ব্যবহারিক ভূগোল

ভাগ-১

(একাদশ শ্রেণির পাঠ্যপুস্তক)

এন সি ই আর টি অনুমোদিত
প্রথম বাংলা সংস্করণ

©এন সি ই আর টি কর্তৃক সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত

ব্যবহারিক ভূগোল

একাদশ শ্রেণির পাঠ্যপুস্তক

*(এন সি ই আর টি-র ~ **Practical Work In Geography** পাঠ্য পুস্তকের ২০১৮ সালের অনূদিত সংস্করণ)*

প্রথম প্রকাশ : মার্চ, ২০১৯
পুনর্মুদ্রণ : মার্চ, ২০২০

প্রচ্ছদ : অরূপ চৌধুরী

প্রকাশক : রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ ত্রিপুরা

মূল্য : ১০০ টাকা মাত্র

মুদ্রণ : সত্যযুগ এমপ্লয়িজ
কো-অপারেটিভ ইন্ডাস্ট্রিয়াল
সোসাইটি লিমিটেড,
১৩ প্রফুল্ল সরকার স্ট্রিট, কলকাতা-৭২

অক্ষর বিন্যাস
লক্ষণ দেবনাথ (শিক্ষক)
অরূপ চৌধুরী (শিক্ষক)

ভূমিকা

২০০৬ সাল থেকে রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ প্রথম থেকে অষ্টম শ্রেণি পর্যন্ত প্রাথমিক ও উচ্চপ্রাথমিক স্তরের পাঠ্যপুস্তকের মুদ্রণ ও প্রকাশের দায়িত্ব পালন করে আসছে।

রাজ্যের বিদ্যালয়স্তরে উন্নত ও সমৃদ্ধতর পাঠ্যক্রম চালু করার লক্ষ্যে ত্রিপুরা রাজ্য শিক্ষা দপ্তরের প্রচেষ্টায় প্রথম থেকে অষ্টম, নবম ও একাদশ শ্রেণির জন্য ২০১৯ শিক্ষাবর্ষ থেকে জাতীয় শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদের (এন সি ই আর টি) পাঠ্যপুস্তকসমূহ গ্রহণ করার সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।

বাংলা বিষয় ছাড়া অন্যান্য বিষয়গুলোর জন্য জাতীয় শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদের প্রকাশিত পুস্তকগুলোর অনূদিত ও অভিযোজিত সংস্করণ ২০১৯ সালে প্রথম প্রকাশ করা হয় এবং এ বছর ওইসব পুস্তকগুলোর পুনর্মুদ্রণ করা হল। পাশাপাশি দশম ও দ্বাদশ শ্রেণির বাংলা বিষয় ছাড়া অন্যান্য বিষয়গুলোর জন্য জাতীয় শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদের প্রকাশিত পুস্তকগুলোর অনূদিত ও অভিযোজিত সংস্করণ ২০২০ শিক্ষাবর্ষে প্রথম প্রকাশ করা হয়। এখানে উল্লেখ্য যে, বাংলা বিষয়ে পাঠ্যপুস্তক প্রকাশনার দায়িত্বও রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ পালন করে আসছে।

বিশাল এই কর্মকাণ্ডে যেসব শিক্ষক-শিক্ষিকা, অধ্যাপক-অধ্যাপিকা, শিক্ষাবিদ, অনুবাদক, অনুলেখক, মুদ্রণকর্মী ও শিল্পীরা আমাদের সঙ্গে থেকে নিরলসভাবে অক্লান্ত পরিশ্রমে এই উদ্যোগ বাস্তবায়িত করেছেন তাদের সবাইকে সকৃতজ্ঞ ধন্যবাদ জানাচ্ছি।

প্রকাশিত এই পাঠ্যপুস্তকটির উৎকর্ষ ও সৌন্দর্য বৃদ্ধির জন্য শিক্ষানুরাগী ও গুণীজনের মতামত ও পরামর্শ বিবেচিত হবে।

আগরতলা
মার্চ, ২০২০

উত্তম কুমার চাকমা
অধিকর্তা
রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ
ত্রিপুরা।

উপদেষ্টা

ড. অর্ণব সেন, সহ অধ্যাপক,
এন ই আর আই ই (এন সি ই আর টি), শিলং
ড. অরূপ কুমার সাহা, সহ অধ্যাপক,
আর আই ই (এন সি ই আর টি), ভুবনেশ্বর

একাদশ শ্রেণির পাঠ্যপুস্তক ব্যবহারিক ভূগোল এর

অনুবাদক

শ্রীমতি গৌরী মজুমদার (ধর), শিক্ষিকা
শ্রীমতি অর্পা রায় চৌধূরী, শিক্ষিকা
শ্রীমতি ভাস্বতী সেনগুপ্ত দেবনাথ, শিক্ষিকা
শ্রী সুরজিৎ দেবনাথ, শিক্ষক
শ্রীমতি শর্মিলা দেববর্মা, শিক্ষিকা
শ্রীমতি সায়ন্তিকা সেন, শিক্ষিকা
শ্রীমতি পুজাঞ্জলী ভৌমিক, শিক্ষিকা

পরিমার্জনা

শ্রীমতি শর্মিলা দেববর্মা, শিক্ষিকা

FOREWORD

The National Curriculum Framework (NCF), 2005, recommends that children's life at school must be linked to their life outside the school. This principle marks a departure from the legacy of bookish learning which continues to shape our system and causes a gap between the school, home and community. The syllabi and textbooks developed on the basis of NCF signify an attempt to implement this basic idea. They also attempt to discourage rote learning and the maintenance of sharp boundaries between different subject areas. We hope these measures will take us significantly further in the direction of a child-centred system of education outlined in the National Policy on Education (1986).

The success of this effort depends on the steps that school principals and teachers will take to encourage children to reflect on their own learning and to pursue imaginative activities and questions. We must recognise that, given space, time and freedom, children generate new knowledge by engaging with the information passed on to them by adults. Treating the prescribed textbook as the sole basis of examination is one of the key reasons why other resources and sites of learning are ignored. Inculcating creativity and initiative is possible if we perceive and treat children as participants in learning, not as receivers of a fixed body of knowledge.

These aims imply considerable change in school routines and mode of functioning. Flexibility in the daily time-table is as necessary as rigour in implementing the annual calendar so that the required number of teaching days are actually devoted to teaching. The methods used for teaching and evaluation will also determine how effective this textbook proves for making children's life at school a happy experience, rather than a source of stress or boredom. Syllabus designers have tried to address the problem of curricular burden by restructuring and reorienting knowledge at different stages with greater consideration for child psychology and the time available for teaching. The textbook attempts to enhance this endeavour by giving higher priority and space to opportunities for contemplation and wondering, discussion in small groups, and activities requiring hands-on experience.

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) appreciates the hard work done by the textbook development committee responsible for this book. We wish to thank the Chairperson of the advisory committee for textbooks in Social Sciences, at the higher secondary level, Professor Hari Vasudevan and the Chief Advisor for this book, Professor M.H. Qureshi for guiding the work of this committee. Several teachers contributed to the development of this textbook; we are grateful to their principals for making this possible. We are indebted to the institutions and organisations which have generously permitted us to draw upon their resources, material and personnel. We are especially grateful to the members of the National Monitoring Committee, appointed by the Department of Secondary and Higher Education, Ministry of Human Resource Development under the Chairpersonship of Professor Mrinal Miri and Professor G.P. Deshpande, for their valuable time and contribution. As an organisation committed to systemic reform and continuous improvement in the quality of its products, NCERT welcomes comments and suggestions which will enable us to undertake further revision and refinement.

Director
National Council of Educational
Research and Training

New Delhi
20 December 2005

TEXTBOOK DEVELOPMENT COMMITTEE

Chairperson, Advisory Committee for Social Science Textbooks at Higher Secondary Level

Hari Vasudevan, *Professor,* Department of History, University of Calcutta, Kolkata

Chief Advisor

M. H. Qureshi*, Professor,* CSRD, Jawaharlal Nehru University, New Delhi

Members

Rupa Das, *PGT,* DPS, R.K. Puram, New Delhi

S.M. Rashid, *Professor,* Department of Geography, Jamia Millia Islamia,
New Delhi

Sucharita Sen, *Asstt. Professor*, CSRD, Jawaharlal Nehru University, New Delhi

Y. Sreekanth, *Lecturer*, DEME, NCERT, New Delhi

Member-Coordinator

Tannu Malik, *Lecturer,* DESSH, NCERT, New Delhi

Constitution of India

Part IV A (Article 51 A)

Fundamental Duties

It shall be the duty of every citizen of India —

(a) to abide by the Constitution and respect its ideals and institutions, the National Flag and the National Anthem;

(b) to cherish and follow the noble ideals which inspired our national struggle for freedom;

(c) to uphold and protect the sovereignty, unity and integrity of India;

(d) to defend the country and render national service when called upon to do so;

(e) to promote harmony and the spirit of common brotherhood amongst all the people of India transcending religious, linguistic and regional or sectional diversities; to renounce practices derogatory to the dignity of women;

(f) to value and preserve the rich heritage of our composite culture;

(g) to protect and improve the natural environment including forests, lakes, rivers, wildlife and to have compassion for living creatures;

(h) to develop the scientific temper, humanism and the spirit of inquiry and reform;

(i) to safeguard public property and to abjure violence;

(j) to strive towards excellence in all spheres of individual and collective activity so that the nation constantly rises to higher levels of endeavour and achievement;

*(k) who is a parent or guardian, to provide opportunities for education to his child or, as the case may be, ward between the age of six and fourteen years.

Note: The Article 51A containing Fundamental Duties was inserted by the Constitution (42nd Amendment) Act, 1976 (with effect from 3 January 1977).

*(k) was inserted by the Constitution (86th Amendment) Act, 2002 (with effect from 1 April 2010).

ACKNOWLEDGEMENTS

The National Council of Educational Research and Training acknowledges the contribution of Milap Chand Sharma, *Reader,* CSRD, JNU; Muzammil Husain Quasmi, *Lecturer*, IASE, Jamia Millia Islamia; Aruna Gordan, *PGT,* St. Thomas School, New Delhi and C. Pargi, *PGT*, KV, Neemuch in the development of this textbook.

Acknowledgements are also due to Savita Sinha, *Professor* and *Head,* Department of Education in Social Science and Humanities for her valuable support at every stage of preparation of this textbook.

The Council is thankful to the Survey of India for certification of maps given in the textbook. It also gratefully acknowledges the support of individuals and organisations as listed below for providing various photographs and other materials used in the textbook-

Milap Chand Sharma, CSRD, JNU for photographs of gentle slope, steep slope, concave slope, convex slope, conical hill, plateau, V-shaped valley, U-shaped valley, gorge, spur, cliff, waterfall and rapids in Chapter 5; Narendra Kumar Saini, *Cartographer,* JMI for box 1.1, Figures 1.1, 6.1, 7.1, 8.3 and 8.5; Concept Publishing Company (Book : Fundamentals of Cartography by R.P. Misra and A. Ramesh), New Delhi for Figures 1.4, 1.5 and 1.6 and NCERT textbook (Remote Sensing by Meenakshi) for Figures 7.3 and 7.6; Survey of India for Figures 1.2, 1.3 and parts of toposheet on page nos. 66 and 68; National Atlas and Thematic Mapping Organisation for Figures 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12 and 1.13; Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun for Figures 6.4, 6.6, 6.8, 6.9 and 6.10; Regional Remote Sensing Service Centre, Jodhpur for Figures 7.4; National Remote Sensing Agency, Hyderabad for Figures 7.9, 7.11, 7.13, 7.14, 7.15, 7.16, 7.17 and image on page on 106; Newspaper *The Hindu* for Figure 6.2 and Digital Globe Agency for Figure 7.10.

The Council also gratefully acknowledges the contributions of Anil Sharma, *DTP Operator*; Sameer Khatana and Amar Kumar Prusty, *Copy Editors;* Shrestha and Deepti Sharma, *Proof Readers;* Dinesh Kumar, *Computer Station Incharge* who have helped in giving a final shape of this textbook. The efforts of Publication Department, NCERT are also duly acknowledged.

The following are applicable to all the maps of India used in this book

© Government of India, Copyright 2006

1. The responsibility for the correctness of internal details rests with the publisher.
2. The territorial waters of India extend into the sea to a distance of twelve nautical miles measured from the appropriate base line.
3. The administrative headquarters of Chandigarh, Haryana and Punjab are at Chandigarh.
4. The interstate boundaries amongst Arunachal Pradesh, Assam and Meghalaya shown on this map are as interpreted from the "North-Eastern Areas (Reorganisation) Act.1971," but have yet to be verified.
5. The external boundaries and coastlines of India agree with the Record/Master Copy certified by Survey of India.
6. The state boundaries between Uttaranchal & Uttar Pradesh, Bihar & Jharkhand and Chhattisgarh & Madhya Pradesh have not been verified by the Governments concerned.
7. The spellings of names in this map, have been taken from various sources.

সূচিপত্র

অধ্যায় -১

মানচিত্রের পরিচয় ১২

অধ্যায় -২

মানচিত্রের স্কেল ১৭

অধ্যায় -৩

অক্ষরেখা, দ্রাঘিমারেখা এবং সময় ২৬

অধ্যায় -৪

মানচিত্র অভিক্ষেপ ৩৫

অধ্যায় -৫

ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র ৪৯

অধ্যায় -৬

বায়বীয় আলোকচিত্রের পরিচয় ৬৯

অধ্যায় -৭

দূর সংবেদনের পরিচয় ৮৪

অধ্যায় -৮

আবহাওয়ার উপাদান পরিমাপক যন্ত্রসমূহ,
মানচিত্র এবং বর্ণনা চিত্র ১০৭

Constitution of India

Part IV A (Article 51 A)

Fundamental Duties

It shall be the duty of every citizen of India —

(a) to abide by the Constitution and respect its ideals and institutions, the National Flag and the National Anthem;

(b) to cherish and follow the noble ideals which inspired our national struggle for freedom;

(c) to uphold and protect the sovereignty, unity and integrity of India;

(d) to defend the country and render national service when called upon to do so;

(e) to promote harmony and the spirit of common brotherhood amongst all the people of India transcending religious, linguistic and regional or sectional diversities; to renounce practices derogatory to the dignity of women;

(f) to value and preserve the rich heritage of our composite culture;

(g) to protect and improve the natural environment including forests, lakes, rivers, wildlife and to have compassion for living creatures;

(h) to develop the scientific temper, humanism and the spirit of inquiry and reform;

(i) to safeguard public property and to abjure violence;

(j) to strive towards excellence in all spheres of individual and collective activity so that the nation constantly rises to higher levels of endeavour and achievement;

*(k) who is a parent or guardian, to provide opportunities for education to his child or, as the case may be, ward between the age of six and fourteen years.

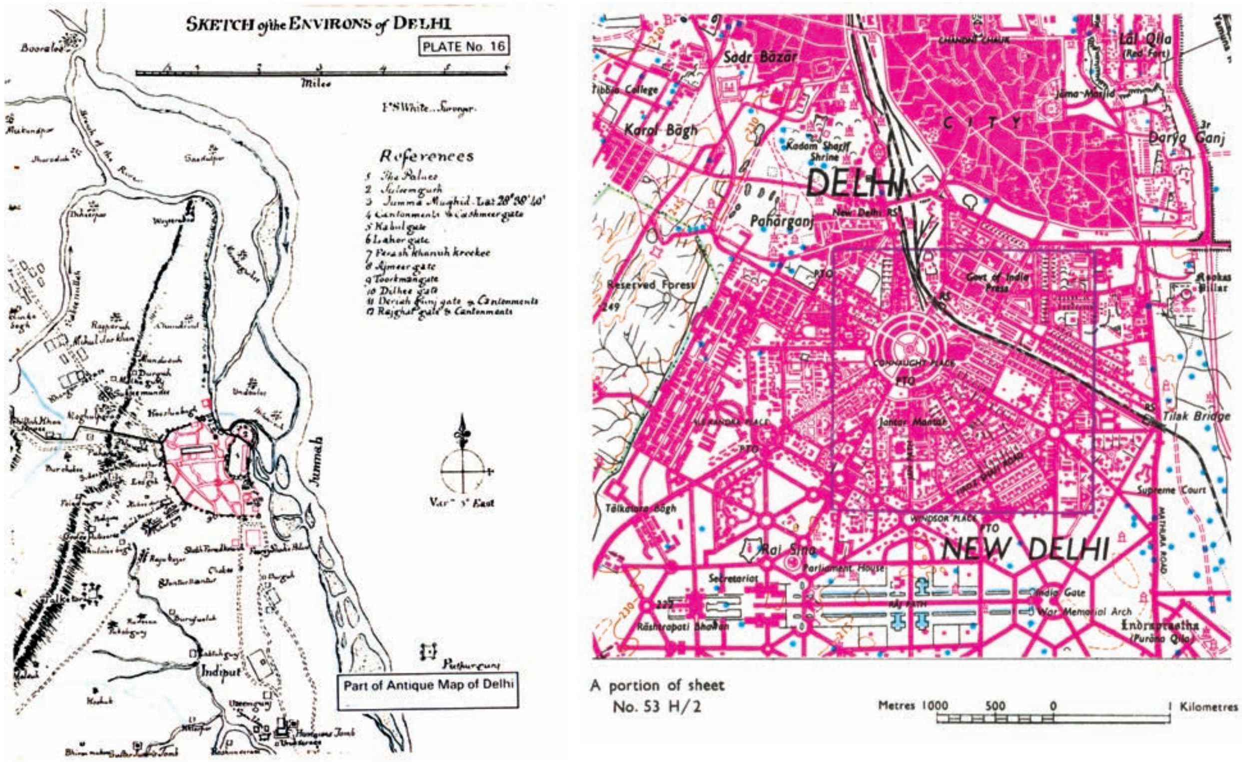
Note: The Article 51A containing Fundamental Duties was inserted by the Constitution (42nd Amendment) Act, 1976 (with effect from 3 January 1977).

*(k) was inserted by the Constitution (86th Amendment) Act, 2002 (with effect from 1 April 2010).

অধ্যায় -১
মানচিত্রের পরিচয়

মানচিত্রের সঙ্গে তোমরা নিশ্চয়ই পরিচিত। পৃথিবীর বিভিন্ন অংশকে দেখানোর জন্য সমাজবিজ্ঞান পুস্তকে তোমরা মানচিত্রের ব্যবহার দেখেছ। তোমরা এটাও জানো যে পৃথিবীর আকৃতি জিওয়েড (ত্রৈমাত্রিক) এবং গ্লোবের মাধ্যমেই পৃথিটিকে সবচেয়ে ভালোভাবে প্রদর্শিত করা যায় (চিত্র 1.1)। অন্যদিকে মানচিত্রে সম্পূর্ণ পৃথিবী অথবা পৃথিবীর কিছু অংশ কাগজের ওপর অঙ্কন করা হয়। অন্যভাবে বলা যায়, মানচিত্র হল ত্রি-মাত্রিক পৃথিবীর দ্বি-মাত্রিক অবস্থা। সুতরাং, মানচিত্র অভিক্ষেপ (Map Projection)-এর মাধ্যমে মানচিত্র অঙ্কন করা যায় (চতুর্থ অধ্যায় দেখো) যেহেতু পৃথিবীর ভু-পৃষ্ঠের সমস্ত বৈশিষ্ট্য এবং এর সঠিক আকার মানচিত্রে দেখানো সম্ভব নয়, তাই মানচিত্রকে ক্ষুদ্রাকার স্কেলে অঙ্কন করা হয়। তোমাদের বিদ্যালয় চত্বর বা বিদ্যায়তনটি কল্পনা করো। যদি বিদ্যালয় চত্বরের সঠিক আকারে মানচিত্র বা নকশা তৈরি করা হয় তাহলে এর আকার বৃহত্তর অর্থে বিদ্যালয় চত্বরেরই সমান হবে। এই কারণে মানচিত্রটিকে স্কেল অনুযায়ী বা অভিক্ষেপের মাধ্যমে অঙ্কন করা হয় যাতে কাগজের প্রত্যেকটা বিন্দুস্থল বাস্তব অবস্থান অনুযায়ী হয়। তাছাড়া কিছু প্রতীক চিহ্ন, রঙ এবং ছায়া (Shades) ব্যবহার করে বিভিন্ন তথ্যগুলোকে সহজভাবে উপস্থাপন করা হয়। এইভাবে আমরা বলতে পারি মানচিত্র সম্পূর্ণ পৃথিবীর বা আংশিক কিছু অংশের সমতল পৃষ্ঠের ক্ষুদ্রাকার (Reduced) স্কেলের দ্বারা প্রতিকীকরণ এবং

চিত্র 1.1



চিত্র 1.2 : দিল্লীপরিবেষ্টিত নকশা (বাম দিকে) এবং একটি দিল্লির মানচিত্র (ডান দিকে)।

শব্দকোশ (Glossary)

মৌজা বা ক্যাডাস্ট্রাল মানচিত্র *(Cadastral Map) :* 1 : 500 থেকে 1 : 4000 স্কেল অনুসারে যখন বৃহদ আকারের একটি মানচিত্র অঙ্কন করা হয় এবং এর মাধ্যমে কোনো অঞ্চলের সীমানা, নামকরণ ও অন্যান্য তথ্যগুলোকে উপস্থাপিত করা হয়।

দিগ্‌বিন্দু *(Cardinal Points) :* উত্তর (উ.), দক্ষিণ (দ.), পূর্ব (পূ.), পশ্চিম (প.)।

মানচিত্র বিজ্ঞান *(Cartography) :* কলা, বিজ্ঞান এবং প্রযুক্তি যার মাধ্যমে মানচিত্র প্রস্তুতিকরণ, চার্ট, নকশা এবং ভৌগোলিক ক্রমবিকাশ তথা অধ্যয়ন ও ব্যবহার সম্পর্কিত বিষয় উপস্থাপন করে।

মানচিত্র সাধারণীকরণ *(Generalisation-Map) :* দৃশ্যমান রূপকে ক্ষতিগ্রস্থ না করে যখন স্কেল অনুসারে কোনো মানচিত্রে বৈশিষ্ট্যাবলিকে সঠিক ও সরলভাবে উপস্থাপন করা হয়।

জিওয়েড *(Geoid) :* একটি কমলা আকৃতির অভিগতগোলক যা পৃথিবীর সঠিক আকৃতিকে দেখায়।

মানচিত্র *(Map) :* ক্ষুদ্রাকার স্কেলে সম্পূর্ণ পৃথিবীর নির্বাচিত, প্রতিকীকৃত এবং সাধারণীকরণের মাধ্যমে পৃথিবীর কোনো জায়গা বা অংশের উপস্থাপন।

শ্রেণিবদ্ধ মানচিত্র *(Map series) :* একই স্কেল, পদ্ধতি এবং নির্দিষ্টকরণের মাধ্যমে যখন সমষ্টিগত কোনো অঞ্চল বা দেশের মানচিত্র তৈরি করা হয়।

মানচিত্র অভিক্ষেপ *(Projection-Map) :* যে পদ্ধতিতে গোলাকার ভু-পৃষ্ঠকে সমতলপৃষ্ঠে রূপান্তর করা হয়।

স্কেল *(Scale) :* মানচিত্রে দুটি বিন্দুর দূরত্ব ও ভুমির ওপর ওই দুটি স্থানের প্রকৃত দূরত্বের অনুপাত।

নকশা মানচিত্র *(Sketch Map) :* সঠিক স্কেল ব্যবহার না করে যখন খালি হাতে একটি সরলীকৃত মানচিত্র অঙ্কন করা হয়।

সাধারণীকরণের মাধ্যমে উপস্থাপন করা হয়। স্কেল বা মাপ ছাড়া কোনো রেখা বা বহুভুজ অঙ্কন করলে ইহাকে মানচিত্র বলা যায় না। এটাকে কেবল রেখাচিত্র বলা যেতে পারে। (চিত্র 1.2)। এই অধ্যায়ে আমরা মানচিত্রের প্রয়োজনীয়তা, এগুলোর প্রকারভেদ এবং উপযোগিতা সম্পর্কে অধ্যয়ন করবো।

মানচিত্র নির্মাণের প্রয়োজনীয়তা (Essentials of Map Making)

বিভিন্নরকম মানচিত্রের মধ্যে বৈশিষ্ট্য গত সাধারণীকরণের ক্ষেত্রে আমরা নানান অসুবিধার সম্মুখীন হই। মানচিত্র কলা বা মানচিত্র শৈলী একটি বিজ্ঞানভিত্তিক পদ্ধতি যার মাধ্যমে সবরকমের মানচিত্র তৈরি করার পদ্ধতি পরিলক্ষিত হয়। মানচিত্র নির্মাণের গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতিগুলো হল :

- স্কেল (Scale)
- মানচিত্র অভিক্ষেপ (Map Projection)
- মানচিত্র সরলীকরণ (Map Generalisation)
- মানচিত্র নকশা (Map Design)
- মানচিত্র অঙ্কন এবং গঠন (Map Construction and Production)

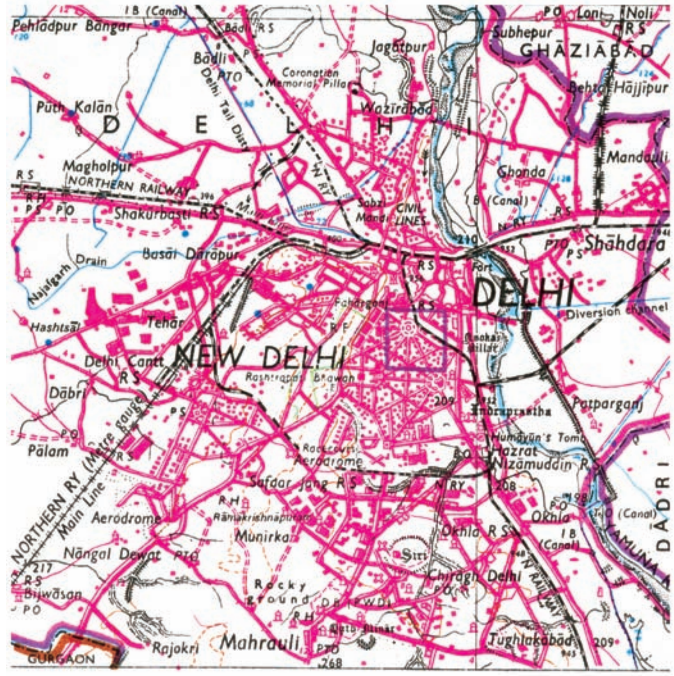
স্কেল (Scale) : আমরা জানি যে সব মানচিত্রকেই স্কেল অনুসারে ছোটো আকারে প্রস্তুত করা হয়। মানচিত্র প্রস্তুতকারীদের সর্বপ্রথম মানচিত্রের স্কেল সম্পর্কে সিদ্ধান্ত নিতে হয়। স্কেলের নির্বাচন অত্যন্ত আবশ্যক। কোনো মানচিত্রের স্কেল ওই মানচিত্রে কতটুকু তথ্য, বিষয়বস্তুগত সীমাবদ্ধতা এবং বাস্তবিকতার অস্তিত্ব আছে তা নির্ধারিত করে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় চিত্র 1.3 এ পৃথক পৃথক স্কেলে প্রস্তুত মানচিত্রের মধ্যে যে পরিবর্তন এবং পরিবর্তনগত উন্নয়নের তুলনামূলক আলোচনা করা হয়েছে।

অভিক্ষেপ (Projection): আমরা এটাও জানি যে, মানচিত্র হল পৃথিবীর ত্রি-মাত্রিক ভূ-পৃষ্ঠের উপস্থাপন যা সমতল বিশিষ্ট কাগজে করা হয়। গোলাকার পৃথিবীর বক্রতলকে পৃষ্ঠতলে প্রদর্শন করাই মানচিত্র অক্ষিক্ষেপের গুরুত্বপূর্ণ দৃষ্টিভঙ্গি। আমাদের এটাও জানতে হবে যে এই প্রকার পরিবর্তনের জন্য পৃথিবীর সঠিক রূপের দিক, দূরত্ব, অঞ্চল ও আকৃতির অপরিহার্য পরিবর্তন ঘটে। একটি গোলাকার পৃষ্ঠের সমতলপৃষ্ঠে রূপান্তর করার প্রক্রিয়াকে মানচিত্রের অভিক্ষেপ বলা হয়। এই কারণে মানচিত্র নির্মাণের পদ্ধতি নির্বাচন ও ব্যবহার খুব গুরুত্বপূর্ণ।

সাধারণীকরণ (Generalisation) : প্রত্যেক মানচিত্রই নির্দিষ্ট একটি উদ্দেশ্যে অঙ্কন করা হয়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, মানচিত্র অঙ্কনের সাধারণ উদ্দেশ্য হল— ভূ-প্রকৃতি, নদনদী, স্বাভাবিক

A portion of sheet
N. H-43
Kilometres 10 5 0 10 20 30 Kilometres

শিট *NH 43* এর অংশ বিশেষ



A portion of sheet
No. 53 H
Kilometres 5 0 5 Kilometres

শিট *53 H* এর অংশ বিশেষ

A portion of sheet
No. 53 H/2
Metres 1000 500 0 1 Kilometres

শিট• *53 H/2* এর অংশ বিশেষ

A portion of Delhi
Guide Map
0 500 1000 Metres

পথপ্রদর্শক মানচিত্রের অংশ বিশেষ

চিত্র 1.3 : মানচিত্রের তথ্য প্রদানে স্কেলের প্রভাব

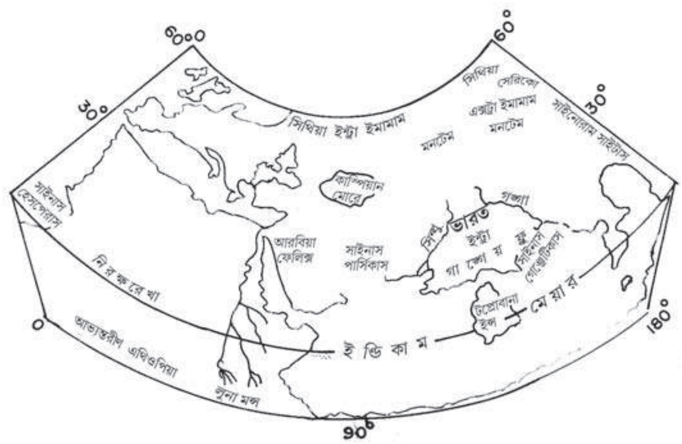
উদ্ভিদ, বাসস্থান, যোগাযোগের মাধ্যমে ইত্যাদি সম্পর্কে তথ্য প্রদর্শিত করা। অন্যান্য প্রধান উদ্দেশ্যগুলো হল— জনসংখ্যার ঘনত্ব, মৃত্তিকার প্রকারভেদ বা শিল্পের অবস্থান ইত্যাদি প্রদর্শিত করা। এইজন্য এটা অবশ্যক যে মানচিত্রের উদ্দেশ্যগুলোকে নজরে রেখে সাবধানতাপূর্বক এর বিষয়বস্তু চয়ন করা উচিত। যেহেতু একটি নির্দিষ্ট উদ্দেশ্যে মানচিত্রকে ক্ষুদ্রাকার স্কেলে প্রদর্শিত করা হয়, মানচিত্রবিদদের (cartographer) তৃতীয় কাজ হল মানচিত্রের বিষয়বস্তুকে সাধারণীকরণ করা। এটা করতে গিয়ে মানচিত্রবিজ্ঞান প্রয়োজন অনুসারে প্রাসঙ্গিক তথ্যগুলোকে নির্বাচন করে এবং সহজতর করে।

মানচিত্রের নকশা (Map Design) : মানচিত্রবিদের চতুর্থ গুরুত্বপূর্ণ কাজ হচ্ছে মানচিত্রের নকশা তৈরি করা। এর মাধ্যমে নানা চিহ্ন, তাদের আকার ও গঠন, অক্ষরশৈলী, রেখার দৈর্ঘ্য, রঙের নির্বাচন এবং ছায়া (colours and shades) ব্যবহার করে মানচিত্রের তথ্য ও রৈখিক বৈশিষ্ট্যাবলি উপস্থাপন করা হয়। সুতরাং, মানচিত্রের নকশাজনিত পরিকল্পনা একটি জটিল প্রক্রিয়া যেখানে বিভিন্ন তথ্যের সঠিক জ্ঞান আবশ্যক যা মানচিত্রের রৈখিক উপস্থাপনকে প্রভাবিত করে।

মানচিত্র অঙ্কন এবং গঠন (Map Construction and Production) : মানচিত্র অঙ্কন এবং পুনর্গঠন হল মানচিত্র নির্মাণ প্রক্রিয়ার পঞ্চম গুরুত্বপূর্ণ কাজ। প্রাচীনকালে মানচিত্র অঙ্কন ও পুনর্গঠনের বেশিরভাগ কাজই হাতে করা হত। কলম ও কালি ব্যবহার করে পরে তা যান্ত্রিক উপায়ে ছাপা হতো। যাই হোক মানচিত্র অঙ্কন এবং পুনর্গঠনের ক্ষেত্রে এক বিপ্লবী পরিবর্তন এসেছে। বর্তমানে কম্পিউটার এবং ফটোপ্রিন্টিং-এর মাধ্যমে মানচিত্র নির্মাণের ক্ষেত্রে প্রযুক্তিগত উন্নয়ন করা হচ্ছে।

মানচিত্র নির্মাণের ইতিহাস (History of Map Making)

মানচিত্র নির্মাণের ইতিহাস মানব সভ্যতার ইতিহাসের মতোই পুরাতন। পৃথিবীর সবচেয়ে পুরাতন মানচিত্রটি 2,500 খ্রিস্ট পূর্বাব্দে মেসোপটেমিয়াতে মাটির ফলকে অঙ্কন করা হয়েছিল। চিত্র 1.4 এ বিশ্বের টলেমির মানচিত্রটিকে দেখানো হয়েছে। আধুনিক মানচিত্র নির্মাণের জনক গ্রিক এবং আরব ভূগোলবিদ্‌রা। পৃথিবীর পরিধির মাপ এবং মানচিত্র তৈরি করার ভৌগোলিক স্থানাঙ্ক নির্ধারণের ক্ষেত্রে গ্রিক এবং আরব ভূগোলবিদ্‌দের ভূমিকা অপরিসীম। আধুনিককাল শুরু হওয়ার সময় মানচিত্র নির্মাণের কলা এবং বিজ্ঞানকে পুনর্জীবিত করা হয়েছে, যেখানে পৃথিবীর বিশেষ জিওয়েড আকৃতিকে সমতলপৃষ্ঠে প্রদর্শিত করার সময় রূপান্তরের প্রভাবকে হ্রাস করার প্রয়াস করা হয়েছে। সঠিক দিক, দূরত্ব এবং আয়তনের সঠিক মাপ পাওয়ার জন্য মানচিত্র অভিক্ষেপের সাহায্য নেওয়া হয়েছে। বায়বীয় আলোকচিত্রবিদ্যা (aerial photography) ভূ-পৃষ্ঠের বিভিন্ন অঞ্চলের সমীক্ষা সম্পর্কিত তথ্যগুলোকে মানচিত্রে ব্যবহার করে। উনবিংশ এবং বিংশ শতাব্দীতে বায়বীয় আলোকচিত্রের ব্যবহার মানচিত্র তৈরির প্রক্রিয়াকে অধিক দ্রুত করেছে।



চিত্র 1.4 : টলেমির দ্বারা নির্মিত পৃথিবীর মানচিত্র

ভারতে মানচিত্র তৈরির প্রক্রিয়াটি বৈদিককালে আরম্ভ হয়েছিল যখন জ্যোতির্বিদ্যা সংক্রান্ত সত্যতা এবং মহাজাগতিক (cosmological) বিশ্বাসকে প্রাধান্য দেওয়া হতো। আর্যভট্ট, বরাহমিহির, ভাস্কর এবং অন্যান্য জ্যোতির্বিজ্ঞানীগণ তাদের গ্রন্থে বিভিন্ন 'সিদ্ধান্ত' এবং মতামত ব্যক্ত করেছেন। প্রাচীন ভারতীয় বিদ্যানরা সম্পূর্ণ পৃথিবীকে সাতটি দ্বীপে ভাগ করেছেন। (চিত্র 1.5 দেখো)। মহাভারতে এই মতামত গৃহীত হয়েছিল যে গোলাকার পৃথিবী চারদিকে জল দিয়ে ঘেরা (চিত্র 1.6 দেখো)। টোডরমল প্রবর্তিত ভূ-পৃষ্ঠের সমীক্ষা এবং মানচিত্র নির্মাণ রাজস্ব আদায়ের একটি গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি ছিল। মধ্যযুগে ভারতে শেরশাহ সুরি রাজস্ব আদায়ের জন্য মানচিত্রের আধুনিকীকরণের ওপর জোর দিয়েছিলেন। সারা দেশে তৎকালীন সময়ে উন্নত মানচিত্র নির্মাণের জন্য ভূ- পৃষ্ঠ সম্পর্কিত সমীক্ষা সংগঠিত করা হয়েছিল। 1767 সালে ভারতীয় সমীক্ষা (Survey of India) সংস্থা গঠন করা হয়। অবশেষে 1785 সালে হিন্দুস্থানের মানচিত্র চূড়ান্ত রূপ পায়। আজ ভারতীয় সমীক্ষা সংস্থা বিভিন্ন স্কেল অনুসারে সারা ভারতের জন্য মানচিত্র নির্মাণ করছে।

চিত্র 1.5 : প্রাচীন ভারতে চিহ্নিত পৃথিবীর সাতটি দ্বীপ।

চিত্র 1.6 : মহাভারত থেকে গৃহীত গোলাকার পৃথিবী যা জল দ্বারা ঘেরাও ছিল ।

*স্কেল অনুসারে মানচিত্রের শ্রেণি বিভাগ (**Types of Maps Based on Scale) :*** স্কেল অনুসারে মানচিত্রকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা : বৃহৎ স্কেল (large-scale) এবং ক্ষুদ্র স্কেল (small-scale)। ছোট অঞ্চলগুলোকে প্রদর্শিত করার জন্য অপেক্ষাকৃত বৃহৎ স্কেল ব্যবহার করা হয়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, 1: 250,000, 1:50,000 অথবা 1:25,000 স্কেল ব্যবহার করে ভূসংস্থানিক মানচিত্র (Topographical Map) প্রস্তুত করা হয় এবং গ্রামের মানচিত্র, শহরের আঞ্চলিক পরিকল্পনার মানচিত্র, বাড়ির নকশার পরিকল্পনা ইত্যাদি বৃহৎ স্কেল মানচিত্রের মাধ্যমে যথা- 1:4,000, 1:2,000 এবং 1:500 স্কেলে প্রস্তুত করা হয়। অন্যদিকে, ক্ষুদ্র স্কেলের মানচিত্রগুলো অঙ্কন করা হয় বৃহদাকারের অঞ্চলগুলোকে প্রদর্শিত করার জন্য। ভূ-চিত্রাবলি (Atlas) ও দেওয়াল মানচিত্র হল এই শ্রেণির উদাহরণ।

(i) বৃহদ স্কেলের মানচিত্র (Large-scale Maps) : বৃহদ স্কেলের মানচিত্রক নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যায় :

(a) মৌজা বা ক্যাডাস্ট্রাল মানচিত্র (Cadastral maps)

(b) ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র (Topographical maps)

(a) মৌজা মানচিত্র (Cadastral Maps) : মৌজা শব্দের উৎপত্তি ফ্রেঞ্চ শব্দ 'কেডাস্ট্রে' (cadastre) থেকে। যার অর্থ আঞ্চলিক সম্পত্তির নথিভুক্তকরণ ('register of territorial property') । প্রত্যেক ব্যক্তির ব্যক্তিগত সম্পত্তির সীমানা, কৃষি জমির সীমানা এবং বাড়িঘরের পরিকল্পনা তৈরি করার জন্য শহর অঞ্চলে এই ধরনের মানচিত্র অঙ্কন করা হয়। রাজস্ব এবং কর আদায়ের জন্য সরকারি সংস্থার দ্বারা এই মৌজা মানচিত্র তৈরি করা হয়। তাছাড়া এই মানচিত্রের মাধ্যমে ব্যক্তিগত সম্পত্তির সীমানা এবং মালিকানা দেখানো হয়। বৃহদ স্কেলে এই মানচিত্র অঙ্কন করা হয়। এই মানচিত্রে গ্রামের স্কেল 1 : 4,000 এবং শহরের পরিকল্পনার ক্ষেত্রে স্কেল 1 : 2,000 বা তার বেশি ধরা হয়।

(b) ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র *(Topographical Maps) :* এই ধরনের মানচিত্র বৃহদ স্কেলেই বানানো হয়। এক্ষেত্রে সঠিক সমীক্ষার মাধ্যমে নিয়ম মেনে বিশ্বের বিভিন্ন রাষ্ট্রীয় সংস্থার দ্বারা প্রত্যেক রাষ্ট্রের মানচিত্র তৈরি করা হয়েছে (অধ্যায়-5) । উদাহরণস্বরূপ বলা যায় ভারতের সমীক্ষা সংস্থা সম্পূর্ণ দেশের ভূ-সংস্থানিক মানচিত্রকে 1 : 250,000, 1 : 50,000 এবং 1 : 25,000 স্কেলের মাপ অনুযায়ী বর্ণনা করে (চিত্র-1.3)। এই মানচিত্রে বিভিন্ন তথ্য যেমন-আকৃতি, নদী-প্রবাহ, কৃষিক্ষেত্র, অরণ্য, বাসস্থান, যোগাযোগের মাধ্যম, বিদ্যালয়ের অবস্থান, পোস্ট অফিস এবং অন্যান্য সেবা এবং অন্যান্য সুযোগসুবিধা একইরকম রঙ ও চিহ্নের মাধ্যমে প্রদর্শিত করা হয়।

(ii) ক্ষুদ্র স্কেলের মানচিত্র (Small-scale Maps) : ক্ষুদ্র স্কেলের মানচিত্রকে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যায় :-

(a) দেওয়াল মানচিত্র (Wall Maps)

(b) ভূ-চিত্রাবলি (Atlas Maps)

(a) দেওয়াল মানচিত্র (Wall Maps) : এই ধরনের মানচিত্রগুলো বড়ো আকারের কাগজ বা প্লাস্টিকের পৃষ্ঠে শ্রেণিকক্ষে বা হলরুমে ব্যবহার করার জন্য অঙ্কন করা হয়। দেওয়াল মানচিত্রের স্কেল ভূ-সংস্থানিক মানচিত্রের স্কেলের তুলনায় ছোটো হয়। কিন্তু অ্যাটলাস বা ভূ-চিত্রাবলি থেকে বড়ো হয়।

(b) অ্যাটলাস বা ভূ-চিত্রাবলি (Atlas Maps) : অ্যাটলাস মানচিত্রগুলো খুব ক্ষুদ্র স্কেলের হয়। এই মানচিত্রগুলো একটি বৃহৎ অঞ্চলের প্রাকৃতিক এবং সাংস্কৃতিক বৈশিষ্ট্যগুলোকে প্রদর্শিত করে। তাছাড়া অ্যাটলাস মানচিত্র পৃথিবীর বিভিন্ন ভৌগোলিক, মহাদেশ সংক্রান্ত এবং দেশ বা বিভিন্ন অঞ্চল সম্পর্কে তথ্য প্রদান করে। যখন এই মানচিত্রগুলোকে সঠিকভাবে অধ্যয়ন করা হয় তখন বিভিন্ন স্থানের অবস্থান, ভূ-প্রকৃতি, নদী-প্রবাহ, জলবায়ু, স্বাভাবিক উদ্ভিদ, শহর ও নগরের বণ্টন, জনসংখ্যা, শিল্পের অবস্থান, যোগাযোগ ব্যবস্থা, বিভিন্ন দর্শনীয় স্থান এবং ঐতিহাসিক স্থান প্রভৃতি সম্পর্কে সমৃদ্ধ ধারণা লাভ করা যায়।

ক্রিয়াকলাপের ভিত্তিতে মানচিত্রের শ্রেণি বিভাগ (Types of Maps Based on Function):

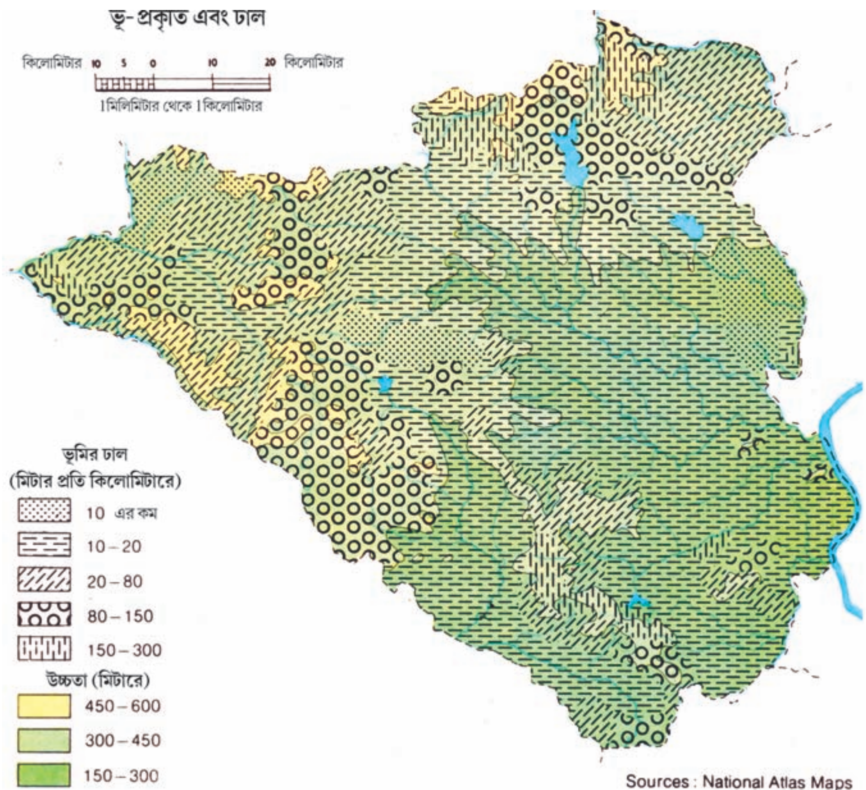
ক্রিয়াকলাপের ভিত্তিতেও মানচিত্রকে ভাগ করা যেতে পারে। যেমন- রাজনৈতিক মানচিত্রের মাধ্যমে কোনো দেশ বা মহাদেশের প্রশাসনিক বণ্টন এবং মৃত্তিকা মানচিত্রের মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার মৃত্তিকার বণ্টন প্রদর্শিত করা হয়। ক্রিয়াকলাপের ভিত্তিতে মানচিত্রকে প্রাকৃতিক মানচিত্র এবং সাংস্কৃতিক মানচিত্র এই দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

(i) প্রাকৃতিক মানচিত্র (Physical Maps) : প্রাকৃতিক মানচিত্র বিভিন্ন প্রাকৃতিক বৈশিষ্ট্য যেমন– ভূ-প্রকৃতি, ভূ-তত্ত্ব, মৃত্তিকা, নদীপ্রবাহ, আবহাওয়ার উপাদান, জলবায়ু এবং স্বাভাবিক উদ্ভিদ ইত্যাদি প্রদর্শিত করে।

(a) ভূ-প্রকৃতিগত মানচিত্র (Relief Maps) : এই মানচিত্র ভূ-পৃষ্ঠের পর্বতমালা, উপত্যকা, সমতলভূমি মালভূমি এবং নদী প্রবাহকে প্রদর্শিত করে। চিত্র 1.7 নাগপুর জেলার ভূ-প্রকৃতি এবং ঢালের মানচিত্রকে প্রদর্শিত করছে।

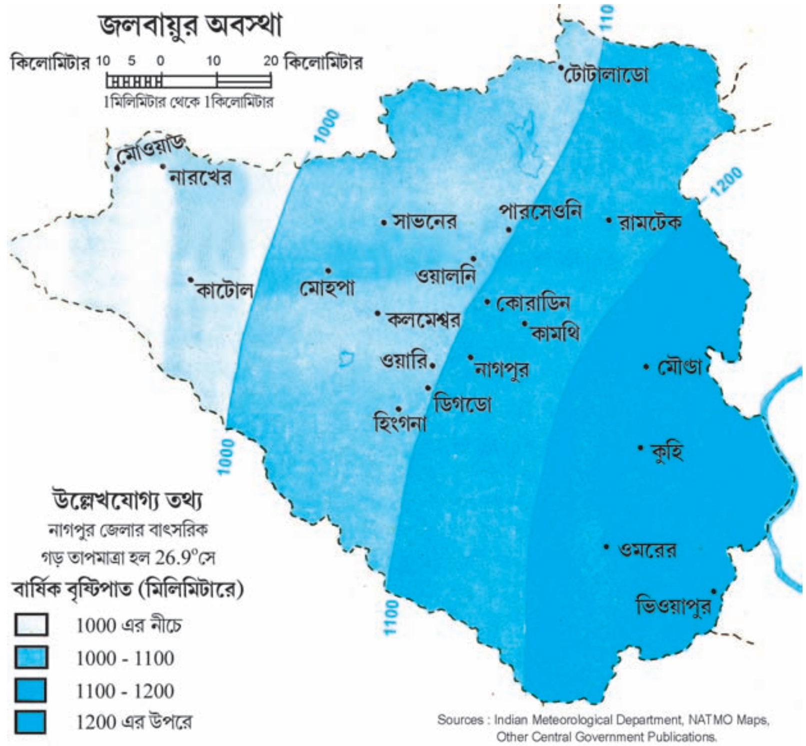
(b) ভূ-তাত্ত্বিক মানচিত্র (Geological Maps): ভূ-তাত্ত্বিক গঠন, শিলার প্রকারভেদ ইত্যাদি প্রদর্শিত করার জন্য এই মানচিত্র অঙ্কন করা হয়। চিত্র 1.8 এর মাধ্যমে নাগপুর জেলার শিলা এবং খনিজ সম্পদ বণ্টন প্রদর্শিত করা হয়েছে।

(c) জলবায়ু সংক্রান্ত মানচিত্র (Climatic Maps) : এই মানচিত্রটি একটি নির্দিষ্ট অঞ্চলের তাপমাত্রা, বৃষ্টিপাত, মেঘাচ্ছন্নতা, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, বায়ুর গতিবেগ এবং দিক ও আবহাওয়ার বিভিন্ন উপাদানগুলোকে প্রদর্শিত করে (চিত্র 1.9) ।

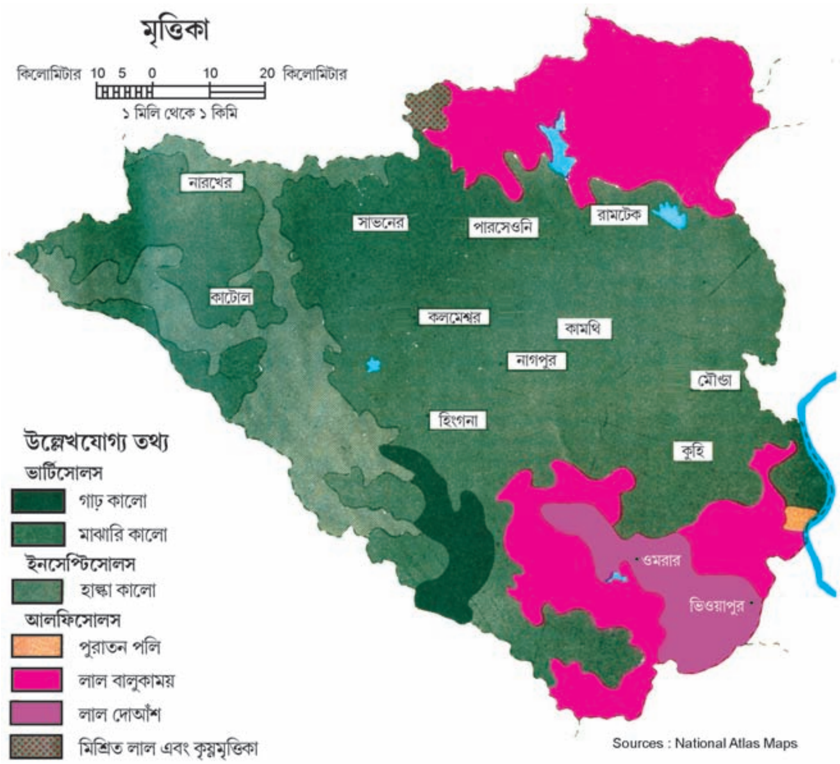


চিত্র 1.7 নাগপুর জেলার ভূ-প্রকৃতি ঢালের মানচিত্র

চিত্র 1.8 নাগপুর জেলার শিলা এবং খনিজের বণ্টন



চিত্র 1.9 নাগপুর জেলার ভূ-প্রকৃতি ঢালের মানচিত্র



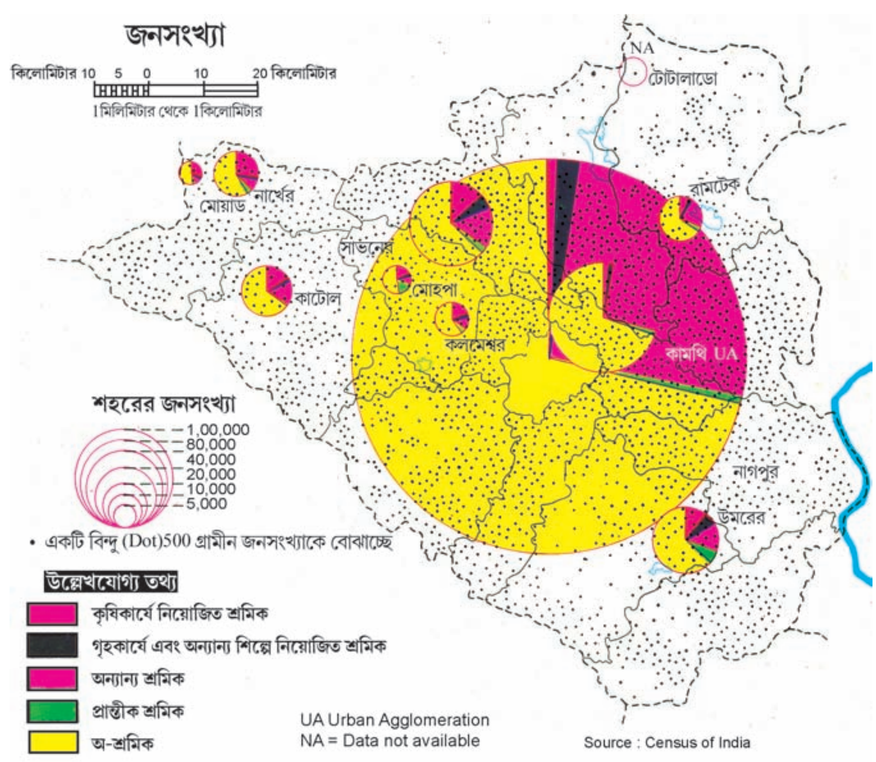
চিত্র 1.10 নাগপুর জেলার মাটি

(d) মৃত্তিকা মানচিত্র (Soil Maps) : এই ধরনের মানচিত্রে মৃত্তিকার উপাদান এবং তাদের শ্রেণিবিভাগ প্রদর্শিত করার জন্য অঙ্কন করা হয় (চিত্র 1.10)।

(ii) সাংস্কৃতিক মানচিত্র (Cultural Maps) : সাংস্কৃতিক মানচিত্র মনুষ্য নির্মিত বৈশিষ্ট্যগুলোকে প্রদর্শিত করে। এই ধরনের মানচিত্রগুলোতে জনসংখ্যার বণ্টন এবং বৃদ্ধি, লিঙ্গা, বয়স, সামাজিক এবং ধার্মিক গঠন, সাক্ষরতা, শিক্ষাগত স্তরের প্রাপ্তি, পেশাগত গঠন, বাসস্থানের অবস্থান, সুযোগসুবিধা এবং সেবা, যোগাযোগের ব্যবস্থা এবং উৎপাদন, বণ্টন এবং প্রবাহ ইত্যাদি বিভিন্ন রকমের তথ্য সরবরাহ করে।

(a) রাজনৈতিক মানচিত্র (Political Maps) : এই ধরনের মানচিত্র প্রশাসনিক বিভাগগুলোকে প্রদর্শিত করে যেমন— দেশ, রাজ্য অথবা জেলা। একটি নির্দিষ্ট প্রশাসনিক পরিকল্পনা এবং ব্যবস্থাপনাকে রাজনৈতিক মানচিত্র সহজতর করে গড়ে তুলে।

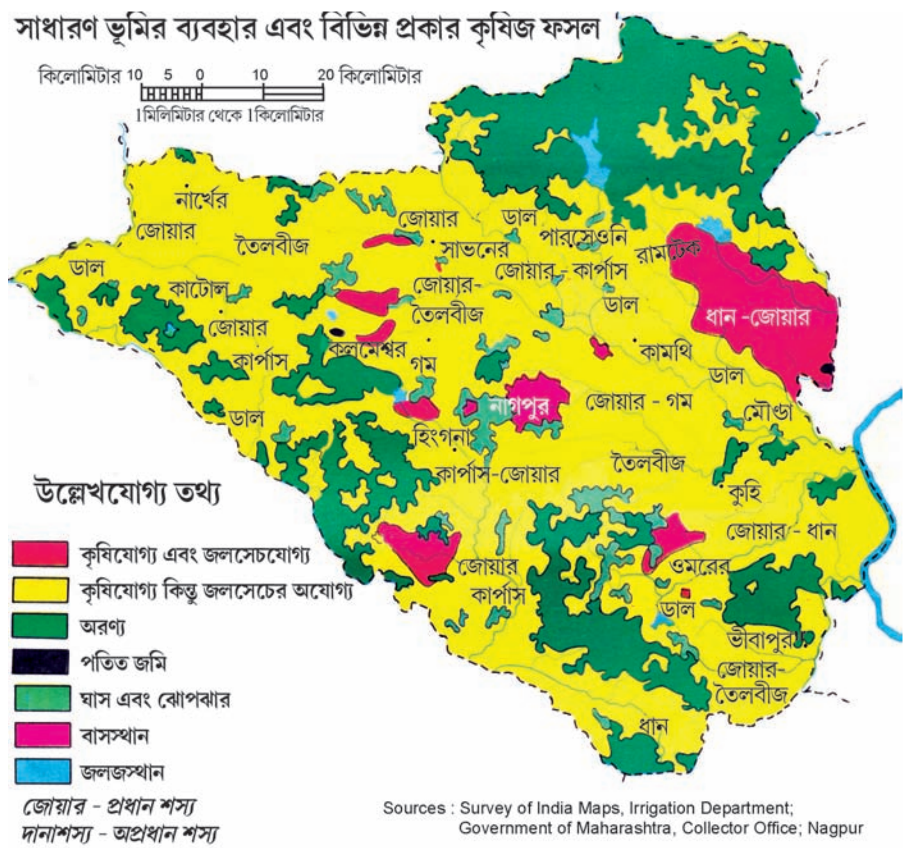
(b) জনসংখ্যা মানচিত্র (Population Maps) : জনসংখ্যা মানচিত্র জনসংখ্যার বণ্টন, ঘনত্ব, জনসংখ্যার বৃদ্ধি, বয়স এবং লিঙ্গানুপাত, ধর্মীয় বণ্টন, ভাষাগত এবং সামাজিক বর্গীকরণ, জনগণের



চিত্র 1.11 : নাগপুর জেলা : জনসংখ্যার বণ্টন

পেশাগত কাঠামো ইত্যাদি প্রদর্শিত করে। (চিত্র 1.11)। এই ধরনের মানচিত্র একটি অঞ্চলের পরিকল্পনা তৈরি করতে এবং উন্নয়নের জন্য গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

(c) অর্থনৈতিক মানচিত্র (Economic Maps) : অর্থনৈতিক মানচিত্র বিভিন্ন ধরনের ফসল, খনিজ পদার্থ, শিল্পের অবস্থান এবং বাজার, বাণিজ্য পথ এবং জিনিসপত্রের প্রবাহকে প্রদর্শিত করে। চিত্র 1.12 এবং 1.13-এর মাধ্যমে নাগপুর জেলার কৃষির বণ্টন, ভূমির ব্যবহার, শিল্পের অবস্থান দেখানো হয়েছে।



চিত্র 1.12 : নাগপুর জেলার ভূমির ব্যবহার এবং শস্যের বণ্টন।

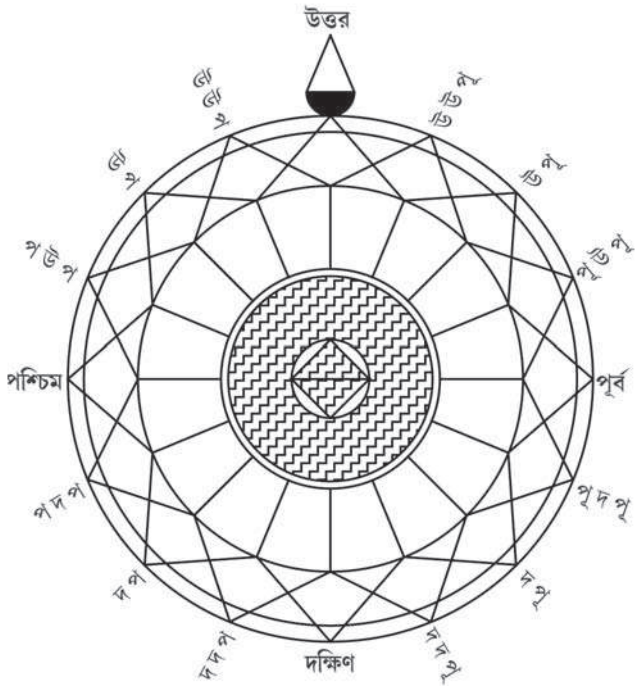
(d) যোগাযোগের মানচিত্র (Transportation Maps): এই ধরনের মানচিত্র রাস্তা, রেলওয়ে লাইন এবং রেলওয়ে স্টেশন, বিমান বন্দর ও সামুদ্রিক বন্দরের অবস্থান প্রদর্শিত করে।

চিত্র 1.13 : নাগপুর জেলার বিভিন্ন শিল্পের অবস্থান

মানচিত্রের ব্যবহার (Uses of Maps)

ভূগোলবিদ্, পরিকল্পনাকারী এবং অন্যান্য সম্পদভিত্তিক বৈজ্ঞানিকরা মানচিত্র ব্যবহার করে। বিভিন্ন অঞ্চলের দূরত্ব, দিক নির্ণয় এবং অঞ্চল চিহ্নিতকরণের জন্য তারা বিভিন্ন প্রকার পরিমাপ করে থাকেন।

দূরত্ব নির্ণয় (Measurement of Distance) : মানচিত্রে দেখতে পাওয়া রৈখিক বৈশিষ্ট্যগুলোকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়— সরলরেখা এবং বক্র বা আঁকা বাঁকা রেখা। সরলরেখার মাধ্যমে রাস্তা, রেললাইন এবং খাল প্রভৃতির বৈশিষ্ট্য দেখানো হয়। যুগ্ম বিভাজন যন্ত্রের সাহায্যে বা সরাসরি স্কেল অনুযায়ী মানচিত্রে এই রেখাগুলো মাপা যায়। তাছাড়া বিভিন্ন আঁকা বাঁকা রাস্তা যেমন— উপকূলীয় রেখা, নদী এবং নদী প্রবাহের দূরত্বও এই রেখাগুলোর মাধ্যমে দেখানো হয়। এই উপাদানগুলোর দৈর্ঘ্য মানচিত্রে একটি সুতা ব্যবহার করে করা হয়। সুতার একটি প্রান্ত শুরুতে অন্য প্রান্তটি শেষ বিন্দুতে ধরে কোনও রাস্তা, নদী বা উপকূলীয় রেখার দৈর্ঘ্য মাপা হয়। রোটামিটার (*Rotameter*) ব্যবহার করেও বিভিন্ন দৈর্ঘ্য মাপা যায়। 'রোটামিটার' চাকাটি দূরত্ব মাপার সঙ্গে সঙ্গে ঘুরতে থাকে।



চিত্র 1.14 : দিগ্‌বিন্দু এবং মধ্যস্থ দিকবিন্দু।

দিক নির্ণয় (Measurement of Direction): কাল্পনিক সরলরেখার মাধ্যমে বিভিন্ন দিক্কের কৌণিক অবস্থান দেখানো হয়। যে রেখাটি উত্তর দিক নির্দেশিত করে তাকে **শূন্য দিক বা ভিত্তিমূলক দিকরেখা** বলে। একটি মানচিত্র সর্বদা উত্তর দিকটিতে নির্দেশিত করে। অন্য দিকগুলোর নির্ধারণ তার সম্পর্কের ভিত্তিতে করা হয়। উত্তর দিকটি মানচিত্র ব্যবহারকারীকে সম্পর্কের ভিত্তিতে অন্যান্য বৈশিষ্ট্যের অবস্থান প্রদর্শিত করতে সক্ষম। চারটি সাধারণ দিক হল— উত্তর, দক্ষিণ, পূর্ব এবং পশ্চিম। এইগুলোকে **দিগ্‌বিন্দু (Cardinal Points)** ও বলা হয়। এই দিগ্‌বিন্দুগুলোর মধ্যে অন্যান্য মধ্যস্থ দিকগুলো অবস্থান করে (চিত্র 1.14)।

অঞ্চলের পরিমাপ (Measurement of Area): একটি ভৌগোলিক এবং প্রশাসনিক অঞ্চলের পরিমাপ মানচিত্র ব্যবহারকারীরা মানচিত্রের মাধ্যমে বের করতে পারে। এই হিসাব বের করার অনেকগুলো পদ্ধতি রয়েছে। সবচেয়ে সহজ পদ্ধতিটি হল বর্গক্ষেত্র ব্যবহারের মাধ্যমে, কিন্তু এই পদ্ধতিটি হল বর্গক্ষেত্র ব্যবহারের মাধ্যমে, কিন্তু এই পদ্ধতিটি একদম সঠিক নয়। এই পদ্ধতিতে কোনো আঞ্চলকে মাপতে হলে টেবিলের নীচে বাল্ব দিয়ে আলোকিত করে গ্রাফ পেপারে ট্রেসিং করা হয় অথবা ট্রেসিং করে বর্গাকারে শিটে ওই অঞ্চলটি অঙ্কন করে তা মাপা হয়। এই পদ্ধতিতে সবগুলো ‘সম্পূর্ণ বর্গক্ষেত্র’-গুলোকে ‘আংশিক বর্গক্ষেত্র’-এর সঙ্গো যোগ করা হয়। তখন অঞ্চলটির আয়তন নির্ধারণ করা হয় সরল সমীকরণের মাধ্যমে :

$$\text{অঞ্চলের আয়তন} = \text{সম্পূর্ণ বর্গক্ষেত্রের যোগফল} + \left(\frac{\text{আংশিক বর্গক্ষেত্রের যোগফল}}{2}\right) \times \text{মানচিত্রের স্কেল}$$

অঞ্চলটির আয়তন পোলার প্লেনিমিটারের মাধ্যমেও নির্ণয় করা যায়। (Box 1.1).

Box 1.1 পোলার প্লেনিমিটারের সাহায্যে একটি অঞ্চলের পরিমাপ নির্ণয়

কোন অঞ্চলের আয়তন পোলার প্লেনিমিটারের মাধ্যমে নির্ণয় করা যায় এই যন্ত্রে একটি রডকে একস্থান থেকে অন্য স্থানে নাড়ানো হয় এবং এর গতি মাপা হয়। এর এক প্রান্তে একটি বৃত্তচাপ স্থির করে এর রেখাপথকে সীমিত করা হয়। যে অঞ্চলের ক্ষেত্রফল মাপা হবে তার পরিধিকে একটি নির্দেশক বিন্দুর সাহায্যে দক্ষিণ দিকে ট্রেস করে এগিয়ে যাওয়া হয়। এই প্রক্রিয়ার শুরু একটি সুবিধাজনক বিন্দু থেকে করা হয়। যে অঞ্চলটিকে মাপা হয় তার পরিধি রেখাকে ঘড়ির কাঁটার দিক অনুসারে চালনা করা হয় যা অবশেষে যে বিন্দু থেকে শুরু হয় সেই বিন্দুতেই ফিরে আসে।

অঞ্চলটির পরিধিকে ট্রেসিং করার আগে এবং পরে যন্ত্রের ডায়ালে একটি রিডিং বা মান পাওয়া যায়। ক্ষেত্রফলকে বর্গ ইঞ্চিতে বা বর্গ সেন্টিমিটারে পরিবর্তিত করার জন্য এই মানের

তোমরা আরও জানতে পারবে — bhuvan.nrsc.gov.in

অনুশীলনী *(EXERCISE)*

1. সঠিক উত্তরটি বাছাই করো :

 i) রেখাজাল এবং বহুভুজকে মানচিত্র বলতে গেলে নীচের কোনটি গুরুত্বপূর্ণ ?

  (a) মানচিত্রের রূপ (Map Legend)

  (b) প্রতীক চিহ্ন (Symbols)

  (c) উত্তর দিক (North Direction)

  (d) মানচিত্রের স্কেল (Map Scale)

 ii) একটি মানচিত্র যার মাপ 1 : 4000 বা তার বেশি তাকে বলা হয় :

  (a) মৌজা মানচিত্র (Cadastral map)

  (b) ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র (Topographical map)

  (c) দেওয়াল মানচিত্র (Wall map)

  (d) অ্যাটলাস মানচিত্র বা ভূ-চিত্রানুগ (Atlas map)

 iii) নিম্নলিখিত উপাদানগুলোর মধ্যে কোনটি মানচিত্রের জন্য আবশ্যক নয় ?

  (a) মানচিত্র অভিক্ষেপ (Map Projection)

  (b) মানচিত্র সরলীকরণ (Map Generalisation)

  (c) মানচিত্র নকশা (Map Design)

  (d) মানচিত্রের ইতিহাস (History of Maps)

2. নিচের প্রশ্নগুলো 30 টি শব্দের মধ্যে উত্তর দাও :
    (i) মানচিত্র সরলীকরণ কী?
    (ii) মানচিত্রের নকশা কেন গুরুত্বপূর্ণ?
    (iii) ক্ষুদ্র স্কেল বিশিষ্ট মানচিত্রের বিভিন্ন প্রকারভেদগুলো কী কী?
    (iv) বৃহৎ স্কেল বিশিষ্ট মানচিত্রের দুটি প্রকারভেদ লেখ।
    (v) মানচিত্র কীভাবে স্কেচ বা নকশা থেকে পৃথক?

3. মানচিত্র প্রকারভেদের ব্যাখ্যামূলক আলোচনা করো ।

অধ্যায় -২

মানচিত্রের স্কেল

তোমরা প্রথম অধ্যায়ে জেনেছো যে, বিভিন্ন ধরনের মানচিত্রের ক্ষেত্রে স্কেল একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। কয়েকটি রেখা ও বহুভুজের সমাহার যার কোনো স্কেল নেই তাকে আমরা "রেখাচিত্র (**sketch**) বলতে পারি। কেন স্কেল এত গুরুত্বপূর্ণ? এর অর্থ কি? মানচিত্রে স্কেল দর্শানোর জন্য বিভিন্ন পদ্ধতিগুলো কি কি? একটি অঞ্চলের দূরত্ব এবং ক্ষেত্রফল মাপার জন্য স্কেল কতটা গুরুত্বপূর্ণ? এই অধ্যায়ে স্কেল সংক্রান্ত এ ধরনের কিছু প্রশ্নাবলি তুলে ধরা হলো।

***শব্দকোষ* (Glossary)**

হর (Denominator): ভগ্নাংশের মধ্যে লাইনের নীচে যে সংখ্যাটি থাকে তাকে হর বলে। উদাহরণস্বরূপ, একটি ভগ্নাংশে 1 : 50,000 থাকলে সেটা $\frac{1}{50000}$ হবে এবং 50,000 হবে এর হর ।

লব (Numerator): ভগ্নাংশের মধ্যে লাইনের উপরে যে সংখ্যাটি থাকে তাকে লব বলে। উদাহরণস্বরূপ, একটি ভগ্নাংশে 1 : 50,000 থাকলে সেটা $\frac{1}{50000}$ হবে এবং 1 হবে এর লব।

ভগ্নাংশসূচক (Representative Fraction): মানচিত্রে দুটি বিন্দুর দূরত্ব এবং ভূ-পৃষ্ঠে ওই দুটি বিন্দুর প্রকৃত দূরত্বের সম্পর্ককে যখন ভগ্নাংশ বা আনুপাতিকভাবে প্রকাশ করা হয়, তখন তাকে ভগ্নাংশসূচক স্কেল বলে।

স্কেল কি?

তোমরা নিশ্চয় মানচিত্রে দেখে দেখেছ যে, একটি সরু রেখা সমান বিভাগ ব্যক্ত করে এবং প্রত্যেকটির মাপ কিলোমিটার বা মাইলে অঙ্কন করা হয়। এই বিভাগগুলো মানচিত্রে অংকিত ভূমির দূরত্ব নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়। অন্যভাবে বললে, স্কেল মানচিত্র ও সমগ্র বা আংশিক ভূ-পৃষ্ঠের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। আমরা মানচিত্রে কোনো দুটি বিন্দুর দূরত্ব এবং ভূমির উপর ওই দুটি বিন্দুর প্রকৃত দূরত্বের এই সম্পর্ককে অনুপাতিক হারেও ব্যক্ত করতে পারি।

মানচিত্র ও ভূমির মধ্যেকার এই সম্পর্ক প্রকাশ করার তিনটি মাধ্যম রয়েছে সেগুলো হল—

1. বিবৃতিমূলক স্কেল (Statement of Scale)
2. ভগ্নাংশসূচক স্কেল [Representative Fraction (R. F.)]
3. গ্রাফিক বা লৈখিক স্কেল (Graphical Scale)

স্কেলের প্রতিটি প্রক্রিয়ার কিছু সুবিধা ও অসুবিধা রয়েছে, আলোচনার পূর্বে, তোমাদের এটা জানতে হবে যে, সাধারণত স্কেলকে মাপের এক বা একাধিক পদ্ধতি দ্বারা কিভাবে ব্যক্ত করা যেতে পারে। তোমরা নিশ্চয় ভূমির উপর দুটি বিন্দুর মধ্যে রৈখিক দূরত্ব নির্দেশ করতে কিলোমিটার, মিটার, সেন্টিমিটার প্রভৃতি সম্পর্কে পড়েছ বা ব্যবহার করেছো। তোমরা হয়তো মাইল, ফার্লং, গজ, ফুট প্রভৃতি সম্পর্কেও শুনেছ, পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে দূরত্ব পরিমাপের এই দুটি পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এই দুটির মধ্যে পরিমাপের পুরাতন পদ্ধতি হলো মেট্রিক পদ্ধতি যা বর্তমানে ভারতে এবং অন্যান্য অনেক দেশে ব্যবহার করা হয়। অপর পদ্ধতিকে মাপের ইংলিশ পদ্ধতি বলে যা মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র ও যুক্তরাজ্যে ব্যবহৃত হয়। ভারতেও এই পদ্ধতি 1957 সালের পূর্বে রৈখিক দূরত্ব মাপার জন্য/প্রদর্শিত করার জন্য ব্যবহার করা হতো। নিম্নে বাক্স 2.1-এ এই পদ্ধতি পরিমাপের বিভিন্ন একক দেখানো হয়েছে।

স্কেল দেখানোর পদ্ধতি (Methods of Scale)

উপরে উল্লেখ করা হয়েছে যে, মানচিত্রের স্কেল দেখানোর ক্ষেত্রে যে-কোনো একটি বা একাধিক মাধ্যমের ব্যবহার করা হয়। এখন আমরা দেখবো, কিভাবে এই পদ্ধতিগুলো ব্যবহৃত হয় এবং এদের সুবিধা এবং অসুবিধাগুলো কী কী?

বাক্স **2.1** মাপের পদ্ধতি

পরিমাপের মেট্রিক পদ্ধতি :

(Metric System of Measurement)

1 কিমি	=	1000 মি
1 মি	=	100 সেমি
1 সেমি	=	10 মিমি

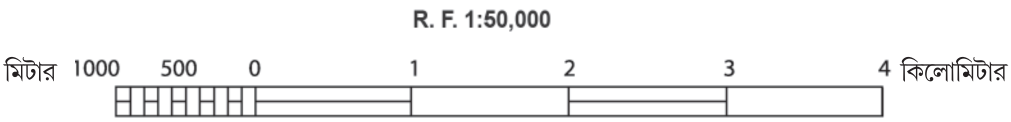
পরিমাপের ইংলিশ পদ্ধতি :

(English System of Measurement)

1 মাইল	=	8 ফার্লং
1 ফার্লং	=	220 গজ
1 গজ	=	3 ফুট
1 ফুট	=	12 ইঞ্চি

1. বিবৃতিমূলক স্কেল (Statement of Scale): এক্ষেত্রে মানচিত্রের স্কেলটি লিখিতভাবে প্রকাশ করা হয়। যেমন- যদি কোনো মানচিত্রে 1 সেমি বরাবর 10 কিমি লিখিতভাবে থাকে, তবে এটা বুঝতে হবে যে, মানচিত্রে 1 সেমি দূরত্ব সেই মানচিত্রের মূল ভূমিভাগে 10 কিমি প্রকাশ করছে। ইহা মাপের অন্য পদ্ধতিতেও প্রকাশ করা যায়। যেমন - 1 ইঞ্চিতে 10 মাইল প্রকাশ করছে। বিবৃতিমূলক স্কেল, স্কেল প্রকাশের তিনটি মাধ্যমের মধ্যে সহজতম মাধ্যম। কখনো কখনো পরিমাপের একটি পদ্ধতির সাথে পরিচিত ব্যক্তি অন্য আরেকটি পদ্ধতি দ্বারা প্রদত্ত বিবৃতিমূলক স্কেল বুঝতে পারে না। এই পদ্ধতির অপর আরেকটি সমস্যা হলো যদি মানচিত্রটি ছোট বা বড়ো করা হয় তবে পূর্ব স্কেলটি অপ্রয়োজনীয় হয়ে যায় এবং নতুন করে স্কেল নির্ধারণ করতে হয়।

2. গ্রাফিক বা লৈখিক স্কেল (Graphical or Bar Scale): স্কেলের দ্বিতীয় পদ্ধতিতে মানচিত্র দূরত্ব ও অনুরূপ ভূমির দূরত্বকে একটি লৈখিক রেখা ব্যবহার করে প্রাথমিক ও গৌণ বিভাগের মাধ্যমে প্রর্দশন করা হয়। ইহা **লৈখিক স্কেল** নামে পরিচিত (চিত্র-2.1)। চিত্র 2.1 থেকে এটি স্পষ্ট যে, লৈখিক স্কেলে, স্কেলের পরিমাপ মিটার এবং কিমি- এ দেখানো হয়েছে। এভাবে অন্য লৈখিক স্কেলে স্কেলের পরিমাপ মাইল এবং ফার্লং- এ দেখানো যেতে পারে। কিন্তু বিবৃতিমূলক স্কেলের মতো, এই স্কেলও কেবল তাদের জন্যই উপযুক্ত হয়, যারা এর পদ্ধতি সম্পর্কে বুঝতে সক্ষম হয়। তা সত্ত্বেও, বিবৃতিমূলক স্কেলের মতো লৈখিক স্কেলের মানচিত্র ছোট বা বড়ো হওয়ার সঙ্গো সঙ্গো একে পরিবর্তন করতে হয় না। এটি লৈখিক স্কেল পদ্ধতির একটি অনন্য সুবিধা।



চিত্র 2.1

3. ভগ্নাংশসূচক স্কেল [Representative Fraction (R. F.)]: মানচিত্রের তৃতীয় পদ্ধতিটি হলো ভগ্নাংশসূচক স্কেল বা R.F. স্কেল। এটি মানচিত্রের দূরত্ব ও অনুরূপ ভূমির দূরত্বকে দৈর্ঘ্যের এককের মাধ্যমে প্রদর্শিত করে। এককের মাধ্যমে স্কেল প্রকাশ করার ফলে ইহা একটি সর্বস্বীকৃত মাধ্যম।

R.F. সাধারণত ভগ্নাংশে দেখানো হয় কারণ এটি বাস্তব ভূগোলককে ক্ষুদ্রাকার স্কেলে মানচিত্রে প্রদর্শিত করে। উদাহরণস্বরূপ- একটি ভগ্নাংশে যদি 1: 24000 দেখানো হয়, এর অর্থ হলো মানচিত্রে 1 একক অংশ মূল ভূমিভাগে 24000 একককে নিরুপণ করে যা মানচিত্রে 1 মিলিমিটার, 1 সেন্টিমিটার বা 1 ইঞ্চি ভূমিভাগে ক্রমশ 24000 মিমি, 24000 সেমি বা 24000 ইঞ্চিকে বোঝায়।

ইহা মনে রাখতে হবে, মেট্রিক বা ইংলিশ পদ্ধতিতে স্কেলের রূপান্তরের ক্ষেত্রে সাধারণত সেন্টিমিটার বা ইঞ্চিতে প্রকাশ করা হয়। ভগ্নাংশসূচক স্কেলের মাধ্যমে মানচিত্রের স্কেল দেখানোর পদ্ধতিটি একটি সর্বজন স্বীকৃত এবং ব্যবহৃত পদ্ধতি। আমরা ভগ্নাংশ সূচক স্কেল 1:36,000 কে ভগ্নাংশ সূচক স্কেলের সর্বস্বীকৃত প্রকৃতি বোঝানোর জন্য ব্যবহার করি।

যদি স্কেলটি 1:36,000 দেওয়া থাকে তবে যে ব্যক্তি মেট্রিক পদ্ধতির সঙ্গে পরিচিত সে স্কেলটিকে সেন্টিমিটারে প্রকাশ করবে অর্থাৎ 1 সেমি মানচিত্র দৈর্ঘ্য ভূমিতে 36000 সেমি বোঝানো হয়েছে। আবার ইহা খুব সহজে বিবৃতিমূলক স্কেলে রূপান্তর করা যায়, যথা- 1 সেমি 360 মিটারে প্রকাশ করে (যা ভগ্নাংশের হরের সেন্টিমিটারকে 100 দিয়ে ভাগ করে মিটারে প্রকাশ করা হয়) অপরদিকে অন্য কোনো ব্যবহারকারী ব্যক্তি যদি ইংলিশ সিস্টেমের মাধ্যমে পরিমাপ করে সে তার সুবিধা অনুযায়ী বিবৃতি মূলক স্কেলে রূপান্তরিত করবে এবং ম্যাপ স্কেলটিকে 1 ইঞ্চি মানচিত্র দৈর্ঘ্য 1000 গজ মাপের মাধ্যমে অধ্যয়ন করবে। উক্ত স্কেলটিকে বিবৃতিমূলক স্কেলে প্রকাশ করার জন্য 36000 হরের রাশিকে 36 দিয়ে ভাগ করা হবে (কারণ, 1 গজ = 36 ইঞ্চি)।

স্কেলের রূপান্তর (Conversion of Scale)

যদি তোমরা বিভিন্ন ধরনের স্কেলের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো অধ্যয়ণ করো তাহলে খুব সহজেই বিবৃতিমূলক স্কেলকে ভগ্নাংশসূচক স্কেল এবং ভগ্নাংশসূচক স্কেলকে বিবৃতিমূলক স্কেলে প্রকাশ করতে পারবে।

বিবৃত্তিমূলক স্কেল থেকে ভগ্নাংশসূচক স্কেল (Statement of Scale into R. F.)

প্রশ্ন মানচিত্রে 1 ইঞ্চি দূরত্ব ভূমিতে 4 মাইল প্রকাশ করছে। ইহা ভগ্নাংশসূচক স্কেলে প্রকাশ করো ?

সমাধান উপরোক্ত বিবৃতিমূলক স্কেলটিকে ভগ্নাংশসূচক স্কেলে (R.F.) রূপান্তর করতে নিম্নলিখিত ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে-

1 ইঞ্চি নির্দেশ করে 4 মাইল

অথবা 1 ইঞ্চি নির্দেশ করে 4 × 63,360 ইঞ্চি (1 মাইল = 63,360 ইঞ্চি)

অথবা 1 ইঞ্চি নির্দেশ করে 253,440 একক

দ্রষ্টব্য এখন আমরা ইঞ্চির স্থানে একক ব্যবহার করে দেখাতে পারি

1 একক নির্দেশ করে 253,440 একক

উত্তর **R.F. 1: 253,440**

*ভগ্নাংশ সূচক স্কেল থেকে বিবৃতিমূলক স্কেল (**R. F. into Statement of Scale**)*

প্রশ্ন R.F. 1:253,440 কে বিবৃতিমূলক স্কেলে প্রকাশ করো। (মেট্রিক পদ্ধতিতে)

সমাধান প্রদত্ত R.F. 1: 253,440 টি বিবৃতিসূচক স্কেলে নিম্নলিখিত ধাপ অনুযায়ী রূপান্তর করা যায় -

1: 253,440 অর্থাৎ,

1 একক মানচিত্র দৈর্ঘ্য নির্দেশ করে 253,440 একক ভূমির দৈর্ঘ্য

অথবা 1 সেমি মানচিত্র দৈর্ঘ্য নির্দেশ করে 253, 440/100000

(1 কিমি =100000 সেমি)

অথবা 1 সেমি নির্দেশ করে 2.5344 কিমি

দুই দশমিক স্থান পর্যন্ত দেখালে তা দাঁড়ায় 2.53 কিমি

উত্তর অর্থাৎ 1 সেমি নির্দেশ করে 2.53 কিমি।

*গ্রাফিক বা লৈখিক স্কেলের অংকন পদ্ধতি (**Construction of the Graphical / Bar Scale**)*

প্রশ্ন 1 একটি লৈখিক স্কেল অংকন করো যার R.F. 1: 50000 এবং স্কেলটি কিলোমিটার ও মিটারে প্রকাশ করো।

দ্রষ্টব্য : প্রচলিত রীতি অনুসারে, লৈখিক স্কেলটি অঙ্কন করার জন্য 15 সেমি দৈর্ঘ্য বেছে নেওয়া হয়েছে।

গণনা লৈখিক স্কেলের রেখার দৈর্ঘ্য পাবার জন্য নিম্নলিখিত ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে,

1: 50000 অর্থাৎ

1 একক মানচিত্র দৈর্ঘ্য নির্দেশ করে 50,000 একক ভূমির দৈর্ঘ্য

অথবা 1 সেমি নির্দেশ করে 50,000 সেমি

অথবা 15 সেমি নির্দেশ করে 50000 × 15/100000 কিমি

অথবা 15 সেমি নির্দেশ করে 7.5 কিমি।

যেহেতু, 7.5 কিমি পূর্ণসংখ্যা নয় তাই আমরা 5 বা 10 (কিমি) পূর্ণসংখ্যা ধরতে পারি। বর্তমান অঙ্কটির ক্ষেত্রে আমরা 5 ধরলাম।

5 কিমি দৈর্ঘ্যের রেখা নির্ণয় করতে নিম্নলিখিত হিসাবটি করতে হবে :

7.5 কিমি নির্দেশিত হয় 15 সেমি রেখা দ্বারা

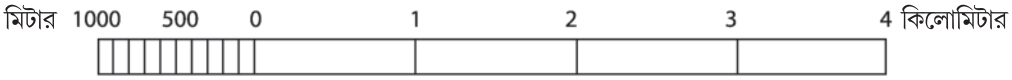
5 কিমি নির্দেশ করবে 15×5/7.5 সেমি রেখা দ্বারা

অথবা 5 কিমি নির্দেশ করবে 10 সেমি রেখা দ্বারা

অংকন প্রণালী লৈখিক স্কেলটি নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলো অনুসরণ করে অংকন করতে হবে— 10 সেমি দৈর্ঘ্যের একটি সরলরেখা অংকন করো এবং তাকে 5 টি সমান অংশে বিভক্ত করো এবং বামদিকের একটি প্রধান ভাগকে বাদ দিয়ে 0 থেকে ডানদিকের প্রত্যেকটি ভাগকে 1 কিমি মান—

প্রদান করো। আবার বাম দিকের সর্বপ্রথম ভাগটিকে 10 টি সমান ভাগে বিভক্ত করে প্রত্যেকটিকে 0 থেকে শুরু করে 100 মিটার মান দ্বারা চিহ্নিত করো (তুমি একে 2,4 বা 5 ভাগে বিভক্ত করে এবং প্রত্যেক উপবিভাগকে 500,250 বা 200 মিটার মান দিতে পারো।

R. F. 1:50,000



চিত্র 2.2

প্রশ্ন - 2 একটি লৈখিক স্কেল অংকন করো যার বিবৃতিমূলক স্কেল 1 ইঞ্চি 1 মাইল নির্দেশ করে এবং দূরত্বটি মাইল ও ফার্লং এ নির্দেশ করো।

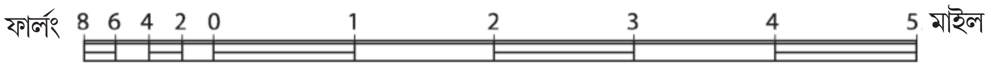
দ্রষ্টব্য প্রচলিত রীতি অনুসারে, লৈখিক স্কেলটি অংকন করার জন্য 6 ইঞ্চি দৈর্ঘ্য বেছে নেওয়া হল।

গণনা লৈখিক স্কেলের দৈর্ঘ্যটি পেতে নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলো গ্রহণ করতে হবে -

1 ইঞ্চি নির্দেশ করে 1 মাইল

সুতরাং, 6 ইঞ্চি নির্দেশ করে 6 মাইল

অংকন প্রণালী লৈখিক স্কেলটি নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে অংকন করা যায় 6 ইঞ্চি দৈর্ঘ্যের একটি— সরলরেখা অংকন করো এবং 6 টি সমান ভাগে বিভক্ত করো। ডানদিকের 5 টি ভাগের প্রতিটি ভাগের মান 1 মাইল নির্দেশ করতে হবে। বাঁদিকের বিভাগটিকে আবার 4 টি সমানভাগে বিভক্ত করে প্রতিটি ভাগকে শূন্য থেকে শুরু করে 2 ফার্লং করে মান দিতে হবে।

R. F. 1:63360

চিত্র 2.3

প্রশ্ন - 3 একটি লৈখিক স্কেল অংকন করো যার R.F. 1:50,000 এবং দূরত্ব মাইল ও ফার্লং এ প্রকাশ করো।

গণনা লৈখিক স্কেলের দৈর্ঘ্যটি পেতে নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলো গ্রহণ করতে হবে—

1:50,000 অর্থাৎ

1 একক নির্দেশ করে 50000 একক

1 ইঞ্চি নির্দেশ করে 50000 ইঞ্চি

6 ইঞ্চি নির্দেশ করে 50,000 × 6 / 63,360 মাইল

= 6 ইঞ্চি নির্দেশ করে 4.73 মাইল

যেহেতু 4.73 মাইল একটি পূর্ণসংখ্যা নয়, তাই আমরা 5 মাইল পূর্ণসংখ্যা হিসাবে গ্রহণ করব, 5 মাইল দূরত্বকে চিত্রে প্রকাশ করার জন্য নিম্নলিখিত পদ্ধতি অবলম্বন করা হল-

4.73 মাইল নির্দেশ করা হয় = 6 ইঞ্চিতে

5 মাইল নির্দেশ করা হয় = $6 \times 5 / 4.73$

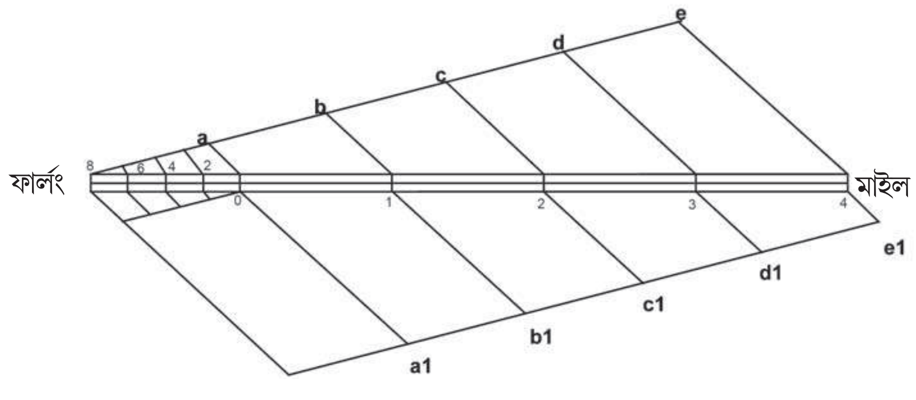
5 মাইল নির্দেশ করা হয় = 6.34 ইঞ্চিতে

অংকন প্রণালী - লৈখিক স্কেলটি নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে অংকন করতে হবে—

5 মাইল দৈর্ঘ্যের লৈখিক স্কেল অংকন করতে হলে প্রথমে 6.34 ইঞ্চি দৈর্ঘ্যের সরলরেখা অংকন করতে হবে এবং ইহাকে 5 টি সমানভাগে বিভক্ত করতে হবে। এখন প্রশ্ন হল, কিভাবে একটি 6.34 ইঞ্চি দৈর্ঘ্যের অসমান রেখাকে 5 টি ভাগে বিভক্ত করা যায়। এটি করার জন্য নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলো গ্রহণ করতে হবে —

- একটি 6.3 ইঞ্চি সরলরেখা অংকন করো।
- শুরু এবং শেষ বিন্দু পর্যন্ত 40° বা 45° কোণ অংকন করে সেই রেখাটিকে 1 বা 1.5 ইঞ্চি করে 5 টি সমানভাগে বিভক্ত করো।
- দুটি রেখার মধ্যে অংকিত বিন্দুগুলোকে যুক্ত করতে হবে।
- স্কেলটিতে যে অংশগুলো বিন্দুগুলোকে স্পর্শ করেছে তা যুক্ত করে প্রাথমিক স্কেলটি পাওয়া যাবে।

এই পদ্ধতিতে তোমরা 6.3 ইঞ্চির একটি অসমান রেখাকে 5 টি সমানভাগে বিভক্ত করবে। তোমরা এই একই পদ্ধতি অবলম্বন করে সবচেয়ে বাঁদিকের প্রাথমিক বিভাগের অংশটিকে 4 বা 8 টি ভাগে বিভক্ত করে ফার্লং এ প্রকাশ করতে পারো যা 1 মাইলের সমান হবে।



চিত্র 2.4 লৈখিক স্কেলে সমান বিভাগ অঙ্কন

অনুশীলনী

(i) নিম্নে স্কেলের কোন্ পদ্ধতিটি সর্বজন স্বীকৃত পদ্ধতি -

(a) সরল বিবৃতি

(b) ভগ্নাংশসূচক স্কেল

(c) লৈখিক স্কেল

(d) উপরের কোনটিই নয়।

(ii) স্কেলের মানচিত্র দূরত্বের অপর নাম -

(a) হর

(b) লব

(c) বিবৃতিসূচক স্কেল

(d) ভগ্নাংশসূচক স্কেল

(iii) স্কেলের 'লব' প্রকাশ করে-

(a) ভূমির দূরত্ব

(b) মানচিত্র দূরত্ব

(c) উভয়ের দূরত্ব

(d) উপরের কোনোটিই নয়।

2. নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর ন্যূনতম 30 টি শব্দের মধ্যে উত্তর দাও।

(i) মাপের দুটি পদ্ধতির নাম লিখ।

(ii) মেট্রিক পদ্ধতি ও ইংলিশ পদ্ধতিতে বিবৃতিসূচক স্কেলের একটি করে উদাহরণ দাও।

(iii) ভগ্নাংশসূচক পদ্ধতিকে কেন সর্বজন স্বীকৃত পদ্ধতি বলা হয়?

(iv) লৈখিক পদ্ধতির প্রধান সুবিধাগুলো কি কি ?

3. প্রদত্ত বিবৃতিমূলক স্কেলগুলোকে ভগ্নাংশসূচক স্কেলে প্রকাশ করো -

(i) 5 সেমি নির্দেশ করে 10 কিমি

(ii) 2 ইঞ্চি নির্দেশ করে 4 মাইল

(iii) 1 ইঞ্চি নির্দেশ করে 1 গজ

(iv) 1 সেমি নির্দেশ করে 100 মিটার

4. প্রদত্ত ভগ্নাংশসূচক স্কেলগুলোকে বিবৃতিসূচক স্কেলে রূপান্তর করো -

(i) 1: 100,000 (কিমি)

(ii) 1: 31,680 (ফার্লং)

(iii) 1: 126,720 (মাইল)

(iv) 1: 50,000 (মিটার)

5. একটি লৈখিক স্কেল অংকন করো যার R.F. 1:50,000 এবং দূরত্বটি কিলোমিটার ও মিটারে প্রকাশ করো।

অধ্যায় -৩

অক্ষরেখা, দ্রাঘিমারেখা এবং সময়

পৃথিবীর আকৃতি প্রায় গোলাকার। পৃথিবীর নিরক্ষীয় ব্যাস এবং মেরু ব্যাস সমান নয় বলে এরূপ আকৃতি হয়েছে। পৃথিবীর নিজের অক্ষের উপর আবর্তনের ফলে নিরক্ষরেখা স্ফীত হয়। অতএব, পৃথিবীর প্রকৃত আকৃতি অভিগত গোলাকার (Oblate Spheroid) এর অনুরূপ প্রতীত হয়। পৃথিবীর এরূপ আকৃতির জন্য পৃথিবী পৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানের অবস্থান নির্ণয়ে কিছু অসুবিধার সৃষ্টি হয়, কারণ এখানে কোনো বিন্দুর আপেক্ষিক অবস্থান পরিমাপের জন্য কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু (Point of Reference) দেখা যায় না। অতএব, বিভিন্ন স্থান সনাক্ত করার জন্য কল্পিত রেখাগুলোর একটি জালিকা (Network) ভূগোলক বা মানচিত্রে অঙ্কন করা হয়। এখন আমরা এই রেখাগুলো কি এবং এগুলো কীভাবে অঙ্কন করা হয়, তা অনুসন্ধান করবো।

পৃথিবীর নিজের অক্ষের ওপর পশ্চিম থেকে পূর্বদিকে আবর্তনের ফলে দুটি স্বাভাবিক সম্পর্কযুক্ত বিন্দু পাওয়া যায়, যা উত্তর মেরু এবং দক্ষিণ মেরু হিসেবে পরিচিত। এগুলো ভৌগোলিক গ্রিডের (Geographical grid) ভিত্তি গঠন করে। পৃথিবী পৃষ্ঠের বিভিন্ন অংশের অবস্থান নির্ধারনের জন্য প্রতিচ্ছেদি জালিকা রেখা অঙ্কন করা হয়। গ্রিডটিতে দু' প্রকার রেখা আছে অনুভূমিক এবং উল্লম্ব রেখা, যাদের সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা (Parallels of Latitude) এবং দ্রাঘিমারেখা বা দেশান্তর রেখা (Meridians of Longitudes) বলা হয়।

অনুভূমিক রেখাগুলো একে অপরের সমান্তরালে পূর্ব থেকে পশ্চিম দিকে অঙ্কন করা হয়। উত্তর মেরু এবং দক্ষিণ মেরুর মধ্যভাগে অঙ্কিত রেখাটিকে **নিরক্ষরেখা বা বিষুবরেখা** (Equator) বলা হয়। এটি হল বৃহত্তম বৃত্ত এবং ভূগোলকটি সমান দুটি অর্ধেকে বিভক্ত করেছে। একে বৃহৎ বৃত্তও (Great Circle) বলা হয়। অন্যান্য সমান্তরাল রেখাসমূহ দূরত্বের অনুপাতে বিষুবরেখা থেকে মেরুর দিকে ক্রমশঃ ছোট হতে থাকে এবং পৃথিবীকে দু'টি অসমান ভাগে বিভক্ত করেছে, যা লঘুবৃত্ত (Small Circle) হিসেবেও পরিচিত। পূর্ব থেকে পশ্চিম দিকে অঙ্কিত এই কাল্পনিক রেখা গুলো সাধারণত সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা (Parallel of Latitude) নামে পরিচিত।

উত্তর থেকে দক্ষিণ দিকে অঙ্কিত উল্লম্ব রেখাগুলো দুটি মেরুকে সংযুক্ত করেছে। এগুলোকে দেশান্তর রেখা বা দ্রাঘিমারেখা (Meridians of Latitude) বলা হয়। নিরক্ষরেখায় এই রেখাগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব অধিক হয় এবং প্রতিটি মেরু একটি বিন্দুতে মিলিত হয়।

অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখাগুলোকে সাধারণত ভৌগোলিক সমন্বয় (Geographical Coordinator) হিসেবে উল্লেখ করা হয় কারণ এই রেখাগুলোর দ্বারা একটি সুসংগত জালিকা তৈরি করে পৃথিবী পৃষ্ঠের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যপূর্ণ অবস্থানকে প্রদর্শন করা যেতে পারে। এইসব সমন্বয়ের সাহয্যে বিভিন্ন বিন্দুর অবস্থান, দূরত্ব এবং দিক সহজেই নির্ধারণ করা যেতে পারে।

যদিও ভূগোলকে অসীম সংখ্যক সমাক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখা অঙ্কন করা যেতে পারে, তবে এদের মধ্যে কেবলমাত্র নির্বাচিত কিছু সংখ্যক রেখাকেই মানচিত্রে আঁকা হয়। অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখাসমূহকে ডিগ্রিতে (°) মাপা হয়, কারণ এগুলো কৌণিক দূরত্বকে প্রদর্শন করে। প্রতিটি ডিগ্রিকে 60 মিনিট (′) এবং প্রতিটি মিনিটকে 60 সেকেন্ডে (″) বিভক্ত করা হয়।

শব্দকোষ (Glossary)

সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা (Parallels of Latitude) : সমাক্ষরেখাটি নিরক্ষরেখার উত্তরে বা দক্ষিণে স্থিত কোনো বিন্দুর কৌণিক দূরত্বকে ডিগ্রী, মিনিট এবং সেকেন্ডে ব্যক্ত করে। সমান অক্ষাংশযুক্ত রেখাগুলোকে প্রায়শই সমাক্ষরেখা বলে উল্লেখ করা হয়।

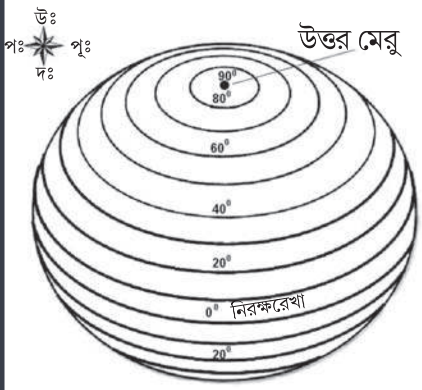
দেশান্তর রেখা বা দ্রাঘিমারেখা *(Meridians of Longitude) :* ইহা মূল মধ্যরেখার (গ্রীনিচ) পূর্ব বা পশ্চিম দিকে স্থিত কোনো বিন্দুর কৌণিক দূরত্বকে ডিগ্রী, মিনিট এবং সেকেন্ডে ব্যক্ত করে। সমান দ্রাঘিমাংশযুক্ত রেখাগুলোকে প্রায়ই দ্রাঘিমারেখা বলে উল্লেখ করা হয়।

সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা (Parallels of Latitudes)

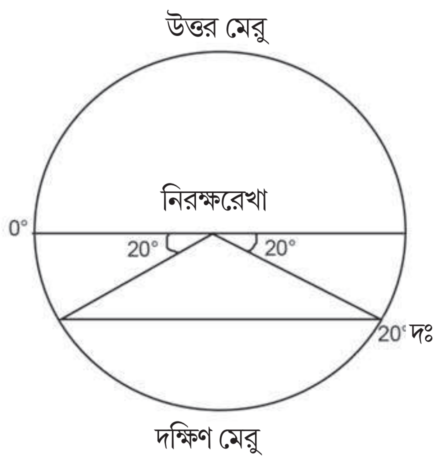
পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে পৃথিবী পৃষ্ঠের কোনো স্থানের দ্রাঘিমা বরাবর নিরক্ষরেখার উত্তর বা দক্ষিণে অবস্থিত অক্ষরেখাসমূহের কৌণিক দূরত্ব দ্বারা অক্ষাংশ নির্ণয় করা হয়।

একই অক্ষাংশ বিশিষ্ট স্থানসমূহকে যে কাল্পনিক রেখা দ্বারা যুক্ত করা হয় তাকে সমাক্ষরেখা বলা হয়। নিরক্ষরেখায় অক্ষরেখার মান হল 0° এবং মেরুদ্বয়ে অক্ষরেখার মান হল 90° উত্তর এবং 90° দক্ষিণ (চিত্র 3.1 পরবর্তী পৃষ্ঠায়)। অক্ষরেখা বা সমাক্ষরেখা এক ডিগ্রি ব্যবধানে অঙ্কন করা হলে উত্তর এবং দক্ষিণ গোলার্ধে প্রতিটিতে 89 টি সমাক্ষরেখা থাকবে। এভাবে নিরক্ষরেখা সহ সমাক্ষরেখার মোট সংখ্যা 179 টি হবে। নিরক্ষরেখার উত্তর বা দক্ষিণে কোনো স্থানের অবস্থানের উপর নির্ভর করে অক্ষরেখার মানের সাথে উঃ (N) বা দঃ (S) অক্ষরটি লেখা হয়।

যদি পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার হতো, তবে 1° অক্ষরেখার ব্যবধানে দৈর্ঘ্য সমান থাকতো



চিত্র 3.1 সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা



চিত্র 3.2 সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখার অঙ্কন

(একটি দ্রাঘিমারেখার 1° বৃত্তচাপের অংশ) অর্থাৎ দু'টি অক্ষরেখার ব্যবধান পৃথিবীর সর্বত্র 111 কিমি হত। কিন্তু লক্ষ করা যায় যে, শুধুমাত্র নিরক্ষরেখাতেই প্রতিটি দ্রাঘিমারেখার ব্যবধান প্রায় একইরকম থাকে এবং নিরক্ষরেখা থেকে মেরুর দিকে প্রতি ডিগ্রি অক্ষরেখাতে দৈর্ঘ্যে সামান্য পরিবর্তন ঘটে। নিরক্ষরেখায় এই দৈর্ঘ্য 110.6 কিমি কিন্তু মেরুতে এটি 111.7 কিমি হয়। কোনো স্থানের অক্ষাংশ সেই স্থানের সূর্যের পতন কোন বা ধ্রুবতারার সাহায্যে নির্ধারণ করা যেতে পারে।

সমাক্ষরেখাসমূহ অঙ্কন (Drawing The Parallels Of Latitudes)

সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা কিভাবে অঙ্কন করা হয়? একটি বৃত্ত অঙ্কন করো এবং কেন্দ্রে একটি অনুভূমিক রেখা অঙ্কন করে একে দুটি সমান ভাগে বিভক্ত করো। এই রেখা নিরক্ষরেখাকে নির্দেশ করে। এই বৃত্তে একটি চাঁদা (Protector) এমনভাবে স্থাপন করো যাতে চাঁদার 0° এবং 180° রেখা কাগজে অঙ্কিত নিরক্ষরেখার সাথে মিলে যায়। এখন 20°দ. (S) অঙ্কন করতে বৃত্তের নীচের অর্ধেক অংশে নিরক্ষরেখা থেকে 20° কোণে পূর্ব থেকে পশ্চিমে দু'টি বিন্দু চিহ্নিত করো, যেরকম চিত্র 3.2 তে দেখানো হয়েছে। কোণের বাহু দু'টি বৃত্তটিকে দু'টি বিন্দুতে কেটে দেয়। নিরক্ষরেখার সমান্তরাল একটি রেখা দ্বারা এই দু'টি বিন্দুকে যুক্ত করো। এটি হবে 20° দ. (S) ।

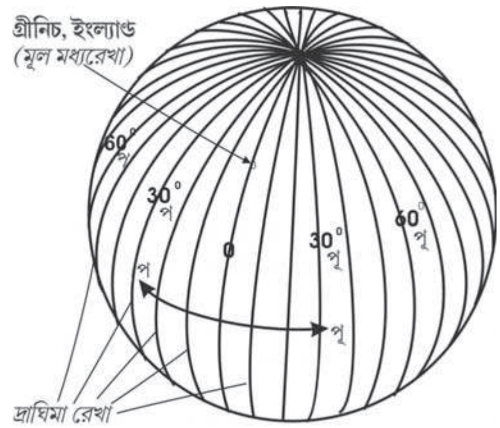
দেশান্তর রেখা বা দ্রাঘিমারেখা (Meridians of Longitude)

অর্ধবৃত্তাকার দ্রাঘিমারেখাসমূহ মেরুদ্বয়ে মিলিত হয়, যেগুলো অক্ষরেখার মত বৃত্তাকার নয়, বিপরীত দ্রাঘিমারেখাগুলো একসাথে মিলিত হয়ে একটি পূর্ণবৃত্ত গঠন করে, কিন্তু এগুলোকে দু'টি পৃথক দ্রাঘিমারেখা হিসেবে গণ্য করা হয়।

দ্রাঘিমারেখাগুলো সমকোণে নিরক্ষরেখাকে ছেদ করে। এগুলো সমাক্ষরেখার বিসদৃশ অর্থাৎ দ্রাঘিমারেখাসমূহের দৈর্ঘ্য সমান হয়। গণনার সুবিধার্থে গ্রীনিচ পর্যবেক্ষণাগারের (লন্ডনের নিকটে) ওপর দিয়ে প্রবাহিত

দ্রাঘিমাংশকে একটি আন্তর্জাতিক চুক্তির মাধ্যমে **মূল মধ্যরেখা (Prime Meridians)** হিসেবে গ্রহণ করা হয়েছে এবং এর মান 0° দেওয়া হয়েছে।

কোনো স্থানের দ্রাঘিমাংশ হল মূল মধ্যরেখার পূর্ব বা পশ্চিমে অবস্থিত সেই স্থানের কৌণিক দূরত্ব। ইহাও ডিগ্রীতে পরিমাপ করা হয়। দ্রাঘিমারেখার মান মূল মধ্যরেখার পূর্ব এবং পশ্চিমে 0° থেকে 180° পর্যন্ত হয় (চিত্র-3.3)। পৃথিবীর যে ভাগটি মূল মধ্যরেখার পূর্বদিকে থাকে, তাকে পূর্ব গোলার্ধ এবং যে ভাগটি পশ্চিম দিকে থাকে, তাকে পশ্চিম গোলার্ধ বলা হয়।



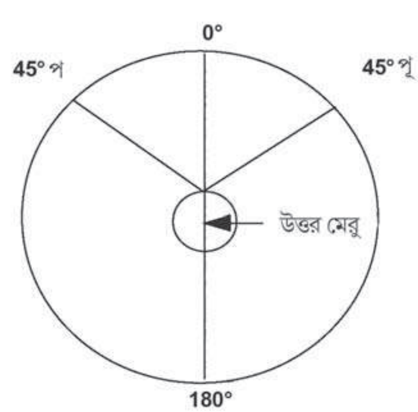
চিত্র 3.3 দেশান্তর রেখা বা দ্রাঘিমারেখা

দেশান্তর রেখা বা দ্রাঘিমারেখা অঙ্কন (Drawing the Meridians of Longitude)

দ্রাঘিমারেখা সমূহ কিভাবে অঙ্কন করা হয়? একটি বৃত্ত অঙ্কন করো, যার কেন্দ্র উত্তর মেরুকে নির্দেশ করে। এর পরিধি নিরক্ষরেখাকে নির্দেশ করে। বৃত্তটির কেন্দ্র বরাবর অর্থাৎ উত্তর মেরুকে অতিক্রম করে একটি উলম্ব রেখা অঙ্কন করো। এটি উত্তর মেরুতে মিলিত 0° এবং 180° দ্রাঘিমারেখাগুলোকে নির্দেশ করে (চিত্র 3.4)।

চিত্র 3.4 উত্তরমেরুতে মিলিত 0° এবং 180° -এর দ্রাঘিমারেখাসমূহ

যদি তোমরা একটি মানচিত্র দেখো তবে দেখবে যে পূর্ব গোলার্ধটি তোমাদের বামদিকে থাকে। কিন্তু একটি দ্রাঘিমাংশ অঙ্কন করার জন্য কল্পনা করো যে তোমরা উত্তর মেরুতে আছো অর্থাৎ বৃত্তটির কেন্দ্রে আছো যা চিত্র 3.4 এ দেখানো হয়েছে। এখন লক্ষ্য করো যে, এই অবস্থায় পূর্ব এবং পশ্চিম গোলার্ধের আপেক্ষিক দিকগুলো বিপরীত হবে এবং তোমাদের বামদিকে পূর্ব গোলার্ধ এবং ডানদিকে পশ্চিম গোলার্ধ থাকবে। এখন, 45° পূ. (E) এবং প. (W) অঙ্কন করো যা চিত্র 3.5-এ দেখানো হয়েছে। এর জন্য, উলম্ব রেখা বরাবর 0° এবং 180° দ্রাঘিমারেখার সাথে মিলিয়ে তোমরা চাঁদাটি (Protector) বসাও এবং উভয় পাশে 45° পরিমাপ করো, যা ক্রমশঃ তোমাদের বাম এবং ডানদিকে 45° পূ. (E) এবং 45° প. (W) দ্রাঘিমারেখাকে চিহ্নিত করবে। আমরা যদি উত্তর মেরুর ওপর থেকে সরাসরি পৃথিবীকে দেখি তবে পৃথিবী পৃষ্ঠের এরূপ চিত্র দেখতে পাবো।



চিত্র 3.5 দেশান্তররেখা বা দ্রাঘিমারেখার অঙ্কন

সারণি 3.1 সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা এবং দেশান্তর রেখা বা দ্রাঘিমারেখার মধ্যে একটি তুলনা

ক্রমিক নং	সমাক্ষরেখা	দেশান্তর রেখা
1.	অক্ষাংশ হল নিরক্ষরেখার উত্তর বা দক্ষিণ দিকে অবস্থিত কোনো বিন্দুর কৌণিক দূরত্ব, যা ডিগ্রিতে পরিমাপ করা হয়।	দ্রাঘিমাংশ হল নিরক্ষরেখা বরাবর কৌণিক দূরত্ব, যা ডিগ্রিতে মাপা যায়। একে গ্রীনিচের পূর্ব বা পশ্চিমে 0° থেকে 180° পর্যন্ত মাপা হয়।
2.	অক্ষরেখাসমূহ নিরক্ষরেখার সমান্তরাল হয়।	একই দ্রাঘিমাংশযুক্ত দ্রাঘিমারেখাগুলো মেরুতে মিলিত হয়।
3.	ভূগোলকে (Globe) সমাক্ষরেখাগুলো বৃত্তের ন্যায় প্রতীয়মান হয়।	সমস্ত দেশান্তর রেখাগুলো উপবৃত্তের ন্যায় প্রতীয়মান হয় যা মেরুদ্বয়ের মাধ্যমে ধাবিত।
4.	দু'টি অক্ষরেখার মধ্যর্বতী দূরত্ব প্রায় 111 কিমি হয়।	নিরক্ষরেখার দু'টি দ্রাঘিমাংশের মধ্যবর্তী দূরত্ব সর্বোচ্চ (111.3 কিমি) হয় এবং মেরুতে সর্বনিম্ন (0 কিমি) হয়। মধ্যপথে 45° অক্ষাংশে ইহা 79 কিমি হয়।
5.	0° অক্ষরেখাকে নিরক্ষরেখা এবং 90° কে মেরু বলা হয়।	এখানে 360° দ্রাঘিমারেখা রয়েছে, যা মূল মধ্যরেখার পূর্ব এবং পশ্চিমে উভয়দিকে 180° করে থাকে।
6.	নিরক্ষরেখা থেকে মেরুর দিকে তাপমাত্রা অঞ্চল নির্ধারণের জন্য অক্ষাংশগুলি ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ 0° থেকে 23 ½° উত্তর এবং দক্ষিণ অক্ষ রেখার অর্ন্তগত উষ্ণমণ্ডল, 23 ½° থেকে 66 ½° নাতিশীতোষ্ণমণ্ডল এবং 66 ½° থেকে 90° পর্যন্ত অক্ষরেখাযুক্ত স্থানকে হিমমণ্ডল বলে অভিহিত করা হয়।	মূল মধ্যরেখার সাপেক্ষে স্থানীয় সময় নির্ধারণ করতে দ্রাঘিমারেখাসমূহ ব্যবহার করা হয়।

দ্রাঘিমারেখা এবং সময় (Longitude and Time)

আমরা জানি যে, পৃথিবী তার নিজের অক্ষের উপর পশ্চিম থেকে পূর্বদিকে আবর্তন করে। এই কারণে পূর্বদিকে সূর্যোদয় এবং পশ্চিম দিকে সূর্যাস্ত হয়। পৃথিবী তার নিজের অক্ষের চারদিকে আবর্তন কালে একটি বৃত্ত বা 360° দ্রাঘিমারেখা তৈরি করতে 24 ঘন্টা সময় নেয়। যেহেতু, 180° দ্রাঘিমারেখা মূল মধ্যরেখার পূর্ব এবং পশ্চিম উভয় গোলার্ধেই অবস্থান করে এই কারণে সূর্য পূর্ব থেকে পশ্চিম গোলার্ধে যেতে 12 ঘন্টা সময় নেয়। অনুরূপভাবে বলা যায়, সূর্য প্রতি ঘন্টায় 15^0 দ্রাঘিমারেখা প্রতি চার মিনিটে এক ডিগ্রি দ্রাঘিমা অতিক্রম করে। আরও উল্লেখ করা যেতে পারে যে, যখন আমরা পূর্বদিক থেকে পশ্চিম দিকে অগ্রসর হই তখন সময় হ্রাস পায় এবং যখন আমরা পূর্ব দিকে অগ্রসর হই তখন সময় বৃদ্ধি পায়।

মূল মধ্যরেখায় (0° দ্রাঘিমারেখা) সময়ের সঙ্গে সম্পর্কিত কোনো এলাকার স্থানীয় সময় নির্ধারণ করার সময় — দ্রাঘিমারেখার নির্দিষ্ট ডিগ্রিগুলোর ওপর সূর্যের অতিক্রমনের সময়টি ব্যবহার করা হয়। নিম্নলিখিত কিছু উদাহরণ দ্বারা মূল মধ্যরেখার সাপেক্ষে সময় নির্ধারণ সম্পর্কিত প্রশ্নটি অনুধাবনের চেষ্টা করবো :

উদাহরণ 1 : যখন গ্রীনিচে (0°) সময় দুপুর 12.00 টা হয়, তখন 90° পূর্ব দ্রাঘিমারেখায় অবস্থিত থিম্ফু (ভূটান) এর স্থানীয় সময় নির্ধারণ করো।

বিবৃতি : মূল মধ্যরেখার পূর্বে প্রতি এক ডিগ্রি দ্রাঘিমা 4 মিনিট হারে সময় বৃদ্ধি পায়।

সমাধান :

গ্রীনিচ এবং থিম্ফুর মধ্যে পার্থক্য = 90° দ্রাঘিমাংশ

সময়ের মোট পার্থক্য = 90×4 = 360 মিনিট

= 360/60 ঘন্টা

= 6 ঘন্টা/থিম্ফুর স্থানীয় সময় গ্রীনিচ অপেক্ষা 6 ঘন্টা বেশি হয় অর্থাৎ বিকাল 6.00 টা হয়।

উদাহরণ 2 : গ্রীনিচে (0°) সময় দুপুর 12.00 টা হলে, 90° পশ্চিম দ্রাঘিমাংশে অবস্থিত নিউ অর্লিন্সের (অক্টোবর 2005 - এ ক্যাটরিনা হ্যারিকোন দ্বারা সর্বাধিক প্রভাবিত স্থানটি) স্থানীয় সময় নির্ধারণ করো।

বিবৃতি : মূল মধ্যরেখার পশ্চিমে প্রতি এক ডিগ্রি দ্রাঘিমায় 4 মিনিট হারে সময় হ্রাস পায়।

সমাধান :

গ্রীনিচ এবং নিউ অর্লিন্সের মধ্যে পার্থক্য = 90° দ্রাঘিমাংশ

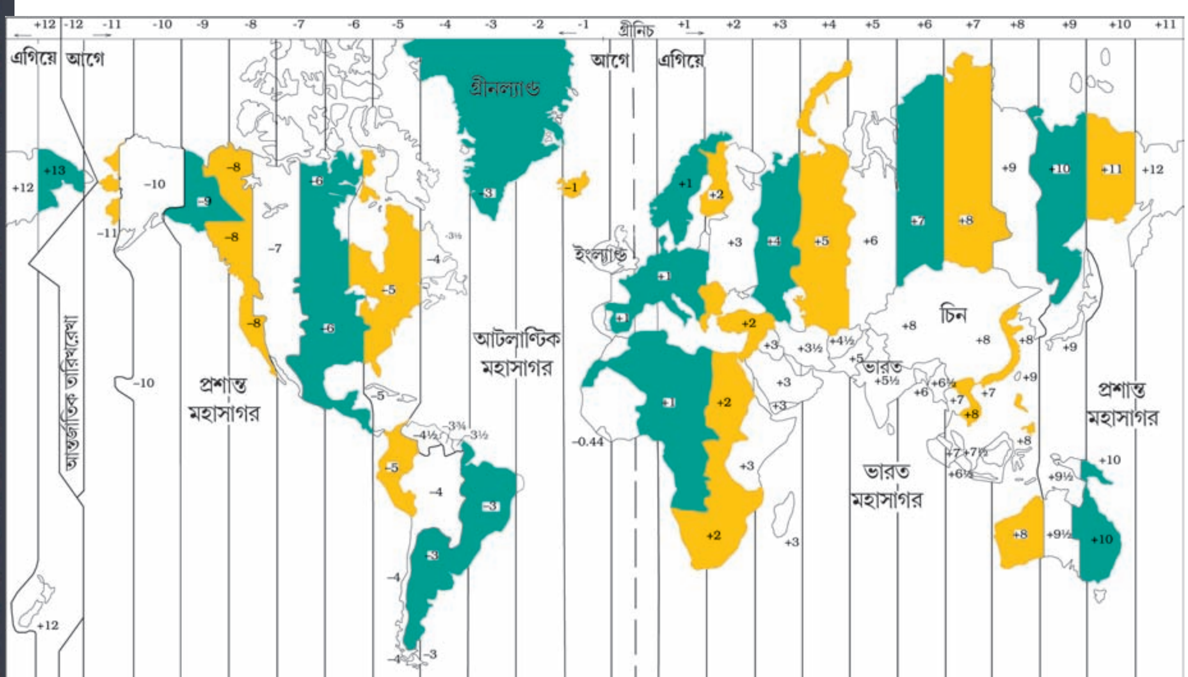
মোট সময়ের পার্থিক্য = 90×4 = 360 মিনিট

= 360/60 ঘন্টা

= 6 ঘন্টা / নিউ অর্লিন্সের স্থানীয় সময় গ্রীনিচ অপেক্ষা 6 ঘন্টা কম হয় অর্থাৎ সকাল 6 টা (6 a.m) হয়।

একইভাবে, বিশ্বের যে কোনো স্থানের সময় নির্ধারণ করা যেতে পারে। তা সত্ত্বেও, একটি দেশের আঞ্চলিক সীমার মধ্যে যথাসম্ভব সামঞ্জস্য বজায় রাখার জন্য ঐ দেশের **মূল মধ্যরেখার** (Central Meridians) সময়কে **প্রমাণ দ্রাঘিমারেখা** (Standard Meridians) হিসেবে গণ্য করা হয় এবং এর স্থানীয় সময়কে সমগ্র দেশের জন্য **প্রমাণ সময়** (Standard Time) হিসেবে গণ্য করা হয়। প্রমাণ দ্রাঘিমারেখাটি (Standard Meridians) এমনভাবে নির্বাচিত হয় যে, সেটি 150° বা 7°30 দ্বারা বিভাজ্য হয়, যাতে প্রমাণ সময় এবং গ্রীনিচের গড় সময়ের পার্থক্যকে এক ঘন্টা বা অর্ধ ঘন্টার গুণক রূপে প্রকাশ করা যেতে পারে।

ভারতের প্রমাণ সময়টি (Indian Standard Time) 82°30 পূর্ব দ্রাঘিমারেখা থেকে নির্ধারণ করা হয়। যেটি মির্জাপুরের উপর দিয়ে অতিক্রম করেছে। অতএব, ভারতের প্রমাণ সময় (IST) গ্রীনিচ গড়



চিত্র 3.6 বিশ্বের প্রধান সময় মণ্ডলসমূহ

সময় (GMT) থেকে 5.30 ঘন্টা অগ্রগামী হয় (82°30×4) (60 মিনিট = 5 ঘন্টা 30 মিনিট)। একইভাবে, বিশ্বের সকল দেশ তাদের প্রশাসনিক সীমারেখার মধ্যে সময় নির্ধারণের জন্য তাদের দেশের গন্ডির মধ্যে প্রমাণ দ্রাঘিমারেখাটি নির্বাচন করে। যেসকল বৃহৎ দেশের পূর্ব-পশ্চিমের বিস্তার বেশি সেসব দেশ একাধিক সময় মন্ডল পাবার জন্য একাধিক প্রমাণ দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন করতে পারে। রাশিয়া, কানাডা এবং আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে একাধিক প্রমাণ দ্রাঘিমা রয়েছে। সেই অনুযায়ী বিশ্বকে 24 টি প্রধান সময় মন্ডলে বিভক্ত করা হয়েছে।

আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা (International Date Line):

বিশ্ব 24 টি সময় মন্ডলে বিভক্ত হলেও, সেখানে এমন একটি স্থান নিশ্চয়ই রয়েছে যেখানে দিনের মধ্যে পার্থক্য রয়েছে, অর্থাৎ কোথাও না কোথাও এই পৃথিবীতে দিনের যর্থাথরূপে 'প্রারম্ভ' হয়। 180° দ্রাঘিমা রেখা মূলত ওই স্থানের কাছাকাছি অবস্থান করছে, যেখান দিয়ে আন্তর্জাতিক তারিখ রেখাটি অতিক্রম করে। মূল মধ্যরেখা থেকে পূর্ব বা পশ্চিমে যেদিকেই যাওয়া হোক না কেন, এই দ্রাঘিমারেখাটিতে সময়ের পার্থক্য দ্রাঘিমারেখা থেকে ঠিক 12 ঘন্টা হয়। আমরা জানি যে, সময় গণনার সুবিধার্থে মূল মধ্যরেখার পূর্বদিকে সময় হ্রাস পায় এবং পশ্চিম দিকে বৃদ্ধি পায়। অতএব, মূল মধ্যরেখার পূর্বদিকে চলমান ব্যাক্তিটির জন্য সময় 0° দ্রাঘিমারেখা থেকে 12 ঘন্টা কম হবে। অপরদিকে পশ্চিম দিকে চলমান অন্য ব্যক্তির সময় মূল মধ্যরেখা চেয়ে 12 ঘন্টা বেশি হবে। উদাহরণস্বরূপ, মঙ্গলবারে পূর্বদিকে চলমান একটি ব্যক্তি আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা অতিক্রম করার পর বুধবার হিসেবে দিনটিকে গণ্য করবে। একইভাবে, একইদিনে অন্য যাত্রী পশ্চিম দিকে তার যাত্রা শুরু করলে আন্তর্জাতিক তারিখ রেখাটি অতিক্রম করার পর দিনটি সোমবার হিসেবে গণ্য করবে।

অনুশীলনী:

1. প্রায় 30 টি শব্দের মধ্যে নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:
   - (i) পৃথিবীর প্রাকৃতিক নির্দিষ্ট বিন্দু দুটি কি কি ?
   - (ii) বৃহৎ বৃত্ত (Great Circle) কি ?
   - (iii) স্থানাঙ্ক (Coordinator) কি?
   - (iv) কেন সূর্যকে পূর্ব থেকে পশ্চিমে চলমান বলে মনে হয়?
   - (v) স্থানীয় সময় (Local Time) বলতে কি বোঝায় ?

2. অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখার মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ করো ।

কার্যকলাপ (Activity):

1. মানচিত্রের সাহায্যে নিম্নোক্ত স্থানগুলোর অবস্থান খুঁজে বের করো এবং এদের অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশ লেখো।

	স্থান	অক্ষাংশ	দ্রাঘিমাংশ
(i)	মুম্বাই		
(ii)	ভ্লাদিভোস্টক		

(iii) কায়রো
(iv) নিউ ইয়র্ক
(v) ওটাওয়া
(vi) জেনেভা
(vii) জোহানেসবার্গ
(viii) সিডনি

2. যদি মূল মধ্যরেখায় সময় সকাল 10 টা (10 a.m.) হয়, তবে নিম্নলিখিত শহরগুলোর সময় কি হবে?

(i) দিল্লি
(ii) লন্ডন
(iii) টোকিও
(iv) প্যারিস
(v) কায়রো
(vi) মস্কো

অধ্যায় -৪
মানচিত্র অভিক্ষেপ

মানচিত্র অভিক্ষেপ (Map Projection) কি? মানচিত্র অভিক্ষেপ অঙ্কন করা হয় কেন? মানচিত্র অভিক্ষেপের বিভিন্ন প্রকারগুলো কি কি? কোন্ অঞ্চলে কোন্ অভিক্ষেপের ব্যবহার সবচেয়ে উপযুক্ত? এই অধ্যায়ে আমরা এমনই কিছু গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নের উত্তর অনুধাবন করবো।

মানচিত্র অভিক্ষেপ (Map Projection)

অক্ষরেখা (Latitude) এবং দ্রাঘিমারেখা (Longitude) গুলো পরস্পর ছেদ করে জালের ন্যায় কোনো একটি সমতল পৃষ্ঠের ওপর অঙ্কন করার পদ্ধতিকে (Method) মানচিত্র অভিক্ষেপ (Map Projection) বলে। গোলাকার পৃষ্ঠের অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখাগুলোর পরস্পর ছেদকারী জালকে একটি সমতল পৃষ্ঠে স্থানান্তরিত করার পদ্ধতি হিসাবেও এক সংজ্ঞায়িত করা যায়। তোমরা জানো, যে পৃথিবীতে আমরা বসবাস করি সেটি সমতল নয়। এটি অভিগত আকৃতির একটি গোলকের মতো। পৃথিবীর একটি শ্রেষ্ঠ প্রতিরূপ হল গ্লোব (Globe), গ্লোবের এই বৈশিষ্ঠ্যের জন্য মহাদেশ ও মহাসাগরগুলোর আকৃতি এবং আয়তন সঠিকভাবে এতে দেখানো যায়। এতে দিক (Direction) এবং দূরত্ব (Distance) সম্পর্কিত সঠিক তথ্যও প্রদান করা যায়। গ্লোব অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখা দ্বারা বিভিন্ন অংশে বিভক্ত। অনূভূমিক রেখাগুলোকে সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা (Parallels of Latitude) এবং উল্লম্ব রেখাগুলোকে দ্রাঘিমারেখা বা দেশান্তর রেখা (Meridians of Longitude) হিসাবে দেখানো হয়। অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশ দ্বারা তৈরি জালকে রেখা জাল (Graticule) বলে। এই জালের (Network) সাহায্যে মানচিত্র সহজভাবে অঙ্কন করা যায়। একটি সমতল পৃষ্ঠে রেখাজাল (Graticule) অঙ্কন করাকে অভিক্ষেপ (Projection) বলে।

কিন্তু গ্লোবের অনেক সীমাবদ্ধতা রয়েছে। এটি ব্যয়বহূল, এটি সহজে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় নিয়ে যাওয়া যায় না এবং ছোটো ছোটো তথ্যাবলী দেখানোও যায় না। গ্লোবে দেশান্তর রেখা বা দ্রাঘিমারেখাগুলো অর্ধবৃত্তাকার এবং সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখাগুলো বৃত্তাকার হয়। যখন এগুলোকে একটি সমতল পৃষ্ঠে স্থানান্তরিত করা হয়, তখন সেগুলো সোজা বা বক্র পরস্পরছেদকারী রেখা হিসাবে দেখানো হয়।

মানচিত্র অভিক্ষেপের প্রয়োজনীয়তা (NEED FOR MAP PROJECTION)

মানচিত্র অভিক্ষেপের প্রয়োজনীয়তা প্রধানত কোনো অঞ্চলের বিস্তারিত অধ্যয়নের জন্য আবশ্যক যা গ্লোব থেকে পাওয়া সম্ভব নয়। একইভাবে, গ্লোবে দু'টি প্রাকৃতিক অঞ্চলের তুলনা করাও সহজ নয়। এই জন্য সমতল পৃষ্ঠে বড় স্কেলের ভিত্তিতে অঙ্কিত মানচিত্রের সঠিক চিত্র খুবই প্রয়োজন। এখন, সমস্যা হলো কিভাবে একটি সমতল কাগজে (Flat Sheet) অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলোকে স্থানান্তর করা যায়। যদি আমরা একটি সমতল পৃষ্ঠকে গ্লোব বা ভূগোলকের ওপর আঁটকে অঙ্কন করি, তাহলে একটি বড়ো অংশ বা পৃষ্ঠদেশকে বিকৃতিহীন অনুরূপ অঙ্কন করা যাবে না। গ্লোব বা ভূগোলকের কেন্দ্র থেকে আলো প্রতিফলিত করে প্রক্ষিপ্ত ছায়াঙ্কন করলে আমরা ভূগোলকের একটি বিকৃত চিত্র পাবো। গ্লোব থেকে কাগজের স্পর্শ বিন্দু (Tangential Line) যত স্পর্শ রেখা (Tangential Line) থেকে দূরে সরতে থাকে চিত্রটি ততই বিকৃত হতে থাকে। স্পর্শ বিন্দু বা স্পর্শ রেখার দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে সাথে বিকৃতিও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এইজন্য গ্লোব বা ভুগোলক থেকে সঠিক আকার, আয়তন এবং দিক (Direction) প্রভৃতি বৈশিষ্ট্যগুলোকে কাগজে দেখানো প্রায় অসম্ভব কারণ ভূগোলক বা গ্লোব একটি উন্নয়নশীল পৃষ্ঠ (Developable Surface) নয়।

মানচিত্র অভিক্ষেপে আমরা পৃথিবীর কোনো অংশের সঠিক আকার (True Shape) এবং বিস্তার (Dimention) দেখানোর চেস্টা করে থাকি। কিন্তু বিকৃতি যেকোন রূপে বা অন্যান্য কারণে অনিবার্য। এই বিকৃতিকে দূর করার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতির কথা ভাবা হয়েছে। এইজন্য মানচিত্র অভিক্ষেপকে এইভাবেও সংজ্ঞায়িত করা হয় যে অক্ষাংশ বা অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা দ্বারা নির্মিত জালকে ভূগোলক থেকে একটি সমতল কাগজে স্থানান্তরিত করার জন্য ব্যবহৃত বিভিন্ন পদ্ধতির অধ্যয়নই হলো মানচিত্র অভিক্ষেপ।

শব্দকোষ (Glossary)

মানচিত্র অভিক্ষেপ (Map projection) : এটি গোলাকার পৃষ্ঠের একটি সমতল পৃষ্ঠে রূপান্তরের একটি পদ্ধতি। কোনো সুবিধাজনক স্কেলে গোলাকার পৃথিবী বা এর কোনো অংশের অক্ষরেখা বা সমাক্ষরেখা এবং দেশান্তর বা দ্রাঘিমারেখা দ্বারা নির্মিত জালের সমতল পৃষ্ঠের ওপর স্থানান্তরিত করার পদ্ধতিগত এবং সুশৃঙ্খল কার্যকে বোঝায়।

লেক্সোড্রোম বা হ্রম্ব রেখা (Lexodrome or Rhumb Line) : এটি একটি সরলরেখা যা মার্কেটর অভিক্ষেপে অঙ্কন করা হয়, যা কিনা একটি স্থির দিকমাণ (Bearing) বিশিষ্ট দুটি বিন্দুকে যুক্ত করে। নৌচলাচলের সময় দিক নির্ধারণের ক্ষেত্রে এটি অত্যন্ত সহায়ক।

বৃহৎ বৃত্ত (The Great Circle) : এটি দুই বিন্দুর মধ্যে সবচেয়ে কম দূরত্বকে দেখায়, যা কিনা বায়ু পরিবহন এবং নৌ পরিবহন উভয় ক্ষেত্রেই প্রায়শই ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

সমক্ষেত্র অভিক্ষেপ (Homolographic Projection): এই অভিক্ষেপে অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখা দ্বারা নির্মিত জালকে এইভাবে প্রক্ষিপ্ত করা হয় যে মানচিত্রের প্রত্যেকটি চতুর্ভুজের ক্ষেত্রফল এবং ভূগোলকের সেই অঞ্চলের চতুর্ভুজের ক্ষেত্রফলের অনুরূপ হয়। এই অভিক্ষেপকে সম-ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপও বলা হয়।

সমাকৃতি বিশিষ্ট অভিক্ষেপ (Orthomorphic Projection) : এই অভিক্ষেপে, ভূপৃষ্ঠের যে কোন অঞ্চলের সঠিক আকৃতি অভিক্ষেপের আকৃতির অনুরূপ হয়।

মানচিত্র অভিক্ষেপের উপাদানসমূহ (ELEMENTS OF MAP PROJECTION)

a. পৃথিবীর ক্ষুদ্র রূপ বা সৃজনী পৃথিবী (Reduced Earth): পৃথিবীর মডেল বা প্রতিমাণ (Model) কে ছোটো স্কেলের সহায়তায় কাগজের সমতল পৃষ্ঠে দেখানো হয়। এই মডেল বা প্রতিমাণকে "পৃথিবীর ক্ষুদ্র রূপ" বা "সৃজনী পৃথিবী" (" Reduced Earth ") বলা হয়। এই মডেলটি কম বেশী গোলাকার হয়, যেখানে মেরু ব্যাস নিরক্ষীয় ব্যাস থেকে ছোটো হবে এবং রেখাজালকে (Network of Graticule) এই মডেলে স্থানান্তরিত করা যেতে পারে।

b. সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা (Parallels of Latitude): ভূগোলকের (Globe) চারদিকে অবস্থিত বৃত্ত, যা নিরক্ষরেখার অনুরূপে সমান্তরালভাবে মেরু পর্যন্ত সম দূরত্বে (Uniform Distance) অবস্থান করে। প্রত্যেকটি সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা তার সমতলে অবস্থান করে যা পৃথিবীর অক্ষের সমকোনে অবস্থান করে। তারা সম দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট নয়। অক্ষরেখার প্রসর (Range) প্রত্যেকটি মেরুতে বিন্দু থেকে শুরু হয়ে বিষুবরেখা বা নিরক্ষরেখায় ভূগোলকীয় পরিধি পর্যন্ত হয়ে থাকে। এই রেখাগুলোকে 0^0 থেকে 90^0 উত্তর এবং দক্ষিণ অক্ষাংশে চিহ্নিত করা হয়।

c. দেশান্তর রেখা বা দ্রাঘিমারেখা (Meridians of Longitude): এই রেখাগুলো অর্ধবৃত্তাকার (Semi-Circles) যা কিনা উত্তর থেকে দক্ষিণ দিকে, এক মেরু থেকে অন্য মেরু পর্যন্ত অঙ্কন করা হয়। দুটি বিপরীত দ্রাঘিমারেখা মিলে একটি সম্পূর্ণ বৃত্ত গঠন করে। প্রত্যেকটি দেশান্তর রেখা তার সমতলে অবস্থান করে, কিন্তু এই রেখাগুলো ভূগোলকের মেরুর সাথে একে অপরকে সমকোণে ছেদ করে। যদিও বাস্তবে এমন কোনো মূল মধ্যরেখা (Central Meridian) নেই, কিন্তু সুবিধার জন্য গ্রীনিচ এর দ্রাঘিমারেখাকে মূল মধ্যরেখা ধরা হয়। যার মান 0^0 দ্রাঘিমারেখা হিসাবে ধরা হয়। অন্যান্য সকল দ্রাঘিমারেখাগুলো অঙ্কন করার জন্য এই রেখাটিকে অনুসরণ করা হয়।

d. বিশ্বব্যাপী বৈশিষ্ট্য (Global Property): মানচিত্র অভিক্ষেপ তৈরী করার জন্য ভূপৃষ্ঠের নিম্নলিখিত মূল বৈশিষ্ট্যগুলোকে কিছু পদ্ধতি দ্বারা সংরক্ষিত করা হয় :

- (i) কোনো অঞ্চলের দেওয়া দু'টি বিন্দুর মধ্যেকার দূরত্ব;
- (ii) অঞ্চলটির আকৃতি;
- (iii) অঞ্চলের আকার বা ক্ষেত্রফলের সঠিক মাপ;
- (iv) অঞ্চলের কোনো এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুর দিকমাণ (Bearing);

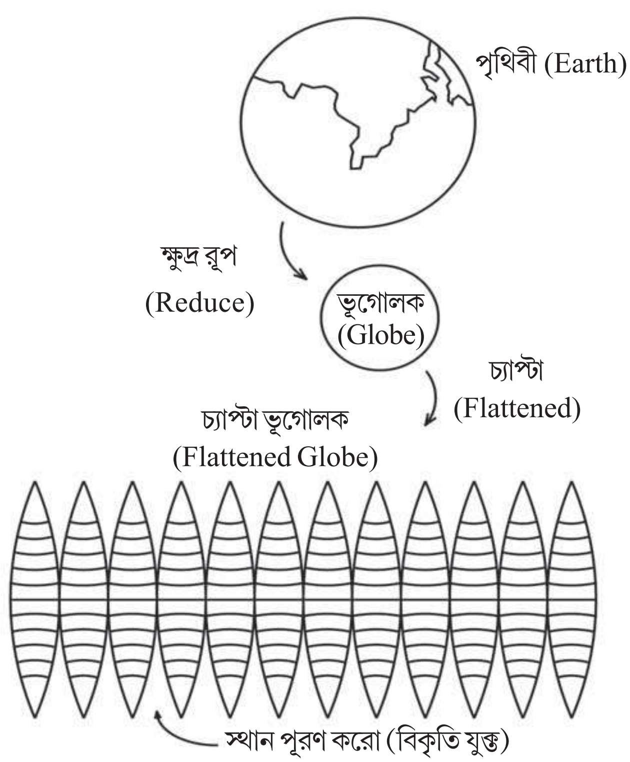
মানচিত্র অভিক্ষেপের শ্রেণিবিভাগ (CLASSIFICATION OF MAP PROJECTIONS)

নিম্নলিখিত ভিত্তিতে মানচিত্র অভিক্ষেপকে শ্রেণিবিভাগ করা যায় -

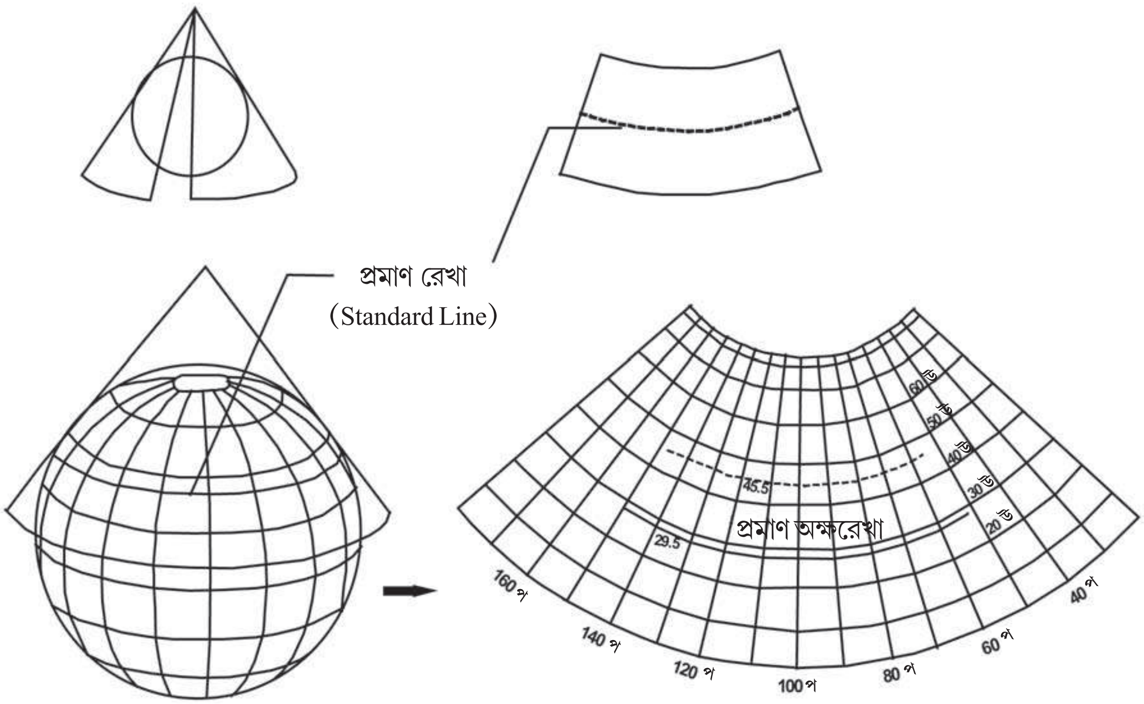
a. অঙ্কন প্রক্রিয়া (Drawing Techniques): প্রস্তুতকরণ প্রক্রিয়ার ওপর ভিত্তি করে মানচিত্র অভিক্ষেপকে সাধারণত ঃ দৃশ্যানুগ (Perspective), অদৃশ্যানগ (Non-perspective), চিরাচরিত

(Conventional) বা গাণিতিক (Mathmatical) অভিক্ষেপে বিভক্ত করা যায়। দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপকে (Perspective Projection) বিকাশযোগ্য পৃষ্ঠতলে (Developable Surface) ভূগোলকের অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা দ্বারা নির্মিত জালের প্রতিবিম্বকে আলোর উৎস থেকে প্রতিফলিত করে তৈরী করা হয়। অদৃশ্যানুগ অভিক্ষেপকে (Non- Perspective Projection) আলোর উৎস বা পৃষ্ঠতলে প্রতিবিম্ব প্রক্ষেপণ ছাড়াই তৈরী করা যায়, যা কখনো চেপটাও (Flattened) হতে পারে। গাণিতিক বা চিরাচরিত অভিক্ষেপ (Mathematical or Conventional Projection) গাণিতিক গণনা এবং সূত্র থেকে উদ্ভূত এবং এটি প্রক্ষিপ্ত প্রতিবিম্বের সাথে সামান্য সম্পর্কযুক্ত।

b. বিকাশযোগ্য পৃষ্ঠতল (Developable Surface): বিকাশযোগ্য পৃষ্ঠতল (Developable Surface) হলো এমন একটি পৃষ্ঠ যা চেপ্টা হতে পারে এবং যেখানে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা দ্বারা নির্মিত জালকে (Network) প্রক্ষিপ্ত করা যায়। অবিকাশযোগ্য পৃষ্ঠতল হলো এমন একটি তল, যা সঙ্কোচন, ভাঙ্গন বা ভাঁজ হওয়া ছাড়া চেপ্টা করা যায় না। একটি ভূগোলক বা গোলাকার তলে অবিকাশযোগ্য পৃষ্ঠতলের বৈশিষ্ট্য দেখা যায় অপরপক্ষে একটি বেলন, শঙ্কু এবং সমতলে বিকাশযোগ্য পৃষ্ঠতলের বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। বিকাশযোগ্য পৃষ্ঠতলের প্রকৃতির ওপর ভিত্তি করে মানচিত্র অভিক্ষেপকে বেলন (Cylindrical), শাঙ্কব (Conical) এবং জেনিথাল (Zenithal) অভিক্ষেপে বিভক্ত করা যায়। বেলন অভিক্ষেপকে বেলনাকার বিকাশযোগ্য তলকে ব্যবহার করে তৈরী করা যায়। একটি কাগজের তৈরী বেলন দিয়ে ভূগোলককে আচ্ছাদিত করে অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশগুলোকে তাতে প্রক্ষিপ্ত করা হয়। যখন বেলনটিকে কেটে খোলা হয়, তখন সমতল কাগজে বেলন অভিক্ষেপ রূপে (Cylindrical Projection) উপলব্ধ হয়। একটি শাঙ্কব অভিক্ষেপে একটি শঙ্কুকে (Cone) ভূগোলোক বা গ্লোবের চারপাশে জড়িয়ে অঙ্কন করা হয় এবং এর ওপর রেখাজালের ছায়া বা প্রতিবিম্বকে প্রক্ষিপ্ত করা হয়। যখন শঙ্কুটিকে কেটে খোলা হয় তখন চেপটা কাগজে একটি শাঙ্কব অভিক্ষেপ (Conical Projection) প্রাপ্ত হয়। যখন একটি সমতল পৃষ্ঠ ভূগোলকের কোনো বিন্দুকে স্পর্শ করে সেখানে রেখাজালকে প্রক্ষিপ্ত করা হয়, তখন জেনিথাল অভিক্ষেপ (Zenithal Projection) সমতল পৃষ্ঠ বা



চিত্র 4.1 সমতল পৃষ্ঠে ভূগোলককে রূপান্তরের ফলে অঞ্চল আকৃতি এবং দিকে সৃষ্ট বিকৃতি।



চিত্র 4.2 ভূগোলক থেকে সমতল মানচিত্রে একটি শাঙ্কব অভিক্ষেপ

তল থেকে সরাসরি পাওয়া যায়। সাধারণতঃ সমতল পৃষ্ঠকে ভূগোলকের ওপর এইভাবে রাখা হয় যে এটি ভূগোলকের কোন একটি মেরুকে স্পর্শ করে। ভূগোলকের পৃষ্ট স্পর্শ করার ভিত্তিতে এই অভিক্ষেপকে অভিলম্ব (Normal) তির্যক (Oblique) এবং মেরুস্পর্শী (Polar) উপবিভাগে বিভক্ত করা যায়। যদি বিকাশযোগ্য তল ভূগোলকের বিষুবরেখাকে স্পর্শ করে তখন তাকে অভিলম্ব বা নিরক্ষীয় অভিক্ষেপ (Normal Projection or Equatorial Projection) বলা হয়। যদি নিরক্ষরেখা এবং মেরুর মধ্যবর্তী কোনো বিন্দুকে স্পর্শ করে তখন তাকে তির্যক অভিক্ষেপ (Oblique Projection) বলে এবং যদি এটি মেরু স্পর্শ করে তখন তাকে মেরুস্পর্শী অভিক্ষেপ (Polar Projection) বলে।

c. ভূমন্ডলীয় বৈশিষ্ট্যাবলী বা বিশ্বব্যাপী বৈশিষ্ট্যাবলী (Global Properties): ওপরের বর্ণনায় বলা হয়েছে যে, একটি মানচিত্রে চারটি ভূমন্ডলীয় বৈশিষ্ট্য যেমন ক্ষেত্রফল, আকৃতি, দিক এবং দূরত্ব প্রভৃতি বিষয় নির্ভুল হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু, কোনো অভিক্ষেপে এই সবগুলো বৈশিষ্ট্য একত্রে সঠিক বা নির্ভুল হয় না এজন্য বিশেষ প্রয়োজনানুযায়ী এক এক অভিক্ষেপ অঙ্কন করা যেতে পারে যাতে আকাঙ্ক্ষিত উৎকর্ষতা প্রাপ্ত করা যায়। এই রকম ভূমন্ডলীয় বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে অভিক্ষেপকে সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট (Equal Area), সমাকৃতি বিশিষ্ট (Orthomorphic), এ্যাজিমুথ্যাল (Azimuthal) এবং সমদূরবর্তী (Equi- distant) অভিক্ষেপ- এ বিভক্ত করা যায়। সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপকে হোমোলোগ্রাফিক অভিক্ষেপও (Homolographic Projection) বলা হয়। এই অভিক্ষেপে পৃথিবীর বিভিন্ন ক্ষেত্রের আকৃতিকে

সঠিকভাবে চিত্রিত করা যায়। সমাকৃতি বিশিষ্ট অভিক্ষেপ (Orthomorphic Projection) বা সঠিক আকৃতি বিশিষ্ট অভিক্ষেপ (True Shape Projection) - এ বিভিন্ন ক্ষেত্রের আকৃতিকে সঠিকভাবে দেখানো হয়। এখানো ক্ষেত্রফলের নির্ভুলতার পরিবর্তে আকৃতির যথাযথতার ওপর লক্ষ রেখে তৈরী করা হয়। এ্যাজিমুথ্যাল অভিক্ষেপ (Azimuthal Projection) বা সঠিক দিকমাণ অভিক্ষেপ (True-Bearing Projection) হলো এমন একটি অভিক্ষেপ, যেখানে কেন্দ্র থেকে সকল বিন্দুর দিক সঠিকভাবে দেখানো হয়। সমদূরবর্তী অভিক্ষেপ দূরত্ব বা স্কেলের সঠিকতার ওপর ভিত্তি করে বানানো হয়। কিন্তু এমন কোনো অভিক্ষেপ নেই যেখানে স্কেলের নির্ভুলতার ওপর সবসময় লক্ষ রেখে বানানো হয়। প্রয়েজনানুসারে, কিছু নির্বাচিত অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখার ক্ষেত্রে এই নির্ভুলতা বজায় রাখা যায়।

d. আলোর উৎস (Source of Light): আলোর উৎসের অবস্থানের ওপর ভিত্তি করে অভিক্ষেপকে নেমোনিক (Gnomonic), স্টিরিওগ্রাফিক (Stereographic), এবং অর্থগ্রাফিক (Orthographic) অভিক্ষেপে বিভক্ত করা যায়। নোমানিক অভিক্ষেপে আলোর উৎসকে ভূগোলকের কেন্দ্রে রেখে তৈরি করা হয়। স্টিরিওগ্রাফিক অভিক্ষেপে আলোর উৎসকে একটি সমতল কাগজে ভূগোলকের স্পর্শ অঞ্চল থেকে বিপরীতে ভূগোলকের পরিধি থেকে অঙ্কন করা হয়। ভূগোলকের যে বিন্দুতে সমতল পৃষ্ঠ স্পর্শ করে, তার বিপরীতে অন্তহীন (Infinity) কোনো স্থানে আলোর উৎস দ্বারা অর্থোগ্রাফিক অভিক্ষেপ (Orthographic Projection) অঙ্কন করা হয়।

কয়েকটি নির্বাচিত অভিক্ষেপের গঠনশৈলী (CONSTRUCTING SOME SELECTED PROJECTIONS)

a. এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট শাঙ্কব অভিক্ষেপ (Conical Projection with one Standard Parallel)

শাঙ্কব অভিক্ষেপ তৈরি করার জন্য ভূগোলকের কোনো একটি অক্ষরেখাকে স্পর্শ করে একটি বিকাশযোগ্য শঙ্কুর (Developable Cone) ওপর অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা দ্বারা নির্মিত জালের প্রতিবিম্বকে প্রক্ষিপ্ত করা হয়। এই অক্ষরেখাটিকে পরিমিত বা প্রমাণ অক্ষরেখাও (Standard Parallel) বলা হয়। যদি শঙ্কুটি ভূগোলকের কেন্দ্রকে AB তে স্পর্শ করে, তবে ভূগোলকে এই অক্ষরেখার অবস্থানকে পরিমিত বা প্রমাণ অক্ষরেখা (Standard Parallel) ধরা হয়। প্রমাণ অক্ষরেখার উভয়দিকের অন্যান্য অক্ষরেখার দৈর্ঘ্যে বিকৃতি দেখা যায় (চিত্র- 4.3)।

উদাহরণ

10^0 উত্তর থেকে 70^0 উত্তর অক্ষরেখা এবং 10^0 পূর্ব থেকে 130^0 পূর্ব দ্রাঘিমারেখা দ্বারা সীমাবদ্ধ একটি অঞ্চলে এক অক্ষরেখা বিশিষ্ট শাঙ্কব অভিক্ষেপ তৈরি কর, যেখানে স্কেল 1 : 250,000,000 এবং অক্ষাংশ তথা দ্রাঘিমাংশের মধ্যেকার ব্যবধান (Interval) 10^0 ।

গণনা (Calculation) :

ক্ষুদ্রাকার পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = \dfrac{640,000,000}{250,000,000} = 2.56$ সেমি

প্রমাণ অক্ষরেখা হল 40^0 উত্তর (10,20, 30, **40,** 50, 60, 70)

মধ্য দ্রাঘিমারেখা হল 70^0 পূর্ব (10, 20, 30, 40, 50, 60, **70,** 80, 90, 100, 110, 120, 130)

অঙ্কন প্রণালী (Construction) :

(i) 2.56 সেমি ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বৃত্ত অঙ্কন করো, যেখানে কোণ COE 10^0 অন্তর এবং BOE এবং AOD 40^0 প্রমাণ অক্ষরেখা চিহ্নিত করো।

(ii) একটি স্পর্শ রেখা B থেকে বাড়িয়ে P পর্যন্ত এবং A থেকে বাড়িয়ে P পর্যন্ত টানো যাতে শঙ্কুর দুটি বাহু AP এবং BP ভূগোলককে স্পর্শ করে 40^0 উত্তরে প্রমাণ অক্ষরেখাটি তৈরি করে।

(iii) চাপের দূরত্ব CE অক্ষরেখাগুলোর মধ্যেকার অন্তর (Interval) দেখাচ্ছে। এই চাপের দূরত্ব অনুসারে একটি অর্ধ-বৃত্ত (Semi Circle) অঙ্কন করা হয়।

(iv) OP থেকে OB পর্যন্ত একটি লম্ব (Perpendicular), X-Y আঁকা হয়।

(v) একটি উ.-দ. আলাদা রেখা নেওয়া হলো, যা প্রমাণ অক্ষরেখা (Standard Parallel) কে চিত্রিত করার জন্য BP দূরত্বে অঙ্কন করা হয়। উ. দ. রেখাটি মধ্য দ্রাঘিমারেখায় পরিণত হয়।

(vi) মধ্য দ্রাঘিমারেখায় চাপ দূরত্ব CE কে নিয়ে অন্যান্য অক্ষরেখাগুলো আঁকা হয়।

(vii) মেরুর সাথে মিলিয়ে সরলরেখাগুলো অঙ্কন করা হয়।

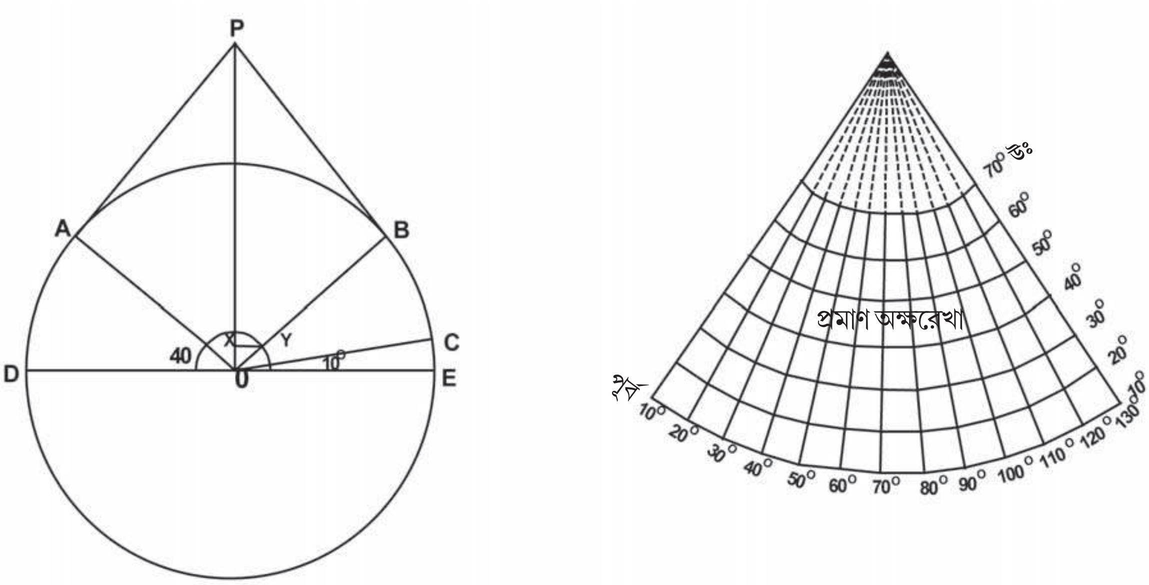
বৈশিষ্ট্য (Properties) :

(1) সকল অক্ষরেখাগুলোই সমকেন্দ্রিক বৃত্ত এবং এদের মধ্যেকার দূরত্ব সমান হয়।

(2) সকল দ্রাঘিমারেখাগুলোই মেরু থেকে সরলরেখা বিশিষ্ট হয়ে থাকে। দ্রাঘিমারেখাগুলো অক্ষরেখাগুলোকে সমকোণে ছেদ করে।

(3) দ্রাঘিমারেখাগুলোর স্কেল নির্ভুল হয়। ফলে দ্রাঘিমারেখা বরাবর দূরত্ব সঠিক হয়।

(4) একটি বৃত্ত চাপ মেরুকে চিত্রিত করে।



চিত্র 4.3 এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সহজ শাঙ্কব অভিক্ষেপ

(5) কেবলমাত্র প্রমাণ বা পরিমিতি অক্ষরেখায় (Standard Parallel) স্কেল সর্বদা সঠিক থাকে। কিন্তু দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে সাথে বিকৃত হতে থাকে।

(6) মেরুর নিকটে দ্রাঘিমারেখাগুলো একে অপরের খুব কাছাকাছি এসে পরে।

(7) এই অভিক্ষেপটি সমক্ষেত্রফল বিশিষ্টও নয়, আবার সমাকৃতি (Orthomorphic) বিশিষ্টও নয়।

সীমাবদ্ধতা (Limitations) :

(1) এটি পৃথিবীর মানচিত্রের জন্য উপযুক্ত নয়, কারণ যে গোলার্ধে প্রমাণ অক্ষরেখা নির্বাচন করা হয় তার বিপরীত গোলার্ধে অত্যন্ত বিকৃতি দেখা যায়।

(2) যে গোলার্ধে এটি তৈরি করা হয় সেই গোলার্ধেও এটি উপযুক্ত নয়। কারণ এক্ষেত্রেও মেরুতে ও নিরক্ষরেখার কাছে বিকৃতি দেখা যায়। তাই এই অভিক্ষেপটি বৃহৎ পরিসরে প্রয়োগ করার জন্য অনুপযুক্ত।

ব্যবহার (Uses) :

(1) সাধারণত এই অভিক্ষেপটি মধ্য-অক্ষাংশীয় অঞ্চলে সীমিত অক্ষাংশীয় এবং বড়ো দ্রাঘিমাংশের বিস্তারের মানচিত্র তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(2) এই অভিক্ষেপে প্রমাণ অক্ষরেখার সঙ্গে পূর্ব থেকে পশ্চিম দিকে লম্বা সংকীর্ণ টুকরো ভূমিভাগকে সঠিকভাবে দেখানো যায়।

(3) প্রমাণ অক্ষরেখার দিকের ব্যবহার রেলপথ, সড়কপথ, সংকীর্ণ নদী উপত্যকা এবং আন্তর্জাতিক সীমানা প্রদর্শিত করার জন্য করা হয়ে থাকে।

(4) এই অভিক্ষেপটি কানাডিয়ান প্রশান্ত মহাসাগরীয় রেলপথ, ট্রান্স-সাইবেরিয়ান রেলপথ, কানাডা এবং আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রের মধ্যবর্তী আন্তর্জাতিক সীমানা তথা নর্মদা উপত্যকা প্রভৃতিকে দেখানোর জন্য সর্বাধিক উপযোগী।

b. সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপ (Cylindrical Equal Area Projection)

সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপটি ল্যামবার্ট অভিক্ষেপ নামেও পরিচিত। এটি ভূগোলককে নিরক্ষরেখায় স্পর্শ বেলনে প্রক্ষিপ্ত অক্ষরেখা রশ্মি দ্বারা তৈরি করা হয়। অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখা দ্বারা প্রক্ষিপ্ত রেখাগুলো উভয়ই সরলরেখা যা কিনা একে অপরকে সমকোণে ছেদ করে। মেরুকে নিরক্ষরেখার সমান এবং সমান্তরাল দেখানো হয়, এজন্য উচ্চ অক্ষাংশে অবস্থিত অঞ্চলের আকার অনেক অধিক বিকৃত হয়ে যায়।

উদাহরণ (Example) :

বিশ্বের জন্য একটি সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপ তৈরি করো যেখানে মানচিত্রের স্কেল 1: 300,000,000 এবং অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের মধ্যেকার ব্যবধান (Interval) 15^0 ।

গণনা (Calculation) :

ক্ষুদ্রাকার পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = \dfrac{640,000,000}{300,000,000} = 2.1$ সেমি।

নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য $2\overline{500}R =$ or $= \dfrac{2 \times 22 \times 2.1}{7} = 13.2$ সেমি।

নিরক্ষরেখা বরাবর ব্যবধান $= \dfrac{13.2 \times 15^0}{360^0} = 0.55$ সেমি।

অঙ্কন প্রণালী (Construction) :

(i) 2.1 সেমি ব্যাসার্ধের একটি বৃত্ত অঙ্কন করো।

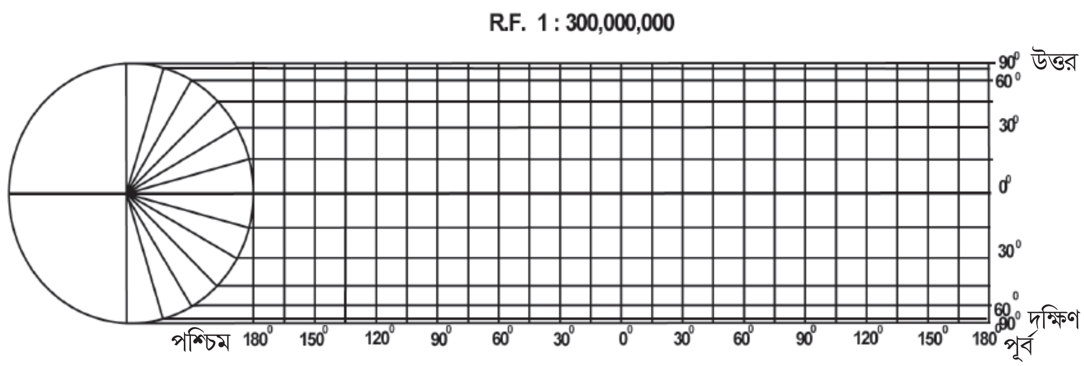
(ii) উত্তর এবং দক্ষিণ উভয় গোলার্ধে 15^0, 30^0, 45^0, 60^0, 75^0 এবং 90^0 কোণগুলোকে চিহ্নিত করো।

(iii) 13.2 সেমি লম্বা একটি রেখা অঙ্কন করো এবং এই রেখাকে 0.55 সেমি দূরত্বে 24 টি সমান অংশে ভাগ করো। এই রেখাটি নিরক্ষরেখাকে চিত্রিত করে।

(iv) যেখানে 0^0 কোণ বৃত্তের পরিধির সাথে মিলিত হয়, সেই বিন্দু থেকে নিরক্ষরেখা অব্দি একটি লম্ব অঙ্কন করো।

(v) লম্ব রেখা থেকে সব অক্ষরেখাগুলোকে নিরক্ষরেখার সম দৈর্ঘ্য পর্যন্ত প্রসারিত করো।

(vi) নিম্নে প্রক্ষিপ্ত চিত্র 4.4 অনুসারে অভিক্ষেপটি সম্পূর্ণ করো।



চিত্র 4.4 সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপ (Cylindrical Equal Area Projection)

বৈশিষ্ট্য (Properties):

1. সকল অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখাগুলোই সরলরেখা যা একে অপরকে সমকোণে ছেদ করে।
2. মেরু অক্ষরেখাও নিরক্ষরেখার সমান হয়ে থাকে।
3. নিরক্ষরেখা বরাবরই স্কেল নির্ভুল হয়।

সীমাবদ্ধতা (Limitations):

1. এক্ষেত্রে মেরুর দিকে বিকৃতি বৃদ্ধি পায়।
2. এই অভিক্ষেপটি সমাকৃতি বিশিষ্ট অভিক্ষেপ (Non-Orthographic Projection) নয়।
3. অঞ্চলের সমানতা বজায় রাখার জন্য আকারগত বিকৃতি আবশ্যক হয়ে পরে।

ব্যবহার (Uses)

1. এই অভিক্ষেপটি 45^0 উত্তর এবং দক্ষিণ অক্ষাংশের মধ্যবর্তী অঞ্চলের জন্য সর্বাধিক উপযুক্ত।
2. এটি ক্রান্তীয় শস্য যেমন ধান, কফি, চা, রাবার এবং ইক্ষু বণ্টন দেখানোর জন্য অধিক উপযুক্ত।

c. মার্কেটর অভিক্ষেপ (Mercator's Projection):

1569 সালে এক ডাচ (Dutch) মানচিত্রকার মার্কেটর জেরার্ডস কারমার (Mercator Gerardus Karmer) এই অভিক্ষেপটি তৈরি করেন। এই অভিক্ষেপটি গাণিতিক সূত্রের ওপর ভিত্তি করে গড়ে উঠেছে। এজন্য এটি একটি সমাকৃতি বিশিষ্ট অভিক্ষেপ যেখানে সঠিক আকৃতিকে বজায় রাখা হয়। অক্ষরেখাগুলোর মধ্যেকার দূরত্ব মেরুর দিকে বৃদ্ধি পায়। বেলন অভিক্ষেপের (Cylindrical Projection) মতো অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলো একে অপরকে সমকোণে ছেদ করে। সঠিক দিক নির্দেশ করা হলো এই অভিক্ষেপের একটি বৈশিষ্ট্য। এই অভিক্ষেপে কোনো দুটি বিন্দুকে যুক্তকারী একটি সরলরেখা একটি অপরিবর্তনীয় দিকমাণকে (Constant Bearing) প্রদর্শিত করে, যাকে লেক্সোড্রোম বা হ্রস্ব রেখাও (Laxodrome or Rhumb Line) বলা হয়।

উদাহরণ (Example) :

বিশ্বের মানচিত্রের জন্য একটি মার্কেটের অভিক্ষেপ অঙ্কন করো যেখানে স্কেল 1: 250,000,000 এবং ব্যবধান 15^0 ।

গণনা (Calculation) :

ক্ষুদ্রাকার পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = \frac{250,000,000}{250,000,000} = 1''$

নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য $2\overline{500}$R বা $\frac{1\times 22\times 2}{7} = 6.28$ ইঞ্চি

নিরক্ষরেখা বরাবর ব্যবধান $= \frac{6.28\times 15^0}{360^0} = 0.26$ ইঞ্চি

অঙ্কন প্রণালী (Construction):

(i) 6.28" এর একটি রেখা EQ অঙ্কন করো যেটি নিরক্ষরেখাকে চিত্রিত করে।

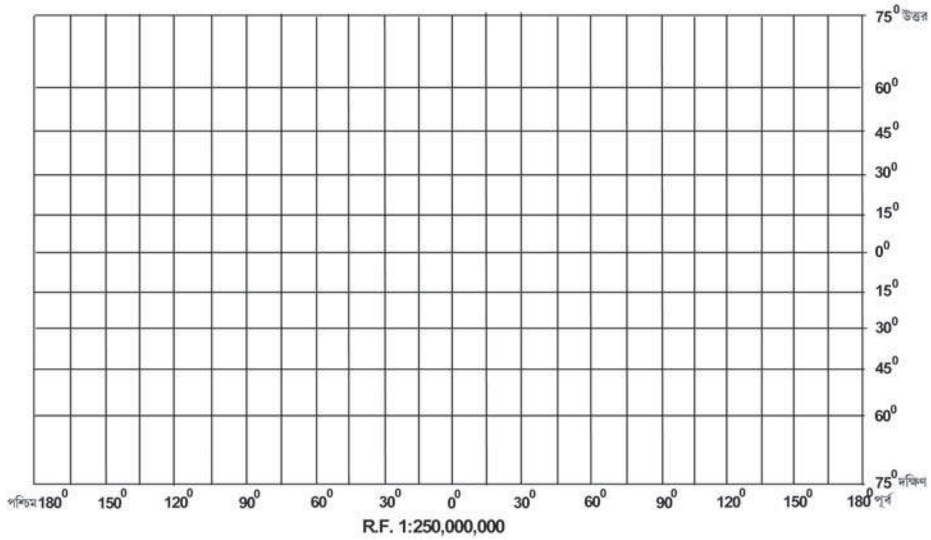
(ii) একে 24 টি সমান অংশে ভাগ করো। নিম্নে বর্ণিত সূত্রের সহায়তায় প্রতিটি বিভাগের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো -

$$\frac{\text{নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য} \times \text{ব্যবধান}}{360^0}$$

(iii) নিম্নে বর্ণিত সারণির সহায়তায় অক্ষাংশের মধ্যেকার দূরত্ব গণনা করো -

অক্ষাংশ	দূরত্ব
15°	0.265 ঃ 1 = 0.265"
30°	0.549 ঃ 1 = 0.549"
45°	0.881 ঃ 1 = 0.881"
60°	1.317 ঃ 1 = 1.317"
75°	2.027 ঃ 1 = 2.027"

(iv) চিত্র 4.5 এর অনুরূপে অভিক্ষেপটি সম্পূর্ণ করো।



চিত্র 4.5 মার্কেটর অভিক্ষেপ (Mercator's Projection)

বৈশিষ্ট্য (Properties):

(1) সকল অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমারেখাগুলোই সরলরেখা এবং তারা একে অপরকে সমকোণে ছেদ করে।

(2) সকল অক্ষরেখার দৈর্ঘ্য সমান হয় এবং এগুলো নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্যের সমান হয়ে থাকে।

(3) সকল দ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্য এবং এদের মধ্যেকার দূরত্ব সমান হয়। কিন্তু ভূগোলকের অনুরূপ মধ্যরেখা বা দ্রাঘিমারেখা অপেক্ষা এগুলোর দৈর্ঘ্য অধিক হয়।

(4) অক্ষাংশের মধ্যেকার দূরত্ব মেরুর দিকে বাড়তে থাকে।

(5) নিরক্ষরেখা বরাবর স্কেল নির্ভুল হয়, কারণ এই অভিক্ষেপে নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য ভূগোলকের নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্যের সমান ; কিন্তু অন্যান্য অক্ষরেখাগুলোর দৈর্ঘ্য ভূগোলকের স্থিত অক্ষরেখার দৈর্ঘ্য অপেক্ষা বেশি হয়; একারণে এগুলো বরাবর স্কেল সঠিক থাকে না। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে এই অভিক্ষেপের 30^0 অক্ষরেখা ভূগোলকের অনুরূপ অক্ষরেখা থেকে 1.154 গুন বড়ো হয়।

(6) এই অভিক্ষেপে ক্ষেত্রসমূহের বাস্তবিক আকৃতি বজায় রাখা হয়, কিন্তু উচ্চ অক্ষাংশে আকৃতিতে বিকৃতি পরিলক্ষিত হয়।

(7) ছোটো দেশগুলোর আকার নিরক্ষরেখার নিকটে সংরক্ষিত থাকে, কিন্তু মেরুর দিকে এটি বৃদ্ধি পেতে থাকে।

(8) এটি একটি এ্যাজিমুথ্যাল বা দিগাংশ অভিক্ষেপ।

(9) এটি একটি সমাকৃতি বিশিষ্ট অভিক্ষেপ। কারণ দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেল অক্ষরেখা বরাবর স্কেলের সমান হয়।

সীমাবদ্ধতা (Limitations) :

(1) অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশের ভিত্তিতে স্কেলের বিস্তার উচ্চ অক্ষাংশে তীব্রভাবে বৃদ্ধি পায়। এর ফলে মেরুর নিকটবর্তী দেশগুলোর আকার ঐগুলোর বাস্তবিক আকার থেকে অধিক হয়ে যায়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, গ্রীণল্যান্ডের আকার আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রের সমান হয়ে যায়, যদিও এটি আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রের আকারের 1/10 ভাগ মাত্র।

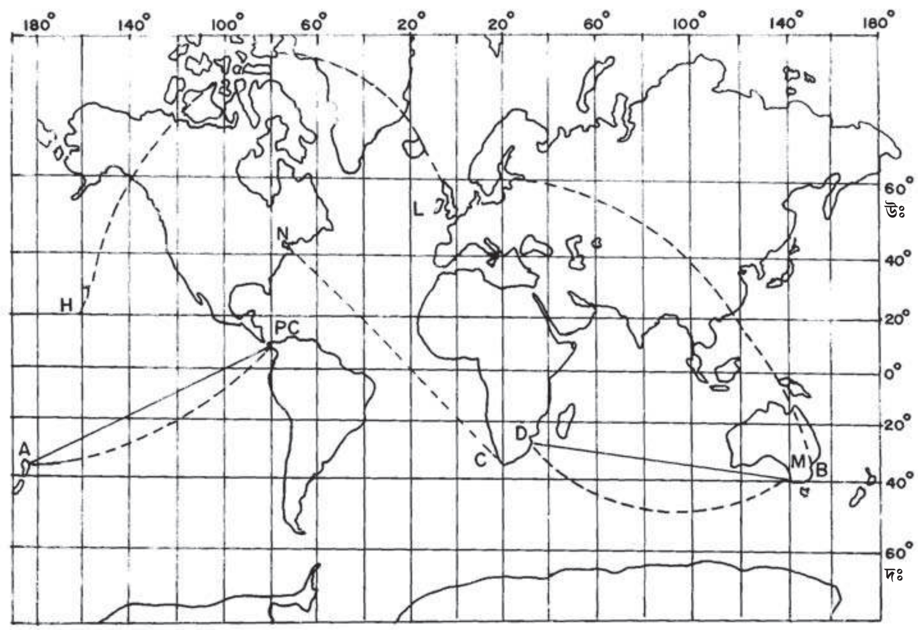
(2) এই অভিক্ষেপে মেরুকে 90^0 প্রদর্শিত করা যায় না, কারণ যে অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশগুলো 90^0 তে স্পর্শ করে সেগুলো অসীম (Infinite)।

ব্যবহার (Uses):

(1) এটি পৃথিবীর মানচিত্রের জন্য খুবই উপযোগী এবং অ্যাটলাস মানচিত্র তৈরিতে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

(2) এটি সমুদ্রপথে এবং বায়ুপথে দিক নির্ণয়ের জন্য খুবই উপযোগী।

(3) জলনির্গম প্রণালী, সমুদ্রস্রোত, তাপমাত্রা, বায়ুপ্রবাহ এবং তাদের দিক, বিশ্বব্যাপী বৃষ্টিপাতের বণ্টন ও অন্যান্য আবহওয়াগত উপাদান প্রভৃতিকে এই ধরণের মানচিত্রে সঠিকভাবে দেখানো হয়।



চিত্র 4.6 সরলরেখা দ্বারা লেক্সোড্রোম বা হ্রম্বরেখা এবং বিন্দুরেখা দ্বারা বৃহদ বৃত্তকে দেখানো হয়েছে।

অনুশীলনী (Exercise)

1. সঠিক উত্তরটি বাছাই করো :

(i) একটি মানচিত্র অভিক্ষেপ, যেটি বিশ্ব মানচিত্রের জন্য নুন্যতম উপযোগী
  (a) মার্কেটর
  (b) সহজ বেলন
  (c) শাঙ্কব
  (d) উপরের সবকটি

(ii) একটি মানচিত্র অভিক্ষেপ, যেটি সমক্ষেত্রফল বিশিষ্টও নয় এবং সঠিক আকৃতি বিশিষ্টও নয়, এমনকি এর দিকও নির্ভুল নয়-
  (a) শাঙ্কব
  (b) মেরু স্পর্শী জেনিথাল
  (c) মার্কেটর
  (d) বেলন

(iii) একটি মানচিত্র অভিক্ষেপ, যেখানে দিক এবং আকৃতি নির্ভুল হয়, কিন্তু মেরুর দিকে অধিক বিকৃতি লক্ষ করা যায় -
  (a) সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন
  (b) মার্কেটর
  (c) শাঙ্কব
  (d) উপরের সবকটি

(iv) ভূগোলকের কেন্দ্র থেকে যখন আলোর উৎস প্রতিফলিত করা হয়, তার ফলে প্রাপ্ত অভিক্ষেপকে বলা হয় -
  (a) অর্থোগ্রাফিক
  (b) স্টিরিওগ্রাফিক
  (c) নোমোনিক
  (d) উপরের সবকটি

2. নিম্নে বর্ণিত প্রশ্নগুলোর উত্তর 30 টি শব্দের মধ্যে দাও :

(i) মানচিত্র অভিক্ষেপের উপাদানসমূহের (Elements) বর্ণনা করো।
(ii) ভূমন্ডলীয় বৈশিষ্ট্যাবলী বলতে কি বোঝ ?
(iii) কোনো মানচিত্র অভিক্ষেপেই ভূগোলকের সঠিক রূপ প্রদর্শিত হয় না। কেন ?
(iv) সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপে ক্ষেত্রকে সমরূপ বা সমান কিভাবে রাখা হয় ?

3. পার্থক্য নির্ণয় করো :

(i) বিকাশযোগ্য তল এবং অবিকাশযোগ্য তল।
(ii) সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট এবং সমাকৃতি বিশিষ্ট অভিক্ষেপ।
(iii) অভিলম্ব এবং তির্যক অভিক্ষেপ।
(iv) সমাক্ষরেখা বা অক্ষরেখা এবং দেশান্তর রেখা বা দ্রাঘিমারেখা।

4. নিম্নে বর্ণিত প্রশ্নগুলোর উত্তর 125 টি শব্দের মধ্যে দাও :
   (i) মানচিত্র অভিক্ষেপের শ্রেণিবিভাগের জন্য যে নির্ণায়কগুলো ব্যবহৃত হয় সেগুলো আলোচনা করো এবং প্রতিটি অভিক্ষেপ শ্রেণির প্রধান বৈশিষ্ট্যাবলী বিবৃত করো।
   (ii) কোন্ মানচিত্র অভিক্ষেপটি নৌসঞ্চালন তথা দিক নির্ণয়ের ক্ষেত্রে খুবই উপযোগী ? এই অভিক্ষেপের বৈশিষ্ট্যাবলী এবং সীমাবদ্ধতাগুলো ব্যাখা করো।
   (iii) এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট শাঙ্কব অভিক্ষেপের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলো আলোচনা করো এবং এই অভিক্ষেপের মূখ্য সীমাবদ্ধতাগুলো ব্যাখা করো।

কাজ (ACTIVITY) :

30^0 উত্তর থেকে 70^0 উত্তর এবং 40^0 পূর্ব থেকে 30^0 পশ্চিম এর মধ্যে স্থিত অঞ্চলের রেখাজাল এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট শাঙ্কব অভিক্ষেপ তৈরি করো, যেখানে স্কেল 1: 200,000,000 এবং ব্যবধান 10^0।

বিশ্বের রেখাজাল সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপে তৈরি করো যেখানে স্কেল 1: 150,000,000 এবং ব্যবধান 15^0 ।

1: 400,000,000 স্কেলে একটি মার্কেটর অভিক্ষেপের রেখাজাল অঙ্কন করো যেখানে অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশের মধ্যেকার ব্যবধান 20^0।

অধ্যায় - ৫

ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র (Topographical Maps)

তোমরা জানো যে, মানচিত্র হলো ভুগোল বিষয়ক পাঠের অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। তোমরা আরও জানো যে, স্কেল ও তার কার্যকারিতার ভিত্তিতে মানচিত্রের শ্রেণিবিভাগ করা হয়। প্রথম অধ্যায়ে উল্লেখিত ভূ-বৈচিত্রসূচক মানচিত্র পাঠ ভূ-বিদদের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এই মানচিত্রের ওপর ভিত্তি করে অন্য সব মানচিত্রকে অঙ্কন করা হয়।

ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রকে বৃহৎ স্কেলে সর্বজনীন উদ্দেশ্যে অঙ্কন করা হয়। এই সকল মানচিত্র সমূহে অত্যাবশ্যক প্রাকৃতিক ও সাংস্কৃতিক বৈশিষ্ট্য সমূহ, যেমন ভূ-প্রকৃতি, স্বাভাবিক উদ্ভিদ, জলাভূমি, কৃষিজভূমি, জনবসতি এবং পরিবহন ও যোগাযোগ ব্যবস্থা প্রভৃতি প্রদর্শিত হয়। এসকল মানচিত্র প্রতিটি দেশের জাতীয় মানচিত্র সংগঠন (National Mapping Organisation) **দ্বারা প্রস্তুত এবং প্রকাশ করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, ভারতের জরিপ বিভাগ (Survey of India) ভারতের সমগ্র অংশের জন্য ভূ-বৈচিত্রসূচক মানচিত্র প্রস্তুত করে। ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র** বিভিন্ন স্কেলে শ্রেণীবদ্ধ মানচিত্ররূপে অঙ্কন করা হয়। এজন্য সকল মানচিত্র শ্রেনীবদ্ধভাবে একই মানচিত্র একই বিন্দু, স্কেল, অভিক্ষেপ, প্রচলিত প্রতীক চিহ্ন, সংকেত ও বর্ণ প্রভৃতির মাধ্যমে চিহ্নিত করা হয়।

ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র ভারতে দুটো ক্রম বা সারিতে তৈরী করা হয়, সেগুলো হলো, ভারত ও পার্শ্ববর্তী দেশসমূহের ক্রম এবং আর্ন্তজাতিক মানচিত্রের ক্রম (India and Adjacent countries Series and The International Map Series of the World)

ভারত ও পাশ্ববর্তী দেশসমূহের ক্রম (India and Adjacent Countries Series): 1937 সালে দিল্লী জরিপ সম্মেলনের পূর্ব পযর্ন্ত ভারত ও পাশ্ববর্তী দেশসমূহের ভূ-বৈচিত্র্য মানচিত্র **ভারতীয় জরিপ বিভাগ** কর্তৃক তৈরী করা হতো। এরপর পাশ্ববর্তী দেশসমূহের মানচিত্র তৈরীর কাজ বন্ধ করে দেওয়া হয় এবং ভারতীয় জরিপ বিভাগ এরপর থেকে আর্ন্তজাতিক মানচিত্রের ক্রমের বিশেষত্ব অনুযায়ী শুধুমাত্র ভারতের জন্য ভূ-বৈচিত্রসূচক মানচিত্র প্রস্তুত এবং প্রকাশে সীমাবদ্ধ থাকে। তা সত্ত্বেও ভূবৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রের জন্য ভারতীয় জরিপ বিভাগ মানচিত্রের নতুন ক্রম অনুসারে ভারত ও পাশ্ববর্তী দেশসমূহের সংখ্যায়ন পদ্ধতি ও বিন্যাস পরিকল্পনা বজায় রেখেছে।

শব্দকোষ :

সমোন্নতিরেখা (Contours): সম উচ্চতাবিশিষ্ট অর্থাৎ সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে একই উচ্চতাবিশিষ্ট স্থানগুলোকে যে কাল্পনিক রেখা দ্বারা যুক্ত করা হয় তাকে সমতারেখা বা সমোন্নতি রেখা (Level Line) বলা হয়।

সমোন্নতিরেখার ব্যবধান (Contour Interval) : ক্রমানুসারে দুটো সমোন্নতি রেখার ব্যবধান। এটা উলম্ব ব্যবধান নামেও পরিচিত যা সাধারনত V.I. হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এটি প্রদত্ত মানচিত্রে অপরিবর্তনীয় থাকে।

প্রস্থচ্ছেদ (Cross Section): যে সরলরেখা দ্বারা ভূমিভাগের পার্শ্বদেশকে উলম্বভাবে ছেদ করা হয়। ইহা বিভাগ বা পরিলেখ নামেও পরিচিত।

ভুলেখ (Hachures): মানচিত্রে সর্বাধিক ঢাল বরাবর বহমান সমোন্নতিরেখার ওপর অঙ্কিত ছোটো সরলরেখা। এরমাধ্যমে ভূমির ঢালের বৈচিত্র্য সম্পর্কে ধারনা করা যায়।

ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র (Topographic Map) বৃহত্তর স্কেলের মাধ্যমে ভূ-পৃষ্ঠের প্রাকৃতিক বা মানুষ্যসৃষ্ট কোনো ছোটো অঞ্চলের ভূমিরূপ বিস্তৃতরূপে অঙ্কন ও বর্ণনা করা হয়। এই মানচিত্রে সমোন্নতি রেখার মাধ্যমে ভূমিরূপ দেখানো হয়।

ভারতের ভূ-বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্র 1:10,00,000; 1:2,50,000; 1:25,000; 1:50,000 এবং 1:25,000 স্কেলে প্রস্তুত করা হয়, যার অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশগত মান ক্রমান্বয়ে 4^0 x 4^0; 1^0x1^0; 30´x 30´; 15´x 15´ এবং 5´x 7´30˝ থাকে। এদের প্রত্যেকটি মানচিত্রের সংখ্যায়ন পদ্ধতি চিত্র নং 5.1 -এ দেখানো হয়েছে (পৃষ্ঠা - 51)।

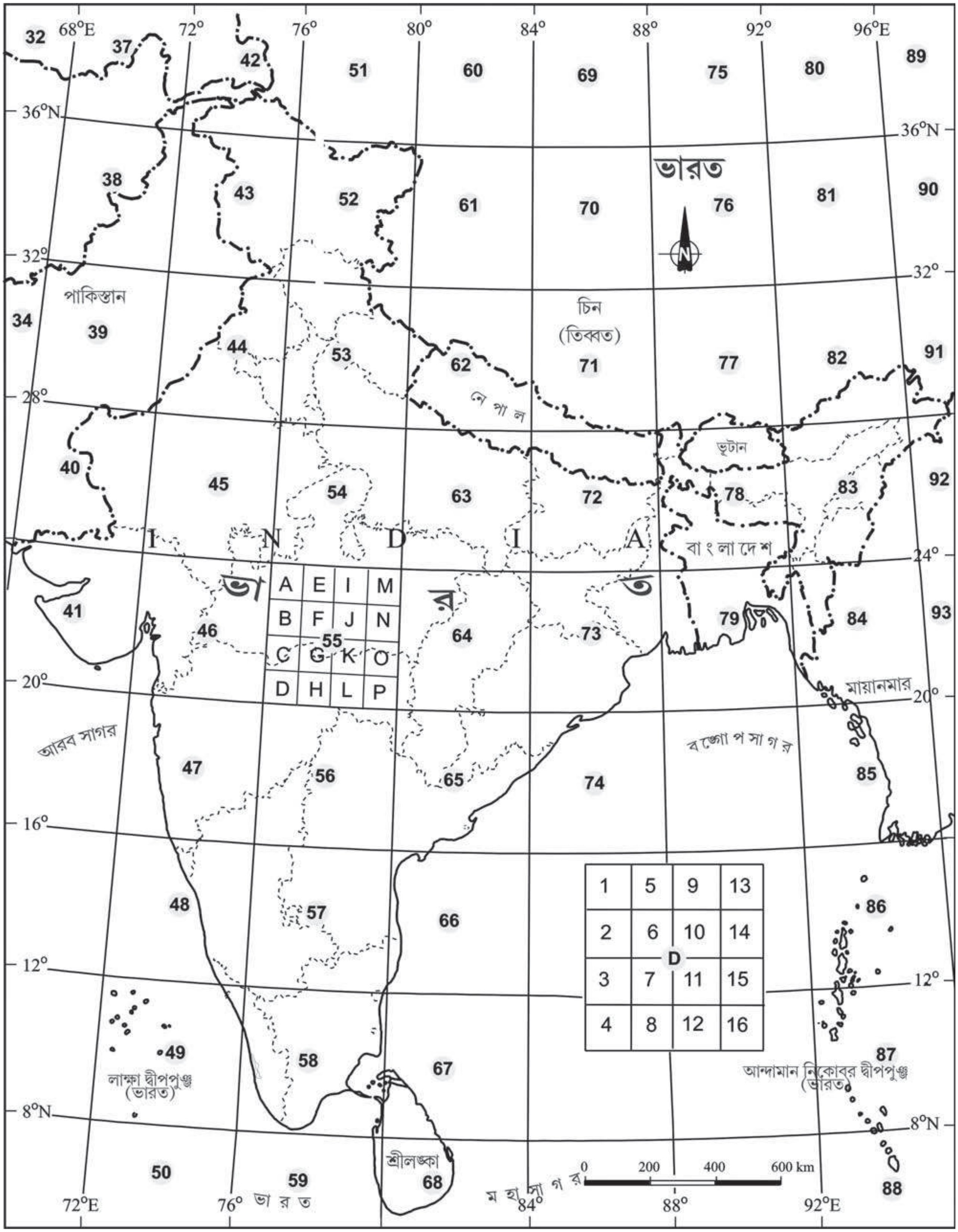
বিশ্বের আর্ন্তজাতিক মানচিত্রের ক্রম (International Map Series of the Would) : বিশ্বের ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রের অন্তগর্ত আন্তর্জাতিক মানচিত্রের ক্রম অনুসারে সমগ্র বিশ্বের জন্য 1:10,00,000 এবং 1,250,000 স্কেল অনুসরণ করে অঙ্কন করা হয়।

ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রে পাঠ (Reading of Topographical Maps) : টপোমানচিত্র বা ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র অনুশীলন অতি সহজ। এজন্য পাঠকদেরকে মানচিত্রে দর্শায়িত নির্দেশিকা, প্রতীক চিহ্ন এবং রং-এর ব্যবহার জানা আবশ্যক। টপো মানচিত্রে ব্যবহৃত প্রচলিত প্রতীক চিহ্নসমূহ চিত্র - 5.2-তে (52পৃষ্ঠায়) বিশদভাবে বর্ণনা করা হয়েছে।

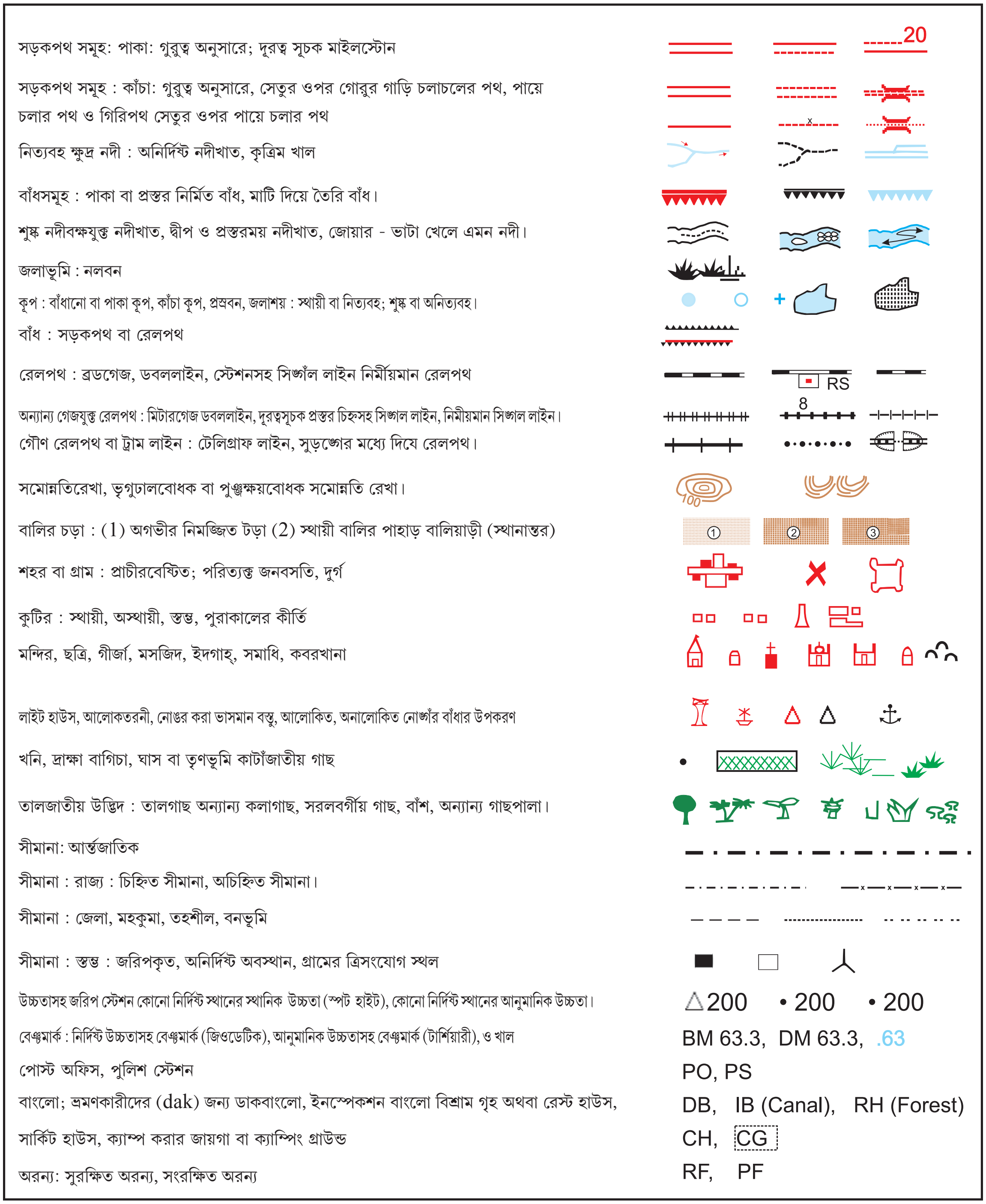
ভূমিরূপ বর্ণনার পদ্ধতি (Methods of Relief Representation)

পৃথিবীপৃষ্ঠের উচ্চতা সর্বত্র একরকম নয় এবং পর্বত থেকে পাহাড়, মালভূমি ও সমতলভূমিতে এটি ভিন্ন ভিন্ন হয়। ভূ-পৃষ্ঠের উত্থান এবং অবনমন প্রাকৃতিক গঠন অথবা ভূ-প্রকৃতি বা ভূমিরূপ গঠন নামে পরিচিত। মানচিত্রে দর্শায়িত এসকল বৈশিষ্ট্য সমূহকে ভূ-প্রকৃতিগত মানচিত্র বলা হয়।

বছরের পর বছর পৃথিবীপৃষ্ঠের বৈচিত্র্যময় ভূ-প্রকৃতিকে মানচিত্রে দেখানোর জন্য অসংখ্য রীতি বা



চিত্র 5.1: ভারতের জরিপ বিভাগ কর্তৃক প্রকাশিত ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র



চিত্র 5.2 : প্রচলিত চিহ্ন ও প্রতীক সমূহ

পদ্ধতি অনুসরন করা হয়েছিল। মানচিত্রে ব্যবহৃত ভ্রলেখ (hachure), পাহাড় ছায়াবৃত (hill shading), স্তর আভা (layertirts), বেঞ্চমার্ক (banchmarks) এবং স্থানিক উচ্চতা ও সমোন্নতিরেখাও এই পদ্ধতির অর্ন্তগত। যদিও সমোন্নতিরেখা এবং স্থানিক উচ্চতা দ্বারা প্রধানত সকল ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রে কোনো অঞ্চলের ভূমিরূপ বর্ণনা করা হয়।

সমোন্নতিরেখা (CONTOURS)

সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে সমউচ্চতাবিশিষ্ট অঞ্চলসমূহকে যে কাল্পনিক রেখা দ্বারা যুক্ত করা হয় তা হলো সমোন্নতিরেখা। যে মানচিত্রে সমোন্নতি রেখা দ্বারা কোনো অঞ্চলের ভূমিরূপ দেখানো হয় তাকে সমোন্নতি রেখা মানচিত্র (Coutour map) বলে। সমোন্নতি রেখা দ্বারা কোনো অঞ্চলের ভূমিরূপের গঠন প্রদর্শনের পদ্ধতি অত্যন্ত কার্যকর ও বহুমুখী কর্মক্ষমতাসম্পন্ন। মানচিত্রে সমোন্নতি রেখা দ্বারা ভূবৈচিত্র্যসূচক অঞ্চলসমূহের সুক্ষ্ম াতিসূক্ষ্ম বিষয় সম্পর্কে জানা যায়।

পূর্বে ভূবৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রে সমোন্নতিরেখা অঙ্কনের জন্য ভূমি জরিপ ও সমতলকরন জরিপ পদ্ধতি ব্যবহার করা হতো। কিন্তু, বর্তমানে আলোক চিত্র এবং পরবর্তী সময়ে বায়বীয় আলোকচিত্র আবিষ্কারের পর জরিপের ক্ষেত্রে প্রচলিত প্রতীক চিহ্ন পদ্ধতি, সমতলকরণ এবং মানচিত্রায়নের স্থান দখল করে নিয়েছে। ফলস্বরূপ, ভূবৈচিত্র্য সূচক মানচিত্রে এসকল আলোকচিত্র বহুল ব্যবহৃত হয়।

সমোন্নতিরেখা সমূহ বিভিন্ন উলম্ব ব্যবধান (VI)যেমন সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে 20,50,100 মিটারের বেশি ব্যবধানে অঙ্কন করা হয়। এটি **সমোন্নতি ব্যবধান** নামে পরিচিত। প্রদত্ত সকল মানচিত্রে এটা দেখা যায়। সাধারণত এটা মিটারে প্রকাশিত হয়। একস্থান থেকে অপর স্থানের ঢালের প্রকৃতির ওপর সমোন্নতিরেখার অনুভূমিক দূরত্ব নির্ভর করে অপরদিকে পর পর দুটো সমোন্নতিরেখার উলম্ব ব্যবধান অপরিবর্তিত থাকে। অনুভূমিক দূরত্বকে **অনুভূমিক সমতা (Horizontal equivalent)** বা H E ও বলা হয়, ঢাল যত মৃদু হবে এই সমতা তত বেশী হয় এবং নতিঢালের বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে এই সমতা কমতে থাকে।

সমোন্নতিরেখার মৌলিক বৈশিষ্ট্যসমূহ :

- সম উচ্চতাবিশিষ্ট স্থানকে প্রদর্শন করানোর জন্য সমোন্নতিরেখা অংকন করা হয়।
- সমোন্নতিরেখা ও তাদের আকৃতি দ্বারা ভূমির উচ্চতা, ঢাল ও প্রসর দেখানো হয়।
- ঘনভাবে সন্নিবিষ্ট সমোন্নতিরেখা দ্বারা খাড়া ঢাল এবং প্রশস্ত সমোন্নতিরেখা দ্বারা মৃদু ঢাল দেখানো হয়।
- যখন দুই বা ততোধিক সমোন্নতিরেখা একে অপরের সাথে যুক্ত হয় তখন উলম্ব ঢালের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ভূমিরূপ, যেমন ভৃগু বা জলপ্রপাত সৃষ্টি হয়।
- ভিন্ন উচ্চতার সমোন্নতিরেখা সাধারনত; একে অপরকে অতিক্রম করে না।

সমোন্নতিরেখা অঙ্কন ও তাদের প্রস্থচ্ছেদ :

আমরা জানি যে, সকল ভূ-বৈচিত্র্যসূচক ভূমিরূপের ঢাল ভিন্ন ভিন্ন হয়। উদাহরণস্বরূপ, মৃদুঢালযুক্ত অঞ্চলে সমতলভূমি এবং খাড়া ঢালযুক্ত অঞ্চলে ভৃগু ও গিরিখাত সৃষ্টি হয়। অনুরূপভাবে ঢালের মাত্রার (খাড়া থেকে মৃদু) উপর নির্ভর করে উপত্যকা ও পর্বতশ্রেণি উচ্চতাও ভিন্ন ভিন্ন হয়। একারণেই সমোন্নতি রেখার মধ্যেকার দূরত্ব খুবই তাৎপর্যপূর্ণ যেহেতু এটি ঢালকে দেখায়।

ঢালের প্রকারভেদ :

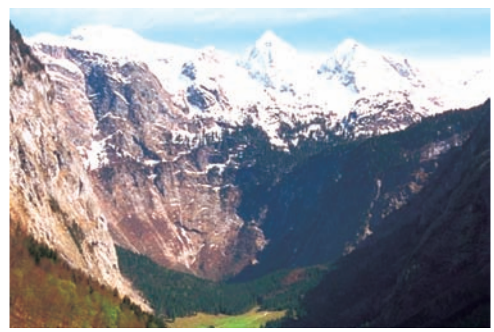
ভূমির ঢাল মূলত মৃদু, খাড়া, অবতল, উত্তল এবং অনিয়মিত বা তরঙ্গায়িত হতে পারে। বিভিন্ন ধরনের ঢালযুক্ত সমোন্নতিরেখা এক বিশিষ্ট ব্যবধানের পদ্ধতি প্রদর্শন করে।

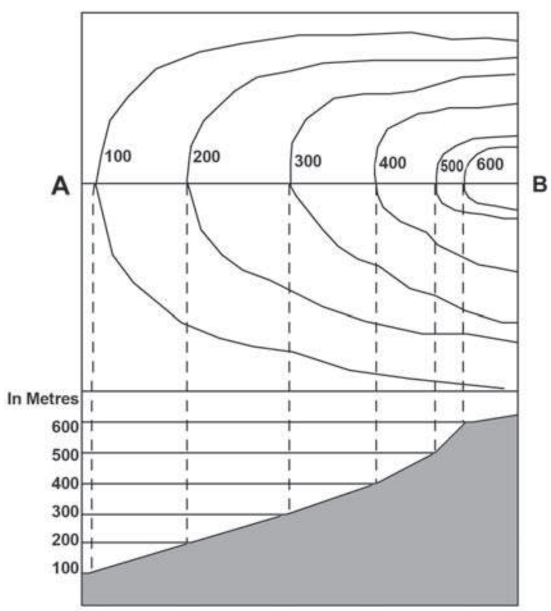
মৃদুঢাল (Gentle Slope)

যখন কোনো ভূমিঢালের নতি বা কোণ, খুব কম হয়, তখন সেই ঢাল মৃদু হবে। সাধারণত; অধিক দূরত্বের সমোন্নতিরেখাযুক্ত স্থানে এরূপ ঢাল দেখা যায়।

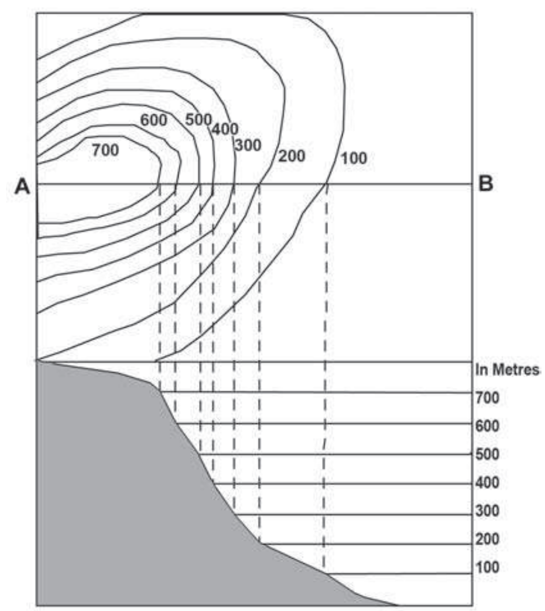
খাড়া ঢাল (Steep Slope)

যখন কোনো ভূমিঢালের নতি বা কোণ, অধিক হয় এবং সমোন্নতিরেখাসমূহ ঘন সন্নিবিষ্ট থাকে তখন খাড়া ঢালের সৃষ্টি হয়।





মৃদু ঢাল



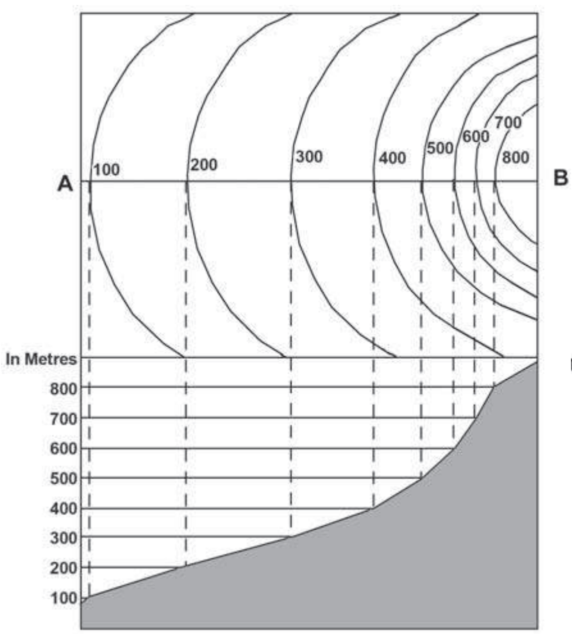
খাড়া ঢাল

অবতল ঢাল (Concave Slope)

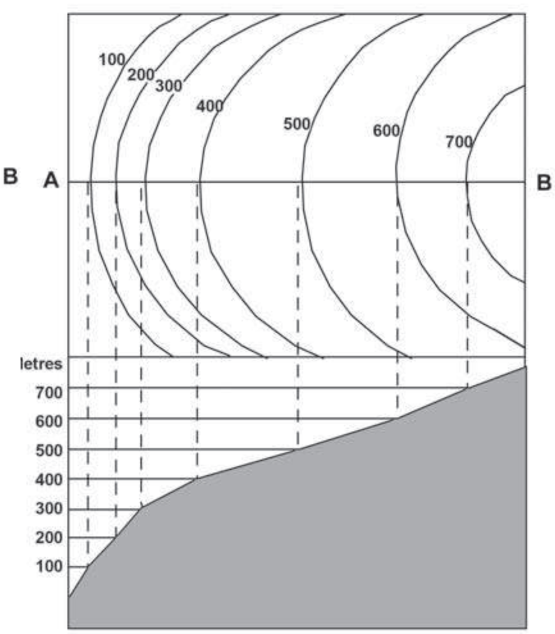
ভূমিরূপের নীচের অংশে মৃদু ঢাল এবং ওপরের অংশে খাড়া ঢাল দেখা গেলে তাকে অবতল ঢাল বলে। এই জাতীয় ঢালের ক্ষেত্রে সাধারণত নীচের অংশে, সমোন্নতিরেখা গুলো দূরে বিন্যস্ত থাকে এবং ওপরের অংশে ঘনভাবে সন্নিবিষ্ট থাকে।

উত্তল ঢাল (Convex Slope)

অবতল ঢালের বিপরীত অর্থাৎ, উত্তল ঢালে ভূমিরূপের নীচের অংশ খাড়া ঢালযুক্ত এবং ওপরের অংশ মৃদু ঢালযুক্ত হয়। ফলস্বরূপ, ওপরের অংশে সমোন্নতি রেখাসমূহ দূরে বিন্যস্ত থাকে এবং নীচের অংশে ঘন সন্নিবিষ্ট থাকে।



অবতল ঢাল

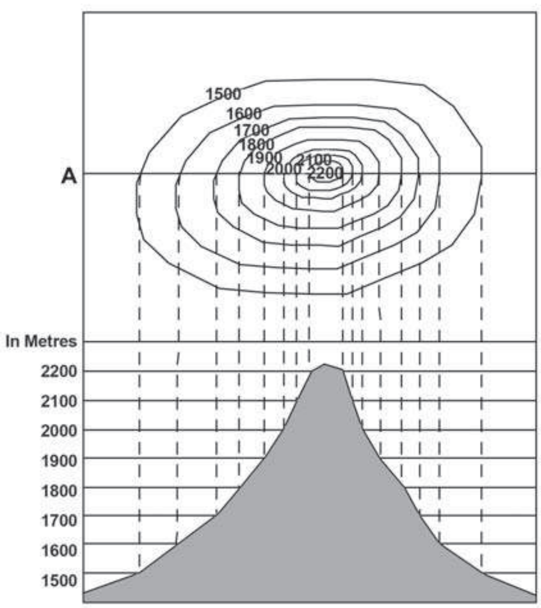


উত্তল ঢাল

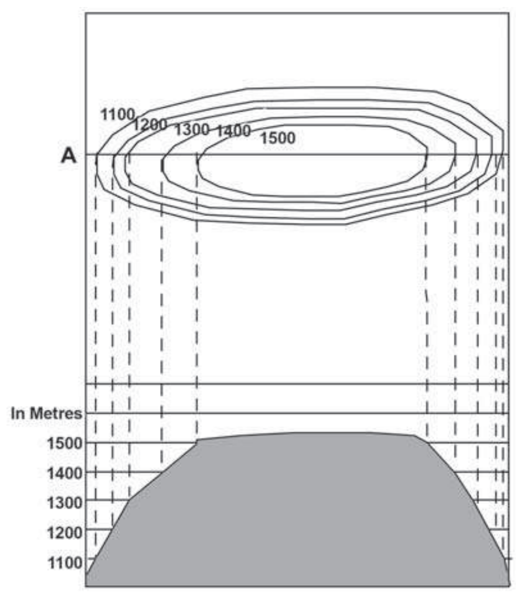
ভূমিরূপের প্রকারভেদ (Types of Landform)

শঙ্কু আকৃতির পাহাড় (Conical Hill): পার্শ্ববর্তী ভূমিভাগ থেকে প্রায় অবিচ্ছিন্নভাবে বিন্যস্ত থাকে। একটি শঙ্কু আকৃতির পাহাড় অবিচ্ছিন্ন ঢাল ও সংকীর্ণ শীর্ষবিশিষ্ট প্রায় বৃত্তাকার সমোন্নতি রেখা ও নিয়মিত সমোন্নতি ব্যবধান যুক্ত উচ্চভূমি।

মালভূমি (Plateau) : সমুদ্রপৃষ্ঠ বা সংলগ্ন সমতলভূমি থেকে কিছুটা উচুঁ সমতলপৃষ্ঠবিশিষ্ট ও খাড়া ঢালযুক্ত চ্যাপ্টা বিস্তীর্ন উচ্চভূমি মালভূমি নামে পরিচিত। সাধারণত: প্রান্তভাগে সমোন্নতিরেখাসমূহ ঘন সন্নিবিষ্ট থাকে এবং দু'পাশের রেখাসমূহের মধ্যবর্তী ব্যবধান বেশি।



শঙ্কু আকৃতির পাহাড়



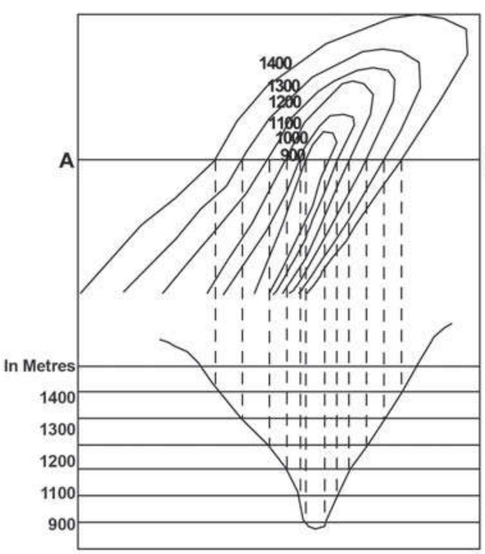
মালভূমি

উপত্যকা (VALLEY)

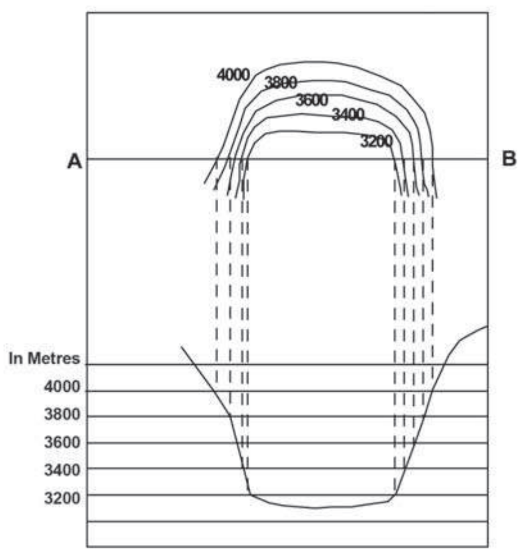
পাশাপাশি অবস্থিত দুটি উচ্চভূমি বা শৈলশিরার মধ্যবর্তী নিম্ন ভূ-প্রাকৃতিক বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ভূমিভাগ যা নদী বা হিমবাহ দ্বারা পার্শ্বক্ষয়ের ফলে সৃষ্টি হয় তাকে **উপত্যকা** বলে।

'V'-আকৃতির উপত্যকা ('V'-shaped Valley) দেখতে অনেকটা ইংরেজি 'V' অক্ষরের মত। পার্বত্যাঞ্চলে 'V' আকৃতির উপত্যকা দেখা যায়। 'V' আকৃতির উপত্যকার অভ্যন্তরে সমোন্নতিরেখাসমূহের দু'পাশের ব্যবধান কম থাকে এবং রেখার মানও সর্বনিম্ন থাকে। বাইরের দিকে সমব্যবধানে সমোন্নতিরেখার মান ক্রমশ বাড়তে থাকে।

'U' আকৃতির উপত্যকা ('U' – shaped Valley) অধিক উচ্চতায় হিমবাহ দ্বারা ব্যাপক পার্শ্বক্ষয়ের ফলে 'U' আকৃতির উপত্যকা সৃষ্টি হয়। বিস্তৃত সমতল নিম্নভাগ ও খাড়া ঢালযুক্ত ভূমিভাগ 'U' অক্ষরের অনুরূপ। 'U' আকৃতির উপত্যকার নিম্নভাগে সমোন্নতিরেখাসমূহের দুপাশের ব্যবধান বেশি থাকে। বাইরের দিকে সমব্যবধানে সমোন্নতি রেখাসমূহের মান ক্রমশ বাড়তে থাকে।



'V' আকৃতির উপত্যকা



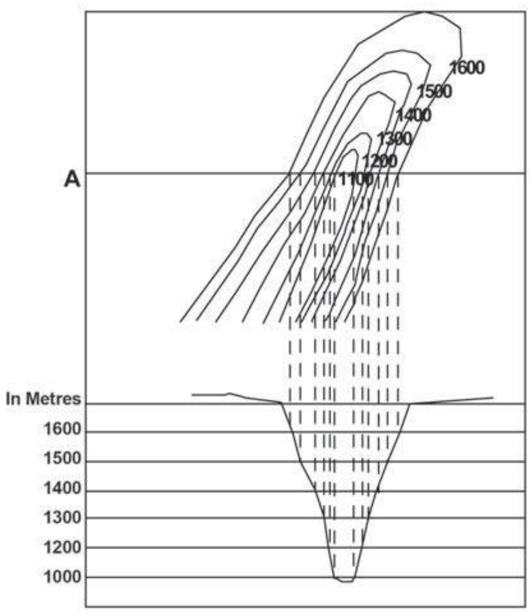
'U' আকৃতির উপত্যকা

গিরিখাত (Gorge)

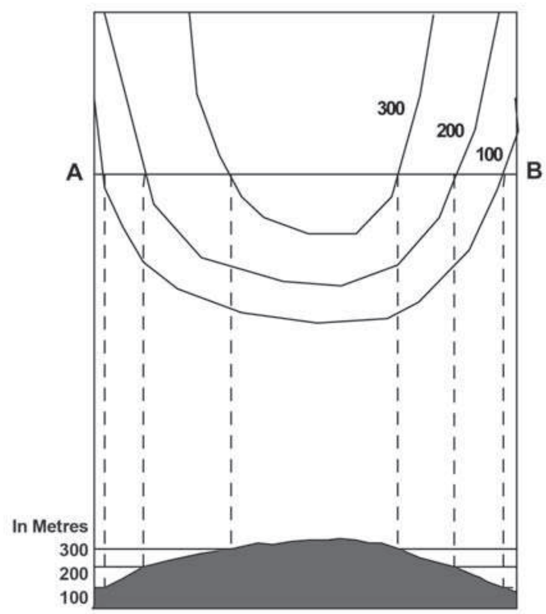
উচ্চভূমিতে যখন নদীর পার্শ্বক্ষয় অপেক্ষা উল্লম্ব ক্ষয় অথবা নদীর তলদেশে ক্ষয় অধিক হয় তখন সেখানে গিরিখাত সৃষ্টি হয়, গিরিখাত সাধারণত খাড়া ঢালযুক্ত গভীর ও সংকীর্ণ নদী উপত্যকা। মানচিত্রে প্রদর্শিত গিরিখাতের অভ্যন্তরভাগে সমোন্নতিরেখাসমূহ ঘন সন্নিবিষ্ট থাকে এবং দু'পাশের রেখার মধ্যে ব্যবধান কম থাকে।

স্পার বা অভিক্ষিপ্তাংশ (Spur)

পর্বত বা উচ্চভূমির যে অংশ ক্রমশ ঢালু হয়ে নিম্নভূমি বা উপত্যকাতে নেমে আসে, তাকে স্পার বা অভিক্ষিপ্তাংশ বলে। সমোন্নতিরেখাসমূহ বিপরীত 'V' আকৃতিতে দেখায়। বিপরীত 'V' এর শীর্ষবিন্দুতে সমোন্নতিরেখার মান বেশি থাকে এবং নিম্নভূমির দিকে ক্রমশ: কমতে থাকে।



গিরিখাত



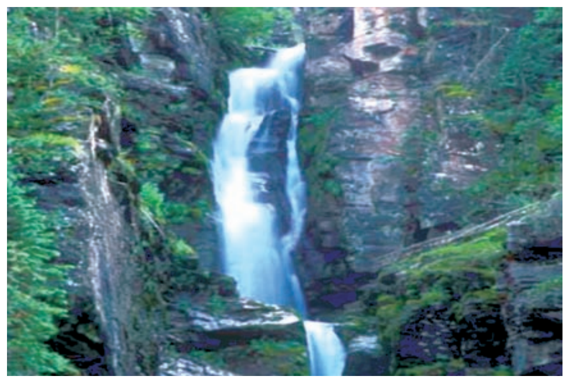
স্পার

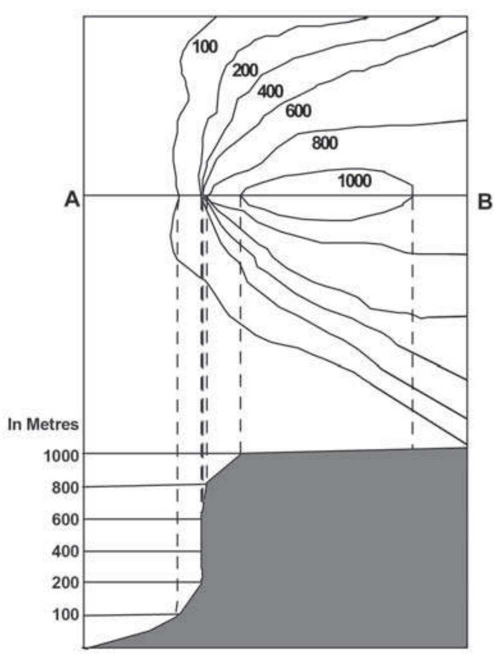
ভৃগু (CLIFF)

এটি খুব খাড়া ঢালবিশিষ্ট বা প্রায় উলম্ব ঢালযুক্ত ভূমিরূপ। মানচিত্রে প্রদর্শিত সমোন্নতিরেখাসমূহ এমনভাবে একটি অপরটির ওপর ঘন সন্নিবিষ্টভাবে বিন্যস্ত হয় যাতে অবশেষে একটির সাথে আরেকটি যুক্ত হয়ে যায়।

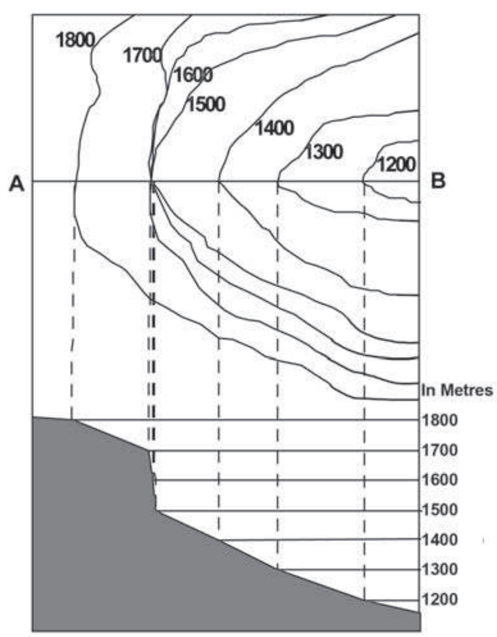
জলপ্রপাত ও র‍্যাপিডস বা নদীপ্রপাত (Waterfall and Rapids)

নদীর গতিপথে হঠাৎ কমবেশি খাড়া ও উলম্ব ঢালযুক্ত ভূমির ওপর থেকে নদী প্রবলথেকে নীচেপতিত হয়ে যে ভূমিরূপ গঠন করে তাকে জলপ্রপাত বলে। কখনো কখনো জলপ্রপাত কাসকেড বা খরস্রোতা রূপে প্রবাহিত হয়। চলার পথে জলপ্রপাত তার অগ্রভাগে বা পশ্চাদভাগে র‍্যাপিড গঠন করে। সমোন্নতিরেখা সমূহ তখনই জলপ্রপাতকে প্রদর্শন করে যখন সমোন্নতি রেখা কোন নদীর গতি পথকে ছেদ করে এবং আপেক্ষিকভাবে মানচিত্রে সমোন্নতি রেখাসমূহ সুস্পষ্টরূপে র‍্যাপিডকে প্রদশর্ন করে।





ভৃগু



জলপ্রপাত

প্রস্থচ্ছেদ অংকনের পর্যায়গুলো

সমোন্নতি রেখা থেকে বিভিন্ন ভূমিরূপের সনাক্তকরণের জন্য প্রস্থচ্ছেদ অংকনের নিম্নলিখিত পর্যায়গুলি অনুসরণ করা হয় :

1) মানচিত্র মধ্যস্থিত সমোন্নতি রেখা বরাবর একটি সরলরেখা (AB) অংকন কর।
2) একফালি সাদা কাগজ অথবা গ্রাফ পেপার নাও এবং AB রেখা বরাবর এটি রাখো।
3) AB -রেখাকে যে সমোন্নতি রেখাগুলো স্পর্শ করছে, তাদের প্রত্যেকটির অবস্থান এবং মান চিহ্নিত করো।
4) একটি উপযুক্ত উল্লম্ব স্কেল বেছে নাও যেমন ½ সেমি =100 মিটার, এই স্কেলের সাহায্যে AB রেখার সমান দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট পরস্পর সমান্তরাল কতগুলো রেখা অংকন কর, এই ধরনের রেখাগুলোর সংখ্যা সমোন্নতি রেখাগুলোর সমান সংখ্যক বা তাদের মোট সমষ্টির থেকে বেশী সংখ্যক হওয়া উচিত।
5) প্রস্থচ্ছেদের উলম্ব বরাবর সমোন্নতি রেখাগুলোর মানের সঙ্গে সঙ্গতি রেখে সংখ্যা বসাও। এই সংখ্যা বসানো শুরু হয় টপোমানচিত্রের সর্বনিম্ন মানযুক্ত সমোন্নতি রেখার মান থেকে সর্ব্বোচ্চ মান পর্যন্ত।
6) এখন চিহ্নিত কাগজের ফালির প্রান্তটি অনুভূমিকরেখা বরাবর তথা প্রস্থচ্ছেদ (অনুভূমিক রেখাগুলোর সবচেয়ে নীচের রেখাটি, AB) বরাবর এমনভাবে বসাও যে, খাতা মধ্যস্থিত AB রেখার সাথে টপোমানচিত্রের AB রেখার যাতে সংগতি থাকে এবং সমোন্নতি রেখার মানগুলো প্রতিটি চিহ্নিত বিন্দু বরাবর বসাতে হবে।
7) প্রস্থচ্ছেদ রেখাকে ভিত্তি করে তথা AB রেখা থেকে সমোন্নতি রেখাগুলোকে ছেদ করে সমকোনে বা লম্বভাবে সমোন্নতি রেখার মান অনুসারে বিন্দু চিহ্নিত করতে হবে।
8) প্রস্থচ্ছেদকে ভিত্তি করে ওঠা বিভিন্ন রেখা বরাবর চিহ্নিত বিন্দুগুলোকে মসৃণভাবে যুক্ত কর।

ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র থেকে সাংস্কৃতিক বৈশিষ্ট্যের সনাক্তকরণ (IDENTIFICATION OF CULTURAL FEATURES FROM TOPOGRAPHICAL SHEETS)

ভূ-সংস্থানিক মানচিত্রে বসতি - দালান, রাস্তা রেলপথ এর মত গুরুত্বপূর্ণ সাংস্কৃতিক বৈশিষ্ট্যসমূহ প্রচলিত প্রতীক, চিহ্ন সংকেত এবং বর্ণের সাহায্যে দেখানো হয়। বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের অবস্থান এবং বণ্টনের ধরণ মানচিত্রে প্রদর্শিত অঞ্চলকে বুঝতে সাহায্য করে।

জনবসতির বণ্টন (Distribution Of Settlements)

স্থান, অবস্থানগত ধরণ, শ্রেণীবিন্যাস এবং ঘনত্বের মাধ্যমে জনবসতির বণ্টন টপোমানচিত্রে পরিলক্ষিত হয়। জনবসতির মানচিত্রের সঙ্গে সমোন্নতি রেখার মানচিত্রের তুলনা করলে বিভিন্ন ধরনের বসতির প্রকৃতি ও গঠনের কারড় সুস্পষ্টভাবে বোঝা যায়।

টপো মানচিত্রে চার ধরনের গ্রামীণ বসতি সনাক্তকৃত হয় -

ক) গোষ্ঠীবদ্ধ বা পিন্ডাকৃতি বসতি (Compact or nucleated sett lement)

খ) বিচ্ছিন্ন এবং বিক্ষিপ্ত বসতি (Scattered dettlement)

গ) রৈখিক বসতি (Linear satt lement)

ঘ) বৃত্তাকার বসতি (Circular seltlement)

একইভাবে পৌরবসতিগুলোকে স্ব-স্ব বৈশিষ্ট্য অনুসারে বিভক্ত করা হয় -

ক) পথের সন্ধিক্ষণে সৃষ্ট শহর (Cross-road town)

খ) মৌলিক স্থান (Nodal point)

গ) বাজার কেন্দ্রিক (Market Centre)

ঘ) শৈল শহর (Hill station)

ঙ) উপকূলীয় অবসরকালীন কেন্দ্র (Coastal resorat centre)

চ) বন্দর

ছ) শহরের উপকণ্ঠে অবস্থিত গ্রামগুলোতে এবং স্যাটেলাইট শহরে অবস্থিত উৎপাদন কেন্দ্র (Manufacturing centre with suburban village or setelite towns)

জ) রাজধানী শহর (Capital town)

ঝ) ধর্মীয় কেন্দ্র/শহর (religious centre)

বিভিন্ন স্থানে বসতি গড়ে উঠার নির্ধারণকারী কারণগুলো হলো :

ক) জলের উৎস (Source of Water)

খ) খাদ্যের সহজলভ্যতা (Provision of food)

গ) ভূমির প্রকৃতি (Nature of relief)

ঘ) জীবিকার প্রকৃতি ও বৈশিষ্ট্য (Nature and character of occuption)

ঙ) প্রতিরক্ষা (defence)

এটা পরীক্ষিত যে, সমোন্নতি রেখা ও জলনির্গমের মানচিত্রের সঙ্গে বসতি গড়ে ওঠার স্থানের ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক রয়েছে। জনবসতির ঘনত্ব ও খাদ্য সরবরাহ একে অপরের সঙ্গে সরাসরি সম্পর্কিত। মাঝে মাঝে গ্রামীন বসতি সারিবদ্ধভাবে গঠিত হয়। এগুলো নদী উপত্যকা, রাস্তা, বাঁধ, উপকূলরেখা বরাবর বিস্তৃত হয়, এগুলোকে বলা হয় রৈখিকবসতি।

পৌরবসতি ক্ষেত্রে পথের সন্ধিক্ষনে সৃষ্ট শহর (crossroad town) এর ধরণ পাখা আকৃতির হয়। এধরণের জনবসতিতে বাড়ীগুলো রাস্তার পাশে বিন্যস্ত থাকে এবং শহরের অন্ত:স্থলে এবং প্রধান বাজার কেন্দ্রিক স্থানে পথ সন্ধিক্ষন (crossing) দেখা যায়। মৌলিক স্থান (Nodal town) এর ক্ষেত্রে রাস্তাগুলো বসতির চারদিকে ছড়িয়ে থাকে।

পরিবহন এবং যোগাযোগ ব্যবস্থার ধরণ : (Transport And Communication Pattern)

কোন অঞ্চলের ভূ-প্রকৃতি, জনসংখ্যা, আয়তন এবং সম্পদের বিকাশের ধরণ সরাসরি পরিবহন ও যোগাযোগ ব্যবস্থার উপর প্রভাব বিস্তার করে। এগুলো প্রচলিত প্রতীক চিহ্ন ও সংকেত দ্বারা বর্ণিত হয়। পরিবহন ও যোগাযোগ ব্যবস্থার মাধ্যমে টপোমানচিত্রে প্রদর্শিত অঞ্চল সম্বন্ধে প্রয়োজনীয় তথ্য প্রদান করে।

ভূ-বৈচিত্রসূচক মানচিত্রের ব্যাখ্যা (INTERPRETATION OF TOPOGRAPHICAL MAPS)

মানচিত্র সম্বন্ধীয় ভাষাজ্ঞান এবং দিক্ সম্বন্ধীয় জ্ঞান টপোশিট পাঠ করতে এবং ব্যাখ্যা করতে প্রয়োজনীয়। তোমাদেরকে প্রথমেই মানচিত্রের উত্তরসীমা (Northline) এবং স্কেলকে দেখতে হবে এবং মানচিত্রকে নিজে নিজে পর্যবেক্ষন করতে হবে। মানচিত্রে প্রদত্ত প্রতীক চিহ্নগুলো, যেগুলো বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করে সেগুলো সম্বন্ধে তোমার সম্যক জ্ঞান থাকতে হবে। সব টপোমানচিত্রে ব্যবহৃত প্রচলিত প্রতীক চিহ্ন এবং সংকেত সমূহের একটি সারণি (চিত্র 5.2) দেওয়া থাকে। প্রচলিত প্রতীক চিহ্ন ও সংকেত সমূহ আন্তজার্তিকভাবে স্বীকৃত। তাই পৃথিবীর যেকোন দেশের যে কোন স্থানের ভাষা জানা ছাড়াই যে কেউ যে কোন মানচিত্র পাঠ করতে পারবে।

একটি টপোশিট নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর ভিত্তি করে ব্যাখ্যা করা হয় -

ক) প্রান্তদেশীয় তথ্য/প্রান্তদেশীয় সংবাদ (Marginal information)

খ) ভূ-প্রকৃতি এবং জলনির্গম ব্যবস্থা (Relief and drainage)

গ) ভূমির ব্যবহার (Land use)

ঘ) পরিবহন ও যোগাযোগ ব্যবস্থার মাধ্যম (Meann of transport and communication)

ঙ) মানুষ্য বসতি (Human settlement)

প্রান্তদেশীয় তথ্য (Marginal Information): এর মধ্যে রয়েছে ভূ-বৈচিত্রসূচক মানচিত্রের শিট্নম্বর এবং অবস্থান, অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা তৈরী জালিকার (gird) দ্বারা তৈরী অবস্থানের পরিপ্রেক্ষিতে টপোশিটের বিস্তৃতি ডিগ্রী, মিনিট এবং স্কেলে বোঝা যায় এবং ঐ শিটে কোন্ কোন্ জেলা অন্তভুর্ক্ত রয়েছে, তার ধারণা দেয়।

অঞ্চলটির ভূ-প্রকৃতি (Relief of the Area): কোন অঞ্চলের সাধারন ভূ-প্রকৃতি জানতে গেলে সমভূমি, মালভূমি, পাহাড়, পর্বত পাশাপাশি শৃঙ্গা, শৈলশিরা, স্পার এবং ঢালের দিক্ সনাক্ত করতে হয়, এই ভূমিরূপগুলো বুঝতে গেলে নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বুঝতে হবে।

- পাহাড় (Hill) - উত্তল, অবতল, খাড়া অথবা মৃদু ঢাল এবং আকৃতি।
- মালভূমি (Plateau) - প্রশস্ত, সংকীর্ণ, সমতল, তরঙ্গায়িত অথবা বিচ্ছিন্ন।
- সমতল (Plain) - এর প্রকারগুলো যেমন - পলিগঠিত, হিমবাহিত, চুনাপাথরযুক্ত, উপকূলীয়, কর্দমাক্ত ইত্যাদি।
- পর্বত (Mountain) - সাধারণ উচ্চতা, শৃঙ্গা, গিরিপথসমূহ ইত্যাদি।

অঞ্চলটির জলনির্গম ব্যবস্থা (Drainage of the Area): গুরুত্বপূর্ণ নদীগুলো এবং তাদের উপনদীগুলো এবং উপত্যকার ধরণ এবং বিস্তার গঠন করে নানাধরনের জননির্গম ব্যবস্থা যেমন - বৃক্ষরূপী, কেন্দ্রমুখী, অঙ্গুরীয়, জাফরীরূপী, অন্তদেশীয় ইত্যাদি।

ভূমির ব্যবহার (Land Use): ভূমির ব্যবহার নানা ধরনের হয় যেমন -

- স্বাভাবিক উদ্ভিদ এবং অরণ্য (কোন অঞ্চলের যে অংশ অরণ্যাবৃত, তা ঘন অরণ্যযুক্ত বা হালকা

অরণ্যযুক্ত ও হতে পারে এবং বিভিন্ন শ্রেণীর অরণ্য দেখা যায় যেমন সংরক্ষিত, সুরক্ষিত, শ্রেণীবদ্ধ/অশ্রেণীবদ্ধ)

- কৃষিজমি, ফলবাগান, পতিতজমি, শিল্পকেন্দ্র ইত্যাদি।
- বিভিন্ন ধরনের সুবিধা এবং পরিষেবা সমূহ যেমন - বিদ্যালয়, কলেজ, হাসপাতাল, উদ্যান, বিমান বন্দর, বৈদ্যুতিক উপকেন্দ্রসমূহ ইত্যাদি।

পরিবহণ ও যোগাযোগ ব্যবস্থা (Transport and Communication) : পরিবহনের মাধ্যম অর্থাৎ জাতীয় এবং রাজ্যের রাজপথসমূহ, জেলারাস্তা, গরুর গাড়ীর রাস্তা, উটের দ্বারা পরিবাহিত রাস্তা ফুটপাত, রেলপথ, জলপথ, প্রধান প্রধান যোগাযোগকারী তার ব্যবস্থা, ডাকঘরসমূহ ইত্যাদি।

বসতি (Settlement): বসতিকে বুঝতে হলে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অধ্যয়ণ করতে হবে:

- গ্রামীন বসতি (Rural Settlement) - গ্রামীন বসতির প্রকৃতি ও ধরণ যেমন-গোষ্ঠীবদ্ধ, বিক্ষিপ্ত গোষ্ঠীবদ্ধ, বিচ্ছিন্ন, রৈখিক ইত্যাদি।
- পৌরবসতিসমূহ (Urban settlement) - পৌরবসতির প্রকৃতি এবং তাদের কার্যবলীসমূহ যেমন রাজধানী,নগর, প্রশাসনিক শহর, ধর্মীয় শহর, বন্দর শহর, শৈলশহরসমূহ ইত্যাদি।

জীবিকা / পেশা (Occupation): ভূমির ব্যবহার এবং বসতির ধরণের সাহায্যে কোন অঞ্চলের লোকেদের সাধারণ জীবিকা সনাক্ত করা যায়। উদাহরণ স্বরূপ বলা যায় গ্রামীণ এলাকার অধিকাংশ লোকের প্রধান জীবিকা হল কৃষিকার্য উপজাতি অধ্যুষিত অঞ্চলে কাঠ চেরাই এবং আদিম কৃষি ব্যবস্থার প্রাধান্য পরিলক্ষিত হয়। উপকূলীয় অঞ্চলে মৎস চাষের প্রচলন দেখা যায়। একইভাবে শহরে নগরে লোকের প্রধান জীবিকা পরিষেবা ক্ষেত্র এবং ব্যবসায়িকক্ষেত্রে হয়ে থাকে।

মানচিত্র ব্যখ্যার প্রক্রিয়া / কার্যপ্রণালী (MAP INTERPRETATION PROCEDURE)

মানচিত্র ব্যখ্যার অধ্যয়নে যে কারণগুলো জড়িত সেগুলো মানচিত্রে প্রদত্ত বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের মধ্যে কার্যকারণ সম্পর্ক ব্যাখ্যা করে। উদাহরণ স্বরূপ বলা যায় কোন অঞ্চলের ভুমিরূপ এবং জলনির্গম ব্যবস্থা সম্বন্ধে ধারনা থাকলে ঐ অঞ্চলের স্বাভাবিক উদ্ভিদ ও কৃষিজমির বণ্টন ভালোভাবে বোঝা যায়। ঠিক সেই ভাবে পরিবহন ও যোগাযোগ ব্যবস্থার পর্যায় এবং ভূ-প্রকৃতির ধরণের সাথে কোন স্থানের জনবসতির বণ্টন সম্পর্কিত। মানচিত্র ব্যখ্যা করতে নিম্নলিখিত পর্যায়গুলো সাহায্য করে -

- ভূ-বৈচিত্রসূচক মানচিত্র তথা টপোশিট থেকে সূচক নম্বর খুঁজে বের কর যাতে ভারতের মধ্যে মানচিত্রে প্রদত্ত অঞ্চলের অবস্থান বুঝতে পারা যায়। এ থেকে ঐ অঞ্চলের প্রধান ভূ-প্রাকৃতিক

বিভাগ ও উপবিভাগগুলোর বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে ধারনা করা যায়। মানচিত্রের স্কেল এবং সমোন্নতি রেখার ব্যবধানগুলো লক্ষ্য কর, যা নাকি ঐ অঞ্চলের বিস্তৃতি এবং ভূ-প্রকৃতি সম্বন্ধে ধারণা দেবে।

- ট্রেসিং কাগজে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য গুলোর ছাপ তুলে নাও (Trace out the following features on tracing sheets)

  ক) প্রধান প্রধান ভূমিরূপ - সমোন্নতি রেখার সাহায্যে প্রদর্শিত ভূমিরূপ এবং অন্যান্য লৈখিক বৈশিষ্ট্যসমূহ (graphical feature)

  খ) নদ, নদী এবং জলভাগের বৈশিষ্ট্যসমূহ - প্রধান নদী এবং তার গুরুত্বপূর্ণ উপনদী গুলো।

  গ) ভূমির ব্যবহার - যেমন বনভূমি, কৃষিজমি, পতিতজমি, অভয়ারণ্য, উদ্যান, বিদ্যালয় প্রভৃতি।

  ঘ) বসতি এবং পরিবহনের ধরণ-

- টপোমানচিত্রে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলো মনোযোগ দিয়ে দেখে প্রত্যেকটি বৈশিষ্ট্যের ধরণ পৃথক পৃথকভাবে বর্ণনা করা।
- এই মানচিত্রগুলো (সমোন্নতি রেখাযুক্ত মানচিত্র এবং ভূমি ব্যবহার মানচিত্রে) - একটির উপর আর একটি রেখে ট্রেসিং করো এবং এদের মধ্যে যদি কোন সম্পর্ক থেকে থাকে তাহলে লিখে রাখো। উদাহরণ স্বরূপ বলা যায়, যদি একটি সমোন্নতিরেখাযুক্ত মানচিত্র, - ভূমি ব্যবহার মানচিত্রের উপর রাখা হয় তাহলে ঢালের মাত্রা এবং ভূমি ব্যবহারের ধরণের মধ্যে সম্পর্ক খুঁজে পাওয়া যায়।

কোনো অঞ্চলের বায়বীয় আলোকচিত্র (Aerial photography) এবং উপগ্রহ চিত্রের সঙ্গে একইরকম স্কেল বিশিষ্ট ঐ একই অঞ্চলের ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রের তুলনা করলে অনেক সাম্প্রতিক তথ্য পাওয়া যায়।

অনুশীলনী

1. নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির 30টি শব্দের মধ্যে উত্তর দাও -

   ক) ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র বলতে কি বোঝ?

   খ) ভারতের ভূ-বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র কোন্ সংস্থা তৈরী করে?

   গ) ভারতের জরিপ বিভাগ আমাদের দেশে টপোমানচিত্রের জন্য কোন্ স্কেলটি সাধারণত ব্যবহার করে থাকে?

   ঘ) সমোন্নতি রেখা কি?

   ঙ) সমোন্নতি রেখার ব্যবধান বলতে কি বোঝ?

   চ) প্রচলিত প্রতীকচিহ্নসমূহ কি?

2. টীকা লিখ -

   ক) সমোন্নতি রেখা

   খ) টপোশিটের 'প্রান্তদেশীয় সংবাদ বা তথ্য'

   গ) ভারতীয় জরিপ বিভাগ

3. 'মানচিত্র ব্যাখ্যা' (Map inter pretation) - এই কথাটি বুঝিয়ে বল এবং এর জন্য অনুকরণীয় প্রক্রিয়াগুলো কি কি?
4. যদি তুমি কোন টপোশিট থেকে সাংস্কৃতিক বৈশিষ্ট্যগুলো ব্যাখ্যা কর, তাহলে কিভাবে তথ্য খুঁজবে এবং কিভাবে এই তথ্য সংগ্রহ করবে, - উপযুক্ত উদাহরণের সাহায্যে তা বর্ণনা করো

5. নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলোর প্রতীক চিহ্ন সমূহ অংকন কর -
   ক) আন্তজাতির্ক সীমারেখা
   খ) বেঞ্চ মার্ক
   গ) গ্রামসমূহ
   ঘ) পাকারাস্তা
   ঙ) সেতুসহ ফুটপাত
   চ) ধর্মীয়স্থান
   ছ) রেলপথ

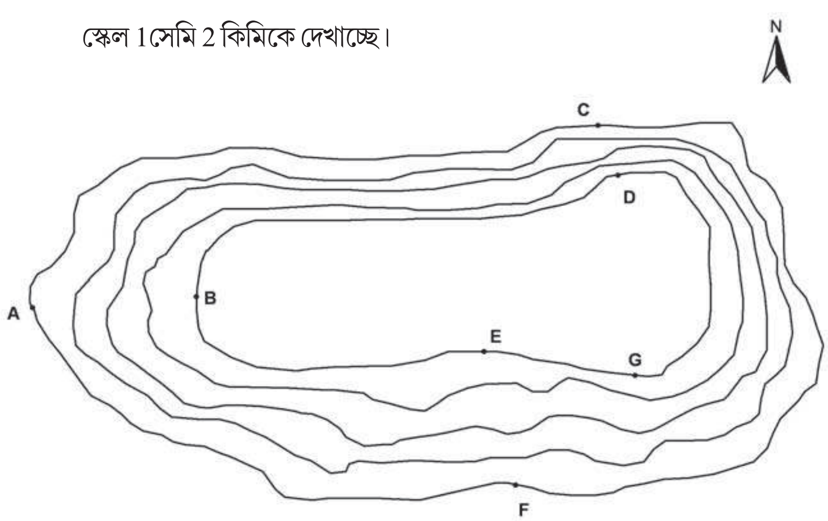
অনুশীলনী - ক

সমোন্নতি রেখার ধরণ দেখে নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও-

1) সমোন্নতি রেখা দ্বারা গঠিত ভৌগলিক ভূমিরূপের নাম লিখ।
2) মানচিত্রে সমোন্নতি রেখার ব্যবধান খুঁজে বের কর।
3) E এবং F এর মধ্যে মানচিত্র দূরত্ব বের কর এবং একে ভূমি দূরত্বে পরিবর্তিত করো।
4) A এবং B;C এবং D এবং E ও F এর মধ্যস্থ ঢালের ধরণের নাম লিখ।
5) E, D এবং F বিন্দুগুলো G বিন্দু থেকে কোন দিকে অবস্থিত খুঁজে বের করো।

স্কেল 1 সেমি = 2 কিমি

স্কেল 1সেমি 2 কিমিকে দেখাচ্ছে।



অনুশীলনী - খ

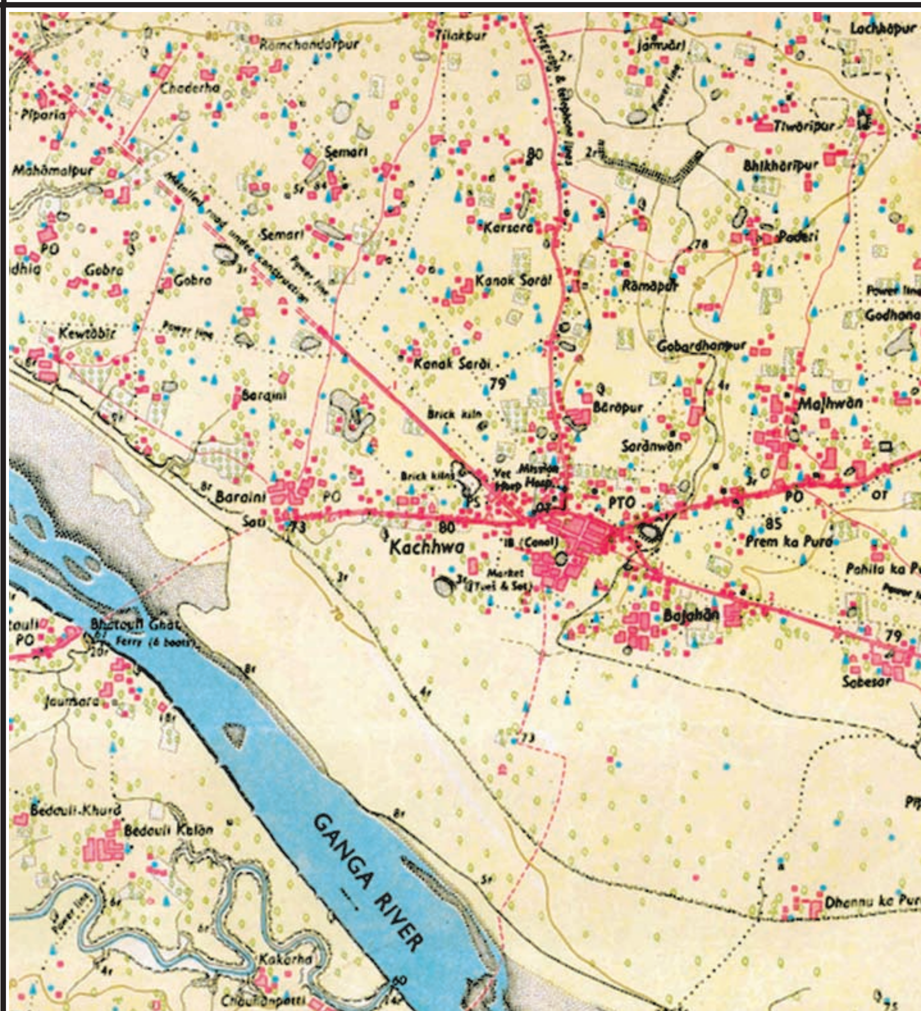
টপোশিট নম্বর 63K/12 থেকে নেওয়া চিত্রটি অধ্যয়ন করে নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও -

উত্তরপ্রদেশ

মিৰ্জাপুর এবং বারাণসী জেলা — 63K/12 এর অংশবিশেষ

82° 40' — 82° 45'

25° 15' — 25° 15'



25° 10' — 25° 10'

82° 40' — 82° 45'

R. F. 1: 50,000

টপোশিট নম্বর 63K/12 -এর অংশবিশেষ

1. 1:50,000 কে স্কেলে বিবৃত কর।
2. অঞ্চলটির প্রধান প্রধান বসতিগুলোর নাম লিখ।
3. গঙ্গা নদী কোন দিকে প্রবাহিত হয়েছে উল্লেখ কর।
4. গঙ্গা নদীর কোন্ তীরে ভাটৌলি অবস্থিত?
5. গঙ্গার ডান তীর বরাবর গ্রামীণ বসতির ধরন উল্লেখ কর।
6. ডাকঘর যেখানে অবস্থিত সেখানের গ্রামগুলোর এবং বসতিগুলোর নাম লিখ।
7. হলুদ বর্ণের দ্বারা মানচিত্রে কি বোঝানো হয়েছে।
8. ভাটৌলি গ্রামের লোকেরা নদী অতিক্রম করার জন্য কোন্ পরিবহন মাধ্যম ব্যবহার করে?

অনুশীলনী - গ

68 পৃষ্ঠার $63K|_{12}$ নম্বরযুক্ত টপোশিট অধ্যয়ন করে
নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও -

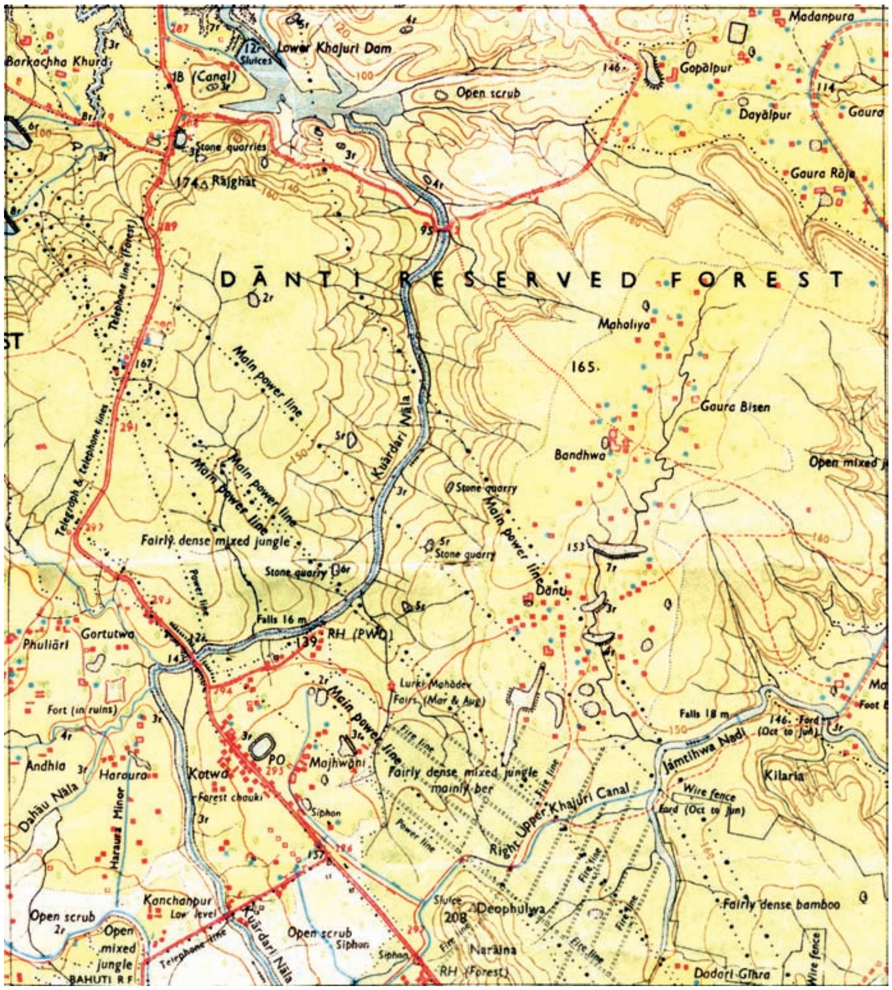
1. মানচিত্রের উচ্চতম বিন্দুটির - উচ্চতা দাও।
2. টপোমানচিত্রের কোন্ চতুর্থাংশে জমতিওয়া নদী প্রবাহিত হয়েছে?
3. কওরদারী নালার পূর্বে কোন্ প্রধান বসতি গুলো দেখা যায়?
4. টপোমানচিত্রে প্রদর্শিত অঞ্চলে কোন্ ধরণের বসতি আছে?
5. সিপু নদীর মাঝখানে সাদা বর্ণ কোন্ ভূ-প্রাকৃতিক বৈশিষ্ট্যকে প্রদর্শিত করছে তার নাম লেখ।
6. টপোশিটে প্রদর্শিত দুইধরনের স্বাবাবিক উদ্ভিদের নাম লিখ।
7. কওরদারী প্রবাহের দিক্ উল্লেখ কর।
8. টপোশিটের কোন্ অঞ্চলে নিম্ন খাজুরি বাঁধ অবস্থিত?

উত্তরপ্রদেশ

মির্জাপুর এবং বারাণসী জেলা 63K/12 এর অংশ

82° 35' 82° 40'

25° 5' 25° 5'



25° 0' 25° 0'

82° 35' 82° 40'

R. F. 1: 50,000

টপোশিট নং 63K/12 -এর অংশবিশেষ

অধ্যায় -৬

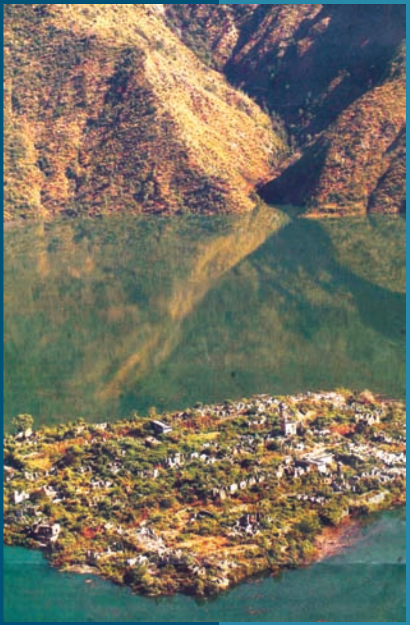
বায়বীয় আলোকচিত্রের পরিচয়
Introduction To Aerial Photographs

চিত্র 6.1 : মুসৌরির পার্থিব আলোকচিত্র

আমরা সাধারণ ক্যামেরায় গৃহিত আলোকচিত্রের সাথে পরিচিত। এই আলোকচিত্রগুলো আমাদের, বস্তুসমূহের সেই দৃশ্য দেখায় যা আমরা নিজের চোখে দেখি। অন্যভাবে বলতে গেলে, যে বস্তুর আলোকচিত্র গ্রহণ করা হয়েছে তার একটি অনুভূমিক চিত্রানুপাত পাই। উদাহরণ হিসাবে বলা যায় যে, একটি জনবসতির আলোকচিত্র আমাদের যে চিত্রানুপাত দিয়ে থাকে তা মূলত ঐ জনবসতিটির চিত্র যা আমাদের চোখের সামনে প্রতীয়মান হয়। (চিত্র- 6.1)

যদি আমরা অনুরূপ উপাদানের পুঙ্খানুপুঙ্খ বা নিখুঁত দৃশ্য (Bird's Eye View) পেতে চাই, তখন এমন দৃশ্য পেতে গেলে আমাদের ভূপৃষ্ঠ থেকে কোনো উচ্চ স্থানে গিয়ে নীচের দিকে তাকালে আমরা একটি ভিন্ন দৃশ্য দেখতে পাবো। এই ধরনের ভিন্ন চিত্রানুপাত বা দৃশ্যকে বায়বীয় চিত্রানুপাত (Aerial Perspective) বলে। (চিত্র - 6.2)

যে সকল আলোকচিত্র কোনো আকাশযান বা হেলিকপ্টার থেকে যথাযথ ক্যামেরা ব্যবহার করে গ্রহণ করা হয় তাকে বায়বীয় আলোকচিত্র (Aerial Photograph) বলে।



চিত্র 6.2 : উত্তরাখণ্ডের তেহেরী শহরের পুঙ্খানুপুঙ্খ দৃশ্য

এভাবে বায়বীয় মাধ্যমে গৃহীত আলোকচিত্র, বিভিন্ন উপাদানের ভূ-সংস্থানগত চিত্রাঙ্কন (Topographical Mapping) এবং ব্যাখার ক্ষেত্রে একটি অপরিহার্য মাধ্যম।

শব্দকোশ (Glossary)

বায়বীয় ক্যামেরা (Aerial Camera): একটি যথাযথ ক্যামেরা যা আকাশযানে ব্যবহারের জন্য বিশেষভাবে পরিকল্পিত।

বায়বীয় চিত্র গ্রহণকারী ফিল্ম (Aerial Film): একটি উচ্চ সংবেদনশীল, উচ্চ সহজাত বিশ্লেষণ ক্ষমতা সম্পন্ন এবং মাত্রিক স্থিতিশীল অবলম্বন।

বায়বীয় আলোকচিত্র বিদ্যা (Aerial Photography): একটি বায়ুবাহিত মাধ্যম দ্বারা বায়বীয় আলোকচিত্র গ্রহণের কলা, বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিকে বায়বীয় আলোকচিত্রবিদ্যা বলে।

বায়বীয় আলোকচিত্র (Aerial Photograph): এক প্রকার আলোকচিত্র যা কোন বায়ুবাহিত মাধ্যম দ্বারা যথাযথ ক্যামেরার সাহায্যে গ্রহণ করা হয়।

নির্দেশক / ফ্যাডিউসল্ চিহ্ন (Fiducial Mark): সূচক চিহ্ন বা প্রতীক, যা ক্যামেরার কেন্দ্রীয় বা প্রান্তীয় কোনকে দৃঢ় সংঘবদ্ধভাবে যুক্ত করে। যখন ফটো ফিল্মটি উদ্ভাসিত হয়, এই সূচক চিহ্নগুলো ফিল্ম নেগেটিভে দেখা যায়।

সম্মুখস্থ অধিক্রমন (Forward Overlap): উড্ডয়নের দিকে দুটি ধারাবাহিক আলোকচিত্রের যৌথ ক্ষেত্র। ইহা সাধারণত শতাংশ হারে প্রকাশ করা হয়।

প্রতিচ্ছবির ব্যাখা (Image Interpretation): লক্ষিত বস্তুর প্রতিরূপ সনাক্ত করার প্রক্রিয়া এবং তাদের আপেক্ষিক তাৎপর্য বিবেচনা করা।

নাদির/অধোবিন্দু (Nadir Point): ক্যামেরার লেন্সের কেন্দ্র থেকে ভূমির সমতলে অংকিত উল্লম্ব পাদদেশীয় ক্ষেত্র।

প্রধান বা মূখ্য বিন্দু (Principal Point): ক্যামেরার লেন্সের কেন্দ্র থেকে ফটোর সমতলে অংকিত উল্লম্ব পাদদেশীয় ক্ষেত্র।

মুখ্য দুরত্ব (Principal Distance): চিত্রানুপাতিক কেন্দ্র থেকে ফটোর সমতলের উল্লম্ব দূরত্বকে মুখ্য দুরত্ব বলে।

পরিপ্রেক্ষণ কেন্দ্র (Perspective Centre): আলোক রশ্মিগুচ্ছ সৃষ্টির প্রধান বিন্দু (পরিপ্রেক্ষণ কেন্দ্র)

ফটো-গ্রামেট্রি (Photogrammetry): বায়বীয় আলোকচিত্র থেকে নির্ভরযোগ্য পরিমাপের বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি।

বায়বীয় আলোকচিত্রের ব্যবহার (Uses of Aerial Photographs)

বায়বীয় আলোকচিত্র ভূ-সংস্থানগত চিত্রাংকন (Topographical Mapping) এবং ব্যাখার কাজে ব্যবহৃত হয়। এই দুটোর ব্যবহারের কারণে ফটোগ্রামেট্রি ও আলোকচিত্র বা প্রতিরূপ ব্যাখায় দুটি স্বতন্ত্র কিন্তু সম্পর্কযুক্ত বিজ্ঞানের ক্রমবিকাশ ঘটে।

ফটোগ্রামেট্রি (Photogrammetry) : বায়বীয় আলোকচিত্র থেকে নির্ভরযোগ্য পরিমাপের বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিকে বলে ফটোগ্রামেট্রি (Photogrammetry) এই পদ্ধতিতে যে নীতি গৃহিত হয় তা এ ধরনের আলোকচিত্রের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা সম্পর্কিত মাপের যথাযথ পরিমাপ গ্রহণকে সহজ করে। সুতরাং,

এসকল আলোকচিত্র ভূ-সংস্থানগত মানচিত্রের উদ্ভাবন ও সংযোজনের তথ্যসূত্ররূপে কাজ করে। ভারতে বায়বীয় আলোকচিত্রের ক্রমবিকাশ সংক্ষেপে বাক্স নং 6.1 এ দেওয়া হল—

বাক্স নং 6.1 ভারতের বায়বীয় আলোকচিত্র

ভারতের বায়বীয় আলোকচিত্র বিদ্যার যে ইতিহাস তা 1920 সালের পূর্বের, যখন আগ্রা শহরের বৃহৎ স্কেল বায়বীয় চিত্র গ্রহণ করা হয়েছিল। পরবর্তীকালে, ভারতীয় জরিপবিভাগের বায়বীয় জরিপ বিভাগটি ইরাবতী 'ব' দ্বীপের বনভূমির বায়বীয় জরিপ করেছিল, যা 1923-24 এ সমাপ্ত হয়। পরবর্তী সময়ে এ ধরনের কয়েকটি জরিপ করা হয় এবং বায়বীয় আলোকচিত্রের চিত্রাংকনের অনেক প্রগতিশীল পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। বর্তমানে সমগ্র দেশে বায়বীয় জরিপের ব্যবস্থা রয়েছে, যা সরাসরি তত্ত্বাবধান করে বায়বীয় জরিপ পরিচালকের দপ্তর (Director of Air Survey), যা নতুন দিল্লির ভারতীয় জরিপ বিভাগ দ্বারা পরিচালিত। তিনটি উড়ান সংস্থা যথা - ভারতীয় বায়ুসেনা, বায়বীয় জরিপ কোম্পানি, কলকাতা এবং জাতীয় দূরসংবেদন সংস্থা, হায়দ্রাবাদে ভারতীয় বায়বীয় আলোকচিত্র গ্রহণের অনুমোদন রয়েছে।

শিক্ষাগত প্রয়োজনে বায়বীয় আলোকচিত্র পাওয়ার জন্য APFPS পার্টি নং 73, বায়বীয় জরিপ পরিচালকের দপ্তর, ভারতীয় জরিপ বিভাগ, পশ্চিম বিভাগ IV , আর.কে.পূরম, নতুন দিল্লিতে যোগাযোগ করতে হবে।

প্রতিচ্ছবির ব্যাখা (Image Interpretation): লক্ষিত বস্তুর প্রতিরূপ সনাক্ত করার প্রক্রিয়া এবং তাদের আপেক্ষিক তাৎপর্য বিবেচনা করার পদ্ধতিকে প্রতিরূপ ব্যাখা বলে। প্রতিরূপ ব্যাখার নীতিগুলো প্রয়োগ করে বায়বীয় আলোকচিত্র থেকে গুনগত তথ্য অর্জন করা হয়। এই সকল তথ্যের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল- ভূমির ব্যবহার বা ভূমির আবরন, ভূমিরূপ, মৃত্তিকার প্রকারভেদ প্রভৃতি। একজন প্রশিক্ষণ প্রাপ্ত অনুবাদক বায়বীয় আলোকচিত্রগুলো ব্যবহার করে ভূমির ব্যবহারের পরিবর্তনগুলো বিশ্লেষণ করতে পারবে।

বায়বীয় আলোকচিত্র বিদ্যার সুবিধা (Advantages of Aerial Photography):

ভূমির সাপেক্ষে পর্যবেক্ষনের তুলনায় বায়বীয় আলোকচিত্রের মৌলিক সুবিধাগুলো হল —

(a) উন্নত সুবিধাজনক অবস্থা (Improved Vantage Point): বায়বীয় আলোকচিত্র আমাদের সামনে একটি বিশাল অঞ্চলের নিখুঁত দৃশ্য তুলে ধরে, যা আমাদের ভূ-পৃষ্ঠের বিভিন্ন বস্তুগুলোর স্থান সংক্রান্ত বিষয় অবগতিতে সাহায্য করে।

(b) সময় ধরে রাখার ক্ষমতা (Time Freezing Ability): বায়বীয় আলোকচিত্র ভূ-পৃষ্ঠের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য সমূহের নথিভুক্তকরনের ক্ষেত্রে একটি দৃষ্টান্তমূলক প্রকাশ মাত্র যা, ঐতিহাসিক নথি হিসাবেও ব্যবহার করা যেতে পারে।

(c) সংবেদনশীলতার বিস্তৃতি (Brodened Sensitivity): মানুষের চোখের সংবেদনশীলতা থেকে বায়বীয় আলোকচিত্র গ্রহণকারী ফিল্মের সংবেদনশীলতা অনেক বেশি। আমাদের চোখ শুধুমাত্র তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালী বিচ্ছুরণের দৃশ্যমান অঞ্চলকে উপলব্ধি করতে পারে, অর্থাৎ 0.4 থেকে 0.7 μm পর্যন্ত পক্ষান্তরে ফিল্মের সংবেদনশীলতা 0.3 থেকে 0.9 μm পর্যন্ত হয়।

(d) ত্রিমাত্রিক দৃষ্টিকোণ (Three Dimensional Perspective): সাধারণত বায়বীয় আলোকচিত্রগুলো সমদূরত্বের ব্যবধানে গ্রহণ করা হয় যা আলোকচিত্রগুলোর 'স্টেরিও প্রেয়ার' (Stereo Pair) গ্রহণে সহায়তা করে। এই ধরনের চিত্র আমাদের ভূ-পৃষ্ঠের ত্রিমাত্রিক দৃশ্য দেখতে সাহায্য করে।

বায়বীয় আলোকচিত্রের শ্রেণিবিভাগ (TYPES OF AERIAL PHOTOGRAPHS):

বায়বীয় আলোকচিত্রগুলো মূলত শ্রেণিবিভাগ করা হয় ক্যামেরার অক্ষ, স্কেল, অন্তর্ভূক্ত এলাকার কৌণিক ব্যাপ্তি এবং ব্যবহৃত ফিল্ম ইত্যাদি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। স্কেল ও নেত্রগোচর অক্ষের অবস্থানের উপর ভিত্তি করে বায়বীয় আলোকচিত্রের শ্রেণিবিভাগ নিম্নে আলোচনা করা হল—

(a) ক্যামেরার অক্ষের উপর ভিত্তি করে বায়বীয় আলোকচিত্রের শ্রেণিবিভাগ -

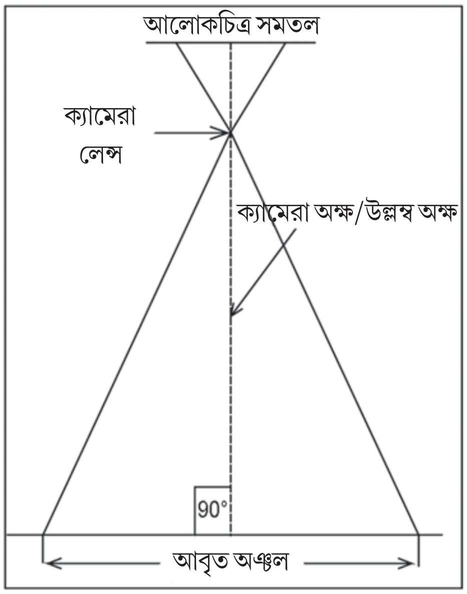
ক্যামেরার অক্ষের অবস্থানের উপর ভিত্তি করে বায়বীয় আলোকচিত্রকে নিম্নলিখিত তিনটি ভাগে ভাগ করা যায়।

(i) উল্লম্ব আলোকচিত্র

(ii) নিম্ন তির্যক আলোকচিত্র

(iii) উচ্চ তির্যক আলোকচিত্র

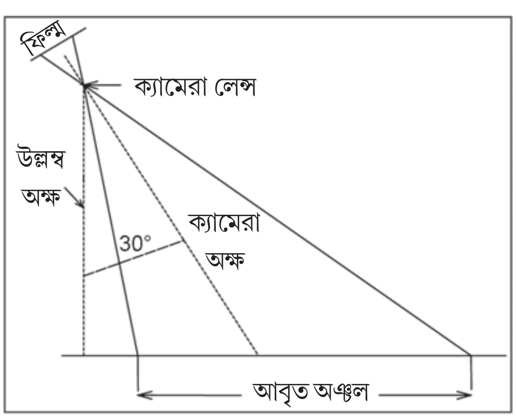
(i) উল্লম্ব আলোকচিত্র (Vertical Photograph): বায়বীয় আলোকচিত্র গ্রহণের সময় ক্যামেরা লেন্সের কেন্দ্র থেকে দুটি স্বতন্ত্র অক্ষের সৃষ্টি হয়। যাদের একটি ভূমির সমতলে এবং অপরটি আলোকচিত্রের সমতলের দিকে থাকে। ক্যামেরার লেন্সের কেন্দ্র থেকে লম্বভাবে ভূমির সমতলে লম্বভাবে অংকিত অংশটি উল্লম্ব অক্ষ নামে পরিচিত। অপরদিকে, ক্যামেরা লেন্স থেকে আলোকচিত্রের সমতল পর্যন্ত যে লম্বরেখা বা প্লাম্ব রেখা (Plumb Line) অঙ্কন করা হয়, তাকে আলোকচিত্রের অক্ষ বা নেত্রগোচর অক্ষ বলে। যখন এই আলোকচিত্র সমতল ভূ-সমতলের সমান্তরালে রাখা হয়, তখন দুটি অক্ষ একত্রিত হয় এবং যে আলোকচিত্রটি গৃহিত হয় তা উল্লম্ব বায়বীয় আলোকচিত্র নামে পরিচিত। চিত্র - (6.3 এবং 6.4)। কিন্তু, সাধারণভাবে দুটি সমতলের নিখুঁত সমান্তরালতা সম্পাদন করা খুবই দুরূহ কারণ, আকাশযানটি পৃথিবীর বক্রপৃষ্ঠের উপর দিয়ে উড়ে যায়। তাই আলোকচিত্রের অক্ষ উল্লম্ব অক্ষ থেকে বিচ্যুত হয়ে পড়ে। এই ধরনের চ্যুতি যদি 30 এর কম বা বেশি পর্যন্ত হয় তখন প্রায় উল্লম্ব বায়বীয় চিত্রটি গৃহিত হয়। কোনো আলোকচিত্র যখন অনিচ্ছাকৃতভাবে নেত্রগোচর অক্ষ থেকে উল্লম্ব অক্ষের 3^0 বেশি চ্যুতিসম্পন্ন হয় তাকে *হেলানো আলোকচিত্র (Tilted Photograph)* বলে।



চিত্র 6.3 উল্লম্ব বায়বীয় আলোকচিত্র

চিত্র 6.4 নেদারল্যান্ডের আর্নেহামের উল্লম্ব বায়বীয় আলোকচিত্র

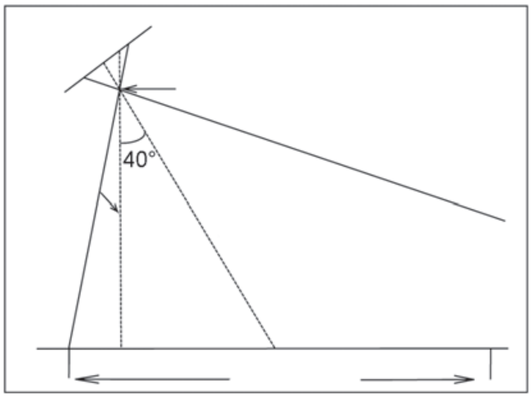
(ii) নিম্ন তির্যক আলোকচিত্র (Low Oblique Photograph): যে সকল বায়বীয় আলোকচিত্র ইচ্ছাকৃতভাবে 15^0 থেকে 30^0 পর্যন্ত চ্যুতির মাধ্যমে ক্যামেরা অক্ষ থেকে উল্লম্ব অক্ষে গৃহিত হয় তাকে নিম্ন তির্যক আলোকচিত্র (Low Oblique Photograph) বলে (চিত্র-6.5 এবং 6.6)। এই ধরনের আলোকচিত্র প্রায়ই পরিদর্শনকরণ জরিপে (Reconnissance Survey) ব্যবহৃত হয়।



চিত্র 6.5 নিম্ন তির্যক আলোকচিত্র

চিত্র 6.6 নেদারল্যান্ডের আর্নেহামের নিম্ন তির্যক আলোকচিত্র

(iii) উচ্চ তির্যক আলোকচিত্র (High Oblique Photograph): উচ্চ তির্যক আলোকচিত্রগুলো তখনই গ্রহণ করা হয় যখন ক্যামেরার অক্ষটিকে ইচ্ছাকৃতভাবে উলম্ব অক্ষ থেকে 60^0 কোণে হেলানো হয় (চিত্র - 6.7) এ ধরনের আলোকচিত্র পরিদর্শনকরণ জরিপ (Reconnaissance Survey) ব্যবস্থায় ব্যবহারযোগ্য।



চিত্র 6.7 উচ্চ তির্যক আলোকচিত্র

সারণি 6.1 উল্লম্ব এবং তির্যক আলোকচিত্রের মধ্যেকার তুলনামূলক আলোচনা করা হয়েছে -

সারণি 6.1 : উলম্ব এবং তির্যক আলোকচিত্রের মধ্যে তুলনা

বৈশিষ্ট্যাবলি	উল্লম্ব	নিম্ন তির্যক	উচ্চ তির্যক
নেত্রগোচর অক্ষ	3^0 এর কম নতি অর্থাৎ, উল্লম্ব অক্ষের সাথে প্রায় মিলিত হয়।	উল্লম্ব অক্ষ থেকে নতির বিচ্যুতি 30^0 এর কম।	উল্লম্ব অক্ষ থেকে নতির বিচ্যুতি 30^0 এর বেশি।
বৈশিষ্ট্য	দিগন্ত দেখা যায় না	দিগন্ত দেখা যায়।	দিগন্ত প্রতীয়মান।
অন্তর্ভুক্ত অঞ্চল	ক্ষুদ্র অঞ্চল	তুলনামূলকভাবে বৃহৎ অঞ্চল	বৃহত্তম অঞ্চল
অঞ্চলগত আকৃতি	বর্গকার	ট্রাপিজাকার	ট্রাপিজাকার
আলোকচিত্রের স্কেল	একরূপ, যদি ভূখণ্ড সমতল হয়।	পুরোভূমি থেকে পশ্চাৎ ভূমিতে হ্রাস পায়।	পুরোভূমি থেকে পশ্চাৎভূমিতে হ্রাস পায়।
মানচিত্রের সঙ্গে তুলনামূলক পার্থক্য	ন্যূনতম	তুলনামূলকভাবে বৃহত্তর	বৃহত্তম
সুবিধা	ভূ-সংস্থানিক এবং বিষয়ানুগ মানচিত্রাংকনে ব্যবহারযোগ্য।	পরিদর্শনকরণ জরিপ	ব্যাখ্যামূলক।

স্কেলের ভিত্তিতে বায়বীয় আলোকচিত্রের শ্রেণিবিভাগ (Types of Aerial Photographs Based on Scale):

বায়বীয় আলোকচিত্রকে স্কেলের ভিত্তিতে তিনটি ভাগে ভাগ করা যায়।

(i) বৃহৎ স্কেল আলোকচিত্র (Large Scale Photographs) : যখন বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেল 1: 15,000 বা তার বেশি হয়, তখন সেই আলোকচিত্রকে বৃহৎস্কেল আলোকচিত্র বলে। (চিত্র - 6.8)

চিত্র- 6.8 1 : 15000 স্কেলে আর্নেহ্যামের আলোকচিত্র

চিত্র- 6.9 1 : 20,000 স্কেলে আর্নেহ্যামের আলোকচিত্র

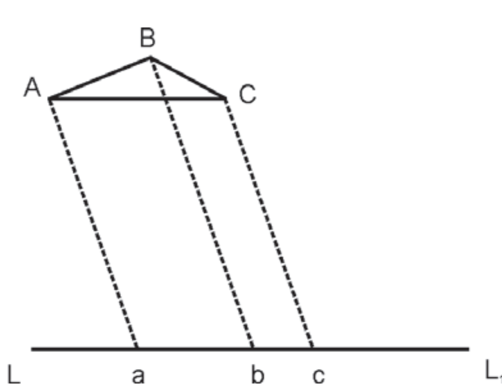
(ii) মাঝারি স্কেল আলোকচিত্র (Medium Scale Photograph): যেসকল বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেল 1: 15,000 এবং 1: 30,000 এর মধ্যে হয়, সেগুলিকে মাঝারি স্কেল আলোকচিত্র বলে। (চিত্র - 6.9)

চিত্র- 6.10 1 : 40,000 স্কেলে আর্নেহ্যামের আলোকচিত্র

(iii) ক্ষুদ্র স্কেল আলোকচিত্র (Small Scale Photographs): যেসকল আলোকচিত্রের স্কেল 1: 30,000 এর ছোট হয় তখন সেগুলোকে ক্ষুদ্র স্কেল আলোকচিত্র বলে। (চিত্র - 6.10)

বায়বীয় আলোকচিত্রের জ্যামিতি (GEOMETRY OF AN AERIAL PHOTOGRAPH):

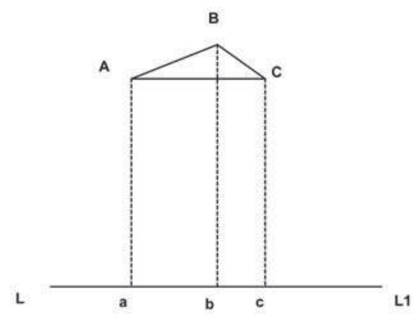
বায়বীয় আলোকচিত্রের জ্যামিতি বোঝার জন্য, ভূমির নিরিখে আলোকচিত্রের স্থিতির প্রাধান্যকে গুরত্ব দেওয়া হয়। যেমন - যে পথে রশ্মি ভূমিতে আলোকচিত্রের নিরিখে অভিক্ষিপ্ত হয় (আলোকচিত্র বা মানচিত্র)। নিম্নলিখিত তিনটি অভিক্ষেপের উদাহরণ এই বিষয়টি বোঝার ক্ষেত্রে সহযোগি হবে।



চিত্র- 11 : সমান্তরাল অভিক্ষেপ

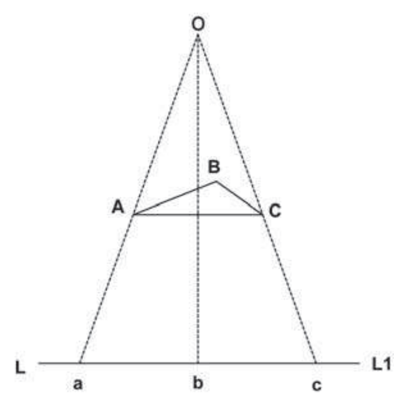
সমান্তরাল অভিক্ষেপ (Parallel Projection): এ ধরনের অভিক্ষেপে, অভিক্ষিপ্ত রশ্মিগুলো সমান্তরাল কিন্তু বাধ্যতামূলকভাবে উল্লম্ব নয়। LL_1 ভূমিতে ABC ত্রিভূজটি অভিক্ষিপ্ত হয়েছে abc ত্রিভূজ হিসাবে। (চিত্র-6.11)

সমকোণীয় অভিক্ষেপ (Orthogonal Projection): ইহা সমান্তরাল অভিক্ষেপের একটি প্রকার বিশেষ। মানচিত্র হল ভূমিভাগের সমকোণীয় অভিক্ষেপ। এ ধরনের অভিক্ষেপের সুবিধা হল যে, দূরত্ব, কোণ বা সমতলীয় অঞ্চলগুলো বস্তুসমূহের উচ্চতার পার্থক্য থেকে স্বতন্ত্র। চিত্র -6.12 একটি সমকোণীয় অভিক্ষেপের উদাহরণ যেখানে অভিক্ষিপ্ত রশ্মিগুলো LL_1 রেখার সমকোণে অবস্থিত। চিত্র- 6.12



চিত্র- 6.12 সমকোণীয় অভিক্ষেপ

কেন্দ্রিয় অভিক্ষেপ (Central Projection): চিত্র 6.13 এ- কেন্দ্রিয় অভিক্ষেপের একটি উদাহরণ দেখানো হল। Aa, Bb এবং Cc অভিক্ষিপ্ত রশ্মিগুলো একই বিন্দু 'O' দিয়ে যায়, যাকে পরিপ্রেক্ষণ কেন্দ্র (Perspective Centre) বলে। লেন্সের মাধ্যমে যে প্রতিমূর্তি অভিক্ষিপ্ত হয় তা কেন্দ্রিয় অভিক্ষেপ হিসাবে গণ্য করা হয়।



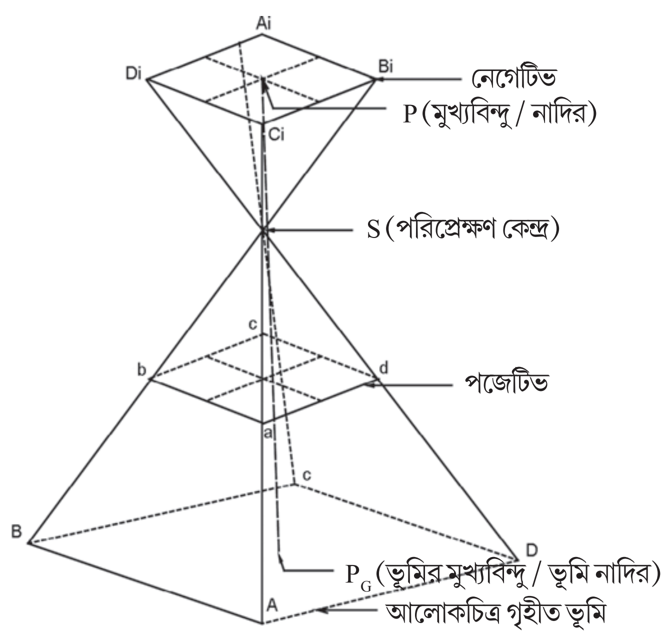
চিত্র- 6.13 কেন্দ্রীয় অভিক্ষেপ

বায়বীয় আলোকচিত্র, একটি কেন্দ্রীয় অভিক্ষেপ, যা পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে। একটি সম্পূর্ণরূপে উল্লম্ব সমতল ভূখন্ডের বায়বীয় আলোকচিত্র জ্যামিতিকভাবে ঐ এলাকার মানচিত্রের অনুরূপ হয়। তা সত্ত্বেও, আলোকচিত্রের নতির কারণে এবং যে ভূ-ভাগের আলোকচিত্র গ্রহণ করা হয়েছে তার উচ্চতাগত পার্থক্যের কারণে, বায়বীয় আলোকচিত্রগুলো জ্যামিতিকভাবে অনুরূপ মানচিত্র থেকে কিছুটা আলাদা হয়।

চিত্র 6.14 অনুযায়ী, S হল ক্যামেরা লেন্সের কেন্দ্র। ভূ-সমতল থেকে যে রশ্মিগুচ্ছগুলো নির্গত হয় সেগুলো লেন্সের কেন্দ্র বিন্দুতে মিলিত হয় এবং বস্তুসমূহের চিত্র গঠনের ক্ষেত্রে সেই বিন্দু থেকে নেগেটিভ (আলোকচিত্র) তলে বিকীর্ণ হয়। এতদনুসারে, কেন্দ্রিয় অভিক্ষেপে সমস্ত সরলরেখা একটি অনুরূপ বিন্দুতে মিলিত হয় অর্থাৎ, সেই সরলরেখা, যেটি বস্তু এবং চিত্রের সঙ্গে বিন্দুগুলোকে যুক্ত করে, তা একই বিন্দু দিয়ে যায় । চিত্র 6.14 টি তে এই সম্পর্কটি প্রদর্শিত হয়েছে।

সরলরেখা AAi, BBi, CCi এবং DDi ভূমিভাগের অনুরূপ বিন্দুগুলোতে এবং নেগেটিভ তলে মিলিত হয়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, ভূ-সমতলে A এবং নেগেটিভ তলে Ai (অথবা 'a' নেগেটিভ তলে) হল একটি রেখা যা অনুরূপ বিন্দুগুলোর সাথে যুক্ত হয়, যা ক্যামেরার লেন্সের কেন্দ্র দিয়ে যায়। যদি আমরা S থেকে ক্যামেরার অক্ষ অনুসরণ করে নেগেটিভ তলে একটি লম্ব অংকন করি তখন, যে বিন্দুতে লম্বটি নেগেটিভ তলে মিলিত হয় তাকে প্রধান বা মুখ্য বিন্দু বলে (Principal Point) (চিত্র 6.14 -এ P বিন্দু)। যদি আমরা সেই রেখাটিকে ভূমি পর্যন্ত সম্প্রসারিত করি, ইহা লক্ষ্য পৃষ্ঠ (চিত্রিত ভূমি) PG তে মিলিত হয়, অর্থাৎ ভূমি মুখ্য বিন্দুটি। অনুরূপভাবে, যদি আমরা S দিয়ে একটি উল্লম্ব রেখা (লম্বরেখা, যা মাধ্যাকর্ষন দ্বারা নির্দেশিত) ইহা আলোকচিত্রের নেগেটিভের সাথে মিলিত হয় যা অধোবিন্দু (Nadir Point) এবং ভূমিতে ভূমি অধোবিন্দু (Ground Nadir Point) নামে পরিচিত। চিত্র 6.3, 6.5 এবং 6.7 নিরীক্ষণ করলে দেখা

যায় যে লম্বরেখা (Plumb Line) এবং ক্যামেরার অক্ষ উল্লম্ব আলোকচিত্রের ক্ষেত্রে সমস্থানিক কিন্তু তির্যক বা নতিযুক্ত আলোকচিত্রের ক্ষেত্রে তা সহজে পৃথক করা যায়। সুতরাং, উল্লম্ব আলোকচিত্রের ক্ষেত্রে মুখ্যবিন্দু ও অধোবিন্দু একে অপরের সাথে মিলিত হয়। তির্যক আলোকচিত্রের ক্ষেত্রে, ক্যামেরার অক্ষ এবং লম্বরেখা মিলে যে কোণটি গঠন করে তাকে নতিযুক্ত কোণ বলে (Tilt angle)। চিত্র 6.14 একটি উল্লম্ব আলোকচিত্রের পজেটিভ ও নেগেটিভ দুটি তলই প্রদর্শিত করা হয়েছে। পজেটিভ ও নেগেটিভ তলের জ্যামিতিটি একরূপ।



চিত্র- 6.14 উল্লম্ব আলোকচিত্রের জ্যামিতি

এখানে এটি বুঝতে হবে যে SP অর্থাৎ ক্যামেরা লেন্স ও নেগেটিভ তলের মধ্যে যে সমকৌণিক দুরত্ব রয়েছে তাকে কেন্দ্রিক দৈর্ঘ্য (Focal Length) বলে। অপর দিকে, SP_G অর্থাৎ ক্যামেরার লেন্স এবং আলোকচিত্র গৃহিত ভুমির মধ্যে যে সমকৌণিক দুরত্ব তাকে ফ্লাইং হাইট (Flying Height) বলে।

মানচিত্র এবং বায়বীয় আলোকচিত্রের মধ্যেকার পার্থক্য (Difference between a Map and an Aerial Photograph)

বায়বীয় আলোকচিত্র থেকে সরাসরি মানচিত্র খুঁজে পাওয়া যায় না। কারণ, মানচিত্র ও বায়বীয় আলোকচিত্রের মধ্যে প্লেনিমেট্রি (Planimetry) বা অভিক্ষেপের এবং প্রেক্ষাপণের মধ্যে মৌলিক পার্থক্য রয়েছে। পার্থক্যগুলো নিচের সারণি নং 6.2 তে দেওয়া হল —

সারণি 6.2 : মানচিত্র ও বায়বীয় আলোকচিত্রের মধ্যেকার পার্থক্য -

বায়বীয় আলোকচিত্র	মানচিত্র
ইহা একটি কেন্দ্রিয় অভিক্ষেপ।	ইহা একটি সমকোণীয় অভিক্ষেপ।
বায়বীয় আলোকচিত্র জ্যামিতিকভাবে ভুল। জ্যামিতিক বিকৃতি আলোকচিত্রের মধ্যভাগে কম কিন্তু প্রান্তভাগে ক্রমশ বৃদ্ধি পায়।	মানচিত্র হল অভিক্ষিপ্ত ভূ-ভাগের জ্যামিতিকভাবে নির্ভূল উপস্থাপন।
আলোকচিত্রের স্কেলটি সমান থাকে না।	মানচিত্রের স্কেলটি মানচিত্র পরিসরের সমস্ত অংশ ব্যাপি সমান।
আলোকচিত্রের পরিবর্ধন/সংক্ষেপণ আলোকচিত্রের বিষয়বস্তুর কোনো পরিবর্তন করে না এবং খুব সহজে সম্পন্ন করা যায়।	মানচিত্রেরপরিবর্ধন/সংক্ষেপণের জন্য তা নতুন করে পুনরায় অংকন করতে হয়।
বায়বীয় আলোকচিত্র দুর্গম এবং প্রতিকূল অঞ্চলের জন্য সহায়ক।	দুর্গম ও প্রতিকূল অঞ্চলের মানচিত্রের চিত্রাংকন খুবই কঠিন এবং মাঝে মাঝে ইহা একেবারেই অসম্ভব।

একটি সমতল ভূ-ভাগ না হলে উল্লম্ব বায়বীয় আলোকচিত্রের ক্ষেত্রেও স্কেলের কোনো সামঞ্জস্য থাকে না। বায়বীয় আলোকচিত্রকে মানচিত্র বিকল্প রূপে ব্যবহারের পূর্বে পরিপ্রেক্ষণ দৃশ্য (Perspective View) থেকে প্লেনিমেট্রিক দৃশ্যতে রূপান্তরিত করতে হয়। এ ধরনের রূপান্তরিত আলোকচিত্রগুলো অর্থোফটো (Orthophoto) নামে পরিচিত।

বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেল (SCALE OF ARIEL PHOTOGRAPH) :

মানচিত্রের স্কেল সম্পর্কে ধারনা তোমাদের পূর্বেই হয়েছে (দ্বিতীয় অধ্যায়ে)। বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেলের ধারনা মানচিত্র স্কেলের ধারনার অনুরুপ। বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেল হল, ভূমিভাগের দুটি স্থানের মধ্যেকার দূরত্ব ও আলোকচিত্রে সেই দুটি বিন্দুর মধ্যেকার দূরত্বের অনুপাত। ইহা সমতুল্য একক 1 সেমি = 1000 কিমি (বা 12000 ইঞ্চি) বা, ভগ্নাংশসূচক স্কেলে (1: 100000)।

কি ধরনের বস্তু দৃশ্যমান হবে, হিসাবের যথার্থতা এবং নির্দিষ্ট উপাদানগুলো কিভাবে প্রতীয়মান হবে তা স্কেলের মাধ্যমে নির্ধারিত হয়। যখন কোনো একটি ভৌগোলিক বিশ্লেষণ বায়বীয় আলোকচিত্রের মাধ্যমে করা হয় তখন মাঝে মাঝে বস্তুসমূহের সংখ্যা গণনা, নির্দিষ্ট পরিমান উপাদান দ্বারা আবৃত অঞ্চল অথবা তাদের দৈর্ঘ্যের ভিত্তিতে কোনো নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্য সনাক্ত করা প্রয়োজন। বায়বীয় আলোকচিত্র ব্যাখার সময় এসকল মাত্রা নির্ধারন, আলোকচিত্রের দৈর্ঘ্য ও ক্ষেত্রফল হিসাব করা প্রয়োজন। এক্ষেত্রে বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেল সম্পর্কে ধারনা থাকা প্রয়োজন। বিভিন্ন তথ্যের ভিত্তিতে বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেল নির্ধারন করার তিনটি প্রক্রিয়া রয়েছে।

প্রক্রিয়া - 1: আলোকচিত্রের দূরত্ব ও ভূমির দূরত্বের মধ্যেকার সম্পর্কস্থাপনের মাধ্যম *(Method - 1: By Establishing Relationship between Photo Distance and Ground Distance)* :

উলম্ব আলোকচিত্রের স্কেল নির্ধারন খুবই সহজ হয়ে পড়ে, যদি অতিরিক্ত কিছু তথ্য, যেমন বায়বীয় আলোকচিত্রের দুটি সনাক্তযোগ্য বিন্দুর ভূমি দূরত্ব নির্ণয় করা যায়। বায়বীয় আলোকচিত্রে পরিমাপ করা দূরত্বের (D_P) সাথে প্রদত্ত ভূমির দূরত্ব সমূহ (D_G) জানা যায় তবে এসব ক্ষেত্রে বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেলটিকে এই দুটি দূরত্বের অনুপাতে অর্থাৎ D_P/D_G তে পরিমাপ করা যাবে।

প্রশ্ন 6.1 - বায়বীয় আলোকচিত্রের দুটি বিন্দুর মধ্যেকার দূরত্ব 2 সেমি। সেই একই বিন্দু দুটির মধ্যেকার দূরত্ব 1 কিমি। বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেলটি নির্ণয় করো (S_P)

সমাধান

$SP = D_P : D_G$

= 2 সেমি : 1 কিমি

= 2 সেমি : 1×100000 কিমি

= 1:100000/2 = 50,000 সেমি

= 1 একক 50000 একক নির্দেশ করে

সুতরাং, SP = 1:50,000

প্রক্রিয়া - 2 : আলোকচিত্রের দূরত্ব ও মানচিত্রের দূরত্বের মধ্যেকার সম্পর্ক স্থাপনের মাধ্যমে *(Method - 2 : By Establishing Relationship Between Photo Distance and Map Distance) :* আমরা জানি যে, ভূমিভাগের দুটি বিন্দুর মধ্যেকার দূরত্ব সর্বদা জানা থাকে না। যাই হোক, যদি ঐ অঞ্চলের কোনো নির্ভরযোগ্য মানচিত্র পাওয়া যায়, তবে তা আলোকচিত্রের স্কেল নির্ধারনে ব্যবহার করা যায়। অন্যভাবে বলতে গেলে, দুটি বিন্দুর মধ্যে যে সনাক্তযোগ্য দূরত্ব, যা বায়বীয় আলোকচিত্র ও মানচিত্র দুটির মধ্যেই রয়েছে, সেই দুটি বিন্দু আমাদের বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেল (S_p) নির্ণয়ে সাহায্য করে। এই দুটি দূরত্বের মধ্যেকার সম্পর্ক নিম্নলিখিত উপায়ে প্রকাশ করা যায় —

(আলোকচিত্রের স্কেল : মানচিত্র স্কেল) = (আলোকচিত্রের দূরত্ব : মানচিত্রের দূরত্ব)

আমরা এই সিদ্ধান্তে উপনীত হতে পারি যে,

আলোকচিত্রের স্কেল (S_p) = আলোকচিত্রের দূরত্ব D_p: মানচিত্রের দূরত্ব (D_m) × মানচিত্রের স্কেলের গুনক (msf)

প্রশ্ন 6.2 - মানচিত্রে দুটি বিন্দুর মধ্যেকার দূরত্ব 2 সেমি। ইহার বায়বীয় মানচিত্রে অনুরুপ দূরত্ব হল 10 সেমি। আলোকচিত্রের স্কেলটি নির্ণয় করো যখন মানচিত্র স্কেল 1:50000

$S_P = D_P : D_M \times \text{Msf}$

অথবা, = 10 সেমি : 2 সেমি × 50,000

অথবা, = 10 সেমি : 10000 সেমি

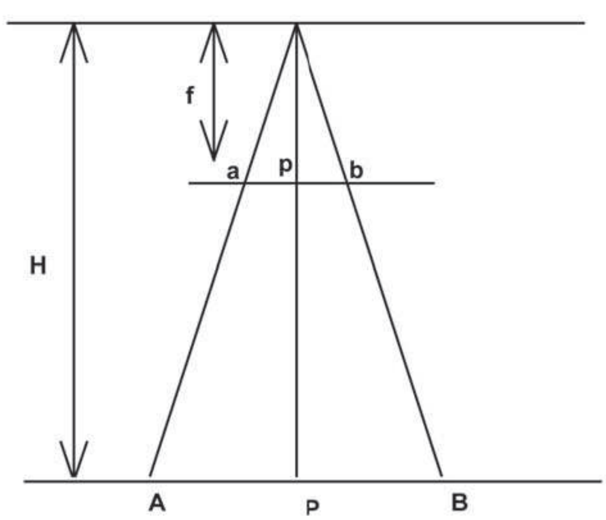
অথবা, = 1 : 100000/10 = 10000 সেমি

অথবা, = 1 একক 10000 একক নির্দেশ করে

সুতরাং, Sp = 1: 10000

প্রক্রিয়া - 3 : দৃশ্য দৈর্ঘ্যতা (f) এবং বিমানের উড়ান উচ্চতার (H) মধ্যেকার সম্পর্ক স্থাপনের মাধ্যমে *(Method - 3 : By Establishing Relationship Between Focal Length (f) and Flying Height (H) of the Aircraft)*

যদি আলোকচিত্র এবং ভূমি অথবা মানচিত্রের আপেক্ষিক দূরত্বের অতিরিক্ত তথ্য না থাকে, তখনও আমরা আলোকচিত্রের স্কেল নির্ণয় করতে পারি, যদি আমাদের কাছে ক্যামেরার দৃশ্য দৈর্ঘ্যতা (f) এবং বিমানের উড়ান উচ্চতা (H) জানা থাকে। (চিত্র-6.15)। যদি বায়বীয় আলোকচিত্র উল্লম্ব বা প্রায় উল্লম্ব হয় এবং যে ভূমিভাগের আলোকচিত্র গ্রহণ করা হয়েছে তা সমতল হয় তবে আলোকচিত্রের নির্ধারিত স্কেলটি অধিক নির্ভরযোগ্য হয়। বেশিরভাগ



চিত্র 6.15 ক্যামেরার দৃশ্য দৈর্ঘ্যতা (f) এবং বিমানের উড়ান উচ্চতা (H)

উল্লম্ব মানচিত্রে, ক্যামেরার দৃশ্য দৈর্ঘ্যতা (f) এবং বিমানের উড়ান উচ্চতা (H) গুলো প্রান্তিয় তথ্য হিসাবে প্রদান করা হয় (বক্স নং - 6.2)। চিত্র 6.15 টি আলোকচিত্রের স্কেল নির্ধারনের সূত্র হিসাবে নিম্নলিখিত উপায়ে ব্যবহৃত হতে পারে -

দৃশ্য দৈর্ঘ্যতা (f) : উড়ান উচ্চতা (H) = আলোকচিত্রের দূরত্ব (D_p) : ভূমির দূরত্ব (D_G)

প্রশ্ন 6.3 - যখন ক্যামেরার দৃশ্য দৈর্ঘ্যতা 15 সেমি এবং বিমানের উড়ান উচ্চতা 7500 মিটার, বায়বীয় আলোকচিত্রের স্কেল নির্ণয় করো।

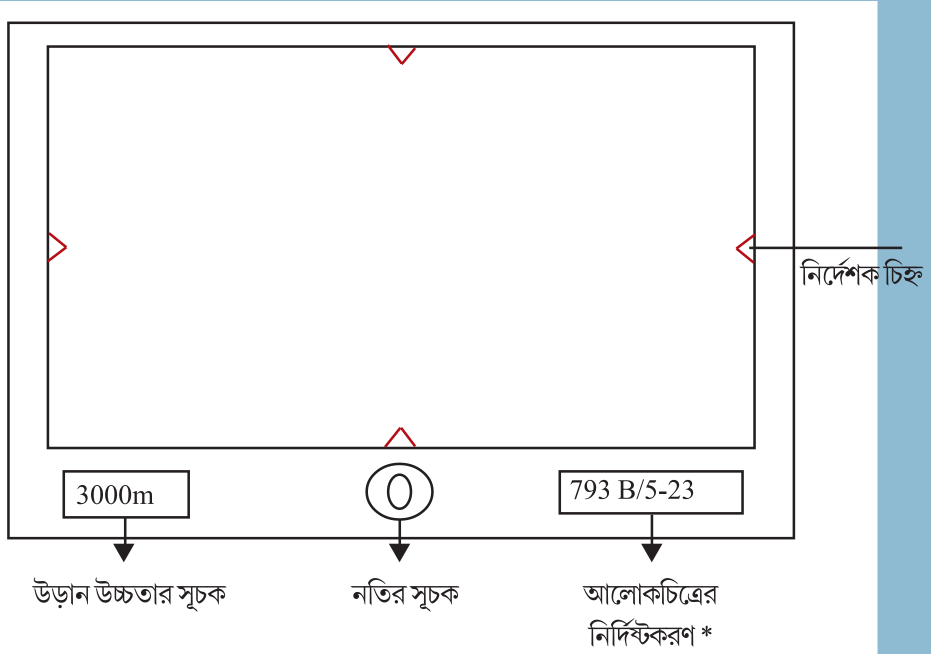
Sp = f:H

অথবা, Sp = 15 সেমি : 7500×100 সেমি

অথবা, Sp = 1 : 750000/15

সুতরাং, Sp = 1 : 50,000

বক্স নং 6.2 উল্লম্ব বায়বীয় আলোকচিত্রের প্রান্তিয় তথ্য



** 793 হল ভারতীয় জরিপ বিভাগের 73APFPS দলের একটি আলোকচিত্রের নির্দিষ্টকরণ সংখ্যা। B হল সেই উড়ান সংস্থা যে বর্তমান আলোকচিত্রটিগ্রহণ করেছে (ভারতে বায়বীয় আলোকচিত্রগ্রহণ করার জন্য তিনটি উড়ান সংস্থা সরকারীভাবে অনুমোদিত। সেই সংস্থাগুলো হল - ভারতীয় বায়ুসেনা, বায়বীয় জরিপ কেম্পানি, কলকাতা এবং জাতীয় দূরসংবেদন সংস্থা, হায়দ্রাবাদ, বায়বীয় আলোকচিত্রে যথাক্রমে A,B এবং C হিসাবে চিহ্নিত, 5 হল পাল্লা (strip) সংখ্যা এবং 23 হল 5 নং পাল্লার আলোকচিত্র সংখ্যা।*

অনুশীলনী

সঠিক উত্তর বাছাই করো :

1. নিম্নের কোন্ ধরনের বায়বীয় আলোকচিত্রে দিগন্ত দেখা যায় -
   (a) উলম্ব
   (b) প্রায় উলম্ব
   (c) নিম্ন তির্যক
   (d) উচ্চ তির্যক

2. কোন ধরনের বায়বীয় আলোকচিত্রে অধোবিন্দু এবং প্রধান বিন্দু মিলিত হয় -
   (a) উলম্ব
   (b) প্রায় উলম্ব
   (c) নিম্ন তির্যক
   (d) উচ্চ তির্যক

3. বায়বীয় আলোকচিত্রে কোন্ ধরনের অভিক্ষেপ ব্যবহার করা হয় -
   (a) সমান্তরাল
   (b) সমকোণীয়
   (c) কেন্দ্রিয়
   (d) উপরের কোনটিই নয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী -

1) স্থলভিত্তিক পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে বায়বীয় আলোকচিত্রের যে কোনো তিনটি সুবিধা লেখো ।

2) বায়বীয় আলোকচিত্র কিভাবে গৃহিত হয় ?

3) ভারতীয় বায়বীয় আলোকচিত্রের একটি সংক্ষিপ্ত বিবরন দাও ।

4) নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর 125 শব্দের মধ্যে উত্তর দাও -
   (i) বায়বীয় আলোকচিত্রের দুটি প্রধান ব্যবহার লেখো এবং ব্যাখা করো।
   (ii) স্কেল নির্ণয়ের বিভিন্ন পদ্ধতিগুলো লেখো ।

অধ্যায় ৭

দূর সংবেদনের পরিচয় (Introduction To Remote Sensing)

তোমরা ষষ্ঠ অধ্যায়ে বায়বীয় আলোকবিদ্যা (Aerial photography) সম্পর্কে পড়েছো। যদি তোমরা এর বিষয়বস্তু যত্ন সহকারে অধ্যয়ন করো। তবে তোমরা উপলব্ধি করবে যে এটি হল, মানব চক্ষুর লিপিবদ্ধ করনের ক্ষমতা এবং পর্যবেক্ষনের প্রসারিত রূপ। তোমরা এটাও লক্ষ করবে আলোকচিত্র গ্রহণ প্রক্রিয়া ভূপৃষ্ঠের বস্তুর পর্যবেক্ষন এবং লিপিবদ্ধ করণের ক্ষেত্রে মানব চক্ষুর মতো একই রকম নীতি প্রয়োগ করে। যদিও মানব চক্ষু এবং আলোকচিত্র গ্রহন প্রক্রিয়া দুটোই কোনো নির্দিষ্ট বস্তু পৃষ্ঠে প্রতি মিনিটে মোট গৃহীত শক্তির ওপর সূক্ষ্মভাবে আলোক প্রতিক্রিয়া করে। অপরদিকে, বর্তমানে দূর সংবেদন যন্ত্রগুলো বৃহত্তর পরিসরে বিকিরণ, প্রতিফলন / নিগর্মন, শোষন এবং প্রেরণের ক্ষেত্রে সকল বস্তু পৃষ্ঠে অর্থাৎ যাদের তাপমাত্রা 0 ক্যালভিন ($-273^{0}C$)এর বেশি হয়, তাদের ওপর প্রতিক্রিয়া করে।

1960 এর দশকের প্রথমার্ধে দূর সংবেদন শব্দটি প্রথম ব্যবহার করা হয়েছিল। পরবর্তী সময়ে, দূর সংবেদনকে সংজ্ঞায়িত করতে গিয়ে বলা হয় যে, এটি এমন একটি প্রক্রিয়া, যা ভূপৃষ্ঠের বস্তু এবং ঘটনাবলি সংক্রান্ত তথ্যের পরিমাপ সঠিকভাবে কোনো লিপিবদ্ধকারক সংবেদক (sensor) ব্যবহারের মাধ্যমে করা হয় এবং এখানে বস্তু ও ঘটনা অধ্যয়নের ক্ষেত্রে প্রাকৃতিক যোগাযোগ থাকে না। উপরিল্লিখিত সংজ্ঞা থেকে দূর সংবেদন সম্পর্কে বলা যায় যে, এটি প্রাথমিকভাবে কোনো বস্তুপৃষ্ঠের সাথে জড়িত, একটি লিপিবদ্ধ যন্ত্র এবং তথ্য বহনকারী শক্তি তরঙ্গা থেকে প্রাপ্ত তথ্যের সম্মিলিত রূপ (চিত্র 7.1)।

চিত্র : 7.1 *দূর সংবেদনের ধারনাসঙ্গাত কাঠামো।*

শব্দকোষ (Glossary):

অবশোষনাংশ (Absorptance) :- কোনো পদার্থ দ্বারা প্রাপ্ত এবং অবশোষিত বিকিরন শক্তির অনুপাত।

ব্যান্ড (Band):- তড়িৎ চুম্বকীয় স্পেকট্রাম বা বর্ণালী বিচ্ছুরণ (Electro magnetic Spectrum) বিশিষ্ট তরঙ্গা দৈর্ঘ্যের মধ্যেকার ব্যবধান (Interval)।

রাশিতথ্যগত প্রতিচ্ছবি (Digital Image) :- সারি এবং স্তম্ভে ক্রমানুসারে সুবিন্যস্ত রাশিতথ্যগত সংখ্যা (DN) যেখানে তীব্রতা, মান এবং অবস্থানগত বৈশিষ্ট্য বর্তমান থাকে।

রাশিতথ্যগত সংখ্যা (Digital Number) :- একটি রাশিতথ্যগত প্রতিচ্ছবির কোনো পিক্সেলের (Pixel) তীব্রতা মান।

রাশিতথ্যগত প্রতিচ্ছবি গঠন বা ডিজিটাল চিত্র গঠন (Digital Image Processing) :- পৃষ্ঠদেশীয় ঘটনাবলি সম্পর্কিত তথ্য সংগ্রহ করার প্রক্রিয়া যেখানে রাশিতথ্যগত সংখ্যার সংখ্যাসূচক দক্ষতা সহকারে ব্যবহার করা হয়।

তড়িৎ চুম্বকীয় স্পেকট্রাম বা বর্ণালী বিচ্ছুরণ (Electromagnetic Spectrum) :- তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ হলো একটি ধারাবাহিক ক্রম যেখানে সংলগ্ন উপাদানসমূহ একে অপরের থেকে স্বতন্ত্র হয় না। এর প্রসর ক্ষুদ্র তরঙ্গাবিশিষ্ট উচ্চ পরিসংখ্যান মহাজাগতিক বিকিরণ থেকে দীর্ঘ তরঙ্গা দৈর্ঘ্য নিম্ন পরিসংখ্যান অনুপাত তরঙ্গা পর্যন্ত হয়।

তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ বা EMR (Electromagnetic Radiation) :- আলোর গতি থেকে শক্তির কোনো স্থান বা মাধ্যম থেকে প্রসারিত হওয়া।

কৃত্রিম রঙ্গের মিশ্রণ (FCC) (False Colour Composite) :- কৃত্রিমভাবে উদ্ভুত রঙিন প্রতিচ্ছবি, যেখানে নীলাভ, সবুজ ও লাল রঙ ঐ তরঙ্গা দৈর্ঘ্য অঞ্চলকে নির্দিষ্ট করে যা প্রাকৃতিক ভাবে পৃথক প্রকৃতির হয়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে, একটি প্রমান কৃত্রিম রঙের মিশ্রণে নীলাভ রঙ সবুজ বিকিরণ ক্ষেত্রকে (0.5 থেকে 0.6 মাইক্রোমিটার বা μm), সবুজ রঙ লাল বিকিরণ ক্ষেত্রকে (0.6 থেকে 0.7μm) এবং লাল রঙ প্রায় অবলোহিত বিকিরণ ক্ষেত্রকে (0.7 থেকে 0.8μm) নির্ধারিত করে।

গ্রেস্কেল বা ধূসর স্কেল (Gray Scale) : - কোনো প্রতিচ্ছবির উজ্জ্বলতার বিভিন্নতার ক্রমাঙ্কন যার প্রসর কালো থেকে সাদার মধ্যবর্তী ধূসর মনে হয়।

প্রতিচ্ছবি (Image) :- আলোকচিত্র এবং আলোকচিত্রবিহীন মাধ্যম থেকে প্রাপ্ত আংশিক প্রাকৃতিক এবং মানুষ্য নির্মিত বৈশিষ্ট্য ও কার্যাবলী, দৃশ্যের স্থায়ী নথিভুক্তকরণ।

দৃশ্য (Scene):- একটি প্রতিচ্ছবি বা আলোকচিত্র দ্বারা ভূমির আবৃত অঞ্চল।

সংবেদক (Sensor) :- কোনো প্রতিবিম্বিত বা অপ্রতিবিম্বিত মাধ্যম, যা তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ শোযন করে এবং ইহাকে সংকেতে পরিবর্তীত করে যার দ্বারা আলোকচিত্র এবং রাশিতথ্যগত প্রতিচ্ছবিতে নথিভুক্ত এবং প্রদর্শিত করা যেতে পারে।

প্রতিফলন (Reflectance):- কোনো পদার্থ দ্বারা গৃহীত শক্তি এবং এর দ্বারা প্রতিফলিত শক্তির মধ্যেকার অনুপাত।

স্পেকট্রাল বা বর্ণালী বিচ্ছুরিত ব্যান্ড (Spectral Band): - অবিচ্ছিন্ন স্পেকট্রম বা বর্ণালী বিচ্ছুরণে তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের প্রসর, যেমন সবুজ ব্যান্ডের প্রসর 0.5 থেকে 0.6 মাইক্রোমিটার বা μm এবং প্রায় অবলোহিত ব্যান্ড (NIR) এর প্রসর 0.7 থেকে 1.1 μm নির্ধারণ করা হয়েছে।

দূর সংবেদনের বিভিন্ন স্তর (Stages in Remote Sensing) :

চিত্র 7.2 এ দূর সংবেদন দ্বারা অর্জিত তথ্য প্রাপ্তির জন্য ব্যবহৃত উপযুক্ত প্রক্রিয়াগুলোকে বর্ণনা করা হয়েছে। ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বস্তু এবং ঘটনাবলির তথ্য ও বৈশিষ্ট্যাবলি সম্পর্কে অবগত হতে এই প্রাথমিক প্রক্রিয়াগুলো সহায়াতা করে। এগুলো হলো:

ক) শক্তির উৎস (সূর্য / স্ব-নির্গমন);

খ) উৎসস্থল থেকে ভূপৃষ্ঠ পর্যন্ত শক্তি প্রেরণ;

গ) ভূপৃষ্ঠের সাথে শক্তির মিথষ্ক্রিয়া;

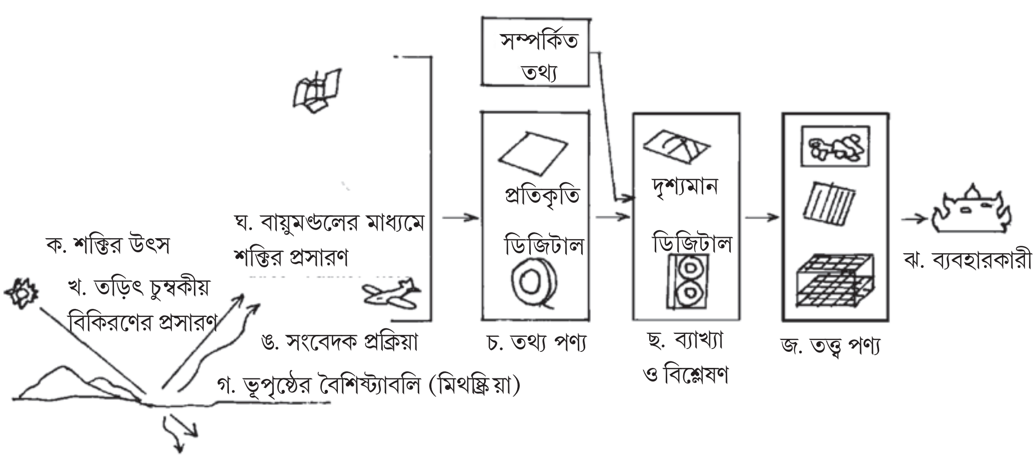
ঘ) বায়ুমন্ডল দ্বারা প্রতিফলিত / নির্গত শক্তির প্রসারণ;

ঙ) সংবেদকের মাধ্যমে প্রতিফলিত / নির্গত শক্তির সনাক্তকরণ;

চ) আলোকচিত্রে বা রাশিতথ্যের আকারে প্রাপ্ত তথ্যে গৃহীত শক্তির পরিচলন;

ছ) তথ্য পণ্যের তালিকা (Data product) থেকে বিষয়ানুগ তথ্য নিষ্কাশন; এবং

জ) মানচিত্র / সারণি রূপে তথ্যের পরিবর্তন।

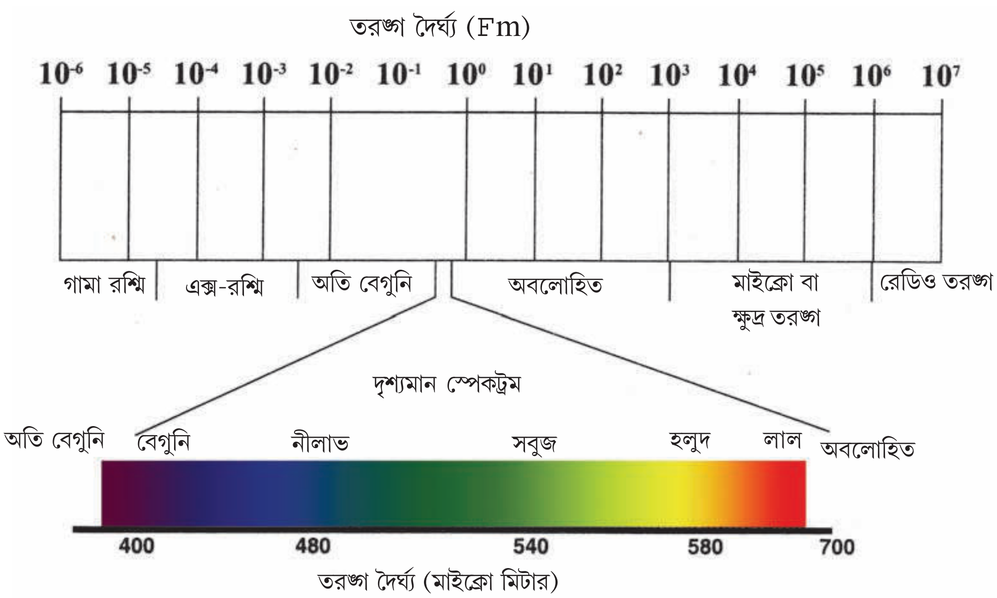


চিত্র 7.2 : দূর সংবেদনে অর্জিত তথ্যের স্তর

ক) শক্তির উৎস (Source of Euergy) : দূর সংবেদনে ব্যবহৃত সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ শক্তির উৎস হলো সূর্য। কোনো বস্তু এবং ঘটনাসংক্রান্ত তথ্য আহরনের জন্য কৃত্রিম শক্তির ব্যবহারও করা যায়, যেমন ফ্লেশগান বা র‍্যাডার-এ ব্যবহৃত শক্তি বিম্‌স (বেতার সনাক্তকরণ ও প্রসার)।

খ) উৎসস্থল থেকে ভূপৃষ্ঠ পর্যন্ত শক্তি প্রেরণ (Transmission of Enerjy from the Source to the Surface of the Earth): সূর্য থেকে সৃষ্ট তরঙ্গা শক্তিরূপে প্রসারিত হয়ে আলোর গতিতে (3,00,000 কি.মি. প্রতি সেকেন্ড) উৎসস্থল থেকে ভূ-পৃষ্ঠস্থ বস্তু পর্যন্ত পৌঁছায়। এই ধরনের

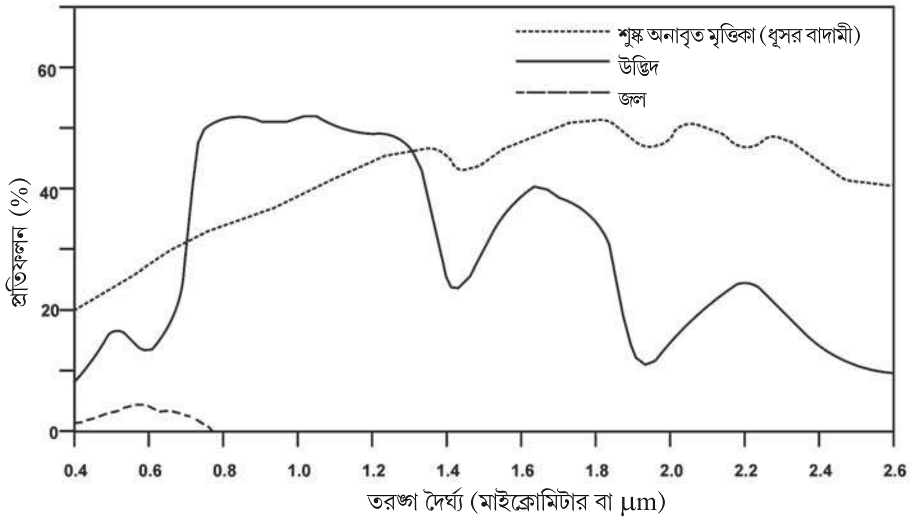
প্রসারিত শক্তিকে তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ (EMR)(Electromagnetic Radiation) বলে। আকৃতি ও কম্পাঙ্ক অনুযায়ী শক্তি তরঙ্গো ভিন্নতা দেখা যায়। এই ভিন্নতার অঙ্কন তড়িৎ চুম্বকীয় স্পেকট্রাম বা বর্ণালী বিচ্ছুরণ (Electro magnetic Spectrum) হিসাবে পরিচিত (চিত্র 7.3)। তরঙ্গের আকৃতি এবং কম্পাঙ্কের ভত্তিতে, শক্তি তরঙ্গাকে গামারশ্মি, এক্স-রশ্মি, অতিবেগুনি রশ্মি, দৃশ্যমান রশ্মি, অবলোহিত রশ্মি, মাইক্রো বা ক্ষুদ্র তরঙ্গা এবং রেডিও তরঙ্গা প্রভৃতিতে শ্রেণিবন্ধ করা হয়। প্রত্যেকটি বর্ণালী বিচ্ছুরণের বৃহৎ অঞ্চলকে পৃথক পৃথক কাজের জন্য ব্যবহার করা হয়। যদিও দূর সংবেদনের ক্ষেত্রে দৃশ্যমান, অবলোহিত এবং মাইক্রো বা ক্ষুদ্র তরঙ্গা অঞ্চল অধিক ব্যবহৃত হয়।



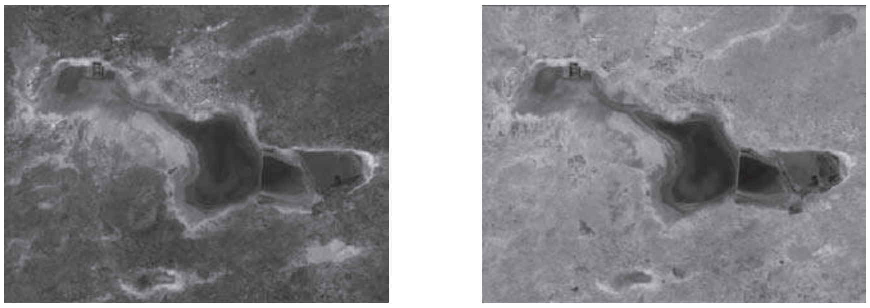
চিত্র 7.3 : তড়িৎ চুম্বকীয় স্পেকট্রম বা বর্ণালী বিচ্ছুরণ

গ) ভূ-পৃষ্ঠের সাথে শক্তির মিথস্ক্রিয়া (Interaction of Energy with the Earth's Surface): -

পরিশেষে প্রসারিত শক্তি ভূ-পৃষ্ঠের বস্তু সমূহের সাথে মিথষ্ক্রিয়া করে। এক্ষেত্রে বস্তু দ্বারা শক্তির শোষণ, প্রেরণ, প্রতিফলন বা নির্গমন হয়। আমরা জানি যে, সকল বস্তু তাদের গঠন (Composition) বাহ্যিক রূপ বা আকার এবং অন্যান্য বৈশিষ্ট্যানুসারে ভিন্ন প্রকৃতির হয়। এমনকি বস্তু দ্বারা গৃহীত শক্তির প্রতিক্রিয়াও সমপরিমাণ হয় না। এছাড়াও একটি নির্দিষ্ট বস্তু স্পেকট্রামের বিভিন্ন অঞ্চলের গৃহীত শক্তির ওপর পৃথক পৃথকভাবে প্রতিক্রিয়া করে (চিত্র 7.5)। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, একটি স্বাদু জলরাশির ক্ষেত্র স্পেকট্রামের লাল এবং অবলোহিত অঞ্চলে অধিক মাত্রায় শক্তি শোষণ করে এবং উপগ্রহ চিত্রে গাঢ়/কালো রঙে প্রদর্শিত হয়, আবার ঘোলা জলরাশির ক্ষেত্র স্পেকট্রামে অধিক মাত্রায় নীলাভ এবং সবুজ অঞ্চলকে প্রতিফলিত করে এবং হালকা বর্ণে প্রদর্শিত হয় (চিত্র 7.4)।



চিত্র 7.4 : মৃত্তিকা, উদ্ভিদ এবং জলের বর্ণালীগত সাক্ষর



চিত্র 7.5 : সম্বর হ্রদ, রাজস্থান এর আই.আর.এস. 1C ব্যান্ড 1 সবুজ (বাঁদিকে) এবং ব্যান্ড 4 আই. আর. প্রতিচ্ছবি

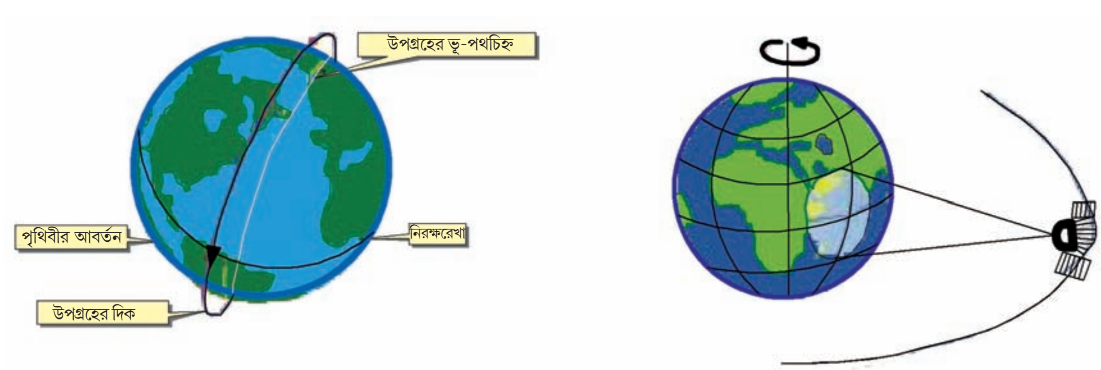
ঘ) বায়ুমণ্ডল দ্বারা প্রতিফলিত / নির্গত শক্তির প্রসারণ (Propagation of Reflected / Emitted Enerjy through Atmosphere): ভূপৃষ্ঠস্থ বস্তু দ্বারা শক্তি প্রতিফলিত হয়ে, বায়ুমন্ডলে পুন:প্রবেশ করে। তোমরা এটাও জানো যে, বায়ুমন্ডল বিভিন্ন গ্যাস, জলকণা এবং ধূলিকণা দ্বারা গঠিত। বস্তু দ্বারা প্রতিফলিত শক্তি এই বায়ুমন্ডলীয় উপাদানের সংস্পর্শে আসে এবং শক্তির প্রকৃত বৈশিষ্ট্যাবলির পরিবর্তন ঘটায়। অপরদিকে কার্বন ডাই অক্সাইড (CO2) হাইড্রোজেন, (H) এবং জলকণা মধ্য অবলোহিত অঞ্চলে শক্তি শোষন করে এবং ধূলিকণা নীলাভ শক্তিকে বিচ্ছুরিত করে।

যদিওবা শক্তি শোষিত হয় বা বায়ুমণ্ডলীয় উপাদান দ্বারা বিচ্ছুরিত হয়, তবে এগুলো উপগ্রহে বিদ্যমান সংবেদক পর্যন্ত পৌঁছাতে পারে না এবং এই বস্তু দ্বারা বাহিত শক্তি অনাথিভুক্ত অবস্থায় থেকে যায়।

ঙ) সংবেদকের মাধ্যমে প্রতিফলিত / নির্গত শক্তির সনাক্তকরণ (Detection of Reflected / Emitted Energy by the Senson): গৃহীত শক্তি নথিভুক্তকারী সংবেদক 700 থেকে 900 কিমি উচ্চতায় সূর্যের সমকালীন (Sun Synchronous) কক্ষপথে মেরুর নিকটে স্থাপন করা হয়। এই ধরনের উপগ্রহ দূর সংবেদন উপগ্রহ (Remote Sensing Satellites) নামে পরিচিত (উদাহরণস্বরূপ ভারতীয় দূর সংবেদন ক্রমের উপগ্রহ)। এই উপগ্রহগুলো ছাড়াও, আবহাওয়া সম্বন্ধীয় পর্যবেক্ষন এবং টেলিযোগাযোগের জন্যও উপগ্রহ ভূ-সমলয় অবস্থানে স্থাপন করা হয়। (এই উপগ্রহগুলো এমন ভাবে স্থাপন করা হয়েছে যে এগুলোর আবর্তন পৃথিবীর আবর্তন কক্ষের সঞ্চালন দিকের সাথে সাঞ্জস্যপূর্ণ হয়) এবং পৃথিবীর চারদিকে ঘূর্ণায়মান, যা (পৃথিবী নিজ কক্ষতলের সঞ্চালন দিকের সাথে মিলিত হয়) আনুমানিক 36,000 কিমি উচ্চতায় অবস্থান করে (উদাহরণস্বরূপ INSAT ক্রমের উপগ্রহ) দূর সংবেদন এবং আবহাওয়া সম্বন্ধীয় পর্যবেক্ষক উপগ্রহের মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা প্রদত্ত বাক্সে (7.1) দেওয়া হয়েছে। চিত্র - 7.6 সূর্যের সমকালীন কক্ষপথ এবং ভূ-সমলয় উপগ্রহ কক্ষপথকে প্রদর্শিত করে।

বাক্স 7.1 সূর্যের - সমকালীন এবং ভূ-সমলয় উপগ্রহের মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা

কাক্ষিক বৈশিষ্ট্যাবলী	সূর্যের সমকালীন উপগ্রহ	ভূ-সমলয় উপগ্রহ
উচ্চতা	700-900 কিমি	আনুমানিক 36000 কিমি
অন্তর্ভুক্ত এলাকার পরিধি	81^0 উত্তর থেকে 81^0 দক্ষিন	1/3 বা ভূগোলকের এক তৃতীয়াংশ
কাক্ষিক কাল	প্রতিদিন 14 কাক্ষিক আবর্তন	24 ঘন্টা
বিভাজন	সূক্ষ্ম (182 মি: থেকে 1 মি:)	স্থূল (1 কিমি × 1 কিমি)
ব্যবহার	ভূ-সম্পদের প্রয়োগ	টেলি যোগাযোগ এবং আবহাওয়া সম্বন্ধীয় পর্যবেক্ষন



চিত্র 7.6 সূর্যের সমকালীন কক্ষপথ (বাঁদিকে) এবং ভূ-সমলয় উপগ্রহ (ডানদিকে)

দূর সংবেদন উপগ্রহে সংবেদককে এমনভাবে লাগানো হয় যে, এর মাধ্যমে ভূপৃষ্ঠস্থ বস্তু

দ্বারা প্রতিফলিত তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ (EMR) সংগ্রহে সক্ষম হয়। ষষ্ঠ অধ্যায়ে তোমরা দেখেছো কীভাবে ফটোগ্রাফিক ক্যামেরা দিয়ে একটি অনাবৃত প্রতিচ্ছবি পাওয়া যায়। যদিও দূর সংবেদন উপগ্রহে ব্যবহৃত সংবেদক দ্বারা তথ্য সংগ্রহ এবং লিপিবদ্ধ করণ প্রক্রিয়ার কৌশল ফটোগ্রাফিক ক্যামেরা থেকে ভিন্ন প্রকৃতির হয়। মহাশূন্যে স্থাপিত এই প্রকার সংবেদক যে প্রতিবিম্ব গঠন করে, সেগুলো ক্যামেরার সাহায্যে তৈরী আলোকচিত্রের পরিবর্তে ডিজিটাল বা রাশিতথ্যের আকারে তথ্য প্রদান করে।

চ) আলোকচিত্রে বা রাশিতথ্যের আকারে প্রাপ্ত তথ্যে গৃহীত শক্তির পরিচলন (Conversion of Energy Received into photographic / Digitat Form of Data) : সংবেদক দ্বারা গৃহীত ও প্রতিফলিত শক্তি তড়িৎ ক্রিয়ার মাধ্যমে ডিজিটাল বা রাশিতথ্যের প্রতিচ্ছবিতে পরিবর্তিত হয়। রাশিতথ্যগত সংখ্যাকে সারি ও স্তম্ভে ক্রমানুসারে সজ্জিত করা হয়। এই সংখ্যাগুলো দ্বারা তথ্য উপস্থাপনের ক্ষেত্রে একই রকম পদ্ধতি ব্যবহার করে প্রতিচ্ছবি নির্মাণ করা হয়। পৃথিবীর চারদিকে আবর্তনরত উপগ্রহের সংবেদক দ্বারা বৈদ্যুতিকভাবে সংগৃহীত প্রতিচ্ছবির তথ্য পৃথিবীর বিভিন্ন অংশে অবস্থিত ভূসংগ্রহণ কেন্দ্রে (Earth Receiving Station) প্রেরণ করা হয়। এমন একটি কেন্দ্র ভারতের হায়দ্রাবাদের নিকট শাদনগরে অবস্থিত।

ছ) তথ্যপণ্যের তালিকা থেকে বিষয়ানুগ নিষ্কাশন (Extraction of Information Contents From Data Products) : পৃথিবীতে অবস্থিত ভূসংগ্রহণ কেন্দ্রে প্রতিচ্ছবি সংগ্রহ করার পর সংগ্রহকালীন ত্রুটি সংশোধন প্রক্রিয়া কার্যকর করা হয়। ত্রুটি সংশোধনের পরে, সঠিক তথ্য ব্যবহার করে রাশিতথ্যগত প্রতিচ্ছবি গঠন কৌশল এবং একই রকম তথ্যপন্যের তালিকা তৈরী করে দৃশ্যমান চিত্র ব্যাখ্যার দ্বারা বিভিন্ন বিষয়ের তথ্য আহরণ করা হয়।

জ) মানচিত্র/সারণি রূপে তথ্যের পরিবর্তন (Conversion of Information into Map / Tabular forms) : পরিশেষে ব্যাখ্যায়িত তথ্যকে বিষয়ানুগ মানচিত্রের (Thematic Map) বিভিন্ন রূপে রেখাঙ্কিত এবং পরিবর্তিত করা হয়। এছাড়াও সংখ্যাত্মক পরিমাপের সাহায্যে সারণিকৃত তথ্য তৈরী করা হয়।

সংবেদক (SENSORS) :

সংবেদক হলো একটি যন্ত্র (Device) যা তড়িৎচুম্বকীয় বিকিরণকে একত্রিত করে, সংকেতে পরিবর্তিত করে এবং তত্ত্বানুসন্ধানের লক্ষে বস্তু সংক্রান্ত তথ্য সংগ্রহে যথাযোগ্য রূপে উপস্থাপন করে। সংখ্যাগত তথ্যের ভিত্তিতে সংবেদককে দু'ভাগে ভাগ করা যায় যথা- আলোকচিত্র বা ফটোগ্রাফি সংবেদক এবং আলোকচিত্র বিহীন বা নন ফটোগ্রাফি সংবেদক।

আলোকচিত্র সংবেদক (ক্যামেরা) কোনো বস্তুকে দৃষ্টান্তমূলক প্রকাশের লক্ষে প্রতিচ্ছবিগুলোকে লিপিবদ্ধ করে। অন্যদিকে, আলোকচিত্র বিহীন সংবেদক বস্তুগত প্রতিচ্ছবিগুলোকে বিট-বাই বিট রূপে (Bit-by-bit from) সংগ্রহ করে। এই সংবেদকগুলো স্ক্যানার (Scanners) নামে পরিচিত। ষষ্ঠ অধ্যায়ে

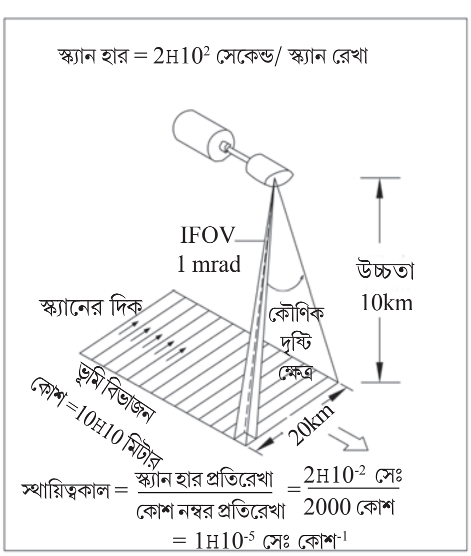
তোমরা ইতিমধ্যেই সংবেদকের প্রকারভেদ এবং আলোকচিত্র ক্যামেরার জ্যামিতিক গঠন সম্পর্কে পড়েছো। এই অধ্যায়ে আমরা দূর সংবেদন উপগ্রহে ব্যবহৃত আলোক চিত্র বিহীন সংবেদক সম্পর্কে আলোচনা করবো।

বহুবর্ণালী বিচ্ছুরক স্ক্যানারসমূহ (Multispectral Scanners) : দূর সংবেদন উপগ্রহে বহু বর্ণালীবিচ্ছুরক স্ক্যানারসমূহ সংবেদক রূপে ব্যবহার করা হয়। এই সংবেদকগুলো এমনভাবে তৈরী করা হয় যে, দৃষ্টিক্ষেত্রে উপস্থাপিত সকল বস্তুর প্রতিচ্ছবি প্রাপ্ত করা যায়। মূলত: একটি স্ক্যানার গ্রহনমূলক প্রণালী দ্বারা তৈরী, যেখানে একটি দর্পণ এবং আবিষ্কারক যন্ত্র থাকে। একটি স্ক্যানিং সংবেদক স্ক্যান করা রেখাগুলোকে লিপিবদ্ধ করে ক্রম অনুসারে সাজিয়ে দৃশ্য তৈরী করে। এরূপ করতে গিয়ে মোটর চালিত স্ক্যানিং দর্পণ সংবেদকের কৌণিক দৃশ্যক্ষেত্রের দিকে আন্দোলিত হতে থাকে যা স্ক্যান রেখার দৈর্ঘ্য নির্দ্ধারণ করে, একে সোয়াথ (Swath) বলে। এসকল কারনেই স্ক্যানার দ্বারা ক্রমানুযায়ী প্রতিচ্ছবি প্রাপ্ত করার প্রক্রিয়াকে বিট-বাই-বিট (Bit-by-Bit) বলে। প্রত্যেক দৃশ্য, কোশ দ্বারা গঠিত যা একটি চিত্রের স্থানিক বিভাজন (Spatial Resolution) নির্দ্ধারণ করে। দৃশ্যস্থলে স্ক্যানিং দপর্ণের অন্দোলনের ফলে গৃহীত শক্তি আবিষ্কারক যন্ত্রে পৌঁছায়, যেখানে ইহা বৈদ্যুতিক সংকেতে রূপান্তরিত হয়। একটি চৌম্বকীয় টেপে লিপিবদ্ধ করার জন্য এই সংকেতগুলোকে পুণরায় সংখ্যাসূচক মানে পরিবর্তিত করা হয় যাকে ডিজিটাল সংখ্যা (Digital Numner) সংক্ষেপে DN মান বলা হয়। বহু বর্ণালী বিচ্ছুরক স্ক্যানার গুলোকে নিম্নলিখিত ভাগে শ্রেণীবিভাগ করা যায় -

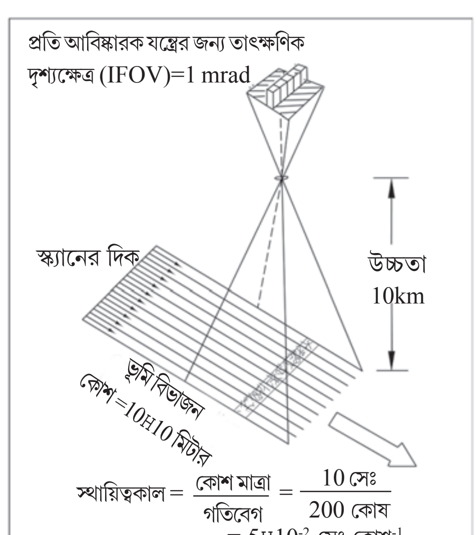
i) উইস্কব্রুম স্ক্যানার

ii) পুশব্রুম স্ক্যানার

i) উইস্কব্রুম স্ক্যানার (Whiskbroom Scanners) : উই স্কব্রুম স্ক্যানারে একটি ঘূর্নায়মান দর্পন এবং একটি আবিষ্কারক যন্ত্র লাগানো থাকে। দর্পণটি এমনভাবে আবর্তিত হয় যে, যখন এটি একটি



চিত্র 7.7 : উইস্কব্রুম স্ক্যানার



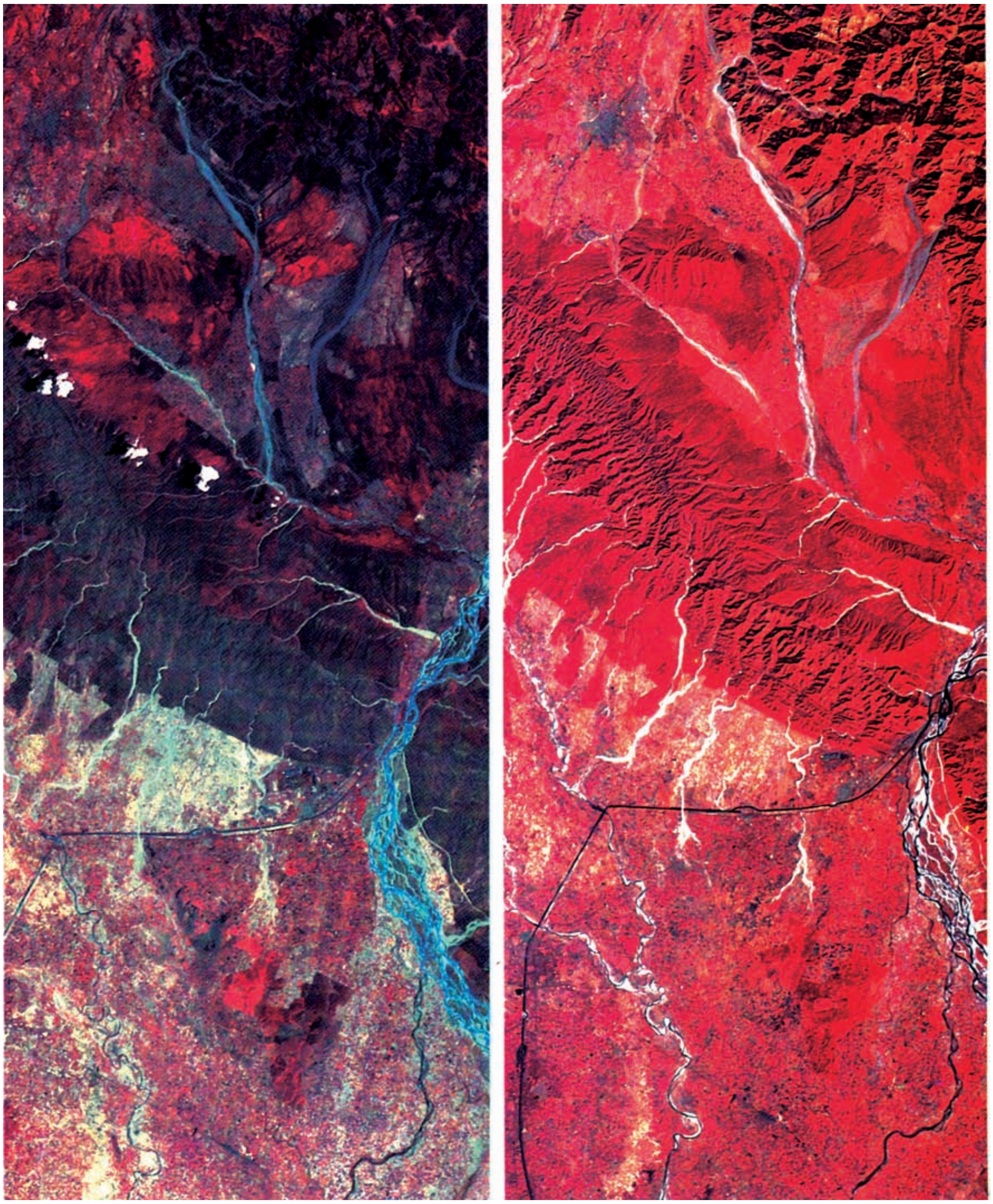
চিত্র 7.8 : পুশব্রুম স্ক্যানার

ঘূর্ণন সম্পূর্ণ করে তখন আবিষ্কারক যন্ত্রটি স্প্যাকট্রামের দৃশ্যগত ক্ষেত্র থেকে মধ্য অবলোহিত অঞ্চলের বিশাল সংখ্যক সংকীর্ণ বর্ণালীগত ব্যান্ডের চিত্র গ্রহন করতে করতে দৃশ্যক্ষেত্রের 90^0 - 120^0 কোন পর্যন্ত আবর্তন করে। দোদুল্যামান সংবেদকের মোট বিস্তৃতি অর্থাৎ সংবেদকটি যতদূর পর্যন্ত পে পৌঁছতে পারে তাকে স্ক্যানারের মোট দৃশ্যক্ষেত্র (Total Field of view-TFOV) বলা হয়। সম্পূর্ণ অঞ্চলকে স্ক্যান করার সময় সংবেদকের প্রধান চক্ষু (Optical head) সর্বদা এক নির্দিষ্ট দিকে স্থাপন করা থাকে যাকে তাৎক্ষণিক দৃশ্যক্ষেত্র (Instantaneous Feild of View - IFOV) বলে। চিত্র 7.7 - এ উইস্কব্রুম স্ক্যানারের স্ক্যানিং কার্যপদ্ধতি দেখানো হয়েছে।

ii) পুশব্রুম স্ক্যানার (Pushproom Scanners) : পুশব্রুম স্ক্যানারে একাধিক আবিষ্কারক যন্ত্র থাকে যার সংখ্যা স্থানিক বিভাজনের আকারকে সংবেদকের সোয়াথ দ্বারা ভাগ করলে যত সংখ্যা বের হবে সেই সংখ্যার সমান হয় (চিত্র 7.8)। উদাহরণস্বরূপ ফ্রান্সের দূর সংবেদন উপগ্রহ SPOT -এর উচ্চবিভাজন সম্পন্ন দৃশ্যমানরেডিওমিটার -1(High Resolution Visible Radiometer - HRVR-1) এর সোয়াথ হচ্ছে 60 কিমি এবং স্থানিক বিভাজন হলো 20 মিটার। যদি আমরা 60 কিমি বা 60,000 মিটারকে (60 × 1000 মিটার) 20 মিটার দিয়ে বিভক্ত করি তাহলে আমরা 3000 সংখ্যা পাবো অর্থাৎ SPOT-এ লাগানো HRV-1 সংবেদকে 3000টি আবিষ্কারক যন্ত্র লাগানো আছে। পুশব্রুম স্ক্যানারের সকল আবিষ্কারক যন্ত্র রৈখিকভাবে সজ্জিত থাকে এবং প্রত্যেক আবিষ্কারক যন্ত্র পৃথিবীর উপর অধোবিন্দু দৃশ্য (Nadirs view) 20 মিটার মাত্রায় ভূমি কোশ (পিক্সেল) দ্বারা প্রতিফলিত শক্তি সংগ্রহ করে।

উপগ্রহের নির্ণায়ক ক্ষমতা (Resolving Power of the Satelites)

দূর সংবেদনে উপগ্রহগুলো সূর্য-সমান্তরাল মেরু কক্ষপথে পূর্ব নির্দ্ধারিত সময়ের পর পর চিত্র সংগ্রহ করে যাকে সময়ভিত্তিক বিভাজন অথবা পৃথিবী পৃষ্ঠের একই অঞ্চলের উপর উপগ্রহের পুনরাবৃত্তির সময়কালকে বোঝায়। চিত্র 7.9 -এ হিমালয় পর্বতের একই স্থানের দুটো পৃথক সময়ে নেওয়া প্রতিচ্ছবি দেখানো হয়েছে যার সাহায্যে এই অঞ্চলের উদ্ভিদের বিভিন্ন প্রজাতির মধ্যে আসা পরিবর্তন অধ্যয়ন করা সম্ভব। আরেকটি উদাহরণ হলো চিত্র 7.10 (a এবং b), যেখানে ভারত মহাসাগরে সুনামি পূর্ববর্তী এবং পরবর্তী পরিস্থিতির চিত্র দেখানো হয়েছে। 2004 সালে প্রাপ্ত প্রতিচ্ছবি ইন্দোনেশিয়ার বান্ডা আচে (banda Aceh) নামক স্থানের স্বাভাবিক ভূ-প্রকৃতি অপরপক্ষে সুনামির ঠিক পরবর্তীকালীন প্রাপ্ত প্রতিচ্ছবিটিতে সুনামি দ্বারা ক্ষয়ক্ষতির পরিমান খুব স্পষ্টভাবে দেখা যাচ্ছে।



চিত্র 7.9 আই.আর.এস (IRS) উপগ্রহ থেকে প্রাপ্ত মে মাসে (বাঁদিকে) এবং নভেম্বর মাসে (ডানদিকে) হিমালয় এবং উত্তর ভারতের সমভূমির প্রতিচ্ছবিটিতে উদ্ভিদের বিভিন্ন প্রকারের মধ্যে বৈষ্যম্যতা দেখা যাচ্ছে। মে মাসের চিত্রে লাল রঙ দ্বারা সরলবর্গীয় বনভূমি, নভেম্বর মাসের চিত্রে অতিরিক্ত লাল রঙ পর্ণমোচী উদ্ভিদ এবং হালকা লাল রঙ খাদ্যশষ্যের সঙ্গো সম্পর্কযুক্ত।

চিত্র 7.10 (a) 2004 সালের জুন মাসে প্রাপ্ত সুনামির পূর্ববর্তী চিত্র।

চিত্র 7.10 (b) 2004 সালের ডিসেম্বর মাসে প্রাপ্ত সুনামি পরবর্তী চিত্র।

সংবেদক বিভাজন (Sensor Resolutions)

দূর সংবেদকগুলো স্থানিক (Spatial), বর্ণগত (Spectral) এবং রেডিওমেট্রিক বা বিকিরণগত (Radiometric) বিভাজন দ্বারা বৈশিষ্ট্যপূর্ণ যা বিভিন্ন ভূমিরূপ অবস্থার সঙ্গো সম্পর্কিত উপযোগী তথ্য জানতে আমাদের সাহায্যে করে।

i) স্থানিক বিভাজন (Spatial Resolution) : তোমরা নিশ্চযই কোন কোন মানুষদের বই বা সংবাদপত্র পড়ার সময় চশমা ব্যবহার করতে দেখেছো। তোমরা কি কখনো ভেবেছো তারা কেন এরকম করেন? তারা এরকম করেন কারন তাদের চোখের অক্ষর চেনার ক্ষমতা বা একটি শব্দের অন্তর্গত নিকটে অবস্থিত দুটো অক্ষরকে পৃথক পৃথকভাবে চেনার ক্ষমতা থাকে না। সঠিক চশমা ব্যবহার করে তারা তাদের দৃষ্টিশক্তি বৃদ্ধি করার পাশাপাশি পার্থক্য করার ক্ষমতাও বৃদ্ধি করেন। দূর সংবেদনে সৎবেদকের স্থানগতবিভাজন ঠিক একইভাবে কাজ করে। একটি সংবেদকের ভূ-পৃষ্ঠের নিকটস্থ দুটো বস্তুকে পৃথক পৃথকভাবে চেনার ক্ষমতা রয়েছে। নিয়মানুযায়ী বিভাজন বৃদ্ধির সাথে সাথে ভূ-পৃষ্ঠের ক্ষুদ্র থেকে ক্ষুদ্রতর বস্তুর চিহ্নিতকরনও সম্ভবপর হয়।

ii) বর্নালীগত বিভাজন (Spectral Resolution) : বর্ণালীগত বিভাজন বলতে বোঝায় সংবেদকের বিভিন্ন তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গো (EMR) সংবেদন এবং নথিভুক্তকরণের শক্তি। বহুবর্ণালীবিচ্ছুরক প্রতিচ্ছবি এমন একটি যন্ত্রের মাধ্যমে গ্রহন করা হয় যা সংবেদক দ্বারা গৃহীত বিকিরণকে বিচ্ছুরিত করে। বিশেষ বর্ণালীগত প্রসারের প্রতি সংবেদনশীল বিভিন্ন আবিষ্কারক যন্ত্রগুলো দ্বারা এগুলো লিপিবন্ধ করা হয়। আলোকের প্রাকৃতিক বিচ্ছুরণের দ্বারা যেমন রামধনু হয় বা আমরা যেমন গবেষনাগারে প্রিজমের ব্যবহার করি, এই একই নীতি অনুসরণ করে বহুবর্ণালী বিচ্ছুরক প্রতিচ্ছবি গ্রহন করা হয় (বাক্স 7.2)।

বিভিন্ন বর্ণালীগত ব্যান্ডে বিভিন্ন বস্তুসমূহ ভিন্ন ভিন্ন ভাবে সাড়াদেয় বা প্রতিক্রিয়া করে যা দূর সংবেদন তথ্য গ্রহনের স্তরসমূহের 3 নং অনুচ্ছেদে অলোচনা করা হয়েছিল। চিত্র 7.11-এ আই.আর.এস. পী - 6 (IRS P - 6) রিসোর্সসেট -1 (Resource Sat -1) দ্বারা সংগৃহীত বিভিন্ন বর্ণালীতে ব্যান্ডে বা অঞ্চলে নেওয়া ছবিগুলো ব্যাখ্যা করা হয়েছে। চিত্রটিতে দেখা যাচ্ছে যে, ব্যান্ড 4 (অবলোহিত কিরন) স্বাদু জলে প্রবলভাবে শোষিত হয় এবং ব্যান্ড 2 (সবুজ কিরণ) শুষ্ক পৃষ্ঠতলে মিশ্রিতভাবে অধিক প্রতিফলিত হয় (চিত্র 7.11)

iii) রেডিওমেট্রিক বিভাজন (Radiometri Resolution) : এটি সংবেদকের দু'টো ভিন্ন লক্ষ্যবস্তুর মধ্যেকার পার্থক্যকরনের ক্ষমতাকে বোঝায়, রেডিওমেট্রিক বিভাজন যত বেশী হবে বিকিরনের বিভিন্নতা ততই কম হবে, যার থেকে দু'টো লক্ষ্যবস্তুর মধ্যেকার পার্থক্যকে জানা যেতে পারে।

সারণি 7.1 এ পৃথিবীর কয়েকটি স্থানিক, বর্ণালীভিত্তিক এবং রেডিওমেট্রিক বিভাজন বিশিষ্ট দূর সংবেদন উপগ্রহগুলো দেখানো হয়েছে।

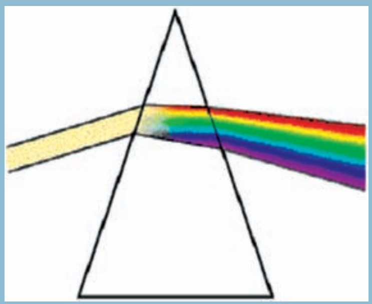
সারণি 7.1 ল্যান্ডসেট (Landsat), আই. আর. এস. (IRS) এবং স্পট (SPOT) সংবেদকগুলোর স্থানিক, বর্ণভিত্তিক এবং রেডিওমেট্রিক বিভাজন

উপগ্রহ/সংবেদক	স্থানিক বিভাজন (মিটারে)	ব্যান্ডের সংখ্যা	রেডিওমেট্রিক প্রসার (ধূসর পর্যায়ে বিভিন্নতার সংখ্যা)
ল্যান্ডসেট MSS (আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্র)	80.0 H 80.0	4	0-64
আই. আর. এস LISS-I (ভারত)	72.5 H 72.5	4	0-127
আই. আর. এস. LISS-II (ভারত)	36.25 H 36.25	4	0-127
ল্যান্ডসেট TM (আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্র)	30.00 H 30.00	4	0-255
আই. আর. এস. LISS III (ভারত)	23.00 H 23.00	4	0-127
স্পট HRV-I (ফ্রান্স)	20.00 H 20.00	3	0-255
স্পট HRV-II (ফ্রান্স)	10.00 H 10.00	1	0-255
আই. আর. এস. PAN(ভারত) (IRS PAN)	5.80 H 5.80	1	0-127

বাক্স 7.2

রামধনু (Rainbow)
(আলোক কিরনের প্রাকৃতিক বিচ্ছুরণ)

প্রিজম (PRISM)
(আলোক কিরণের কৃত্রিম বিচ্ছুরণ)

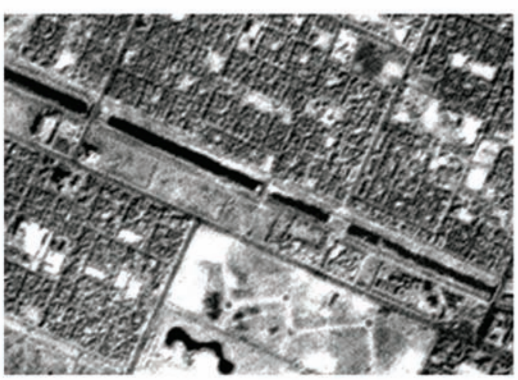


আলোকের বিচ্ছুরণ
(Dispersion of Light)
(বহুবর্ণালী ভিত্তিক প্রতিচ্ছবি প্রাপ্ত করার জন্য ব্যবহৃত নীতি)

বিভিন্ন ব্যান্ডে প্রতিচ্ছবি গ্রহণ করার সম্পূর্ণ প্রক্রিয়া বর্ণালী বিচ্ছুরণের নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত। তোমরা নিশ্চয়ই রামধনু দেখেছো। বায়ুমন্ডলে উপস্থিত জলের অনুর মাধ্যমে আলোক কিরনের বিচ্ছুরনের এক প্রাকৃতিক প্রক্রিয়ার দ্বারা এর সৃষ্টি হয়। প্রিজমের একদিকে আলোকরশ্মি ফেলে এরই পুনরাবৃত্তি করা যেতে পারে। প্রিজমের অপরদিকে তোমরা এর সাতটিবর্ণে বিচ্ছুরণ দেখতে পাবে, যা শ্বেত বর্ণ তৈরী করে।

ব্যান্ড 2 (সবুজ) : 0.52 - 0.59 মাইক্রোমিটার (Fm)

ব্যান্ড 3 (লাল) : 0.62 - 0.68 মাইক্রোমিটার (Fm)



ব্যান্ড 4 (অবলোহিত) : 0.77 - 0.86 মাইক্রোমিটার (Fm)

পরিমিত কৃত্রিম রঙের মিশ্রণ

চিত্র 7. 11 আই আর এস P - 6 (রিসোর্সসেট - 1) নজফগড়, দিল্লির অংশবিশেষের প্রতিচ্ছবি, 3রা জুন, 2005।

তথ্যসৃষ্ট বস্তুসমূহ (Data Products)

আমরা দেখতে পেয়েছি যে, তড়িৎচুম্বকীয় শক্তিকে আলোকচিত্র বা বৈদ্যুতিকভাবে সনাক্ত করা যেতে পারে। আলোকচিত্র প্রক্রিয়ায় শক্তির পরিবতর্নের সনাক্তকরণে এবং লিপিবদ্ধকরেন আলোক সংবেদী ফিল্মের ব্যবহার করা হয় (অধ্যায়ে 6 দেখো)। অপরদিকে, একটি স্ক্যানিং যন্ত্র প্রতিচ্ছবি ডিজিটাল রূপে সংগ্রহ করে। এখানে প্রতিচ্ছবি এবং আলোক চিত্রের মধ্যেকার পার্থক্য জানা আবশ্যক। একটি প্রতিচ্ছবি কোনো অঞ্চলের সনাক্তকরণ এবং লিপিবদ্ধ করা শক্তিকে চিত্ররূপে প্রদর্শন করে। একটি আলোকচিত্র বলতে বিশেষত সেই প্রতিচ্ছবিগুলোকে বোঝায় যা আলোকচিত্র ফিল্মে লিপিবদ্ধ করা হয়, অতএব, ইহা বলা যেতে পারে যে, সব আলোকচিত্রই প্রতিচ্ছবি কিন্তু সব প্রতিচ্ছবি আলোকচিত্র নয়।

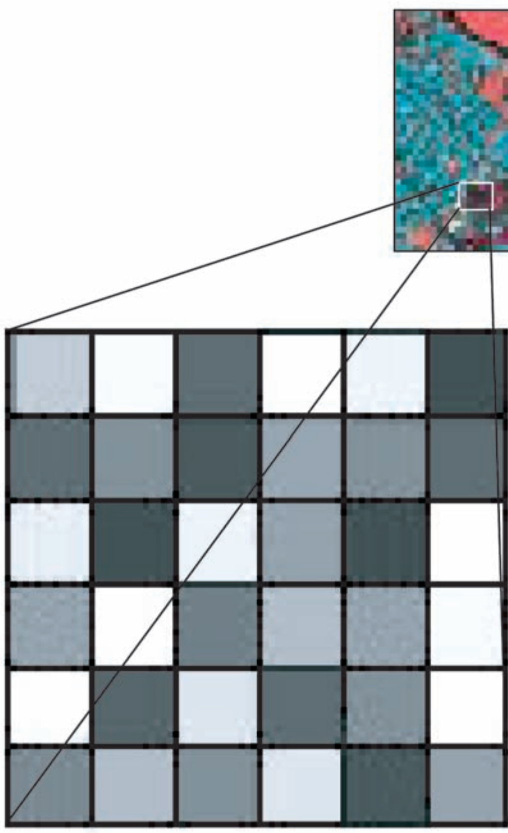
সনাক্তকরণ ও লিপিবদ্ধকরনে ব্যবহৃত পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে দূর সংবেদন তথ্য বস্তুসমূহকে মোটামুটি দু'ভাগে ভাগ করা যেতে পারে যথা -

- আলোকচিত্র প্রতিচ্ছবি
- ডিজিটাল প্রতিচ্ছবি

আলোকচিত্র প্রতিচ্ছবি (Photographic Image) : আলোকচিত্র তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণচ্ছটার দৃষ্টিক্ষেত্র অর্থাৎ 0.3 - 0.9 মাইক্রো মিটার (μm) অঞ্চলের মধ্যেই সংগ্রহ করা হয়। চার ভিন্ন প্রকারের আলোকসংবেদী রঙ (Emulsion) ভিত্তিক ফিল্ম আলোকচিত্র সংগ্রহ করার জন্য ব্যবহার করা হয়। এগুলো হচ্ছে কালো ও সাদা, রঙীন, কালো ও সাদা অবলোহিত এবং রঙিন অবলোহিত রশ্মি। যদিও বায়বীয় আলোকচিত্রে সাধারনত: কালো এবং সাদা ফিল্ম ব্যবহার করা হয়। তথ্যের বিষয়বস্তু অথবা বৈসাদৃশ্যতা বিকৃত না করে আলোকচিত্রকে যেকোন আকারে বড় করা যেতে পারে।

ডিজিটাল প্রতিচ্ছবি (Digital Image) : একটি ডিজিটাল প্রতিচ্ছবি পৃথক পৃথক চিত্র উপাদানের সমন্বয়ে গঠিত যাদের **পিক্সেল (Pixel)** বলা হয়। একটি প্রতিচ্ছবিতে প্রত্যেকটি পিক্সেলের একটি তীক্ষ্ণতা বা অঙ্কীয় মান থাকে এবং দ্বিমাত্রিক প্রতিচ্ছবিতে একটি নির্দিষ্ট স্থান রয়েছে। একটি ডিজিটাল সংখ্যা (Digital Number) সংক্ষেপে DN বলতে বোঝায় পিক্সেলের গড় অঙ্কীয় মান। ইহা সংবেদক দ্বারা গৃহীত তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তি এবং এর প্রসার বণর্না করার জন্য ব্যবহৃত তীব্রতা স্তরের উপর নির্ভরশীল।

একটি ডিজিটাল প্রতিচ্ছবি বস্তু সম্পর্কিত বিবরণ, পিক্সেলের আকার দ্বারা প্রভাবিত হয়। ছোট আকারের পিক্সেল সাধারনত: দৃশ্যের বিবরণের সংরক্ষন এবং ডিজিটাল রূপে উপস্থাপনায় ব্যবহৃত হয়। তবে ডিজিটাল প্রতিচ্ছবির এক নির্দিষ্ট সীমার অধিক বিবর্ধন করলে তথ্যের ঘাটতি ঘটে এবং কেবলমাত্র পিক্সেলই দেখা যায়। ডিজিটাল প্রতিচ্ছবি অ্যালগরিদম প্রক্রিয়া ব্যবহার করে একটি প্রতিচ্ছবির ডিজিটাল সংখ্যা যা তাদের তীব্রতাস্তরকে বোঝায় তা দেখানো যেতে পারে। (চিত্র 7.12)।



170	230	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	138	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	19	255
85	170	119	221	17	136

চিত্র 7.12 ডিজিটাল প্রতিচ্ছবি (উপরে) এবং এর বিবর্ধিত অংশবিশেষ দেখাচ্ছে পিক্সেলের উজ্জ্বলতা (বাঁদিকে) এবং এর সম্বন্ধিত ডিজিটাল সংখ্যা (ডানদিকে)।

উপগ্রহ প্রতিচ্ছবির ব্যাখ্যা (Interpreation of Satelite Imagerries)

সংবেদক দ্বারা সংগৃহীত তথ্য ভূ-পৃষ্ঠের কোনো ঘটনা এবং বস্তুর গঠন এবং ধরন সম্পর্কিত বিবরণ জানার জন্য ব্যবহার করা হয়। আমরা দেখেছি যে, বিভিন্ন প্রকারের সংবেদক আলোকচিত্রগত এবং ডিজিটাল তথ্য বস্তুসমূহ সংগ্রহ করে। অতএব, এসকল বৈশিষ্ট্য সমূহের গুণগত এবং পরিমানগত উভয় প্রক ার তথ্যের বর্ণনা দৃশ্যমান চিত্রের ব্যাখ্যা পদ্ধতি অথবা ডিজিটাল প্রতিচ্ছবি প্রক্রিয়া কৌশল দ্বারা সংগ্রহ করা যেতে পারে।

দৃশ্যমান চিত্রের ব্যাখ্যা হলো একটি হস্তসাধিত প্রক্রিয়া। বস্তু চিহ্নিতকরনের উদ্দেশ্য অনুযায়ী বস্তু সমূহের প্রতিচ্ছবি পাঠ করা হয়। অপরদিকে ডিজিটাল প্রতিচ্ছবির জন্য হার্ডওয়্যার এবং সফটওয়্যার (কম্পিওটার সম্পর্কিত) উভয়ের সম্মিলিত প্রয়োগ দ্বারাই আকাঙ্খিত তথ্য পাওয়া যেতে পারে। ডিজিটাল প্রতিচ্ছবি ব্যাখ্যার কৌশল যথা- সময়, উপকরণ এবং আনুসাঙ্গিক উপকরনের কেবলমাত্র দৃশ্যমানচিত্রের ব্যাখ্যা পদ্ধতিই আলোচনা করা হবে।

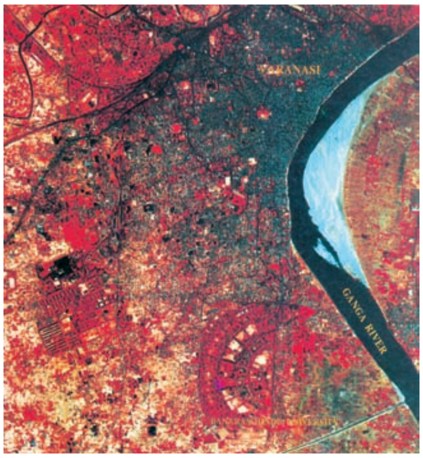
দৃশ্যমান চিত্রের উপাদানগত ব্যাখ্যা (Elementss of visnal Interpretation) :

আমরা সাধারণত, আমাদের দৈনন্দিন জীবনে বস্তুর আকার, আকৃতি, অবস্থান এবং চারপাশের বস্তুর সাথে সেই সব বস্তুর সম্পর্কের উপর ভিত্তি করেই এদের সনাক্ত করে থাকি। বস্তুর এই বৈশিষ্ট্যোবলীকে দৃশ্যমান চিত্রের উপাদানগত ব্যাখ্যা বলা হয়। আমরা বস্তুর বৈশিষ্ট্যগুলোকে আরও দুইটি ভাগে বিভক্ত করতে পারি, যেমন (i) প্রতিবিম্ব সংক্রান্ত বৈশিষ্ট্য (image characteristies)। (ii) ভূখন্ড সংক্রান্ত বৈশিষ্ট্য (Terain Characteristies)। প্রতিবিম্ব সংক্রান্ত বৈশিষ্ট্যের মধ্যে বস্তুর বর্ণ বা রং, এদের আকার, আকৃতি, ধরণ, গ্রহন এবং ছায়া ইত্যাদি অন্তভূর্ক্ত থাকে। অন্যদিকে, অবস্থান এবং এদের পারিপার্শ্বিক বস্তুর সাথে বিভিন্ন বস্তুর সংযোগ ভূখন্ড সংক্রান্ত বৈশিষ্ট্যেকে উপস্থাপন করে।

1. বর্ণ বা রং (Tone or colour) :

আমরা জানি যে, সমস্ত বস্তু বর্ণালী বিচ্ছুরনের (Spectrum) সব অঞ্চল থেকে শক্তি গ্রহণ করে। তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ (EMR) বস্তুর পৃষ্ঠের সাথে মিথষ্ক্রিয়া করে, যার ফলে শক্তির শোষন, প্রেরণ ও প্রতিফলন হয়। এই প্রতিফলিত শক্তি সংবেদক দ্বারা যথাক্রমে ধূসর বর্ণ বা কালো ও সাদা রং এবং রঙীণ চিত্রে গৃহীত ও নথিভুক্ত হয়। বর্ণ বা রঙের বৈচিত্র্য বা বিভিন্নতা বস্তুর অভিমুখী বিকিরণ, পৃষ্ঠের বৈশিষ্ট্য এবং বস্তুর গঠনের ওপর নির্ভর করে। অন্য কথায়, মসৃণ ও শুষ্ক বস্তুর পৃষ্ঠতল রুক্ষ প্রকৃতির এবং আর্দ্র পৃষ্ঠের তুলনায় অধিক শক্তি প্রতিফলিন ঘটায়। এছাড়া, স্পেক্ট্রামের বিভিন্ন অঞ্চলে বস্তুর প্রতিক্রিয়ায় বিভিন্নতা পরিলক্ষিত হয়। ('দূর সংবেদনের তথ্য অর্জনের স্তরগুলো'র 'গ' অনুচ্ছেদটি দেখো)। উদাহরণস্বরূপ, ঘন অরণ্য একাধিক স্তরযুক্ত পাতার গঠনের ফলে অবলোহিত অঞ্চলে (infrared region) ব্যাপকভাবে প্রতিফলিত হয় এবং এগুলো পরিমিত কৃত্রিম রঙের মিশ্রণে (Standard false colour composite) হালকা বর্ণ বা উজ্জ্বল লাল রঙের দেখায় এবং ছোট ঝোপঝাড়গুলো

চিত্র 7.13 (ক) ঘোলা জলের নদী



চিত্র 7.13 (খ) স্বাদু জলের নদী

ধূসর লাল রঙে প্রদর্শিত হয়। একইভাবে, একটি স্বাদু জলাশয় প্রাপ্ত বিকিরণের বেশীরভাগই শোষন করে এবং গাঢ় বর্ণ বা কালো রঙে প্রদর্শিত হয়। ঘোলা জলাশয়ে জলের অণুর পাশাপাশি ভাসমান বালিকণার মিশ্র প্রতিক্রিয়ার ফলে অপ্রকৃত রঙের মিশ্রণ (FCC) হালকা বর্ণ বা হালকা নীলাভ রঙের দেখায় (চিত্র 7.13 ক এবং খ)।

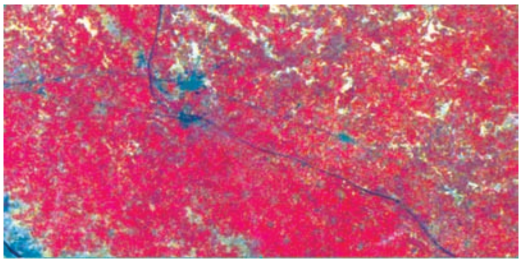
দূর সংবেদন দ্বারা প্রাপ্ত চিত্রে ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য যে রঙের মাধ্যমে প্রদর্শিত হয়, এর একটি বিবরণ সারণি 7.2 - এ দেওয়া হলো।

সারণি 7.2 ভূপৃষ্ঠের ভূমিরূপের পরিমিত কৃত্রিম রঙের মিশ্রণের উপর রঙীন সাক্ষর

ক্রমিক নং	ভূপৃষ্ঠের ভূমিরূপ	রং (পরিমিত কৃত্রিম রঙের মিশ্রণ)
1	**ঘনঅরণ্য এবং কৃষিযোগ্য** এলাকা	
	চিরহরিৎ	লাল থেকে ম্যাজেন্টা
	পর্ণমোচী	বাদামী থেকে লাল
	ছোটো ঝোপঝাড়	লাল ছোপ যুক্ত হালকা বাদামী
	শস্যভূমি	উজ্জ্বল লাল
	পতিত ভূমি	হালকা নীল থেকে সাদা
2	**জলাশয়**	
	স্বচ্ছ জল	গাঢ় নীল থেকে কালো
	ঘোলা জলাশয়	হালকা নীল
3	**নির্মিত এলাকা**	
	উচ্চ ঘনত্ব	গাঢ় নীল থেকে নীলাভ সবুজ
	নিম্ন ঘনত্ব	হালকা নীল
4	**অকর্ষিত ভূমি/ শিলার উদ্গত স্তর**	
	শিলার উদ্গাত স্তর	হালকা বাদামী
	বালুকাময় মরুভূমি / নদীর বালু লবণ দ্বারা	হালকা নীল থেকে সাদা
	প্রভাবিত গভীর গিরিখাত	গাঢ় সবুজ
	অগভীর গিরিখাত	হালকা সবুজ
	জলমগ্ন / জলাভূমি	নানাবর্ণের ছাপযুক্ত কালো রং

2. গ্রথন (Texture) : ধূসর আভা বা রঙের সামঞ্জস্যের সূক্ষ্ম বিভিন্নতা গ্রথনের সাথে সম্পর্কযুক্ত। প্রাথমিকভাবে এই বিভিন্নতা গুলো ক্ষুদ্রাকার একক যুক্ত উপাদানগুলোর একত্রিকরনের ফলে ঘটে, যাদের পৃথকভাবে চিহ্নিত করা সম্ভব নয়, যেমন - উচ্চ ঘনত্ব এবং নিম্নঘনত্বযুক্ত আবাসিক এলাকা, বস্তি ও নিবিড় বসতি, বর্জ্য পদার্থ এবং কঠিন বর্জের অন্যান্য রূপ, বিভিন্ন ধরনের শস্য ও উদ্ভিদ ইত্যাদি। কিছু বস্তুর প্রতিচ্ছবির মধ্যে গ্রথনগত পার্থক্য মসৃণ থেকে স্থূল প্রকারের হতে পারে (চিত্র 7.14 ক এবং খ)। উদাহরণস্বরূপ, ক্ষুদ্র অঞ্চলে বসতির একত্রিতকরনের ফলে বড় শহরে ঘন আবাসিক অঞ্চলে সূক্ষ্ম গ্রথন প্রদর্শিত করে এবং নিম্নঘনত্বযুক্ত আবাসিক অঞ্চলে একটি স্থূল গ্রথন তৈরী করে। একইভাবে, উচ্চ দূরত্বসম্পন্ন প্রতিচ্ছবিতে ধান বা গম জাতীয় উদ্ভিদের সূক্ষ্ম গ্রথনের তুলনায় ইক্ষু বা মিলেট জাতীয় উদ্ভিদের গ্রথন স্থূল আকারের হয়। কেউ যদি ঘন সবুজ চিরহরিৎ অরন্যের সূক্ষ্ম গ্রথনের সাথে তুলনা করে তবে ছোটো ঝোপঝাড়যুক্ত ভূমির প্রতিচ্ছবিতে এদের স্থূল গ্রথন লক্ষ্য করা যাবে।

চিত্র 7.14 (ক) ম্যানগ্রোভের স্থূল গ্রথনযুক্ত প্রতিচ্ছবি

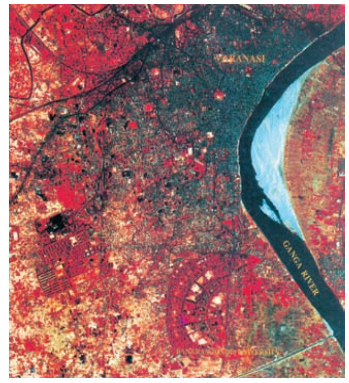


চিত্র 7.14 (খ) শস্যভূমির সূক্ষ্ম গ্রথন

3. আকার (Size) : প্রতিচ্ছবির স্কেল বা বিকিরণ থেকে নির্ণীত একটি বস্তুর আকার হলো কোনো নির্দিষ্ট বস্তুর আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য। এটি পৃথকভাবে শিল্প ও শিল্প কম্‌প্লেক্সের আবাসিক স্থান - (চিত্র 7.15), শহরতলীর ইটভাট্টা, শহরের প্রাণকেন্দ্রে স্থিত খেলার মাঠ, বসতির আকার ও ক্রমোন্নয়ন প্রভৃতি সনাক্ত করতে সাহায্য করে।

4. আকৃতি (shape) : সাধারণ গঠন এবং আকৃতি বা কোনো নির্দিষ্ট বস্তুর রূপরেখা দূর সংবেদন দ্বারা গৃহীত প্রতিচ্ছবির ব্যাখ্যাতে উল্লেখযোগ্য ইঙ্গিত প্রদান করে। কিছু বস্তুর আকৃতি এতটাই পৃথক হয় যে, এদের অতি সহজে সনাক্ত করা যায়। উদাহরণস্বরূপ, সংসদ ভবনের আকৃতি সাধারণত অন্যান্য অনেক নির্মিত ভবন থেকে আলাদ হয়। অনুরূপভাবে, একটি রাস্তা থেকে একটি রেললাইনকে অতিসহজেই এর দীর্ঘ অবিচ্ছিন্ন রৈখিক আকৃতি ও ক্রমাগত পরিবর্তনের ফলে পৃথক করা যেতে

(ক) কলকাতার অংশবিশেষ



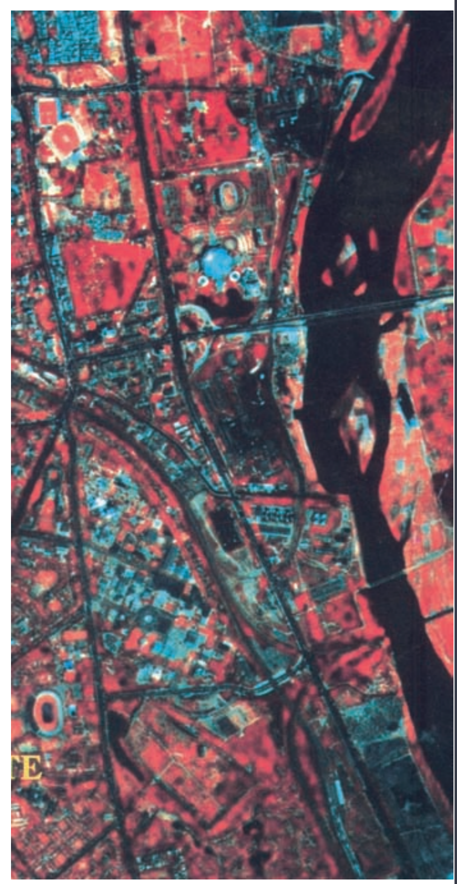
(খ) বারাণসীর অংশবিশেষ

চিত্র 7.15 : কলকাতা (ক) এবং বারানসী (খ) প্রতিচ্ছবির অংশগুলোতে প্রতিষ্ঠানিক ভবন ও আবাসিক এলাকার মধ্যে আকৃতিগত বৈচিত্র্য সুস্পষ্টভাবে চিহ্নিত করা যেতে পারে।

পারে (চিত্র 7.16) ধর্মীয় স্থান যেমন - মসজিদ এবং মন্দিরকে পৃথকভাবে চিহ্নিত করতেও আকৃতি একটি নির্দিষ্ট ভূমিকা পালন করে।

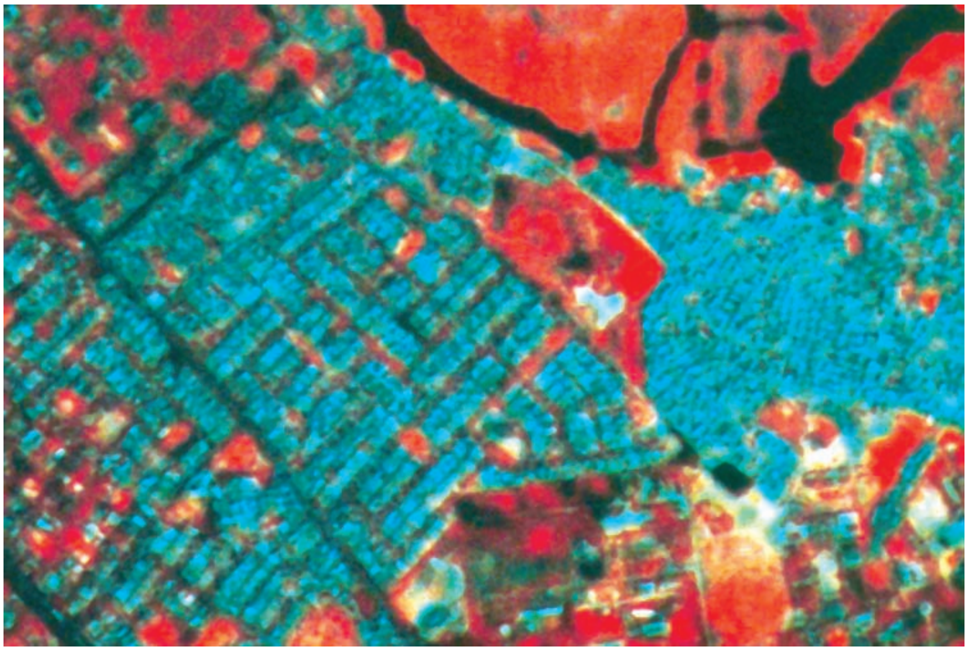
5. ছায়া (Shadow) : একটি বস্তুর ছায়া সূর্যরশ্মীর পতন কোনের সাপেক্ষে ঐ বস্তুর উচ্চতার ফলস্বরূপ গঠিত হয়। কিছু বস্তুর আকৃতি এতটাই আলদা হয় যে, এদের দ্বারা নিক্ষিপ্ত ছায়ার দৈর্ঘ্য ছাড়া এই বস্তুগুলো সনাক্ত করা যায় না। উদাহরণস্বরূপ, দিল্লীতে অবস্থিত কুতুব মিনার, মসজিদের মিনার বা চূড়া, উপরিস্থিত জলের ট্যাঙ্ক (Tank) বৈদ্যুতিক বা টেলিফোন লাইন এবং অনুরূপ উপাদান গুলো কেবল এদের ছায়া দ্বারাই চিহ্নিত করা যেতে পারে। শহরকেন্দ্রে বস্তুর সনাক্তকরনে ছায়া এসে পড়লে এটি ঐ বস্তুর লম্বা দালানের ছায়ার নীচে অন্য বস্তুর ছায়া এসে পড়লে এটি ঐ বস্তুর প্রকৃত বর্ণকেপ্রভাবিত করে এবং কালো বর্ণে প্রদর্শিত হয়। তবে, এটি উল্লেখ করা যেতে পারে যে, প্রতিচ্ছবি ব্যাখ্যার একটি উপাদান হিসেবে ছায়া উপগ্রহ চিত্রগুলোতে কম ব্যবহৃত হয়। তবে, বৃহৎ স্কেল বায়বীয় আলোকচিত্রে এর গুরুত্ব অধিক।

6. প্যাটার্ন বা ধরন (Pattern) : এক্ষেত্রে অনেক প্রাকৃতিক এবং মনুষ্যসৃষ্ট বৈশিষ্ট্যগুলোর স্থানীয় বিন্যাস গঠন এবং বস্তুর



চিত্র 7.16 : বক্ররেখাবেষ্টিত রেলপথ তীব্র বাঁকযুক্ত রাস্তা থেকে সুস্পষ্ট রূপে ভিন্ন।

আন্ত:সম্পর্কের পুনরাবৃত্তি ঘটে। প্রতিচ্ছবি থেকে বস্তুর দ্বারা সৃষ্ট প্যার্টান ব্যবহার করে এই বিন্যাসটি সহজেই সনাক্ত করা যেতে পারে। উদাহরনস্বরূপ, নগর এলাকায় আবাসযোগ্য ক্ষেত্রের একই আকৃতি এবং গঠনপ্রণালী সহপরিকল্পিত আবাসিক এলাকাকে এদের প্যার্টান অনুসরণ করে অতিসহজেই সনাক্ত করা যেতে পারে (চিত্র 7.17)। অনুরূপভাবে, ফলবাগিচা ও বাগান, একই প্রকার উদ্ভিদের মধ্যে সমদূরত্বের বিন্যাস গঠন করে। সঠিকভাবে অধ্যয়ন করলে বিভিন্ন প্রকার জলনির্গমন বা বাসস্থানের মধ্যেও একটি পাথর্ক্য নির্ণয় করা যেতে পারে।



চিত্র 7.17 : পরিকল্পিত আবাসিক এলাকার দ্বারা সৃষ্ট প্যার্টান ব্যবহার করে এদের সহজেই সনাক্ত করা যায়।

7. একত্রিকরণ (Association) : একত্রিকরণ বলতে বস্তুর ভৌগলিক অবস্থান এবং এদের পারিপার্শ্বিক বস্তুর মধ্যেকার আন্তঃসম্পর্ককে বোঝায়। উদাহরণস্বরূপ, একটি আবাসিক এলাকার কাছাকাছি নির্মিত শিক্ষা প্রতিষ্ঠান এবং একই ক্ষেত্রে স্থিত খেলার মাঠের অবস্থানের মধ্যে সর্বদা সংঘবদ্ধতা খুঁজে পাওয়া যায়। অনুরূপভাবে, স্টেডিয়াম, ঘোড়দৌড়ের মাঠ, গলফ্ খেলার মাঠ ইত্যাদি বড় শহরে গড়ে উঠে। ক্রমবর্ধমান শহরের প্রান্তে মহাসড়ক বরাবর শিল্পক্ষেত্র এবং নর্দমা ও রেল লাইনের পাশে বস্তি অঞ্চল গড়ে উঠে।

অধিক তথ্যের জন্য ইন্টারনেট উৎস :

- www.isro.gov.in
- www.nrsc.gov.in
- www.iirs.gov.in

অনুশীলনী

1. সঠিক উত্তরটি বাছাই করো।

(i) বস্তুর দূর সংবেদন প্রক্রিয়া বিভিন্ন উপায়ে করা যেতে পারে। যেমন - ক) দূর সংবেদক (খ) মানব চক্ষু এবং (গ) আলোকচিত্র গ্রহন প্রক্রিয়া। নিম্নে প্রদত্ত কোন্‌টি এদের বির্বতনের সঠিক ক্রমকে উপস্থাপন করে।

(a) ABC
(b) BCA
(c) CAB
(d) উপরের কোনটিই নয়।

(ii)উপগ্রহ দূর সংবেদন প্রক্রিয়ায় নিম্নলিখিত তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালীবিচ্ছুরণের কোন্ অঞ্চলটি ব্যবহার করা হয় না।

(a) মাইক্রো বা ক্ষুদ্র তরঙ্গ অঞ্চল
(b) অবলোহিত অঞ্চল
(c) এক্স-রে
(d) দৃশ্যমান অঞ্চল

(iii) নিম্নলিখিত কোন্‌টি দৃশ্যমান চিত্র ব্যাখ্যার প্রযুক্তিতে ব্যবহার করা হয় না।

(a) বস্তুর স্থানীয় বিন্যাস
(b) প্রতিচ্ছবিতে বর্ণগত পরিবর্তনের কম্পাঙ্ক
(c) অন্যান্য বস্তুর পরিপ্রেক্ষিতে বস্তুটির অবস্থান
(d) ডিজিটাল বা রাশিতথ্যগত চিত্র গঠন

2. নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর উত্তর 30 টি শব্দের মধ্যে দাও:

(i) অন্যান্য চিরাচরিত পদ্ধতির তুলনায় দূর সংবেদন একটি উন্নত কৌশল কেন?

(ii) IRS এবং INSAT উপগ্রহের শ্রেনীর মধ্যে পার্থক্য লেখো।

(iii) পুশব্রুম স্ক্যানারের (Pushbroom Scanner) কার্যকারিতা সংক্ষিপ্তভাবে বর্ণনা করো।

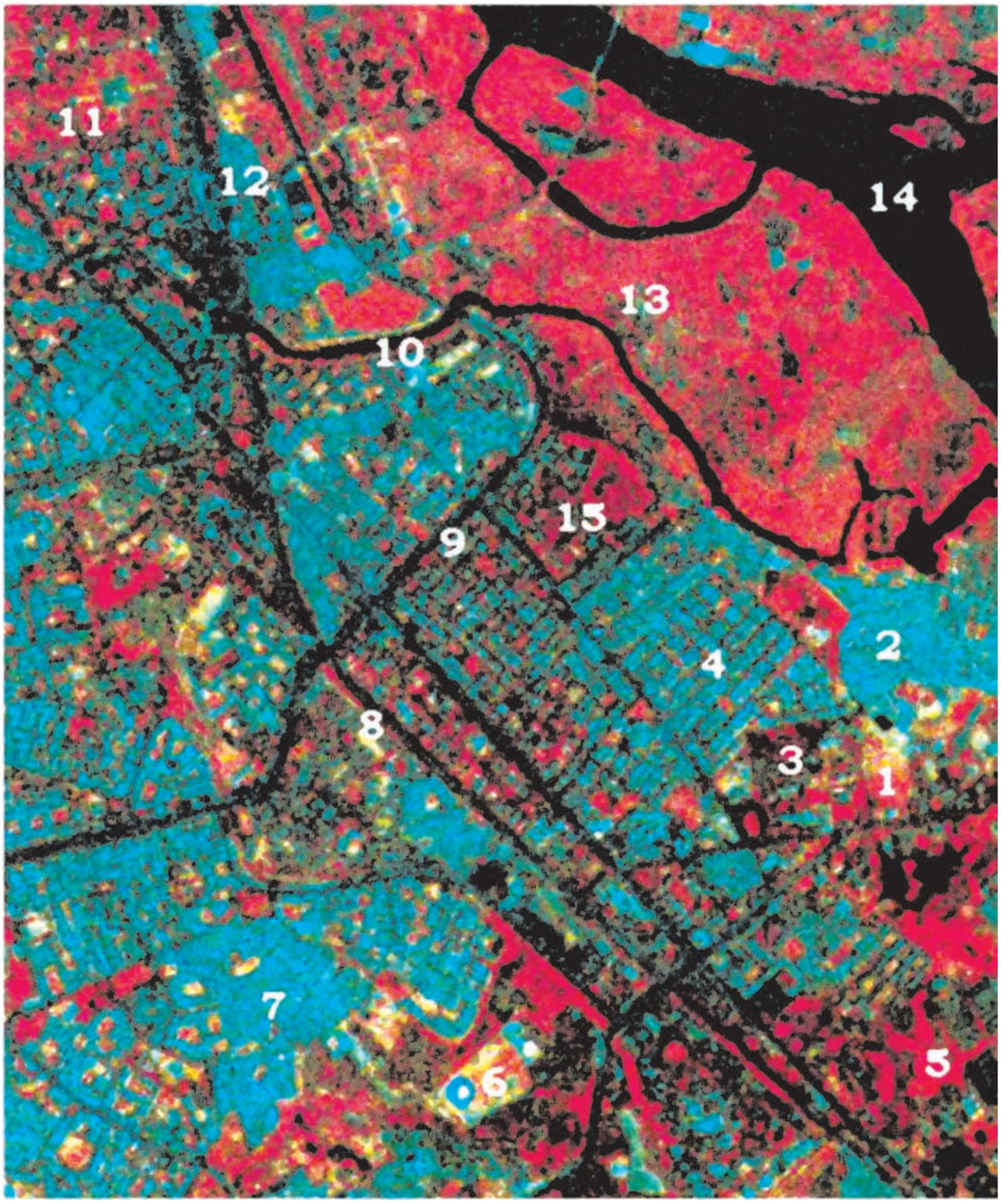
3. নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর উত্তর 125 টি শব্দের মধ্যে দাও: -

(i) একটি চিত্রের সাহায্যে উইস্কব্রুম স্ক্যানারের (Whiskbroom scanner) ক্রিয়াকলাপ বর্ণনা করো। কীভাবে এটি পুশব্রুম স্ক্যানার থেকে ভিন্ন প্রকৃতি হয় -- তা ব্যাখ্যা করো।

(ii) হিমালয়ের উদ্ভিদে যে পরিবর্তনগুলো লক্ষ করা যেতে পারে তা সনাক্ত করো এবং তালিকাভুক্ত করো (চিত্র 7.9)।

কার্যকলাপ (Activity)

নিম্নেপ্রদর্শিত IRS IC LISS III প্রতিচ্ছবিতে চিহ্নিত বিভিন্ন আকৃতিগুলো সনাক্ত করো। প্রতিচ্ছবির উপাদানগত ব্যাখ্যার বর্ণনা এবং বিভিন্ন বস্তু যে বর্ণে পরিমিত কৃত্রিম রং মিশ্রণে দেখা যায় - এর উপর ভিত্তি করে সূচক অঙ্কন করো।



অধ্যায় - ৮

আবহাওয়ার উপাদান পরিমাপক যন্ত্রসমূহ, মানচিত্র এবং বর্ণনা চিত্র (Weather Instruments, Maps and Charts)

'আবহাওয়া' শব্দটি কোন বিশেষ স্থান এবং সময়ে আবহাওয়ার উপাদানসমূহের বায়ুমণ্ডলীয় অবস্থাকে বোঝায়। আবহাওয়ার উপাদানগুলি হচ্ছে উষ্ণতা, বায়ুর চাপ, বায়ুপ্রবাহ, আর্দ্রতা এবং মেঘাচ্ছন্নতা। প্রত্যেক দিন আবহাওয়া দপ্তর দ্বারা বিশ্বের বিভিন্ন আবহাওয়া কেন্দ্র থেকে প্রাপ্ত পর্যবেক্ষিত তথ্যের উপর নির্ভর করে আবহাওয়া মানচিত্র তৈরি করা হয়। ভারতে নতুন দিল্লিতে অবস্থিত ভারতীয় আবহাওয়া দপ্তরের পৃষ্ঠপোষকতায় আবহাওয়া সম্পর্কিত তথ্য সংগ্রহ এবং প্রকাশ করা হয়, যা কিনা আবহাওয়া পূর্বাভাসের জন্যও দায়িত্বশীল।

ভারতীয় আবহাওয়া দপ্তর (Indian Meteorological Department)

ভারতীয় আবহাওয়া দপ্তর (IMD) স্থাপন করা হয়েছিল 1875 খ্রিস্টাব্দে, যার মুখ্য কার্যালয় কলকাতায় ছিল। বর্তমানে এর মুখ্য কার্যালয় নতুন দিল্লিতে অবস্থিত।

আবহাওয়া পূর্বাভাসের সাহায্যে খারাপ আবহাওয়ার আশংকা থাকলে, অগ্রিম নিরাপত্তা বিধান করা যায়। কিছুদিন পূর্বে আবহাওয়ার অগ্রিম ভবিষ্যদ্বানী কৃষক, জাহাজের নাবিকদল, পাইলট, জেলে, সৈনিক প্রভৃতি ব্যক্তিদের জন্য খুবই উপযোগী হয়।

শব্দকোষ

1. **আবহাওয়া :** কোন একটি নির্দিষ্ট স্থান এবং সময়ে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, উষ্ণতা, আর্দ্রতা, অধঃক্ষেপণ, মেঘাচ্ছন্নতা এবং বায়ুপ্রবাহের দিক থেকে বায়ুমণ্ডলের অবস্থা। এই উপাদানগুলিকে আবহাওয়ার উপাদান বলা হয়।

2. **আবহাওয়ার পূর্বাভাস :** কোন নির্দিষ্ট অঞ্চলে আগামী ১২ থেকে ৪৮ ঘণ্টায় আগত আবহাওয়ার অবস্থার বিষয়ে যুক্তিসংগত নিশ্চয়তার পূর্বানুমান বা পূর্বাভাস।

আবহাওয়া পর্যবেক্ষণ (Weather Observations)

বিশ্বব্যাপী আবহাওয়া সম্পর্কিত পর্যবেক্ষণ তিনটি স্তরে নথিভুক্ত করা হয়। যথা — পৃষ্ঠীয় পর্যবেক্ষণাগার, উপরিস্থিত বায়ুর পর্যবেক্ষণাগার এবং অন্তরীক্ষে বা মহাশূন্যেস্থিত পর্যবেক্ষণ প্ল্যাটফর্ম। এই পর্যবেক্ষণ রাষ্ট্রসংঘের এক বিশেষ সংস্থা বিশ্ব আবহাওয়া সংস্থা (World Meteorological Organization) দ্বারা সঞ্চালিত হয়।

পৃষ্ঠীয় পর্যবেক্ষণাগার (Surface Observatories)

একটি আদর্শ পৃষ্ঠীয় পর্যবেক্ষণাগারে আবহাওয়ার উপাদানসমূহ যথা — উষ্ণতা (সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন), বায়ুর চাপ, আর্দ্রতা, মেঘ, বায়ুপ্রবাহ এবং বৃষ্টিপাত প্রভৃতি পরিমাপ ও সংগ্রহের যন্ত্রপাতি থাকে। অন্য বিশিষ্ট পর্যবেক্ষণাগারে বিকিরণ, ওজোন, বায়ুমণ্ডলীয় সূক্ষ্ম গ্যাস, দূষণ, বায়ুমণ্ডলীয় বিদ্যুৎ প্রভৃতির মতো আবহাওয়ার উপাদানও নথিভুক্ত করা হয়। সম্পূর্ণ বিশ্বে এই পর্যবেক্ষণ দিনের এক নির্দিষ্ট সময়ে রেকর্ড করা হয়, যা বিশ্ব আবহাওয়া সংস্থা (WMO) দ্বারা নির্ধারণ করা হয় এবং এতে ব্যবহৃত যন্ত্রসমূহ আন্তর্জাতিক মানের অনুরূপ হয়, যেন বিশ্বস্তরে পর্যবেক্ষণে সামঞ্জস্যতা রক্ষা করা যায়।

ভারতে আবহাওয়া পর্যবেক্ষণের যন্ত্রপাতি এবং নিত্য দিনের পর্যবেক্ষণের সংখ্যা অনুযায়ী আবহাওয়া পর্যবেক্ষণকে সাধারণত পাঁচটি শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। সর্বোচ্চ শ্রেণি হচ্ছে শ্রেণি -I । শ্রেণি -I এর পর্যবেক্ষণাগার যেসকল বিশিষ্ট যন্ত্রপাতির সুবিধা থাকে সেগুলি হল —

- গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ থার্মোমিটার
- অ্যানিমোমিটার এবং বায়ুপাখা বা উইন্ড ভেন
- শুষ্ক ও আর্দ্র কুণ্ড থার্মোমিটার
- রেনগজ
- ব্যারোমিটার

সম্পূর্ণ বিশ্বে এইসব গবেষণাগারগুলোতে পর্যবেক্ষণ গ্রহণ করা হয় 00,03,06,09,12,15,18,21 ঘণ্টায় (গ্রিনীক প্রমাণ সময়)। কিন্তু যৌক্তিক কারণে কিছু কিছু গবেষণাগারে শুধুমাত্র দিনের বেলায় সীমিত সংখ্যায় শুধুমাত্র দিনের বেলায় উপরিস্থিত বায়ুর পর্যবেক্ষণ নেওয়া হয়।

মহাশূন্য ভিত্তিক পর্যবেক্ষণ (Space-based Observations)

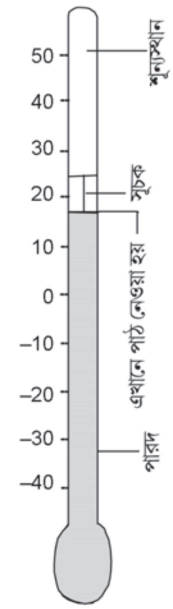
আবহাওয়া উপগ্রহগুলো আবহাওয়ার বিভিন্ন উপাদানসমূহের ভূ-পৃষ্ঠীয় স্তরের পাশাপাশি বায়ুমণ্ডলের উচ্চস্তরেরও ব্যাপক ও বিস্তৃত পর্যবেক্ষণ করে। ভূ-তাত্ত্বিক উপগ্রহ থেকে আবহাওয়া সম্পর্কিত মহাশূন্য ভিত্তিক তথ্য পাওয়া যায় (অধ্যায় 7 দেখ)। উদাহরণস্বরূপ ভারতের জাতীয় উপগ্রহ (Indian National Satellite) সংক্ষেপে INSAT উষ্ণতা, মেঘাচ্ছন্নতা, বায়ুপ্রবাহ এবং আবহাওয়া সম্বন্ধীয় অন্যান্য বিষয়সমূহের পর্যবেক্ষণের মূল্যবান তথ্য সরবরাহ করে।

আবহাওয়া যন্ত্রপাতিসমূহ (Weather Instruments)

আবহাওয়ার বিভিন্ন ঘটমান বিষয়গুলি পরিমাপ করার জন্য বিভিন্ন যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়। কিছু সাধারণ কিন্তু গুরুত্বপূর্ণ আবহাওয়া যন্ত্রপাতিগুলো সম্পর্কে নিম্নে আলোচনা করা হল —

থার্মোমিটার (*Thermometer*)

বায়ুর উষ্ণতা পরিমাপের জন্য থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয়। অধিকাংশ থার্মোমিটার সরু বন্ধ কাঁচের নলের আকারে থাকে যার একদিকে প্রসারিত কুণ্ড বা বাল্ব থাকে। নলের নীচের অংশে এবং কুণ্ডে তরল পদার্থ যেমন— অ্যালকোহল বা পারদ দ্বারা পূর্ণ থাকে। অন্য প্রান্ত বন্ধ করার পূর্বে নলে উপস্থিত বায়ুকে উষ্ণ করে বের করে দেওয়া হয়। থার্মোমিটারের কুণ্ড যা বায়ুর সংস্পর্ষে থাকে তা তৎকালীন অবস্থা অনুসারে গরম বা ঠান্ডা হতে পারে, যার পরিণামস্বরূপ কুণ্ডের পারদ উপরে উঠে বা নীচে নামে। কাঁচের নলে এক স্কেল চিহ্নিত করা থাকে যা থেকে পাঠ নেওয়া হয়।

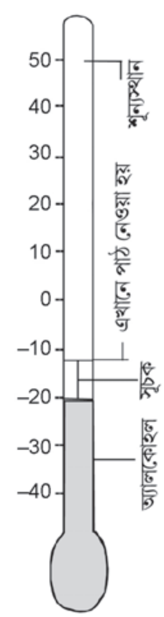


চিত্র 8.1 : গরিষ্ঠ থার্মোমিটার

থার্মোমিটারে ব্যবহৃত দুটি সাধারণ স্কেল হচ্ছে সেন্টিগ্রেড এবং ফারেনহাইট (Centigrade and the Fahrenheit)। সেন্টিগ্রেড স্কেলে থার্মোমিটারের বরফের গলনাঙ্ক বা হিমাঙ্ক 0^0C ও ফুটন্ত জল বা স্ফুটনাঙ্ক 100^0C ধরা হয় এবং এই দু'য়ের মধ্যেকার ব্যবধানকে 100 সমান অংশে বিভাজিত করা হয়। ফারেনহাইট থার্মোমিটারে জলের হিমাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে 32^0F এবং 212^0F এ অংশাঙ্কিত হয়।

বায়ুর তাপমাত্রা মাপার জন্য গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ থার্মোমিটার তথা বায়ুর আর্দ্রতা মাপার জন্য শুষ্ক কুণ্ড ও আর্দ্র কুণ্ড থামোমিটার ব্যবহার করা হয়। এই থার্মোমিটারগুলির একটি সেট স্টিভেনসন স্ক্রিনে রাখা হয় (বাক্স 8.2)।

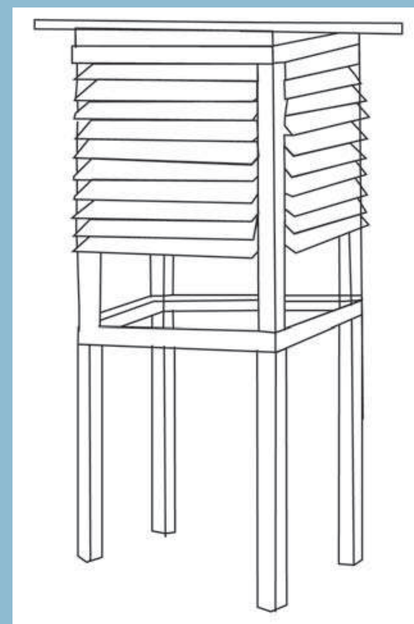
দিনের সর্বোচ্চ উষ্ণতা মাপার জন্য গরিষ্ঠ থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয়। যখন তাপমাত্রা বৃদ্ধিপায় তখন পারদ উপরের দিকে উঠতে থাকে কিন্তু যখন পারদ ঠান্ডা হয় তখন এই নলে সম্পীড়ন বা সংকোচনের কারণে পারদ নীচের দিকে যেতে পারে না। পারদকে নীচে নিয়ে আসার জন্য একে আবার পুনঃস্থাপিত করতেহয়। লঘিষ্ঠ থার্মোমিটার দ্বারা দিনের সর্বনিম্ন তাপমাত্রার পাঠ নেওয়া হয়। এই থার্মোমিটারে পারদের জায়গায় অ্যালকোহল ব্যবহার করা হয়। যখন তাপমাত্রা হ্রাস পায় তখন নলে

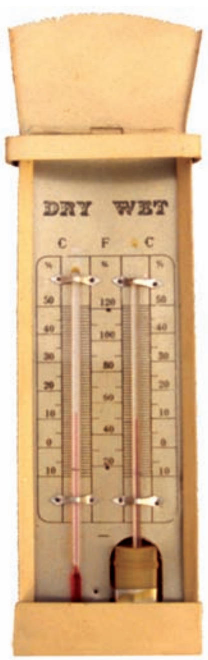


চিত্র 8.2 : লঘিষ্ঠ থার্মোমিটার

স্টিভেনসন স্ক্রীন (Stevenson Screen)

থার্মোমিটারকে অধঃক্ষেপণ ও প্রত্যক্ষ সূর্যরশ্মি থেকে রক্ষা করার জন্য স্টিভেনসন স্ক্রীন ব্যবহার করা হয়। বায়ু এর চারপাশে সঞ্চারিত হতে পারে। এটি কাঠের তৈরি হয় যার কিনারা ঝিল্লিদার থাকে, যার ফলে বায়ু মুক্ত ও সমভাবে প্রবাহিত হতে পারে। বিকিরণকে প্রতিফলিত করার জন্য একে সাদা রঙ দ্বারা অঙ্কন করা হয়। এটি মাটি থেকে প্রায় 3 ফুট 6 ইঞ্চি উঁচুতে এবং চার পায়াতে রাখা হয়। কম্পন থেকে বাঁচার জন্য এর পায়াগুলোকে খুবই দৃঢ়ভাবে ভূমিতে প্রোথিত করা হয়। সম্মুখভাগের প্যানেলকে নীচে লাগিয়ে একে দরজারূপে ব্যবহার করা হয় যা থার্মোমিটারের রক্ষণাবেক্ষণ এবং পঠনে সাহায্য করে। স্টিভেনসন স্ক্রীনের দরজা উত্তর গোলার্ধে উত্তর দিকে এবং দক্ষিণ গোলার্ধে দক্ষিণ দিকে থাকে কারণ সরাসরি সূর্যরশ্মিও পারদকে প্রভাবিত করে। স্টিভেনসন স্ক্রীনের উদ্দেশ্য এক সমান তাপমাত্রাযুক্ত পরিবেষ্টন বানানো যা বাইরের বায়ুর তাপমাত্রা দেখায়।





চিত্র 8.3 : আর্দ্র ও শুষ্ক কুণ্ড থার্মোমিটার

থাকা ধাতুর পিন নীচে চলে যায় এবং ন্যূনতম তাপমাত্রায় গিয়ে থেমে যায় (চিত্র 8.1 গরিষ্ঠ এবং চিত্র 8.2 লঘিষ্ঠ থার্মোমিটার)।

বায়ুর আর্দ্রতা পরিমাপ করার জন্য শুষ্ক কুণ্ড এবং আর্দ্র কুণ্ড থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয় (চিত্র 8.3)। শুষ্ক কুণ্ড এবং আর্দ্র কুণ্ড থার্মোমিটার এক ধরনেরই থার্মোমিটার, যা এক কাঠের কাঠামোয় স্থির করা থাকে। শুষ্ক থার্মোমিটারের কুণ্ড বায়ুতে উন্মুক্ত থাকে যেখানে আর্দ্র থার্মোমিটারের কুণ্ড ভেজা মসলিন কাপড় দিয়ে জড়ানো থাকে। এর একটি দিক বিশুদ্ধ জলে ভর্তি ছোট পাত্রে ডুবিয়ে রেখে একে অবিরত আর্দ্র রাখা হয়। আর্দ্র কুণ্ড থকে বাষ্পীভবন হওয়ার পর এর তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

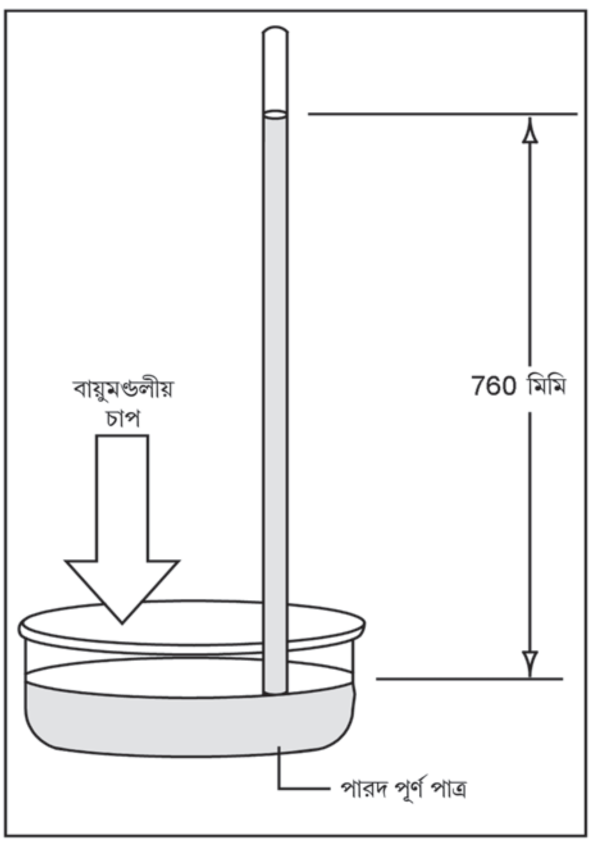
শুষ্ক কুণ্ডের পাঠ বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণ দ্বারা প্রভাবিত হয় না, কিন্তু আর্দ্র কুণ্ডের পাঠে ভিন্নতা বা বৈষম্যতা আসে, কারণ

বাষ্পীভবনের হার বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। বায়ুতে আর্দ্রতা যত বেশি হয় বাষ্পীভবনের হারও তত কম হয়। একারণেই শুষ্ক কুণ্ড ও আর্দ্র কুণ্ডের মধ্যেকার পাঠের পার্থক্য কম হবে। অপরদিকে, যখন বায়ু শুষ্ক হয় নতখন আর্দ্র কুণ্ডের পৃষ্ঠ থেকে বাষ্পীভবন দ্রুত হবে, যা এর তাপমাত্রাকে কম করে দেবে এবং দুটো পাঠের পার্থক্য বেশি হবে। এজন্য শুষ্ক কুণ্ড ও আর্দ্রকুণ্ড থার্মোমিটারের পাঠের মধ্যেকার পার্থক্য আর্দ্রতার সাপেক্ষে বায়ুমণ্ডলের অবস্থা নির্ধারিত করে। পার্থক্য যত বেশি হবে, বয়ু ততই বেশি শুষ্ক হবে।

ব্যারোমিটার (*Barometer*)

আমাদের চারপাশে উপস্থিত বায়ুর ভার রয়েছে এবং তা পৃথিবীপৃষ্ঠে প্রচণ্ড চাপ প্রদান করে। স্বাভাবিক অবস্থায় সমুদ্রপৃষ্ঠে বায়ুর চাপ 1.03 কেজি প্রতি বর্গ সেন্টিমিটার থাকে। বায়ুর অবিরত প্রবাহের কারণে তাপমাত্রা এবং বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণে পরিবর্তন আসে। বায়ুর ভার সময় এবং স্থানের সাথে অনবরত পরিবর্তন হতে থাকে।

বায়ুমণ্ডলীয় চাপ পরিমাপ করার জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে ব্যারোমিটার বলে। সাধারণভাবে ব্যবহৃত ব্যারোমিটারগুলো হল পারদ ব্যারোমিটার (Mercury barometer) অ্যানিরয়েড ব্যারোমিটার (Aneroid barometer) এবং ব্যারোগ্রাফ (Barographs)। বায়ুর চাপ মাপার একক মিলিবার। পারদ ব্যারোমিটার হল একটি নির্ভুল যন্ত্র এবং একে মানদণ্ড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এতে যে-কোনো স্থানের বায়ুমণ্ডলীয় চাপকে ওলটানো কাঁচের নলে পারদের স্তম্ভের ওজনের সমানুপাতিক রাখা হয়। একটি সাধারণ প্রয়োগ দ্বারা পারদ ব্যারোমিটারের নীতিকে ব্যাখ্যা করা যেতে পারে (চিত্র 8.4)। প্রায় এক মিটার সমান দৈর্ঘ্যের একটি মোটা কাঁচের নল নাও এবং ইহা পারদ পূর্ণ কর। আঙ্গুল দিয়ে নলটির মুখ বন্ধ করে দাও, তারপর একে উলটিয়ে দাও এবং এর উন্মুক্ত শেষ প্রান্তকে পারদপূর্ণ পাত্রে এমনভাবে ডুবিয়ে



চিত্র 8.4 : পারদ ব্যারোমিটার

চিত্র 8.5 : অ্যানিরয়েড ব্যারোমিটার

দাও যাতে নলটিতে বায়ু প্রবেশ করতে না পারে। তারপর আঙুল সরিয়ে দাও।

পারদ নল থেকে বেরিয়ে পাত্রে এসে পড়বে এবং পাত্রে পারদের স্তরের ওপর এক নির্দিষ্ট উচ্চতায় এসে থেমে যাবে। এর কারণ হল নলটিতে পারদের স্তম্ভ; যা পাত্রে উপস্থিত পারদ তলের ওপর থাকে — এর ওজন এক অনির্দিষ্ট উচ্চতায় বায়ুস্তম্ভের ভারের সমান হয়ে যায়। এই অনির্দিষ্ট উচ্চতায় বায়ুস্তম্ভ তরলপৃষ্ঠের সমান প্রস্থচ্ছেদ-এ চাপ প্রয়োগ করে। একারণে নলে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা দ্বারা বায়ুচাপের পরিমাপ হয়ে যায়।

অ্যানিরয়েড ব্যারোমিটার গ্রীক শব্দ 'অ্যানেরোস' (aneros) (a- 'not', neros – 'moisture' অর্থাৎ তরল ব্যতীত) থেকে নেওয়া হয়েছে। এটি সুসংহত এবং সুবহ অর্থাৎ সহজে বহন করা যায় এরূপ যন্ত্র। এতে ঢেউ খেলানো ধাতব বাক্স থাকে, যা সরু শংকর বা মিশ্র ধাতু দ্বারা তৈরি। বায়ুকে আংশিকভাবে বের করে দেওয়ার পর এটিকে বায়ুমুক্ত করে সম্পূর্ণভাবে বন্ধ করে দেওয়া হয়। এর ভেতরে একটি নমনীয় ঢাকনা থাকে, যা চাপের পরিবর্তন দ্বারা প্রভাবিত হয় (চিত্র 8.5)।

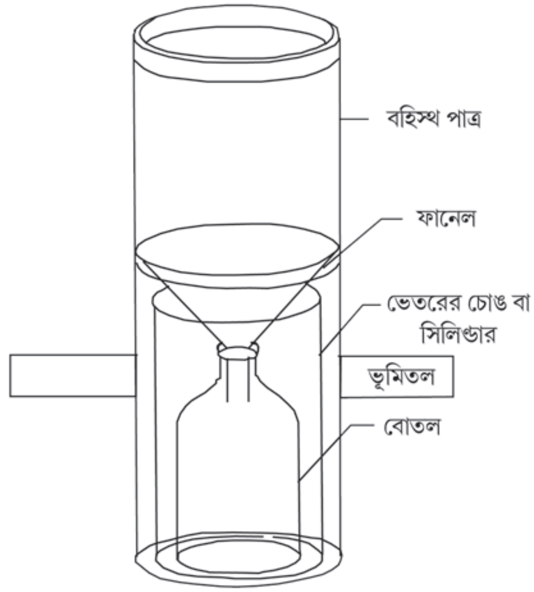
চাপ বৃদ্ধি পেলে ঢাকনাটি আরও ভেতরের দিকে চলে যায় এবং এর ফলে ঢাকনার সাথে লাগানো বা আবদ্ধ ডায়ালে স্থিত কাঁটা ডানদিকে ঘুরতে শুরু করে ও উচ্চ পাঠ্যাংক প্রদান করে। যখন চাপ হ্রাস পায় তখন ঢাকনাটি বাইরের দিকে চলে যায় এবং কাঁটাটি ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে অর্থাৎ বামদিকে ঘুরতে শুরু করে, যা নিম্নচাপ এর ইঙ্গিত বহন করে।

ব্যারোগ্রাফ (Barograph) অ্যানিরয়েড ব্যারোমিটারের নীতিতে কাজ করে। বিচ্যুততার অধিকতার জন্য অনেকগুলো বায়ুমুক্ত শূন্য বাক্সগুলোকে একে অপরের উপর রাখা হয়। যন্ত্রের একটি তন্ত্র এর গতি বাড়িয়ে দেয়, যার ফলে এর পাঠ্যাংক একটি ঘূর্ণনশীল ড্রামের সাথে সংযুক্ত কলম দ্বারা রেকর্ড করা হয়। ব্যারোগ্রাফের পাঠ সবসময় সঠিক হয় না এবং এজন্য পারদ ব্যারোমিটার যন্ত্রের সাথে তুলনা করে মান নির্ধারণ করা হয়।

বাত পতাকা বা বায়ুপ্রবাহের দিক্-নিরূপণ যন্ত্র (Wind Vane)

বাতপতাকা (Wind vane) বায়ু প্রবাহের দিক নির্ধারিত করার জন্য ব্যবহার করা হয়। বাত পতাকা হল একটি হাল্কা ঘূর্ণায়মান ফলক বা প্লেট যার একদিকে তির এবং অপরদিকে দুটি ধাতব ফলক সমান কোনে যুক্ত থাকে। এই ঘূর্ণায়মান ফলকটি একটি লম্বদণ্ডের উপর এমনভাবে বসানো থাকে যাতে এটি অনুভূমিক তলে স্বতন্ত্রভাবে ঘুরতে

চিত্র 8.6 : বাত পতাকা



চিত্র 8.7 বৃষ্টিমাপক যন্ত্র

পারে। এমনকি এটি সামান্য বাতাসেই ঘুরতে থাকে। তিরটি সর্বদা বায়ু যেদিকে প্রবাহিত হয় সেই দিকটি নির্দেশ করে (চিত্র 8.6)।

বৃষ্টিমাপক যন্ত্র (Rain Gauge)

বৃষ্টিপাতের পরিমাণ বৃষ্টিমাপক যন্ত্রের সাহায্যে পরিমাপ করা হয়। বর্ষামাপক যন্ত্রে একটি ধাতব চোঙ বা সিলিন্ডার থাকে যার উপর একটি গোলাকার ফানেল লাগানো থাকে। ফানেলটির ব্যাস সাধারণত 20 সেমি. হয়। বৃষ্টির জল এতে সংগ্রহ করা হয় এবং বৃষ্টিপাত মাপার কাচপাত্র (measuring glass) দ্বারা মাপা হয়। সাধারণত বৃষ্টিপাতকে মিলিমিটার (millimetres) অথবা সেন্টিমিটার (centimetres) একক দ্বারা পরিমাপ করা হয়। বরফকেও তরলরূপে পরিবর্তিত করে একই প্রকারে মাপা হয় (চিত্র 8.7)। **আবহাওয়া**

আবহাওয়ার উপাদান পরিমাপক যন্ত্রসমূহ

ক্রমিক নং	উপাদান	যন্ত্র	একক
1	তাপমাত্র	থার্মোমিটার	°সে (°C) / °ফা (°F)
2	বায়ুমণ্ডলীয় চাপ	ব্যারোমিটার	মিলিবার
3	বায়ু (দিক)	বাত পতাকা	প্রধান দিকসমূহ
4	বায়ু (গতিবেগ)	অ্যানিমোমিটার	কিমি./ঘণ্টা
5	বৃষ্টিপাত	বৃষ্টিমাপক যন্ত্র	মিমি. / সেমি.

মানচিত্র এবং চার্টসমূহ (Weather Maps and Charts)

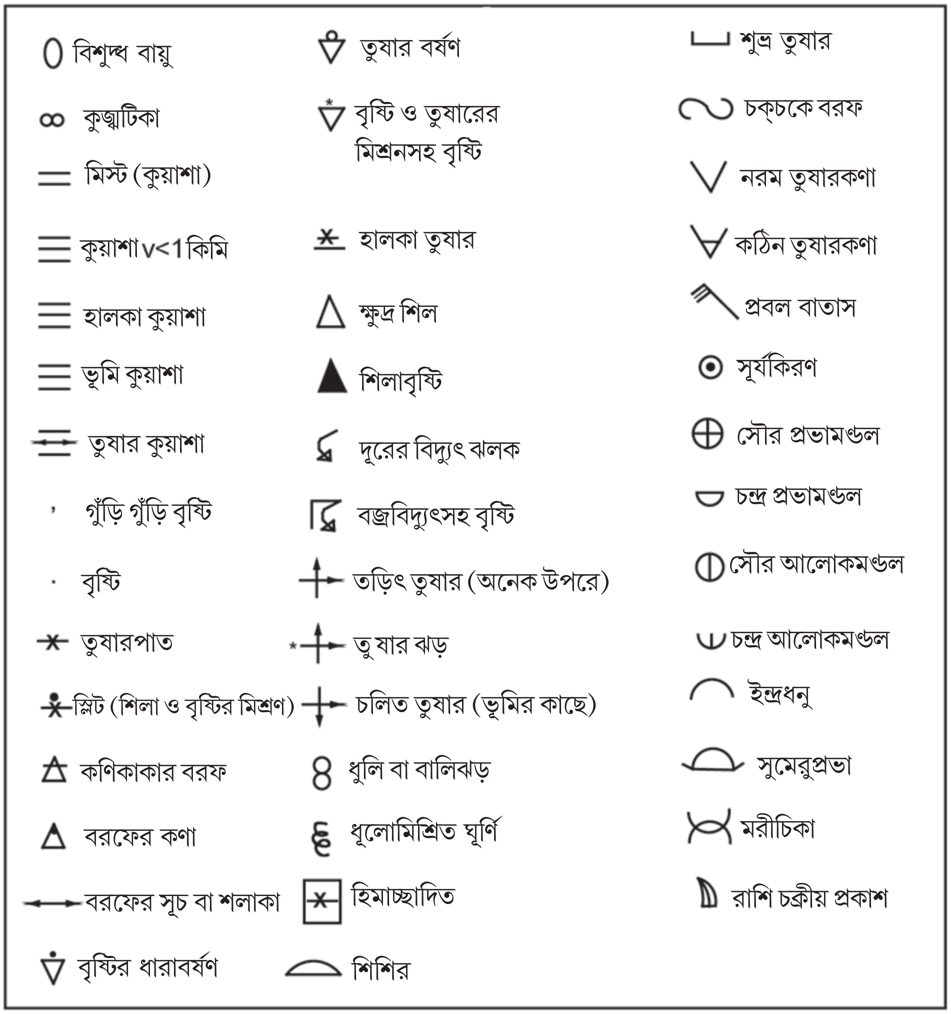
আবহাওয়া মানচিত্র (*Weather Maps*) : আবহাওয়া মানচিত্র হলো পৃথিবী বা তার অংশবিশেষের আবহাওয়া সম্বন্ধীয় তথ্যের সমতল পৃষ্ঠে অঙ্কন বা বর্ণনা করা। কোন বিশেষ দিনে এটি আবহাওয়ার বিভিন্ন উপাদান যথা — তাপমাত্রা (temperature), বৃষ্টিপাত (rainfall), রৌদ্রজ্জ্বল (sunshine) ও মেঘাচ্ছন্নতা (cloudiness), বায়ুপ্রবাহের দিক ও গতিবেগ (Direction and Velocity of Winds) ইত্যাদি অবস্থা সম্পর্কে বর্ণনা প্রদান করে। নির্দিষ্ট সময় অন্তর নেওয়া এরূপ পর্যবেক্ষণ কোড দ্বারা পূর্বাভাস কেন্দ্রগুলিতে প্রেরণ করা হয়। কেন্দ্রীয় কার্যালয় এই পর্যবেক্ষণগুলির রেকর্ড রাখে যার ভিত্তিতে আবহাওয়া মানচিত্র তৈরি করা হয়। উপরিস্তরের বায়ু পর্যবেক্ষণ যা শৈল শহর, বিমান, পথপ্রদর্শক বেলুন প্রভৃতি থেকে নেওয়া হয় তা আলাদাভাবে অঙ্কন করা হয়। ভারতীয় আবহাওয়া দপ্তর (Indian Meteorological Department) -এর স্থাপনার পর থেকেই আবহাওয়া মানচিত্র ও চার্টসমূহ নিয়মিতভবে প্রস্তুত করা হয়।

আবহাওয়া পর্যবেক্ষণাগারগুলি আবহাওয়া সম্পর্কিত তথ্যসমূহ পুনে স্থিত কেন্দ্রীয় পর্যবেক্ষণাগারে দিনে দু-বার প্রেরণ করে। ভারতীয় সাগরসমূহে চলাচলকারী জাহাজগুলোতেও তথ্য সংগ্রহ করা হয়। অ্যান্টাকটিকায় আবহাওয়া পর্যবেক্ষণাগারের স্থাপন, আন্তর্জাতিক ভারতীয় মহাসাগর অভিযান তথা রকেট এবং আবহাওয়া উপগ্রহগুলোর প্রেরণ ইত্যাদির জন্য আবহাওয়ার পূর্বাভাস এবং পর্যবেক্ষণের ক্ষেত্রে ভালো বিকাশ ঘটেছে।

আবহাওয়া চার্ট (Weather Charts) : বিভিন্ন আবহাওয়া পর্যবেক্ষণাগার থেকে প্রাপ্ত তথ্য পর্যাপ্ত এবং বিস্তৃত হয়। ফলে এগুলোকে একসাথে একই চার্টে দেখানো সম্ভবপর হয়ে উঠে না যতক্ষণ না পর্যন্ত এগুলোকে দেখানোর জন্য কোডিং করা হয়। এগুলোকে সংক্ষিপ্তসারমূলক আবহাওয়া চার্ট (*synoptic weather charts*) বলে এবং যে কোডগুলো ব্যবহার করা হয় তাদের আবহবিদ্যাগত প্রতীক চিহ্নসমূহ (*meteorological symbols*) বলা হয়। আবহাওয়া পূর্বাভাসের জন্য আবহাওয়া চার্ট প্রাথমিক যন্ত্র বা অস্ত্র হিসাবে কাজ করে। এগুলো বিভিন্ন বায়ুপুঞ্জ, বায়ুচাপ প্রক্রিয়াসমূহ, বায়ুসীমান্ত বা ফ্রন্ট এবং বৃষ্টিপাতের অঞ্চলসমূহের অবস্থান জানতে ও শনাক্তকরণে সাহায্য করে।

আবহাওয়া প্রতীক চিহ্নসমূহ (Weather Symbols)

সকল পর্যবেক্ষণাগার থেকে প্রাপ্ত তথ্যসমূহকে বিশ্ব আবহাওয়া সংগঠন এবং জাতীয় আবহাওয়া দপ্তর (National Weather Bureaus) দ্বারা মাপকাঠি বানানো আবহাওয়া প্রতীক চিহ্নসমূহ ব্যবহার করে মানচিত্র অঙ্কন করা হয় (চিত্র ৪.৪ এবং ৪.৯) এবং একে সহজভবে ব্যাখ্যা করার জন্য প্রত্যেকটি উপাদান প্রত্যেক স্টেশনে এক স্থির অবস্থান দখল করে (চিত্র ৪.৪ এবং ৪.৯)।



চিত্র ৪.৪ : আবহাওয়ার প্রতীক চিহ্নসমূহ (1935 সালে আন্তর্জাতিক আবহাওয়া বিজ্ঞান সংগঠন ওয়ার্সা দ্বারা স্বীকৃত)
(warsaw)

বোর্ফোট সংখ্যা	বায়ু প্রবাহ	তির চিহ্ন	প্রতি ঘণ্টায় গতিবেঘ (কিমি)	সাধারণ প্রভাব
0	শান্ত হাল্কা বায়ু		0	শান্ত, ধোঁয়া উল্লম্বভাবে উপরে উঠে যায়।
1	হাল্কা বায়ু		1-5	ধোঁয়ার সচলতা দ্বারা বায়ুর দিক নির্দেশিত হয়, বাতুপতাকা দ্বারা নয়।
2	অতি মৃদু বায়ু		6-11	মুখমণ্ডলে বাতাস অনুভব করা যায় এবং সাধারণ বাতপতাকার শলাকা ঘোরে। গাছের পাতার মর্মর শব্দ হয়।
3	মৃদু বায়ু		12-19	গাছের পাথা ও ছোট পল্লবগুলিতে অনবরত গতি প্রদান করে, বায়ু হালকা পতাকাকে আন্দোলিত করে।
4	লঘু বায়ু		20-28	টুকরো কাগজ ও ধুলো উড়ে ও গাছের ছোট ছোট ডাল নড়ে।
5	বেগবান বায়ু		29-38	পাতাবহুল ছোট ছোট গাছ হেলে পড়ে ও জলাশয়ে ছোট ছোট ঢেউ ওঠে।
6	প্রবল বায়ু		39-49	গাছের বড় বড় ডাল হেলে পড়ে, টেলিগ্রাফের তারে শিসের শব্দ হয় ও ছাতা ব্যবহারে অসুবিধা হয়।
7	লঘু ঝড়		50-61	সম্পূর্ণ গাছটি নড়ে, বাতাসের বিপরীত দিকে হাঁটতে অসুবিধা হয়।
8	বেগবান ঝড়		62-74	গাছ থেকে পাতা খসে পরে। সাধারণ অগ্রগতি বাধাপ্রাপ্ত হয়।
9	প্রবল ঝড়		75-88	বাড়িঘরের সামান্য ক্ষতি হয়। (চিমনির মাথা ও ঘরের ছাউনি উড়িয়ে নেয়)
10	অতি প্রবল ঝড়		89-102	স্থলাভিমুখে অর্থাৎ দেশের অভ্যন্তরে কখনো কখনো এই ঝড় দেখা যায়। গাছ উপড়ে পড়ে এবং বাড়ি ঘরের প্রচুর ক্ষতি হয়।
11	বাত্যা বা তুফান		103-117	স্থলভাগে কখনো কখনো ঘটে। ব্যাপক ক্ষতিসাধন করে।
12	প্রবল বাত্যা বা হ্যারিকেন		118 plus	অত্যধিক ধ্বংসাত্মক।

চিত্র ৪.৭ : বায়ুর গতিবেগ এবং সাধারণ প্রভাব

জলবায়ু সম্বন্ধীয় তথ্যের মানচিত্রকরণ (Mapping the Climatic Data)

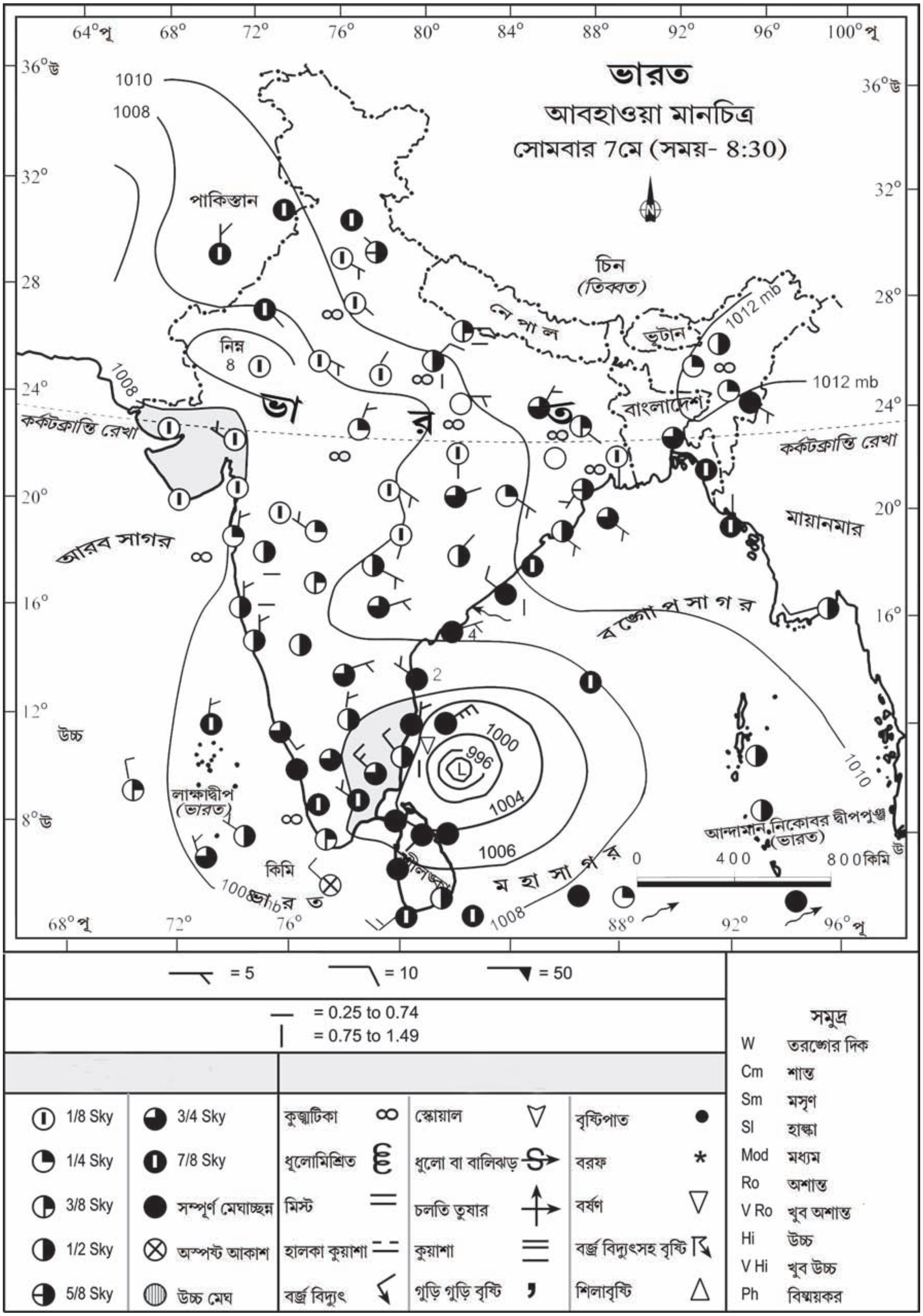
অধিকাংশ জলবায়ুগত তথ্য রেখাচিহ্ন দ্বারা চিত্রিত করা হয়। এগুলোর মধ্যে সবচেয়ে বেশি প্রচলিত হচ্ছে **সমদূরত্ব রেখাসমূহ** (Isometric lines)। এই রেখাগুলোকে মানচিত্রে **সমান রেখা** (Isopleth) রূপে অঙ্কন করা হয়। যেসকল স্থানসমূহে উষ্ণতা, বৃষ্টিপাত, বায়ুচাপ, সূর্যরশ্মি, মেঘ ইত্যাদির গড় মান একরকম এই রেখাগুলো ঐসকল স্থানগুলোকে একসাথে যুক্ত করতে পারে। এইপ্রকার কিছু রেখাসমূহ এবং তাদের ব্যবহার সম্পর্কে নিম্নে আলোচনা করা হল :

সমপ্রেষরেখা (*Isobars*)	:	সমান বায়ুচাপযুক্ত স্থানগুলোকে যুক্তকারী রেখা।
সমোষ্ণরেখা (*Isotherms*)	:	সমান উষ্ণতাবিশিষ্ট স্থানসমূহকে যুক্তকারী রেখা।
সমবর্ষণরেখা (*Isohyets*)	:	একটি নির্দিষ্ট সময়ে সমপরিমাণ বৃষ্টিপাত বিশিষ্ট স্থানগুলোকে যুক্তকারী রেখাসমূহ।
সমসূর্যালোক রেখা (*Isohels*)	:	সেই স্থানগুলোকে যুক্তকারী রেখাসমূহ যেখানে দৈনিক গড় সূর্যরশ্মির ব্যাপ্তিকাল বা স্থায়িত্বকাল একরকম বা সমান থাকে।
সমমেঘ রেখা (*Isonephs*)	:	সমান গড় মেঘাবরণযুক্ত স্থানগুলোকে যুক্তকারী রেখাসমূহ।

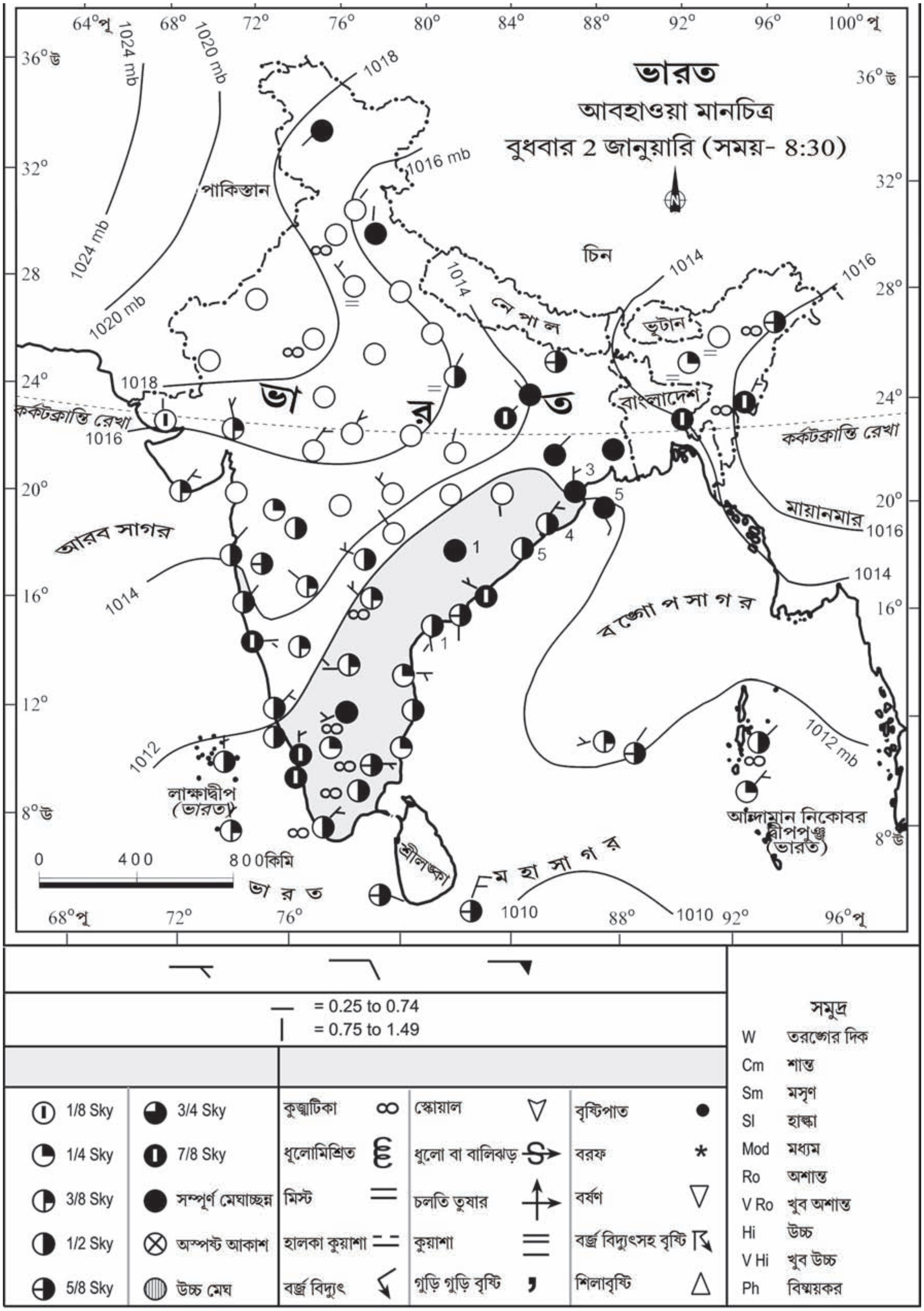
আবহাওয়া মানচিত্রের ব্যাখ্যা বা বিশ্লেষণ (Weather Map Interpretation)

উপরে উল্লিখিত তথ্যানুযায়ী আমরা একটি আবহাওয়া মানচিত্রকে বিশ্লেষণ করতে পারি এবং দেশের বিভিন্ন অংশে বিদ্যমান আবহাওয়াগত অবস্থার স্বাভাবিক প্রতিরূপ বুঝতে পারি। চিত্র 8.10 -এ ভরতে মে মাসে বিদ্যমান আবহাওয়ার সাধারণ অবস্থা দেখানো হয়েছে। মানচিত্রটিতে বায়ুচাপের সামান্য বৃদ্ধি উত্তর দিকে এবং উত্তর-পূর্ব দিকে দেখা যাচ্ছে। দুটি নিম্নচাপকেন্দ্র পরিলক্ষিত হচ্ছে, একটি রাজস্থানে এবং অপরটি বঙ্গোপসাগরে। নিম্নচাপ কেন্দ্রটি বঙ্গোপাসাগরে খুব স্পষ্টভাবে পরিলক্ষিত হচ্ছে যা বৃত্তাকার সমপ্রেষরেখা দ্বারা বেষ্টিত, যেখানে সর্বনিম্ন বায়ুচাপ হচ্ছে 996 মিলিবার (mb)। ভারতের দক্ষিণাংশে আকাশ মেঘাচ্ছন্ন। অপরদিকে ভারতের মধ্যভাগে আকাশ সাধারণত মেঘযুক্ত পরিষ্কার। পূর্ব উপকূলের দক্ষিণ ভাগে অধিকাংশ বায়ুপ্রবাহসমূহ স্থলভাগ থেকে সমুদ্রের দিকে বামাবর্তে অর্থাৎ ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে প্রবাহিত হয়। তোমরা চিত্র 8.12 অধ্যয়ন কর এবং জুলাই মাসের উষ্ণতা এবং বায়ুচাপের অবস্থা কিরূপ তা খুঁজে বের করো।

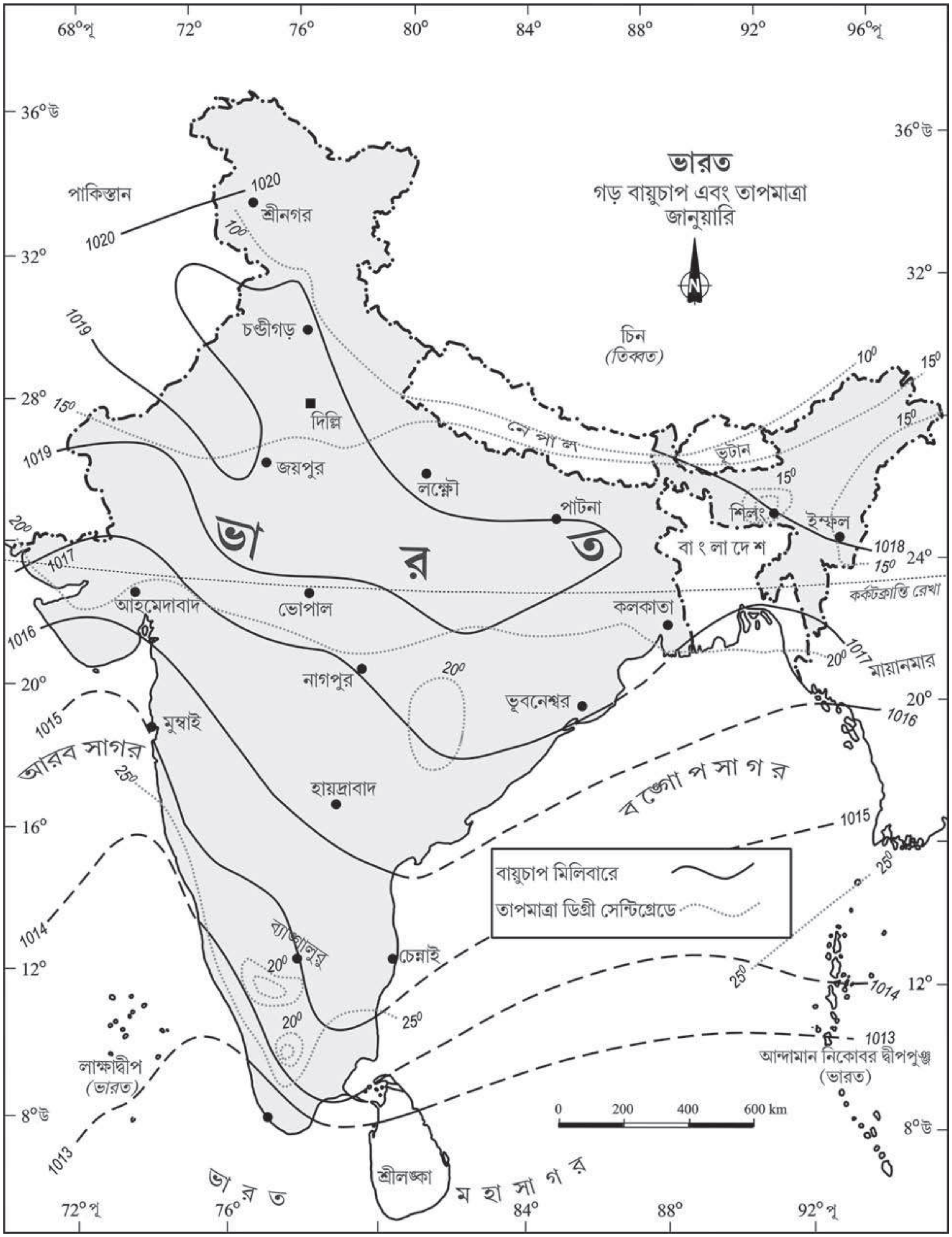
8.11 এবং 8.13 চিত্রে শীতকালে জানুয়ারি মাসের স্বাভাবিক আবহাওয়ার অবস্থা দেখানো হয়েছে। এখানে বায়ুচাপের সামান্য বৃদ্ধি দক্ষিণ থেকে উত্তর দিকে পরিলক্ষিত হচ্ছে। ভারতের পূর্বদিকে উচ্চচাপ অঞ্চল বিকশিত হওয়ার পাশাপাশি দেশের অধিকাংশ স্থানে পরিষ্কার আকাশ দেখা যাচ্ছে। 1018 মিলিবারের সর্বোচ্চ সমপ্রেষরেখাটি রাজস্থানের মধ্যদিয়ে বিস্তৃত হয়েছে।



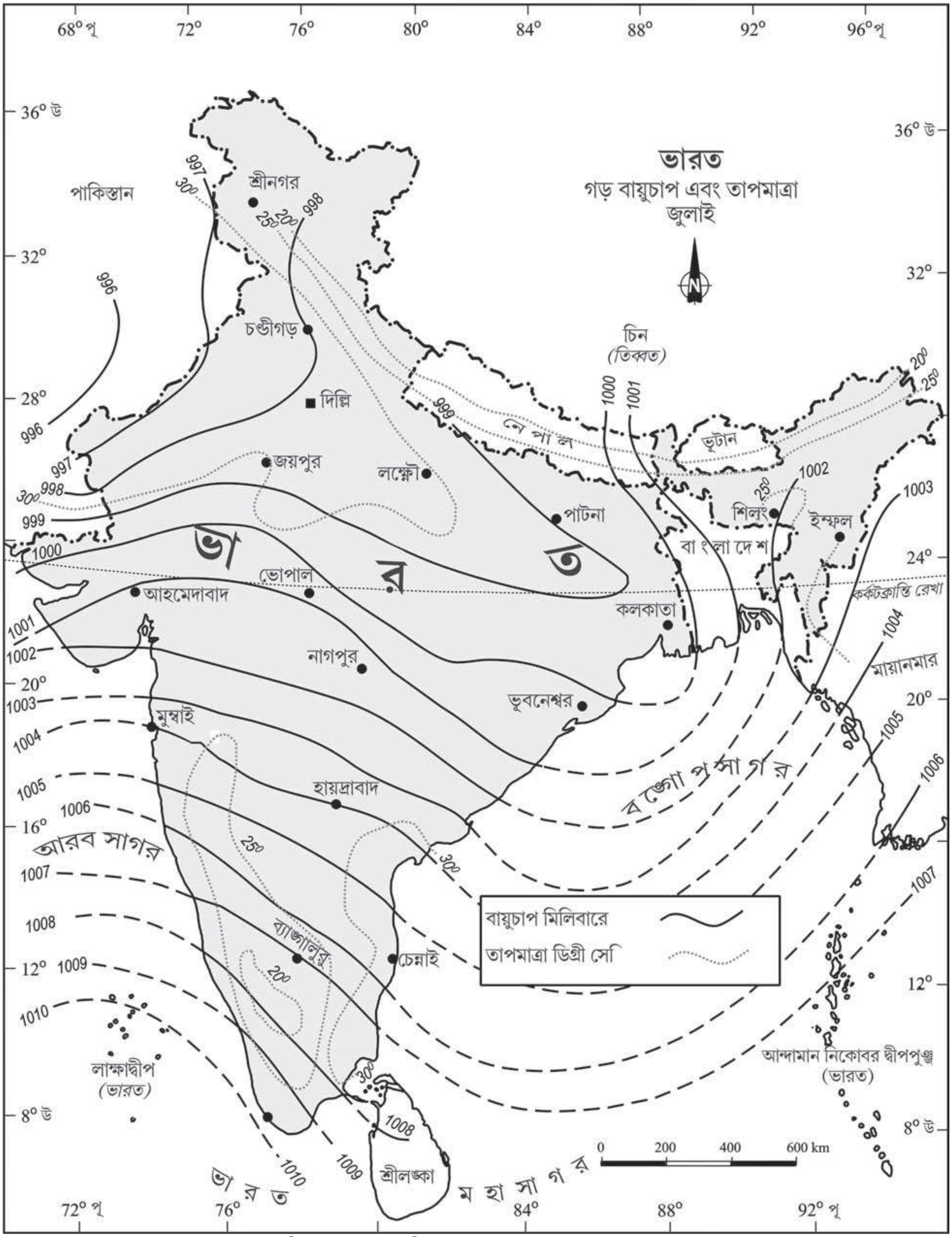
চিত্র 8.10 : মে মাসের ভারতীয় আবহাওয়া মানচিত্র।



চিত্র 8.11 : জানুয়ারি মাসের ভারতীয় আবহাওয়া মানচিত্র।



চিত্র **8.12** জুলাই মাসের গড় বায়ুচাপ এবং তাপমাত্রা



চিত্র **8.13** জানুয়ারি মাসের গড় বায়ুচাপ এবং তাপমাত্রা

অনুশীলনী

1. সঠিক উত্তরটি বাছাই করো।
   (i) ভারতের দৈনিক আবহাওয়া মানচিত্র কোন্ দপ্তর তৈরি করে?
      (a) বিশ্ব আবহাওয়া সংগঠন
      (b) ভারতীয় আবহাওয়া দপ্তর
      (c) ভারতীয় জরিপ বিভাগ
      (d) উপরের কোনটিই নয়।
   (ii) গড়িষ্ঠ এবং লঘিষ্ঠ থার্মোমিটারে কোন দুটো তরল ব্যবহার করা হয়?
      (a) পারদ এবং জল
      (b) জল এবং অ্যালকোহল
      (c) পারদ এবং অ্যালকোহল
      (d) এগুলোর কোনটিই নয়।
   (iii) সমবায়ুচাপযুক্ত স্থানগুলোকে যুক্তকারী রেখাকে বলা হয় —
      (a) সমপ্রেষরেখা
      (b) সমবর্ষণরেখা
      (c) সমোষ্ণরেখা
      (d) সমসূর্যালোক রেখা
   (iv) আবহাওয়া পূর্বাভাসের প্রাথমিক যন্ত্র হচ্ছে —
      (a) থার্মোমিটার
      (b) ব্যারোমিটার
      (c) মানচিত্র
      (d) আবহাওয়া বর্ণনচিত্রসমূহ
   (v) যদি বায়ুতে আর্দ্রতা বেশি থাকে তাহলে শুষ্ক কুণ্ড ও আর্দ্র কুণ্ডের পাঠের মধ্যে পার্থক্য হবে —
      (a) কম
      (b) বেশি
      (c) সমান
      (d) এগুলোর কোনটিই নয়।

2. নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর 30টি শব্দের মধ্যে উত্তর দাও।
      (i) আবহাওয়ার মূল উপাদানগুলো কী কী?
      (ii) আবাহাওয়ার চার্ট বলতে কি বোঝ?

(iii) Class-I পর্যবেক্ষণাগারে আবহাওয়ার বিভিন্ন অবস্থা পরিমাপের জন্য সাধারণত কি কি যন্ত্রপাতি উপস্থিত থাকে?

(iv) সমোয়্নরেখা কী?

(v) একটি আবহাওয়ার মানচিত্রে নিম্নলিখিত বিষয়গুলো দেখানোর জন্য কি কি চিহ্ন ব্যবহার করা হয়?

a) বৃষ্টিপাত

b) মিস্ট বা হালকা কুয়াশা

c) সূর্যরশ্মি

d) বজ্রবিদ্যুৎ

e) মেঘাচ্ছন্ন আকাশ

3. নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর 125টি শব্দের মধ্যে উত্তর দাও।

(i) আবহাওয়া মানচিত্র ও চার্ট কিভাবে তৈরি করা হয় এবং এগুলো কিভাবে আমাদের কাজে লাগে তা বর্ণনা কর।

মানচিত্র পাঠ (Map Reading)

চিত্র 8.12 এবং 8.13 অধ্যয়ন করো এবং নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

(a) এই মানচিত্রগুলোতে কোন ঋতুগুলো দেখানো হয়েছে?

(b) চিত্র 8.12-এ সর্বোচ্চ সমপ্রেষরেখার মান কত এবং এটি দেশের কোন অংশ দিয়ে অতিক্রান্ত হয়েছে?

(c) চিত্র 8.13-এ সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন সমপ্রেষরেখার মান কত এবং এগুলো কোথায় দেখা যাচ্ছে?

(d) উভয় মানচিত্রে তাপমাত্রা বণ্টনের ধরণ বা প্রতিরূপ কেমন?

(e) চিত্র 8.12-এ তোমরা সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন গড় তাপমাত্রা কোন অংশে দেখতে পাচ্ছো?

(f) উভয় মানচিত্রে তোমরা তাপমাত্রার বণ্টন এবং বায়ুচাপের মধ্যেকার কি সম্পর্ক দেখতে পাও?