षेत्र में शत्रु के द्वारा छद्मावरण किए गए सैनिक साज सामान का पता लगाने में यह तकनिक बहुत उपयोगी होती है।

7. **सम्बन्ध (Relationship)**– किसी क्षेत्र में स्थित वस्तुओं पर विवरणों में निश्चित अन्तर्सम्बन्ध होता है, जिसके आधार पर उनको फोटोचित्र में पहचाना जा सकता है। उदाहरणार्थ, यदि फोटोचित्र में कोई बडा जलाशय व उससे निकलने वाली नहरें दिखलाई देती है तो वहां बांध व विद्युत घरों के होने का अनुमान लगाया जा सकता है। इसी प्रकार चिमनिया व रेलमार्ग वाले अहातों से कारखानों का, बडे भवन व उसके समीप स्थित खेल के मैदान से स्कूल या कॉलेज का, नगर के आसपास मिले हुए छोटे छोटे मकानों के समूह से गन्दी बस्ती (slum) का हवाई पट्टियों से वायु अड्डे का तथा रेललाइनों के जाल से रेल्वे स्टेशन का संकेत मिल जाता है।

3.4 वायु फोटोचित्रों के गुण तथा दोष (Merits and Demerits of Air Photographs)

(i) गुण (Merits)– मानचित्रों की अपेक्षा वायु फोटोचित्रों में निम्नलिखित गुण होते हैः

1. किसी क्षेत्र का नवीन से नवीन स्थलाकृतिक मानचित्र भी प्रायः उस क्षेत्र के वायु फोटोचित्रों की तुलना में पुराना होता है। अतः वायु

फोटोचित्र किसी क्षेत्र की भौतिक व सांस्कृतिक दृश्यभूमियों (Landscapes) के सम्बन्ध में अपेक्षाकृत अधिक अभिनय (up-to-date) सूचनाएं प्रकट करते है। पाठकों की सुविधा हेतु प्रायः वायु फोटोचित्र पर उनका दिनांक व समय लिख दिया जाता है।

2. प्रचलित मापनियों पर बनाए गए किसी भी स्थलाकृतिक मानचित्र में धरातल के सभी छोटे बड़े विवरणों को एक साथ प्रदर्शित नहीं किया जाता अर्थात् इन मानचित्रों को बनाते समय बहुत छोटे–छोटे विवरणों को छोडना आवश्यक हो जाता है। इसके विपरित वायु फोटोचित्र में धरातल के छोटे से छोटे विवरण भी अंकित हो जाते हैं तथा उन्हें अलग–अलग पहचाना जा सकता है।

3. स्थलाकृतिक मानचित्रों में प्राकृतिक वनस्पति का सामान्यीकरण कर दिया जाता है जबकि वायु फोटोचित्र से वनस्पति के प्रकारों को भलीं भांति समझा जा सकता है।

4. स्थलाकृति मानचित्रों में वृक्षों, भवनों, खम्भों तथा चिमनियों, आदि की उंचाइयां अंकित नहीं होती है जबकि वायु फोटोचित्र में किसी विवरण की परछाई से उस विवरण की उंचाई ज्ञात की जा सकती है।

5. स्थलाकृतिक मानचित्रों में रूढ़ चिन्हों का प्रयोग होता है। इन चिन्हों का अर्थ समझे बिना स्थलाकृतिक मानचित्रों की व्याख्या करना असम्भव है। इसके विपरीत वायु फोटोचित्र में प्रत्येक विवरण का उपर से देखा गया वास्तविक स्वरूप अंकित होता है। अतः थोडे से अभ्यास के बाद उन्हें सरलतापूर्वक पहचाना जा सकता है।

6. सर्वेक्षण उपकरणों की सहायता से दुर्गम क्षेत्रों का मानचित्रण करने में बहुत कठिनाई होती है, परन्तु हवाई फोटोग्राफी से यह कार्य बहुत सरल हो जाता हैं।

7. वायु फोटोचित्रों के द्वारा मानचित्रण में लगने वाले श्रम, समय व धन की बचत हो जाती है। परम्परागत विधियों से जिस सर्वेक्षण को पूर्ण करने में सैकड़ों सर्वेक्षकों व मानचित्रकारों को वर्शों तक दिन–रात कार्य करना पडता है, हवाई फोटोग्राफी के द्वारा वही कार्य बहुत थोडे से व्यक्ति अपेक्षाकृत कम धन व समय खर्च करके पूर्ण कर लेते है।

(II) दोष (Demerits)– वायु फोटोचित्रों में निम्नांकित दो मुख्य दोष होते हैः

1. **मापनी को असंगतता (Inconsistency of Scale)**– मानचित्र में सर्वत्र मापनी एकसमान होती है अतः उसके प्रत्येक भाग में, मापनी के द्वारा निर्धारित सीमाओं के भीतर किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच की दूरी को सही सही मापा जा सकता है। इसके विपरीत वायु फोटोचित्र में धरातल की उंचाई के अन्तरों तथा कैमरे व वायुयान के झुकाव (tilt) से उत्पन्न स्थिति सम्बन्धी त्रुटियों के फलस्वरूप मापनी

टिप्पणी

में असंगतता आ जाती है अर्थात् वायु फोटोचित्र के एक भाग की मापनी दूसरे भाग की मापनी से भिन्न हो जाती है।

2. **व्याख्या की कठिनाई (Difficulty of Interpretation)**– वायु फोटोचित्र में धरातल के विवरणों को एक असामान्य (unusual) दृश्य बिन्दु (View-point) से देखा जाता है अतः उसकी सही–सही व्याख्या करने के लिए अभ्यास व अनुभव की आवश्यकता होती है।

वायु फोटोचित्रों के गुण व दोषों का अध्ययन करने के पश्चात हम इस निष्कर्श पर पहुंचते है। मानचित्र धरातल का स्पष्ट एवं करीब–करीब शुद्ध, किन्तु पुराना 'चित्र' होता है जबकि वायु फोटोचित्र धरातल का विवरणों से परिपूर्ण ऐसा अभिनव चित्र प्रस्तुत करता है, जिसे पढ़ने में विशेष सावधानी की आवश्यकता होती है तथा जिसमें प्रायः बड़ी–बड़ी विकृतियां (distortions) निहित होती हैं। अतः इन दोनों विधियों को एक साथ प्रयोग करना लाभप्रद होता है।

3.4.1 वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग

व्यावहारिक अभियान्त्रिकी आयोजन, प्रारम्भिक सर्वेक्षण तथा निर्माण अवस्थाओं में वायु फोटो प्रविधियों के व्यावहारिक उपयोग के लिए बहुत अधिक सम्भावनाएं प्रस्तुत करता है। सामान्यतः ये वायु फोटोचित्र प्रविधियां धरातलीय दशाओं के त्वरित एवं विश्वसनीय मूल्यांकन के लिए ऐसे साधन प्रस्तुत करती है जिनका पूर्णरूपेण अन्वेषण क्षेत्र–सर्वेक्षण द्वारा किया जा सकता है। परिणामस्वरूप, एक अभियांन्त्रिक कार्यक्रम में वास्तविक आयोजन और क्षेत्र कार्य के आरम्भ में ही आदर्श दशाओं तथा कठिनाईयों का अनुमान लगाया जा सकता है। चूंकि ये अध्ययन अभिगम्यता तथा दुर्गम जलवायु वाले क्षेत्रों में भी सम्पन्न किए जा सकते हैं, अतः ऐसे अध्ययन धरातलीय विधियों द्वारा सम्पन्न अध्ययनों की अपेक्षा अधिक लाभप्रद होते हैं।

ज्ञातव्य है कि वायु फोटोचित्र प्रविधियों में धरातलीय सर्वेक्षणों का भी उपयोग किया जाता है। धरातलीय सर्वेक्षणों के उपयोग से वायु फोटोचित्र प्रविधियों की कुशलता और भी बढ़ जाती है।

वायु फोटो प्रविधियों के व्यावहारिक उपयोग निम्नलिखित अभियान्त्रिक कार्यों में किए जा सकते है।

1. मार्ग–स्थिति (सड़क, रेल, नाली, नहर, संचारवाहन, लाइनें)
2. स्थान–स्थिति (हवाई अड्डे, नगर, उद्योग, सैनिक संस्थापन, बांध आदि)
3. पदार्थ–स्थिति (कंकड़, रेत, गोलाष्म, चिकनी मिट्टी, चट्टान आदि)
4. जल–संसाधन अध्ययन (भू-जल, अन्तःसरण, अपवाह, आदि)
5. जल–उपयोग तथा जल–नियमन अध्ययन (जलपूर्ति, जलविद्युत, नौचालन, बाढ़ नियन्त्रण, निकाय आदिं)
6. तट एवं बन्दरगाहों के अध्ययन

7. विशेष अध्ययन (निर्माण समस्याएं, भूमि–स्खलन क्षेत्र, अनुसन्धान आयोजन, स्थायी तुषार भूमि के अध्ययन तथा नगरपालिका, नगरीय अथवा प्रादेशिक अध्ययन)

टिप्पणी

1. **मार्ग–स्थिति**– दो स्थानों अथवा दो बिन्दुओं के मध्य उत्तम मार्ग का चयन मार्ग–स्थिति की सामान्य समस्या है। दो बिन्दुओं के मध्य ऐसे मार्ग का चयन किया जाना चाहिए जो आर्थिक दृष्टि से लाभप्रद तथा सेवाएं प्रदान करने में उत्तम हो। सैद्धान्तिक दृष्टि से उत्तम परिवहन मार्ग को कच्चे माल क्षेत्र तथा पणन क्षेत्र के मध्य लम्बवत् रेखा का अनुसरण करना चाहिए। फोटो निर्वचन तथा सम्बन्धित प्रविधियों का उपयोग मार्ग–स्थिति के कार्य में किया जा सकता है। वायु फोटोचित्र प्रविधियां सड़क तथा रेल–स्थिति के लिए उपयोगी सूचना प्रदान करती है और इन कार्यों में इन प्रविधियों का अनेक रूपों में उपयोग किया जा सकता है।

   प्रदेश के प्रारम्भिक सर्वेक्षण में सीमान्त बिन्दुओं के मध्यवर्ती वृहत् धरातलीय आकारों, झीलों, नदियों तथा दलदलों आदि के सम्बन्ध में सामान्य फोटाग्राफ के रूप वक्रों (lay-downs) तथा सम्पर्क प्रतियों (contact point) से प्राप्त की जा सकती है। वायु फोटोग्राफ के परिक्षण से भूदृश्य का सतत् चित्र प्राप्त किया जा सकता है तथा इनमें मानचित्रीय आधार होने के कारण भूदृश्य का मापन तथा परीक्षण भी किया जा सकता है।

   प्रारम्भिक सर्वेक्षण के पश्चात् मार्ग–स्थिति कार्य की प्रारम्भिक अवस्था आरम्भ होती है। इस प्रारम्भिक अवस्था में रूपांकन तथा निर्माण–व्यय आदि के सम्बन्ध में सूचना संगृहीत की जाती है। वायु फोटोचित्र प्रविधियों से मात्रात्मक तथा गुणात्मक दोनों प्रकार के कार्य किए जा सकते है। ये मानचित्र समस्त प्रारम्भिक आयोजन उद्देश्यों के लिए उपयुक्त होने चाहिए। गुणात्मक दृष्टि से वायु फोटो विधियों से अधिक विस्तृत तथा उपयोगी निष्कर्श प्राप्त किए जा सकते हैं।

   सड़कों तथा रेल लाइनों के सदृश्य नहरों के निर्माण तथा पाइप एवं संचार लाइनों को बिछाने में भी वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग किए जा सकते हैं। नहरों के निर्माण में मिट्टी, चट्टानों, निकास तथा कटाव, संचार लाइनों के बिछाने में धरातलीय दशाओं और पाइप लाइनों के बिछाने में भू–जल की संक्षारण (Corrosion) दशाओं के अर्थ–निर्वचन अध्ययन के प्रश्चात् वायु फोटो प्रविधियों की सहायता से नहरों के निर्माण तथा संचार एवं पाईप लाइनों की स्थापना के कार्य किए जा सकते है।

2. **स्थान–स्थिति**– स्थिति चयन की समस्या मार्ग–चयन के सदृश्य ही है। हवाई अड्डे की स्थिति ऐसे क्षेत्र में चुनी जानी चाहिए जो जलवायु, वायु तथा धरातल की प्रतिकूल दशाओं से सुरक्षित रहे और जहां यात्रियों को अधिकाधिक सुविधाएं प्राप्त हो सकें। हवाई अड्डों तथा औद्योगिक एवं सैनिक संस्थानों की स्थापना में वायु फोटो के अनेक उपयोग किए जा सकते हैं। पुलों, छोटे भवनों आदि के लिए भी उचित स्थलों के चयन तथा उनकी रचना में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के उपयोग किए जा सकते हैं।

टिप्पणी

अक्षत भूमि तथा अनिर्मित क्षेत्रों का अध्ययन भी वायु फोटोग्राफी की सहायता से किया जा सकता है।

3. **पदार्थ–स्थिति**– प्राकृतिक संसाधनों की स्थिति ज्ञात करने के लिए वायु फोटोचित्रों का उपयोग किया जा सकता है। फोटोमिति विधियों का उपयोग भग्नाश्म राशि (tallus) के संग्रह और धरातल पर जमी हुई रेत, मिट्टी, बजरी, गोलाष्म (boulders) तथा चिकनी मिट्टी का अनुमान लगाने में किया जा सकता है। त्रिविमितीय विधियों की सहायता से वनों का अनुमान लगाया जा सकता है। धरातल के उपर पाए जाने वाले प्राकृतिक पदार्थों के चित्रालेखमापकीय (planimetrical) क्षेत्र को मापा जा सकता है। वायु फोटोग्राफ से भू–वैज्ञानिक तथा क्षेत्रीय सन्दर्भ प्राप्त होने के कारण उनसे धरातलीय पदार्थों की अपेक्षा भूमिगत पदार्थों का परिसीमन अधिक सुगमता से किया जा सकता है।

4. **जल संसाधन अध्ययन**– जल संसाधनों के क्षेत्र में वृष्टि, बाष्पोत्सर्जन एवं अन्तरोधन (interception) अन्तःसरण (infiltration) भू–जल तथा अपवाह में वायु फोटोचित्र विधियों का अनेक प्रकार से व्यावहारिक उपयोग किया जा सकता है।

   वृष्टि–अध्ययनों (precipitation studies) में वायु फोटो प्रविधियों के बहुत कम व्यावहारिक उपयोग किए जा सकते हैं। वास्तव में, वृष्टि–अध्ययनों में वायु फोटोचित्रों के दो मुख्य उपयोग हैंः **प्रथम,** नए तथा प्रदर्शक वर्षामापी केन्द्रों की स्थापना और हिम प्रतिचयन अध्ययनों में तथा **द्वितीय,** विभिन्न वर्षा तथा हिममापी केन्दों की सांख्यिकी से सम्बन्धित कार्यों में। चयनात्मक अनुक्रमिक फोटोग्राफी (selective sequential photography) का उपयोग हिम के आकलन उपयोग हिम के आकलन में किया जा सकता है।

   वाष्पोत्सर्जन (evapotranspiration) अध्यनों में भी वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग सम्भव हैं। शत–प्रतिशत वाष्पीकरण सम्भावनाओं वाली झीलों, सरिता–सतहों, नदी–तलों तथा दलदलों के मापन तथा परिसीमन कार्य वायू फोटों विश्लेषण तथा निर्वचन से सुगमतापूर्वक तथा कम व्यय में किए जा सकते हैं। वायु फोटोग्राफों के निर्वचन से वाष्पीकरण तथा मिट्टी वाष्पीकरण को प्रभावित करने वाली अनेक वनस्पति–मिट्टी निकास भू–उपयोग जटिलताओं का अन्वेषण किया जा सकता है।

   अन्तःसरण (infiltration) के विश्वसनीय अनुमान लगाने के लिए विश्वसनीय अन्तःसरण सांख्यिकी की आवश्यकता होती है। वायु फोटोचित्र प्रविधियों से एक क्षेत्र का विभिन्न चट्टानी दशाओं, मिट्टी दशाओं (गहराई, कणाकार आदि), वनस्पति आवरण, भू–उपयोग, धरातलनिकास–जाल तथा धरातल के आधार पर वर्गीकरण किया जा सकता है। तत्पश्चात् वायु फोटो परीक्षण से प्रदर्शक क्षेत्रों का चयन और कुल अन्तःसरण लुप्त अन्तःसरण तथा भूमिगत अपवाह आदि का पुर्णरूपेण विश्लेषण किया जा सकता है।

   भू–जल (groundwater) अध्ययन के क्षेत्र में चट्टानों के प्रकार (भेद्य तथा अभेद्य, स्थूल अथवा संस्तरित) तथा चट्टानों की जलवहन अथवा जलसंग्रह

क्षमताओं में वायु चित्रों का उपयोग किया जा सकता है। वायु फोटोचित्र निर्वचन तथा भू–जल के ज्ञान से एक क्षेत्र भू–जल सम्भावनाओं का अपेक्षाकृत व्यापक मूल्यांकन किया जा सकता है।

टिप्पणी

5. **जल–उपयोग तथा जल–नियमन–** वायु फोटोचित्र प्रविधियों के मुख्य उपयोग धरातल निकास–जाल के परिसीमन, क्षेत्रीय (बेसिन) तथा नदी ज्यामिती, अन्तःसरण जटिलताओं तथा अवसादन एवं नदी क्षेत्रों के अध्ययन में किए जा सकते है। वायु फोटोग्राफी के उपयोग से समान चौडाई तथा सीधी, लम्बाई के क्षेत्रों, चट्टानी धरातलों तथा उपयुक्त बांधों की स्थापना तथा अभिघर्षण, अवसादन अथवा सहायक व्यतिकरण का मूल्यांकन किया जा सकता है।

   वायु फोटोचित्र तथा मोजैक पर मुख्य नदियों के सम्पूर्ण मार्गो को विस्तृत रूप में स्पष्टता से दर्शाया जा सकता है। इन वायु फोटोग्राफों पर प्रत्येक वक्र, नदिका (runlet), गोयिका (bar) तथा वाहिका (शुष्क अथवा आर्द्र) स्पष्ट दिखाई देती है। त्रिविमितिदर्शी (stereoscope) द्वारा सावधानीपूर्वक निरीक्षण का प्रत्येक झरने, खांचे (riffle) प्रपात तथा जलबालू–उत्थान (shoal) का पता लगाया जा सकता है।

   अवसादन (sedimentation) अध्ययन में वायु फोटोचित्र विधियों के अनेक उपयोग हैं। नदी का एक सामान्य अवसादन प्ररूप उसके भू–आकृतिक इतिहास तथा विकास अवस्था का कार्य करता है। अवसादन सामान्यतः सम्भाव्य भू–आकृति तथा ज्यामिती बिन्दुओं पर होता है। इन बिन्दुओं को वायु फोटुओं पर सरलता से ज्ञात किया जा सकता है। वायु फोटोचित्रों पर वास्तविक जमावों की रूपरेखा तुरन्त बनाई जा सकती है और श्वाकृति विश्लेषण द्वारा उनके आकार को भी ज्ञात किया जा सकता है। केमरन (Cameron) ने लहर तथा ज्वार–भाटा वेग के फोटोमिति मापन के परिणामों का अभिलेखन किया है। वायु फोटोग्राफी द्वारा तट–कटाव के विगत, वर्तमान तथा भावी क्षेत्रों का मानचित्रण किया जा सकता है। साथ ही वायु फोटोग्राफी द्वारा बाढ़–विस्तार क्षेत्रों का निर्धारण और तटीय दशाओं की रचना, खुरदरापन तथा वनस्पति को ज्ञात किया जा सकता है।

6. **तट तथा बन्दरगाह अध्ययन–** तट एवं बन्दरगाह अध्ययन पदार्थो के आपरदन, परिवहन तथा निक्षेपण से सम्बन्धित है। वायू फोटोचित्रों पर तट तथा बन्दरगाहों से सम्बन्धित निम्न तत्वों के बारें में सूचना प्राप्त की जा सकती हैः

   (a) तट रूपरेखा (ढाल तथा कगार की चौडाई) का विस्तृत ज्ञान,

   (b) लहर तथा भग्नोर्मि (surf) का विस्तृत ज्ञान (लम्बाई, आवृत्ति, आकार, ऊँचाई, दिशा, बर्तन, प्ररूप, वायु-प्रभाव, भग्नोर्मि प्ररूप तथा वायु गति का मापन आदि)

   (c) लहरों (स्थिति, दिशा तथा गति) का विस्तृत ज्ञान,

टिप्पणी

(d) पर्यावरण आकृतियों (तटीय तथा तटदूर आकृतियों, रोधिका, नदी-मुख तथा लहर एवं तरंग) का विस्तृत ज्ञान,

(e) ज्वार-भाटा आप्लावन (inundation) का विस्तृत ज्ञान

(f) धूसर छायाधन (gray tones) तट-बालू, सापेक्षित गहराई, समुद्री वनस्पति के जमाव, मलिन धब्बों (turbidity stains) तथा लहरों के प्रभावादि का विस्तृत ज्ञान।

7. **विशिष्ट निर्माण समस्याओं की स्थिति तथा मूल्यांकन–** विभिन्न प्रकार के प्राचीन तथा आरम्भिक भू–सरकन, भू–सरकन के क्षेत्र, विद्यमान आरम्भिक तथा भारी अपरदन के क्षेत्र और अधिक लवणता तथा संक्षारण आदि निर्माण कार्यों में विशेष समस्याएं उपस्थित करते हैं। इन विशेष धरातलीय दशाओं का पता वायु फोटो विश्लेषण तथा निर्वचन से लगाया जा सकता है और साथ ही उनका मूल्यांकन भी किया जा सकता है। अधिक लवणता तथा संक्षारण क्षेत्रों का निर्धारण भू–जल तथा निकास दशाओं, जैविक निक्षेपों की स्थिति और क्षेत्र-कार्य एवं फोटो परीक्षण से किया जा सकता है।

3.4.2 भू–विज्ञान (Geology) तथा समन्वेषण भू–भौतिकी (Exploration Geophysics) में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग

व्यावहारिक भू–विज्ञान, खनन अन्वेषण, खनन भू–विज्ञान, अभियान्त्रिक भू–विज्ञान, व्यावहारिक भू–भौतिकी, भू–रसायन तथा भू–जीवशास्त्र में वायु फोटो विधियों के अनेक उपयोग किए जा सकते हैं। वायु चित्रों के सर्वाधिक महत्वपूर्ण व्यावहारिक उपयोग खनन अन्वेषण, अथवा सामान्य भू–वैज्ञानिक मानचित्रण में रंगीन चित्रों का उपयोग किया जा सकता है। खनन अन्वेषण में उन स्थलों का चयन तथा विश्लेषण किया जाता है जहां खनिज मिलने की सम्भावना होती है। वायु फोटो निर्वचन मिट्टी निकास मानचित्र और मौजेक बनाने में उपयोगी होते हैं।

3.4.3 भू–आकृतिविज्ञान, मिट्टी तथा जलविज्ञान में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग (Uses of Air Photographs in Geodesy, Soil and Water)

विगत युद्ध काल में वायु फोटोचित्र भू–भौतिक विधियों का अधिक उपयोग मध्य-पूर्व तथा उत्तरी अफ्रीका के शुष्क क्षेत्रों में भूप्रदेश विश्लेषण तथा तेल-शोधन में किया गया। संयुक्त राज्य अमेरिका तथा कनाडा में वायु फोटोचित्रों के भू–आकृतिक निर्वचन का अधिक विकास किया गया है। कनाडा तथा जापान में वायु फोटोग्राफ पर आधारित अनेक भ्वाकृतिक अध्ययन किए गए हैं। उत्तरी अमेरिका के प्रेयरी क्षेत्र में विशुद्ध भ्वाकृतिक शोध मानचित्रण से सम्बन्धित अनेक महत्वपूर्ण कार्य किए गए हैं, किन्तु कनाडा में इस प्रकार के कार्य अभियान्त्रिक प्रायोजनाओं - उत्तरी क्षेत्रों में रेल तथा सडक निर्माण कार्यों के लिए किए गए हैं। प्रायः वनस्पति को सूचकांक मानकर भूप्रदेश मानचित्रण, ढाल वर्गीकरण, मूल पदार्थों के अभिज्ञान, अभियान्त्रिक

मिट्टी प्रकारों आदि के कार्य सम्पन्न किए जाते हैं। इस कार्य के तीन वनस्पति प्रदेशों – टुंड्रा, उत्तरी वन तथा उत्तरी कठोर लकडी के वन के वनस्पति तथा धरातलीय पदार्थों के सम्बन्धों के फोटो निर्वचन के लिए कुन्जियों का निर्माण हुआ है। वायु प्ररूपों की अधिक विशेषीकृत कुन्जी 30,000 फीट उंचाई के वायु चित्रों पर आधारित है। उत्तरी आस्ट्रेलिया तथा मध्य-पूर्व के कुछ भागों में भूप्रदेश विश्लेषण अध्ययनों में निर्वचन कुन्जियां अधिकतर श्वाकृतिक ही थीं, क्योंकि निर्वचन में वनस्पति सूचकांक का महत्व अपेक्षाकृत कम था।

वायु फोटोचित्र प्रविधियों का उपयोग जापान, संयुक्त राज्य अमेरिका तथा अनेक अफ्रीकी देशों व चट्टानों, मिट्टी तथा वनस्पति और मिट्टी अपरदन की दशाओं को ज्ञात करने हेतु किया गया है।

मरू क्षेत्रों की वायुमण्डलीय दशाओं, वनस्पति के सामान्य अभाव तथा परावर्ती विशेषताओं के कारण इन क्षेत्रों में सर्ववर्णिक फोटोग्राफी की आवश्यकता अनुभव की गई है।

विश्व के शुष्क क्षेत्रों के बाहर मिट्टियों के अध्ययन में वायु फोटोग्राफी का उपयोग पूर्णतया उपलब्ध सूचना की प्रकृति पर निर्भर है। मिट्टी के प्रकार (soil profile) के रंगीन तथा सर्ववर्णिक फोटोचित्रों के त्रिविमितिदर्शीय परीक्षण यद्यपि वर्तमान तथा भावी दृष्टियों से महत्वपूर्ण हैं, तथापि यह सत्य है कि मिट्टी क्रमों के मानचित्रण में फोटोग्राफी का गौण स्थान है। यहां तक कि अनेक विद्वानों के अनुसार धरातलीय जांच की गहनता के कारण वायु फोटो प्रविधियों के अधिकांश लाभ निष्फल हो जाते हैं। तो भी जहां मिट्टी-क्रमों की सीमाएं अधिक विस्तृत हैं और जहां उनके धरातलीय रूप दृष्टिगोचर होते हैं, उन क्षेत्रों का वायु फोटोग्राफ पर सफल चित्रण किया गया है। इन क्षेत्रों के वायु मानचित्रण में रंगीन ऋणात्मक तथा मिथ्या रंगीन फिल्मों का उपयोग किया जा सकता है। जहां मिट्टीयों के शोध तथा उनके मानचित्रण कार्य उनके कृषि तथा अभियान्त्रिकी आदि में उपयोग, उनकी धरातलीय विशेषताओं तथा वनस्पति सहयोगों से सम्बन्धित हैं, यहां वायु फोटोग्राफी का उपयोग किया जा सकता है। मध्य-पूर्व की भूमि उद्धरण तथा सिंचाई प्रायोजनाओं, सम्पूर्ण विश्व के अपरदन अध्ययनों, कनाडा और संयुक्त राज्य की भूप्रदेश मूल्यांकन प्रायोजनाओं तथा अन्य मुख्य व्यावहारिक अभियान्त्रिक कार्यक्रमों में वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग किए गए हैं।

3.4.4 जलाशयों एवं सीमान्त क्षेत्रों के अध्ययन में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग (Use of Air Photo Techniques in Water Bodies and Surrounding Areas)

वायु फोटोग्राफी की नवीन प्रविधियों के उपयोग, जलाशयों एवं उनके सीमान्त क्षेत्रों के शोध एवं मानचित्रण कार्यों में किए जा सकते है। सामान्य फोटोग्राफी प्रक्रियाओं में, लहरों तथा धाराओं के चलने से, विशुद्ध त्रिविमितिदर्शीय गलन असम्भव तथा आलेखन यन्त्रों का उपयोग यद्यपि कठिन हो जाता है, तथापि दो वायुयानों द्वारा एक साथ फोटोग्राफी का कार्य करने से एक सेकण्ड के 1/200 वें भाग का समकालीकरण (synchronization) सम्भव हो सका है। इससे तटीय क्षेत्रों

टिप्पणी

तथा द्वीपों के फोटोमिति कार्यों और लहरों के आकार तथा आयाम (amplitude) के विरूद्ध मापन कार्यों में सहायता मिलेगी। इसके अतिरिक्त, स्थिर तथा प्लवमान मार्कर (fixed and floating markers) के साथ पुनरावृत्त समकालीकृत फोटोग्राफी (repeated synchronized photography) का उपयोग करने से लहर-प्रवाह को मापा जा सकता है, यद्यपि अधिक सन्तोषप्रद निष्कर्ष परम्परानिष्ठ फोटोग्राफ पर प्लवमान मार्कर के मिथ्या लम्बन के विश्लेषण द्वारा ही प्राप्त किए जा सकते है।

अमेरिका के उत्तर-पूर्वी तट तथा सेण्टलॉरेन्स की खाडी में हिम-वितरण के मानचित्रण में विमानवाहित सर्वदर्शी यन्त्र (radar) तथा उपग्रहों का उपयोग किया गया है। सोवियत रूस की समुद्रविज्ञान शोध में आर्कटिक सागर के हिम-अध्ययनों में भी इस प्रकार ये यन्त्रों का प्रयोग किया गया है। जलाशयों के निर्वचन मे अवरक्त फोटोग्राफी तथा संवेदक प्रतिमावली के उपयोग अधिकाधिक किए जा रहे हैं। संयुक्त राज्यं में तटीय मानचित्रण में जल-चिन्हों को अंकित करने में ज्वार-भाटा नियन्त्रित अवरक्त फोटोग्राफी एक मानक प्रक्रिया है।

अन्तर्जलीय समस्याओं के समाधान में रंगीन तथा मिथ्या रंगीन फोटोग्राफी का उपयोग किया जा सकता है। जल तथा प्रकाश दशाओं पर निर्भर रहते हुए फिल्टर संयोग के साथ एक रंगीन फिल्म, लगभग आदर्श दशाओं में कैरेबियन में, अधिक से 70 फीट तक ही गहराई के फोटोग्राफ खींच सकती है। वर्तन सुधार (refraction correction) कर इन फोटुओं का उपयोग मानचित्रण तथा समोच्चरेखन के लिए आलेखन यन्त्रों में किया जा सकता है। बहुत अधिक गहराई तथा समुद्रतल की सूक्ष्म आकृतियों के चित्रण में जलमग्न कैमरों का उपयोग करना आव यक है।

3.4.5 वन, वनस्पति-विज्ञान तथा पारिस्थितिकी में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग (Use of Air Photography Techniques in Forest and Botanical Surveys)

युद्धोपरांत वर्षों में वनस्पति, विशेषकर वनों के फोटो निर्वचन में अधिक प्रगति हुई है। विभिन्न प्रविधियों की सहायता से वन क्षेत्रमिति (forest mensuration) पर महत्वपूर्ण मात्रात्मक कार्य किए गए हैं। वन फोटोग्राफी की विभिन्न प्रविधियों का उपयोग स्कैंडिनेविया, संयुक्त राज्य अमेरीका, कनाडा तथा फ्रांस में किया गया है जहां वन सेवा में मानक वायु-फोटो ग्राफ सूची-प्रक्रिया का अनुसरण किया जाता है। अन्तरूष्णवलयिक (intertropical) वन तथा वन भूमि के अधिकांश प्रकारों के अध्ययन में संशोधित विधियों का उपयोग किया गया है। न्यूफाउण्डलैण्ड तथा संयुक्त राज्य और कनाडा के अनेक भागों में वायु फोटोग्राफ से सम्पन्न वन–विश्लेषण का उपयोग भूदृश्य–विश्लेषण तथा अभियांत्रिक, कृषि एवं संसाधन विकास के मूल्यांकन में किया गया है।

इस समय वनस्पति निर्वचनकर्ता अपने विभिन्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए उपयुक्त मापकों पर वायु फोटुओं का चयन कर सकते हैं। ग्रामीण भू–उपयोग के फोटोग्राफी सर्वेक्षणों के लिए वनस्पति निर्वचन अत्यावश्यक है। इस प्रकार के अनेक

टिप्पणी

फोटोग्राफी सर्वेक्षण यूरोप, जापान, पूर्वी अफ्रीका, दक्षिण पूर्वी एशिया, पोर्टोरिको तथा उत्तरी अमेरीका के अनेक भागों में युद्धोपरांत काल में किए गए है।

वन प्रकारों (वन सूची) के स्तरीकरण तथा मानचित्रण के अतिरिक्त वायु फोटोग्राफ की अनेक विधियों का पूरक उपयोग भी किया जा सकता है। उदाहरणार्थ, कीटविज्ञान, पुनरूत्पादन तथा स्थिति अध्ययनों और सड़कों, पदार्थो, नदियों आदि के लिए विशेष सर्वेक्षणों में वायु फोटोग्राफी के उपयोग किए जा सकते हैं। वायु फोटुओं पर जले हुए वन क्षेत्रों का परिसीमन तथा मापन सुगमतापूर्वक किया जा सकता है।

उष्ण कटिबन्धीय वन क्षेत्रों में वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग किए जा सकते हैं। वनस्पति के बृहत् प्रकारों का विशुद्ध मानचित्रण वायु फोटोग्राफी से किया जा सकता है। वायु फोटुओं से उष्ण कटिबन्धीय वनों के अनेक प्रकारों को ज्ञात किया जा सकता है।

उष्ण कटिबन्धीय वन क्षेत्रों में रंगीन फोटोग्राफी की सम्भावनाओं का अत्यल्प उपयोग किया गया है रंगीन फोटुओं से मानचित्रण तथा त्रिविमितीय निर्वचन में अनेक कठिनाइयां आती है। उष्ण कटिबन्धीय वन क्षेत्रों के वर्गीकरण का कार्य वायु फोटो निर्वचन से विशुद्ध तथा विश्वसनीय रूप से किया जा सकता है।

वन क्षेत्रों के अतिरिक्त वनस्पति-विज्ञान, भू–वनस्पति-विज्ञान पारिस्थितिकी में भी वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग हैं। वनस्पति-विज्ञान तथा पादप-पारिस्थितिकी (Plant ecology) वन-विज्ञान से घनिष्ठतः सम्बन्धित है।

3.4.6 कृषि सर्वेक्षणों में वायु फोटो प्रविधियों के प्रयोग (Use of Air Photo Techniques in Agri Surveys)

कृषि निर्वचन (शम्य उत्पादन तथा शस्य विधियों के विशेष अनुसन्धानों) में नई विधियों तथा गुणात्मक फोटोग्राफी का उपयोग करके अधिक संतोषप्रद निष्कर्ष प्राप्त किए जा सकते हैं।

भूमि वर्गीकरण में भी वायु फोटुओं का उपयोग किया गया हैं। वायु फोटुओं के उपयोग के बिना भूमि के वर्तमान उपयोग का विशुद्ध सर्वेक्षण अति कठिन है। ज्ञातव्य है कि वायु फोटुओं से उस समय के शस्य प्ररूपों का ज्ञात होता है जिस समय वे लिए गए थे।

सिंचाई आयोजन में मिट्टियों के प्रारम्भिक सर्वेक्षण, वर्तमान भू–उपयोग तथा भूमि-क्षमता में वायु फोटो निर्वचन का उपयोग किया जा सकता है। भूमि के विस्तृत क्षेत्रों के ढालों तथा उनकी उंचाइयों के निर्धारण में फोटोमिति विधियों का उपयोग अपरिहार्य है। धरातल निकास तथा जल-विभाजन सीमाओं के परिसीमन का कार्य वायु फोटुओं से शीघ्रता तथा शुद्धता से किया जा सकता है। अभियान्त्रिक मिट्टी अध्ययनों में वायु फोटो निर्वचन से सहायता मिलती है। वायु फोटो निर्वचन तथा फोटोमिति का उचित उपयोग कर आयोजन का कार्य परिशुद्धता तथा मितव्ययता से किया जा सकता है।

3.4.7 नगरीय, प्रादेशिक तथा सैनिक अध्ययनों में वायु फोटो प्रविधियों के प्रयोग (Use of Air Photo Techniques in Civil, Regional and Military)

नगरीय अध्ययनों तथा आयोजन में बृहत् मापक पर वायु फोटोग्राफी से मानचित्रण का कार्य यद्यपि विगत दो दशकों में ही प्रारम्भ हो गया था, तथापि नगरीय क्षेत्रों के विशेषीकृत फोटो निर्वचन कार्य का विकास नूतन ही है। स्वचालित आलेखन यन्त्रों पर यथार्थ फोटोचित्री (orthophotoscopes) की सहायता से निर्मित समोच्चरेखा फोटो मानचित्र अन्ततोगत्वा नगर के प्रायोगिक अध्ययन के लिए निर्मित परम्परागत मानचित्रों तथा मोजेक का स्थान ले सकते हैं। संयुक्त राज्य में नगरीय, ग्रामीण तथा औद्योगिक क्षेत्रों में फोटो-अन्वेषण कार्य मुख्यतः तीन दिशाओं में सम्पन्न किए जा रहे है। **प्रथम,** नगरीय वृद्धि की वास्तविक प्रक्रिया का विश्लेषण करने के लिए पुनरावृत्त वायु परिव्यास (repeated air-coverage) पर बल दिया जा रहा है। उदाहरणार्थ उत्तरी कैरोलाइना के बीस-वर्षीय नगरीय विकास, नाइजीरिया के नगरीय विकास तथा अनेक क्षेत्रों की नगरीकरण प्रक्रिया के विश्लेषण में पुनरावृत्त वायु परिव्यास पर बल दिया गया है। **द्वितीय**, बर्मिंघम (अलाबामा) तथा रोचेस्टर (न्यूयार्क) नगरों की मानव पारिस्थितिकी के विश्लेषण में वायु फोटो निर्वचन कुन्जियों का निर्माण किया गया है। इन्हीं निर्वचन कुन्जियों के आधार पर जनसंख्या धनत्व का मापन तथा नौ-पाइंट सामाजिक-आर्थिक मापन पर नगर क्षेत्रों का वर्गीकरण किया गया है। वर्तमान समय में स्वर, गठन तथा आकृति को मापने वाले सूक्ष्म परीक्षण यन्त्रों द्वारा विशिष्ट आकारों अथवा रेखाजालों का पता लगाने वाली प्रत्यक्ष-ज्ञान प्रविधियों द्वारा 'नगरीय निवास', 'उपनगरीय निवास' तथा 'नगरीय औद्योगिक' में भेद स्पष्ट करने के प्रयास किए गए हैं। **तृतीय** उपागम विशेष नगरीय समस्याओं के अन्वेषण परियात विश्लेषण से सम्बन्धित है। सामान्य उर्ध्वाधर फोटोग्राफी का उपयोग गाडियों की गति, त्वरण, मन्दन तथा प्रक्षेप-पक्ष (trajectory) के परिकलन और पारगामी एवं स्थानीय परियात में भेद स्पष्ट करने के लिए किया जा सकता है। आजकल संयुक्त राज्य में भू–उपयोग अध्ययन, समुदाय-मूल्यांकन तथा गाड़ी-अड्डा सम्बन्धी समस्याओं में परियात व्यवहार के प्रत्यक्ष मापन में सॉन (sonne) प्रकार के गतिमान फिल्म कैमंरो के उपयोग पर अधिक बल दिया जा रहा है।

कटिबन्धों के परिसीमन तथा भावी विकास के लिए कटिबन्धों के निर्माण कार्य वायु फोटोचित्रों के उपयोग से सम्पन्न किए जा सकते है। नल लाइनों की स्थिति तथा मार्ग-निर्धारण में भी वायु फोटोग्राफी का उपयोग किया जा सकता है।

सामान्य नगरीय परिचालन अध्ययनों में वायु फोटो प्रविधियों के दो मुख्य उपयोग किए जा सकते हैं। प्रथम, मानचित्रण से तथा द्वितीय, विश्वसनीय सांख्यिकी की प्राप्ति से सम्बन्धित है। विभिन्न प्रकार के गृहों, गिरजाघरों, विश्वविद्यालयों, व्यापारिक तथा औद्योगिक संस्थापनों, उद्यानों आदि की स्थिति तथा उनका परिसीमन वायु चित्रों पर किया जा सकता है। दूसरे शब्दों में, जनसंख्या के विभिन्न प्ररूपों का सक्रिय अध्ययन वायु फोटुओं की सहायता से किया जा सकता है। विटेन्सटीन (Witenstein) ने कुछ ऐसी विधियां बतलाई हैं जिनकी सहायता से

टिप्पणी

फोटो विश्लेषण का उपयोग जनसंख्या प्ररूपों, सेवा प्ररूपों तथा नगरीय क्रियाशीलता और सामाजिक-आर्थिक दशाओं के साथ उनके आपसी सम्बन्धों की व्याख्या तथा स्पष्टीकरण में किया जा सकता है।

नगरीय परिचालन अध्ययनों में कर मूल्यांकन मानचित्रों के अंकन, नगर प्रबन्ध तथा परिचालन के अनेक कार्यों में वायु फोटो विधियों के उपयोग किए जा सकते हैं। परियात विश्लेषण में अभी तक वायु फोटो विधियों का अधिक उपयोग नहीं किया गया है।

सैन्य आयोजन, विकास तथा परिचालन अध्ययनों में विभिन्न फोटो उपागम मूल्यवान यन्त्र प्रदान करते है। युद्ध तथा युद्धोपरान्त काल में वायु फोटो प्रविधियों के महत्वपूर्ण उपयोग हैं। युद्ध-काल में प्रभावशाली ढंग से संगठित तथा उपयुक्त ढंग से प्रयुक्त वायु फोटो प्रविधियों से सुरक्षात्मक तथा आक्रमणात्मक कार्यवाहियों को आवश्यक गति मिलती है। इसी कारण द्वितीय विश्वयुद्ध के समय एवं कोरिया युद्ध में वायु फोटो विधियों के अनेक व्यावहारिक उपयोग किए गए थे। युद्धकाल के अनुभवों ने वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग की सम्भावनाओं में अनेक विकास किए हैं। युद्धोपरान्त काल में अगम्य तथा अल्पगम्य क्षेत्रों के सैनिक सर्वेक्षण एवं आयोजनों में वायु फोटोचित्र प्रविधियां अपनी गति एवं विशुद्धता के कारण अत्यन्त उपयोगी है।

3.4.8 सुदूर संवेदन परिचय (Introduction to Remote Sensing)

सुदूर संवेदन (Remote Sensing)– सामान्यतः **'सुदूर संवेदन' (Remote Sensing)** शब्द दो शब्दों 'सुदूर' (Remote) और 'संवेदन' (Sensing) से मिलकर बना है। इसमें 'सुदूर' का अर्थ बहुत दूर (Far away) और 'संवेदन' का अर्थ विश्वास करना, देखना और कुछ सूचनाएं प्राप्त करना है। अर्थात 'सुदूर संवेदन' का अर्थ दूर से वस्तुओं की सूचनाएं प्राप्त करना है।

हम अपने 5 संवेदनों में से 3 का प्रयोग सुदूर संवेदकों के रूप में करते है।

(i) जब हम स्टेडियम में टेनिस का मैच देखते हैं। (दृश्य संवेदक)

(ii) जब कढ़ाई में ताजा सब्जी बनती है। (सूंघने वाला संवेदक)

(iii) जब हम टेलीफोन की घण्टी सुनते है। (श्रवण संवेदक)

इनके अतिरिक्त दो ऐसे संवेदक हैं जिनका प्रयोग दूरस्थ नहीं हो सकताः

(iv) रेशमी कमीज का चिकनापन अनुभव करते हैं स्पर्श करके। (स्पर्श संवेदक)

(v) आम का मिठास चखकर अनुभव करते हैं। (स्वाद संवेदक)

अतएव सुदूर संवेदन किसी घटना या वस्तु के सम्बन्ध में भीघ्र एवं तीव्र टोह लगता है।

सुदूर संवेदन को हम अन्य रूप में भी सरलतापूर्वक समझ सकते हैं। हमारे आस-पास स्थित किसी वस्तु की जानकारी प्राप्त करनी है, तो हमारी आंखे एक संवेदक (Sensor) का कार्य करती हैं। ये वस्तु की आकृति का चित्र ग्रहण कर हमारे मस्तिष्क तक पहुंचाती हैं तथा यह प्राकृतिक कम्प्यूटर वस्तु का विश्लेषण

टिप्पणी

करता है। इस विश्लेषण से प्राप्त सूचना के आधार पर हमें वस्तु की जानकारी मिल जाती है। जब हम कोई पुस्तक पढ़ते हैं, तो भी सुदूर संवेदन कहा जाता है, क्योंकि इसमें हमारी आंखे संवेदक का कार्य करती है। ये संवेदक पृष्ठ के काले व सफेद स्थानों को परावर्तित (Reflected) प्रकाश या विद्युत चुम्बकीय विकरण (Electromagnetic Radiation) के अनुरूप आवेगों को ग्रहण कर मस्तिष्क में पहुचाता हैं। यह मस्तिष्क इन सूचनाओं का विश्लेषण कर देता है, जिससे हमें काले-सफेद स्थानों से अक्षरों का बोध हो जाता है तथा हम पुस्तक को पढ़ पाते है।

3.4.9 सुदूर संवेदन की परिभाषाएँ (Definitions of Remote Sensing)

सुदूर संवेदन की परिभाषा विभिन्न वैज्ञानिकों और संस्थानों ने अपने-अपने रूप में भिन्न तरीकों से प्रस्तुत की है।

1. **लिन्टज एंव सिमोनेट (Lintz and Simonett)**– के अनुसार, ''बिना स्पर्श या सम्पर्क के किसी वस्तु के बारे में भौतिक आंकडों की प्राप्ति करना सुदूर संवेदन कहलाता है।'' ("Remote Sensing is the acquisition of physical data of an object without touch or contact")
2. **बी. एल. डीकशटूलू तथा जॉर्ज जोसेफ (B. L. Deekshatulu & George Joseph)**– के शब्दों में, ''दूर-संवेदन एक अन्तरा अनुशासनिक क्रिया है, जिसमें किसी दूरस्थ प्लेटफॉर्म से प्रेक्षित आँकड़ों का विश्लेषण करके प्राकृतिक संसाधनों की तालिका, मॉनीटरिंग व आकलन करते है।''

   अतः ''दूर-संवेदन विज्ञान की वह शाखा है, जिसके अन्तर्गत मनुष्य अपनी प्राकृतिक क्षमताओं से परे का अध्ययन करता है, अर्थात् किसी ऐसे स्थान के सम्बन्ध में सम्पूर्ण जानकारी प्राप्त करना जो आत्यधिक दूर हो एवं मानव की पहुंच न हो।''

   उपर्युक्त परिभाषाओं से बोध होता है कि दूर-संवेदन एक ऐसा विज्ञान, तकनीक व कला है, जिससे हम किसी स्थान, वस्तु या परिघटना से दूर स्थित किसी युक्ति (Device) द्वारा इच्छित जानकारी प्राप्त करते हैं। वर्तमान में वास्तविक दूर-संवेदन कार्यों में किसी संवेदक जैसे वायव कैमरा (Aerial Camera), बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक (Multi Spectral Scanner), तापीय अवरक्त रेखिक क्रमवीक्षक (Thermal infrared linear scanner) आदि को कृत्रिम उपग्रहों, वायुयानों अथवा किसी अन्य प्लैटफार्म में रखकर प्रयोग में लाते है।

(3) **फ्लायड एफ साबिन्स (Floyd F. Sabins)**– के शब्दों में ''सुदूर संवेदन शब्द का तात्पर्य उन विधियों से है, जिनमे किसी लक्ष्य को पहचानने तथा उसके लक्षों को मापने के लिए विद्युत चुम्बकिय ऊर्जा जैसे प्रकाश, ऊष्मा व रेडियो तरंगो को प्रयोग में लाया जाता है।''

टिप्पणी

The term Remote Sensing refers to methods that employ electromagentic engery such as light, heat and radio waves, as the means of detecting and measuring target characteristics.”

(4) **फिसचर तथा अन्य (Fisher et at.)**– के अनुसार सुदूर संवेदन एक ऐसी कला या विज्ञान है जो बिना सम्पर्क के किसी वस्तु के बारे में जानकारी प्राप्त करता है।

“Remote sensing is the art or science of telling something about an object without touch it”

कनाडा के सुदूर संवेदन केन्द्र द्वारा व्यक्त की गई सुदूर संवेदन की परिभाषा निम्न प्रकार है– सुदूर संवेदन पृथ्वी के धरातल के सम्पर्क के बिना इसकी सूचनाएं प्राप्त करने का विज्ञान (और कुछ सीमा तक कला) है। यह कार्य सूचनाओं के रिकार्डिंग, ऊर्जा के परावर्तन तथा सूचनाओं के संसाधित, विश्लेषण और अनुप्रयुक्तन द्वारा संवेदन और रिकार्डिंग द्वारा होता है।

“Remote sensing is the science (and to some extent art) of acquiring information about the Earth’s surface without actually being in contact with it. This is done by sensing and recording reflected or emitted energy and processing analysing and applying athat information.

वायुफोटो एवं सेटेलाइट आंकड़े

स्वतन्त्रता प्राप्ति के पश्चात् भारत में भौगोलिक अध्ययनों में आधुनिक प्रविधियों का प्रयोग बढता जा रहा है। इस क्षेत्र में फोटोग्राफी (Photography), फोटोमिति (Photogrametry), अन्तरिक्ष फोटोग्राफी (Space Photography), भौगोलिक सूचना प्रणाली (G.I.S.) दूरसंवेदन, आदि भूगोल की आधुनिकतम प्रविधियां है जिन्होंने भूगोल के विकास में नवीनतम परिवर्तन किए हैं।

3.9.10 सुदूर संवेदन तकनीक का विकास (Developent of Remote Sensing Technology

वर्तमान में विज्ञान ने हमें दूर-संवेदन के ऐसे एसे उपकरण दिए है जो दूर संवेदन के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते है, दूर संवेदन का विकास विगत दशाब्दियों में बहुत हुआ है। 1960 से पुर्व पृथ्वी पूर्व नक्षत्र ग्रह, उपग्रह आदि के प्रत्यक्षीकरण की हमारी क्षमता स्वतः प्रेक्षण (Self Observation) तथा दृश्य प्रकाश (Visual light) पर निर्भर फोटोग्राफी तक सीमित थी। इस समय दूरस्थ स्थानों के अवलोकन व विश्लेषण के लिए दूरबीन या वायुयान से खींचे गए फोटोचित्रों का सहारा लेना पडता था।

1839 में कैमेरे के आविष्कार के साथ ही फोटोग्राफी का जन्म हुआ। सर्वप्रथम 1858 में गैसवर्ड फेलिक्स टुर्नाचर (Gaspard Felix Tournachor) नामक एक पर्शियन फोटोग्राफर ने वायु फोटोचित्र खींचा था। इस वायु फोटोचित्र

टिप्पणी

को खींचने के लिए उन्होंने गुब्बारे की सहायता ली। गुब्बारे को 60 मीटर की उँचाई तक उडाकर यह वायु फोटोचित्र खींचे। इसी वर्ष फ्रांस के लुसिडॉल्ट (Laussedalt) नामक एक सर्वेक्षक ने धरातलीय सर्वेक्षण में पहली बार बैलून फोटोग्राफी का प्रयोग किया था। इसके बाद बैलून फोटोग्राफी का प्रचलन शुरू हो गया, जिससे दूर-संवेदन के विकास में निरन्तर वृध्दि होती गई। इसके उपरान्त 18880 ईं. के आस पास पतंगों (Kites) की सहायता से वायु चित्र प्राप्त करने के प्रयास होने लगे। सन 18882 में इ. डी आर्कीबाल्ड (E.D. Archibald) नामक एक अंग्रेज मौसम विज्ञानी (Meteorologist) ने पतंग फोटोग्राफी के द्वारा सबसे पहली बार कवायु फोटोचित्र खींचा था। इसके बाद 1900 में जी. आर. लॉरेन्स (G,.R. Lawrence) ने भी पतंग फोटोग्राफी को चरम सीमा तक पहंचाकर दूर-संवेदन के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया।

हालांकि 1903 में ही वायुयान का आविष्कार हो चुका था, परन्तु सर्वप्रथम 1909 में विचर राइट नामक शिक्षार्थी पायलट के साथ उडान भरकर एक फोटोग्राफर ने इटले के नौसेना अधिकारियों के प्रयोग हेतु एक चलचित्र (Motion Picture) बनाया था। इस सफलता के पश्चात् वायुयान वायव फोटोग्राफी (Aerial Photography; दूर-संवेदन के आम साधन बन गए तथा प्रथम विश्वयुद्ध के दौरान सैन्य अनुसन्धान (Military Reconnaissance) कार्यों में इनका प्रयोग हुआ था। इसके साथ-साथ जर्मनी, फ्रांस, ब्रिटेन व संयुक्त राज्य अमरीका आदि कुछ देशों में वायव फोटोग्राफी (Aerial Photography) की सहायता से स्थलाकृतिक सर्वेक्षण किया जाने लगा।

चूंकि वायुयानों को एक निश्चित सीमा से उंचा नही उडाया जा सकता । अतः वायव फोटोग्राफी के द्वारा किसी बडे क्षेत्र या देश को एक ही वायु फोटोचित्र में अंकित करना सम्भव नहीं होता। इस समस्या का समाधान ढूंढने के प्रयास में द्वितीय विश्वयुद्ध की समाप्ति के बाद वैज्ञानिकों का ध्यान अन्तरिक्ष की और आकर्षित हुआ था तथा सेटेलाइटों की सहायता से एक बडे क्षेत्र का फोटोचित्र ग्रहण किया जा सका। इस कदम ने दूर-संवेदन के विकास में एक अत्यन्त ही महत्वपूर्ण भूमिका अदा की है।

भारत ने भी बहुत कम समय में दूर-संवेदन में प्रशंसनीय प्रगति की है। वर्तमान में वन संसाधनों के क्षेत्र में वन मानचित्रण (Forest Mapping), घास स्थल मानचित्रण (Grassland Mapping) तथा स्थानांतरी कृषि (Shifting Agriculture) मृदा के क्षेत्र में मृदा वर्गीकरण (Soil Classification) क्षरीय व लवण मृदा का मानचित्रण, परती भूमि का सीमांकन, जल संसाधन के क्षेत्र में भू–पृष्ठ जल तालिका (Surface Water Inventory) सिंचाई-जल प्रबन्धन (Irrigation Water management) खनिजों की खोज (Mineral Exploration) प्रदूषण की समस्या एवं जलवायु के क्षेत्र में आगामी मौसम के पूर्वानुमान (Weather forecasting) जैसे महत्वपूर्ण कार्यों में दूर-संवेदन का भरपूर उपयोग कर हर क्षेत्र में भारत ने बहुत विकास किया है। ये सभी भूगोल के अध्ययन के प्रमुख तत्व हैं। इस प्रकार दूर-संवेदन तकनीक भूगोल के ज्ञान को अधिक सार्थक और सुदृढ़ आधार प्रदान करने में सहायक हुई है।

3.4.11 सुदूर-संवेदन की उपयोगिता (Advantages of Remote Sensing)

टिप्पणी

दूर-संवेदन तकनीकी का उपयोग भूगोल के विभिन्न अध्ययनों जैसे फसल के क्षेत्रफल और उत्पाद के आकलन, मौसम के पूर्वानुमान, भूमिगत जल की खोज, मत्स्य-पालन, वन संसाधनों के सर्वेक्षण, खनिजों का पता लगाने, नगरीय विकास एवं नियोजन, मृदा वर्गीकरण, क्षारीय व अम्लीय मृदा का मानचित्रण, बहुउद्देशीय नदी घाटी परियोजना तथा बाढग्रस्त क्षेत्रों का सीमांकन आदि-आदि क्षेत्रों में सफलतापूर्वक किया जा रहा है।

1. **मौसम के पूर्वानुमान में (Forecasting of Weather)**– दूर संवेदन तकनीकी का उपयोग वायुमण्डल विशेष रूप से मौसम सम्बन्धी विभिन्न तथ्यों की जानकारी प्राप्त करने हेतु किया जाता है। दूर-संवेदन तकनीकी के उपयोग से चक्रवातों के आने की जानकारी, उनकी दिशा, गति आदि का ज्ञान प्राप्त होता है। इसी प्रकार झंझावात, आंधी-तूफान, वर्षा, हिमपात व ओलावृष्टि के आने की सूचना प्राप्त होती हैं। इन सभी सूचनाओं के माध्यम से अपार जन-धन की हानि होने से बचाया जा सका है। मौसम की जानकारी विज्ञान विभाग देश के प्रत्येक वायुयान अड्डों को पहुंचाकर वायु परिवहन की उड़ानों को सुखद, सुगम एवं सुनिश्चित बनाने में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

2. **भूमिगत जल की खोज में (Searching of Ground Water)**– विश्व के अनेक देश जहां पेयजल आपूर्ति समुचित नहीं है, या स्थलीय जल स्रोतों की पर्याप्त मात्रा होने के बावजूद जनसंख्या के बाहुल्य वाले देशों में जल आपूर्ति सभी मानवों को सुलभ एवं सुनिश्चित नहीं होती है तो ऐसे देश भूमिगत जल पर निर्भर होते है। दूर संवेदन तकनीकी से भूमिगत जल के स्रोतों को खोजने में पर्याप्त सहायता प्राप्त होती है।

3. **खनिजों की खोज में (In Mineral Exploration)**– दूर-संवेदन तकनीक द्वारा देश के खनिज भण्डारों का पता लगाने में महत्वपूर्ण सफलता मिल रही है। 'लैण्डसेट' एवं इन्सैट-1 बी से प्राप्त आंकडों के लिए मेहसाणा, केम्बे बेसिन के कादोकलीम क्षेत्रों में भारी मात्रा में कच्चे तेल होने का पता लगाया गया है। इसी प्रकार अन्य खनिज पदार्थों जैसे – कोयला, लोहा, मैग्नीशियम, रेडियम, थोरियम आदि का पता लगाने में दूर-संवेदन तकनीकी ने अहम् भूमिका निभाई है।

   विश्व के विकसित देश दूर-संवेदन तकनीकी का उपयोग कर खनिज पदार्थों का बडी मात्रा में उत्खनन कर रहे है। भारत जैसे विकासशील देश में भी दूर-संवेदन तकनीकी का काफी विस्तार किया गया है, जिससे इसका उपयोग कर देश को खनिज पदार्थों के उत्पादन में सक्षम बनाया जा सके।

4. **वन संरक्षण के क्षेत्र में (In forest Conservation)**– वन संरक्षण के क्षेत्र में दूर-संवेदन तकनीकी का उपयोग बड़े पैमाने पर किया जा रहा है। इस तकनीकी की सहायता से वनों पर निगरानी करने में सहायता मिलती

है, ताकि कोई जंगलों की अवैध कटाई न करने पाए। वन क्षेत्रों के विकास में इस तकनीक ने महत्वपूर्ण योगदान दिया है।

टिप्पणी

5. **मृदा संरक्षण में (In Soil Conservation)**– वायु, जल आदि के द्वारा भूमि का कटाव होता है, जिससे मृदा अपरदन होता है। भूमि कटाव की जानकारी भी दूर-संवेदन द्वारा सुगमतापूर्वक की जा रही है। 'लैण्डसेट' द्वारा विशाखापत्तनम्, चेन्नई एवं पाराद्वीप पतनों के किनारे कटाव आदि के बारे में जानकारी एकत्र की गई है।

6. **कृषि क्षेत्रों में (In Agriculture)**– कृषि पर आधारित देश दूर-संवेदन का उपयोग कर कृषि क्षेत्रों में बहुत उन्नति कर रहे हैं। फसल के सम्बन्ध में अनुमान लगाने एवं बीमारियों के बारे में जानकारी प्राप्त करने में दूर-संवेदन प्रौद्योगिकी महत्वपूर्ण भूमिका अदा कर रही है। 'लैण्डसेट' उपग्रह द्वारा अरूणाचल प्रदेश में 'झूमिंग' नामक कृषि से होने वाली हानियों का पता लगाया गया है।

इनके अतिरिक्त दूर संवेदन तकनीकी लागत प्रभावी विधि (Cost effective method) से भी काफी उपयोगी है। हालांकि दूर-संवेदन एक महंगी तकनीक है, परन्तु जब हम इसकी उपयोगिता एवं भिन्न-भिन्न विषयों में इसके अनुप्रयोग (Application) पर विचार करते हैं, तो हमें यह तकनीक अपेक्षाकृत बहुत सस्ती प्रतीत होती है। दूर-संवेदन से प्राप्त सूचनाओं के आधार पर हम आने वाली विपत्तियों से जुझने में सावधान हो जाते हैं, जिसके परिणामस्वरूप हम अपार जन-धन की क्षति होने से बचा लेते है। दूर-संवेदन तकनीक के ज्ञान से पूर्व ऐसा करना सर्वदा संभव नहीं था।

3.4.12 सुदूर संवेदन एक आंकडा जननयंत्र के रूप में (Remote Sensing as a Tool for Data Generation)

दूर संवेदन में भू–संसाधनों की सामान्य प्रक्रियाओं एवं उनके घटक तत्वों की व्यवस्थित रूप से प्रदर्शित किया गया है। इस दृष्टि से दूर संवेदन की प्रक्रिया को दो वर्गों में विभाजित किया जा सकता है:

(i) आंकडों की प्राप्ति (Data Acquisition)

(ii) आंकडों का विश्लेशण (Data Analysis)

(i) आंकडों की प्राप्ति (Data Acquisition)- आंकड़ा प्राप्ति का सामान्य अर्थ उन तत्त्वों एवं विधियों से है जिनको प्रयोग में लाकर हम किसी भू–संसाधन वस्तु अथवा क्षेत्र के सम्बन्ध में सूचनाएं एकत्रित करते हैं। दूर संवेद में हमें यह सूचनाएं या आंकड़ा उत्पाद (Data Product) दो रूपों में प्राप्त होता है। (i) चित्रिय (pictorial) रूप में (ii) अंकिय (Digital) रूप में।

आंकड़ों की प्राप्ति की प्रक्रिया को डॉ. जे. पी. भार्मा ने छः तत्वों अथवा उत्तरोत्तर अवस्थाओं (Successive Stages) में विभाजित किया है।

(a) विद्युत चुम्बकीय उर्जा के किसी स्रोत की प्राप्ति होना, दूर संवेदन की प्रथम आवश्यकता है क्योंकि इस उर्जा के अभाव में दूर संवेद

टिप्पणी

करना सम्भव नहीं है। यह उर्जा हमें उष्मा (heat) तथा प्रकाश (light) के रूप में प्राप्त होती है। इस उर्जा का प्राकृतिक स्रोत सूर्य है तथा विद्युत बल्ब के प्रकाश को इसका कृत्रिम स्रोत कहा जा सकता है। सूर्य के प्रकाश में की गई फोटोग्राफी को निष्क्रिय फोटोग्राफी तथा विद्युत बल्ब में प्रकाश में सम्पन्न फोटोग्राफी को सक्रिय फोटोग्राफी कहते है।

(b) सूर्य से विकिरित विद्युत चुम्बकीय उर्जा तरंगों के रूप में संचरण करती है। इन तरंगों को धरातल पर पहुंचने से पहले पृथ्वी के वायुमण्डल को पार करना पडता है। वायुमण्डल में विद्यमान जलवाष्प गैस तथा धूलिकणों के कारण धरातल पर आने वाली उर्जा की मात्रा व वितरण में अन्तर आ जाता है। अतः दूर संवेद करते समय वायुमण्डल में ऊर्जा के संचरण की दशा को ध्यान में रखना आवश्यक होता है।

(c) पृथ्वी पर पहुंचने वाली विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा धरातल के पदार्थों से अन्योन्य क्रिया करती है। जैसा कि आप जानते हैं धरातल के किन्हीं दो पदार्थों या वस्तुओं या पदार्थों में भेद स्थापित करके उसे पृथक-पृथक देख पाते हैं या पहचान पाते है।

(d) धरातल तथा आवर्तित ऊर्जा (incident energy) की अन्योन्य क्रिया में विद्युत चुम्बकीय आवेग उत्पन्न होते है, इन आवेगों को किसी संवेदक तक पहुंचने के लिए परावर्तित अथवा उत्सर्जित प्रकाश के रूप में वायुमण्डल में पुनः संचरण करना पडता है।

(e) धरातल से आने वाले विद्युत चुम्बकीय आवेगों को ग्रहण करने के लिए दूर संवेद में दो प्रकार के स्थान या प्लेटफार्म चुने जाते है। (i) वायुमण्डल आधारित प्लेटफार्म जैसे गैस के गुब्बारे व वायुयान तथा (ii) अन्तरिक्ष आधारित प्लेटफार्म, जैसे राकेट, अन्तरिक्ष यान व कृत्रिम उपग्रह आदि। इन प्लेटफार्मो के चयन, उड़ान एवं स्थापना में दूर संवेद के उद्देश्य को ध्यान में रखना आवश्यक होता है। उपर्युक्त प्लेटफार्मो में आवश्यकतानुसार भिन्न-भिन्न प्रकार के कैमरे और संवेदक यन्त्र लगे होते है।।

(f) कैमरा भी एक प्रकार का संवेदक है, परन्तु इससे धरातल या दृश्य क्षेत्र का सीधा फोटोचित्र प्राप्त हो जाता है। इसके विपरीत अन्य प्रकार के संवेदक धरातल से परावर्तित विद्युत-चुम्बकीय आवेगों को अंकों के रूप में आलेखित करते हैं। इस प्रकार विभिन्न प्लेटफार्मों से प्राप्त आंकड़ा उत्पाद के दो प्रकार होते हैं। – (i) चित्रीय (Pictorial) आंकडा उत्पाद, (ii) अंकीय (Digital) आंकड़ा उत्पाद।

अंको के रूप में भेजे गए आंकडा उत्पाद को भू–आधारित आंकड़ा प्राप्ति केन्द्रों में साथ-साथ कम्प्यूटर अनुकूल टेप (Computer Compatible Tape) पर रिकॉर्ड करते है।।

टिप्पणी

(ii) आंकड़ों का विश्लेषण (Data analysis)– वायुमण्डल अथवा अन्तरिक्ष के संवेदकों के द्वारा प्रदत्त आंकड़ा उत्पाद में दृश्य–क्षेत्र के सभी विवरण अंकित होते हैं। अतः इन विवरणों को पहचानने एंव उनके बारे में इच्छित जानकारी प्राप्त करने के कार्य में पर्याप्त श्रम, ज्ञान, अभ्यास व अनुभव की आव यकता होती है। कम्प्यूटर अनुकूल टेप पर अंकित अंकीय आंकड़ों (Digital Data) को कम्प्यूटर व अन्य इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरणों की सहायता से प्रतिबिम्बों में परिवर्तित कर लिया जाता है। इसके उपरान्त विभिन्न प्रकार के दर्शन उपकरणों (viewing instruments) जैसे स्टीरियोस्कोप (stereoscope) व स्टीरियो मीटर (Stereo Meter) तथा अन्य तकनीकों की सहायता से सभी प्रकार के वायु फोटोचित्रों व प्रतिबिम्बों का विश्लेषण करते है। इस विश्लेषण कार्य में सन्दर्भ आंकड़े (reference data) अर्थात् सम्बन्धित क्षेत्र के पहले से उपलब्ध स्थलाकृतिक अंशचित्र, सांख्यिकी आंकड़े व अन्य मानचित्र, आदि का महत्वपूर्ण स्थान होता है। वस्तुतः सन्दर्भ आंकडों की सहायता से किसी वायु फोटोचित्र अथवा प्रतिबिम्ब में प्रदर्शित विवरणों को पहचानने तथा उनकी अवस्थिती निर्धारित करने में सरलता हो जाती है।

3.4.13 मानचित्रण में दूर संवेद प्रणाली का प्रयोग (Use of Remote Sensing in Map Projections)

1999 में छोडे जाने वाले IRS-P5 उपग्रह को CARTOSAT-1 नाम दिया गया है। इस उपग्रह से प्राप्त आंकडों से नगर नियोजन सम्बन्धी परियोजनाओं को पूरा करने में सहायता मिली है। IRS-P5 उपग्रह के प्रमोचन का मुख प्रयोजन मानचित्र कला (cartography) को और अधिक तीव्रता एंव शुद्धता से विकसित करना है। इसलिए इस उपग्रह को CARTO SAT-1 नाम दिया गया। इस उपग्रह से प्राप्त सूचनाओं के आधार पर पृथ्वी के विभिन्न भौतिक एवं आर्थिक स्वरूपों का अपेक्षाकृत अधिक उपयोगी एवं प्रभावशाली ढंग से मानचित्रण करना सम्भव होगा।

आगामी समय में IRS-P6 उपग्रह का प्रक्षेपण किया जाएगा तो मूलतः एक संसाधन उपग्रह (Resource Satellite) होगा। इस उपग्रह से कृषि, जल संसाधनों की खोज, भूमि उपयोग मानचित्रण (Land use mapping) वन संसाधन एवं भू–विज्ञान से सम्बन्धित शोध अध्ययनों एवं परियोजनाओं में पर्याप्त सहायता प्राप्त हो सकेगी।

सन् 2001 में OCEAN SAT-2 उपग्रह छोडा गया जो IRS-P4 का पूरक था। इस उपग्रह ने वायु के वेग एवं दिशा, महासागरीय जल की लवणता एवं तापमान तथा महासागरों में जल की तरंगों की उंचाइयों का मापन किया। इसी प्रकार 2002 में प्रस्तावित CARTO SAT-2 उपग्रह IRS-PS का पूरक होगा। यहां यह पुनः इंगित करना आवश्यक है कि IRS-P श्रृंखला के शेष सभी उपग्रहों के प्रमोचन में PSLV-C2 रॉकेट का प्रयोग किया जाएगा।

भारत में दूर संवेद ने प्रशंसनीय प्रगति की है। वर्तमान में वन संसाधन के क्षेत्र में वन मानचित्रण, घास स्थल मानचित्रण तथा स्थानान्तरी कृषि, मृदा के क्षेत्र

में मृदा वर्गीकरण, क्षारीय व लवण मृदा का मानचित्रण, परती भूमि का सीमांकन, जल संसाधन के क्षेत्र में भू–पृष्ठ जल तालिका (Surface Water Inventory) सिंचाई जल प्रबन्धन, खनिजों की खोज, प्रदूषण की समस्या एवं जलवायु के क्षेत्र में आगामी मौसम के पूर्वानुमान जैसे महत्वपूर्ण कार्यों में दूर संवेद का भरपूर प्रयोग हो रहा है हर क्षेत्र में मानचित्रण कार्य में प्रशंसनीय प्रगति की गई है।

3.4.14 कम्प्यूटर मानचित्रण (Computer Cartography)

कम्प्यूटर शब्द की उत्पत्ति लैंटिन भाषा के शब्द 'Computare' से हुई है जिसका शाब्दिक अर्थ है गणना अथवा गिनती करना। कम्प्यूटर कम समय में पूर्ण शुद्धता के साथ आंकडों की गणना कर सकता है तथा व्यवस्थित व नियन्त्रित भी कर सकता है। अन्य शब्दों में कम्प्यूटर असीम प्रयोजनों (Purpose) वाला एक ऐसा स्वचालित इलेक्ट्रॉनिक उपकरण (Automatic Electronic Device) है, जो विभिन्न आंकड़ों का संसाधन (Process) करके अर्थपूर्ण सूचनाएं प्रदान करता है। वर्तमान में कम्प्युटर टाइपराइटर, कैलकुलेटर, स्कैनर, डिजीटाइजर, टी.वी. स्क्रीन का एक समन्वित प्रारूप है। भूगोल में कम्प्युटर का प्रयोग विभिन्न भौगोलिक तथ्यों के विश्लेषण, अन्तर्सम्बन्ध के निरूपण तथा भविष्य कथन को सरल बनाने में किया जाता है। विभिन्न भौगोलिक तथ्यों को रेखाचित्र एवं मानचित्र द्वारा प्रदर्शन में और विभिन्न भौगोलिक सूचनाओं को संग्रहण करने का कार्य भी कम्प्यूटर द्वारा होता है।

3.4.15 मानचित्र कला में कम्प्यूटर का उपयोग (Application of Computer in Cartography)

मानचित्र कला को नई दिशा प्रदान करने में कम्प्यूटर का महत्वपूर्ण योगदान हैं। वास्तव में, कम्प्यूटर एक स्वचालित इलेक्ट्रॉनिक यन्त्र है जो एक बार प्रारम्भ हो जाने पर स्वतः चलता रहता है और एक साथ अनेक कार्यों को सम्पादित करता है। मैप इनफो (Map Info), ए.आर.सी इनफो (ARC Info), ऑटोकैड मैप (Auto Cad Map), आदि सॉफ्टवेयरों का प्रयोग भौगोलिक सूचनाओं को संचित, विश्लेषित तथा प्रदर्शित करने में किया जाता है। कम्प्यूटर द्वारा मानचित्र बनाने के लिए अनेक पद्धतियों का प्रयोग किया जाता है। मानचित्र को बनाने में सदिशीकरण का पैकेज प्रयोग करते हुए **रैस्टर** (Raster), को सीधे **वैक्टर** (Vector) में परिवर्तित किया जा सकता है। यह पैकेज स्वतःचालित होता है। द्वितीय विधि में **स्कैन** (Scan) की हुई छबियों के उपयोग द्वारा स्वयं ही सदिशीकरण (Vectorisation), करना होता है।.डिजीटल (Digital) छबियां उपग्रहों द्वारा भेजे गई होती हैं। ये डिजीटल मानचित्र (Digital Map) एवं सर्वे एजेन्सी के परिणाम अथवा सेटेलाइट इमेज के परिणाम हो सकते हैं।

भौगोलिक सूचना प्रणाली के अनेक उपयोगों में से एक है कैडस्ट्रल मैपिंग (Cadastral Mapping), यह एक विशेष प्रकार का आरेख होता है जिसमें भूमि के स्वामित्व को प्रदर्शित किया जाता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली के द्वारा वैयक्तिक कृषि का भी सटीक आकलन किया जा सकता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली में सेवा संजाल (Utility Network) को विकसित करना, स्थलाकृति–परक विवरण (Topographic Mapping) बनाना, विषय–केन्द्रित मानचित्रण (Thermatic

Cartography) सर्वेक्षण, चित्र मूलक सुदूर संवेदन (Photogrammetry Remote Sensing) कम्प्यूटर विज्ञान, ग्रामीण और नगरीय नियोजन, भूविज्ञान तथा भूगोल के अन्तर्गत मानचित्र से जुडी अनेक बातें हैं।

3.4.16 मानचित्रण प्रक्रिया (Process of Mapping)

हमारे संस्थान में सभी मानचित्र कोरल ड्रा सॉफ्टवेयर (Coral Draw Software) की सहायता से बनाए जाते है। कभी–कभी मानचित्रों की सी.डी. (C.D.) का भी प्रयोग कर लिया जाता है। मानचित्र की स्कैन (Scan) करके टिफ (Tiff) में सुरक्षित (Save) कर लेते हैं। फिर कोरल ड्रा में आयात (Import) कर लेते हैं या फ्री हैण्ड टूल (Free Hand tool) की सहायता से मानचित्र बना लेते है।

मानचित्र में जो कुछ भी अंकित करना है उसके लिए फिलिंग क्षेत्र (Filling Areas) निश्चित कर लेते है। उसके पश्चात विभिन्न छायाओं को स्क्रीनिंग की सहायता से भर लेते है। अगर मानचित्र में चिन्ह या आरेख दर्शाने हैं तो बॉक्स–वृत्त (Box-Circle) की सहायता से मानचित्र पर आरेख या चिन्ह बना लेते हैं।

कम्प्यूटर के प्रयोग से मानचित्रण करना आसान है, लेकिन पहले इसके लिए अभ्यास करना आवश्यक है।

आरेखों की संरचना के लिए कम्प्यूटर में कोरल चार्ट कार्यक्रम या कोरल फाइल (Coral Chart Programme or Coral File) का प्रयोग करते है। आरेख तैयार करने के लिए कम्प्यूटर में आँकड़े भर (Date Feed) कर देते हैं और उसके बाद माउस से क्लिक कर देते हैं और आरेख तैयार हो जाता है।

सरलदण्ड, मिश्रित दण्ड, चक्र, हिस्टोग्राफ, वक्र आरेख, आदि कम्प्यूटर की सहायता से मिनटों में तैयार हो जाते हैं।

3.5 मानचित्र कला और भौगोलिक सूचना प्रणाली (Cartography and Geographical Information System)

भौगोलिक सूचना प्रणाली कम्प्यूटरीकृत आंकड़ों पर आधारित एक प्रबन्धन प्रणाली है, जो भौगोलिक आंकड़ो का संग्रहण, भण्डारण, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण करती है। यह पृथ्वी के धरातल पर स्थित भौगोलिक तत्वों का आंकड़ों के आधार पर सम्बन्ध स्थापित करती है, जो भौगोलिक तत्वों की अधिकाधिक सुचनाएं रखते हैं। वास्तव में भौगोलिक सूचना प्रणाली (Geographical Information System) विभिन्न उपकरणों का एक समूह (Set of tools) है, जिससें आंकडों का एकत्रीकरण (Collection of data), भण्डारण (Storing), पुनः प्राप्ति (Retrieving), परिवर्तन (Transformation) स्थानिक प्रदर्शन (Spatial displaying) एवं विश्लेषण (Analysis) आदि की क्षमता विद्यमान है। इसमें सर्वेक्षण, हवाई छाया चित्रण एवं सुदूर संवेदन से आंकडों को एकत्रित करने की विधि भी प्रयुक्त की जाती है। कम्प्यूटर के सॉफ्टवेअर (Software) तथा हार्डवेयर (Hardware) इसके प्रमुख अंग

है। सॉफ्टवेअर के अन्तर्गत विभिन्न प्रोग्राम पैकेज आते है, जबकि हार्डवेयर में उसके विभिन्न मशीनी अंगों को शामिल किया जाता है।

टिप्पणी

भौगोलिक सूचना प्रणाली का प्रमुख कार्य विभिन्न स्रोतों, फील्डवर्क, हवाई छायाचित्र तथा सुदूर संवेदन द्वारा प्राप्त सूचनाओं को पहले से उपलब्ध आंकड़ों और मानचित्रों के साथ एकरूपता में लाना है, ताकि परिणामी संश्लेषण (Synthesis) राष्ट्रीय आंकड़ा आधार प्रबन्धन प्रणाली (National Global Database Management System) के अनुरूप हो सकें।

भौगोलिक सूचना प्रणाली का विकास– विश्व में स्थानिक आंकड़े नाविकों, भूगोलवेत्ताओं और सर्वेक्षणकर्ताओं द्वारा एकत्रित किए जाते रहें हैं, रोमन काल एंव यूरोपीय शासनकाल के अन्तर्गत इस कार्य को अधिक प्रमुखता दी गई। एकत्रित आंकड़े मानचित्र द्वारा दर्शाए जाते थे। प्रारम्भिक काल में अधिकांश आंकडे पृथ्वी धरातल से सम्बन्धित स्थिति और स्थलाकृतियों के होते थे। उन्नीसवी शताब्दी में प्राकृतिक संसाधनों के बढ़ते महत्व के कारण भू–भौतिकी, भू–आकृति विज्ञान, मृदा–विज्ञान, पारिस्थितिकी आदि विषयों का अध्ययन क्षेत्र बढा तथा इनसे प्राप्त आंकड़ों/सूचनाओ के मानचित्रण की समस्या बढ़ने लगी। पहले के अधिकांश मानचित्र स्थलाकृतियों से सम्बन्धित थे, जो सामान्य उद्देश्यों की पूर्ति करते थे। बाद में विशिष्ट उद्देश्यों अर्थात् चट्टान प्रकार, मिट्टी–क्रम, भूमि उपयोग इत्यादि के लिए मानचित्रण पर जोर दिया जाने लगा। इन्हीं को थिमैटिक मानचित्र भी कहा जाता है। पहले मानचित्र विभिन्न चिन्हों, रंगों तथा छाया–विधि (Choropleth Method) से बनाए जाते थे। इन मानचित्रों की एक और विशेषता यह थी, कि वे छोटे क्षेत्र के लिए ही बनाए जाते थे।

बीसवीं शताब्दी में स्थलाकृतियों तथा प्राकृतिक संसाधकों इत्यादि हेतु विशिष्ट थिमैटिक मानचित्रों की आवश्यकता प्रतीत हुई, क्योंकि हवाई छाया–चित्रण द्वारा प्राप्त मानचित्रों एवं सुदूर संवेदन द्वारा प्राप्त आंकडों एवं इमैजरी की भरमार हो गई। साथ ही विस्तृत क्षेत्र के लिए शुद्ध मानचित्रों की आवश्यकता प्रतीत होने लगी। प्रारम्भिक दौर में जिन विषयों में मानचित्र की प्रथा नही थी, उनमें भी मानचित्रों की आवश्यकता का आभास हुआ। भू–संसाधन वैज्ञानिक, भू–भौमिकी वेत्ता, मृदा वैज्ञानिक, पारिस्थितिकी वैज्ञानिक, भूमि उपयोगकर्ता तथा सिविल अभियन्ताओं, नियोजकों इत्यादि को इसके द्वारा थेमैटिक मानचित्रों की आवश्यकता पड़ने लगी।

अपार आंकड़ो की उपलब्धता, मात्रात्मक विधियों का अभाव तथा स्थानिक विभिन्नताओं को दर्शाने हेतु उचित गणितीय विधियों के अभाव ने वैज्ञानिकों को नई विधियों के आविष्कार हेतु बाध्य कर दिया, 1930–40 के दशक में सांख्यिकीय विधियों एवं टाइम सीरिज की खोज इस दिशा में पहला कदम रहा परन्तु 1960 के दशक में डिजिटल कम्प्यूटर (Digital Computer) के अन्वेषण ने स्थानिक विश्लेषण (Spatial analysis) और मात्रात्मक थिमैटिक मानचित्रण (Quantitative thematic mapping) हेतु नई दिशा प्रदान की।

आंकड़ों का संग्रह तथा मानचित्रों का प्रकाशन खर्चीला एवं अधिक समय लेने वाला है, इतना ही नहीं पृथ्वी धरातल के बदलते स्वरूप प्रदर्शित करने में

टिप्पणी

प्रचलित मानचित्रण विधि असहाय हो गई। बाद में हवाई छायाचित्र (Aerial Photography) तथा इमेजरी (Imagery) की सहायता से मरूस्थलों का धीमा विस्तार, अपरदन, बनाग्नि, बाढ़, मौसम प्रणाली इत्यादि के अध्ययन में सहायता मिली, परन्तु सुदूर संवेदन द्वारा प्राप्त आंकड़े मानचित्र के रूप में नहीं होते हैं। ये फोटोग्राफिक प्रतिबिम्ब के रूप में चुम्बकिय टेप पर उपलब्ध होते हैं। अतः इस हेतु भी नई तकनीक की आवश्यकता पडी जो फोटोग्राफिक इमेजेज का मानचित्रण कर उपयोगी प्रतिरूपों का विश्लेषण कर सकें।

इस दिशा में गणितज्ञों, भौतिकविदों तथा कम्प्यूटर वैज्ञानिकों ने मिलकर एक नए मानचित्रण उपकरण (Mapping tools) की खोज की, जिसे भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) कहा जाता है। चूंकि यह विधि कम्प्यूटर पर आधारित है, अतः इस उद्देश्य हेतु कई प्रोग्राम–सीमैप (Symap), ग्रिड (Grid), इमग्रिड (IMGRID) तथा जिओमैप (GEOMAP) तैयार किए गए।

1977 में डॉ. रिन्द (Dr. Rhind) ने कम्प्यूटर फोटोग्राफी की उपयोगिता प्रकट करते हुए उसके महत्व के निम्न कारण बताए हैं:

(i) उपलब्ध मानचित्रों को शीघ्र तैयार करने के लिए।

(ii) उपलब्ध मानचित्रों को कम खर्च में तैयार करने के लिए।

(iii) विशिष्ट उपयोगकर्ता की आवश्यकता की पूर्ति हेतु मानचित्र तैयार करने के लिए।

(vi) जहां कुशल स्टॉफ उपलब्ध नहीं है, वहां मानचित्र तैयार करने के लिए।

(v) एक ही आंकड़े के आधार पर विभिन्न आरेखीय प्रदर्शन के परीक्षण के लिए।

(vi) मानचित्र को सुविधाजनक, उन्नत एवं अद्यतन (Updating) करने के लिए।

(vii) आंकड़ों के विश्लेषण को सुविधाजनक बनाने हेतु खासकर जहां सांख्यिकीय विश्लेषण और मानचित्रण दोनों की आवश्यकता है।

(viii) प्रकाशित मानचित्र के उपयोग को कम करने के लिए, क्योंकि इसमें आंकड़े एकत्र करने की क्षमता है।

(ix) ऐसे मानचित्र बनाने हेतु जो हाथ से तैयार नहीं हो सकते, जैसे त्रि–आयामी मानचित्र (Three dimensional Maps) अथवा स्टीरियोस्कोपिक मानचित्र (Stereoscopic Map)|

(x) मानचित्रण में स्वचालन को बढ़ावा देने के लिए।

इसके उपरान्त 1970 के दशक में कम्प्युटर सहायता प्राप्त मानचित्रण विज्ञान (Computer Assisted Cartography) में तीव्र विकास और निवेश हुआ। सैंकडों कम्प्यूटर प्रोग्राम और प्रणालियां (System) विकसित किए गए। अमेरिका में सर्वाधिक 1000 भौगोलिक सूचना प्रणालियों का विकास हुआ। बाद में यूरोपिय देशों में इसका विकास तेजी से हुआ।

भारत में आधुनिक तकनीकी के प्रयोग से नाटमो (NATMO) में अंकीय मानचित्र एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली का कार्य जारी है और कम्प्यूटर फोटोग्राफी

के द्वारा आंकड़ो के प्रबन्धन की समस्या को हल करना आवश्यक हो गया है। परम्परागत मानचित्रकला की तुलना में इस स्वचालित कला का मुख्य लाभ विशाल मात्रा में आरेख तथा एट्रीब्यूट (Attribute) आंकड़ों का संग्रह कराने की क्षमता तथा आश्चर्यजनक गति से गणना करने की क्षमता के कारण है, जोकि परम्परागत विधि से नहीं किया जा सकता है। नाटमो की इस भौगोलिक सूचना प्रणाली से उपयोगकर्ता को आवश्यकता के अनुसार मानचित्र बनाने की सुविधा उपलब्ध हो जाएगी तथा मानचित्र निर्माण की प्रक्रिया में नए प्रयोगों का मार्ग प्रशस्त हो जाएगा।

टिप्पणी

भौगोलिक सूचना प्रणाली तकनीक स्वाभाविक रूप से कई विभागों की समन्वित गतिविधियों को प्रोत्साहित करती है, जिससे कि किसी समस्या तक सघन एवं रचनात्मक ढंग से पहुंचा जा सके। यह स्थानिक (Spatial) आंकडो को उर्ध्वाधर एवं क्षैतिज समन्वय से प्रस्तुत करती है। इसलिए यह माना जाता है कि भौगोलिक सूचना प्रणाली बहुत बडे स्तर पर स्थानिक मानचित्र के रूप में स्थित विशाल आंकड़ों को प्रभावशाली ढंग से प्रबन्धित करके उपयोग में ला सकता है, जिससे कि उनको अद्यतन बनाया जा सके एवं उसमें नए आयाम जोड़े जा सकें। इस प्रकार भौगोलिक सूचना प्रणाली के आवश्यक इनपुट से नाटमी को विशेष प्रकार के सूचना प्रबन्ध तंत्र हेतु अच्छी फीड बैक मिल सकती है, जिससे कि आंकिक तकनीक के माध्यम से स्थानिक आंकडों को भली–भांति प्रवेश कराकर उनका संग्रहण, समायोजन, विश्लेषण, पुनः प्राप्तिकरण तथा प्रदर्शन किया जा सके। भौगोलिक सूचना तंत्र द्वारा आंकड़ों के विशाल संग्रह को आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि परिणाम उद्देश्यपूर्ण एवं समायोजित हो। एक बार स्कैनिंग या अंकीकरण हो जाने पर भौगोलिक सूचना प्रणाली के आंकड़ों को तीव्रता एवं कुशलता के साथ नवीनीकृत किया जा सकता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली तकनीक के द्वारा नाटमो में उच्च मानक के उत्पादन प्राप्त हो सकेंगे।

अंकीय मानचित्रण (Digital Mapping) एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली की संरचना कुल मिलाकर स्थानिक अंकीकरण, सांख्यिकी, आंकडों के संग्रहण तथा सह–सम्बन्ध, सांख्यिकी विशयक मानचित्रण तथा नाटमो (NATMO) में भौगोलिक सूचना प्रणाली कार्य करने का वातावरण तैयार करने पर आधारित है, जिसका उद्देश्य इन कार्यों के अन्तर्सम्बधों को मानचित्र उत्पादन के विभिन्न चरणों में प्रयोग में लाना है, जिसका विवरण निम्न प्रकार है :

1. नाटमो के विभिन्न विशय पर 1:1, 1:2, 1:6 तथा 1:12 मिलियन मापक के चुने हुए मानचित्रों का अंकीकरण तथा ग्रिड सेलों में आंकडों का परिवर्तन।
2. मानचित्र कला तथा थिमैटिक मानचित्रों के आंकडों को स्वचालित स्कैनिंग तथा अंकीकरण द्वारा संग्रहण।
3. विभिन्न मापकों पर मानचित्र निर्माण तथा इन मानचित्रों की लाइब्रेरी बनाना, थिमैटिक परतों (Layer) में फाइलें बनाना तथा भौगोलिक सूचना प्रणाली मानचित्रण एवं उसके विश्लेषित उत्पादकों के लिए स्रोतों का अंकीकरण करना।

टिप्पणी

4. वर्तमान मानचित्रों को सांख्यिकीय मानचित्र आंकड़ो एवं उपग्रह से प्राप्त कई प्रकार के नवीनतम आंकडों से अद्यतन करना।
5. परस्पर क्रिया द्वारा मानचित्र तैयार करना, मानचित्रों को संशोधित करने में सहयोग करना तथा मानचित्र उत्पादन, वैज्ञानिक विकास एवं नियोजन हेतु अधिक उपयोगी मानचित्र तैयार करने के लिए डाटा–बेस का विस्तार करना।
6. नाटमो के मानचित्रों को अद्यतन करने के लिए अंकीय डाटा–बेस तथा सांख्यिकीय मानचित्रों का निर्माण तथा समकालीन विषयों पर विशेष दल देना।
7. थिमैटिक मानचित्रों के डिजाइनों की मॉडलिंग (यांत्रिक स्वचालित मानचित्रकला द्वारा) जिससे कि संगठन की मोनोग्राफ श्रृंखला तथा मानचित्र डिजाइन व्यवस्था को मजबूत किया जा सके, इनके मानचित्र तथा सांख्यिकीय आंकड़ों से सिस्टम में समन्वय कराना।

3.6. विश्वव्यापी स्थिति निर्धारण प्रणाली (Global Positioning System (G.P.S.))

विश्वव्यापी स्थिति निर्धारण प्रणाली सर्वप्रथम अमेरिका में विकसित की गई थी। इनको नौ संचालन (Navigation) उपग्रह एवं दूरी विश्वव्यापी स्थिति निर्धारण प्रणाली (Navigation Satellite with Time and Ranging Global Positioning System) कहते है। इसको संक्षित में नवस्टार जी.पी.एस. भी कहते हैं। सर्वप्रथम संयुक्त राज्य अमेरिका में रक्षा विभाग ने अपनी प्रतिरक्षा हेतु इस प्रणाली को विकसित किया। इसका प्रमुख उद्देश्य व्यापक रूप से पृथ्वी एवं वायुमण्डल मे घूमती हुई वस्तुओं के नौसंचालन के लिये प्रयोग करना था। मरूस्थलों तथा आर्कटिक क्षेत्रों में जहां पर अन्य नौसंचालन सुविधाये उपलब्ध नहीं हैं वहां पर जल, थल तथा वायु सेना के नौसचालन के लिये इसका प्रयोग किया गया। बाद में जी. पी.एस का उपयोग असैनिक कार्यो के लिये भी सफलतापूर्वक किया जाने लगा।

नवस्टार जी. पी. एस. ज्योडेसी, भूगोल, सर्वेक्षण तथा धरातलीय विश्लेषणों के क्षेत्रों में उदयमान तकनीकि के रूप में विकसित हुई है। यद्यपि पृथ्वी के धरातलीय सर्वेक्षण विधियों में इस तकनीक की कई कमिया है। उदाहरण के लिये सर्वेक्षण स्टेशनों के अन्तर दृश्यांश की आवश्यकता, मौसमी निर्भरता, रात्रि के समय अवलोकन में कठिनाई इत्यादि कई समस्यायें है फिर भी इसका लाभ यह है कि सर्वेक्षण की परम्परागत तकनीकियों की तुलना में अधिक सरल, मितव्ययी, सुविधाजनक तथा कम समय में उपयोग की जाने वाली तकनीक है।

जैसा कि स्पष्ट है कि यह सम्पूर्ण प्रणाली रक्षा उद्देश्यों के लिये विकसित की गई थी। यह निरपेक्ष, निश्चेष्ट प्रणाली (Passive System) रेडियो नौसंचालन प्रणाली पर आधारित है जो कि शुद्ध त्री बिन्दु सन्दर्भ स्थिति (Three Dimentional Position) तथा समय सूचना प्रदान करती है। इस तकनीक से पृथ्वी के विभिन्न स्थानों के शुद्धतम निर्देशांक ज्ञात किये जा सकते हैं। एवं उपग्रहों का प्रेक्षण हर

टिप्पणी

मौसम मे किया जा सकता है। प्रेक्षण के लिये उपग्रह चौबीस घंटे उपलब्ध होते है। समय कम लगने से खर्च भी कम होता है।

जी.पी.एस. उपग्रह की विशेषताये (Characteristics of GPS Satellite) जी.पी.एस. उपग्रह की प्रमुख विशेषताये निम्न हैं –

कक्षीय उँचाई (Orbital Height)	-	20200 किमी
समय (Period)	-	12 घंटे
आवेग (Frequencies)	-	1575 मेगा हर्टज
नौ संचालन आकड़े (Navigation Data)	-	1228 मेगा हर्टज
उपलब्धता (Availability)	-	निरन्तर
शुद्धता (Accuracy)	-	15 किमी. (P-Code/NASA)
उपग्रह समूह (Sateline Constellation)	-	21–24
ज्यामिती (Geometry)	-	पुनर्वृतिक (Repeating)
उपग्रहीय घडी (Satellite Clocks)	-	रूवीडियम् कैशियम (Rubidium Cesium Atomic)

शुद्धता (Accurney)– जी.पी.एस. प्रणाली किसी भी स्थित बिन्दु पर 10से 15 मी की शुद्धता प्रदान करती है बशर्ते कोई भी चुनी हुई उपलब्धता (Selective Availability- SA) या प्रति चरखीय (Antispooling) न हो। इन्हें आगे विस्तार से समत्राण गया है। यह परिशुद्धता ज्योडेटिक उद्देश्य के लिये पर्याप्त नहीं है। इस समस्या के आने से सर्वेयर उस प्रणाली का उपयोग करते है जिसमें सापेक्षिक (स्थानान्तरण) मोड होता है। इसमें अधिकतर त्रुटियां SA के कारण होती है। धरातलीय व आयनमण्डलीय त्रुटियों को निरस्त कर बाहर कर दिया जाता है तथा स्थिति की अपेक्षा दो बिन्दुओं के मध्य की दूरी को शुद्धता के साथ लिया जाता है। इसका उपयोग प्रारम्भिक सर्वेक्षण कार्य के लिये किया जाता है।

3.6.1 जी.पी.एस का विश्व व्यापी उपयोग (Global use of G.P.S.)

1. **नौसंचालन (Navigation)**– सभी प्रकार के वायुयानों तथा पानी के जहाजों में मार्ग नौसंचालन के लिये जी.पी.एस. का उपयोग किया जा सकता है। इसमें शुद्धता का विशेष महत्व नहीं है। लगभग 100 मी. तक की शुद्धता भी इस प्रयोग को प्रभावित नहीं करती है।
2. **सर्वेक्षण** (Surveying)– जी.पी.एस. विश्व स्तरीय उपयोग के ज्योडेसी के लिये एक भाक्तिशाली साधन है। पृथ्वी के परिभ्रमण तथा प्लेट विवर्तन जैसे ग्लोबल भू–गतिशील घटनाओं से प्रबोधन के लिये अति दूर आधार रेखा इन्टरफरोमेटरी (Very Long Baseline Interferometry- VLBI) तथा उपग्रह लेजर रेन्जिंग (Satellite Laser Ranging - SLR) तकनीकियों का उपयोग किया जाता है। जी.पी.एस. इन तकनीकियों का स्थान ले रहा है

तथा इनको बदलने का भी कार्य कर रहा है। इसका उपयोग भी प्रतिदिन बढता जा रहा है तया परम्परागत तकनीक धीरे–धीरे सिमट रही है। ज्योडेसिक समस्याओं के लिये जी.पी.एस., अति प्रभावशाली समाधान प्रस्तुत करता है।

3. **समय तथा दूर संचार (Timing and Communication)**– उपग्रह प्रणाली के अन्तर्गत सही समय को दर्शाने वाली घडी जी.पी.एस. के विश्व स्तर पर प्रयोग को दर्शाता है। पूरे विश्व में समय को शुद्ध रूप से निर्धारित किया जा सकता है। उच्च शुद्ध समय के कई वैज्ञानिक उपयोग हैं जैसे कि भूकम्प तरंगों का प्रबोधन (Monitoring) तथा अन्य भू–भौतिकीय मापन। किसी ज्ञात स्टेशन पर केवल एक उपग्रह से ही जी.पी.एस. रिसीवर 0.1 माइक्रोसेकंड तक भाुद्ध समय को प्रदर्शित करता है। कई अन्य परिष्कृत तकनीकियों के आ जाने से अब मोनोसेकंड के दस गुना शुद्ध समय को दर्शाया जा सकता है।

1B. जी. पी. एस. का क्षेत्रीय उपयोग (Regional Uses of G.P.S.)

संसाधनों के प्रबोधन यातायात प्रबन्धन, संरचनात्मक प्रबोधन तथा कई प्रकार के स्वचलन कार्यों में जी.पी.एस. का उपयोग सफलता पूर्वक किया जा सकता है। नौसंचालन में एस.ए. (SA) का उपयोग किया जा सकता है। यह तकनीक हाइड्रोग्राफिक सर्वेक्षण के लिये भी उपयोग हो रही है।

3.6.2 जी.पी.एस. के लाभ (Advantages of GPS)

1. **क्षैतिज नियंन्त्रण (Horizontal Control)**– किसी क्षेत्र में निर्धारित किये गये नियंत्रण बिन्दु (Control Point) अधिकतर ऊँचाई वाले बिन्दु होते है जो सामान्य पहुँच के योग्य नहीं होते है। जी.पी.एस नियंत्रण बिन्दुओं को नये बिन्दुओं के क्रम–विन्यास द्वारा बहुत आसानी से स्थापित किया जा सकता है। ये बिन्दु 25 से 50 किमी. की दूरी पर स्थित होते है तथा आसानी से पहुँच के योग्य होते हैं। नेटवर्क बिन्दुओं के मध्य वर्तमान शुद्धता केवल 10-20PPm होती है जिसे जी.पी.एस. के माध्यम से 1PPm तक शुद्धता प्राप्त करना सम्भव है। वर्तमान में, भारतवर्ष में साफ्टवेयर के प्रयोग से 10 PPm से अधिक शुद्धता प्राप्त की जा सकती है।

   एक बार यदि आधार नियन्त्रण बिन्दुओं का निर्धारण हो जाय तो तब जी.पी.एस. का स्थानीय उपयोग धरातलीय सर्वेक्षण के लिये किया जा सकता है। सर्वेक्षण के लिये काइनेमेटिक मोड का प्रयोग होता है। दो जी.पी.एस रिसीवरों को दो दूर स्थित नियन्त्रण बिन्दुओं पर निर्धारित किया जाता है। रौवर जी.पी.एस. रिसीवर को या तो ले जाया जाता है या फिर किसी यन्त्र पर लगा दिया जाता है तथा प्रतिच्छेदन काट द्वारा भूभाग में इधर–उधर घुमाया जाता है। क्षैतिज बसाव स्थिति तथा बिन्दुओं की उँचाई न्यूनतम समय में निर्धारित की जा सकती है। अत्याधिक मात्रा में बिन्दुओं का निर्धारण फील्ड सर्वेक्षण की शुद्धता व मितव्ययिता को दर्शाता है।

टिप्पणी

काइनेमेटिक प्रतिच्छेदन काट की प्रक्रिया तथा आलेख स्वतः ही चलते रहते हैं इसलिये सर्वेक्षण समय को कम से कम किया जा सकता है।

(i) उर्ध्वाधर सर्वेक्षण (Vertical Surveys)– जी.पी.एस. एक त्री–बिन्दु संदर्भ, सर्वेक्षण प्रणाली है। यही कारण है कि जी.पी.एस. उँचाई, अक्षांश तथा देशान्तर का निर्धारण करता है। जी.पी.एस. से नापी गई उँचाई का अन्तर दीर्घवृत्तज (Ellipsoid) को निर्दिष्ट करता है। वास्तव में दीर्घवृत्त तथा भूगणित के ऊँचाई अन्तर धरातल के प्रत्येक बिन्दु पर अलग–अलग होते हैं।

2. **भूकर सर्वेक्षण तथा भौगोलिक सूचना प्रणाली (Cadastral Surveying and Geographic Information System)**– क्षेत्रीय संसाधनों के विदोहन तथा प्रबन्ध में जी.पी.एस. के कई उपयोग हैं। इनमें से आधार मानचित्र तैयार करने के लिये भू–नियन्त्रण में जी.पी.एस. की प्रमुख भूमिका है। उदाहरण के लिये जी.पी.एस. कम्प्युटर पर आधारित भौगोलिक आँकड़ों से जुडा रहता है, जो स्थानीय तथा क्षेत्रीय स्तर के संसाधनों के प्रबन्धन में सहायक होता है। महत्वपूर्ण योजनाओं तथा विकास प्रक्रियाओं के लिये तुरन्त निर्णय लेने व सूचित करने में जी.पी.एस. एक साधन के रूप में प्रयोग होता है। सामान्यतः जी.पी.एस. प्रारम्भिक अवस्था में मानचित्र को बनाने के आधार विकसित करता है, व मानचित्र की तमाम सूचनाओं को एकत्र करने के लिये एक डिजिटल आँकड़ा फाइल का निर्माण करता है। इस फाइल में सडक, मकान, वनस्पति प्रकार, मिट्टी के प्रकार तथा अन्य कई तरह के आँकड़े एकत्रित कर संग्रहित किये जाते है जिनको कंम्प्यूटर स्क्रीन पर अति व्यापन मानचित्र के साथ प्रदर्शित किया जाता है।

जी.पी.एस. समान ज्योमेट्रिक ढाँचागत आधार प्रस्तुत करता है। उदाहरण के लिये निर्देशांक प्रणाली (Coordinate System) डिजिटल मानचित्र (Digital Map) डिजिटल टैरेन मॉडल (Digital Terrain Model) इत्यादि। किसी भी वस्तु की ज्यामितीय स्थिति को जी.पी.एस. के अन्दर भरा जा सकता है या जी.पी.एस. विवरण का सीधे भरने के लिये जी.पी.एस. के साथ धरातल पर ले जा सकते है। मानचित्र निर्माण के लिये जी.पी.एस. तथा जी. आई.एस. दोनों का आपस में सम्पर्क होना अति आवश्यक है। इसके लिये आँकड़ा आधार (Data Base) तैयार किया जाता है जो रेखीय बिन्दु आकृतियों के लिये अलग–अलग परतों की तुलना कर सके। रेखीय पक्ष में गुणात्मक आँकडे होते है जो रेखीय विशेषताओं को प्रदर्शित करते हैं। माना किसी सडक के अध्ययन के लिये सडक की पहचान, श्रेणी, बनावट, लम्बाई–चौडाई इत्यादि वि ोशताओं के सम्बन्ध में जानकारी प्राप्त की जाती है। बिन्दु आकृतियों को किसी बिन्दु से प्रदर्शित करते हैं तथा इसे रेखीय आकृतियों से जोड़ते हैं।

वर्तमान समय में जी.पी.एस. प्रणाली पर आवश्यक रूचिपूर्ण आकृतियां उपलब्ध है। किसी भी गुण या विशेषता को 'की' बोर्ड की सहायता से प्रवेश करा सकते हैं। जी.पी.एस. सर्वेक्षण के लिये कुछ बातों पर विचार

टिप्पणी

करना अति आवश्यक है। जी.पी.एस. सर्वेक्षण में सर्वप्रथम यह विचार किया जाता है कि परिणामों की शुद्धता किस स्तर की होनी चाहिए। इसका सींधां उत्तर है कि परिणामों की शुद्धता का उद्देश्य क्या है? कोई भी जी.पी.एस. रिसीवर स्वतन्त्र रूप से चलता है तथा विभिन्न स्रोतो से इसमें त्रुटियां होती हैं। इस सर्वेक्षण में परिणामों की शुद्धता 10 मी. से 100 मीटर तक के मध्य रहती हैं। कुछ उपयोगों में यह शुद्धता सन्तोषजनक होती है। कभी–कभी अध्ययनों में एक सेंटीमीटर तक परिणामों की शुद्धता की आवश्यकता होती है। इस प्रकार एक सेमी, आधा मीटर, दो मीटर या 5 मीटर तक की शुद्धता प्राप्त करने के लिये दो रिसीवरों की आवश्यकता होती है तथा स्टेटिक, आभासी–काईनेमेटिक तथा काईनेमेटिक मोड में प्रयोग किया जाता है।

3. **भू–गतिक (Geodynamics)**– यद्यपि आज सभी भू–पटल विरूपणकारी भाक्तियों का मापन व विश्लेषण अति दूर आधाररेखा इन्टरफरोमेट्री (Very Long Baseline Interferometry- VLBI) तथा लेजर मापन द्वारा (उपग्रह) किया जाता है। ये तकनीक अत्याधिक परिशुद्ध है जिनकी शुद्धता कुछ सेमी से लेकर 1000 किमी. तक होती है। जब भूपटल शक्तियों के अध्ययन के लिये जी.पी.एस. का उपयोग किया गया तो इसकी सापेक्षित परिशुद्धता 10 गुना आंकी गई। यह एक अति उच्च परिष्कृत अवलोकन एवं मूल्यांकन तकनीक है। 10^8 वे इससे अधिक सापेक्षित शुद्धता प्राप्त करने के लिये +2 मीटर के अन्तर्गत कक्षीय पथ निर्धारित करने पडते है। बिखरे हुये कक्ष 10 गुना से अधिक कम शुद्ध होते है। आवश्यक कक्षीय शुद्धता को प्राप्त करने के लिये बाद की विधि पर परिशुद्ध पंचाग गणना का उपयोग किया जाता है या किसी शुद्ध रूप से ज्ञात स्टेशन पर साथ–साथ अवलोकन करना अति आवश्यक होता है।

   बाष्प कंण रेडियोमीटर के प्रयोग से वायुमण्डलीय अपवर्तन को संशोधित कर शुद्धता में सुधार लाया जा सकता है। विवर्तनिक क्रियाशीलवाले क्षेत्र अधिकतर ऐसे प्रदेशों में स्थित हैं जहाँ पर अत्याधिक आयनमण्डलीय बाधायें उत्पन्न होती है। ये क्षेत्र या तो भूमध्य रेखा पर हैं या फिर उच्च अक्षांशों में। ऐसी दशा में दोहरा आवृत्ति पी. कोड रिसीवर द्वारा लम्बे अन्तराल (कम से कम 24 घंटे) तक अवलोकन किया जाता है। इस प्रकार औसत से लेकर अन्य प्रभावों को दूर किया जा सकता है।

   क्षेत्रीय भूपटल भाक्ति विश्लेषण तकनीक पहले ही स्थापित हो चुकी है जो विश्व के सभी भागों में महत्वपूर्ण परिणामों को दर्शाती है। इस तकनीक में दो क्षणिक मापन द्वारा विस्थापन वेक्टर (Vector) को संचालित किया जाता है।

   प्रायः अधिकार स्थानीय विस्थापन का प्रबोधन विश्लेषण इन्जीनिरिंग सर्वेक्षण द्वारा किया जाता है। अधिकतर दशाओं में दूरियां बहुत कम (लगभग 4 किमी) होती है जिनकी शुद्धता कुछ मिमी. तक प्राप्त की जा सकती है तथा सूक्ष्म विस्थापनों का संसूचन हो सकता है। नियंत्रण एवं

विस्थापन दर के लक्ष्य के आधार पर एक निश्चित समय या बार–बार मापन किया जाता है।

जी.पी.एस. उपयोग कर एक आशाजनक क्षेत्र पृथ्वी के दिगविन्यास या स्थिति निर्धारण का प्रबोधन है। ध्रुवीय तथा VTI संचलन मे भिन्नता का प्रबोधन विशेष महत्व वाला है। पृथ्वी के परिभ्रमण प्रबोधन के साथ शुद्ध ग्लोबल सन्दर्भ या बसाव स्थिति ढाँचे की स्थापना करना जी.पी.एस. का एक प्रमुख उद्देश्य है।

4. **इन्जीनिरिंग (Engineering)**– इस क्षेत्र में जी.पी.एस. के असीमित उपयोग हैं. जिनको प्राप्त किया जा सकता है। जैसा कि स्पष्ट है कि इस संचालन में लघु दूरियां ही होती हैं, इसलिये जी.पी.एस. से मिमी. तक की शुद्धता प्राप्त करना सम्भव है। इसको अन्य परम्परागत यन्त्रो के साथ संगठित कर इन्जीनिरिंग कार्य किया जा सकता है तथा शुद्धता प्राप्त की जा सकती है। यहाँ पर जी.पी.एस. के निम्न प्रमुख उपयोग है।–

   (a) कार्टोग्राफी जी. आई. एस., फोटोग्रामेटी, भूभौतिक सर्वेक्षण, जल विज्ञान सर्वेक्षण, सभी प्रकार के अभियानों तथा पुरातत्व मानचित्रण में नियंत्रण बिन्दुओं का निर्धारण जी.पी.एस. द्वारा किया जाता है।

   (b) भू–गतियों का प्रबोधन, भू–अवतलन, भू–स्खलन, बांध निर्माण, समुद्री किनारों के अवतल तथा अधिवास सर्वेक्षण में जी.पी.एस. का उपयोग सरल एंव सुविधाजनक है।

   (c) इन्जीनियरिंग परियोजनाओं के नियंन्त्रण की तैयारी, पुलों का निर्माण, सडकों का निर्माण, पाइपलाइन, जलमार्ग तथा कई अन्य इन्जीनियरिंग ढाँचों के रेखागणतीय प्लान तैयार करने की आवश्यकता होती है जो. जी.पी.एस. से कम स्वस्त तथा शुद्धता से सम्पन्न किये जा सकते है।

5. **नौसंचालन तथा समुद्री ज्योडेसी (Navigation and Oceanography)**– सर्वेक्षण वायुयान के दूरस्थ नौसंचालन के लिए अलग–अलग मोड तथा वास्तविक समय पर डाटा लिंक की आवश्यकता होती है। जहाँ तक 4 उपग्रह दृश्टिगोचर होते हैं वहां तक 10 मीटर से भी अधिक शुद्धता की गारंटी प्रास सुधार (Range Correction) के प्रसारण से हो सकती है। समुद्रीय ज्योडेसी तथा परिशुद्ध नौसंचालन के लिये जी.पी. एस. का अलग–अलग मोड में संचालन अति आवश्यक है। उपयुक्त प्रतिध्वनि तथा समुद्रीय तल के प्रबोधन के लिये कुछ सेमी. तक की उँचाई निरंन्तर निर्धारित की जाती है जो जी.पी.एस. से सम्भव भी है।

6. **फोटोग्राफी तथा सुदूर सवेदन (Photo Grammetry and Remote Sensing) -** फोटोग्रामेट्रिक मानचित्र उत्पादन के लिये भूमि नियंत्रण बिन्दुओं (GCP) का निर्धारण ठीक उसी तरह होता है जैसे कि जी.पी.एस. द्वारा ज्योडटिक नियंन्त्रण कार्य से किया जाता है। जी.पी.एस. का सबसे आशाजनक योगदान यह है कि यह कैमरो के सन्दर्भ में संवेदन (Sensor) का दिग्विन्यास (Orientation) निर्धारित करता है। जी.पी.एस. कैमरे की

टिप्पणी

स्थिति का भी निर्धारण करता है जो उपयुक्त अवलोकन की गणनाओं से किया जाता है।

मानचित्रण कैमरे के साथ जब जी.पी.एस. रिसीवर सावधानीपूर्वक समकालिक (Synchronise) होता है तो शुद्धता कुछ सेमी. तक आंकी जाती है। वायुमान पर तीन एन्टीना, वायुयान के तीन विगविन्यास कोणों को निर्धारित करने के लिये प्रयोग किये जाते हैं।

सुदूर संवेदन में उपग्रहीय प्रतिबिम्बों के भू–सत्यापन के लिये 1 मी. से 5 मी. तक स्थितीय (Positional) शुद्धता की आवश्यकता होती है जिसको कोड अथवा वाहक काल (Carrier Phase) अवलोकन द्वारा प्राप्त किया जा सकता है।

7. जी.पी.एस. एवं जी.आई.एस. (G.P.S. and G.I.S.)–

बिन्दु स्थिति का निर्धारण (Point Positioning)

शुद्ध सर्वेक्षण (Precise Surveying)

स्थिति अन्तर (Differential Positioning)

3.6.3 जी.पी.एस. की कमियां (Limitation of GPS)

जी.पी.एस. की सबसे बडी समस्या संकेत छाया (Signal Shadow) है जो भवनों, पेडों, मीनारों व चिमनियों के कारण उत्पन्न होती है। यही कारण है कि जी. पी. एस. सर्वेक्षण का उपयोग इस प्रकार के घिरे हुये क्षेत्रों में प्रतिबन्धित है। दूसरी समस्या आभासी काईनेमेटिक या काइनेमेटिक जी.पी.एस. सर्वेक्षण की है जो कि किसी स्थिर स्टेशन के छोटे से भाग पर ही किया जा सकता है तथा जिसकी दूरी 1 से 10 किमी. होती है। जी.पी.एस की तीसरी कमी इन्जीनियरिंग के क्षेत्र की है। कभी–कभी जहाँ पर इन्जीनियरिंग ढाँचा तैयार होता है वहाँ पर उपग्रहों की दृश्यता सीमित होती है जिसको विस्तृत दृश्यता गणनाओं के पश्चात् तथा योजना पूर्वक सम्भव किया जाता है।

अन्त में यह कहा जा सकता है कि भविष्य में जी.पी.एस. का उपयोग असीमित होता जायेगा। निरन्तर रिसीवर की कीमत में कमी तथा सम्पूर्ण उपग्रहीय प्रणाली के विकास से कई अन्य प्रकार के उपयोग विकसित हो सकते है।

3.7 मौखिक प्रश्नोत्तर (Oral Questions and Answers)

1. वायुफोटोग्राफी क्या है?

   उत्तर– भौगोलिक अध्ययन हेतु वायुयान से भू–पृष्ठ की किसी वस्तु विशेष या स्थल का फोटो खींचता वायु फोटोग्राफी कहलाता है।

2. वायु फोटोग्राफी कितने प्रकार की होती है?

   उत्तर– (अ) पिन बिन्दु फोटोग्राफी (ब) ब्लॉक फोटोग्राफी

3. पिन बिन्दु फोटोग्राफी क्या है?

उत्तर– वायुयान से भू–पृष्ठ की किसी वस्तु विशेष का उर्द्धाधर या तिर्यक फोटो खींचना पिन बिन्दु फोटोग्राफी कहलाता है।

4. ब्लॉक फोटोग्राफी से आप क्या समझते है?

उत्तर– भू–पृष्ठ के विशाल क्षेत्रों के हवाई सर्वेक्षण हेतु ब्लाक फोटोग्राफी विधि का प्रयोग करते है। इस विधि में क्षेत्र को समांतर पट्टियों में बांट कर, प्रत्येक पट्टी के अतिव्याप्ति फोटोचित्र खींचे जाते है।

5. वायु फोटो चित्र कितने प्रकार के होते है?

उत्तर– वायु फोटो चित्र निम्नलिखित तीन प्रकार के होते हैं –

(अ) उर्ध्वाधर फोटो चित्र (Vertical Photographs)

(ब) क्षैतिज फोटोचित्र (Horizontal Photographs)

(स) तिर्यक फोटो चित्र (Oblique Photographs)

6. ऊर्ध्वाधर वायु फोटोचित्र कैसे खींचते है?

उत्तर– वायुयान की क्षैतिज उडान के दौरान वायुयान में लगे कैमरे को लम्बवत् नीचे की ओर झुकाकर वायु फोटोचित्र लिया जाता है।

7. क्षैतिज फोटोचित्र खींचने की विधि बताइए।

उत्तर– ये फोटोग्राफ धरातल पर स्थित कैमरा स्टेशन से फोटो थ्योडोलाइट से लिए जाते है। कैमरा का अक्ष अधिकांशतया अधिक ऊँचे उठे दृश्य पर क्षैतिज होता है। ऐसे फोटोचित्र अधिकांशतयाः उन स्थानों के लिये जाते है। जो पुरातत्व विज्ञान या वास्तुकला की दृष्टि से महत्वपूर्ण होते है।

8. तीर्यक फोटोचित्र खींचने की विधि बतलाइए।

उत्तर– तीर्यक फोटोचित्र खींचने के लिए वायुयान में रखे गये कैमरे को धरातल की ओर नत (inclined) दिशा में स्थिर करके लक्ष्य करते है, जिससे वायु फोटोचित्र में धरातल के विवरणों के पार्श्वदृष्टि (Side-view) दिखाई देते है। इस प्रकार, ये फोटोचित्र किसी उँची मीनार या पर्वत चोटी से खींचे गए फोटोचित्र के समान होते है।

9. ट्रिमेट्रोगन फोटोचित्र कैसे खीचे जाते है?

उत्तर– ट्रिमेट्रोगन फोटोचित्र तीन कैमरों की सहायता से लिए जाते है इनमें मध्यवर्ती कैमरा धरातल पर ऊर्ध्वाधर वायुफोटो चित्र खींचता है तथा इधर–उधर के कैमरे क्षितिज तक के तिर्यक फोटो खींचते है। इस प्रकार ट्रिमेट्रोगन पद्धति से दायीं क्षितिज से बाई क्षितिज तक का समस्त क्षेत्र अंगित हो जाता है।

टिप्पणी

10. अभिसारी फोटोचित्र खींचने की विधि बताइए।

उत्तर– अभिसारी पद्धति से फोटोचित्र खींचने के लिए वायुयान में दो कैमरे प्रयोग किए जाते है। जो एक ही क्षेत्र के दो अलग–अलग तीर्यक फोटोचित्र एक साथ खींचते है। इस प्रकार अभिसारी फोटोग्राफी में किसी क्षेत्र के एक ही समय के अलग–अलग कैमरों के द्वारा लिए गए दो फोटोचित्र प्राप्त हो जाते है।

11. सुदूर संवेदन (Remote Sensing) क्या है?

उत्तर– सुदूर संवेदन विज्ञान की वह भााखा है, जिसके अन्तर्गत मनुष्य अपनी प्राकृतिक क्षमताओं से परे का अध्ययन करता है। इस शाखा में किसी लक्ष्य को पहचानने तथा उसके लक्षणों को मापने के लिए विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा (प्रकाश, उष्मा व रेडियो तरंगे) का प्रयोग किया जाता है।

12. सुदूर संवेदन की क्या उपयोगिता है?

उत्तर– सुदूर संवेदन तकनीकी का उपयोग भूगोल के विभिन्न अध्ययनों जैसे फसल के क्षेत्रफल और उत्पाद का आंकलन मौसम का पूर्वानुमान, भूमिगत जल की खोज, खनिजों की खोज, मत्स्य पालन, वन संसाधनों का सर्वेक्षण नगरीय विकास एवं नियोजन, मृदा वर्गीकरण, बहुउद्देश्यीय नदी घाटी परियोजना तथा बाढग्रस्त क्षेत्रों का सीमांकन आदि में सफलतापूर्वक किया जा रहा है।

13. भारत में सुदूर संवेदन (Remote Sensing) का मुख्यालय कहां है?

उत्तर– हैदराबाद।

14. भौगोलिक सूचना प्रणाली (G.I.S.) क्या है?

उत्तर– भौगोलिक सूचना प्रणाली कम्प्यूटरीकृत आंकड़ो पर आधारित एक प्रबन्धन प्रणाली है जो भौगोलिक आकड़ों का संग्रहण, भण्डारण, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण करती है।

15. भौगोलिक सूचना प्रणाली के प्रमुख उपकरण कौन–कौन से है?

उत्तर– कम्प्यूटर, अंकरूपक (Digitizer) आलेखिक, मुद्रित और भौगोलिक सूचना प्रणाली के क्रमादेश प्रमुख उपकरण है।

16. भौगोलिक सूचना प्रणाली के प्रमुख प्रकार बताइए।

उत्तर– भौगोलिक, सूचना प्रणाली के दो प्रकार होते है –

(अ) रेखापुंज (Raster) (ब) सदिश (Vector)

17. सदिश भौगोलिक सूचना प्रणाली के आंकड़ो का प्रदर्शन किस प्रकार किया जाता है?

उत्तर– इसमें बिन्दुओं, रेखाओं और क्षेत्र के रूप में आंकड़ो का प्रदर्शन किया जाता है।

टिप्पणी

18. कम्प्यूटर क्या है?

उत्तर– कम्प्यूटर असीम प्रयोगों वाला एक ऐसा स्वचालित इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है, जो विभिन्न आंकड़ो का संसाधन करके अर्थपूर्ण सूचनाएँ प्रदान करता है।

19. भूगोल में कम्प्यूटर का प्रयोग क्या है?

उत्तर– भूगोल में कम्प्यूटर का प्रयोग विभिन्न भौगोलिक तथ्यों के विश्लेषण, अन्तर्सम्बध के निरूपण तथा भविष्य कथन को सरल बनाने में किया जाता है।

20. भूगोल में मानचित्रण हेतु कम्प्यूटर के कौन–कौन से सॉफ्टवेयर प्रयोग किए जाते है?

उत्तर– भूगोल में मानचित्रण हेतु मैथ इनफो, ए.आर. सी. इनफो, आटोकैड मैप, कोरल ड्रा आदि सॉफ्टवेयर प्रयुक्त होते हैं।

21. कम्प्यूटर की भाषा में 'आंकड़ा' शब्द का क्या अर्थ है?

उत्तर– संख्याओं, मानचित्रों, फोटो, उपग्रह, चित्रों तथा लिखित विवरण सभी को आंकड़ा कहा जाता है।

22. कम्प्यूटर में भण्डारित करने से पहले आंकड़ों को किस प्रक्रिया से गुजारना पडता है?

उत्तर– आंकड़ो को अंकीकृत करके ही कम्प्युटर में भण्डारित किया जाता है।

3.8 अभ्यास प्रश्न (Practice Questions)

1. हवाई छाया चित्रों का महत्व बताइये।
2. आकडों के एकत्रण तथा मानचित्र निर्माण में हवाई छाया चित्र का योगदान बताइये।
3. हवाई छायाचित्र सर्वेक्षण में प्रयुक्त उपकरणों का परिचय किजिए।
4. टिप्पणियों लिखिए –
   (i) अतिव्यापन (Overlapping)
   (ii) स्टीरियोस्कोप (Stereoscopes)
   (iii) स्केचमास्टर (Sketch Master)
5. हवाई छायाचित्रों के गुण दोष बताइये।
6. उपग्रह चित्र (Satellite Imageries) क्या है।
7. दिए गए हवाई छायाचित्र मानचित्र तैयार कर विवरण लिखिए।
8. सुदूर संवेदन तकनीक क्या है?

टिप्पणी

9. सुदूर संवेदन प्रक्रिया के प्रमुख अंग बताइए।
10. स्पेक्ट्रम के विभिन्न रूपों का सचित्र वर्णन किजिए।
11. सुदूर संवेदन द्वारा आंकड़ों का विवेचन कैसे लिया जाता है।
12. भूगोल में कम्प्यूटर का उपयोग एवं महत्व बताइये।
13. भौगोलिक अवस्थिती प्रणाली क्या है?
14. भौगोलिक अवस्थिति प्रणाली का उपयोग एवं महत्व बताइए।

इकाई 4 धरातल पत्रक (Topographical Sheets)

टिप्पणी

संरचना (Structure)

4.0 परिचय
4.1 उद्देश्य
4.2 भारतीय धरातल पत्रकों का अध्ययन
 4.2.1 धरातल पत्रक या स्थलाकृति मानचित्र की परिभाषा
 4.2.2 भागौलिक मानचित्र
 4.2.3 भूकर मानचित्र
 4.2.4 धरातल पत्रक या स्थलाकृति मानचित्र
4.3 सांकेतिक चिन्ह या रूढ चिन्ह
 4.3.1 धरातल पत्रकों की समीक्षा
 4.3.2. प्रारम्भिक सूचनाएँ अथवा परिचय
 4.3.3 धरातलीय उच्चावचन
 4.3.4 अपवाह तन्त्र
 4.3.5 प्राकृतिक वनस्पति
 4.3.6 भूमि उपयोग
 4.3.7 परिवहन के साधन
 4.3.8 सिंचाई के साधन
 4.3.9 मानवीय उद्यम
 4.3.10 मानव अधिवास
4.4 धरातल पत्रक संख्या $63\frac{K}{12}$ या मिर्जापुर
 4.4.1 परिचय या प्रारम्भिक सूचना
 4.4.2 धरातलीय स्वरूप
 4.4.3 अपवाह तन्त्र
 4.4.4 प्राकृतिक वनस्पति
 4.4.5 भूमि उपयोग
 4.4.6 मानवीय व्यवसाय
 4.4.7 सिंचाई के साधन
 4.4.8 मानव अधिवास
 4.4.9 सघन आबादी वाले क्षेत्र
 4.4.10 यातायात के साधन
4.5 भौगोलिक भ्रमण
 4.5.1 भूगोल में क्षेत्रीय सर्वेक्षण की विधियों एवं तकनीकों से परिचय तथा भ्रमण प्रतिवेदन तैयार करना
4.6 पंचमढ़ी का भौगोलिक भ्रमण
 4.6.1 फतेहपुर सीकरी का भौगोलिक भ्रमण
 4.6.2 एक ग्राम का भौगोलिक अध्ययन
 4.6.3 अमरोल गांव का भौगोलिक अध्ययन
 4.6.4 गांव का आर्थिक–सामाजिक अध्ययन
  4.6.4.1 आर्थिक अध्ययन की विधि
  4.6.4.2 सामाजिक अध्ययन की विधि
4.7 मौखिक प्रश्नोत्तर
4.8 अभ्यास प्रश्न

4.0 परिचय (Introduction)

टिप्पणी

धरातल के किसी भी इकाई के सम्पूर्ण भौगोलिक व्यक्तित्व की जानकारी के लिये विस्तृत सर्वेक्षण द्वारा निर्मित ऐसे मानचित्रों की आवश्यकता पडती है जिसमें विभिन्न धरातलीय विशेषताओं यथा प्राकृतिक और सांस्कृतिक तथ्यों की स्थिति, वितरण और प्रकार प्रदर्शित हो, क्योंकि भूगोल की मूलभूत संकल्पना ही धरातलीय विशेषताओं के विश्लेषण से सम्बंधित है। चूँकि किसी भी क्षेत्र के प्राकृतिक और सांस्कृतिक तत्व एक दूसरे के अन्तर्सम्बधित एवं परिवर्तन शील होते है। इसलिये इनसे क्षेत्रीय वितरण का अध्ययन करके आर्थिक, सामाजिक राजनीतिन एवं सैन्यकला सम्बधी अवधारणाओं का विकास किया जा सकता है। भूगोल के विद्यार्थियों के लिये विभिन्न धरातलीय तथ्यों का विश्लेषण व्यक्तिगत सर्वेक्षण से सम्भव है लेकिन विस्तृत धरातल और उसके वैविध्यपूर्ण तथ्यों का सर्वेक्षण किसी भी विद्यार्थी के लिये असम्भव है। इसीलिये यदि विभिन्न क्षेत्रों की यथार्थ धरातलीय संरचनाओं पर आधारित मानचित्र उपलब्ध हो तो विद्यार्थी किसी भी क्षेत्र के भूगोल का वर्णन आसानी से कर सकता है और इस वर्णन के आधार पर वह अपनी अवधारणाओं की व्याख्या करता है। स्थलाकृति मानचित्र भूगोल के विद्यार्थी के लिये यही सुविधा प्रदान करते है।

4.1 उद्देश (Objectives)

धरातल पत्रक के निम्न लिखित उद्देश्य हैं–

- एक बड़े पैमाने के किसी क्षेत्र का सामान्य विन्यास निरूपित करना।
- किसी क्षेत्र विशेष का सूक्ष्म दृष्टि से विहंगम चित्र प्रस्तुत करना व संकेतों के माध्यम से अधिक जानकारी जुटाना इन्हें सूचनाओं का संग्रह कहा जा सकता है।
- किसी क्षेत्र के प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक लक्षणों का प्रदर्शन करना।
- किसी क्षेत्र के विकास के लिये योजना तैयार करना तथा सैन्य संचालन एवं युद्ध के समय सूचनाएँ एकत्रित करना।

4.2 भारतीय धरातल पत्रकों का अध्ययन (Study of Indian Topographical Sheets)

मानचित्र भौगोलिक अध्ययन के मूल आधार होते है, इसलिए इन्हें भूगोलवेत्ता के उपकरण (Tools of the Geographer) की संज्ञा दी जाती है। आधुनिक समय में मानचित्रों का महत्व और भी अधिक बढ़ गया है, क्योंकि आज सैन्य गतिविधियों, योजनाओं, सरकारी कार्यालयों, स्कूल, कॉलेज, कचहरी तथा अन्य कार्यों के लिए मानचित्रों की आवश्यकता होती है। मानचित्रों में विभिन्न प्रकार के सांकेतिक चिन्हों या परम्परागत चिन्हों (Conventional signs) की सहायता से भौतिक एवं सांस्कृतिक विवरण चित्रित होते है। इन मानचित्रों में सम्बिन्धत क्षेत्रों के

धरातलीय स्वरूप, उच्चावचन, अपवाह प्रणाली, प्राकृतिक वनस्पति, मानवीय अधिवास, परिवहन मार्ग, भूमि उपयोग, सिंचाई के साधन एवं अन्य सामाजिक–सांस्कृतिक तथ्य, जैसे– स्कूल, कॉलेज, मंदिर, मस्जिद, चर्च, रेलवे स्टेशन, पुलिस स्टेशन, पोस्ट ऑफिस आदि अंकित होते है। वस्तुतः इन मानचित्रों में पूर्वानिर्धारित संकेतों के माध्यम से छोटे से स्थान में इतनी अधिक गहन सूचनाएँ चित्रित होती है कि यदि इन्हें सूचनाओं का संग्रहालय (Store house of information) कहा जाय तो अतिशयोक्ति नही होगी। मानचित्रों पर अंकित उपर्युक्त विवरणों की सम्यक् एवं सूक्ष्म व्याख्या हेतु मानचित्र अध्ययन सम्बन्धी आवश्यक तकनीकी ज्ञान एवं पर्याप्त अनुभव की आवश्यकता होती है। बिना इसके मानचित्रों का सही–सही अध्ययन सम्भव नहीं है।

4.2.1 धरातल पत्रक या स्थलाकृति मानचित्र की परिभाषा (Definition of Topographical Maps)

बिगोट (Bygott) के अनुसार, ''धरातल पत्रक अथवा स्थलाकृति मानचित्र वृहद् मापनी पर बने वे मानचित्र हैं तो शुद्ध सर्वेक्षणों पर आधारित होते हैं तथा जो प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक स्थलाकृतियों का सम्यक् विवरण प्रदर्शित करते है''।

"Topographical maps are large scale maps founded on precise surveys and show considerable details of natural and man-made features."

– J. Bygott

भारत में धरातल पत्रकों के प्रकाशन की दिशा में पहला कदम सन् 1767 में उठाया गया जब तत्कालीन ब्रिटिश सरकार द्वारा भारतीय सर्वेक्षण विभाग (Survey of India Department) की स्थापना की गयी। इसके प्रथम डायरेक्टर जनरल मेजर जेम्स रेनल (Major James Rennel) थे। वर्तमान में भारतीय सर्वेक्षण विभाग विश्व का एक महत्वपूर्ण संगठन है। इस विभाग द्वारा देश के विभिन्न भागों का सर्वेक्षण करवाकर निम्नलिखित तीन प्रकार के मानचित्र तैयार कराये गये है–

1. भौगोलिक मानचित्र (Ggeopraphical Maps)
2. भूकर मानचित्र (Cadastrial Maps)
3. स्थलाकृति मानचित्र (Topographical Maps)

4.2.2 भौगोलिक मानचित्र (Topographical Sheets)

इन मानचित्रों को अग्रलिखित तीन श्रेणियों के अन्तर्गत वर्गीकृत किया गया है–

1. **अन्तर्राष्ट्रीय श्रेणी (International Series)**– इस श्रेणी के मानचित्रों के प्रकाशन की रूपरेषा सन् 1909 में लन्दन में आयोजित अन्तर्राष्ट्रीय भूगोल समिती (International Geographical Committee) के अधिवेशन में प्रस्तुत की गयी थी जिसे सन 1913 में पेरिस सम्मेलन में अन्तिम रूप से स्वीकृत किया गया। इस श्रेणी के मानचित्र अंर्न्राष्ट्रीय प्रक्षेप (International Projection) पर 1:10,00,000 मापनी पर बनाये जाते है। इसलिये इन्हें दस लाखा मानचित्र कहते है। इस श्रेणी के अन्तर्गत 60^0 उत्तर से 60^0 दक्षिण

टिप्पणी

के मध्य के प्रत्येक अंशचित्र का विस्तार 4^0 अक्षांश से 6^0 देशान्तर तथा 60^0 से 88^0 अक्षांशों के मध्य स्थित क्षेत्र का विस्तार 4^0 अक्षांश से 6^0 देशान्तर होता है। दोनों ध्रुवों के लिए 2^0 अर्द्धव्यास वाले मानचित्र बनाये गये है। इस प्रकार श्रृंखला के अन्तर्गत कुल (1800 + 420 + 2) = 2222 धरातलीय अंशचित्र बनाये गये है।

2. **भारत एवं निकटवर्ती देशों की श्रेणी (India and adjacent countries Series)**– इस श्रेणी के अन्तर्गत भारत तथा उसके पडौसी देशों (पश्चिम में अरब से लेकर पूर्व में थाइलैण्ड तक के देश) के लिए 1:10,00,000 की मापनी पर बनाये गये मानचित्र आते है। इनके अंशचित्रों का विस्तार 4^0 अक्षांश व 4^0 देशान्तर होता है। इस श्रेणी के अन्तर्गत 4^0 दक्षिणी अक्षांश से 44^0 उत्तरी अक्षांश व 44^0 पूर्वी देशान्तर से 104^0 पूर्वी देशान्तर के मध्य स्थित भारत तथा उसके पडौसी देशों के कुल 136 अंशचित्र बनाये गये तथा इन अंशचित्रों पर पहचान की सुविधा के लिए ऊपर से निचे की ओर 1 से 136 तक की संख्याएँ या सूचकांक (Index number) अंकित किये गये है। कुछ अंशचित्रों (Topographical Sheets) का नामकरण अंशचित्र के अन्तर्गत स्थित सर्वप्रमुख नगर के नाम पर भी दिया जाता है, उदाहरण के लिए 53 व 57 सूचकांक वाले अंशचित्रों को क्रमशः दिल्ली व चेन्नई (मद्रास) अंशचित्रों (Topographical Sheets) के नाम से पुकारा जाता है।
3. **दक्षिणी पूर्व एशियाई श्रेणी (South East Asian Series)**– इस श्रेणी के अन्तर्गत दक्षिणी पूर्व एशियाई देशों अरब, ईरान, अफगानिस्तान, पाकिस्तान, भारत, म्यांमार, बांग्लादेश, हिन्दचीन मलाया, तथा दक्षिणी चीन आदि के लिये बनाये गये मानचित्र सम्मिलित है। इन धरातल मानचित्रों की मापनी 1/20,00,000 तथा विस्तार 8^0 अक्षांश व 12^0 देशान्तर होता है।

4.2.3 भूकर मानचित्र (Cadastral Maps)

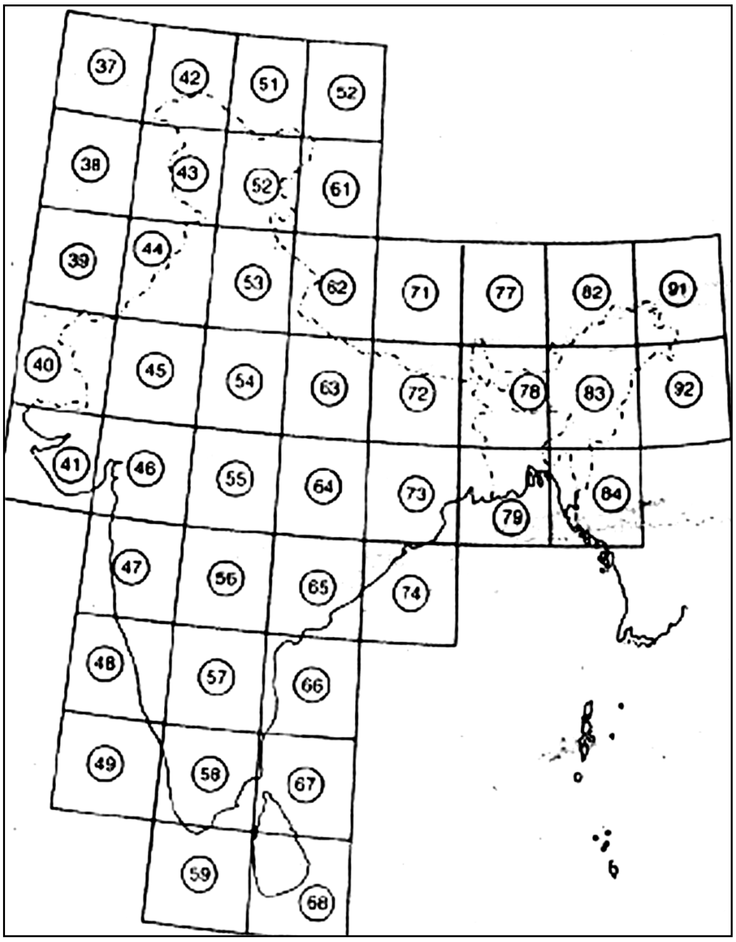
इसके अन्तर्गत नगर व ग्रामों के मानचित्र आते हैं ये पटवारी के मानचित्र भी कहे जाते है। इनकी मापनी 3 इंच प्रति मील से लेकर 6 इंच प्रति मील तक होती है।

4.2.4 धरातल पत्रक या स्थलाकृति मानचित्र (Topographical Sheets)

इस श्रेणी के अन्तर्गत भारतीय सर्वेक्षण विभाग (Indian Survey Department) द्वारा देश के विभिन्न भागों की धरातलीय स्थलाकृतियों एवं सांस्कृतिक तथ्यों को प्रकट करने के लिए विभिन्न मापनियों पर तैयार किये गये मानचित्र सम्मिलित होते हैं। मापनी के अनुसार इन मानचित्रों को निम्नलिखित 3 श्रेणियों में रखा गया है–

1. चौथाई इंची धरातल पत्रक (Quarter Inch Topographical Sheets)
2. आधी इंची धरातल पत्रक (Half Inch Topographical Sheets)
3. एक इंची धरातल पत्रक (One Inch Topographical Sheets)

1. चौथाई इंची धरातल पत्रक (Quarter Inch Topographical Sheets)– 1:10,00,000 की मापनी पर बने प्रत्येक दस लाख या मिलियन धरातल पत्रक को 1 इंच = 4 मील की मापनी वाले 16 अंशचित्रों में



चित्र क्र. 4.1: भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा अंशचित्रों की व्यवस्था

विभाजित करने पर प्रत्येक धरातल पत्रक 1^0 अक्षांश व 1^0 देशान्तर क्षेत्र को प्रकट करता है, इसलिए इन अंशचित्रों को चौथाई इंची पत्रक अथवा एकांशी पत्रक (Degree sheets) भी कहा जाता है। पहचान के लिए इन पत्रकों पर अंग्रेजी वर्णमाला के A से P तक के 16 अक्षरों को उपर से नीचे की ओर क्रम में अंकित कर दिया जाता है, जैसाकि चित्र में 63 नम्बर के धरातल पत्रक को विभक्त किया गया है। पत्रकों के नामकरण हेतु दस लाख पत्रक की सूचकांक संख्या (Index Number) के बाद में सम्बन्धित पत्रकों के अंग्रेजी वर्णमाला के अक्षरों को लिख देते हैं, जैसे – 63K, 63L, 63M आदि। इस प्रकार यदि किसी धरातल पत्रक पर 63K अंकित है तो इसका अभिप्राय यह होगा कि वह पत्रक 63 सूचकांक संख्या वाले दस लाखा मानचित्र के 1/16 वें भाग को प्रदर्शित करता है। इन पत्रकों पर समोच्च रेखाओं का अन्तराल 250 फीट होता है। आधुनिक समय में चौथाई इंची पत्रकों के स्थान पर भारतीय सर्वेक्षण विभाग ने नवीन मीटरी प्रणाली

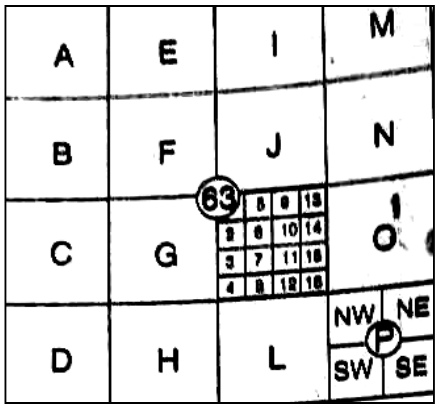
के अनुसार 1: 2,50,000 मापनी पर धरातल पत्रक प्रकाशित किये है। इनमें सम्मोच्च रेखाओं का अन्तर 100 मीटर होता है।

टिप्पणी

2. **आधा इंची धरातल पत्रक (Half Inch Topographical Sheets)**– इन अशंचित्रों को आधा अंशी (Half Degree) धरातल पत्रक कहा जाता है, क्योंकि इनका विस्तार आधा अक्षांश व आधा देशान्तर अथवा 30 मिनट अक्षांश व 30 मिनट दशान्तर होता है। वस्तुतः जब प्रत्येक चौथाई इंची अथवा एकांशी (Degree Sheet) धरातल पत्रक को दिशाओं के आधार पर चार भागों में विभक्त कर दिया जाता है।

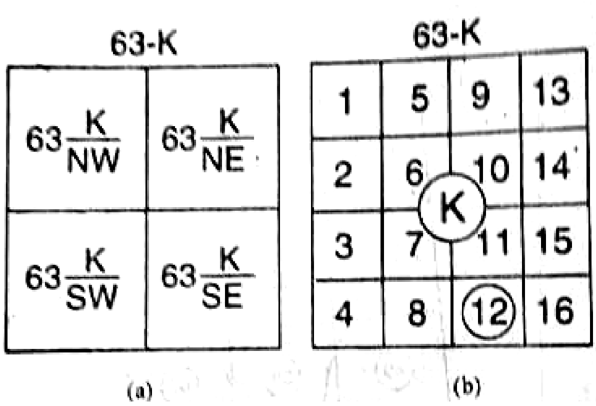
   जैसाकि चित्र में 63K/NE, 63K/SE, 63K/NW व 63K/SW दर्शाया गया है, वह चार आधा अंशी धरातल पत्रकों में परिवर्तित हो जाता है। इस प्रकार प्रत्येक आधा अंशी पत्रक एकांशी पत्रक के चौथाई भाग को प्रकट करता है। इन पत्रकों की मापनी 1 इंच = 2 मील होती है। आधुनिक समय में आधा इंची धरातल पत्रकों का प्रकाशन बन्द हो गया हैं। अब इनके स्थान पर भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा मीट्रिक प्रणाली में 1:1,00,000 की मापनी पर धरातल पत्रक प्रकाशित किये जा रहे हैं।

3. **एक इंची धरातल पत्रक (One Inch Topographical Sheets)**– एक इंची अंशचित्र तैयार करने हेतु प्रत्येक चौथाई इंची या एकांशी पत्रक (Degree Sheet) को 16 सम भागों में विभाजित कर उन पर उपर से नीचे की ओर 1 से 16 तक की संख्याएँ अंकित कर दी जाती है। इस प्रकार एक इंची अंशचित्र (Degree Topo-sheet) के 1/16 वे भाग का प्रकट करते हैं। किसी एक इंची अंशचित्र का नामकरण उस अंशचित्र के दस लाखा मानचित्र की सूचक संख्या के साथ उसके सम्बन्धित एकांशी अंशचित्र के क्रमानुसार करते हैं, जैसे – $63\frac{K}{12}$, $63\frac{K}{15}$ $63\frac{K}{16}$ आदि। एक इंची धरातल पत्रकों को मापनी 1 इंच = 1 मील तथा विस्तार 15 मिनट अक्षांश व 15 मिनट देशान्तर होता है। समोच्च रेखाओं का अन्तराल 50 फीट होता है। आधुनिक समय में एक इंची धरातल पत्रकों के स्थान पर भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा मीट्रिक प्रणाली में 1:50,000 मापनी पर धरातल पत्रक प्रकाशित किए हैं। इनमें समोच्च रेखाओं का अन्तराल 50 मीटर रखा गया है।



चित्र क्र. 4.2: धरातल पत्रको की व्याख्या।

टिप्पणी



चित्र क्र. 4.3: (a) and (b)– धरातल पत्रकों की व्याख्या

उपर्युक्त विवरण से स्पष्ट है कि दस लाखा मापनी पर बने प्रत्येक मानचित्र में 1 अक्षांश व 1 देशान्तर विस्तार वाले A से P तक के अक्षरों द्वारा प्रदर्शित 16 चौथाई इंची अंशचित्र चारों दिशाओं NW, NE, SW, SE के आधार पर प्रदर्शित आधा अंश विस्तार वाले 64 आधा इंची अंशचित्र तथा 256 एक इंची मापनी वाले अंशचित्र होते हैं जिनका विस्तार 15 मिनट अक्षांश व 15 मिनट देशान्तर होता है। एक इंची अंशचित्रों का प्रसंग (Reference) व्यक्त करते समय दस लाखा मूल मानचित्र की संख्या के साथ एक चौथाई इंची अंशचित्र का परिचायक अंग्रेजी अक्षर तथा अंशचित्र (Toposheet) का स्वयं का नम्बर अंकित करते है।

4.3 सांकेतिक चिन्ह या रूढ़ चिन्ह (Conventional Signs)

धरातल पत्रकों पर विभिन्न प्रकार की भौतिक एवं सांस्कृतिक स्थलाकृतियों (Physical – Cultural Features) को प्रकट करने के लिए अनेकानेक प्रकार के सांकेतिक या रूढ़ चिन्हों को प्रयोग में लाया जाता है। इन्ही चिन्हों को परम्परागत चिन्ह भी कहते है। इन चिन्हों में एक देश से दूसरे देश में पर्याप्त भिन्नता मिलती है, इसीलिए किसी देश के धरातल पत्रक (Toposheet) करने के पूर्व सम्बन्धित देश के सर्वेक्षण विभाग (Survey Department) द्वारा निर्धारित रूढ़/परम्परागत चिन्हों की जानकारी करना परमावश्यक होता है। इन चिन्हों की जानकारी के अभाव में धरातल पत्रकों का सही–सही अध्ययन एवं व्याख्या करना लगभग असम्भव होता हैं। भारतीय सर्वेक्षण विभाग (Indian Survey Department) द्वारा प्रकाशित धरातल पत्रकों में प्रयुक्त सांकेतिक या रूढ़ चिन्हों का सचित्र विवरण आगे दिया जा रहा है।

सांकेतिक चिन्ह या रूढ चिन्ह (Conventional Signs)

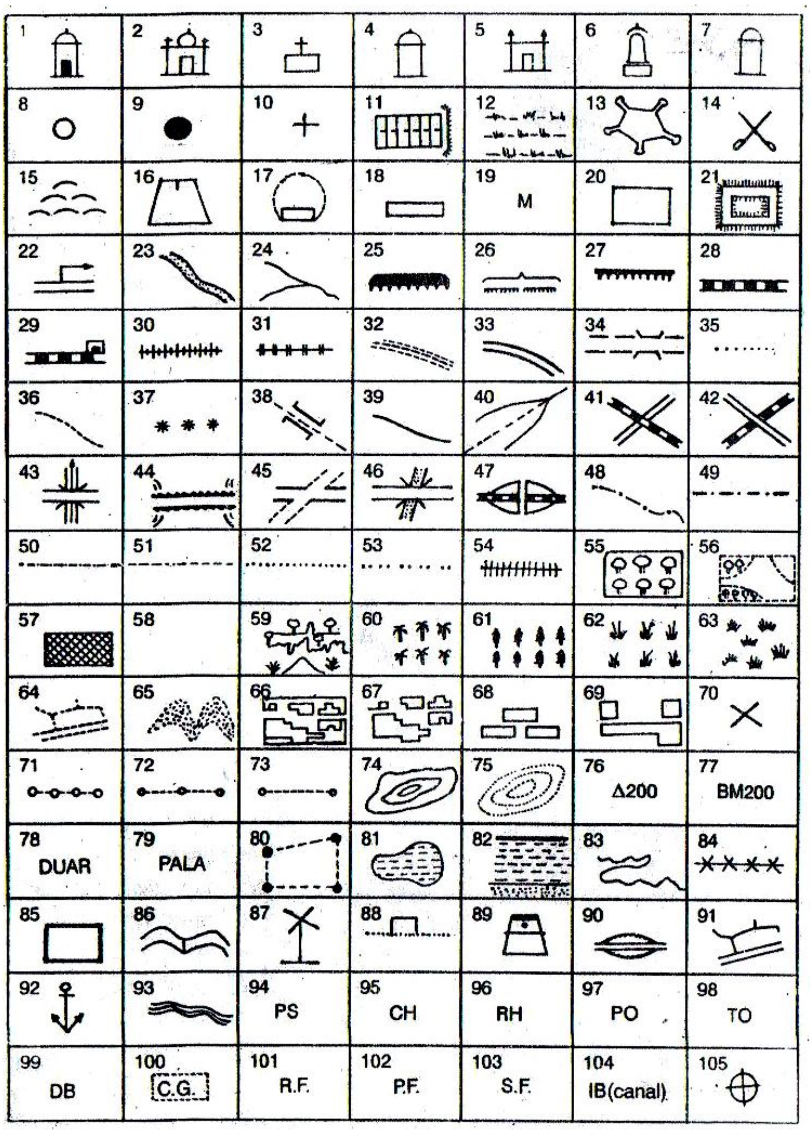
1. मन्दिर	35. पगडण्डी पैदल	71. पाइप लाइन
2. मस्जिद	36. पगडण्डी (ऊँट)	72. टेलीफोन लाइन
3. चर्च या गिरजा	37. पगडण्डी (खच्चर)	73. पावर लाइन

टिप्पणी

4. ईदगाह	38. पगडन्डी पुल सहित	74. समोच्च रेखाएँ
5. मकबरा	39. बैलगाड़ी मार्ग	75. स्वरूप रेखाएँ
6. पोगोडा	40. स्टीमर मार्ग	76. त्रिभुजन स्टेशन उँचाई सहित
7. छतरी	41. सडक पर रेलमार्ग	77. बैंच मार्ग उँचाई सहित
8. कच्चा कुआँ	42. रेलमार्ग पर सड़क	78. शासकीय बस्ती
9. पक्का कुआँ	43. नदी पर सड़क का पुल	79. आदिवासी बस्ती
10. सोता (चश्मा)	44. पीपे का पुल (नाव का पुल)	80. बमवारी स्थल
11. चांदमारी क्षेत्र	45. नाव का प्रबन्ध	81. पहाड़ी झील
12. दलदल	46. खम्भे रहित पुल	82. तटीय मैदान
13. किला	47. रेलवे सुरंग	83. समुद्रतटीय मैदान
14. युद्धस्थल	48. सीमाएँ	84. कँटीले तार
15. कब्रिस्तान	49. अन्तर्राष्ट्रीय सीमा	85. असर्वेक्षित
16. घण्टाघर	50. अन्तर्राज्यीय सीमा	86. नहर का फाटक
17. असर्वेक्षित हवाई अड्डा	51. जिले की सीमा	87. पवन चक्की
18. सर्वेक्षित हवाई अड्डा	52. तहसील की सीमा	88. सीमा का पत्थर
19. खान	53. वन की सीमा	89. प्रकाश स्तम्भ
20. जलयुक्त तालाब/पक्का तालाब	54. तार से घिरी सीमा	90. कटाव सहित सडक
21. शुष्क तालाब/गहरा पक्का तालाब	55. बाग	91. नहर की सुरंग
22. प्रवाहित नहर	56. चाय के बागान	92. लंगरगाह
23. शुष्क नहर/नदी	57. पान के बाग	93. मार्ग सहित शुष्क नदी
24. प्रवाहित नदी	58. लता उद्यान	94. पुलिस स्टेशन
25. कच्चा बाँध	59. मिश्रित वन	95. सर्किट हाउस
26. पक्का बाँध	60. खजूर के वृक्ष	96. विश्राम गृह
27. सिंचाई बाँध	61. चीड के वृक्ष	97. डाकघर
28. रेलवे लाइन बड़ी	62. बाँस के वृक्ष	98. तारघर
29. रेलवे लाइन बड़ी स्टेशन	63. घास	99. डाक बंगला
30. रेलवे लाइन छोटी (इकहरी)	64. साइफन	100. पड़ाव (Camping ground)
31. रेलवे लाइन छोटी (दोहरी)	65. बालू के टीले	101. सुरक्षित वन

टिप्पणी

32. कच्ची सडक	66. सीमाबद्ध गाँव	102. रक्षित वन
33. पक्की सडक	67. सर्वेक्षित गाँव	103. शासकीय वन
34. कच्ची सडक पुल सहित	68. झौंपडियाँ	104. निरिक्षण बंगला (नहर)
	69. खण्डहर गाँव	105. तेल का कुआँ
	70. उजाड खण्ड	



चित्र क्र. 4.4: भारतीय धरातल पत्रकों में प्रयुक्त सांकेतिक या रूढ़ चिन्ह

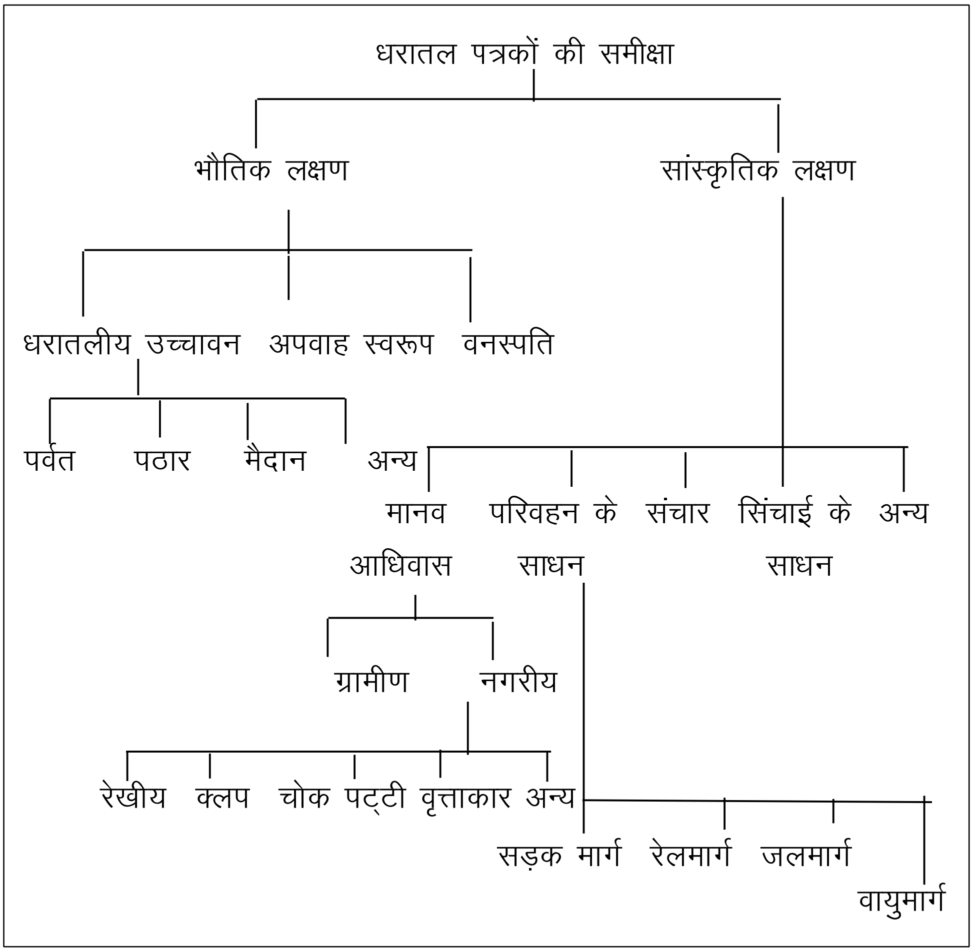
रंगो का प्रयोग (Use of colours)– अंशचित्रों (Topo sheets) में रूढ चिन्हों के साथ–साथ भौतिक एवं सांस्कृतिक (Physical & Cultural) स्थलाकृतियों को दर्शाने के लिए निम्नांकित रंगो का प्रयोग किया जाता है।

लाल रंग से सडक, भवन व इमारतें, पीले रंग के कृषि क्षेत्र, नीले रंग के जल, काले रंग से रेल्वे लाइनें, सीमाएँ व अक्षरः हरे रंग से प्राकृतिक वनस्पति, बाग

व जंगल, कत्थई रंग से धरातलीय आकृतियाँ तथा समोच्च रेखाएँ तथा भूरे रंग की विभिन्न आभाओं से उच्च भाग दर्शाये जाते हैं।

4.3.1 धरातल पत्रकों की समीक्षा (Interpretation of Topographical Sheets)

धरातल पत्रकों में निम्नलिखित चार्ट में दिये गये भौतिक (Physical) एवं सांस्कृतिक (Cultural) तथ्यों को प्रदर्शित किया जाता है।



धरातल पत्रकों की समीक्षा निम्नलिखित शीर्षकों के अन्तर्गत की जाती है।

4.3.2 प्रारम्भिक सूचनाएँ अथवा परिचय (Primary Informations or Introduction)

किसी भी धरातल पत्रक की समीक्षा करते समय सर्वप्रथम उससे सम्बन्धित प्रारम्भिक सूचनाएँ अथवा उसका परिचयात्मक विवरण देना चाहिए। इसके अन्तर्गत निम्नलिखित सूचनाओं का उल्लेख करना चाहिए–

(i) पत्रक संख्या

(ii) पत्रक का विस्तार

टिप्पणी

(iii) पत्रक का मापक
(vi) सर्वेक्षण का वर्ष व प्रकाशन तिथि
(v) चुम्बकीय अन्तराल
(vi) पत्रक का सूचकांक क्रम
(vii) पत्रक का नाम एवं समीपवर्ती प्रदेश
(viii) समोच्च रेखाओं का अन्तराल

उपर्युक्त सभी सूचनाएँ प्रत्येक धरातल पत्रक पर उसके ऊपर व नीचे की ओर अंकित होती है। अतः दिये गये पत्रक का ध्यानपूर्वक अवलोकन (Observation) कर इन परिचयात्मक सूचनाओं को लिखना चाहिए।

4.3.3 धरातलीय उच्चावचन (Relief)

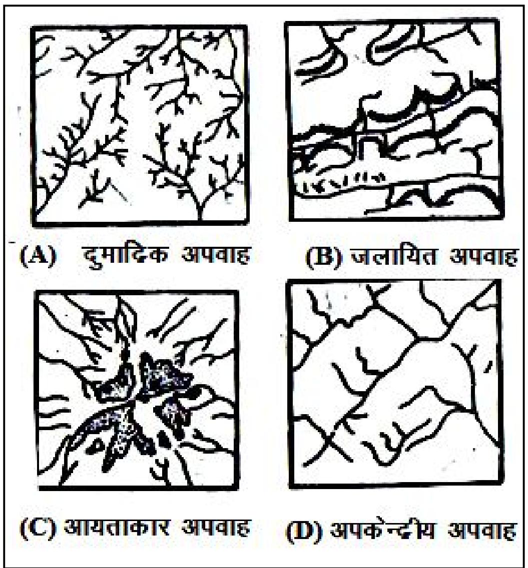
इस शीर्षक के अन्तर्गत दिये गये धरातल पत्रक में अंकित स्थानिक ऊँचाइयों, समोच्च रेखाओं, अपवाह तन्त्र (Drainage System) आदि का सावधानीपूर्वक अवलोकन (Observation) कर यह निर्धारित करते हैं कि सम्बन्धित प्रदेश पर्वतीय है, पठारी है अथवा मैदानी है। यदि धरातल पत्रक में एक से अधिक प्रकार के भू–स्वरूप को दर्शाया गया हो तो दिये गये क्षेत्र को आवश्यक उपविभागों में बाँटकर प्रत्येक विभाग का पृथक्–पृथक् अध्ययन करना चाहिए। तत्पश्चात् समोच्च रेखाओं का विश्लेषण (Analysis) कर पहाडियों (Hills), कटकों (Ridges), कगारों (Escarpments), टीलों (Knolls), काठियों (Saddles), घाटियों (Valleys), शिखरों (Peaks), भृगुओं (Cliffs) तथा कन्दराओं (Georges) आदि मुख्य–मुख्य स्थलाकृतियों की स्थिति ज्ञात करनी चाहिए। सामान्यतः पास–पास खिंची समोच्च रेखाएँ खडे ढाल एवं उच्च पर्वतीय भू–भागों को प्रकट करती हैं जबकि तुलनात्मक रूप से दूर–दूर खिंची हुई समोच्च रेखाएँ पठारों व मैदानी भागों का बोध कराती है। टेढ़ी–मेढ़ी समोच्च रेखाएँ गहरी नदी घाटियों को प्रकट करती है।

4.3.4 अपवाह तन्त्र (Drainage System)

किसी प्रदेश के अपवाह तन्त्र का उसके धरातलीय उच्चावचन से घनिष्ठ सम्बन्ध होता है। फलतः उच्चावचन के आधार पर ही किसी प्रदेश के अपवाह तन्त्र का विकास होता है। अपवाह तन्त्र का अध्ययन करने से नदियों के बहाव, प्रकृति, अवस्था, ढाल तथा सम्बन्धित प्रदेश के भूस्वरूप की जानकारी प्राप्त होती है। उदाहरणार्थ– मैदानी भागों में नदियाँ चौड़े–चौड़े मोड़ (Meanders) बनाकर सामान्य गति से प्रवाहित होती है, तंग घटियों से होकर तीव्र गति से प्रवाहित होती है।

टिप्पणी

अपवाह तन्त्र के अध्ययन से विभिन्न प्रकार की अपवाह प्रणालियों, यथा– द्रुमाद्रिक अपवाह (Dendritic drainage), जलायित अपवाह (Trellis Drainage) आयताकार अपवाह (Rectangular Drainage) अभिकेन्द्रीय अपवाह (Centripetal drainage) अनुवर्ती अपवाह (Consequent Drainage), परवर्ती प्रवाह (Subsequent drainage), प्रत्यानुवर्ती अपवाह (Insequent drainage), समान्तर अपवाह, अपकेन्द्रीय या विकेन्द्रित अपवाह (Radial or centrifugal drainage), अन्तः स्थलीय अपवाह (Inland drainage) तथा वलयाकार अपवाह (Annular drainage) तथा क्षेत्र विशेष के भू–स्वरूप का निर्धारण किया जाता है। उदाहरण के लिए यदि किसी प्रदेश की सभी नदियाँ बाहर की ओर प्रवाहित होती हैं तो वह विकेन्द्रित अपवाह कहलायेगा तथा वह ढालू उच्च प्रदेश होगा। ठीक इसी प्रकार यदि कहीं आयताकार अपवाह (Rectangular drainage) मिलता है तो वह वहाँ चट्टानों में आयताकार सन्धियों को प्रकट करता है। यदि किसी प्रदेश में अन्तःस्थलीय अपवाह (Inland drainage) पाया जाता है तो वह पर्वत श्रेणियों से घिरे प्रदेश का संकेत करता है। अतः स्पष्ट है कि अपवाह तन्त्र का अध्ययन धरातलीय उच्चावचन के विश्लेषण (Analysis) में भी सहायक होता है।



चित्र क्र. 4.5: (A) द्रुमाद्रिक अपवाह, (B) जलायित अपवाह, (C) आयताकार अपवाह, (D) अपकेन्द्रीय अपवाह

4.3.5 प्राकृतिक वनस्पति (Natural Vegetation)

धरातल पत्रक में संकेतों की सहायता से प्रदर्शित प्राकृतिक वनस्पति के विभिन्न प्रकारों का अध्ययन विशेष महत्व रखता है, क्योंकि वनस्पति के माध्यम से सम्बन्धित क्षेत्रों की जलवायु दशाओं का मोटा–मोटा अनुमान लगाया जा सकता है। प्राकृतिक वनस्पति का अध्ययन करते समय इस बात का पता लगाना चाहिऐ कि सम्बन्धित प्रदेश के किन–किन भागों में किस–किस प्रकार के वन, घास के क्षेत्र व झाड–झंखाड़ विस्तृत हैं। प्राकृतिक वनस्पति के आधार पर किसी प्रदेश की जलवायु एवं भू–स्वरूप दोनों का अनुमान लगाया जा सकता है।

4.3.6 भूमि उपयोग (Land Use)

धरातल पत्रक में यद्यपि भूमि उपयोग प्रदर्शित करने वाले कोई स्पष्ट संकेत नहीं होते हैं, परन्तु सम्बन्धित क्षेत्र की भौतिक संरचना, उच्चावचन तथा ढाल चट्टानों व मिट्टियों आदि के आधार पर भूमि उपयोग का अनुमान लगाया जा सकता है।

टिप्पणी

सामान्यतः अधिक बालू, पहाड़ी व पठारी भूमि कृषि अनुपयुक्त होती है जबकि समतल मैदानी क्षेत्र कृषि के लिए उपयुक्त होते है। नदियों के स्वरूप व सिंचाई के साधनों को देखकर वर्षा एवं कृषि का अनुमान लगाया जा सकता है। यदि धरातल पत्रक में प्रदर्शित नदियाँ सूखी व अनियतवाही है तो यह उस क्षेत्र के शुष्क होने का परिचायक है। मानव अधिवास व सिंचाई के साधन कृषि प्रदेशों के द्योतक होते है।

4.3.7 परिवहन के साधन (Means of Transport)

धरातल पत्रकों पर विविध प्रकार के परिवहन मार्ग, यथा–पगडण्डी (Footpath), बैलगाड़ी पथ (Cart track), रज्जुमार्ग (Rope-way) सड़क व रेलमार्ग आदि चित्रित होते हैं। अतः इनका अध्ययन करते समय यह देखा जाता है कि धरातल पत्रक के भिन्न–भिन्न भागों में परिवहन के कौन–कौनसे साधनों की प्रमुखता है? सडकमार्ग कच्चे हैं या पक्के हैं, रेलमार्ग मीटर गेज के हैं या ब्रॉड गेज के तथा यह इकहरा है या दोहरा (Single line or double line) है। यह अध्ययन भी किया जाता है कि रेल व सड़कमार्ग एक–दूसरे को किन–किन स्थानों पर काटते (Crossing) है। ये कहाँ–कहाँ नदियों के उपर बने पुलों से गुजरते हैं। पुल किस प्रकार के है? रेल व सडकमार्ग किन–किन स्थानों पर तटबन्ध (Embankment) तथा सुरंगों (Tunnels) से होकर गुजरते हैं? रेलमार्गों पर स्थित प्रमुख रेलवे स्टेशन कौन–कौनसे है? परिवहन के साधन गहनतम रूप मे धरातलीय उच्चावचन से प्रभावित होते है। अतः धरातल पत्रक में प्रदर्शित परिवहन मार्गों के प्रकार (Mode) तथा उनकी गहनता (Indensity) के आधार पर सम्बन्धित क्षेत्र के धरातलीय स्वरूप व सामाजिक–आर्थिक विकास (Social-economic development) के स्तर का अनुमान लगाया जा सकता है।

उदाहरण के लिए यदि किसी क्षेत्र में पक्की सडकों (Metalled Road) व रेलमार्गों का जाल (Railways Net-work) सा बिछा हो तो वह क्षेत्र सामाजिक–आर्थिक दृष्टि से (Socio-economically) उन्नतशील होगा जबकि इसके विपरीत पहाडी (Hill), पठारी (Plateau), रेगिस्तानी (Desert) व अन्य दुर्गम प्रदेशों में परिवहन के साधनों को काफी कमी या पूर्णतः अभाव पाया जाता है। स्थलमार्गों के अतिरिक्त यदि धरातल पत्रक में जल व वायुमार्ग दर्शाये गये हों तो उनका अध्ययन कर यह देखना चाहिए कि कोई समुद्री पत्तन (Seaport) या हवाई अड्डा (Air Port) तो क्षेत्र में स्थित नहीं है, यदि है तो उसकी स्थिति आदि का विवरण देना चाहिए।

4.3.8 सिंचाई के साधन (Means of Irrigation)

कृषि के समुचित विकास के लिए सिंचाई के साधनों की व्यवस्था अति आवश्यक होती है। कुएँ, तालाब, नहरें व सोते (Springs) सिंचाई के प्रमुख साधन हैं। अतः धरातल पत्रक में इन साधनों की स्थिति देखकर क्षेत्र विशेष में सिंचाई की सुविधाओं का अनुमान लगाया जा सकता है। इस सन्दर्भ में यह उल्लेखनीय है कि समतल मैदानी भागों में कुएँ व नहरें तथा पठारी प्रदेशों में तालाब सिंचाई के प्रमुख साधन होते है। पर्वतीय क्षेत्रों में कृत्रिम सिंचाई के साधनों का प्रायः अभाव पाया

टिप्पणी

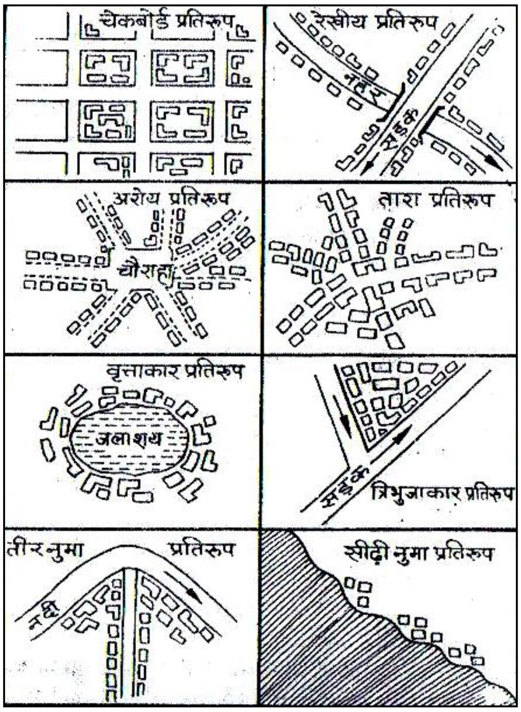
जाता है। नहरों का अध्ययन करते समय यह भी ध्यान रखना चाहिए कि नहरें सिंचाई के अतिरिक्त यातायात के साधनों (Means of Transport) के रूप में भी प्रयुक्त होती है।

4.3.9 मानवीय उद्यम (Human Occupation)

धरातल पत्रकों के अध्ययन से सम्बन्धित क्षेत्र के निवासियों के प्रमुख उद्यमों (Occupations) का अनुमान लगाया जा सकता है। यद्यपि इन उद्यमों को कोई स्पष्ट उल्लेख नहीं होता है फिर भी पत्रक में अंकित संकेतों की सहायता से इनके बारे में सहज ही अनुमान लगाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, मैदानी भागों में कृषि (Agriculture) का अनुमान लगाया जाता है। पर्वतो, पठारो एवं वनाच्छादित प्रदेशों में लकडी काटने तथा जंगलों से सम्बन्धित व्यवसायों का अनुमान लगाया जाता है। खदानों के चिन्हों से यह अनुमानित किया जाता है कि वहाँ पत्थर काटने व खान खोदने के उद्यमों के अतिरिक्त पत्थर की वस्तुएँ बनाने सम्बन्धी उद्योग धन्धे भी प्रचलित होंगे। समुद्रतटीय क्षेत्रों में मत्स्यकर्म प्रचलित होता है, जबकि रेगिस्तान एवं घास के मैदानों में पशुपालन (Pastoral Farming) लोगों का मुख्य उद्यम होता है।

4.3.10 मानव अधिवास (Human Settlement)

मानवीय अधिवास धरातल– मानवीय अधिवास धरातल पत्रक मे प्रदर्शित सांस्कृतिक लक्षणों में से सर्वाधिक महत्वपूर्ण तथ्य है। धरातल पत्रक में मानव अधिवासों की स्थिति में जनसंख्या के वितरण एवं घनत्व (Distribution and density of population) का ज्ञान होता है। अधिवासों का अध्ययन करते सम सर्वप्रथम यह ज्ञात किया जाता है कि पत्रक के किस–किस भाग में अधिवासों की संख्या अधिक तथा किन–किन भागों में कम है तथा अधिवास किस–किस प्रकार (Type) के हैं अर्थात् ग्रामीण है या नगरीय है। तत्पश्चात यह देखना चाहिए कि अधिवास सधन (Compact) या प्रकीर्ण (Scattered) किस प्रकार के है। इनका प्रतिरूप (Pattern), रेखीय (Linear), चौक पट्टी (Checker board), त्रिभुजाकार (Triangular), वृत्तकार (Circular), आयताकार (Rectangular), अरीय (Radial), तारा (Star), तीरनुमा (Arrow type), तटीय



चित्र क्र. 4.6: मानव अधिवासों के प्रतिरूप

पंखा (Coastal fan), सीढ़ीदार (Terraced) आदि कैसा है? यह भी देखा जाता है कि अधिवास कृषिप्रधान (Agriculture) है या उ़द्योगप्रधान (Industry) है। व्यवसाय एवं प्रकार्यों की प्रधानता के अनुसार अधिवास व्यापारिक केन्द्र, खनन केन्द्र, प्रशासकीय इकाई, शिक्षा केन्द्र, धार्मिक केन्द्र, स्वास्थ एवं पर्यटन केन्द्र, बन्दरगाह या सामरिक महत्व के केन्द्र आदि किस श्रेणी में सम्बन्धित हैं।

मानव अधिवासों की स्थिति, आकार, प्रकार आदि भौतिक वातावरण के तत्वों से प्रभावित होते हैं। यही कारण है कि पर्वतीय भागों की तुलना में पठारी भागों में तथा पठारी भागों की तुलना में मैदानी भागों मे अधिवासों की संख्या अधिक तथा सुव्यवस्थित पाई जाती है। पर्वतीय व पठारी भागों में अधिवास बिखरे रूप में पाये जाते हैं, जबकि मैदानी भागों में अधिवास सघन (Compact) पाये जाते हैं। अतः' स्पष्ट है कि अधिवासों को देखकर सम्बन्धित क्षेत्र की भौतिक दशाओं की मोटी–मोटी जानकारी प्राप्त की जा सकती है। छात्रों की सुविधा हेतु यहाँ कुछ धरातल पत्रकों की सम्पूर्ण व्याख्या की जा रही है।

4.4 धरातल पत्रक संख्या $63\frac{K}{12}$ या मिर्जापुर अंशचित्र (Mirzapur Topographical Sheet No. $63\frac{K}{12}$)

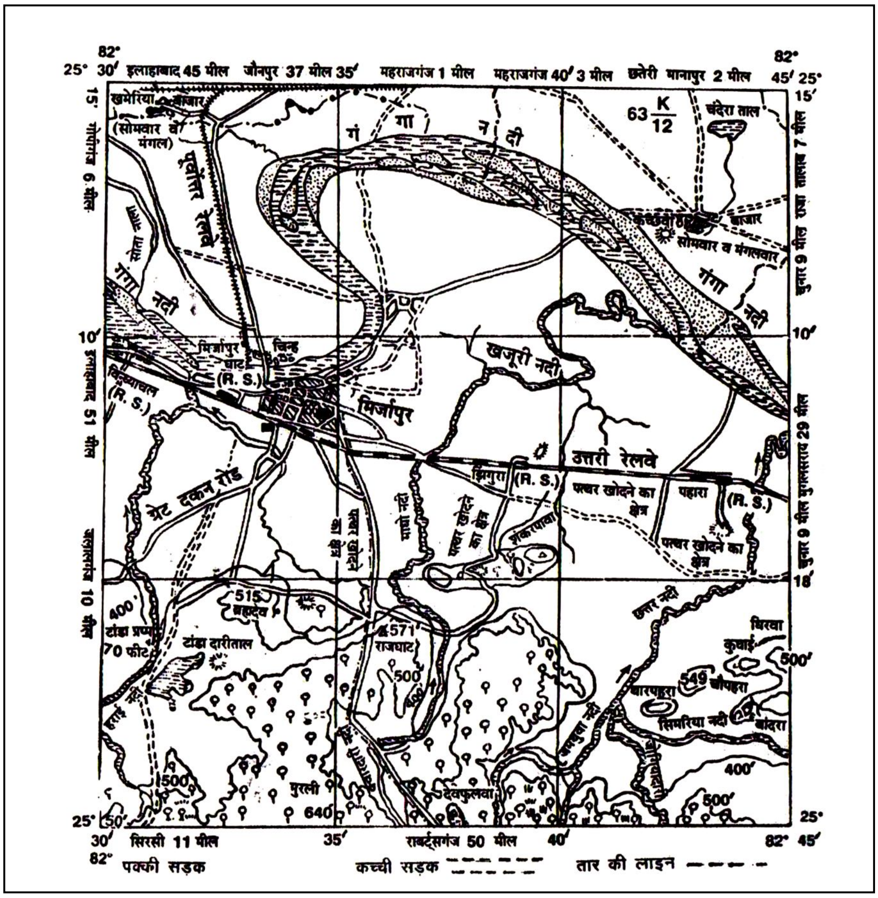
4.4.1 परिचय या प्रारम्भिक सूचना (Introduction or Primary Information)

पत्रक संख्या $63\frac{K}{12}$ मिर्जापूर धरातल प़त्रक के नाम से जाना जाता है, क्योंकि इसमें मुख्य रूप से मिर्जापूर जिले का भाग ही दर्शाया गया है। इसके अतिरिक्त इसमें कुछ भाग वाराणसी जिले का भी भाग सम्मिलित है। 2 सेमी. = 1 किमी अथवा 1 सेमी = आधा किमी (1:50,000) के मापक पर बने इस पत्रक में 25^0 उत्तरी अक्षांश से $25^015'$ उत्तरी अक्षांश तथा $82^030'$ पूर्वी देशान्तर से $82^045'$ पूर्वी देशान्तर के मध्य विस्तृत क्षेत्र को दर्शाया गया है जिसका कुल क्षेत्रफल लगभग 696 वर्ग किमी. है। पत्रक का सर्वेक्षण वर्ष, माह व दिनांक 10 अप्रैल, 1984 है तथा समोच्च रेखाओं का अन्तराल 50 फीट है। सन 1984 तक चुम्बकीय अन्तर भौगोलिक उत्तर से 1^0 पश्चिम था।

4.4.2 धरातलीय स्वरूप (Relief Features)

उच्चावचन एवं धरातलीय स्वरूप की दृष्टि से इस भू–पत्रक पर दो विभाग स्पष्ट रूप से दृष्टिगोचर होते हैं–

टिप्पणी



चित्र क्र. 4.7: मिर्जापुर धरातल पत्रक

1. उत्तर में विस्तृत गंगा का मैदानी भाग,
2. दक्षिण में विस्तृत विन्धान्चल का पहाड़ी एवं पठारी प्रदेश।

1. **गंगा का मैदानी भाग (The Ganga Plain)**– $25^0 5'$ उत्तरी अक्षांश के उत्तर में भू–पत्रक के लगभग दो तिहाई भाग पर गंगा के मैदानी भाग का विस्तार पाया जाता है। इस मैदान का निर्माण मुख्यतः गंगा एवं उसकी सहायक नदियों द्वारा लाई गई मुलायम जलोढ़ काँप मिट्टी के निक्षेपण से हुआ है। यह अत्यन्त समतल एवं चौरस मैदान है जिसका सामान्य ढाल पश्चिम से पूरब की ओर है। इस मैदान में कहीं–कहीं कुछ टीलें भी दृष्टिगोचर होते है। इस मैदान की औसत उँचाई लगभग 90 मीटर है। पीपे के पुल (Bridge) के निकट मैदान की उँचाई 78 मीटर तथा मिर्जापुर घाट के निकट 80 मीटर के निर्देश चिन्ह (B.M.) द्वारा प्रकट होती है। गंगा इस मैदान की सर्वप्रमुख नदी है जो इस पत्रक में उत्तरी भाग में दो विशाल मोड़ (Loops or meandors) बनाती हुई पश्चिम से पूरब की ओर बहती है। सुविधा की दृष्टि से गंगा के मैदान को दो उपविभागों में बाँटा जा सकता है–

   (i) गंगा नदी के उत्तर का मैदान

   (ii) गंगा नदी के दक्षिण का मैदान

टिप्पणी

(i) गंगा नदी के उत्तर का मैदान— गंगा नदी के उत्तर में विस्तृत सम्पूर्ण मैदान पर्याप्त ऊँचा है, अतः यह गंगा की बाढ से अप्रभावित रहता है। इस मैदान में प्रवाहित होने वाले नदी नाले मौसमी हैं। पत्रक के उत्तरी–पश्चिमी भाग में प्रवाहित होने वाला 'सोता नाला' एक मात्र ऐसा नाला है जिसमें वर्षभर जल बना रहता है। शेष सभी नाले ग्रीष्म ऋतु में शुष्क हो जाते हैं। उत्तरी मैदान के मध्यवर्ती भाग में प्रवाहित होने वाले नालों ने यहाँ बीहडों का निर्माण कर दिया है। मैदान के इस भाग में तालाब एवं पोखरों की अधिकता पाई जाती है, परन्तु पत्रक में उत्तरी–पूर्वी किनारे पर स्थित चन्देवा ताल ही विशेष ग्रीष्म ऋतु में सूख जाती है। यह तालाब लगभग एक किमी. लम्बा तथा आधा किमी. चौडा है तथा इसमें कई नाले आकर गिरते है।

(ii) गंगा नदी के दक्षिण का मैदान— यह मैदान गंगा नदी के दक्षिण में विस्तृत है। गंगा नदी के मध्यवर्ती विशाल मोड के दक्षिण में इसके बाढ़ के मैदान का विस्तार पाया जाता है। विन्ध्याचल नगर से 3 किमी, पूर्व में नदी का दाहिना किनारा लगभग 9 मीटर ऊँचा है, परन्तु इससे आगे बढ़ने पर नदी का किनारा क्रमशः नीचा होता जाता है। चिन्ह स्टेशन के निकट नदी के बायें किनारे की ऊँचाई घटकर 3 मीटर रह जाती है। यहाँ किनारे लगभग चौरस हैं, फलतः वर्षा ऋतु में बाढ के समय नदी का जल दक्षिण में काफी दूर–दूर तक फैल जाता है, इसीलिए दक्षिणी मैदान में दूर–दूर तक खादर प्रदेश का विस्तार पाया जाता है। बाढ़ के भय के कारण यहाँ गाँव नदी के किनारे से काफी दूर पर बसे हुए दृष्टिगोचर होते हैं। इस भाग में अनेक छोटी–छोटी नदियाँ सर्पिल मार्ग से प्रवाहित होती हुई गंगा से जा मिलती है। इन नदियों ने इस मैदानी प्रदेश को अत्यन्त कटा–फटा बना दिया है। छत्तर हर्राई नदियों के पार्श्ववर्ती भाग में खड्डों की बाहुल्यता दिखाई देती है। मैदान के दक्षिण में विस्तृत विन्ध्याचल उच्च प्रदेश से लगे मैदानी भाग में तालाबों, पोखरों, विसर्पो (Meanders), छाडन झीलों (Ox-bow lakes), दलदल तथा नदियों के तटबन्धों की प्रचुरता मिलती है। गंगा नदी के दक्षिणी मैदान का मिर्जापुर–राबर्टसगंज राजमार्ग के पश्चिम में विस्तृत भाग उत्तरी मैदान की भाँति पर्याप्त ऊँचा है, फलतः मैदान का यह भाग गंगा की बाढ़ों से सुरक्षित रहता है।

2. **विन्ध्याचल का पहाडी–पठारी प्रदेश**— $25^0 5'$ उत्तरी अक्षांश के दक्षिण में विस्तृत भू–पत्रक का लगभग एक तिहाई भू–भाग पहाड़ी एवं पठारी धरातल वाला है। वस्तुतः यह भाग विन्ध्याचल उच्च प्रदेश का ही उत्तरी विस्तार है। यह अत्यन्त विषम धरातल वाला कटा–फटा पठारी प्रदेश (Dissected Plateau) है जिसकी सामान्य ऊँचाई लगभग 153 मीटर है। इस प्रदेश का सामान्य ढाल दक्षिण से उत्तर की ओर है। इस पठारी प्रदेश में यत्र–तत्र गुम्बदाकार एवं शंक्वाकार पहाडियाँ देखने को मिलती है।

टिप्पणी

मिर्जापूर–राबर्टसगंज राजमार्ग तथा क्वारदारी नदी के मध्य स्थित देव फुलवा (208 मीटर) इस प्रदेश की सर्वोच्च पहाडी है। मुरली (198 मीटर), राजघाट (174 मीटर), बादरा (173 मीटर), ब्रम्हदेव (157 मीटर), शंकरपावा (169 मीटर), चोपहरा (160 मीटर), कुगाही (160 मीटर) तथा थारपहरा (157 मीटर) अन्य पहाडियाँ है। इस पठारी प्रदेश से होकर अनेक नदियाँ प्रवाहित होती हैं, जिन्होंने यहाँ गहरी–गहरी सर्पिलाकार घाटियों का निर्माण कर दिया है।

4.4.3 अपवाह तन्त्र (Drainage Pattern)

1. **गंगा नदी**– भू–पत्रक का अवलोकन करने से ज्ञात होता है कि गंगा इस प्रदेश की सर्वाधिक प्रमुख नदी है जो पत्रक के उत्तरी भाग में दो विसर्प (Meanders) बनती हुई पश्चिम से पूरब की ओर प्रवाहित होती है। इसका पश्चिमी विसर्प तुलनात्मक रूप से छोटा है, परन्तु मानवीय बसावट भी दृष्टि से यह विशेष महत्व रखता है, क्योंकि मिर्जापुर, विन्ध्याचल तथा चिल नामक तीनों नगर इसी विसर्प के किनारे बसे हुए हैं। मिर्जापुर के निकट गंगा नदी का पाट अत्यन्त संकरा हो जाता है। यहाँ नदीं के पाट की चौड़ाई लगभग पौन किलोमीटर है। मिर्जापुर तट पर नदी में सदैव ही जल बना रहता है।

   मिर्जापुर के निकट गंगा नदी उतर एवं उत्तर–पश्चिम की ओर मुड जाती है। तत्पश्चात् एक विशाल विसर्प या मोड बनाती हुई पश्चिम से पूरब की ओर प्रवाहित होने लग जाती है। यह विसर्प पत्रक की लगभग दो तिहाई चौड़ाई को घेरे हुए है। यहाँ नदी के पाट की चौडाई भी बढ़ जाती है, फलतः नदी की धारा छिछली हो जाती है। नदी की तलहटी में स्थान–स्थान पर बालू एवं रेत के टीले निक्षेपित हो जाने के कारण नदी की धारा कई पतली–पतली उपधाराओं में बँट गई है। बाढ के समय नदी के दक्षिणी किनारे को पार कर जल काफी दूर–दूर तक फैल जाता है।

   भू–पत्रक में गंगा नदी पर कोई भी स्थायी पुल बना दिखायी नही देता है। मिर्जापुर के निकट एक पीपों का पुल दिखाई देता है, जो नवम्बर से मध्य जून तक खुला रहता है। इसके अतिरिक्त नदी को पार करने के लिए आठ उपयुक्त स्थानों पर नाव घाट भी है।

2. **अन्य नदियाँ**– गंगा नदी में उत्तर एवं दक्षिण की ओर से अनेक नदियाँ एवं नाले आकर मिलते है। उत्तर की ओर से कोई भी महत्वपूर्ण नदी गंगा में आकर नही मिलती। उत्तर की ओर से आकर मिलने वाले नालों में सोता नाला एक मात्र ऐसा नाला है जिसमें वर्षपर्यन्त जल रहता है, शेष नाले बरसाली है। दक्षिण की ओर से प्रवाहित होकर गंगा में मिलने वाली मुख्य सहायक नदियाँ निम्नलिखित है–

   (i) **हर्राई नदी**– यह नदी पंत्रक के सुदूर दक्षिण–पश्चिम कोने में से निकलकर दक्षिण से उतार की ओर प्रवाहित होती है। पठारी भाग में यह अत्यंन्त गहरी घाटी से होकर गुजरती है तथा टाण्डा नामक

स्थान पर 21 मीटर उँचे प्रपात का निर्माण करती है। टाण्डा प्रपात से उत्तर की ओर बढने पर इसमें, पुरब की ओर से एक पहाडी नाला आकर मिलता है। इस नाले पर 8 मीटर उँचा बाँध बनाकर यहाँ टाण्डादारी (Tandari) ताल बनाया गया है। इसी ताल से पाइप लाइन डालकर मिर्जापुर नगर की जलापूर्ति की जाती है। ग्रेट दकन रोड को पार करने के उपरान्त नदी मैदानी भाग में सर्पाकार घाटी में प्रवाहित होती हुई विन्ध्याचल नगर के पूर्व में जाकर गंगा में मिल जाती है।

(ii) **क्वारदारी नदी**– भू–पत्रक पर दर्शायी गई गंगा की सभी सहायक नदियों में से यह सर्वाधिक लम्बी नदी है। यह नदी पत्रक के सुदूर दक्षिणवर्ती किनारे पर राबर्टसगंज राजमार्ग के कुछ पश्चिम से निकलकर दक्षिण से उत्तर एवं उत्तर–पूर्व की ओर प्रवाहित होती हुई $25^0 10'$ उत्तरी अक्षांश पर अत्यन्त सर्पाकार, विसर्प बनाती हुई पूरबी रूख लेकर गंगा से जाकर मिल जाती है। दक्षिणी पठारी भाग में यह नदी अत्यंन्त गहरी घाटी से होकर गुजरती है। यहाँ इसे क्वारदारी नदी के नाम से जाना जाता है जबकि मध्यवर्ती भाग में इसे माधो नदी तथा निचली घाटी में खजुरी नदी के नाम से जाना जाता है। भू–पत्रक के ठीक मध्य में इसके उपर से होकर उत्तरी रेलवे का दिल्ली–कोलकात्ता रेलमार्ग गुजरता है।

(iii) **छत्तर नदी**– यह गंगा की तीसरी महत्वपूर्ण सहायक नदी है। यह नदी पत्रक के दक्षिण–पूर्वी भाग से निकलकर दक्षिण से उत्तर–पूर्व दिशा में प्रवाहित होकर भू–पत्रक के दर्शाए गये क्षेत्र से बाहर पूरब में जाकर गंगा से मिल जाती है। अपनी ऊपरी घाटी में इसे जमथुआ नदी के नाम से जाना जाता है। थारपहरा पहाड़ियों के कुछ पश्चिम में इसके जोगियादारी तथा सिमेरिया नामक पहाड़ी नाले आकर मिलते है और इन नालों के संगम स्थल से उत्तर की ओर बढ़ने पर इसे छत्तर नदी के नाम से जाना जाता है। द. पठारी भाग में यह नदी अत्यन्त संकरी एवं गहरी घाटी से होकर गुजरती है। मैदानी भाग में यह सर्पिल मार्ग का अनुसरण करती है। पठारी भाग में अपरदन द्वारा इस नदी ने अपनी पार्श्ववर्ती भूमि को खड्डों में बदल दिया है।

4.4.4 प्राकृतिक वनस्पति (Natural Vegetation)

इस प्रदेश में प्राकृतिक वनस्पति बहुत कम पाई जाती है, क्योंकि भूमि से वनस्पति को साफ करके कृषि–योग्य भूमि के रूप में बदल दिया गया है। मैदानी भाग में छत्तर और हर्राई नदियों के तटीय भाग तथा दक्षिण–पूर्वी भाग के पठारी तथा पर्वत पदीय प्रदेशों को छोडकर यहाँ प्राकृतिक वनस्पति का प्रायः अभाव पाया जाता है बस्तियों के निकट उपवन एवं विभिन्न प्रकार के वृक्ष पाये जाते हैं। जोगियादारी तथा जमथुआ के क्षेत्र में बाँसों की अधिकता मिलती है। नदियों की घाटियों में

जंगलों की सघनता पाई जाती है। यहाँ मानसूनी प्रकार की मिश्रित वनस्पति पाई जाती है। दक्षिणी पठारी प्रदेश अधिकांशः घास एवं झाड़ियों से ढँका हुआ है।

टिप्पणी

4.4.5 भूमि उपयोग (Land Use)

भू–पत्रक का लगभग दो–तिहाई भाग मैदान तथा शेष एक–तिहाई दक्षिणी भाग पठारी है। पठारी भाग अधिकांशः वनाच्छादित है तथा कृषि की दृष्टि से लगभग अनुपयुक्त है। वनों से फल एवं वनोत्पाद एकत्र करना, लकडी काटना तथा पशुचारण करना पठारी क्षेत्र के निवासियों के मुख्य उद्यम है। मैदानी भाग समतल एवं उपजाऊ है, परन्तु वर्षा की कमी के कारण कृषि हेतु सिंचाई की आवश्यकता होती है। नदियाँ तथा कुएँ सिंचाई के प्रमुख स्रोत है। मैदानी भाग में सघन वसावट वाले क्षेत्रों में पक्के कुओं की अधिकता पाई जाती है, जबकि पठारी भाग पर कुओं का अभाव देखने को मिलता है। उत्तरी मैदानी भाग में सिंचाई की सहायता से कृषि फसलों का उत्पादन किया जाता है। बाढ़ से अप्रभावित क्षेत्रों मे दो फसलें तक उगा ली जाती है। गेहूँ, चावल, जौं तथा मक्का यहाँ उगाई जाने वाली मुख्य फसलें हैं। आम, जामुन, अमरूद, नींबू, शहतूत आदि के बागीचे भी लगे हुए हैं।

4.4.6 मानवीय व्यवसाय (Human Occupations)

यहाँ के अधिकांश निवासियों का प्रमुख उद्यम कृषि है। नदी घाटियों के निवासियों का मुख्य व्यवसाय कृषि करना ही है। कुछ लोग गंगा नदी में मछली पकडने का कार्य भी करते हैं। पहाडी एवं पठारी भागों में पशुपालन आजीविका का साधन है। यहाँ के निवासी भेड़, बकरी, गाय, भैस, बैल आदि पशु पालते है। पठारी भाग में अनेक स्थानों पर खनन कार्य भी किया जाता है। नगरी बस्तियों के निकट शाक–सब्जी एवं फलोत्पादन करना तथा दुग्ध व्यवसाय भी लोगों के महत्वपूर्ण उद्यम हैं।

4.4.7 सिंचाई के साधन (Means of Agriculture)

भू–पत्रक के अवलोकन से ज्ञात होता है कि इसके अधिकांश मैदानी भाग में कृषि की जाती है तथा बगीचे (Orchards) भी लगे हुए हैं। बगीचे या तो तालाबों के निकट पाये जाते है या बगीचों के निकट सिंचाई हेतु पक्के कुएँ खुदे हुए है। कुएँ, तालाब एवं नदियाँ सिंचाई के प्रमुख साधन है। इस क्षेत्र में नहरें तुलनात्मक रूप से कम पाई जाती है। मैदानी भाग में कुओं तथा पठारी भाग में तालाबों की अधिकता मिलती है। कुएँ एवं तालाबों से कृषि भूमि की सिंचाई के अतिरिक्त घरेलू कार्यों हेतु जलापूर्ति भी की जाती है।

4.4.8 मानव अधिवास (Human Settlements)

इस प्रदेश का उत्तरी भाग सघन आबादी वाला क्षेत्र है। गंगा के बाढ़ के मैदान में गंगा के किनारे ऐसे स्थानों पर गाँव बसे है जहाँ गंगा का किनारा ऊँचा होने के कारण बाढ़ की आशंका से मुक्त है। गंगा के उत्तरी मैदान पर बसे गाँव काफी

टिप्पणी

बड़े–बड़े होते है। दक्षिणी भाग में धरातल ऊबड़–खाबड़ होने तथा कृषि हेतु प्रतिकूल दशाएँ पाये जाने के कारण बस्तियों का अभाव पाया जाता है। यहाँ केवल सडकों तथा नदियों एवं तालाबों के किनारे ही बस्तियाँ पाई जाती है–

1. **नदी घाटी क्षेत्र**– गंगा की सहायक नदी घाटियों के क्षेत्रों में धरातल समतल न होने के कारण जनसंख्या (Population) की बसावट कम मिलती है। यहाँ नदियों में बाढ़ आने का भी भय रहता है तथा कृषि भी नहीं हो पाती, इसीलिए इन क्षेत्रों में जनसंख्या कम निवास करती है तथा बस्तियाँ दूर–दूर बिखरी मिलती है।
2. **मध्यवर्ती क्षेत्र**– गंगा नदी के मध्यवर्ती वृहत् विसर्प से लेकर दक्षिण में उत्तरी रेलमार्ग का मध्यवर्ती भाग प्रतिवर्ष बाढ़ से प्रभावित रहता है, अतः यहाँ केवल उँचे स्थानों पर ही जनसंख्या की बसावट देखने को मिलती है।

4.4.9 सघन आबादी वाले क्षेत्र (Dense Population Area)

गंगा नदी के उत्तर–पश्चिम का सम्पूर्ण प्रदेश बाढ़ के भय से मुक्त है, अतः यहाँ दूर–दूर तक जनसंख्या की बसावट पायी जाती है। यहाँ बस्तियाँ छोटी एवं पास–पास बसी हुई मिलती है। गंगा के उत्तर में खमरिया, कछवा तथा बरैनी के निकट जनसंख्या सघनता के साथ बसी हुई है। गंगा नदी का दक्षिण–पश्चिमी मैदानी भाग भी बाढ़ की आशंका से मुक्त होने के कारण भली–भाँति बसा हुआ है। गंगा नदी के दक्षिण में प्रमुखतः रेलमार्ग एवं सडकमार्गों के साथ–साथ बस्तियाँ लम्बाकार प्रतिरूप में देखने को मिलती है।

दक्षिणी पठारी भाग– असमान धरातल एवं परिवहन मार्गों की कमी के कारण यहाँ कम जनसंख्या निवास करती है। यहाँ बस्तियाँ छोटी–छोटी एवं बिखरे हुए रूप में पाई जाती है। यहाँ बस्तियाँ मुख्यतः पत्थर की खदानों, घास एवं कन्दमूल फल, लकडी तथा अन्य वनोत्पादों की प्राप्ति वाले क्षेत्रों में पाई जाती है।

मिर्जापुर एवं विन्ध्याचल भू–पत्रक की महत्वपूर्ण नगरीय बस्तियाँ है। मिर्जापुर इस प्रदेश का सबसे बड़ा नगर एवं मिर्जापुर जनपद का जिला मुख्यालय तथा प्रमुख प्रशासनिक केन्द्र है। यह नगर भू–पत्रक के उत्तरी–पश्चिमी भाग में गंगा नदी के दाहिने किनारे पर स्थित है। मिर्जापुर के निकट नदी की धारा अत्यन्त संकरी है, अतः यहाँ इसे पार करना अत्यन्त सुगम है। यहाँ नदी का किनारा पर्याप्त ऊँचा है, अतः यहाँ बाढ का भय नहीं है। यह नगर पीपे के पुल द्वारा चिल्ह नगर से जुडा हुआ है। इस नगर से होकर सभी दिशाओं को सड़कें एवं रेलमार्ग जाते हैं। अपने निकटवर्ती ग्रामीण क्षेत्रों के लिए यह महत्वपूर्ण सेवा केन्द्र (Service Centre) के रूप में है। यहाँ कालीन, पत्थर एवं पीतल की शिल्पकारी सम्बन्धी कार्य पर्याप्त विकसित हुए हैं।

विन्ध्याचल पत्रक का दूसरा महत्वपूर्ण नगर है जो मिर्जापुर के पश्चिम में गंगा के दाहिने तट पर स्थित है। यह मन्दिरों के नगर के नाम से विख्यात है। विन्ध्याचल देवी का मन्दिर विशेष उल्लेखनीय है। यह नगर मिर्जापुर से रेल एवं सडकमार्ग दोनों से जुड़ा हुआ है।

टिप्पणी

गंगा नदी के बायें तट पर मिर्जापुर के ठीक दूसरी तरफ स्थित चिल्ह एक अन्य महत्वपूर्ण नगरीय बस्ती है। यह उत्तरी–पूर्वी रेलवे की मीटरगेज लाइन का अन्तिम रेलवे स्टेशन है। पीपे के पुल द्वारा यह मिर्जापुर के माध्यम से शेष दक्षिणी भाग से जुडा हुआ है।

4.4.10 यातायात के साधन (Means of Transport)

इस क्षेत्र में रेल यातायात तथा सडक यातायात दोनों प्रकार की सुविधाएँ उपलब्ध हैं तथा जलमार्ग की सुविधाएँ भी सुलभ हैं–

1. **रेलवे (Railway)**– इस क्षेत्र में दोनों प्रकार की रेलवे लाइनें पायी जाती है। बडी लाइन (Broad gauge) इस क्षेत्र के मध्य से होकर गुजरती है। इसके मुख्य स्टेशन पहारा, विन्ध्याचल, झिंगुरा व मिर्जापुर है। यह दिल्ली से मुगलसराय वाले रेलमार्ग का ही एक भाग है। इसे उत्तर रेलवे (North Railway) के नाम से जाना जाता है। मीटर गेज रेलवे लाइन इस क्षेत्र के उत्तरी किनारे से गुजरती है तथा दक्षिण में चिल्ह नगर तक जाती है। इसको पूर्वोत्तर रेलवे (N.E. Railway) के नाम से जाना जाता है।
2. **सड़के (Road)**– इस पत्रक के क्षेत्र में कच्ची (Unmetalled) एवं पक्की (Metalled) दोनों प्रकार की सड़कें पायी जाती हैं। इनमें से अधिकांश सड़कें मिर्जापुर से जुड़ी हुई हैं। प्रमुख सड़कमार्गों के नाम निम्नलिखित हैं।–

   (i) मुख्य दक्कन सड़क

   (ii) मिर्जापुर–राबर्टसगंज सड़क

   (iii) जौनपुर–मिर्जापुर सड़क

   (vi) चिल्ह–गोपीगंज स़डक

   (v) मिर्जापुर–इलाहाबाद सड़क

   (vi) मिर्जापुर–मटोली घाट सड़क

   इसके अतिरिक्त कुछ कच्ची सड़कें भी है जो लम्बाई में छोटी हैं। ये सडकें गाँवों को शहरों से जोड़ती है।
3. **जलमार्ग (Water ways)**– गंगा सततवाहिनी नदी है, जिसमें वर्षपर्यन्त जल प्रवाहित होता रहता है। नदी की धारा मिर्जापुर तथा विन्ध्याचल नगरों के पास से ही प्रवाहित होती है, अतः इस नदी में वर्षपर्यन्त नौकाओं के माध्यम से गमनागमन होता रहता है।

टिप्पणी

4.5 भौगोलिक भ्रमण (Geographical Excursion)

4.5.1 भूगोल में क्षेत्रीय सर्वेक्षण की विधियों एवं तकनीकों से परिचय तथा भ्रमण प्रतिवेदन तैयार करना (Introduction to Methods and Techniques of Field Surveying in Geography and Preparation of Excursion Report)

भूगोल के अध्ययन में जहां मानचित्रों, चार्टों, डिस्कों तथा विभिन्न मॉडलों की आवश्यकता होती है, वहीं कक्षा में प्राप्त ज्ञान को प्रायोगिक रूप से प्रत्यक्ष ग्रहण करने के लिए भौगोलिक भ्रमण इत्यादि की नितान्त आवश्यकता होती है। भूगोल के विद्यार्थी को बी. ए. स्तर पर चट्टानों, मिट्टी, वनस्पति, भूमि, भौम्याकार, नदियों, झीलों, सागरों, सांस्कृतिक एवं ऐतिहासिक स्थलों का समुचित ज्ञान होना आवश्यक होता है। कक्षा में पुस्तकीय ज्ञान के आधार पर प्राध्यापक इन्हें बताने व समझाने का पूर्ण प्रयास करते हैं, अगर उक्त भौतिक/भौगोलिक तथ्यों का छात्र–छात्राओं को प्रत्यक्ष अवलोकन करा दिया जाए तो वे स्वयं इनका विश्लेषण कर निष्कर्ष निकाल सकते हैं। इसी आवश्यकता की पूर्ति हेतु सरकारों ने राज्य के विश्वविद्यालयों और महाविद्यालयों में बी.ए. तृतीय वर्ष प्रायोगिक भूगोल के पाठ्यक्रम में एक अथवा दो दिवसीय भौगोलिक भ्रमण का प्रावधान रखा है और छात्र–छात्राओं से इस भौगोलिक भ्रमण का प्रतिवेदन प्रस्तुत करने को आवश्यक माना है।

इस पुस्तक में हम ऐसी एक अथवा दो दिवसीय भौगोलिक भ्रमणों का नमूनार्थ विवरण प्रस्तुत कर रहे हैं। इससे छात्र इस अध्ययन को एक प्रारूप की तरह देखकर अपने द्वारा स्वयं जाकर देखे गए स्थानों का अध्ययन कर प्रतिवेदन कर सकते हैं।

भौगोलिक भ्रमणों को हमें निम्नलिखित 4 शीर्षकों में बांटकर प्रतिवेदन प्रस्तुत करना चाहिए–

(i) यात्रा का उद्देश्य (Pupose of Journey)

(ii) यात्रा का वृतान्त (Description of Journey)

(iii) दर्शनीय स्थल (Visiting Places)

(iv) निष्कर्ष (Conclusin)

इस अध्याय में हम नमूनार्थ दो भौगोलिक भ्रमणों का प्रतिवेदन प्रस्तुत कर रहे हैं जिससे छात्र–छात्राएं उन्हें आधार मानकर अपना भ्रमण प्रतिवेदन (Four Report) परीक्षक को प्रस्तुत कर सकते हैं।

4.6 पंचमढ़ी का भौगोलिक भ्रमण (Geographical Tour of Pachmari)

यात्रा का उद्देश्य (Purpose of Journey)– भोज विश्वविद्यालय ने बी.ए. पार्ट III प्रायोगिक भूगोल के पाठयक्रम में एक या दो दिवसीय भौगोलिक भ्रमण को शामिल किया है, जिससे बी.ए. के छात्र प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक तत्वों का प्रत्यक्ष अवलोकन कर भौगोलिक समीक्षा करने में समर्थ हों भूगोल को निकट से समझ सकें।

इस वर्ष हमारे महाविद्यालय के भूगोल विभाग ने पचमढ़ी की प्राकृतिक सुन्दरता एवं आकर्षक स्थलों का पर्यटन करने का आयोजन किया था जिससे छात्र सतपुड़ा पर्वत नैसर्गिक सौन्दर्य वाले पर्यटन स्थल की पूर्ण जानकारी उपलब्ध कर सकें।

यात्रा वृतान्त (Description of Journey)– वृन्दा सहाय स्नातकोत्तर महाविद्यालय (ग्वालियर) के बी.ए. तृतीय वर्ष के 25 छात्र–छात्राओं ने इस वर्ष अपने प्राध्यापक गणों के साथ मध्य प्रदेश के पर्वतीय स्थल पंचमढ़ी का भौगोलिक भ्रमण आयोजित किया था। सभी 25 छात्र–छात्राओं ने अपने प्राध्यापक के साथ डबरा से इटारसी तक आरक्षण कराके 20 मार्च को पंचमढ़ी के लिए प्रस्थान किया। हमारी रेलगाडी झांसी, बीना, भोपाल होती हुई प्रातः इटारसी पहुंची। इटारसी से जबलपुरी जाने वाली गाडी से पुनः पिपरिया तक की यात्रा प्रारम्भ की। पिपरिया स्टेशन के पास ही खडी हुई बसों से हम शाम को पंचमढ़ी पहुंचे।

पंचमढ़ी– होशंगाबाद जिले में स्थित मध्य प्रदेश का प्रमुख पर्वतीय पर्यटन स्थल है। इसे 'सतपुडा की रानी' के नाम से भी जाना जाता है। पंचमढी की खोज कैप्टन जे. फारेस्ट्री ने 1857 में की थी। यहां पर अनेक प्रकार की प्राकृतिक वनस्पति पाई जाती है जिसमें आंवला, हर्र, भेडा, साज, हमाद, धुरा, कराई, साल, वहेडा, तेन्दू और कुली हैं। वन्य जीवों में यहां वाघ पेन्थर, हिरन, जंगली भैंसा, मयूर, भालू, लोमड़ी एवं सोन डॉग, आदि मुख्य हैं।

पचमढ़ी के दर्शनीय स्थल (Visiting Places of Pachmari)– पंचमढ़ी के दर्शनीय स्थलों में जटाशंकर, पाण्डव गुफाएं, हाण्डी खोह, चौरागढ, गुप्त महादेव, वी. फाल, सनसेट प्वाइन्ट, रीधगढ़, घाटी, रानीकुण्ड, वनसारी विहार, अप्सरा विहार, रजत फाल, 'लिरिल स्पाट', सुसाइड पाइन्ट, रॉक पेन्टिंग म्यूजियम और झील हैं। इनमें से हमने जो जो स्थल देखे वे निम्नलिखित हैं–

1. **जटाशंकर–** जटाशंकर का शब्दिक अर्थ शिव की जटा से है। एक कहावत के अनुसार भगवान शिव, भस्मासुर जो कि शिव भक्त था, के भय से यहां छिपे थे। इसके मध्य में एक दरार है जिसमें हजारों शिवलिंग हैं, यहां एक सदावाहिनी धारा भी बहती हैं।
2. **चूने से बनी गुफाएं–** कार्स्ट स्थलाकृति से बनी ये गुफाएं हैं। इन गुफाओं एवं भगवान शिव की पत्थरों से तराशी हुई प्रतिमा के साथ अनेकों

टिप्पणी

शिवलिंगों से भरपूर एक धार्मिक स्थल हैं। यहां प्रति वर्ष हजारों श्रद्धालु भगवान महादेव की पूजा अर्चना करते हैं।

3. **पाण्डव गुफाएं**– जे. फारेस्ट्री द्वारा 1838 में इनकी खोज की गई थी। कहा जाता है कि जब पाण्डव द्रोपदी के साथ बारह वर्ष के वनवास पर थे तब उन्होंने ये गुफाएं तैयार की थीं। कुछ लोग कहते हैं कि ईसा से पांचवी सदी में इन्हें बौद्ध विहारों के रूप में तैयार किया था। गुफा नं. 2 में पांच बौद्धों के चित्र हैं जिन्हें यहां के निवासी पांच पाण्डव समझते हैं। गुफा नं. 4 में रंग–बिरंगें चित्र बने हैं और गुफा की छत पर रंगीन चित्रकारी थी इसे रंगमहल कहते थे। इन गुफाओं के बाहर यक्षराज का एक बडा चित्र दिखाई देता है। पुरातत्व विभाग इन गुफाओं के भित्ति–चित्रों को सुरक्षित रखने के लिए प्रयत्नशील है।
4. **सुसाइड पॉइन्ट**– हाण्डी खोह में एक अंग्रेज यात्री डॉ. हाण्ड ने यहां आत्महत्या की थी। यह 450 फीट की गहराई पर स्थित है इसे **'सुसाइड पाइण्ट'** कहते हैं।
5. **सन–सेट पॉइण्ट**– सतपुडा की सबसे ऊँची पहाडी को धूपगढ (1350 मीटर) है। यहां से सूर्यास्त (Sun set) का प्राकृतिक दृश्य नयनाभिराम होता है।
6. **चौरागढ**– चौरागढ़ पहाड़ी पर भगवान महादेव जी का प्रख्यात मन्दिर है। यहां से प्रकृति के सूर्योदय एवं सूर्यास्त के दृश्यों की रमणीयता का आनन्द लेने पर्यटक आते हैं। इस मन्दिर की मान्यता है कि जो भी यहां पर शिव की अराधना करते हैं और उनकी मनोकामना पूरी होती है तो ये शिव को त्रिशूल चढाते हैं। मन्दिर के समीप असंख्य त्रिशूल गढें है।
7. **प्रियदर्शिनी**– यह एक बॉटनिकल गार्डन है जहां विभिन्न प्रकार की जडी–बूटियां पाई जाती है। भूतपूर्व प्रधानमन्त्री स्वर्गीय श्रीमती इन्दिरा गांधी की पचमढ़ी यात्रा के दौरान इस स्थल का ज्ञान हुआ था, अतः इसे 'प्रियदर्शिनी' नाम दिया गया है।

इन सभी स्थानों के देखने के लिए एक स्थान से दूसरे स्थान जाते समय हमने कई जलप्रपात, स्रोत, वन एवं रॉक पेन्टिंग के स्थल भी देखे। समयाभाव के कारण हम अधिक स्थानों का अवलोकन नहीं कर पाए और अगले दिन पंचमढ़ी से वापस होकर पिपरिया स्टेशन से इटारसी होते हुए डबरा वापस आ गए।

निष्कर्ष (Conclusion)– इस भौगोलिक भ्रमण के दौरान हमने प्राकृतिक स्थलों को देखा और उनकी बनने की प्रक्रिया भी जानी। जलप्रपात, जल स्रोत (रानीकुण्ड), पर्वत शिखर (धूपगढ), गुफाएं, कार्स्ट स्थलाकृति, आदि को प्राकृतिक रूप में देखा वहां की जनजातियों की संस्कृति को समझा, विभिन्न जडी–बूटियों को उगते हुए देखा। यह पर्यटन हमें सही रूप में भौगोलिक ज्ञान प्रदान करने वाला था।

(सभी छात्र–छात्राएं इस प्रतिवेदन के साथ अपने कैमरे से खींची फोटो भी लगा दें तो यह रिपोर्ट अधिक उपयोगी होगी।)

4.6.1 फतेहपुर सीकरी का भौगोलिक भ्रमण (Geolographical Excursion of FAtehpur Sikri)

यात्रा का उद्देश्य (Purpose of Journey)– बी.ए. पार्ट III प्रायोगिक भूगोल के पाठ्यक्रम में एक या दो दिवसीय भ्रमण को शामिल किया है जिससे बी.ए. के छात्र प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक तत्वों का प्रत्यक्ष अवलोकन कर भौगोलिक निष्कर्ष निकालने में समर्थ हों तथा भूगोल को निकट से समझ सकें।

यात्रा वृतान्त (Description of Journey)– एस.एल.पी. शासकीय महाविद्यालय मुरार ग्वालियर के बी.ए. तृतीय वर्ष के 36 छात्र–छात्राओं ने इस वर्ष अपने दो प्राध्यापक गणों के साथ आगरा के विश्वविख्यात स्थल फतेहपुर सीकरी के भौगोलिक भ्रमण का आयोजन किया। सभी 36 छात्र–छात्राएं अपने प्राध्यापकों भूगोल विभाग के प्रयोगशाला सहायक के साथ दिनांक 24/02/2002 को ताज एक्सप्रेस द्वारा ग्वालियर से आगरा आए। ताज एक्सप्रेस ग्वालियर से सायं 17.00 बजे आगरा की ओर चली और मुरैना, धौलपुर तथा आगरा छावनी स्टेशनों पर रूकने के बाद सायं 18.55 पर राजा की मण्डी स्टेशन पहुंची। यहां सभी छात्र–छात्राएं दोनों प्रोफेसर एवं प्रयोगशाला सहायक सुन्दर लाल जैन धर्मशाला में रूके। अगले दिन 25 फरवरी को प्रातः 7 बजे एक बस द्वारा हम फतेहपुर सीकरी पहुंचे।

दर्शनीय स्थल फतेहपुर सीकरी का वर्णन (Visiting Places of Fatehpur Sikri)– फतेहपुर सीकरी एक ऐतिहासिक स्थल है जो आगरा से 35 किमी दूर स्थित है। 14वी शताब्दी में यह राजपूत राजाओं के आधीन था। मुगल सम्राट बाबर एवं सुविख्यात राजपूत योद्धा महाराणा संग्राम सिंह का भीषण युद्ध इसी स्थान पर हुआ था। कुछ इतिहासकार कहते है कि बाबर ने अपनी विजय के बाद इसका नाम फतेहपुर रखा था। इस स्थान के पूर्व में सीकरी नाम का प्रसिद्ध गांव था यहां पर अधिकतर संगतराश निवास करते थे। सम्राट अकबर ने अपनी गुजरात विजय के पश्चात् इसका नाम फतेहपुर रखा और दोनों स्थानों को मिलाकर अब यह फतेहपुर सीकरी कहा जाता है।

सम्राट अकबर के शासनकाल में इस स्थान पर एक पर्वत के उपर गुफा थी जिसमें शेख सलीम चिश्ती नामक पीर रहता था वह अपनी आत्मिक शक्ति के कारण अत्याधिक प्रसिद्ध था। दूर–दूर से मनुष्य उसके आशीर्वाद लेने आते थे सम्राट अकबर के 30 वर्ष की आयु तक अनेक पुत्र हुए, परन्तु उनमें से कोई भी जीवित नहीं रहा। गुजरात का युद्ध विजय करने के पश्चात् जब वह सीकरी आया तो शेख सलीम चिश्ती के कदमों में पड गया और उसने एक पुत्र के लिए प्रार्थना की।

शेख साहिब ने उसको वरदान तो दे दिया, परन्तु बदले में उन्होंने एक शिशु के प्राणों की आहुति मांगी। यह बात सुनकर सम्राट चुप हो गया और कुछ उत्तर न दे सका। ऐसा कहा जाता है कि उस ही क्षण सलीम चिश्ती का छोटा पुत्र बलिदान के लिए निकट आया और उसके प्राण पखेरू उड गए।

टिप्पणी

शेख सलीम चिश्ती के आदेशानुसार सम्राट अकबर ने अपनी सम्राज्ञी मरियम उज जमानी को सीकरी भेज दिया था कुछ माह पश्चात् ही अकबर के घर पुत्र रत्न उत्पन्न हुआ। अकबर की प्रसन्नता की सीमा न रही, उसने सीकरी को ही अपने साम्राज्य की राजधानी बनाने का निश्चय किया था और अपने पुत्र का नाम भी शेख साहिब के नाम पर ही सलीम रखा था। उसने यहां शीघ्र ही एक धूमधाम सहित नगर बसाया जिसमें अनेक सुन्दर कारीगरी के प्रासाद, मस्जिदें, उद्यान एवं स्तम्भ बनाए गए हैं। 1574 ई. में यह नगर बन गया था और सम्राट अकबर फतेहपुर सीकरी में केवल 1585 ई. तक ही रहा और तत्पश्चात् राजनैतिक कारणों से तथा जल की कमी व शेख सलीम चिश्ती के कार्यों में विघ्नता के कारण उसको लाहौर जाना पडा था। 1599 तक वह लाहौर में रहा अन्त में 1605 ई. में मृत्यु तक वह आगरा किला में रहा।

फतेहपुर सीकरी का घेरा लगभग छः मील है और एक पहाडी पर बना है। यह नगर तीन ओर से 50 फीट उंची मजबूत पत्थरों की दीवारों से घिरा हुआ है। इन दीवारों में दिल्ली दरवाजा, आगरा दरवाजा, मथुरा दरवाजा, चन्द्र फूल तथा बीरबल दरवाजा नाम के सात दरवाजे बने हुए थे और सुरक्षा के लिए एक कुत्रिम झील बनी थी। फतेहपुर सीकरी में भवन अधिकतर हिन्दू रीति के लाल पत्थरों से बने हैं जो शरद ऋतु में सूर्य के प्रकाश में अधिक सुन्दर लगते हैं।

फतेहपुर सीकरी में नौबत खाना, दीवाने आम, दीवाने खास, आंखमिचौली, खास महल, पंचमहल, पच्चीसी, ज्योतिषी का आसन, अस्पताल, मरियम का महल, जोधाबाई का महल, हवा महल, बीरबल का भवन, हाथी पोल, संगीन बुर्ज, नगीना मस्जिद, अस्तबल तथा सराय, हिरन मीनार, जामा मस्जिद, शेख सलीम चिश्ती का मकबरा, इस्लाम खां का मकबरा, बुलन्द दरवाजा, वावली, रंगमहल, अबुल फजल तथा फैजी के भवन, आदि अनेक दर्शनीय स्थल हैं जिनका अवलोकन हम सभी ने किया।

शाम को लगभग 7 बजे हम पुनः आगरा के राजामण्डी स्टेशन के पास सुन्दर लाल जैन धर्मशाला आ गए। रात में पुनः यहीं रूके और अगले दिन प्रातः 9.55 पर ताज एक्सप्रेस से ग्वालियर की ओर प्रस्थान किया। आगरा छावनी, धौलपुर और मुरैना में रूकने के बाद 11.55 पर ताज एक्सप्रेस ग्वालियर स्टेशन आ गई थी। यहां से हम अपने–अपने घरों को वापस हो गए।

इस भौगोलिक भ्रमण से हमें फतेहपुर सीकरी के बारे में विभिन्न जानकारियां मिलीं और इतिहास के प्राचीन वृतान्तों को सुनकर इस क्षेत्र का पूर्व ज्ञान प्राप्त किया जिसे हम जीवन भर याद रखेंगे।

(सभी छात्र–छात्राएं इस प्रतिवेदन के साथ अपने कैमरे से खींची फोटो भी लगा दें तो यह रिपोर्ट अधिक उपयोगी होगी।)

जो महाविद्यालय अपने छात्र–छात्राओं को उपर्युक्त भौगोलिक भ्रमण में ले जाने में असमर्थ होते हैं। उनके लिए विश्वविद्यालय पाठ्यक्रमों में किसी गांव का भौगोलिक–सामाजिक–आर्थिक सर्वेक्षण का प्रतिवेदन प्रस्तुत करना होता है।

4.6.2 एक ग्राम का भौगोलिक अध्ययन (Geographical Study of a Village)

छात्रों को भौगोलिक अध्ययन हेतु महाविद्यालय के समीपवर्ती किसी क्षेत्र में कोई गांव चुन लेना चाहिए। इस गांव का भौगोलिक विवरण प्रस्तुत करने के लिए कुछ शीर्षक निर्धारित कर लेने चाहिए और उन्हीं को आधार मानकर गांव का सर्वेक्षण कर एवं आंकडे संगृहीत कर विवेचन (आंखों देखा हाल) प्रस्तुत कर देना चाहिए।

भौगोलिक विवरण हेतु आप निम्नलिखित शीर्षक चुन सकते हैं–

1. स्थिति एवं विस्तार,
2. भू–संरचना एवं अपवाह तंत्र,
3. जलवायु एवं मौसम
4. मिट्टियां एवं वनस्पति
5. जीव–जन्तु एवं पशु–पक्षी,
6. भूमि उपयोग–खनन, कृषि, उद्यान, वन आदि
7. प्रमुख व्यवसाय,
8. परिवहन के साधन,
9. बाजार एवं हाट,
10. शिक्षा संस्थान एवं सामाजिक केन्द्र,
11 अन्य।

4.6.3 अमरोल गांव का भौगोलिक अध्ययन (Geographical Study of Amrol Village)

1. **स्थिति एवं विस्तार**– यह गांव ग्वालियर जिले (म.प्र.) की पिछोर तहसील में 26^0–1′ उत्तरी अक्षांश तथा $78^07'$ पूर्व में स्थित हैं। यह गांव अन्तरी से 12 किमी दूर है जो बैलगाडी मार्ग से जुडा है। यह ग्वालियर झांसी मार्ग पर टेकनपुर के पास है। इस गांव में 8वी व 9 वी. शताब्दी पुरातत्व अवशेष मिलते हैं। इस गांव का क्षेत्रफल 3,144 एकड है।
2. **भूसंरचना एवं अपवाह तन्त्र**– यह गांव ग्वालियर मैदान की समतल भूमि पर स्थित है। यहां की औसत ऊंचाई 260 मीटर है। 260 मीटर की समोच्च रेखा इसके उत्तर में है। गांव के समीप चौपुरा नाला प्रवाहित होता है। गांव के पश्चिम में निर्जन झाड़ियां हैं।
3. **जलवायु एवं मौसम**– अमरोल गांव की जलवायु इसके जिले ग्वालियर की भांति मानसूनी हैं। ग्रीष्म, वर्षा और शीत तीन प्रमुख मौसम होते हैं। यहां का मई–जून का तापमान 48^0C तक पहुंच जाता है। शीतकाल का तापमान 12^0C तक रहता है। गांव में मानसूनों से वर्षा ऋतु में वर्षा होती है वर्षा का औसत 70 से 80 सेमी के मध्य पाया जाता है।

4. **मिट्टियां व वनस्पति**– यहां की मिट्टी लेटराइट प्रकार की है। यहां बबूल, छौ, खैर, करघई, पलास, बेरे, नीम और पीपल के वृक्ष उगे हैं। गांव के समीपवर्ती क्षेत्र में कही–कहीं घासमय भूमि भी दिखाई देती है कुछ क्षेत्रों में निर्जन झाड़ियां भी है।

5. **जीव, जन्तु एवं पशु पक्षी**– अमरोल गांव के आस–पास के क्षेत्र में ब्लेक बक, चितल, हिरन, नीलगाय तेन्दुआ, भालू, सांभर, भेडिया, लोमडी तथा बन्दर देखे जा सकते हैं। **पक्षियों** में गिद्ध, चील, कौआ, मोर, सामान्य चिडियां व कबूतर पाए जाते हैं।

6. **भूमि उपयोग**– अमरोल गांव में मुख्यतया कृषि होती है। गांव की 16% भूमि पर मकान बने है। 5% भूमि कृषिगत व्यर्थ भूमि है। 28% भाग कृषि के अयोग्य क्षेत्र है। गांव की 51% भूमि पर कृषि होती है।

7. **प्रमुख व्यवसाय**– अमरोल गांव के निवासियों का मुख्य व्यवसाय कृषि है। गांव के 65% व्यक्ति कृषि कार्य में संलग्न हैं। गांव में गेहूं, ज्वार, बाजरा, मक्का, तिलहन एवं चावल की खेती की जाती है। 2002 के आँकडों के अनुसार गाँव की कृषिगत भूमि के 38% भाग पर गेहूं, 12% भाग पर ज्वार, 22% भाग पर **बाजरा**, 08% भाग पर **चावल**, 10% भाग पर **मक्का** और 10% भाग पर सरसों व लाहा उत्पादित किया गया था। कुछ लोग व्यापार एवं सरकारी सेवा में लगे हैं।

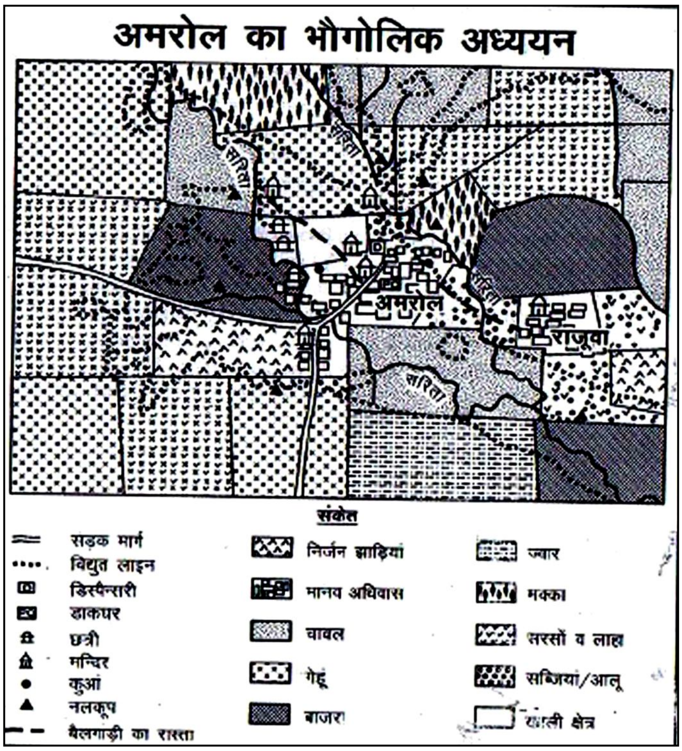
8. **परिवहन के साधन**– अमरोल गांव में परिवहन का मुख्य साधन मोटरगाडी, कार, मोटर साइकिल, स्कूटर, बैलगाड़ी व साइकिल है। मोटरगाड़ी व कार तथा मोटर साइकिल व स्कूटर से यहां के निवासी वनवार, चिनौर, अन्तरी व ग्वालियर जाते हैं। बैलगाडी व साइकिल का प्रयोग आसपास के गांव राजूवा, प्रेमपुरा, वनवार, निकोरी, मानिकपुर, तोरा, घिरोली, महुच जाने के लिए करते हैं।

9. **बाजार एवं हाट**– इस गांव के लोग अपनी दैनिक आवश्यकताओं की पूर्ति स्थानीय दुकानों से पूरा कर लेते हैं। उच्च आवश्यकताओं की पूर्ति हेतु यहां के निवासी अन्तरी तथा ग्वालियर (लश्कर) जाते हैं। बुधवार को गणेश पहाडी पर स्थित गणेश मन्दिर में पूजा–अर्चना हेतु भारी भीड जमा होती है। जहां छोटा–सा बाजार भी लग जाता है। सोमवार के दिन रामेश्वर महादेव के प्राचीन मन्दिर में पूजा–अर्चना होती है। जहाँ सैकडों श्रद्धालु आते है। इन दिनों अमरोल में छोटा–सा बाजार भी लग जाता है जहां ग्रामीण एवं निकट के ग्रामवासियों की दैनिक आवश्यकताओं की पूर्ति हो जाती है।

10. **शिक्षा संस्थाएं एवं सामाजिक केन्द्र**– अमरोल गांव में दो प्राथमिक और एक मिडिल स्कूल है। यहां एक आयुर्वेदिक चिकित्सा केन्द्र, एक मातृ एवं शिशु कल्याण केन्द्र, एक डाकघर एवं एक सहकारी बैंक कार्यरत है। यह अन्तरी पुलिस स्टेशन से संलग्न है। गांव में 5 मन्दिर हैं जो प्राचीन मन्दिर हैं। रामेश्वर महादेव का मन्दिर गांव के उत्तर–पश्चिम में स्थित है जो 8–9 वीं शताब्दी का बताया जाता है। गणेश पहाडी पर गणेश का

टिप्पणी

प्राचीन मन्दिर है जहां $2\frac{1}{2}\times3\frac{1}{4}$ फीट ऊंची गणेश की पूर्व–मध्यकाल के पत्थर की मूर्ति लगी है। ये दोनों मन्दिर आस–पास के क्षेत्र में विख्यात हैं। अन्य मन्दिर भग्नावशेष अवस्था में हैं जो जैन काल के बताए जाते हैं। अमरोल गांव के दक्षिण–पूर्व में एक प्राचीन हिन्दू मन्दिर है जिसे दान बाबा की मढी के नाम से पुकारा जाता है। यहां देवी का विशाल मन्दिर है जिसे बेहमाता कहते है। इस मन्दिर की मूर्तिया देखने में जैन प्रतिमाओं से काफी मिलती है।



11. जनसंख्या– गांव अमरोल की 2001 की जनगणना के अनुसार जनसंख्या 2,844 व्यक्ति हैं जिसमें 1,640 पुरूष और 1,204 महिलाएँ हैं। इस गांव में जनसंख्या की वृद्धि को निम्न तालिका में दिखाया गया है।

अमरोल – जनसंख्या वृद्धि 1951–2001

वर्ष	व्यक्ति	पुरूष	महिलाएं
1951	1,386	715	671
1961	1,850	998	852
1971	2,144	1,168	976
1981	2,356	1,226	1,130
1991	2,614	1,420	1,194
2001	2,844	1,640	1,204

टिप्पणी

अमरोल गांव में साक्षरता प्रतिशत 48 है। साक्षरता को ध्यान में रखते हुए ग्राम पंचायत ने गत वर्ष एक प्राथमिक विद्यालय की स्थापना की है। ग्रामीण बच्चों को शिक्षा के लिए ग्रामवासी प्रेरित करते हैं। गांव में एक ग्राम पंचायत भी है जो यहां के निवासियों के छोटे–मोटे विवादों को स्थानीय स्तर पर ही सुलझाने का प्रयास करती है, इसके अतिरिक्त यह ग्राम विकास के कार्यों का संचालन भी करती हैं। गांव की नालियों और गलियों में खरन्जे की व्यवस्था होने से गांव का रंग–रूप बदल सा गया है।

4.6.4 गांव का आर्थिक–सामाजिक अध्ययन (Economic and Social Study of the Village)

4.6.4.1 आर्थिक अध्ययन की विधि

किसी गांव का आर्थिक व सामाजिक अध्ययन करने के लिए हमें उस गांव के व्यक्तियों का मुख्य व्यवसाय तथा कुटीर एवं लघु उद्योगों का अध्ययन करना पड़ता है। छात्रों को इस अध्ययन में गांव के उद्योगों में कृषक परिवारों के सदस्य खाली समय में आटा पीसना, रूई धुनना, तेल पेरना, रस्सी या बान बनाना, टोकरियां, चटाई, मिट्टी के बर्तन, खिलौने, दरी, कालीन बनाने का व्यवसाय करते हैं। गांव के बढ़ई, चकला, बेलन, मेज–कुर्सी, स्टूल, चारपाई, तख्त, दरवाजे, खिड़की, बैलगाड़ी, तांगा बनाते हैं या उनकी मरम्मत करते हैं। **लुहार** लोहे के कृषि यन्त्र, खुरपी, फावड़ा, हल, आदि जुलाहा कपडे की बुनाई, दरी या कालीन, **कुम्हार** मिट्टी के बर्तन (दीपक, घड़ा, सुराही, व खिलौने) आदि, **मोची** चमड़े की चीजें, जूते–चप्पल बनाने का काम, **तेली** तेल पेरने का काम परम्परागत व्यवसाय के रूप में करते हैं। छात्रों को सर्वेक्षण करते समय गांव में घूम–घूम कर जानकारी प्राप्त करनी चाहिए। उनके उत्पाद, श्रमिक संख्या, उत्पादों के प्रकार, कच्चा माल, प्राप्ति के स्थान व तैयार माल भेजने के स्थानों की जानकारी प्राप्त कर प्रतिवेदन तैयार करते समय इन सभी तथ्यों का विश्लेषण प्रस्तुत करना चाहिए। आवश्यकतानुसार इन तथ्यों को आरेखों द्वारा भी प्रकट किया जाना उत्तम रहता है।

4.6.4.2 सामाजिक अध्ययन की विधि

गांव या किसी क्षेत्र का सामाजिक अध्ययन करते समय छात्रों को वहां धार्मिक एवं जातीय संरचना, उनके रीति रिवाज, उनकी वेष–भूषा एवं खान–पान का अध्ययन करना चाहिए। गांव में कितने हिन्दु, मुसलमान, सिक्ख, ईसाई, जैन अथवा अन्य धर्म के लोग निवास करते हैं। इनके आंकड एकत्रित कर उनके प्रतिशत के आधार पर विश्लेषण किया जाना चाहिए। गांव में किस–किस जाती के लोक रहते है? अर्थात् गांव में ब्राम्हण, बनिया, राजपूत, मल्साह, धोबी, बढ़ई, अहीर, गड़रिया, लुहार, कुम्हार, मोची, मेहतर, आदि किन–किन जाति के कितने–कितने लोग रहते हैं? गांव में कितने देव स्थान मन्दिर–मश्जिद, गुरूद्वारा गिरजाघर? यहां के निवासी किस धर्म में आस्था रखते हैं? गांव में कौन से देव स्थान अधिक संख्या में है? यह इस बात को दर्शाती है कि अतीत काल में इस गांव में किस देव की पूजा होती थी? हिन्दू मन्दिरों में पूजा–अर्चना करते हैं और मुसलमान मस्जिदों में नमाज पढते हैं। गांव में होली, दीपावली, दशहरा, ईद, आदि त्यौहार बढ़ी धूमधाम से मनाए

टिप्पणी

जाते हैं। इन त्योहार पर गांववासियों की कैसी वेष–भूषा होती है तथा त्यौहार पर कौन–कौन से विशेष पकवान बनते है? गांव में रामलीला या रासलीला तथा अन्य धार्मिक आयोजन कब–कब मनाए जाते है? छात्रों को इन सभी तथ्यों के आंकडे घूम–घूमकर संकलित करने चाहिए और उनका वर्णन यथावत् तालिका व आरेखों की सहायता से कर देना चाहिए।

4.7 मौखिक प्रश्नोत्तर (Oral Questions and Answers)

1. धरातल पत्रक क्या है?

   उत्तर– धरातल पत्रक ऐसे मानचित्र हैं जिनमें किसी क्षेत्र के प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक आकृतियों का दिग्दर्शन किया जाता है। ये मानचित्र विशाल मापनी (Large Scale) पर बने होते है।

2. अंशचित्र क्या है?

   उत्तर– धरातल पत्रकों को ही अंशचित्र कहते हैं। इन्हें स्थलाकृत पत्रक का भू–पत्रक भी कहा जाता है।

3. धरातल पत्रक या स्थलाकृति मानचित्र किस विभाग द्वारा तैयार किये जाते है?

   उत्तर– धरातल पत्रक ''भारतीय सर्वेक्षण विभाग'' (Survey of India Deptt.) द्वारा तैयार किये जाते है।

4. भारतीय सर्वेक्षण विभाग का मुख्यालय कहाँ है?

   उत्तर– भारतीय सर्वेक्षण विभाग का मुख्यालय हाथी बरकला देहरादून में है।

5. भारतीय सर्वेक्षण विभाग की स्थापना कब हुई थी?

   उत्तर– सन् 1767 ई. में इस विभाग की स्थापना हुई थी।

6. भारत एवं निकटवर्ती देशों की श्रृखला के मानचित्र किस पैमाने पर बने हैं?

   उत्तर– इस श्रृखला के मानचित्रों का प्रथम संस्करण 1:20 लाख और बाद में द्वितिय संस्करण 1:10 लाख मापक पर बनाये गये है।

7. अन्तर्राष्ट्रीय श्रृखला के मानचित्रों की संख्या कितनी है?

   उत्तर– इस श्रृंखला में 2,222 मानचित्र हैं।

8. भारत तथा निकटवर्ती देशों की मानचित्र श्रृंखला में कौन–कौन देश आते है?

   उत्तर– इसमें भारत, अफगानिस्तान, पाकिस्तान, बांग्लीदेश, नेपाल, म्यांमार, भूटान और श्रीलंका आदि देश आते है।

9. भारत तथा निकटवर्ती दशों की मानचित्र श्रृंखला में कितने मानचित्र हैं?

   उत्तर– इस मानचित्र श्रृंखला में 136 मानचित्र हैं।

10. इस मानचित्र श्रृंखला के मानचित्रों की मापनी क्या है?

उत्तर– इस मानचित्र श्रृंखला की मापनी 1:10,00,000 हैं।

11. भारत के धरातल पत्रक किस मापनी पर बनाये जाते हैं?

उत्तर– भारत के धरातलीय पत्रक निम्न तीन मापनियों पर बनाये जाते है

1. 1′′ = 4 मील (क्वार्टर इंच शीट)
2. 1′′ = 2 मील (हाफ इंच शीट)
3. 1′′ = 1 मील (वन इंच शीट)

12. संकेत चिन्ह (Conventional Sign) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर– धरातल पत्रकों में प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक दृश्यों को प्रदर्शित करने हेतु भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा निर्धारित संकेत चिन्हों को सांकेतिक चिन्ह कहते हैं। इन्हें रूढ चिन्ह भी कहा जाता है।

13. भू–पत्रक की उपयोगिता क्या है?

उत्तर– भू–पत्रकों की उपयोगिता निम्न रूपों में होती है –

(अ) सैनिक तैयारी तथा युद्ध मोर्चा आदि की तैयारी करने में इनका उपयोग होता है।

(ब) भौगोलिक अध्ययन में इसका विशेष महत्व है, क्योंकि इसमें पृथ्वी के किसी भी भाग का सम्पूर्ण विवरण होता है।

(स) योजना निर्माण तथा प्रशासनिक कार्यों में इनका उपयोग होता है।

14. भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा धरातल पत्रक क्रम की कितनी शृंखलाएँ प्रकाशित की जाती हैं?

उत्तर– भारतीय सर्वेक्षण विभाग धरातल पत्रकों की चार शृंखलाएँ प्रकाशित करता है –

(अ) अन्तर्राष्ट्रीय श्रेणी (International Series)

(ब) दक्षिण पूर्वी एशिया श्रेणी (South - East Asian Series)

(स) भारत तथा निकटवर्ती देशों की श्रेणी (India and Adjacent Countries Series)

(द) नगर प्रदर्शन पत्रक (Town Guide Map)

15. प्रारम्भिक सूचनाओं के अन्तर्गत किन तत्वों का समावेश किया जाता है?

उत्तर– (अ) भू–पत्रक का नाम व संख्या

(ब) भू–पत्रक का मापक एवं इसका विस्तार।

(स) चुम्बकीय ग्रिड एवं भौगोलिक उत्तर का सम्बंध।

(द) सर्वेक्षण का वर्ष, प्रकाशन का वर्ष आदि का समावेश होता है।

टिप्पणी

16. चौथाई इंची पत्रक से क्या अभिप्राय है?

उत्तर– $4^0 \times 4^0$ विस्तार वाले वर्ग को $1^0 \times 1^0$ वाले 16 वर्गों में बांट देते है। इन वर्गों का नामकरण अंग्रजी के A से P तक के अंतरों द्वारा कर दिया जाता है। इनका मापक 1′′= 4 मील होता है। अतः इन मानचित्रों को चौथाई इंच पत्रक कहा जाता है। इन्हें अंश पत्रक (डिग्री शीट) भी कहते है। इनका क्रमांक Suk, Sup आदि होता है।

17. आधा इंची पत्रक किसे कहते है?

उत्तर– इसमें डिग्री पत्रक को चार वर्गों में बॉटा जाता है तथा दिशाएँ अंकित कर दी जाती हैं। प्रत्येक पत्रक का विस्तार 30’ × 30’ होता है तथा मापक 1′′= 2 मील होता है। इनका क्रमांक 54 K/NH, 54K/NE, 54K/Sw, 54K/SE आदि होता है।

18. एक इंची पत्रक किसे कहते हैं?

उत्तर– एक इंची का मापक 1’’= 1 मील होता है एवं विस्तार 15’ × 15’ होता है। अंत पत्रकों के प्रत्येक वर्ग को पुनः 16 भागों में बांट देते हैं तथा 1 से 16 तक के अंक लिखे जाते हैं। इनका क्रमांक 54k/1, 54k/2 आदि रखा जाता है।

4.8 अभ्यास प्रश्न (Practice Questions)

1. धरातल पत्रक क्या है? इनका प्रकाशन कौन करता हैं?
2. भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा प्रकाशित मानचित्रों का वर्णन किजिए।
3. धरातल पत्रक सूचकांक क्या है? समझाइए।
4. निम्नांकित के लिए रूढ संकेत बनाइये–

   (i) शुष्क तालाब (ii) सर्किट हाउस (iii) प्रकाश स्तभ (iv) पक्का बांध
   (v) नहर (vi) किला (vii) कच्चा कुआं (viii) रेलमार्ग (ix) दलदल
5. धरातल पत्रकों की व्याख्या के विभिन्न पक्षों का वर्णन किजिए।
6. दिये गये धरातल पत्रक की व्याख्या निम्न शीर्षकों में किजिए–

   (i) उच्चावच एवं अपवाह (ii) यातायात एवं मानव बसाव।
7. दिये गये धरातल पत्रक के अनुसार क्षेत्र का उच्चावच मानचित्र बनाइये।
8. भौगोलिक भ्रमण का महत्व बताइए।
9. भौगोलिक भ्रमण का उद्देश्य बताइए।
10. भौगोलिक भ्रमण के लिए हमें क्या तैयारी करनी चाहिए बताइए।
11. अपने स्थानीय क्षेत्र के आर्थिक सर्वेक्षण के लिये प्रतिवेदन तैयार किजिए।
12. अपने स्थानीय क्षेत्र के सामाजिक सर्वेक्षण के लिये एक प्रतिवेदन किजिए।

इकाई 5 समपटल सर्वेक्षण (Plane Table Surveying)

टिप्पणी

संरचना (Structure)

5.0 परिचय

5.1 उद्देश्य

5.2 समपटल सर्वेक्षण

5.2.1 सर्वेक्षण

5.3 सर्वेक्षण के प्रकार

5.3.1 सर्वेक्षण का वर्गीकरण

5.4 समतल सर्वेक्षण

5.5 समपटल सर्वेक्षण की प्रक्रिया

5.6 समपटल सर्वेक्षण की विधियाँ

5.7 समपटल सर्वेक्षण के गुण–दोष

5.8 मौखिक प्रश्नोत्तर

5.9 अभ्यास प्रश्न

5.0 परिचय (Introduction)

समपटल (Planetable) सर्वेक्षण करने की वह आलेखी विधि है जिसमें सर्वेक्षण कार्य तथा प्लान की रचना दोनों प्रक्रियाएँ साथ–साथ सम्पन्न होती है। दूसरे शब्दों में समपटल सर्वेक्षण में किसी क्षेत्र का प्लान बनाने के लिये जरीब, कम्पास या थियोडोलाइट सर्वेक्षण की तरह क्षेत्र–पुस्तिका तैयार करने की आवश्यकता नहीं होती। क्षेत्र–पुस्तिका न बताये जाने तथा क्षेत्र में ही प्लान पूर्ण हो जाने से कई लाभ होते हैं, जैसे– (i) सम्पूर्ण सर्वेक्षण कार्य अपेक्षाकृत शीघ्र पूर्ण हो जाता हैं (ii) क्षेत्र पुस्तिका में दूरियां आदि लिखने में होने वाली भूलों की समस्या दूर हो जाती हैं तथा (iii) सर्वेक्षण को प्लान देखकर भूलवश छोडे गये क्षेत्र के विवरणों का तत्काल ज्ञान हो जाता है। त्रिभुजन अथवा थियोडोलाइट सर्वेक्षण के द्वारा पूर्व निश्चित किये गये स्टेशनों के मध्य सम्बंधित क्षेत्र के अन्य विवरणों को अंकित करने के लिये समपटल को सर्वाधिक उपयोगी एंव प्रामाणित माना जाता है। इसके – अतिरिक्त समपटल के द्वारा कुछ वर्ग किलोमीटर आकारवाले खुले क्षेत्रों में काफी सीमा तक सही–सही प्लान बनाये जा सकते हैं इन प्लानों में क्षेत्र के अगम्य किन्तु दृश्य विवरणों को बिना किसी अतिरिक्त आलेखी रचना या त्रिकोणमितीय गणना के प्रदर्शित किया जा सकता है। समपटल सर्वेक्षण में प्रयुक्त उपकरणों की बनावट जटिल न होने के कारण कोई सर्वेक्षक थोड़े अभ्यास के बाद भी इन्हें सरलतापूर्वक प्रयोग कर सकता है।

5.1 उद्देश्य (Objectives)

टिप्पणी

सर्वेक्षण भूमि की सतह को नापने की वह कला हैं जिसमें भू–पृष्ठ पर स्थित बिन्दुओं की पारस्परिक दूरी नापते हैं जिससे पृष्ठ पर सभी वस्तुओं एवं संरचनाओं के आकार एंव फैलाव को ज्ञात किया जा सके और एक निश्चित पैमाने द्वारा उसका मानाचित्र बनाया जा सके। दूसरे खण्डों के सर्वेक्षण यह कला है जिससे धरातल पर स्थित सभी वस्तुओं की स्थिति नापकर जैविक तत्व में दर्शायी जाती है।

समपटल सर्वेक्षण का प्राथमिक उद्देश्य सर्वेक्षण के प्राप्त परिणामों को अथवा पृथ्वी की सतह पर किसी आब्जेक्ट (Object) को नापकर कागज पर एक निश्चित पैमाना मान का दर्शाना है। इसमें क्षैतिज दूरियां ही दर्शायी जाती है।

5.2 समपटल सर्वेक्षण (Plane Table Surveying)

5.2.1 सर्वेक्षण (Surveying)

भूतल के किसी भाग के विभिन्न विवरणों (Details) की पारम्परिक स्थितियों को पर्यवेक्षण एवं मापन द्वारा ठीक–ठीक ज्ञात करके उन्हें उसी अनुपात में कागज अथवा चौरस सतह पर आलेखित करने की कला को ही सर्वेक्षण कहते है। दूसरे शब्दों में, यह भी कहा जा सकता है कि पृथ्वी के तल पर स्थित विभिन्न अवस्थानों (Objects) की सापेक्षिक स्थितियों को किसी चौरस कागज अथवा सतह पर सानूपात चिन्हित करने की कला ही सर्वेक्षण कहलाती है।

सर्वेक्षण के अन्तर्गत निम्नलिखित दो मापों की आवश्यकता होती है–

1. रैखिक माप (Linear Measurement) और
2. कोणीय माप (Angular Measurement)

5.3 सर्वेक्षण के प्रकार (Types of Surveying)

सर्वेक्षण मुख्यतः दो प्रकार का होता है–

1. **समतल सर्वेक्षण (Plain Survey) और**
2. **भू–पृष्ठीय सर्वेक्षण (Geodetic Survey)**

1. **समतल सर्वेक्षण–** इस विधि के अन्तर्गत धरातल को समतल मानकर सर्वेक्षण किया जाता है। सामान्यतः छोटे भू–भागों का सर्वेक्षण इसी विधि द्वारा किया जाता है।
2. **भू–पृष्ठीय सर्वेक्षण–** इसे त्रिकोणमितीय सर्वेक्षण के नाम से भी जाना जाता है। इसके अन्तर्गत पृथ्वी के गोलीय स्वरूप को ध्यान में रखा जाता है। अनुमानतः पृथ्वी के गोलीय स्वरूप के प्रभाव के कारण लगभग 34.5

मील में 1 फीट अथवा 180 किमी में 1 मीटर की वक्रता आ जाती है अतः सर्वेक्षण करते समय इस वक्रता का निराकरण कर लिया जाता है।

5.3.1 सर्वेक्षण का वर्गीकरण (Classification of Surveying)

1. प्रयुक्त विधि के आधार पर और सर्वेक्षण को निम्नलिखित आधारों पर वर्गीकृत किया जा सकता है–
2. प्रयुक्त यन्त्र के आधार पर।
3. प्रयुक्त यन्त्र के आधार पर सर्वेक्षण तीन प्रकार का होता है–
   - (i) साधारण सर्वेक्षण (Simple Survey)
   - (ii) त्रिभुजन सर्वेक्षण (Trangulation Survey)
   - (iii) चलन सर्वेक्षण (Traversing Survey)

2. प्रयुक्त यंत्र के आधार पर सर्वेक्षण निम्नलिखित प्रकार का होता है–
   - (i) समपटल सर्वेक्षण (Plan Table Survey)
   - (ii) जरीब–फीता सर्वेक्षण (Chain tape Survey)
   - (iii) त्रिपार्श्व कम्पास सर्वेक्षण (Prismatic Compass Survey)
   - (iv) थियोडोलाइट सर्वेक्षण (Theodolite Survey)

5.4 समतल सर्वेक्षण (Plane Table Survey)

समपटल सर्वेक्षण भारत की एक अत्यन्त लोकप्रिय विधि है। इसके द्वारा छोटे क्षेत्रों के मानचित्रों को सरलतापूर्वक बनाया जा सकता है। इसे प्रायः थियोडोलाइट सर्वेक्षण से निर्मित त्रिभुजों मे भूतल के अन्य विवरणों को चित्रित करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है। वैसे छोटे क्षेत्रों का सर्वेक्षण करने के लिए त्रिभुजन तथा त्रिभुजों में अन्य विवरणों को भरने का कार्य दोनों ही समपटल द्वारा सम्पन्न कर लिये जाते हैं। इस सर्वेक्षण की प्रमुख विशेषता यह है कि यह सर्वेक्षण एक लेखाचित्रीय विधि है, जिसमें सर्वेक्षण तथा चित्रण का कार्य साथ–साथ क्षेत्र में ही होते रहते हैं, जिससे सर्वेक्षणकर्ता चित्रण कार्य के साथ–साथ जाँच करता चलता है और यदि कोई त्रुटि दिखाई देती है तो उसे तुरन्त ही सुधार लेता है। इसके अतिरिक्त इस विधि द्वारा सर्वेक्षण भी ठीक–ठीक एवं शीघ्रतापूर्वक किया जा सकता है। इसका मुख्य दोष यह है कि इससे वर्षा ऋतु में सर्वेक्षण नहीं किया जा सकता हैं तथा पहाडी एवं ऊबड–खाबड धरातल वाले क्षेत्रों में भी इससे सर्वेक्षण करना प्रायः असम्भव होता है।

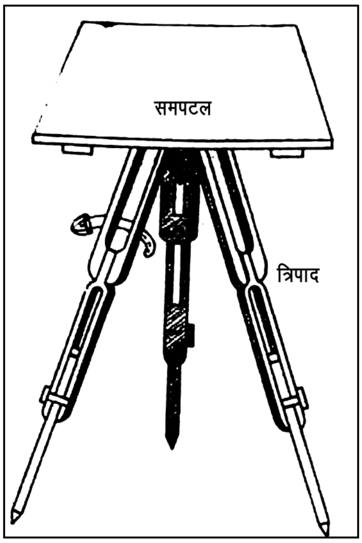
समपटल सर्वेक्षण हेतु निम्नलिखित उपकरणों की आवश्यकता होती है–

1. समपटल एवं त्रिपाद (Plane Table and Tripod Stand)
2. ऐलीडेड या दर्शरेखक (Alidade)
3. दिक्सूचक (Trough Compass)

टिप्पणी

4. स्प्रिट लेवल (Spirit Level)
5. साहुल चिमटा (Pump-bob Fork)
6. फीता (Tape)
7. लक्ष्य दण्ड (Ranging Rod)
8. तीर (Arrow)

1. **समपटल एवं त्रिपाद (Plane Table and Tripod Stand)**– समपटल भलीभाँति सुखाई गई (Seasoned) चीड की लकडी द्वारा निर्मित एक बोर्ड होता है, जिसके नीचे लकडी की दो आडी पट्टियाँ लगी होती है। पटल के नीचे की ओर ठीक बीच में पीतल व ऐल्यूमिनियम की एक गोल प्लेट लगी होती है, जिसमें तितली पेच (Butterfly nut) लगा होता है, जिसे पटल को त्रिपाद पर रखकर कसने के लिए काम में लाया जाता है। समपटल कई आकार के होते है, जैसे – 75 × 60 सेमी, 45 × 45 सेमी, 60 × 60 सेमी तथा 35 × 45 सेमी आदि परन्तु 60 × 75 सेमी आकार वाले समपटल अधिक प्रचलित हैं।

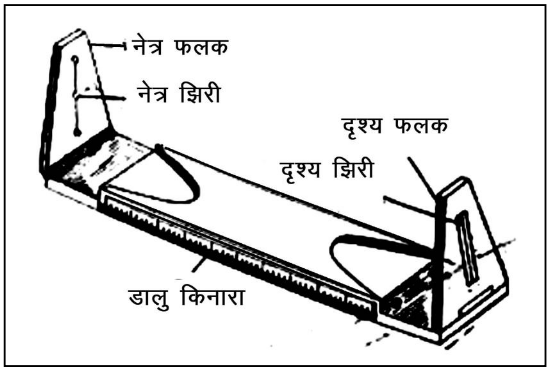


चित्र क्र. 5.1: समपटल एवं त्रिपाद

त्रिपाद एक प्रकार की तिपाई होती है, जिसकी तीन टाँगे होती हैं। ये तीनों टाँगे प्लाईंनटों की सहायता से पीतल या ऐल्यूमिनियम की एक त्रिकोनी प्लेट (Tribranch Plate) से जुडी होती है। प्लाई नटों को ढीला करके त्रिपाद की तीनो टाँगो को आगे–पीछे खिसकाया जा सकता है। प्रत्येक टाँग के नीचे के सिरे पर धातु का एक नुकीला खोल (Shoe) लगा होता है, जो त्रिपाद को फिसलने से रोकता है। समपटल को त्रिपाद पर स्थापित करने के लिए पटल की मध्यवर्ती गोल प्लेट के उभरे हुए भाग (Boss head) को त्रिपाद की शीर्ष प्लेट के छिद्र में डालकर इसके तितली पेच (Butterfly nut) को कस देते हैं।

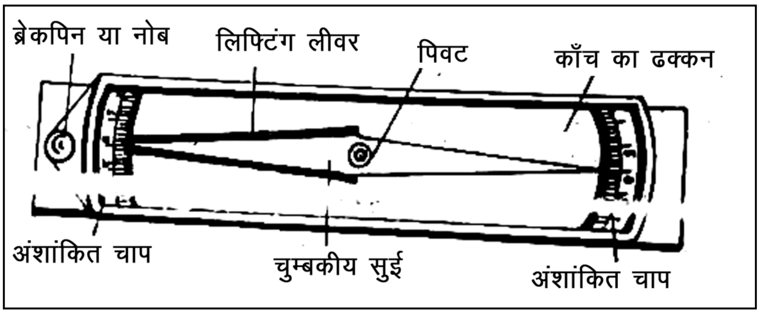
2. **एलीडेड या दर्शरेखक (Alidade)**– यह लकडी, पीतल या अन्य किसी अचुम्बकीय धातु का बना एक चपटा पैमाना होता है, जिसकी लम्बाई 30 से 45 सेमी तक होती है। इसके दोनों सिरों पर धातु के लगभग 3 सेमी लम्बे दो फलक (Vanes) कब्जों की सहायता से इस प्रकार लगे होते है कि उनको आवश्यकतानुसार गिराया व खड़ा किया जा सकता है। इनमें से एक फलक के मध्य से एक खड़ी झिरी (slit) होती है, जिससे होकर लक्ष्य स्थलों को देखा जाता है। इसे नेत्र फलक (Eye vane) कहते है। दूसरे फलक मे एक चौडी झिरी बनी होती है, जिसके मध्य में उर्ध्वाधर दिशा में एक बारीक धागा या तार (Hair wire) बंधा होता है। इसे दृश्य

फलक (Object vane or sight vane) कहा जाता है। एलीडेड के दाहिने किनारे पर इंच या सेन्टीमीटर के चिन्ह लगे होते है। इस किनारे को ढालू किनारा (Fiducial edge) अथवा कार्यकारी किनारा (working edge) कहते है। सर्वेक्षण के समय सदैव यही किनारा प्रयुक्त होता है तथा इसी के सहारे किरणे खींची जाती है।



चित्र क्र. 5.2: एलीडेड या दर्शरेखक

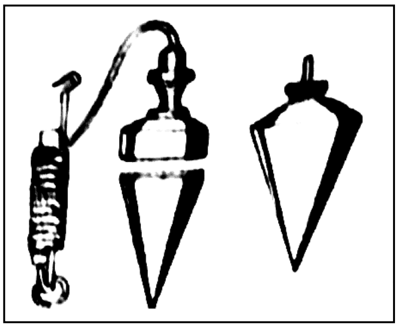
3. **दिक्सूचक (Trough Compass)**– इसे चुम्बकीय उत्तर ज्ञात करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है। यह एक आयताकार बॉक्स होता है, जिसके ठीक बीचोबीच एक धुरी (pivot) लगी होती है, जिस पर एक चुम्बकीकृत सुई (Magnetised needle) टिकी होती है। इसके एक ओर छ अक्षर खुदा होता है, जो उत्तर दिशा को ओर संकेत करता है। बक्से के दोनो सिरो पर दो अशांकित चाप (Graduated Area) लगे होते हैं। बॉक्स के एक सिरे पर एक पंच (Screw) या ब्रेक नॉब (Break knob) लगा होता है, जो मध्यवर्ती धुरी से जुड़ा होता है। इस नॉब को कसने पर सुई स्थिर हो जाती है। तथा ढीला करने पर सुई की नोक अंशांकित चापों पर स्वच्छन्द रूप से घूमने लगती है। जिस समय सुई की दोनों नोके अंशांकित चापों के ठीक मध्य में (O) ओ पर स्थित होती है तो N अक्षर वाली सुई का किनारा चुम्बकीय उत्तर की ओर संकेत करता है।



चित्र क्र. 5.3: दिक्सूचक

टिप्पणी

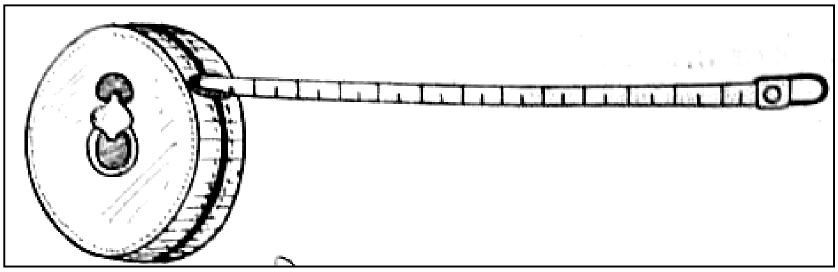
4. **स्प्रिट लेवल (Spirit Level)**– यह एक अतिसाधारण उपकरण है, जो समपटल को सुमतल करने के लिए उपयोग में लाया जाता है। इसमें एक वक्राकार कार्य की नली लगी होती है, जिसमें स्प्रिट या अल्कोहल भरा होता है। नली में कुछ स्थान रिक्त छोड दिया जाता है, जिससे इसमें हवा का एक बुलबुला बन जाता है। इस नली को धातु या लकडी की एक पतली चौरस डिब्बी में फिट कर दिया जाता है। नली के ठीक मध्य में दो रेखाएं बनी होती हैं। जब हवा का बुलबुला इन दोनों खडीं रेखाओं के ठीक मध्य में होता हे। तो उस समय समपटल पूर्ण समतल की अवस्था मे होता है।
5. **साहुल चिमटा (Plumb bob fork)**– यह एक साधारण उपकरण होता है, जिसे समपटल पर सर्वेक्षण बिन्दु (Survey station) चिमटा की सहायता से किसी सर्वेक्षण स्टेशन पर समपटल का केन्द्रण (Centering) किया जाता है।



चित्र क्र. 5.4: साहुल चिमटा

साहुल लोहे का बना शंक्वाकार लट्टू होता है, जिसमें उपर की ओर एक हुक लगा होता है, जिसमें धागा बाँधकर इसे चिमटे में लगे हुक से लटका दिया जाता है। चिमटा पीतल या ऐल्युमिनियम की लगभग 2 सेमी चौडी व 2 मिमी मोटी पत्ती का बना होता है। इसका एक सिरा नुकीला व दूसरा सिरा चपटा होता है। नुकीले सिरे वाली भुजा चपटी भुजा से कुछ छोटी होती है। नोकदार सिरे की बिल्कुल सीध में दूसरी भुजा के नीचे एक हुक लगा होता है जिसमें धागे से साहुल बंधा होता है।

6. **फीता (Tape)**– फीता सर्वेक्षण का एक महत्वपूर्ण उपकरण है। इसकी सहायता से एक स्थान से दूसरे स्थान के मध्य की दूरी नापी जाती है। सामान्यतः फीता 30 मीटर या 100 फीट की लम्बाई वाले होते है। यह कपडा अथवा धातु की मजबूत पट्टियो के रूप में होते है। इनके बाहरी सिरे पर



चित्र क्र. 5.5ः फीता

पीतल का एक छल्ला लगा होता है, दूसरा सिरा चमड़े के एक गोल डिब्बे के बीचों बीच लगी एक छड से लिपटा होता है। इस छड का सम्बन्ध खोल के बाहर लगे हत्थे से होता है, जिसे घुमाने पर फीता खोल के अन्दर लगी छड पर लिपटता जाता है।

निर्माण सामग्री के आधार पर फीते चार प्रकार होते है–

(i) कपडे का फीता (Cloth or Linen Tape)

(ii) धात्विक फीता (Metallic tape)

(iii) इनवार फीता (Invar Tape)

(iv) इस्पात का फीता (Steel tape)

(i) कपडे का फीता– यह मजबूत कपडे का बना होता है। यह फीता थोड़ा – सा खींचने पर बढ जाता है तथा ढीला छोडने पर घट जाता है फलतः इससे दूरियों की ठीक–टीक नाप नहीं हो पाती है, इसीलिए इसे सर्वेक्षण हेतु उपयोग में नही लाया जाता है।

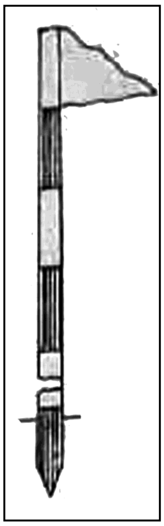
(ii) धात्विक फीता– इन फीतों का निर्माण ऐसे कपडे से होता है, जिनमें बुनाई के समय तांबे या पीतल के बारीक तार डाल दिये जाते है। फलतः कपडे के फीतों की तुलना में ये अधिक मजबूत होते है। इनमें खिंचने और सिकुडने की भी समस्या नहीं होती है। इनके उपर धूप, ताप या पानी का भी कोई खास प्रभाव नहीं पडता है। सर्वेक्षण में इन फीतों का सर्वाधिक प्रचलन होता है।

(iii) इनवार फीता– इनवार फीते इस्पात एवं निकिल की मिश्रित धातु सें बनाये जाते है। ये अतिशुद्ध मापन के लिये काम में लाये जाते है। इनके उपर ताप का कोई प्रभाव नहीं पडता ये काफी महंगे होते हैं।

(iv) इस्पाती फीता– ये उत्तम किस्म की इस्पात की पतली पत्तियों से बने होते हैं। इनकी चौडाई 2 सेमी तथा लम्बाई 10, 20, 50 तथा 100 मीटर तक हो सकती है। इन्हें प्रयोग करते समय विशेष सावधानी की आवश्यकता होती है, क्योंकि थोडा सा मुडने पर ही फीता टूट सकता है। कभी–कभी नमी के कारण इन पर भी आ जाती है। इनसे तुलनात्मक रूप से अधिक शुद्ध मापन होता है।

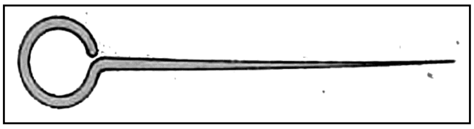
टिप्पणी

7. **लक्ष्य दण्ड (Ranging Rod)**– इन्हें लक्ष्य बिन्दुओं पर गाडने के लिए काम में लाया जाता है। ये लोहे की पाइप अथवा लकडी के गोलाकार दण्ड होते है, जिनकी लम्बाई 6 फीट, 8 फीट तथा 10 फीट तक होती है। इन्हे लगभग 1–1 फीट या 30 सेमी के अन्तर से लाल–सफेद अथवा काला सफेद रंग दिया जाता है, जिससे सर्वेक्षण के दौरान ये सुगमतापूर्वक दिखाई दें सके। दण्ड के नीचे की और लोहे की चादर का बना नोकदार खोल (Iron Shoe) लगा होता है, जिससे इन्हें सुगमतापूर्वक भूमि पर गाड़ा जा सके।



चित्र क्र. 5.6

8. **तीर (Arrow)**– ये लोहे की बनी खूँटियाँ होती है, जिनका एक सिरा नुकीला व दूसरा सिरा गोलाकार रूप में मुडा हुआ होता है। नुकीला सिरा जमीन में गाडने के लिए तथा गोलाकार मुडा सिरा इन्हें उखाडने के लिए होता है।



चित्र क्र. 5.7: तीर

उपर्युक्त उपकरणों के अतिरिक्त समपटल सर्वेक्षण हेतु कागज, टेप, हैडपिन, आलपिन आदि की आवश्यकता होती है।

5.5 समपटल सर्वेक्षण की प्रक्रिया (Procedure of Plane Table Surveying)

टिप्पणी

समपटल सर्वेक्षण करने के लिए निम्नलिखित क्रियाएँ करनी पडती है–

1. आरम्भिक जाँच पड़ताल (Reconnaissance)
2. समपटल को स्थापित करना (Setting the Plane Table)
3. समपटल पर कागज चढ़ाना (Mounting the Paper)
4. समपटल का समतलन करना (Levelling the Plane Table)
5. केन्द्रीयकरण करना (Centering)
6. दिक्स्थापन करना (Orientation)
7. किरणे खींचना (Drawing of Rays)

1. **आरम्भिक जाँच पड़ताल (Reconnaissance)**– सम्बन्धित क्षेत्र में सर्वेक्षण का वास्तविक कार्य आरम्भ करने से पूर्व उसका भली–भाँति निरीक्षण कर लेना चाहिये तथा उस क्षेत्र का एक कच्चा रेखाचित्र (Rough Sketch map) तैयार कर लेना चाहिए तथा उस रेखाचित्र में उन सभी अवस्थानों एवं सर्वेक्षण केन्द्रो की अनुमानित स्थितियों को अंकित कर देना चाहिए, जिन्हे क्षेत्र के वास्तविक रेखाचित्र में प्रकट किया जाता है।

2. **समपटल को स्थापित करना (Setting the Plane Table)**– सर्वप्रथम त्रिपाद को खोलकर क्षेत्र में आरंभिक सर्वेक्षण स्टेशन पर स्थापित करते है। तत्पश्चात् समपटल को त्रिपाद पर रखकर तितली पेच द्वारा कस देते है। समपटल की उँचाई कुहनियों के बराबर रखनी चाहिए, जिससे सर्वेक्षणकर्ता को किरणे खीचने में कोई परेशानी न हो। त्रिपाद की टाँगों को जमीन में भली–भाँति गाड देना चाहिए, जिससे समपटल इधर–उधर न हिले–डुले।

3. **समपटल पर कागज चढ़ाना (Mounting the Paper)**– समपटल पर कागज चढ़ाने की प्रक्रिया को आरोपण (Mounting) कहते है। कागज समपटल से बड़ा चाहिए, जिससे आरोपण के उपरान्त उसे समपटल के नीचे की ओर लगाकर मोड़ा जा सके। कागज चढाते समय यह ध्यान रखना चाहिये कि उसमें सलवटें न पड़े। कागज चढाने के उपरान्त पिनें (Head Pins) कभी भी समपटल के उपर नहीं लगानी चाहिए, क्योंकि इनसे एलीडेड को घुमाने में बाधा उत्पन्न होती है।

4. **समपटल का समतलन करना (Levelling the Plane Table)**– समपटल को क्षेत्र में स्थापित करने के उपरान्त पहले यह देखना चाहिये कि समपटल किसी ओर झुका तो नहीं है। समपटल का आरम्भिक रूप से समतलन कर लेने के उपरान्त स्प्रिट लेवल को समपटल पर त्रिपाद की प्रत्येक दो टाँगों के बीच रखकर तीसरी टाँग को आगे–पीछे करके समतलन करते है। समपटल को समतलन होने पर उस पर जहाँ कहीं भी

टिप्पणी

स्प्रिट लेबल रखा जायेगा, प्रत्येक स्थिति में हवा का बुलबुला उसके ठीक मध्य में होगा।

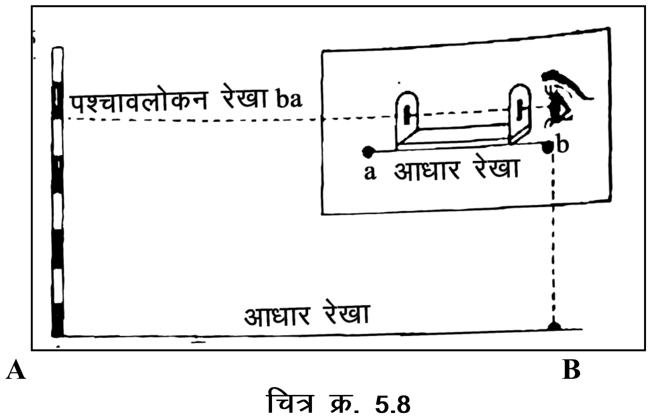
5. **केन्द्रीयकरण करना (Centering)**– धरातलीय सर्वेक्षण केन्द्र की स्थिति को समपटल पर चढ़े कागज पर अंकित करने की प्रक्रिया को ही केन्द्रीयकरण कहते हैं। यह क्रिया साहुल चिमटा की सहायता से की जाती है। केन्द्रीयकरण करने के लिए चिमटा के नुकीले सिरे को समपटल के ऊपर की ओर तथा साहुल लटकी भुजा को समपटल के नीचे की ओर रखते है। जब साहुल धरातल पर लगाये गये तीर के ठीक ऊपर लटकने लगे तो समपटल पर चिमटे का नोंकदार सिरा धरातलीय बिन्दु की स्थिति को प्रकट करता है।

   प्रारम्भिक सर्वेक्षण– केन्द्र पर कार्य समाप्त हो जाने के बाद जब समपटल को दूसरे सर्वेक्षण बिन्दु पर स्थापित किया जाता है तो वहाँ उपर्युक्त प्रक्रिया का अनुसरण कर कागज पर पहले से अंकित बिन्दु को धरातलीय बिन्दु के ठीक ऊपर स्थापित किया जाता है। इसके लिए त्रिपाद को आगे–पीछे खिसकाना पडता है फलतः समपटल के समतलन में फर्क आ जाता है। अतः केन्द्रीयकरण एवं समतलन में ऐसा सामंजस्य बैठाना पडता है, जिससे केन्द्रीयकरण के साथ–साथ समपटल का समतलन भी बना रहे।

6. **टिक्स्थापन (Orientation)**– समपटल पर चढ़े कागज पर अंकित विभिन्न लक्ष्यों को समानान्तर करने की क्रिया को दिक्स्थापन कहते हैं। आरम्भिक सर्वेक्षण स्टेशनों पर किरणें खींचने से अंकित विभिन्न अवस्थानों की सापेक्षिक स्थितियों में अन्तर आने के कारण मानचित्र अशुद्ध हो जायेगा।

   दिकस्थापन दो विधियों से किया जा सकता है–

   (i) दिक्सूचक द्वारा (ii) पश्च अवलोकन द्वारा



चित्र क्र. 5.8

(i) **दिक्सूचक द्वारा**– आरम्भिक सर्वेक्षण स्टेशन पर दिक्स्थापन केवल दिक्सूचक की सहायता से ही किया जा सकता है, जबकि बाद के स्टेशनों पर इसे दिक्सूचक एवं पश्च अवलोकन दोनों ही विधियों से किया जा सकता है। आरम्भिक स्टेशन पर समपटल का समतलन व केन्द्रीयकरण करने के उपरान्त समपटल के उत्तर–पश्चिमी किनारे

पर दिक्सूचक को इस प्रकार रखिये कि उसकी सुई के दोनों सिरे अंशांकित चापों के मध्य O पर टिक जायें। इस स्थिति में दिक्सूचक की N अंकित सुई का सिरा चुम्बकीय उत्तर की ओर संकेत करेगा। अब दिक्सूचक के समानान्तर एक रेखा खीचिये और इसके उत्तरी सिरे पर N अंकित कर दीजिये।

आरम्भिक सर्वेक्षण– स्टेशन के अतिरिक्त अन्य सभी सर्वेक्षण स्टेशनों पर दिक्स्थापन के लिए सर्व प्रथम सर्वपटल को उस स्टेशन पर स्थपित करते हैं तथा कागज पर आरम्भिक स्टेशन पर खींची गई उत्तर रेखा के साथ दिक्सूचक को रखकर समपटल को ढीला करके तब तक दायीं या बायीं ओर घुमाते रहते हैं जब तक कि दिक्सूचक की सुई मध्य में स्थिर न हो जाये। ऐसा होने पर तितली पेच की सहायता से समपटल को कस देते हैं। इस स्थिति में समपटल आरम्भिक सर्वेक्षण स्टेशन की सापेक्षिक स्थिति के तद्नुरूप होगा।

(ii) पश्च अवलोकन द्वारा– इस विधि में कागज पर पहले से अंकित आधार रेखा के दोनों सिरों पर स्थित सर्वेक्षण स्टेशनों को धरातल पर स्थित उन्हीं दोनों बिन्दुओं को मिलाने वाली कल्पित रेखा के तद्नुरूप कर दिक्स्थापन किया जाता है। उदाहरण के लिए जिनके मध्य की AB आधार रेखा को कागज पर ab द्वारा प्रकट किया गया है। अब B बिन्दु पर समपटल का दिक्स्थापन करने के लिए A बिन्दु पर एक लक्ष्य दण्ड गाड दिया तत्पश्चात् B बिन्दु के ऊपर समपटल को इस प्रकार अभिस्थापित किया कि कागज का b जमीन के B के ठीक ऊपर हो। तदोपरान्त ba रेखा पर एलीडेट रखकर समपटल को ढिला कर के उतना घुमाया की क्षेत्र वेधिका से देखने पर दृश्य वेधिका का तार A पर गड़े लक्ष्य दण्ड की सीध में आ जाये । इतना होने पर समपटल को कस दिया। स्मरण रहे कि यह प्रक्रिया करते समय यदि b जमीन के B के ऊपर से इधर–उधर हो जाये तो उसे ठीक करके पुनः पश्चावलोकन करना चाहिए तभी समपटल का शुद्ध दिक्स्थापन होगा।

7. **किरणें खींचना (Drawing of Rays)**– आरम्भिक सर्वेक्षण स्टेशन पर समपटल का पूर्ण अभिस्थापन करने के उपरान्त कागज पर अंकित आधार रेखा के आरम्भिक बिन्दु पर आलपिन गाड़कर इसके सहारे एलीडेट का कार्यकारी किनारा रखकर क्षेत्र के सभी महत्वपूर्ण अवस्थानों का बारी–बारी से संरेखण कर उनके लिए किरणें खींचते जाते हैं तथा प्रत्येक किरण पर कुछ संकेत लिख देते है। इसके उपरान्त समपटल को इसके सर्वेक्षण स्टेशन पर ले जाकर इसका पुनराभिस्थापन करते हैं, तदोपरान्त आधार रेखा के दूसरे बिन्दु पर आलपिन गाडकर पूर्व प्रक्रिया का अनुसरण कर सभी अवस्थानों के लिए किरणें खींचते है, तो पहले स्टेशन से खींची गई

किरणों का प्रतिच्छेदन करती है। प्रतिच्छेदन द्वारा प्राप्त बिन्दु कागज पर विभिन्न अवस्थानों की स्थिति प्रकट करते हैं।

टिप्पणी

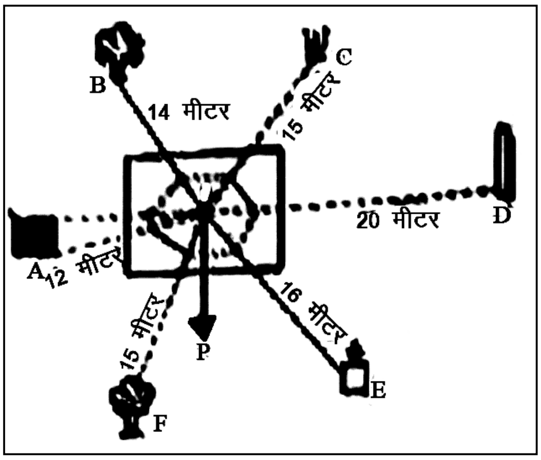
5.6 समपटल सर्वेक्षण की विधियाँ (Method of Plane Table Surveying)

समपटल द्वारा सर्वेक्षण करने की निम्नलिखित विधियाँ है–

1. विकिरण विधि (Radiation Method)
2. प्रतिच्छेदन विधि (Intersection Method)
3. चलन विधि (Traversing Method)
4. स्थिति निर्धारण विधि (Resection Method)

1. **विकिरण विधि (Radiation Method)**– यह विधि छोटे क्षेत्र का सर्वेक्षण करने हेतु उपयोगी होती है। इस विधि मे एक ही सर्वेक्षण स्टेशन पर समपटल को स्थापित करके एलीडेड की सहायता से महत्वपूर्ण अवस्थानों का सर्वेक्षण कर उसके लिए किरणे खींच दी जाती है तथा किरणों को मापकानुसार काटकर मानचित्र तैयार कर लिया जाता है। यह सर्वेक्षण की अति सरल विधि है।

   कार्यविधि (Procedure)– माना कि किसी क्षेत्र A, B, C, D, E, F अवस्था पर स्थित है। इस क्षेत्र का विकिरण विधि द्वारा सर्वेक्षण निम्नांकित प्रक्रिया के अनुसार होगा–



चित्र क्र. 5.9

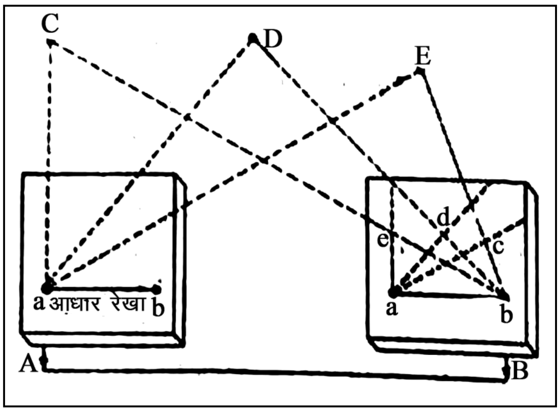
सर्वप्रथम समपटल को क्षेत्र के मध्य में ऐसे स्थान P पर स्थापित किया जहाँ से सभी छः लक्ष्य अवस्थान दृष्टिगोचर हों। समपटल का समतलन व दिक्स्थापन किया गया केन्द्रण द्वारा धरातल के P को कागज के मध्य P द्वारा अंकित किया।

टिप्पणी

अब P बिन्दु पर आलपिन गाड़कर एलीडेड के कार्यकारी किनारे को इससे सटाकर रखते हुए A B C D E F अवस्थानों पर गाडे गए लक्ष्य दण्डों का बारी–बारी से अवलोकन कर उनके लिए किरणे खींची।

तत्पश्चात् फीते द्वारा धरातल के P बिन्दु से PA, PB, PC, PD, PE तथा PF की दूरियाँ नापी, जो क्रमशः 12 मीटर, 14 मीटर, 15 मीटर, 20 मीटर, 16 मीटर व 15 मीटर है। अब कोई उपयुक्त मापक लेकर (उदाहरण के लिए 1 सेमी = 1 मीटर) उपर्युक्त छः अवस्थानों को खींची गई किरणों को क्रमशः 12 सेमी, 14 सेमी, 15 सेमी, 20 सेमी, 16 सेमी व 15 सेमी की दूरियों पर काटा। यही कटान बिन्दु लक्ष्य अवस्थानों की स्थिति दर्शायेंगे। इन्हें मिलाकर क्षेत्र का मानचित्र तैयार कर लिया।

2. **प्रतिच्छेदन विधि (Intersection Method)**– इस स्थिति में दो सर्वेक्षण केन्दों से किरणें खींचकर उनके पारस्परिक प्रतिच्छेदन से विभिन्न अवस्थानों की स्थिति को अंकित किया जाता है, इसीलिए इसे प्रतिच्छेदन विधि कहते हैं। दो सर्वेक्षण केन्द्रों को मिलाने वाली रेखा को आधार रेखा (Base Line) कहते हैं। इसे फीता या जरीब, द्वारा नापकर निर्धारित मापकानुसार कागज पर बनाते है। आधार रेखा के दोनों सिरे सर्वेक्षण केन्द्र कहलाते हैं तथा इन्हीं केन्द्रों पर समपटल को अभिस्थापित कर विभिन्न अवस्थानों को किरणें खींचकर उनकी स्थिति निर्धारित की जाती है।



चित्र क्र. 5.10

आधार रेखा का चयन करते समय निम्नलिखित बातों का ध्यान रखना चाहिए–

(i) आधार रेखा के दोनों सिरों से क्षेत्र के सभी महत्वपूर्ण अवस्थान दिखाई देने चाहिए।

(ii) आधार रेखा का चुनाव जहाँ तक सम्भव हो समतल धरातल पर ही करना चाहिए।

(iii) आधार रेखा के दोनों सिरों से विभिन्न अवस्थानों के लिए खींची जाने वाली किरणों के प्रतिच्छेदन अत्याधिक तिरछे नहीं होने चाहिए।

टिप्पणी

कार्यविधि (Procedure)– चित्र में दिये गये क्षेत्र का सर्वेक्षण प्रतिच्छेदन विधि द्वारा निम्नांकित प्रक्रिया द्वारा सम्पन्न होगा–

(a) सर्वप्रथम क्षेत्र का भली–भाँति अवलोकन कर आधार रेखा के निर्धारण हेतु AE बिन्दुओं का चयन किया।

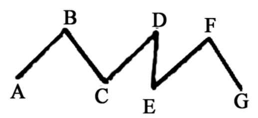
इस प्रकार क्षेत्र का अधीक सर्वेक्षण रेखाचित्र बनकर तैयार हो गया।

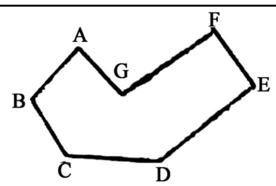
3. **चलन विधि (Traversing Method)**– जब दो से अधिक सर्वेक्षण स्थानों पर समपटल स्थापित कर सर्वेक्षण कार्य पूर्ण किया जाता है तो उसे पार्श्व सर्वेक्षण कहते हैं। यह दो प्रकार का होता है–

(i) खुला चलन (Open Traversing)

(ii) बन्द चलन (Closed Traversing)

उपर्युक्त दोनों विधियों के अन्तर्गत विभिन्न स्टेशनों पर सर्वेक्षण प्रक्रिया एक समान ही करनी होती है, परन्तु इन दोनों में केवल इतना अन्तर होता है कि खुला चलन विधि के अन्तर्गत सर्वेक्षणकर्ता एक सर्वेक्षण स्टेशन से सर्वेक्षण कार्य आरम्भ करता हुआ क्रमशः आगे के स्टेशनों पर बढ़ता चला जाता है। नदी, सड़क आदि के सर्वेक्षण हेतु यह विधि सर्वाधिक उपयुक्त होती है। चित्र संख्या 5.11 में सर्वेक्षण कार्य A बिन्दु से आरम्भ कर G बिन्दु पर समाप्त कर दिया है।





चित्र क्र. 5.11 **चित्र क्र. 5.12**

बन्द चलन विधि के अन्तर्गत सर्वेक्षणकर्ता जिस स्टेशन से अपना सर्वेक्षण कार्य आरम्भ करता है, अन्त में वह उसी स्टेशन पर आकर अपना सर्वेक्षण कार्य समाप्त करता है, इसीलिये इसे बन्द चलन सर्वेक्षण कहते है। चित्र 5.12 में सर्वेक्षणकर्ता A बिन्दु से कार्य आरम्भ करता हुआ क्रमशः B, C, D, E, F तथा G बिन्दुओं पर कार्य करता हुआ अन्त में पुनः A पर लौट आता है।

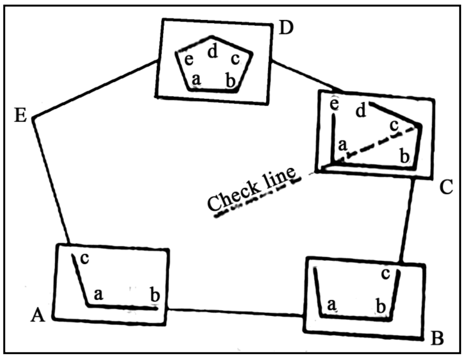
कार्यविधि (Procedure)– किसी क्षेत्र का चलन विधि द्वारा सर्वेक्षण निम्नलिखित प्रक्रिया द्वारा पूर्ण करते है।

सर्वप्रथम क्षेत्र का भली–भाँति अवलोकन कर आरम्भिक स्टेशन A पर समपटल को स्थापित कर स्प्रिट लेवल से समतलन करते हैं।

अब b के सहारे एलीडेड रखकर जमीन पर चुने तीसरे लक्ष्य स्टेशन C का सर्वेक्षण कर उसके लिये रिण खीच दी तथा मापकानुसार लम्बाई काटकर C अंकित कर दिया। तत्पश्चात b किन्तु पर एलीडेड रखकर बारी–बारी से क्षेत्र के विभिन्न अवस्थानों का सरेखण कर किरणें खींच दी। इसमें से कुछ

किरणे a बिन्दु से खींची गई किरणों का परिच्छेदन कर तत्सम्बन्धित लक्ष्य अवध्यायों की स्थिति को प्रकट करेंगी।

टिप्पणी



चित्र क्र. 5.13

इसी प्रकार समपटल को C तथा आगे के अन्य स्टेशनों पर स्थापित कर सर्वेक्षण प्रक्रिया की पुनरावृत्ति करते चलते है और इस प्रकार सम्बन्धित क्षेत्र का सर्वेक्षण कार्य पूर्ण हो जाता है।

4. **स्थिति निर्धारण विधि (Reservation Method)**– मानचित्र पर अंकित किन्हीं दो या तीन लक्ष्य बिन्दुओं की सहायता से क्षेत्र मे समपटल की अंशतः स्थिति को ज्ञात करना ही स्थिति निर्धारण कहलाता है। स्थिति निर्धारण सम्बन्धी विधियों को निम्नलिखित दो वर्गों में रखा गया है–

   (a) द्वव बिन्दु समस्या (Two Point Problem),

   (b) त्रव बिन्दु समस्या (Three Point Problem)

   जब दो पूर्व अंकित बिन्दुओं की सहायता से क्षेत्र मे समपटल की अज्ञात स्थिति का निर्धारण किया जाता है तो इसे दो बिन्दु समस्या कहते है और जब तीन ज्ञात बिन्दुओं की सहायता से समपटल की स्थिति ज्ञात की जाती है तो उसे त्रय बिन्दु समस्या कहते है।

   त्रय बिन्दु समस्या (Three Point Problem)– तीन ज्ञात बिन्दुओं की सहायता से समपटल की अज्ञात स्थिति ज्ञात करने की विधियों को निम्नलिखित तीन श्रेणियों में बाँटा जा सकता है–

   (i) यान्त्रिक विधि (Mechanical Method)

   (ii) लेखाचित्रीय विधि (Graphical Method)

   (iii) परिक्षण विधि (Trial and Error Method)

   (i) यांन्त्रिक विधि– इस विधि को ट्रेसिंग पेपर का प्रयोग विधि भी कहा जाता है।

कार्यविधि (Procedure)– क्षेत्र में स्थित तीन अवस्थान A, B, C तथा उनकी प्लान पर अंकित सापेक्षित स्थितियाँ a, b, c की सहायता से क्षेत्र मे R स्थान पर स्थापित समपटल की स्थिति निर्धारित करती है।

टिप्पणी

सर्वप्रथम समपटल को R बिन्दु पर स्थापित कर उसका समपटल किया तथा दिक्सूचक से अथवा अनुमान से इसका दिक्स्थापन (Orientation) किया।

अब समपटल पर एक ट्रेसिंग पेपर बिछाया तथा साहुल चिमटा की सहायता से केन्द्रण करके धरातल के R बिन्दु को ट्रेसिंग पेपर पर r बिन्दु के रूप में अंकित किया।

तत्पश्चात् r बिन्दु पर आलाधन लगाकर इसके सहारे एलीडेड रखकर क्रमशः A, B, C का संरखण करते हुए तीन किरणें खींची।

अब ट्रेसिंग पेपर को प्लान पर इस प्रकार समायोजित करते हैं कि उस पर खींची गई तीनों किरणें प्लान पर पूर्व अंकित तीनों बिन्दुओं a,b,c से होकर गुजरें।

जब ट्रेसिंग पेपर इस स्थिति में आ जाये तो इस पर अंकित r बिन्दु की स्थिति को पिन चुबाकर नीचे के प्लान पर अंकित कर देते है। प्लान पर अंकित r बिन्दु धरातल के R की स्थिति को प्रकट करेंगा।

(ii) आलेखी विधियाँ – स्थिति निर्धारण की दो प्रमुख आलेखी विधियाँ है–

(a) लामोज विधि (Limo's Method)

(b) बेसल विधि (Bessel's Method)

(a) लामोज विधि (Limo's Method)– धरातल पर कोई बिन्दु A, B, C स्थित है, जिन्हे प्लान में क्रमशः a, b, c द्वारा दर्शाया गया है तो R बिन्दु पर स्थापित समपटल की स्थिति निम्न प्रकार ज्ञात होंगी –

कार्यविधि (Procedure)–

समपटल के R बिन्दु पर समपटल की अवस्था में इस प्रकार दिक्स्थापन किया कि प्लान पर अंकित a, b, c क्रमशः धरातल के A, B, C के तदनुरूप रहे।

a तथा b को सरल रेखा द्वारा मिलाकर इसका लम्बार्धक mn के सहारे एलीडेड रखकर समपटल को ढीला करके दाहिनी ओर इतना घुमाया कि धरातल का B दृष्टिगोचर होने लगे। समपटल कस दिया। अब a पर आलपिन के सहारे एलीडेड रखकर A का संरेखण किया तथा एक पश्चकिरण खींची, जो लम्बार्धक mn को किसी बिन्दु O पर काटती है।

अब bc को मिलाया तथा इसका लम्बार्धक किया तथा लम्बार्धक रेखा pg के सहारे एलीडेड रखकर समपटल को ढीला कर बायीं तरफ इतना घुमाया कि धरातल के B का संरेखण हो जाये। तत्पश्चात् समपटल को कस दिया तथा c पर आलपिन के सहारे एलीडेड रखकर C को देखा और एक पश्च किरण खींचा दी, जो लम्बार्धक pq को किसी बिन्दु B पर काटती है।

अब O व s बिन्दुओं को केन्द्र मानकर क्रमशः Oa तथा sc की दूरियाँ लेकर दो वृत्त खींचे, जो एक–दूसरे को क्रमशः b तथा r बिन्दु पर काटते है।

(b) बेसल विधि (Bessel's Method)– यदि क्षेत्र में कोई तीन बिन्दु A, B, C स्थित हैं, जिन्हें प्लान में a,b, c द्वारा दर्शाया गया है तो क्षेत्र में R बिन्दु पर स्थित समपटल की स्थिति निर्धारण निम्न प्रकार किया जात सकता है–

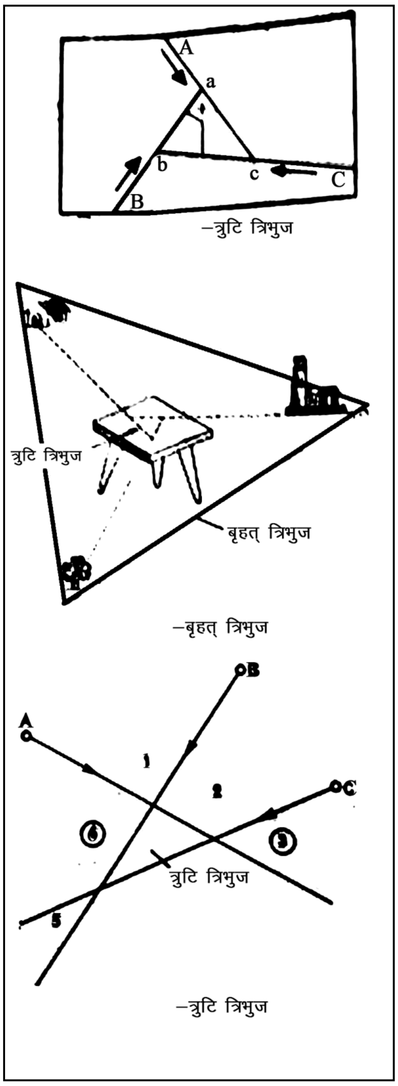
टिप्पणी

कार्यविधी–

सर्वप्रथम समपटल को R बिन्दु पर स्थापित कर उसका समतलन किया तथा उसे इस प्रकार दिक्स्थापन किया कि प्लान पर अंकित a, b, c क्रमशः A, B, C के तदनुरूप रहें।

अब ac पर एलीडेड रखा तथा समपटल को ढीला करके इतना घुमाया कि धरातल का C दिखाई देने लग जाये। समपटल को कस दिया तथा a पर आलपिन के सहारे एलीडेड रखकर धरातल के B का संरेखण कर एक किरण खींच दी।

तदोपरान्त Ca पर एलीडेड रखकर समपटल को घुमाकर A का संरेखण किया तथा समपटल को कस दिया। फिर c पर आलपिन के सहारे एलीडेड रखकर B का संरेखण किया और दूसरी किरण खींच दी, जो पहली किरण को बिन्दु b पर काटती है।



चित्र क्र. 5.14

अब b'b को मिलाकर इस पर एलीडेड रखा तथा समपटल को ढीला करके B का संरेखण, कर समपटल को कस दिया। तत्पश्चात् a पर आलपिन के सहारे एलीडेड रखकर A का दृश्यावलोकन किया और एक पश्च किरण (Back ray) खींची, जो b'b रेखा को r बिन्दु पर काटती है। यही बिन्दु प्लान पर R की स्थिति प्रकट करेंगी।

स्थिति निर्धारण की शुद्धता जाँचने के लिए re पर एलीडेड रखकर C का अवलोकल किया। यदि C का स्पष्ट अवलोकन हो जाता है तो स्थिति निर्धारण शुद्ध हुआ है।

(c) परिक्षण विधि (Trial and Error Method)– स्थिति निर्धारण करने की यह एक अतिसुगम विधि है। माना कि क्षेत्र में तिन बिन्दु A, B, C है, जिनकी स्थिति प्लान पर क्रमशः a, b, c द्वारा एकत्र की गई है तो परीक्षण विधि द्वारा समपटल पर R की स्थिति का निर्धारण निम्न एकत्र होगा –

कार्यविधी (Procedure)–

सर्वप्रथम समपटल को R स्थान पर स्थापित करें इसका भरवी प्रकार समपतल व दिक्पादन किया।

तत्पश्चात प्लान पद अंकित a, b, c बिन्दुओं के क्रमशः C का A, B, C का आरेखण का पश्च किरणे खिंची।

यदि समपटल का दिक्मापन पूर्ण शुद्ध हुआ हो या तो ये तीनो एक ही बिन्दु पर मिलेगी, जो R स्टेशन की स्थिति प्रकट करेगा, परन्तु ऐसा शायद ही सम्भव हो पाता है। सम्भावित में किरणे एक–दूसरे को काटते हुए एक त्रिभुज का निर्माण करती है, जिसे त्रुटि त्रिभुज (Triangle of error) कहते है। त्रुटि त्रिभुज बनने की दशा मे समपटल की स्थिति या तो त्रिभुज के अन्दर हो सकती है या त्रिभुज के बाहर।

क्षेत्र में स्थित तीनो बिन्दुओं को मिलाने से बनने वाला काल्पनिक त्रिभुज को वृहत् त्रिभुज (Great triangle) तथा इन बिन्दुओं से होकर गुजरने वाले वृत्त को वृहत् वृत्त (Great circle) कहते हैं।

लेहमान नियम (Lehman's Rules)– वृहत् त्रिभुज के अन्दर या बाहर स्थिति निर्धारण के सन्दर्भ मे लेहमान (Lehman) ने दो नियमों का प्रतिपादन किया है–

(i) समपटल की स्थिति त्रिभुज के अन्दर या बाहर प्रत्येक दशा में लघुमत किरण से निकटतम तथा लम्बी किरण से दुरस्थ होगी। त्रुटि त्रिभुज के अन्दर अभीष्ट स्थिति निर्धारण के लिए त्रिभुज की तीनो भुजाओं पर समानुपाती लम्ब डालने पड़ते हैं। उदाहरण के लिए यदि तीनों लक्ष्य अवस्थानों की दूरी क्रमशः 50, 100 व 150 मीटर है तो इन पर डाले जाने वाले लम्बों का अनुपात क्रमशः 1:2:3 होगा। इस प्रकार छोटी किरण पर छोटा लम्ब तथा सबसे बड़ा लम्ब डालकर समपात की स्थिति निर्धारित कर लेते

है। यदि फिर भी स्थिति शुद्ध नहीं आती तो इस प्रक्रिया की पुनः दोहराते है।

(ii) यदि समपटल त्रुटि त्रिभुज के बाहर स्थित होता है तो इसकी स्थिति तीनों लक्ष्यों अवस्थवों को मिलाने से बनने वाले काल्पनिक त्रिभुज के बाहर होगी तथा यह या तो काल्पनिक त्रिभुज की तीनों भुजाओं के दाहिनी ओर या बायीं ओर होगी। अतः इस आधार पर समपटल की स्थिति सदैव III अथवा VI खण्ड मे होती है। बाहय स्थिति में भी वंचित खण्ड में छोटी भुजा पर होगा तथा लम्बी भुजा पर लम्बा तथ्य डालकर स्थिति निर्धारण कर ली जाती है।

स्थिति निर्धारण की असफलता (Failure of the Resection)– जब क्षेत्र मे स्थित में भी बॉयल खण्ड में छोटी भुजा पर होगा तब लम्बी भुजा पर लम्बा तथ्य डालकर स्थिति निर्धारण कर ली जाती है।

स्थिति निर्धारण की असफलता (Failure of the Resections)– जब क्षेत्र में स्थित तीनों लक्ष्य अवस्थान तथा स्थिति निर्धारित किये जाने वाला बिन्दु एक ही वृत्त की परिधि पर स्थित हो तो उस स्थिति में स्थिति निर्धारण असफल हो जाता है। इस वृत्त को वृहत् वृत्त तथा संकट वृत्त दोनों नामों से जाना जाता है, जिसका आधार रेखागणित की एक प्रमेय है।

5.7 समपटल सर्वेक्षण के गुण–दोष (Merits and Demerits of Plane Table Survey)

गुण (Merits)

1. यह अपेक्षाकृत सरल व शुद्ध सर्वेक्षण है।
2. इसमें सर्वेक्षण तथा मानचित्रण कार्य एक साथ होता है अतः समय की बचत होती है तथा त्रुटियों की संभावना कम रहती है।
3. इस सर्वेक्षण में दूरस्थित लक्ष्य बिना दूरी नापे ही आलेखित किये जा सकते है।
4. चुम्बकीय क्षेत्रों के लिए समपटल सर्वेक्षण एक सर्वोत्तम विधि है।
5. इस सर्वेक्षण में कार्य बीच में रोककर पुनः किसी भी स्थान से कार्य आरंभ किया जा सकता है।
6. इस सर्वेक्षण को केवल दो व्यक्ति भी पूरा कर सकते है।
7. इस सर्वेक्षण में छोटे पैमाने पर कार्य अधिक शुद्ध रहता है।

दोष (Demerits)

1. इस सर्वेक्षण में परिशुद्धता की मात्रा अधिक नहीं होती है।
2. यह सर्वेक्षण अपेक्षाकृत छोटे क्षेत्रों के लिए ही उपयुक्त हो।
3. असमतल क्षेत्रों का सर्वेक्षण पटल द्वारा संभव नहीं है।

टिप्पणी

4. आर्द्र या अस्थिर मौसम (वर्षा – तूफान आदि) में यह सर्वेक्षण नहीं किया जा सकता।
5. वृहत मापनी के सर्वेक्षणों के लिए यह सर्वथा अनुपयुक्त है।

5.8 मौखिक प्रश्नोत्तर (Oral Questions and Answers)

1. समपटल सर्वेक्षण में प्रयुक्त होने वाले उपकरणों के नाम बताइये।

उत्तर–

1. समपटल व त्रिपाद	2. एलीडेड या दर्शरेखक
3. स्प्रिट लेवल	4. दिक्सूचक
5. फीता	6. साहुल चिमटा
7. लक्ष्य दण्ड	8. तीर एवं खूटी

2. समपटल के नीचे लगी धातु की गोल प्लेट तथा उस पर लगे पेच को किस नाम से जाना जाता है?

उत्तर– घुराग्र प्लेट तथा तितली पेच (Butterfly nut)

3. समपटल सर्वेक्षण में एलीडेड का उपयोग बताइये।

उत्तर– समपटल सर्वेक्षण में एलीडेड की सहायता से विभिन्न अवस्थानों का संरेखन कर उनके लिए किरणें खीचते है।

4. एलीडेड का कौन सा किनारा प्रयोग में आता है तथा इस किनारे को किस नाम से पुकारा जाता है?

उत्तर– एलीडेड का सदैव सीधा किनारा ही प्रयोग में लाया जाता है इसे कार्यकारी किनारा (Working edge) या ढालू घार (Fiducial edge) कहा जाता हैं।

5. एलीडेड के दोनों फलकों के नाम बताइये।

उत्तर– अवलोकन छिद्र झिरोवाले फलक को नेत्र फलक (Eye Vane) तथा धागा बंधे फलक का दृष्य फलक (Sight Vane) कहते हैं।

6. समपटल सर्वेक्षण में स्प्रिट लेवल किस काम आता है।

उत्तर– स्प्रिट लेवल समपटल को समतल करने के लिए काम में लाया जाता है।

7. स्प्रिट लेवल की नली में कौन सा द्रव भरा होता है?

उत्तर– इसमें स्प्रिट या एल्कोहल भरा होता है।

8. समपटल सर्वेक्षण में साहुल चिमटा का क्या उपयोग है?

उत्तर– साहुल चिमटा की सहायता से समपटल का केन्द्रण किया जाता है।

टिप्पणी

9. समपटल सर्वेक्षण की कितनी विधियाँ हैं?

उत्तर– समपटल सर्वेक्षण की चार विधियाँ है

1. विकिरण विधि 2. प्रतिच्छेदन विधि
3. चलन विधि 4. स्थिति निर्धारण विधि

10. दिक्स्थापन तथा पुनर्दिकस्थापन किसे कहते है?

उत्तर– प्रारम्भिक सर्वेक्षण स्टेशन पर दिक्सूचक की सहायता से समपट को दिशानुकूल करना दिक्स्थापन (Orientation) कहलाता है, परन्तु जब प्रारम्भिक स्टेशन के अतिरिक्त अन्य स्टेशनों पर समपटल को पूर्व अंकित आधार रेखा पर एलीडेड रख पश्चावलोकन द्वारा दिशानुकूल किया जाता है। तो इसे पुनर्दिक्स्थापन (Re-Orientation) कहते है।

11. स्थिति निर्धारण (Resecation) किसे कहते हैं?

उत्तर– जब दो या तीन ज्ञात बिन्दुओं की सहायता से क्षेत्र में स्थित समपटल की अज्ञात स्थिति को प्लान कर निर्धारित किया जाता है तो इसे स्थिति निर्धारण कहते है।

12. केन्द्रस्थापना (Centering) से क्या तात्पर्य है?

उत्तर– साहुल और चिमटे की सहायता से भूमि पर निर्धारित केन्द्र को समपटल पर मदे् हुए कागज पर अंकित करने की क्रिया को केन्द्र स्थापना कहते हैं।

13. समपटल सर्वेक्षण की क्या विशेषताएँ हैं?

उत्तर– इसकी प्रमुख विशेषताएँ इस प्रकार हैं–

1. इसमें सर्वेक्षण तथा मानचित्र निर्माण एक साथ हो जाते हैं।
2. इसमें समय की बचत होती है तथा खर्च भी कम लगता हैं।
3. ठसमें दो व्यक्ति भी कार्य कर सकते हैं।

14. त्रय बिन्दु समस्या का क्या अभिप्राय हैं?

उत्तर– किसी क्षेत्र में स्थित तीन लक्ष्य अवस्थानों, जिनकी स्थिति प्लान में अंकित हो की सहायता से प्लान में समपटल की स्थिति ज्ञात करना ही त्रय बिन्दु समस्या कहलाती है।

15. त्रय बिन्दु समस्या हल करने की आलेखी विधियों के नाम लिखिए।

उत्तर– 1. लानोज विधि 2. बेसल विधि

16. त्रुटि त्रिभुज किसे कहते हैं?

उत्तर – परिक्षण विधि में क्षेत्र के अवस्थानों का संरेखण कर खींची जाने वाली पश्च किरणें जब एक बिन्दु पर मिलकर एक त्रिभुज का निर्माण करती है तो इसे त्रुटि त्रिभुज कहते हैं।

17. वृहत त्रिभुज क्या होता है?

उत्तर– क्षेत्र में स्थित तीन लक्ष्य अवस्थानों को मिलाने से बननेवाले काल्पनिक त्रिभुज को वृहत् त्रिभुज (Great Tringle) कहते हैं।

टिप्पणी

18. वृहत् वृत्त (Great Circle) किसे कहते हैं?

उत्तर– क्षेत्र में स्थित तीन लक्ष्य बिन्दुओं से होकर जाने वाले कल्पित वृत्त को वृहत वृत्त कहते है। इसे संकट वृत्त (Danger Circle) भी कहा जाता है।

5.9 अभ्यास प्रश्न (Practice Questions)

1. समतल पटल सर्वेक्षण के लिए आवश्यक उपकरणों का संक्षिप्त परिचय दीजिए तथा उनका प्रयोग बताइये।
2. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए

   (अ) त्रिबिन्दु समस्या (ब) लेहमान नियम (स) द्विबिन्दु समस्या।
3. समपटल सर्वेक्षण के गुण एवं दोष बताइये।
4. दिये गये क्षेत्र में A से B स्टेशनों के बीच आधार रेखा के सहारे प्रतिच्छेदन विधि द्वारा सर्वेक्षण किजिए।
5. अपने महाविद्यालय के किसी भाग में विकिरण विधि द्वारा समतलपट पर सर्वेक्षण कर मानचित्र तैयार कीजिए।