প্রাক্‌কথন

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের স্নাতক শ্রেণির জন্য যে পাঠক্রম প্রবর্তিত হয়েছে, তার লক্ষণীয় বৈশিষ্ট্য হ'ল প্রতিটি শিক্ষার্থীকে তাঁর পছন্দমত কোনো বিষয়ে সাম্মানিক (Honours) স্তরে শিক্ষাগ্রহণের সুযোগ করে দেওয়া। এক্ষেত্রে ব্যক্তি গতভাবে তাঁদের গ্রহণক্ষমতা আগে থেকেই অনুমান করে না নিয়ে নিয়ত মূল্যায়নের মধ্য দিয়ে সেটা স্থির করাই যুক্তি যুক্ত। সেই অনুযায়ী একাধিক বিষয়ে সাম্মানিক মানের পাঠ-উপকরণ রচিত হয়েছে ও হচ্ছে— যার মূল কাঠামো স্থিরীকৃত হয়েছে একটি সুচিন্তিত পাঠক্রমের ভিত্তিতে। কেন্দ্র ও রাজ্যের অগ্রগণ্য বিশ্ববিদ্যালয় সমূহের পাঠক্রম অনুসরণ করে তার আদর্শ উপকরণগুলির সমন্বয়ে রচিত হয়েছে এই পাঠক্রম। সেইসঙ্গে যুক্ত হয়েছে অধ্যেতব্য বিষয়ে নতুন তথ্য, মনন ও বিশ্লেষণের সমাবেশ।

দূর-সঞ্চারী শিক্ষাদানের স্বীকৃত পদ্ধতি অনুসরণ করেই এইসব পাঠ-উপকরণ লেখার কাজ চলছে। বিভিন্ন বিষয়ের অভিজ্ঞ পণ্ডিতমণ্ডলীর সাহায্য এ-কাজে অপরিহার্য এবং যাঁদের নিরলস পরিশ্রমে লেখা, সম্পাদনা তথা বিন্যাসকর্ম সুসম্পন্ন হচ্ছে তাঁরা সকলেই ধন্যবাদের পাত্র। আসলে, এঁরা সকলেই অলক্ষ্যে থেকে দূরসঞ্চারী শিক্ষাদানের কার্যক্রমে অংশ নিচ্ছেন হু, যখনই কোন শিক্ষার্থীও এই পাঠ্য বস্তুনিচয়ের সাহায্য নেবেন, তখনই তিনি কার্যত একাধিক শিক্ষকমণ্ডলীর পরোক্ষ অধ্যাপনার তাবৎ সুবিধা পেয়ে যাচ্ছেন।

এইসব পাঠ-উপকরণের চর্চা ও অনুশীলনে যতটা মনোনিবেশ করবেন কোনও শিক্ষার্থী, বিষয়ের গভীরে যাওয়া তাঁর পক্ষে ততই সহজ হবে। বিষয় বস্তু যাতে নিজের চেষ্টায় অধিগত হয়, পাঠ-উপকরণের ভাষা ও উপস্থাপনা তার উপযোগী করার দিকে সর্বস্তরে নজর রাখা হয়েছে। এরপর যেখানে যতটুকু অস্পষ্টতা দেখা দেবে, বিশ্ববিদ্যালয়ের বিভিন্ন পাঠকেন্দ্রে নিযুক্ত শিক্ষা-সহায়কগণের পরামর্শে তার নিরসন অবশ্যই হ'তে পারবে। তার ওপর প্রতি পর্যায়ের শেষে প্রদত্ত অনুশীলনী ও অতিরিক্ত জ্ঞান অর্জনের জন্য গ্রন্থ-নির্দেশ শিক্ষার্থীর গ্রহণক্ষমতা ও চিন্তাশীলতা বৃদ্ধির সহায়ক হবে।

এই অভিনব আয়োজনের বেশকিছু প্রয়াসই এখনও পরীক্ষামূলক—অনেক ক্ষেত্রে একেবারে প্রথম পদক্ষেপ। স্বভাবতই ত্রুটি-বিচ্যুতি কিছু কিছু থাকতে পারে, যা অবশ্যই সংশোধন ও পরিমার্জনার অপেক্ষা রাখে। সাধারণভাবে আশা করা যায়, ব্যাপকতর ব্যবহারের মধ্য দিয়ে পাঠ-উপকরণগুলি সর্বত্র সমাদৃত হবে।

অধ্যাপক (ড.) শুভ শঙ্কর সরকার
উপাচার্য

নবম পুনর্মুদ্রণ : এপ্রিল, 2017

বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশনের দূরশিক্ষা ব্যুরোর বিধি অনুযায়ী এবং অর্থানুকূল্যে মুদ্রিত।
Printed in accordance with the regulations and financial assistance of the Distance Education Bureau of the University Grants Commission.

পরিচিতি

বিষয় : ভূগোল

সাম্মানিক স্তর

পাঠক্রম : পর্যায় : E.GR 04

	রচনা	সম্পাদনা
একক 1 - 10	অধ্যাপক দুলালচন্দ্র দাস	ড. অনীশ চট্টোপাধ্যায়

প্রজ্ঞাপন

এই পাঠ-সংকলনের সমুদয় স্বত্ব নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের দ্বারা সংরক্ষিত। বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের লিখিত অনুমতি ছাড়া এর কোনোও অংশের পুর্মুদ্রণ বা কোনোভাবে উদ্ধৃতি সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ।

মোহন কুমার চট্টোপাধ্যায়
নিবন্ধক

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

EGR – 04

ব্যবহারিক ভূগোলবিদ্যা—1

সার্ভে, মানচিত্র অভিক্ষেপ ও কার্টোগ্রাম্‌স

একক 1 ❑	স্কেল (Scale) : রৈখিক, ভার্ণিয়ার ও ডায়াগোনাল (Linear, Vernier & Diagonal)	7–37
একক 2 ❑	প্রিজম্যাটিক কম্পাস সার্ভে	38–55
একক 3 ❑	লেভেলিং সার্ভে (Levelling Survey)	56–69
একক 4 ❑	থিয়োডোলাইট সার্ভে (Theodolite Survey)	70–89
একক 5 ❑	মানচিত্র অভিক্ষেপ : মূল ধারণা ও বিষয়	90–109
একক 6 ❑	সিউডোরিওগ্রাফিক, সহজ শান্ধবক ও বন্‌স্‌ অভিক্ষেপ	110–128
একক 7 ❑	সাইনুসয়ডাল, বহু শান্ধবক ও সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপ	129–144
একক 8 ❑	ব্যবহারিক ভৌগোলিক টেকনিক সমূহ	145–175
একক 9 ❑	আইসোপ্লেথ, কোরোপ্লেথ, ডট ও স্ফিয়ার	176–200
একক 10 ❑	ক্লাইমেটিক কারটোগ্রাম্‌স	201–217

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

একক 1 ❑ স্কেল (Scale) : রৈখিক, ভার্নিয়ার ও ডায়গোনাল (Linear, Vernier & Diagonal)

গঠন

1.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

1.2 স্কেলের প্রকার বা শ্রেণি বিভাগ

1.3 বর্ণনামূলক স্কেল

1.4 সংখ্যাসূচক অনুপাত বা স্কেল সূচক ভগ্নাংশ

1.5 লৈখিক স্কেল ঃ প্রকার ভেদ

1.5.1 প্লেন স্কেল ঃ অংকন পদ্ধতি

1.5.2 কম্পারেটিভ স্কেল

1.6 মানচিত্রের এনলার্জমেন্ট ও রিডাকসন

1.6.1 এনলার্জড মানচিত্রের স্কেল নির্ণয়

1.6.2 রিডিউস্‌ড মানচিত্রের স্কেল নির্ণয়

1.7 ভার্নিয়ার স্কেল

1.7.1 ভার্নিয়ার প্রকার ভেদ

1.7.2 ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ

1.8 ডায়াগোনাল স্কেল

1.8.1 ডায়াগোনাল স্কেল থেকে মান নির্ণয়

1.8.2 ডায়াগোনাল স্কেলের ভাগ ও মাত্রার সম্পর্ক

একক ঃ 1

প্রস্তাবনা ঃ স্কেল সম্বন্ধীয় ধারনা ঃ প্রাকৃতিক ও অপ্রাকৃতিক পৃথিবীর উপরিভাগের বহু উপাদান লৈখিক ভাবে (Graphically) একটি মানচিত্রে তুলে ধরা হয়। মানচিত্র থেকে যেসব তথ্য আহরন করা

হয় সে সব তথ্য ভূ-তত্ত্ব, প্রতিরক্ষা, নৌচলাচলের ন্যায় বহু ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। মানচিত্র দুটি মৌলিক বিষয়ের সন্দেগ সংশ্লিষ্ট বা জড়িত-যথা, অবস্থান (location) ও অবস্থানের গুণ (attributes at location)। এরা দুরত্ব, অভিমুখ (direction) ইত্যাদি মেট্রিক বৈশিষ্ট্য পরিমাপ ও চিহ্নিত করতে সাহায্য করে। সুতরাং পৃথিবীর উপরিভাগে যে উপাদানগুলি থাকে এবং মানচিত্রে তাদের যে তুলে ধরা হয়, এই দুইয়ের মধ্যে একটি নির্দিষ্ট সম্পর্ক প্রত্যেক মানচিত্রে অতি অবশ্যই থাকে। অতএব ভূপৃষ্ঠ ও মানচিত্রের মধ্যে নিহিত সম্পর্ক একটি স্কেলের ধারণা তৈরী করে যা খুবই গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। সুতরাং মানচিত্রের উপর কোন দুটি স্থানের দূরত্ব এবং ভূমির উপর অনুরূপ দুটি স্থানের এবং ভূমির উপর অনুরূপ দুটি স্থানের প্রকৃত দূরত্বের মধ্যে সম্পর্কই হল স্কেল। অর্থাৎ মানচিত্রে দুটি স্থানের দূরত্ব ও ভূমির উপর ঐ দুটি স্থানের দূরত্বের অনুপাতকে স্কেল বলে। ধরা যাক, কলকাতা ও দীঘার মধ্যে ভূমির উপরিভাগের দূরত্ব 200 কিমি। যা কোনো মানচিত্রে ঐ দুটি স্থানের মধ্যে 10 সে.মি. দুরত্ব নির্দেশ করেছে। অর্থাৎ মানচিত্রের 10 সেমি সমান ভূমি দূরত্ব 200 কিমি। এই দুয়ের অনুপাতই (10 সে.মি : 200 কিমি × 1,00,000 সে.মি.ৰ হল স্কেল। তাই সব মানচিত্রকে বাস্তব পৃথিবীর স্কেল মডেল বলে (all maps are 'scale-models' of the real World)।

উদ্দেশ্য ঃ আপনি এই এককটি পড়ে

(i) স্কেল বলতে কি বোঝায়, তা জানতে পারবেন।

(ii) স্কেলের প্রকার ভেদ সম্বন্ধে জানতে পারবেন।

(iii) দৈনন্দিন জীবনে স্কেলের ব্যবহার সম্বন্ধে ধারনা করতে পারবেন।

(iv) স্কেলের সাহায্যে মানচিত্র অভিক্ষেপ গঠন করতে পারবেন।

(v) স্কেলের সাহায্যে মানচিত্র থেকে যে কোন দুটি নির্দিষ্ট স্থানের মধ্যে দূরত্ব এবং যে কোন এলাকার আয়তন নির্ণয় করতে পারবেন।

(vi) বিভিন্ন ধরনের স্কেল অংকন করতে পারবেন ও তাদের ব্যবহার জানতে পারবেন।

(vii) মানচিত্র ছোট বা বড় করা হলে তার স্কেল নির্ণয় করতে পারবেন।

(viii) জরিপের কাজে স্কেলের প্রয়োগ করতে পারবেন।

1.2 স্কেলের প্রকার বা শ্রেণিবিভাগ (Types or Classification of Scale)

মানচিত্র স্কেল বা স্কেল হল প্রধানত ঃ তিন প্রকার এবং মূল এই তিন প্রকার স্কেলকে পরস্পরের মধ্যে রূপান্তরিত করা যায়। তিন প্রকার স্কেল হল,

(1) বর্ণনামূলক (a statement)

(2) সংখ্যাসূচক অনুপাত (a numeric ratio)

(3) লৈখিক (a graph)

এই তিন প্রকার স্কেলের মধ্যে একমাত্র লৈখিক স্কেলের প্রকারভেদ করা হয় যা নীচের সারনীতে দেখানো হল।

সারনী 1.1 ঃ স্কেলের প্রকারভেদ

প্রধানভাগ	উপ বিভাগ
1. বর্ণনামূলক	
2. সংখ্যাসূচক অনুপাত	
3. লৈখিক	(i) প্লেন স্কেল (Plain Scale) (ii) কমপারেটিভ স্কেল (Comparative Scale) (iii) ভার্নিয়ার স্কেল (Vernier Scale) (iv) ডায়াগোনাল স্কেল (Diagonal Scale)

1.3 বর্ণনামূলক স্কেল ঃ

মানচিত্রের স্কেল যখন কথায় প্রকাশ করা হয়, তখন তাকে বর্ণনামূলক স্কেল বলে। মানচিত্র স্কেল উল্লেখ করতে উণ্ডি র মাধ্যম হল এক সহজতম পদ্ধতি। মানচিত্রের দূরত্ব সাধারনভাবে সে.মি, ইঞ্চি এক একক দৈর্ঘ্যে প্রকাশিত হয় এবং অনুরূপ ভূমি দূরত্ব বোঝাতে কিমি, মাইল ইত্যাদি দৈর্ঘ্যের একক ব্যবহার করা হয়। বর্ণনামূলক স্কেল মানচিত্রে সাধারনত এ ভাবে লেখা হয়, I cm to 20 kms. বা I inch to 10 miles। এর অর্থ মানচিত্রের এক সেমি দূরত্ব ভূমির উপর 20 কিমি দূরত্ব বা মানচিত্রে এক ইঞ্চিদূরত্ব ভূমির উপর 10 মাইল দূরত্ব নির্দেশ করে। এভাবে লিখিত বর্ণনামূলক স্কেলের বাঁ দিকের মান সবসময় মানচিত্র দূরত্ব নির্দেশ করে।

বর্ণনামূলক স্কেল লেখার ক্ষেত্রে আপনারা কখনই 1cm = 20 kms বা 1" = 10 miles লিখবেননা, এরূপ লেখা ভুল বলে গণ্য হবে, ভূমির উপরের 20 kms বা 10 miles মানচিত্রে I cm বা I inch এর দ্বারা দেখানো হয় বা উপস্থাপিত হয়। অতএব ইহা কখনই সমান অর্থাৎ Equal to নয়।

1.3.1 বর্ণনামূলক স্কেলের সুবিধা ও অসুবিধা : (Merits and Demerits of Statement Scale)

সুবিধা : এই স্কেল কথায় লেখা হয় বলে আঁকার জটিলতা এড়ানো যায়। ইহা সহজ ও সরল, তাই বুঝতে কোন অসুবিধা হয় না।

অসুবিধা : এই স্কেল সহজ ও সরল হলেও এর বেশ কতকগুলি অসুবিধা আছে। যথা (i) স্কেল পরিমাপে অজ্ঞ ব্যক্তি অর্থাৎ স্কেল সম্বন্ধে ধারনা নেই এমন কোন মানুষ মানচিত্রকে সঠিকভাবে ব্যবহার করতে পারবে না। (ii) যে ভাষায় স্কেল লেখা থাকে সে ভাষা ছাড়া অন্য ভাষাভাষী ব্যক্তি স্কেল পাঠ করতে ও পরিমাপ করতে পারবে না। যেমন বাংলায় যদি লেখা থাকে '1 সেমিতে 10 কিমি' তাহলে কোন হিব্রু ভাষী লোকের পক্ষে বাংলা জানা না থাকলে ঐ মানচিত্র থেকে কোনো স্থানের দূরত্ব নির্ণয় করতে পারবেনা। (iii) স্কেল পরিমাপের এককের পরিবর্তনে হিসাব করার ঝামেলা ও জটিলতার সম্মুখীন হতে হয়। অর্থাৎ S.I. পদ্ধতি থেকে F.P.S. পদ্ধতি বা এর বিপরীত পদ্ধতিতে স্কেল পরিবর্তন করতে অসুবিধা হয়। (iv) মূল মানচিত্রকে বড় বা ছোট করে পুনরায় তৈরী করলে স্বাভাবিকভাবে স্কেলের পরিবর্তন ঘটে, তখন ঐ নতুন মানচিত্রের জন্য আবার স্কেলের হিসাব করতে হয়।

1.4 সংখ্যাসূচক অনুপাত (Numeric Ratio) বা স্কেলসূচক ভগ্নাংশ (Representative Fraction -R. F.)

এতে মানচিত্র স্কেলকে সংখ্যাসূচক অনুপাতে প্রকাশ করা হয়। এখানে অনুপাতের একটি সংখ্যা লব (Numerator) দ্বারা ও অন্য সংখ্যাটি হর (Denominator) দ্বারা সূচিত হয়। লব মানচিত্র দূরত্ব (map distance) এবং হর অনুরূপ ভূমি দূরত্ব (ground distance) নির্দেশ করে। লব ও হর উভয়ই পরিমাপের একই একক সূচিত করে এবং লব সবসময় এক (one) একক নির্দেশ করে। অর্থাৎ লব যদি cm এ প্রকাশিত হয় তাহলে হরও cm-এ প্রকাশিত হবেই অথবা লব ইঞ্চিতে হলে হরও ইঞ্চিতে প্রকাশিত হবে এবং লব সব সময় 1cm বা ইঞ্চি প্রকাশ করবে। অতএব এটি হল এক মাত্রাহীন ভগ্নাংশ। তাই ইহা অনুপাত স্কেল অথবা স্কেলসূচক ভগ্নাংশ (Representative Fraction-R.F) বলেও পরিচিত। ধরা যাক, কোন মানচিত্রে স্কেল দেওয়া আছে, 1 : 10,00,000, সুতরাং আপনারা বুঝতে পারছেন যে এটি R.F. স্কেল নির্দেশ করছে। এবার প্রশ্ন অপনারা এই স্কেলকে কোন পদ্ধতিতে প্রকাশ করবেন। যদি S.I. পদ্ধতিতে প্রকাশ করতে চান তাহলে এটি হবে মানচিত্রে 1 cm দূরত্ব যা ভূমিতে 10,00,000 cm বা 10,00,000 cm ÷ 1,00,000 cm =10km দূরত্ব নির্দেশ করে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে লব অর্থাৎ 1 যে এককে প্রকাশিত হয়েছে হরও অর্থাৎ 10,00,000 সেই একই এককে প্রকাশিত হয়েছে। অংকের ধাপ অনুযায়ী 1 : 10,00,000 সংখ্যাকে এভাবে লেখা যেতে পারে।

	মানচিত্রে	1cm	দূরত্ব	ভূমিতে	10,00,000 cm	দূরত্ব	নির্দেশ	করে
বা	,,	1cm	,,	,,	$\frac{10,00,000}{1,00,000}\,km$	,,	,,	,,
বা	,,	1cm	,,	,,	10 km	,,	,,	,,

সংক্ষেপে এভাবে লেখা হয় 1 cm to 10 km

একই RF কে FPS পদ্ধতিতে দেখান হল।

মানচিত্রে 1 inch দূরত্ব ভূমিতে 10,00,000 inches দূরত্ব নির্দেশ করে

বা 1 inch ,, ,, $\frac{10,00,000}{63,360}$ miles ,, ,, ,,

বা 1 inch ,, ,, 15.8 miles ,, ,, ,,

বা 1 inch to15.8 miles.

[1,00,000 cm সমান 1 কিমি

63,360 inch সমান 1 মাইল]

1.4.1 RF স্কেলের সুবিধা ও অসুবিধা (merits and demerits)

অন্যান্য স্কেলের মতই এর কতগুলি সুবিধা ও অসুবিধা আছে, যেমন—

সুবিধা (merits) ঃ মানচিত্রে প্রদত্ত R.F. স্কেলের সবচেয়ে বড় সুবিধা হল এর সার্বজনীন ব্যবহার (Universal use), কারন RF কে স্কেল পরিমাপের যে কোন এককে প্রকাশিত করা যায়। কোন দেশ তার প্রচলিত পদ্ধতি অনুসরণ করে মানচিত্র থেকে কোন কিছুর ভূমি দূরত্ব কিমি বা মাইলে বা আয়তন বর্গ কিমি বা বর্গমাইলে পরিমাপ করতে পারে। তবে বর্তমানে প্রায় সব দেশই মেট্রিক পদ্ধতি অনুসরন করে। স্কেল সংখ্যায় প্রকাশিত হয় বলে ভাষাগত বাধা এক্ষেত্রে থাকে না।

আবার বর্ণনামূলক স্কেলকে সহজেই RF- স্কেলে পরিণত করা যায়। ধরা যাক মানচিত্রের উপর স্কেল লেখা আছে 1 cm to 20 km। একে এভাবেও লেখা যেতে পারে 1cm to 20 × 1,00,000 cm। অর্থাৎ 20 km কে cm এ নিয়ে যাওয়া হল। লব ও হর উভয়ই একই একক নির্দেশ করল। অতএব এটি RF এ পরিণত হয়ে গেল, সুতরাং RF হল 1 : 20 × 1,000,000 বা 1 : 20,00,000। অনুরূপভাবে 1inch to 5 miles কে লেখা যেতে পারে এভাবে,

1 inch to 5 × 63,360 inches বা 1 inch to 3, 16, 8000 inches. সুতরাং RF হল 1:316800.

অন্য উদাহরণ— বর্ণনামূলক স্কেল হল 2cm to 1 km, তাহলে RF কত?

মানচিত্রে 2 cm দূরত্ব ভূমিতে 1km দূরত্ব নির্দেশ করে

বা ,, 2 cm ,, ,, 1×1,00,000 cm ,, ,, ,,

বা ,, 1 cm ,, ,, $\frac{1,00,000}{2}$ cm ,, ,, ,,

বা ,, 1 cm ,, ,, 50,000 cm ,, ,, ,,

$\therefore$ RF = 1 : 50,000

বিশেষভাবে লক্ষ্য করুন (i) RF এ পরিবর্তিত করতে হলে বর্ণনামূলক স্কেলের উভয় পার্শ্বকে একই এককে প্রকাশ করবেন এবং লব যেন সর্বদা 1 একক নির্দেশ করে ও সেই অনুপাতে হরও যেন হয়।

(ii) RF এর হরকে নিকটতম একশ, হাজার বা লক্ষ এর পূর্ণ সংখ্যায় প্রকাশ করলে ভাল হয়।

অসুবিধা ঃ এই স্কেলের একটি মাত্র অসুবিধা এই যে মূল মানচিত্রকে ছোট বা বড় করে পুনরায় তৈরী করতে হলে নতুন করে তার হিসাব করতে হয়। মূল মানচিত্রকে ছোট বা বড় করা হলে মূল মানচিত্রে RF স্কেলের লেখাটি শুধুমাত্র আকারে ছোট বা বড় হয়ে যায়, কিন্তু অনুপাতের কোন পরিবর্তন হয় না। অথচ ঐ অনুপাতের পরিবর্তনকেই হিসাব করতে হবে। তাই প্রদত্ত RF অনুযায়ী লৈখিক স্কেল এঁকে নিলে মানচিত্রকে ছোট বা বড় করা হলে স্কেল অনুপাত প্রকাশে কোন অসুবিধা হয় না।

1.5 লৈখিক স্কেল (Graphical Scale)

মানচিত্র অংকনবিদ্যা (Cartographically) অনুযায়ী কাগজের উপর একটি রেখা টেনে অথবা বিভিন্ন ধরনের রৈখিক গ্রাফ (Iinear graph) এঁকে মানচিত্রে স্কেলকে দেখানো যায়। এ ধরনের স্কেলই হল লৈখিক স্কেল। সাধারণত একটি সরলরেখাকে সমান কতগুলি ভাগে জ্যমুখ্য ও গৌন—Primary ও Secondary) ভাগ করে প্রতিটি ভাগকে সংখ্যা দ্বারা সূচিত করা যায় যা প্রকৃত ভূমি দূরত্বকেই নির্দেশ করে (Fig 1.3)। লৈখিক স্কেল বর্ণনামূলক ও অনুপাত বা ভগ্নাংশ সূচক উভয় স্কেল থেকে খুব সহজে আঁকা যায় এবং এর দ্বারা মানচিত্র থেকে সহজেই দূরত্ব পরিমাপ করা যায়। লৈখিক স্কেল চার প্রকার হতে পারে। এগুলি হল ঃ

(i) Plain Scale

(ii) Comparative Scale

(iii) Diagonal Scale

এবং (iv) Vernier Scale

লৈখিক স্কেল গঠন (Construction of Graphical Scale)

চার প্রকার লৈখিক স্কেলের গঠন চার ধরণের। এদের মধ্যে Plain Scale ও Comparative স্কেল গঠন মোটামুটি এক ধরণের। Diagonal ও Vernier স্কেলের গঠন সম্পূর্ণ আলাদা। প্রতিটি স্কেলের গঠন উদাহরণসহ বর্ণনা করা হল।

1.5.1 Plain Scale :

ইহা লৈখিক স্কেলের সহজতম রূপ। একটি সরল রৈখিক গ্রাফ (a straight linear graph)-এর আকারে

এই স্কেল আঁকা হয়। সরল রেখাটিকে কমপক্ষে তিনটি প্রধান ভাগে (Primary Divisions) ভাগ করা উচিত। প্রতিটি ভাগ ভূমি দূরত্ব বোঝাতে সাধারণতঃ 1, 5, 10 এরূপ গুণিতক দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। প্রধান ভাগগুলি থেকে সবচেয়ে বাঁদিকের একটি ভাগ নিয়ে একে আবার উপযুক্ত কতকগুলি ভাগে ভাগ করতে হয়—ইহা হল গৌণ ভাগ (Sceondary division)। এর এক একটি ভাগ প্রধান ভাগের (Primary divisions) অংশ নির্দেশ করে। গৌণ ভাগের দরকার হয় কোন দৈর্ঘ্যের ভগ্নাংশকে সূক্ষ্ম ও সঠিক ভাবে মাপার জন্য। এখানে মনে রাখা দরকার যে গৌণ বিভাগের জন্য অতিরিক্ত একটি প্রধানভাগ নেওয়া যাবে না। যে কয়টি প্রধান ভাগের হিসাব করা হবে তার মধ্যে সবচেয়ে বাঁদিকের প্রথম ভাগকে ভাগ করতে হবে।

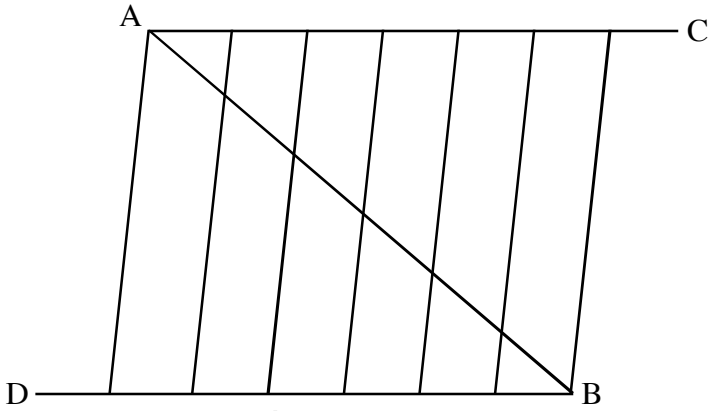
1.5.1.1 : Plain Scale -এর গঠন : এই প্রকার স্কেলের গঠন নীতি অনুসারে নিম্নে আলোচিত বা বর্ণিত ধাপগুলি অনুসরণ করা প্রয়োজন—

(i) প্রধান ভাগের ভূমি দূরত্বের জন্য মানচিত্র দূরত্ব কত কত হবে তা বর্ণনামূলক বা R.F. স্কেল থেকে হিসাব করা।

(ii) মানচিত্রের আয়তনের সন্দেগ স্কেলের দৈর্ঘ্য মানানসই হবে, এজন্য প্রধানভাগের সংখ্যা নির্ণয় করা এবং তার মোট দৈর্ঘ্য হিসাব করা। এক্ষেত্রে কমপক্ষে তিনটি প্রধান ভাগ নেওয়া উচিত। তবে সাধারনত কাগজের আকার (Size) অনুযায়ী ও শ্রেণি কক্ষে আঁকার সুবিধা অনুযায়ী কাগজের উপর অংকিত স্কেলের দৈর্ঘ্য 12 থেকে 15 সেন্টিমিটার অথবা 5 থেকে 6 ইঞ্চির বেশী হওয়া উচিত নয়। সুতরাং এক একটি প্রধান ভাগের দৈর্ঘ্য অনুযায়ী উল্লিখিত নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের মধ্যে কতগুলি প্রধান ভাগ দেখানো যেতে পারে তা হিসাব করতে হবে। ধরা যাক, R.F. থেকে হিসাব করে পাওয়া গেল একটি প্রধান ভাগের দৈর্ঘ্য 2.80cm। তাহলে সর্বাধিক 5টি প্রধান ভাগ করা যেতে পারে, কারণ এই 5টি ভাগের জন্য দরকার মোট 14 cm (2.80 cm × 5 divisions)। যদি 6টি প্রধান ভাগ নেওয়া হয় তাহলে তা নির্দিষ্ট করা 15 cm র বেশী দৈর্ঘ্যের হয়ে যাবে। অতএব আপনাদের সুবিধা অনুযায়ী এরূপ তিন, চার পাঁচটি প্রধান ভাগ নিয়ে স্কেল আঁকতে পারেন।

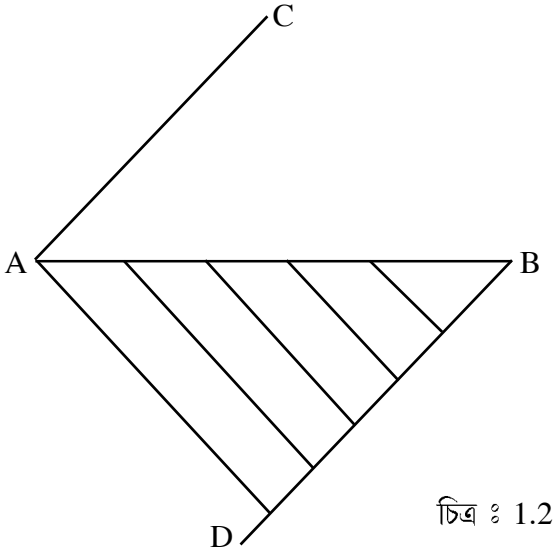
(iii) এ পর্যন্ত আপনারা প্রধান ভাগ ও স্কেলের মোট দৈর্ঘ্য সেন্টিমিটার বা ইঞ্চিতে হিসাব করেছেন। এবার রৈখিক স্কেল কিভাবে আঁকতে হবে তা লক্ষ্য করুন। প্রথমে সাদা কাগজের উপর একটি অনুভূমিক সরলরেখা টানুন, যার দৈর্ঘ্য হিসাব করা স্কেলের মোট দৈর্ঘ্যের সমান। ধরা যাক, এই সরল রেখাটি হল AB। এরপর ঐ সরল রেখাকে প্রয়োজন সংখ্যক জ্যমেন 3,4 বা 5টির প্রধান ভাগে ভাগ করতে হবে। ভাগ করার পদ্ধতি এরূপ : AB সরলরেখার দুই প্রান্ত থেকে অর্থাৎ A ও B প্রান্ত থেকে 30/40 ডিগ্রী কোণ করে উপরে ও নীচে যেকোনো মাপের দুটি সরলরেখা AC ও BD টানার পর divider এর দ্বারা ঐ দুটি সরলরেখাকে যে কোনো সমান মাপে প্রধান ভাগের সমসংখ্যক ভাগে ভাগ করুন। [প্রধান ভাগ (Primary divisions) যদি

চার বা পাঁচটি দেখাতে চান তাহলে ঐ দুই সরলরেখাকেও সমান চার বা পাঁচ ভাগে ভাগ করতে হবে]। এরপর AB সরলরেখার A প্রান্তের সন্দেগ নীচের সরলরেখার (BD রেখাৰ শেষ ভাগ বিজ্ঞুকে যোগ করুন এবং অনুরূপভাবে B প্রান্তের সন্দেগ উপরের সরলরেখার (AC রেখাৰ শেষ ভাগ বিজ্ঞুকে যোগ করুন জ্বচিত্র 1.1)। এভাবে AB সরলরেখার উভয় পাশের সরল রেখার ভাগ বিজ্ঞুদ্বয়কে যোগ করলে AB রেখা স্বাভাবিক ভাবেই সমসংখ্যক প্রধান ভাগে বিভশু হয়ে যাবে। ইহা নীচের ছবির সাহায্যে দেখানো হল।



চিত্র ঃ 1.1

স্কেল আঁকার সুবিধার্থে ABC অংশে বা উপরের অংশের কিংবা ABD বা নীচের অংশের অর্থাৎ যেকোনো একটি অংশের টানা সমস্ত দাগ মুছে দিন। সবচেয়ে ভাল হয় বিজ্ঞুদ্বয় যোগ করার সময় যে-কোনো



চিত্র ঃ 1.2

একটি অংশে আদৌ দাগ না টানা। AB রেখাকে ভাগ করার জন্য দাগগুলি কেবল ঐ রেখা পর্যন্ত টানলেই হবে। নীচে তা দেখানো হল।

এক্ষেত্রে ঃচিত্র 1.2) AC রেখার উপর ভাগ বিজ্ঞুগুলিকে ব্যবহার করা হয়েছে ABD রেখার মধ্যে কতকগুলি সমান্তরাল রেখা টানার জন্য। রেখা টানার পর AC রেখাকে মুছে দিন। আপনারা Set-square এর সাহায্যে এভাবে সমান্তরাল রেখা টেনেও AB রেখাকে প্রয়োজনীয় সংখ্যায় ভাগ করতে পারেন। তবে Set-square ঠিকমত না বসিয়ে প্রধান ভাগ (Primary division) অংকন করতে গেলে ভুল হওয়ার সম্ভাবনা থেকে যায়।

এরপর বাঁদিক থেকে প্রথম প্রধান ভাগকে একইভাবে কতকগুলি অংশে ভাগ করে গৌণ ভাগ (Secondary divisions) গঠন করতে হয়। এভাবে নির্দিষ্ট মাপের সরলরেখাকে প্রধান ও গৌণ অংশে ভাগ করার পর ঠিক মত label করবেন ও চারদিকে সীমানা (border) টেনে দেবেন।

উদাহরণ :

একটি রৈখিক স্কেল (Linear scale) অংকন করুন যার প্রধান ভাগে 10 কিমি ও গৌণ ভাবে 2 কিমি পাঠ করা যাবে, যখন R.F. স্কেল 1:3,50,000 হয়।

হিসাব (Calculation)

A. প্রধান ভাগের দৈর্ঘ্য নির্ণয়

ভূপৃষ্ঠে 3,50,000 cm মানচিত্রে 1cm দূরত্ব নির্দেশ করে

বা ,, $\frac{3,50,000}{1,00,000}$ km ,, 1cm ,, ,, ,,

বা ,, 3.5 km ,, 1cm ,, ,, ,,

বা ,, 1 km ,, $\frac{1}{3.5}$ cm ,, ,, ,,

বা ,, 10 km ঃএকটি প্রধান ভাগৰ ,, $\frac{1}{3.5}\times 10$ cm ,, ,, ,,

= 2.86 cm

অতএব মানচিত্রে স্কেলের জন্য প্রতি 10 km প্রধান ভাগের জন্য দরকার 2.86 cm দৈর্ঘ্য।

B. স্কেলের জন্য মোট দৈর্ঘ্য নির্ণয়

ধরা যাক, 4টি প্রধান ভাগ অর্থাৎ ভূমিতে 10km × 4 বা 40km দৈর্ঘ্যের জন্য মানচিত্রে দরকার 2.86 cm × 4 বা 11.4cm দৈর্ঘ্য।

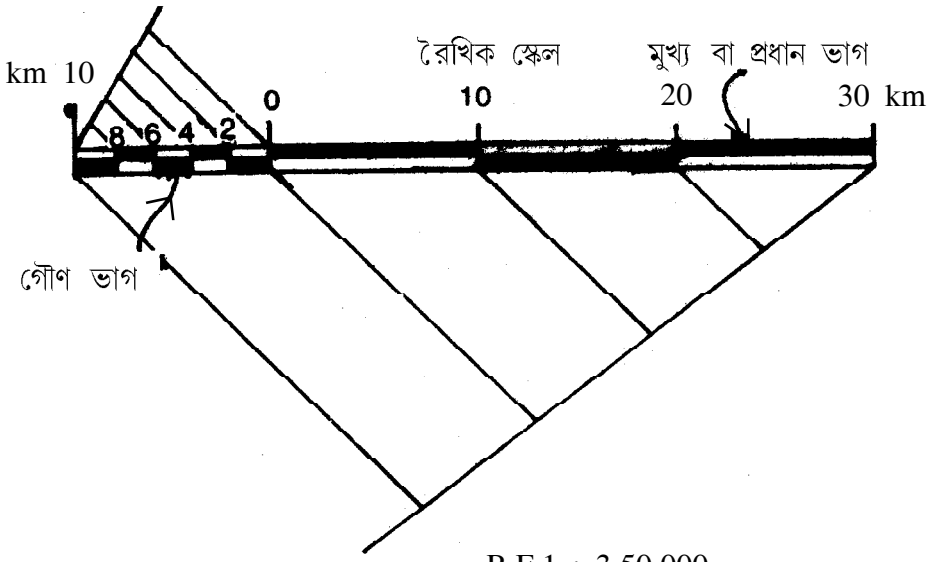
ঃঅর্থাৎ 11.4cm দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট সরলরেখা টেনে স্কেল আঁকতে হবেৰ

C. গৌণভাগের সংখ্যা নির্ণয়

গৌণভাগের সংখ্যা = [illegible]

অতএব প্রশ্নানুসারে, $\frac{10\,\text{cm}}{2\,\text{km}} = 5$ গৌণভাগের সংখ্যা

অঙ্কন



R.F.1 : 3,50,000

চিত্র 1.3

উপরে দেওয়া অংকনের ক্ষেত্রে মনে রাখতে হবে যে ভূপৃষ্ঠে প্রধান ভাগের মোট দৈর্ঘ্য 40 কিমি, এবং প্রতিটি প্রধান ভাগের দৈর্ঘ্য 10 কিমি করে। সুতরাং চিত্রে দেখানো সবচেয়ে বাঁদিকের 10 km থেকে ডানদিকে 30km পর্যন্ত মোট 40 কিমি এবং চারটি প্রধান ভাগ দেখানো হয়েছে।

1.5.2 কম্পারেটিভ স্কেল (Comparative Scale)

এই স্কেলকে একটি Composite Plain Scale বলা যেতে পারে, কেন না পরিমাপের ভিন্ন ভিন্ন এককের দুটি রৈখিক স্কেল একই রেখার উপর অধ্যারোপিত (Superimposed) হয়ে comparative স্কেল গঠন করে। দুটি ভিন্ন এককের মধ্যে তুলনা করতে এই স্কেল গঠন করা হয়, যেমন কিলোমিটার-মাইল, মিটার-গজ বা ফুট ইত্যাদি।

Comparative Scale গঠন : এই প্রকার স্কেল গঠন করা খুবই সহজ, এজন্য নিম্নলিখিত ধাপগুলি অনুসরণ করুন।

(i) একই RF থেকে রৈখিক স্কেলের ন্যায় দুটি পৃথক এককের জন্য দুটি হিসাব করুন। স্কেলে

কিলোমিটার ও মাইল একই সন্দেগ দেখাতে হলে কিলোমিটার এককের জন্য যেমন হিসাব করবেন তেমনি মাইল এককের জন্যও হিসাব করবেন। মনে রাখবেন যে উভয় এককের স্কেলের জন্য প্রধান ভাগ ও গৌণ ভাগের মান যেন একই থাকে। অর্থাৎ কিলোমিটার স্কেলে একটি প্রধান ভাগ যত কিমি নির্দেশ করবে মাইল স্কেলেও একটি প্রধান ভাগ ঠিক তত মাইল নির্দেশ করবে। অনুরূপভাবে গৌণ ভাগের মানও একই থাকবে।

(ii) দু'ধরণের এককের জন্য দু'টি পৃথক রৈখিক স্কেল অংকন করুন (চিত্র 1.4a,b) পূর্বে-উল্লিখিত পদ্ধতি অনুসারে। এবারে সহজেই দুটি স্কেলের প্রধান ও গৌণ ভাগের মাপ পাওয়া গেল, যা ডিভাইডার দিয়ে মেপে নেওয়া যায় বা একফালি কাগজের উপর দাগ কেটে মেপে নেওয়া যায়।

(iii) এরপর এই দুটি স্কেলকে পাশাপাশি এমনভাবে আঁকতে (চিত্র 1.4c) হবে যাতে উভয় স্কেলের শূন্য (O, zero) একই বিন্দুতে থাকে, এক্ষেত্রে একটি সরলরেখার উভয় পাশে স্কেল দুটি আঁকলে দেখতে ভাল লাগে। আঁকার সুবিধার জন্য ডিভাইডার এর (divider) সাহায্য বা একফালি কাগজের সাহায্য নেওয়া দরকার।

অনুশীলনী : 1 : 1,00,000 স্কেলে একটি কমপারেটিভ স্কেল অংকন করুন যার প্রধান ভাগ 2 কিমি ও 2 মাইলের এবং গৌণ ভাগ হবে 500 মি. ও $\frac{1}{2}$ মাইল করে।

হিসাব

1. ভূপৃষ্ঠে 1,00,000 ইঞ্চি মানচিত্রে 1 ইঞ্চি নির্দেশ করে

বা ,, $\frac{1,00,000}{63360}$ মাইল ,, 1,, ,, ,,

বা ,, 1 ,, ,, $\frac{1 \times 63,630}{1,00,000}$ inch ,, ,,

বা ,, 2 ,, ,, $\frac{63,260 \times 2}{1,00,000}$ inch নির্দেশ করে

$= 1.27$ inch

এখানে 3টি প্রধান ভাগ অর্থাৎ $2 \times 3 = 6$ মাইল নির্দেশিত হয় যা মানচিত্রে হবে

1.27 ইঞ্চি $\times$ 3 = 3.81 ইঞ্চি

অতএব স্কেলের মোট দৈর্ঘ্য 3.81 ইঞ্চি

গৌণ ভাগের সংখ্যা $= \frac{2}{0.5} = 4$

2. ভূপৃষ্ঠে 1,00,000 সেমি মানচিত্রে 1 সেমি নির্দেশ করে

,, $\frac{1,00,000}{1,00,000}$ কিমি ,, 1 ,, ,, ,,

,, 2 কিমি ,, 1×2 ,, ,, ,,

বা 2 সেমি

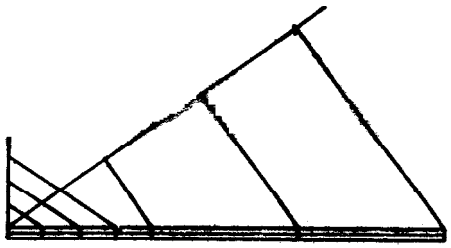
এক একটি 2 কিমির প্রধান ভাগ 2 সেমি নির্দেশ করে

∴ 4টি প্রধান ভাগ 2×4 সেমি = 8 সেমি নির্দেশ করে।

∴ স্কেলের মোট দৈর্ঘ্য 8 সেমি যা 2×4 কিমি বা 8 কিমি নির্দেশ করে।

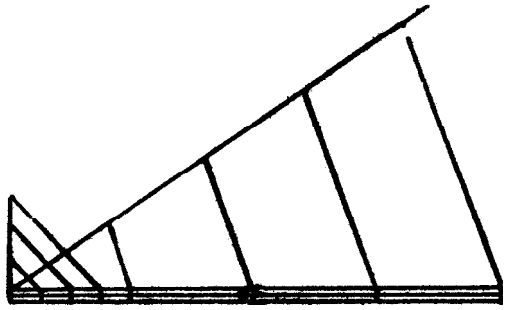
গৌণ ভাগের সংখ্যা $= \frac{2 \text{ ← 2000}}{500} = 4$

কম্পারেটিভ স্কেল



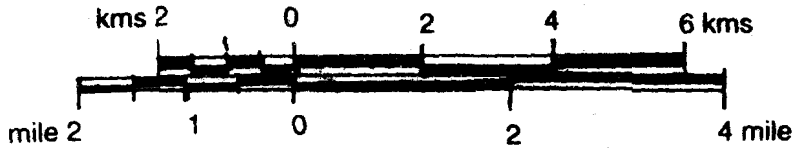
miles 2 1 0 2 4 miles

চিত্র : 1.4a



km 2 1 0 2 4 6 km

চিত্র : 1.4b

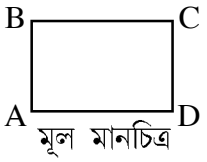


R.F.1 : 1,00,000

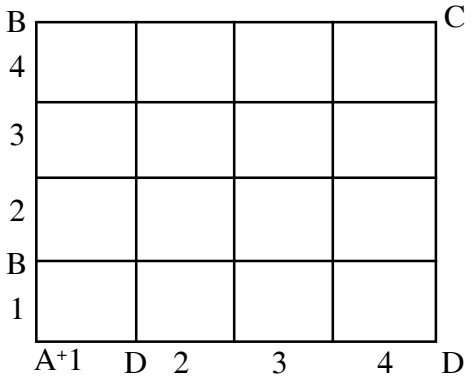
চিত্র ঃ 1.4c

1.6 মানচিত্রের এনলার্জমেন্ট ও রিডাকসন : (Enlargement And Reduction of map)

কোন মানচিত্রকে আকারের দিক থেকে ছোট (reduce) বা বড় ক্সenlarge) করলে ঐ মানচিত্রের আয়তনের পরিবর্তন ঘটে, ফলে পরিবর্তিত মানচিত্র স্কেলেরও পরিবর্তন হয়। মনে রাখা দরকার যে মানচিত্র আয়তনের যে কোন পরিবর্তন ঘটুক না কেন তাতে কিন্তু ভূমি আয়তনের ক্সGround area) কোন রূপ পরিবর্তন হয় না। যে মানচিত্রকে নির্ভর করে অন্য ছোট বা বড় আকারে রূপান্তরিত যেকোন মানচিত্রের ক্ষেত্রে ভূমি আয়তন একই থাকে, কেবলমাত্র মানচিত্র আয়তন ক্সmap area) পরিবর্তিত হয়। ধরা যাক, কোন মানচিত্র দৈর্ঘ্যে 4cm ও প্রস্থে 2.5 cm (যাকে এভাবে লেখা হয় 4cm ×2.5 cm) অর্থাৎ 10 sq.cm (বর্গ সেমিৰ আয়তন নির্দেশ করে যা ভূমিতে 40 sq. km নির্দেশ করে। এর অর্থ মানচিত্রের 10 বর্গ সেমি ভূমির 40 বর্গ কিমি নির্দেশ করে। এবার ঐ মানচিত্রকে 16 গুণ বড় করা হলে এর তখন আয়তন হবে 10sq cm ×16 বা 160 sq cm আর যদি একে 4 ভাগের এক ভাগ ছোট করা হয় তাহলে এর আয়তন 10 sq cm ÷4 বা 2.5 sq cm হবে। সুতরাং প্রত্যেক ক্ষেত্রে মানচিত্রের আয়তনের হ্রাস বৃদ্ধি ঘটছে, তবে কোন ক্ষেত্রে ভূমির আয়তন পরিবর্তিত হবে না। ক্সপরে ইহা বিশদভাবে দেখানো হয়েছেৰ।



মূল মানচিত্র



চিত্র ঃ 1.5

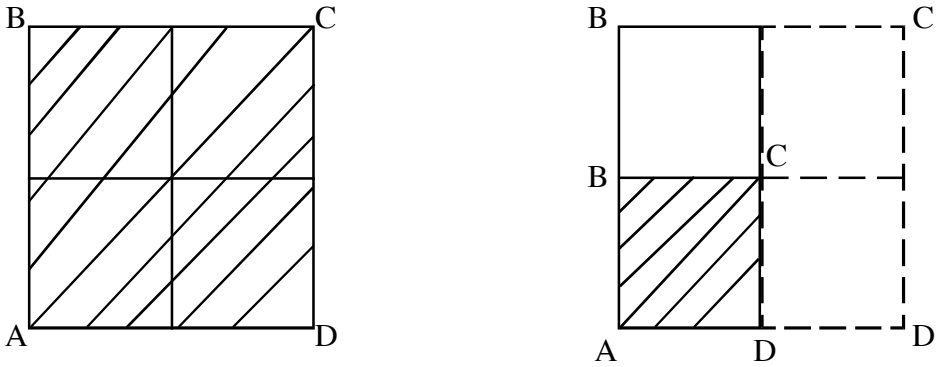
এবার মানচিত্রের 16 গুণ বা চারভাগের এক ভাগ বা $\frac{1}{4}$ গুণ বিষয়টি কি তা পরিষ্কার করা যাক।

কোন মানচিত্রকে 16 গুণ বাড়ানো হল, এর মানে ঐ মানচিত্রটি দৈর্ঘ্যে 4 গুণ ও প্রস্থে 4 গুণ বেড়ে গেল, তবেই হল 4×4 সমান 16 গুণ, অর্থাৎ এর দুটি মাত্রাই বাড়ছে, ইহা নীচের ছবিতে জ্ঞচিত্র 1.5ৰ দেখানো হল :

উপরের ছবিতে দেখা যাচ্ছে যে মূল মানচিত্রের AB এর দৈঘর্ঘ্য চারগুণ বেড়ে AB′ দৈর্ঘ্যের সমান এবং AD দৈর্ঘ্য চারগুণ বেড়ে AD' দৈর্ঘ্যের সমান হয়েছে। এর ফলে দেখা যাচ্ছে যে ABCD ক্ষেত্রটি 16 গুণ বড় হয়ে AB′C′D ক্ষেত্রের আকার ধারণ করেছে বা ABCD ক্ষেত্রটি 16 বার AB′C′D′ ক্ষেত্রের মধ্যে আছে। তাহলে এক একটি দিক অর্থাৎ এক একটি মাত্রা জ্ঞদৈর্ঘ্য বা প্রস্থৈৰ চারগুণ করে বাড়লে তবেই 16 গুণ বৃদ্ধি পায়। এবার বিষয়টিকে একটু উল্টো দিক থেকে ভাবা যাক। আয়তনে 16গুণ বেড়েছে তার মানে একদিকে অর্থাৎ এক মাত্রা অনুযায়ী জ্ঞদৈর্ঘ্যে বা প্রস্থৈৰ ইহা 16 এর বর্গমূল $\sqrt{16}$ সমান বেড়েছে। উদাহরণে বলা হয়েছে 4cm × 2.5 cm আয়তনের মানচিত্র 16 গুণ বেড়ে হয়েছে 160 sq cm যাকে এভাবে হিসাব করা যেতে পারেহ্ণ,

দৈর্ঘে চারগুণ বেড়েছে, তার মানে 4cm × 4 বা 16cm এবং প্রস্থে চারগুণ বেড়েছে, তার মানে 2.5 cm × 4 বা 10 cm অতএব মানচিত্রের আয়তন বেড়ে হল 16cm ×10 cm বা 160 sq cm.

অনুরূপভাবে মানচিত্রকে $\frac{1}{4}$ ভাগে ছোট করা হয়েছে। এর অর্থ হল মানচিত্রকে চারভাগ করে তার একভাগের মধ্যে সমগ্র মানচিত্রকে দেখানো, সুতরাং মানচিত্রের আয়তন চারভাগ থেকে একভাগ হয়ে যাবে। অতএব দৈর্ঘ্যের দিক ও প্রস্থের দিককে দু'ভাগ করলে মানচিত্রটি জ্ঞ2×2) চার ভাগে পরিণত হবে এবং তার একভাগের আয়তন হবে মানচিত্রের আয়তন। অন্যভাবে বলা যায় মানচিত্রের $\frac{1}{4}$ এর বর্গমূল $\left(\sqrt{\frac{1}{4}}\right)$ হল একদিকের বা একমাত্রার হ্রাসের পরিমান। ইহা নীচের চিত্র 1.6 দেখানো হল।



মূল মানচিত্র 1.6 হশ্চাসপ্রাপ্ত মানচিত্র

উপরের চিত্রে দেখা যাচ্ছে যে ABCD আয়তন বিশিষ্ট মানচিত্র AB'C'D' আয়তন বিশিষ্ট মানচিত্রে হ্রাসপ্রাপ্ত হয়েছে এবং এক এক দিকের বাহু অর্ধেক করে ছোট হয়েছে।

পূর্বের উদাহরণে বলা হয়েছে 10 sq cm. বিশিষ্ট মানচিত্র $\frac{1}{4}$ গুণ ছোট হয়ে হয়েছে 2.5 sq cm

হিসাব এরূপ : দৈর্ঘ্যে অর্ধেক কমে হয়েছে (4cm ÷ 2) 2cm ও প্রস্থেও অর্ধেক কমে হয়েছে (2.5cm ÷ 2) 1.25 cm। অর্থাৎ হ্রাসপ্রাপ্ত মানচিত্রের আয়তন হল 2cm×1.25cm=2.5sq.cm.

অতএব মানচিত্রের আয়তন 10,160 বা 2.5 sq cm. যাই হোক না কেন সব ক্ষেত্রে ভূমির পরিমাণ 40 sq. km থাকবেই। তাহলে প্রতিটি মানচিত্রের ক্ষেত্রে একই ভূমির পরিমাণ নির্দেশ করলে বুঝতে হবে রূপান্তরিত মানচিত্রের কেবলমাত্র স্কেলেরই পরিবর্তন ঘটেছে। সুতরাং মূল মানচিত্র আকারে পরিবর্তিত হলে সন্দেগ সন্দেগ তার স্কেলেরও পরিবর্তন ঘটে। এবার প্রশ্ন হল, পরিবর্তিত মানচিত্রের স্কেল কিভাবে নির্ণয় করা যাবে। এক্ষেত্রে দু'টি বিষয় লক্ষ্যণীয় : এক, আয়তনের পরিবর্তন, অর্থাৎ একসন্দেগ দুটি মাত্রার হ্রাস বা বৃদ্ধিহ্ল, দুই স্কেলের পরিবর্তন, অর্থাৎ রৈখিক বা একমাত্রার পরিবর্তন।

সুতরাং স্কেল নির্ণয় করতে হলে দ্বি-মাত্রিক একক থেকে একমাত্রিক এককে পরিণত করতে হবে। আয়তনের সাপেক্ষে বর্গ (Square) হল দ্বি-মাত্রিক একক অর্থাৎ আয়তনের একক যেমন বর্গ কিমি, বর্গমাইল বা বর্গমিটার, বর্গফুট ইত্যাদি। আর বর্গমূল (Square root) হল একমাত্রিক বা দৈর্ঘের একক। অতএব একটি মানচিত্রের আকারের অর্থাৎ আয়তনের যতগুণ হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটেছে ঐ স্কেলেরও ততগুণের বর্গমূল সমান হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটেছে। মানচিত্র যদি 16 গুণ বড় হয় তাহলে স্কেলের অনুপাত $\sqrt{16}$ গুণ বা চার গুণ কম হয়েছে। আর মানচিত্র যদি $\frac{1}{4}$ ভাগ ছোট হয় তাহলে স্কেলের অনুপাত $\sqrt{\frac{1}{4}}$ গুণ বা $\frac{1}{2}$ গুণ বেশী হয়েছে। তাহলে বোঝা গেল যে আয়তন ও স্কেলের মধ্যে যে দ্বি-মাত্রিক ও এক মাত্রিক সম্পর্ক আছে তা স্কেল নির্ণয়ের ক্ষেত্রে বর্গ ও বর্গমূলের সম্পর্ক নির্দেশ করে।

অতএব এখন দেখা যাক উল্লিখিত উদাহরণ থেকে মানচিত্রের স্কেল কি এবং বর্ধিত (enlarged)ও সংকুচিত (reduced) মানচিত্রের স্কেল কত। উদাহরণে বলা হয়েছে 10 Sq.cm ভূমিতে 40 বর্গ কিমিতে নির্দেশ করে অতএব :

	মানচিত্রে	10	Sq.cm	ভূমিতে	40	sq.	km	নির্দেশ	করে।
	,,	1	,,	,,	$\frac{40}{10}$ বা 4	,,	,,	,,	,,
বা	*,,	$\sqrt{1}$	,,	,,	$\sqrt{4}$		,,	,,	,,
বা	,,	1cm	,,	,,	2km			,,	,,
বা	,,	1cm	,,	,,	2km × 100000 cm			,,	,,
বা	,,	1cm	,,	,,	200000 cm			,,	,,

RF হল 1 : 2,00,000

(* উভয় দিকে বর্গমূল করে একমাত্রায় প্রকাশ করা হয়েছেব।

1.6.1 এনলার্জড (Enlarged) মানচিত্রের স্কেল নির্ণয় :

এক্ষেত্রে মানচিত্র 16 গুণ বড় হয়েছে এবং মূল মানচিত্রের RF 1 : 200000.

∴ এনলার্জড মানচিত্রের $RF = \frac{1}{2,00,00} \times \sqrt{16}$

বা $\frac{1}{2,00,000} \times 4$

বা $\frac{1}{50,000}$

∴ RF হল 1: 50,000

লক্ষ্য করুন মূল মানচিত্রের RF ছিল 1 : 2,00,000। মানচিত্রে বড় হওয়াতে RF হল 1: 50,000। অর্থাৎ মানচিত্র আয়তনে বড় হলে RF এর অনুপাত কম হয়।

মানচিত্রের আয়তনের পরিবর্তন ঘটেছে, তাবলে ভূমির আয়তনের কোন পরিবর্তন ঘটবে না। মূল মানচিত্রে ভূমির আয়তন বলা হয়েছে 40 বর্গ কিমি। এবং বর্ধিত মানচিত্রের আয়তন 160 Sq.cm। এবারে দেখুন নতুন RF এর দ্বারা ইহা কিভাবে প্রমান করা যায়।

মানচিত্র 1cm ভূমিতে 50,000 cm নির্দেশ করে

বা ,, 1cm ,, $\frac{50,000}{1,00,000}$ km ,, ,,

বা ,, 1cm ,, 0.5 km ,, ,,

বা ,, $(1)^2$ cm ,, $(0.5)^2$ km ,, ,,

আয়তনে রূপান্তরিত করা হল বলে উভয়দিকে বর্গ করা হল

বা ,, 1sq.cm ,, 0.25 Sq. km ,, ,,

বা ,, 160 sq.cm ,, 0.25 × 160 বা 40 Sq.km

1.6.2 রিডিউস্‌ড (Reduced) মানচিত্রের স্কেল নির্ণয়

এক্ষেত্রে মানচিত্র $\frac{1}{4}$ গুণ ছোট হয়েছে এবং মূল মানচিত্রের R.F.1 : 2,00,000।

∴ রিডিউস্‌ড মানচিত্রের $RF = \frac{1}{2,00,000} \times \frac{1}{\sqrt{4}}$

বা $\frac{1}{2,00,000} \times \frac{1}{2}$

বা $\frac{1}{4,00,000}$

$\therefore$ RF = 1 : 4,00,000 ঃলক্ষ্য করুন স্কেলের অনুপাত এক্ষেত্রে বেশীৰ

অনুরূপভাবে দেখা যাক এই স্কেলের সাহায্যে ভূমির আয়তন 40 বর্গ কিমি প্রমান করা যায় কিনা। যদি মানচিত্রের আয়তন 2.5 বর্গ সেমি হয়।

	মানচিত্রে	1cm	ভূমিতে	4,00,000 cm	নির্দেশ করে
বা	,,	1 cm	,,	$\frac{4,00,000}{1,00,000}$ km বা 4 km	নির্দেশ করে।
বা	,,	1 cm × 1 cm বা 1 Sq. cm	,,	4 km × 4 km বা 16 Sq.km	,, ,,
বা	,,	2.5 Sq cm	,,	16 Sq. km × 2.5	,, ,,
				বা 40 Sq. km	,, ,,

অতএব ইহা প্রমানিত যে মানচিত্রকে বড় বা ছোট করা হলে স্কেলের পরিবর্তন হয়, কিন্তু ভূমির আয়তনের পরিবর্তন কখনই হয় না।

এতক্ষণ আপনারা মূল মানচিত্র থেকে এনলার্জড ও রিডিউস্ড মানচিত্রের স্কেল নির্ণয় পদ্ধতি শিখলেন। এবার দেখুন দুটি মানচিত্রের স্কেল দেওয়া আছে, একটি মানচিত্র কতগুণ বড় বা কতভাগের এক ভাগে ছোট হয়েছে। আপনারা জানলেন যে স্কেল ও মানচিত্রের আয়তনের মধ্যে এক পারস্পরিক (reciprocal) সম্পর্ক রয়েছে। তাই দুটি মানচিত্রের স্কেলের অনুপাতের বর্গই মানচিত্রের এনলার্জমেন্ট বা রিডাকস্ন এর হার নির্দেশ করে। যেহেতু স্কেল রৈখিক মাত্রা নির্দেশ করে তাই তার অনুপাতের বর্গ আয়তনের হার বা মাত্রা নির্দেশ করে। ধরা যাক মানচিত্র A হল মূল মানচিত্র ঃloriginal map) যার স্কেল 1: 50, 000 এবং এর থেকে মানচিত্র B ও C তৈরী করা হয়েছে যাদের স্কেল যথাক্রমে 1: 10,000 ও 1:150,000। তাহলে B ও C মানচিত্রের এনলার্জমেন্ট ও রিডাকস্ন এর মাত্রা ঃlmagnitude) কত?

এখানে লক্ষ্য করুন মানচিত্র B এর স্কেল অনুপাত কমে গেছে, তার মানে B মানচিত্রটি এনলার্জড হয়েছে। অপরপক্ষে মানচিত্র C reduced হয়েছে তার কারণ এর স্কেল অনুপাত বেড়ে গেছে। মানচিত্রের এনলার্জমেন্ট ও রিডাকস্ন এর মাত্রা নির্ণয় করতে হলে মূল মানচিত্রের হর ঃldenominator) এর সন্দেগ পরিবর্তিত মানচিত্রের স্কেলের হর এর অনুপাতের বর্গ করতে হয়। তাহলেই এনলার্জমেন্ট ও রিডাকস্ এর মাত্রা জানা যাবে। যেমন

মানচিত্র B এনলার্জমেন্ট এর হার

$$= \left(\frac{\square}{\square} \right)^2$$

$$= \left(\frac{50,000}{10,000}\right)^2 \text{ বা } (5)^2 \text{ বা } 25 \text{ গুণ}$$

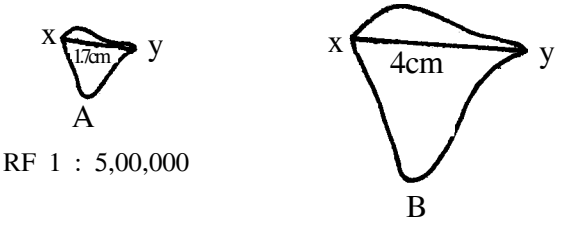
একইভাবে রিডিউস্ড মানচিত্রের হার

$= \left(\frac{50,000}{1,50,000}\right)^2$ বা $= \left(\frac{1}{3}\right)^2$ বা $\frac{1}{9}$ গুণ

বিশেষভাবে মনে রাখার জন্য :

ভাষাগত দিক থেকে মানচিত্রের এনলার্জমেন্ট বললে 3, 4, 6, 9, 12 গুণ প্রভৃতি বোঝায় কিন্তু রিডাকস্ন হলে সব সময় লেখা হয় $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{12}$ ইত্যাদি। বিষয়টি খুব ভালভাবে খেয়াল করবেন। যেমন ধরুন যদি বলা হয় যে মানচিত্রকে $\frac{3}{4}$ গুণ বড় করা হল, তাহলে বুঝবেন যে প্রকৃত পক্ষে মানচিত্রটিকে 4 ভাগের মধ্যে 3 ভাগে রূপান্তরিত করা হল, অর্থাৎ মানচিত্রের রিডাকস্ন হল। তার মানে এর স্কেল অনুপাত বেড়ে গেল। তাহলে দেখুন, বলা হল বড় করা হয়েছে, আসলে তা নয়, ইহা হয়েছে ছোট। অতএব আকারের (size) ভগ্নাংশ বিষয়টি অনুধাবন করবেন।

একই মানচিত্র ছোট ও বড় করে আঁকা আছে, এদের মধ্যে যে-কোনো একটির RF দেওয়া আছে, তাহলে অপরটির স্কেল এবং হ্রাস বা বৃদ্ধির মাত্রা নির্ণয় করতে হবে। এক্ষেত্রে যে মানচিত্রটির RF দেওয়া আছে ত্মধরা যাক A) সেই মানচিত্রের যে-কোনো দুটি প্রান্ত বিন্দুর মধ্যে একটি সরল রেখা টেনে এই দুই বিন্দুর মধ্যবর্তী মানচিত্র দূরত্ব এবং সেই সন্দেগ ভূমি দূরত্ব প্রথমে নির্ণয় করতে হবে এরপর RF বিহীন মানচিত্রের ত্মধরা যাক Bৰ ঐ সদৃশ (identical) প্রান্ত বিন্দুদ্বয় সরলরেখায় যোগ করে মানচিত্র দূরত্ব নির্ণয় করতে হবে। তাহলে B মানচিত্রের দুটি স্টথানে দূরত্ব A মানচিত্রের ঐ দুটি স্টথানের ভূমি দূরত্বের আনুপাতিক। অতএব এর থেকে সহজেই RF নির্ণয় করা যায়। নিচের চিত্র দেখুন :



চিত্র : 1.7

ধরা যাক, RF, 1 : 5,00,000 অনুযায়ী A মানচিত্রে XY দূরত্ব 1.7 cm, ও B মানচিত্রে তা 4 cm তাহলে X ও Y এর মধ্যে ভূমি দূরত্ব হল 8.5 km। অতএব B মানচিত্রে 4cm ভূমি দূরত্ব 8.5 km নির্দেশ করলে B মানচিত্রের স্কেল 1 cm to 2.125 km বা 212500 cm বা RF 1 : 212500 এবং এনলার্জমেন্ট এর মাত্রা প্রায় 5.5 গুণ।

এভাবে যখন মানচিত্র B এর স্কেল ও এনলার্জমেন্ট এর মাত্রা জানা গেল তখন এর আয়তনও নির্ণয় করা যাবে। যদি মানচিত্র A 1.3 Sq.cm আয়তন নির্দের্শ করে তাহলে মানচিত্র B এর আয়তন হবে 1.3 Sq.cm × 5.5 (enlargement এর মাত্রাৰ বা 7.15 Sq.cm.

অনুরূপভাবে যদি এনলার্জমেন্ট মানচিত্রের স্কেল ও আয়তন এবং রিডিউস্ড মানচিত্রের স্কেল জানা থাকে তাহলে দ্বিতীয় মানচিত্রের আয়তন নির্ণয় করা যাবে। উপরের উদাহরণ থেকে ইহা নির্ণয় করা যেতে পারে।

$$\text{রিডিউস্ড মানচিত্রের আয়তন} = 7{\cdot}15 \text{ Sq.cm} \times \left(\frac{2,12,500}{5,00,000}\right)^2$$
$$= 1.3 \text{ Sq. cm.}$$

1.7 ভার্নিয়ার স্কেল (Vernier Scale)

ফরাসী গণিতবিদ B, P. Vernier এই স্কেলের রূপকার। ভার্নিয়ার স্কেল এমন এক প্রকার অন্য ধরনের স্কেল যার দ্বারা সবচেয়ে নির্ভুলভাবে প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের ভগ্নাংশকে পরিমাপ করা যায়। অন্যভাবে বলা যায় যে স্কেলের সাহায্যে ভগ্নাংশের ভগ্নাংশকে মাপা যায় তাকে ভার্নিয়ার স্কেল বলে। ইহা দুটি স্কেল নিয়ে গঠিত—একটি ছোট সাহায্যকারী স্কেল, যাকে বলা হয় ভার্নিয়ার স্কেল এবং অন্য একটি অনড় (fixed) লম্বা স্কেল যাকে বলা হয় প্রধান স্কেল। দুটি স্কেলের প্রান্তভাগ মাত্রাবিভক্ত থাকে।

প্রধান স্কেলের মাত্রান্ধিকত প্রান্তের সন্দেগ ভার্নিয়ার স্কেলের মাত্রান্ধিকত প্রান্ত লেগে থাকে এবং প্রধান স্কেলের উপর ভার্নিয়ার স্কেল সহজেই চলাচল করতে পারে। এই স্কেলে একটি তীর চিহ্ন (↓) থাকে এটি হল ভার্নিয়ারের সূচক চিহ্ন (index mark)। এই সূচক চিহ্ন সর্বদা এই স্কেলের ভাগগুলির শূণ্যকে (0) সূচিত করে। এই স্কেলকে সরল রৈখিক লেখরূপে (Straight linear graph) বা বৃত্তাচাপ রূপে আঁকা যেতে পারে। থিওডোলাইট, সেক্সটান্ট, ব্যারোমিটার, প্লেনিমিটার প্রভৃতি জটিল ও সূক্ষ্ম যন্ত্রে নির্ভুল রিডিং পাঠ করার জন্য ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহৃত হয়।

1.7.1 ভার্নিয়ার প্রকারভেদ

গঠনের উপর ভিত্তি করে ভার্নিয়ার স্কেল সিন্দ্বগল (single) ও ডাবল (double) হতে পারে। সিন্দ্বগল ভার্নিয়ারে একদিকে ও ডাবল ভার্নিয়ারে-এ দুদিকে সূচক চিহ্ন থাকে।

তাসত্ত্বেও, গঠন নীতির দৃষ্টি থেকে ভার্নিয়ারকে দুটি শ্রেণিতে ভাগ করা যায়—ডাইরেক্ট (direct) বা পজিটিভ (positive) এবং রেট্রোগ্রেড (Retrograde) বা নেগেটিভ (Negative)

আপনারা এখানে ডাইরেক্ট ভার্নিয়ার এর গঠন শিখবেন, তার কারন এই ভার্নিয়ার সবচেয়ে বেশী প্রচলিত।

Direct ভার্নিয়ার

আপনারা একটি রুলার (ruler,–যাকে আমরা সাধারণভাবে স্কেল বলে থাকি বা রুলার অবেক্ষা স্কেল বলেই সবচেয়ে বেশী পরিচিতৰ হাতে নিয়ে ইঞ্চিমাত্রান্ধিকত প্রান্ত লক্ষ্য করলে দেখবেন যে এক ইঞ্চিকে

8, 10, 16 বা 20 ভাগে ভাগ করা আছে। সুবিধার জন্য ধরা যাক 1 ইঞ্চিকে 10 ভাগে ভাগ করা আছে। এমন ভাগকে বলা হয় প্রধান স্কেলের ভাগ (main scale division) এবং এর একটি ভাগের মান (value) $1/10$ ইঞ্চি বা 0.1 ইঞ্চি। প্রধান স্কেলের ভাগ থেকে আমরা ন্যূনতম এই মান গণনা করতে পারি। এভাবে .1 ইঞ্চি হিসাবে .2, .3, .4 এরূপ .9 পর্যন্ত ও 1 ইঞ্চি গণনা করতে পারি। প্রধান স্কেলের একটি ভাগের এই মানকে প্রধান সেস্কলের 'ন্যূনতম গণনা' (Least Count) বলা হয় যা এই ক্ষেত্রে d এই সাংকেতিক অক্ষর দ্বারা সূচিত হয়। d অপেক্ষা কম অর্থাৎ এবার এই একটি ভাগের $\frac{1}{n}$ তম ভাগকে যদি পাঠ করার প্রয়োজন হয় তাহলে উপায় কি? উপায় হল প্রধান ভাগ অপেক্ষা আরও ক্ষুদ্রতর ভাগের আর একটি স্কেল গঠন করা। আর এই স্কেলই হল বস্তুত ভার্নিয়ার স্কেল। যদি (n – 1) সংখ্যক প্রধান স্কেলের ভাগের দৈর্ঘ্যকে n দিয়ে ভাগ করা যায় তাহলে ভাগগুলি ক্ষুদ্রতর হবে ও এদের মান প্রধান স্কেলের ভাগের মান অপেক্ষা কম হবে ও প্রধান স্কেলের $\frac{1}{n}$ অংশকে পাঠ করা যাবে, যে জন্য ভার্নিয়ার স্কেলের দৈর্ঘ্য সর্বদা (n – 1) d হয়। এক্ষেত্রে n হল ভার্নিয়ার স্কেল ভাগের সংখ্যা ও d হল প্রধান স্কেলের ন্যূনতম গণনা।

যদি ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের মানকে v ধরা হয়, তাহলে এই স্কেলের দৈর্ঘ্য হবে n·v যা (n – 1) d এর সমান। অতএব নীতির উপর ভিত্তি করে

$$n.v = (n - 1)\, d$$

$$v = \left(\frac{n-1}{n}\right)d$$

$$= 1 - \frac{1}{n}$$

সুতরাং **প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের মানের সন্দেগ ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের মানের পার্থক্য থেকে যায়, তাকে বলা হয় ভার্নিয়ার ধ্রুবক। (Vernier Constant) – VC বা ভার্নিয়ারের 'ন্যুনতম গণনা' (least count)**

$$\text{অতএব } VC = d - \left(1 - \frac{1}{n}\right)d$$

$$= d - d + \left(\frac{d}{n}\right)$$

$$= \frac{d}{n}$$

সুতরাং অন্যভাবে VC হল প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের মান ও ভার্নিয়ার স্কেল ভাগের সংখ্যার অনুপাত।

ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ

ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ করার সময়ে প্রথমে d ও n কে জানতে হয় এবং ভার্নিয়ার ধ্রুবক (VC) বা ভার্নিয়ারের ন্যূনতম গণনা' (Least Count) হিসাব করতে হয়। এরপর ভার্নিয়ারের কোন ভাগটি ঠিক ঠিক ভাবে প্রধান স্কেলের একটি ভাগের সন্দেগ মিলেছে তা জানা। ভার্নিয়ার স্কেলে যত নং ভাগ প্রধান স্কেলের সন্দেগ মিলেছে তত নং ভাগ দ্বারা ভগ্নাংশ অংশের মান পাওয়া যায়।

অতএব ভগ্নাংশ অংশের মান = প্রধান স্কেলের ভাগের সন্দেগ

ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগের মিলন সংখ্যা × ভার্নিয়ার ধ্রুবক।

সুতরাং মোট রিডিং = প্রধান স্কেলে যতটুকু পড়া যায় + ভার্নিয়ার স্কেল রিডিং

Direct ভার্নিয়ারে ভার্নিয়ারের ভাগগুলি প্রধান স্কেলের ভাগগুলি অপেক্ষা ছোট হয়। উভয় স্কেল একই দিকে মাত্রান্দ্বিকত থাকে বলে এই স্কেলের ব্যবহার সহজতর এবং সহজেই একে গঠন করা যায়।

1.7.2 Retrograde বা negative ভার্নিয়ার

এই প্রকার স্কেলে ভার্নিয়ার স্কেলকে n সংখ্যক সমান ভাগে ভাগ করার জন্য প্রধান স্কেলের (n+1) সংখ্যক ক্ষুদ্রতম ভাগকে নেওয়া হয়। ফলে ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগ প্রধান স্কেলের ভাগ অপেক্ষা বড় হয়। একই রকম গঠননীতি এই স্কেলের ক্ষেত্রে অনুসরণ করা হয়। প্রধান স্কেল যেদিকে মাত্রান্দ্বিকত হয় ভার্নিয়ার স্কেল তার বিপরীত দিক থেকে মাত্রান্দ্বিকত থাকে।

অনুশীলনী -1

3.25" পাঠ করার জন্য একটি ভার্নিয়ার স্কেল অংকন করুন, সেখানে 9টি প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগ 10টি ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগ এবং প্রধান স্কেলের ন্যূনতম গণনা $\frac{1}{10}$ ইঞ্চি (চিত্র 1.8)

হিসাব

(1) প্রধান স্কেলের 1 টি ভাগের মান $\frac{1}{10}''$ বা 0.1 (d)

ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগের সংখ্যা – 10 (n)

ভার্নিয়ার স্কেলের দৈর্ঘ্য = (n – 1) × d

= (10 – 1) × 0.1"

= 9 × 0.1" বা 0.9"

(2) ভার্নিয়ার ধ্রুবক = $\frac{d}{n} = \frac{1''}{10} = 0 \cdot 01''$

(VC)

(3) ভার্নিয়ার ভাগের সন্দেগ প্রধান ভাগের মিলন বিন্দু

(Point of coincidence of Vernier division with that of main scale division.)

$$= \frac{\text{প্রধান স্কেলের ভাগের সংখ্যা} \times \text{প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের মান}}{\text{ভার্নিয়ার ধ্রুবক}}$$

$$= \frac{3 \cdot 25'' - 3 \cdot 20''}{0.01''} = \frac{\cdot 05''}{\cdot 01''} = 5 \text{ টি ভাগ।}$$

[প্রধান স্কেলে 1 ইঞ্চিকে 10 ভাগে ভাগ করা হয়েছে, যার প্রতিটি ভাগের মান 0.1″। তাই প্রধান স্কেলে 3.20″ পর্যন্ত পাঠ করা যাবে। বাকী 0.05″ ভার্নিয়ার স্কেল থেকে পাঠ করতে হবে।]

অনুশীলনী -2

15°26′ পাঠ করার জন্য একটি ভার্নিয়ার স্কেল অংকন করুন, যেখানে প্রধান স্কেলের 29টি ভাগ সমান ভার্নিয়ার স্কেলের 30টি ভাগ এবং প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের মান হল 30′ (চিত্র 1.9)

হিসাব

(1) d = 30′

n = 30

ভার্নিয়ার স্কেলের দৈর্ঘ্য = (n –1) × d = (30 – 1) 30′

= 29 × 30′ বা 14°30′

সরল রেখায় এই স্কেল আঁকার জন্য দৈর্ঘ্য নির্ণয়।

0.1″ কে প্রধান স্কেলের একটি ভাগ অর্থাৎ 30′ ধরা হয় তাহলে 29টি ভাগের দৈর্ঘ্য হবে

0.1″ × 29 বা 2.9″

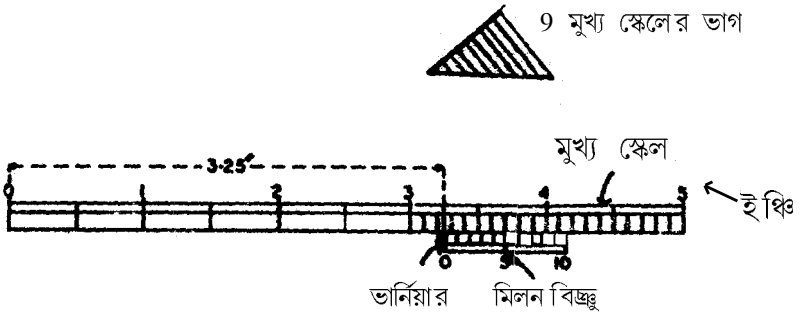
(2) ভার্নিয়ার ধ্রুবক (VC) $= \frac{d}{n} = \frac{30'}{30} = 1'$

(3) ভার্নিয়ার ভাগের মিলন বিন্দুর সংখ্যা

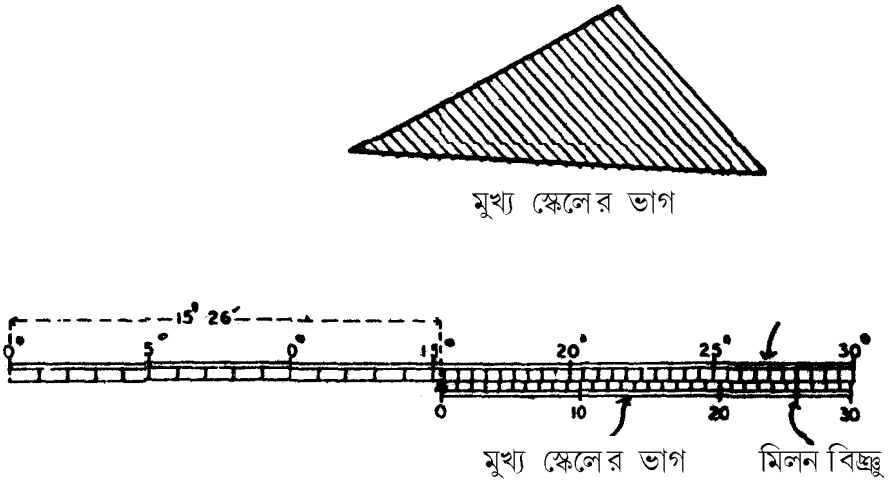
$$= \frac{\text{প্রধান স্কেলের ভাগের সংখ্যা} \times \text{প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের মান}}{\text{ভার্নিয়ার ধ্রুবক}}$$

$$\frac{15°26' - 15°00'}{1'} = \frac{26'}{1'} = 26 \text{ টি ভাগ।}$$

প্রধান স্কেলের এক একটি ভাগ 30′ করে। তাই প্রধান স্কেলে 30′ এর কম পাঠ করা যাবেনা। এক্ষেত্রে প্রধান স্কেলের পাঠ ধরা যাক 14°, 14°30′,15° এভাবে পড়া যায়।



ইঞ্চি ভার্নিয়ার
চিত্র ঃ 1.8



ডিগ্রি ভার্নিয়ার
চিত্র ঃ 1.9

অংকন

(1) ভার্নিয়ার স্কেলের জন্য দৈর্ঘ্য নিয়ে তাকে সমান ভাগে ভাগ করুন। কাগজের একধারে ভাগটি করবেন।

(2) আলাদা করে একটি প্রধান স্কেল অংকন করুন। এ স্কেলে ক্ষুদ্রতম সবকটি ভাগ দেখাতে হবে।

(3) একফালি সরু কাগজে ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগগুলিকে চিহ্নিত করুন যার বাঁদিকের প্রথম ভাগটি শূন্য নির্দেশ করে।

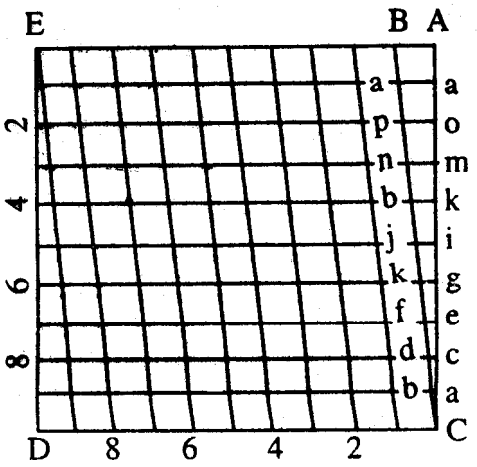
(4) এবার ঐ কাগজকে প্রধান স্কেলের উপর এমনভাবে স্থাপন করুন যাতে ভার্নিয়ার স্কেলের শূন্য কাটা দাগ ও প্রধান স্কেলের যে পর্যন্ত পাঠ করা যায় সেই দাগের সন্দেগ মিলে যায়।

(5) হিসাব থেকে এবার দেখুন ভার্নিয়ার স্কেলের কত নং ভাগ প্রধান স্কেলের যে কোনো একটি ভাগের সন্দেগ মিলছে। এরপর কাগজ একটু ডান দিকে সরিয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের ঐ ভাগকেতার নিকটতম প্রধান স্কেলের ভাগের সন্দেগ মিলিত করুন এবং ঐ অবস্থায় প্রধান স্কেলের উপর পুনরায় ভার্নিয়ার স্কেলকে অংকন করুন।

সমস্ত প্রক্রিয়াটি নির্ভুলভাবে ঠিক ঠিক মত করতে হবে। কোন একটি ক্ষেত্রে ভুল থেকে গেলে ক্রমশ তার পরিমান বাড়তে থাকবে, ফলে শেষ পর্যন্ত ভার্নিয়ার স্কেলের রিডিং নির্ভুলভাবে পাঠ করা যাবে না।

1.8 ডায়াগোনাল স্কেল (Diagonal Scale)

একটি প্লেন বা কমপারেটিভ স্কেলের উপর অত্যক্ষুদ্র ও মাঝারী স্কেলের মানচিত্রের জন্যব নির্ভুলভাবে মাপ করা যেতে পারে গৌণ ভাগের ক্ষুদ্রতম একক পর্যন্ত কিন্তু বড় স্কেলে মানচিত্র ও মৌজা মানচিত্রের উপর আরও সূক্ষ্ম পরিমাপের দরকার হয়। তখন মুখ্য ও গৌণ ভাগের মাপ ছাড়াও আরও একটি দিক অর্থাৎ তৃতীয় দিকের বা মাত্রার পরিমাপের প্রয়োজন হয়, যেমন মিটার, ডেসিমিটার ও সেন্টিমিটার বা প্রধান ভাগের $\frac{1}{100}$ অংশ পরিমাপ করতে হয়। তাই এক্ষেত্রে ডায়গোনাল স্কেলের গুরুত্ব ও ব্যবহার আছে।



গৌণ ও টার্সিয়ারী ভাগের গঠন।
চিত্র : 1.10

ডায়াগোনাল স্কেল : গঠন নীতি

একটি ডায়াগোনাল স্কেলে তিন ধরনের ভাগ আছে—মুখ্য (Primary) গৌণ (Secondary) ও টার্সিয়ারী (Tertiary)। এই স্কেলে টার্সিয়ারী ভাগের মোট মান গৌণ ভাগের একটি ভাগের সমান। একইভাবে গৌণ ভাগের মোট মান একটি মুখ্য ভাগের মানের সমান। ডায়াগোনাল স্কেল গঠনের নীতিটি সদৃশ ত্রিভুজের (Similar triangle) ধর্মের উপর প্রতিষ্ঠিত। এই ত্রিভুজের অনুরূপ বাহুগুলি (like sides) সর্বদা আনুপাতিক হয়। ইহা নীচে ব্যাখ্যা করা হল :

চিত্র নং 1.10 তে ধরা যাক CD হল একটি মুখ্য ভাগ যার উপর একটি আয়তক্ষেত্র ACDE আঁকা হল। এই আয়তক্ষেত্রের AE = DC ও DE = CA এবং প্রতিটি কোণ সমকোণ হয়। DE ও CA কে লৈখিকভাবে সমান 10 ভাগে জ্ঞঅর্থাৎ টার্সিয়ারী ভাগৰ ভাগ করা হল এবং প্রতিটি ভাগের বিজ্ঞুর মধ্য দিয়ে DC সমান্তরালে অনুভূমিক রেখা টানা হল। একইভাবে DC ও EA কে লৈখিকভাবে 10টি সমানভাগে ভাগ করা হল জ্ঞঅর্থাৎ গৌণ ভাগৰ। B হল AE উপর A-এর বাঁদিকের প্রথম ভাগ বিজ্ঞু। এই বিজ্ঞু থেকে C পর্যন্ত কোণাকুণিভাবে B কে যুক্ত করা হল এবং এরপর BC এর সমান্তরালে প্রতিটি গৌণ ভাগের বিজ্ঞু দিয়ে রেখা টানা হল। গৌণ ভাগগুলি কোণাকুণি (diagonally) যুক্ত হয় বলে ঐ স্কেলের এরূপ নামকরণ হয়েছে।

এই চিত্রে রেখার জাল একই কোণ বিশিষ্ট দশটি ত্রিভুজ (abc, cdc, efc, ghc, ijc, kic, mnc, opc, qrc ও ABC) গঠন করেছে ও তাই সবগুলি সদৃশ্য ত্রিভুজ।

1.8.1 ডায়গোনাল স্কেল থেকে মান নির্ণয় :

উপরের চিত্র জ্ঞনং 1.10) অনুসারে CD হল একটি মুখ্য ভাগ ও ইহা সমান দশ ভাগে বিভক্ত। তাহলে এর এক একটি ভাগের মান $\frac{1}{10}$, যা একটি গৌণ ভাগ নির্দেশ করে। অতএব একটি গৌণ ভাগের মোট মান হল মুখ্য ভাগের $\frac{1}{10}$। এবার একটি গৌণ ভাগকে (AB) 10 ভাগে ভাগ করা হয়েছে, অর্থাৎ ইহা $\frac{\frac{1}{10}}{10} = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100}$ ভাগ হয়ে গেল, এটাই হল টার্সিয়ারী ভাগ যার নূন্যতম গণনা $\frac{1}{100}$, অর্থাৎ টার্সিয়ার ভাগ মুখ্য ভাগের $\frac{1}{100}$ অংশ।

সদৃশ ত্রিভুজের নীতি অনুযায়ী অনুরূপ বাহুগুলি আনুপাতিক চিত্রে ABC ত্রিভুজের সবকটি বাহু AB এর আনুপাতিক, AB দৈর্ঘ্যকে যেহেতু 10 ভাগে ভাগ করা হয়েছে সেহেতু বাহুগুলির অনুপাত $\frac{ab}{AB}$ বা $\frac{ab}{10}$ বা $\frac{1}{10}$ জ্ঞপ্রথম ভাগৰ একইভাবে $\frac{cd}{10}$ বা $\frac{2}{10}$ জ্ঞদ্বিতীয় ভাগৰ এভাবে $\frac{qr}{10}$ বা $\frac{9}{10}$ ও $\frac{AB}{10}$ বা $\frac{10}{10}$ বা 1 নির্দেশ করে।

1.8.2 ডায়গোনাল স্কেলের ভাগ ও মাত্রার সম্পর্ক

এই স্কেলের তিনটি ভাগের সন্দ্বেগ তিনটি মাত্রার সম্পর্ক রয়েছে। মাত্রা (dimension) বলতে দৈর্ঘ্যের এককের মানকে বোঝায়। মুখ্য ভাগ দৈর্ঘ্যের এককের বড় মান নির্দেশ করে। তেমনি গৌণ ভাগ বড় মানের ভগ্নাংশকে সূচিত করে, একইভাবে টার্সিয়ারী ভাগ দৈর্ঘ্যের এককের নূন্যতম মান বা বড় মানের ভগ্নাংশের ভগ্নাংশকে নির্দেশ করে, যথা—কিলোমিটার যদি বড় মান হয় তাহলে মিটার হল এর ভগ্নাংশ মান ও সেন্টিমিটার হল মিটারে ভগ্নাংশ বা কিলোমিটারের সাপেক্ষে এর ভগ্নাংশের ভগ্নাংশ হয়, তাহলে মুখ্য, গৌণ ও টার্সিয়ারী ভাগে যথাক্রমে কিমি, মি ও সেমি দেখানো যায়। এভাবে মিটার-সেন্টিমিটার-ডেসিমিটার, মাইল-ফার্লং-গজ হ্ল, গজ-ফুট-ইঞ্চি হ্ল, কিংবা শকত-দশক-একক ইত্যাদি মাত্রা দেখানো যায়। এছাড়া, $1-,\frac{1}{10},\frac{1}{100}$; বা $1-\frac{1}{10},\frac{1}{200}$, বা $1-\frac{1}{20}-\frac{1}{400}$, বা $1-\frac{1}{20}-\frac{1}{500}$ ভগ্নাংশ মাত্রাও দেখানো যায়। তবে টার্সিয়ারী ভাগে 'ন্যূনতম গণনাঙ্ক সাধারণত $\frac{1}{100}$ বা $\frac{1}{200}$ দেখানো হয়। উদাহরণ দিয়ে বিষয়টি পরিষ্কার করা যাক। মনে করুন, আপনি 2.47 মাইল ডায়গোনাল স্কেলে পাঠ করবেন অতএব আগেই ভাবুন কোন ভাগে কত দেখাবেন। ভাবনাটা এই রকম হতে পারে—2 মাইল + ·4 মাইল + ·07 মাইল যথাক্রমে মুখ্য, গৌণ ও টার্সিয়ারী ভাগে নির্দেশিত হবে। এবার ভাবতে হবে যে মুখ্য ভাগ যদি 1 মাইলের হয় তাহল তাকে 10 ভাগ করলে জ্বঅর্থাৎ গৌণ ভাগেব এক একটি ভাগ $\frac{1}{10}$ মাইল বা ·1 মাইল নির্দেশ করবে যার 4 ভাগ নিলে (.1 × 4) .4 মাইল দেখানো যাবে। ঠিক একই ভাবে একটি গৌণ ভাগকে 10 ভাগ করলে জ্বটার্সিয়ারী ভাগব অর্থাৎ .1 মাইলকে 10 ভাগ করলে $\frac{1}{10}$ মাইল বা একভাগে ·01 মাইল হয়, ফলে এরকম 7 ভাগ নিলে (.01 × 7) .07 মাইল দেখানো যায়। কিন্তু মুখ্য ভাগের মান যদি 2 মাইলের ধরা হয় তাহলে ডায়াগোনাল স্কেল অংকন জটিল হয়ে যাবে। সুতরাং মুখ্য ভাগের মান নির্ণয় করা ও তাকে গৌণ ও টার্সিয়ারী ভাগে ভাগ করার যৌক্তিকতার উপর ডায়গোনাল স্কেলের অংকন নির্ভর করে। প্রত্যেক ভাগে হিসেব করে দেখে নেবেন যে মানগুলি যেন বিভাজ্য হয়েছে। অতএব ডায়গোনাল স্কেল আঁকতে হলে মুখ্য ভাগ থেকে চিন্তাকে ধীরে ধীরে অন্যান্য ভাগের দিকে ছড়িয়ে দিতে হবে। তবেই এই স্কেল আঁকা সহজতর হবে, অন্যথায় জটিল হবে।

অনুশীলনী

(1) একটি ডায়াগোনাল স্কেল অংকন করুন যার উপর 2 গজ 1 ফুট ও 10 ইঞ্চি দেখানো যাবে। RF হল 1 : 40 জ্বচিত্র 1.11)

হিসাব

স্কেলে দেখতে হবে 2 গজ 1ফুট ও 10 ইঞ্চি। অতএব স্কেলের উপর ভাগগুলির বন্টন হল

মুখ্য		গৌণ		টার্সিয়ারী	
মান	সংখ্যা	মান	সংখ্যা	মান	সংখ্যা
1 গজ	2	1 ফুট	1	1 ইঞ্চি	10

∴ মুখ্য ভাগের সংখ্যা $\frac{3}{1}$ = 3

∴ গৌণ ভাগের সংখ্যা = $\frac{1 \text{ ফুট}}{1 \text{ গজ}}$ = 3

টার্সিয়ারী ভাগের সংখ্যা = $\frac{1 \text{ ফুট}}{1 \text{ ইঞ্চি}}$ = 12

এখন প্রদত্ত R.F. 1 : 40 থেকে পাই :

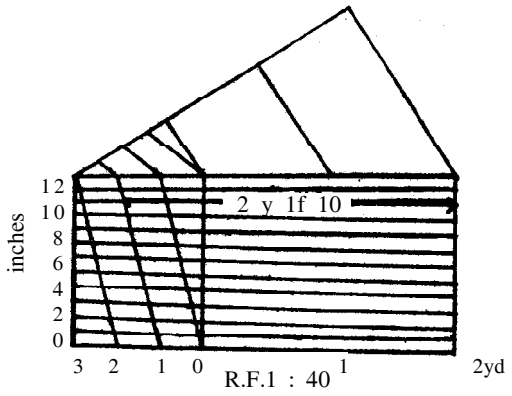
ভূমিতে 40 ইঞ্চি মানচিত্রে 1 ইঞ্চির সমান

বা ,, $\frac{40}{36}$ গজ ,, 1 ,, ,,

বা ,, 1 গজ ,, $\frac{1 \times 36}{40}$,, ,,

= 0.90 ইঞ্চি

∴ তিনটি প্রধান ভাগের জন্য স্কেলের দৈর্ঘ্য 3 × ·9 ইঞ্চি = 2.7 ইঞ্চি



চিত্র নং 1.11

(2) একটি ডায়গোনাল স্কেল অংকন করুন যার উপর 2 মাইল 6 ফার্লং ও 120 গজ দেখানো যাবে। এর RF হল 1 : 50,000 জ্বচিত্র নং 1.12)

হিসাব :

স্কেলে দেখাতে হবে 2 মা. 5 ফা 120 গ, অতএব স্কেলের উপর ভাগগুলির বন্টন হল :

মুখ্য		গৌণ		টার্সিয়ারী	
মান	সংখ্যা	মান	সংখ্যা	মান	সংখ্যা
1 মাইল	2	1 ফার্লং	6	20 গজ	6

∴ মুখ্য ভাগের সংখ্যা $\frac{3}{1} = 3$

গৌণ ভাগের সংখ্যা = $\frac{1}{1} = 8$

টার্সিয়ারী ভাগের সংখ্যা = $\frac{1}{20} = 11$

প্রদত্ত R.F. 1 : 50,000 থেকে পাই :

ভূমিতে 50,000 ইঞ্চি মানচিত্রে 1 ইঞ্চি নির্দেশ করে

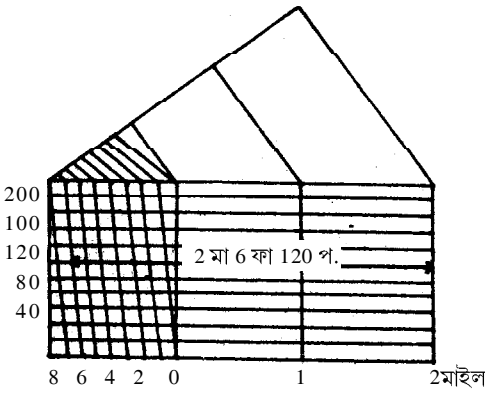
,, $\frac{50,000}{63360}$ মাইল ,, 1 ,, ,, ,,

,, 1 মাইল ,, $\frac{1 \times 63360}{50,000}$,, ,, ,,

= 1.27 ইঞ্চি জ্বপ্রায়ৰ

,, 3 মাইল ,, 1.27 × 3 ,, ,, ,,.

= 3.81 ইঞ্চি



R.F.1 : 50.000

চিত্র নং 1.12

(3) একটি ডায়গোনাল স্কেল অংকন করুন যার উপর 3 কিমি 4 হেমি 60 মি দেখানো যাবে। এই স্কেলের R.F. 1 : 40,000. (চিত্র 1.13)

হিসাব :

স্কেলে দেখাতে হবে 3 কিমি, 4 হেমি 60 মি, অতএব স্কেলের উপর ভাগগুলির বন্টন হল :

মুখ্য		গৌণ		টার্সিয়ারী	
মান	সংখ্যা	মান	সংখ্যা	মান	সংখ্যা
1 কিমি	3	2 হেমি	2	20 মি	3

অতএব মুখ্যভাগের সংখ্যা = 4 কিমি ÷ 1 কিমি = 4

গৌণ ভাগের সংখ্যা = $\frac{1 \text{ [illegible]}}{2 \text{ [illegible]}}$

টার্সিয়ারী ভাগের সংখ্যা = $\frac{2 \text{ [illegible]}}{20 \text{ [illegible]}}$ = 10

সুতরাং প্রদত্ত R.F 1 : 40,000 থেকে পাই

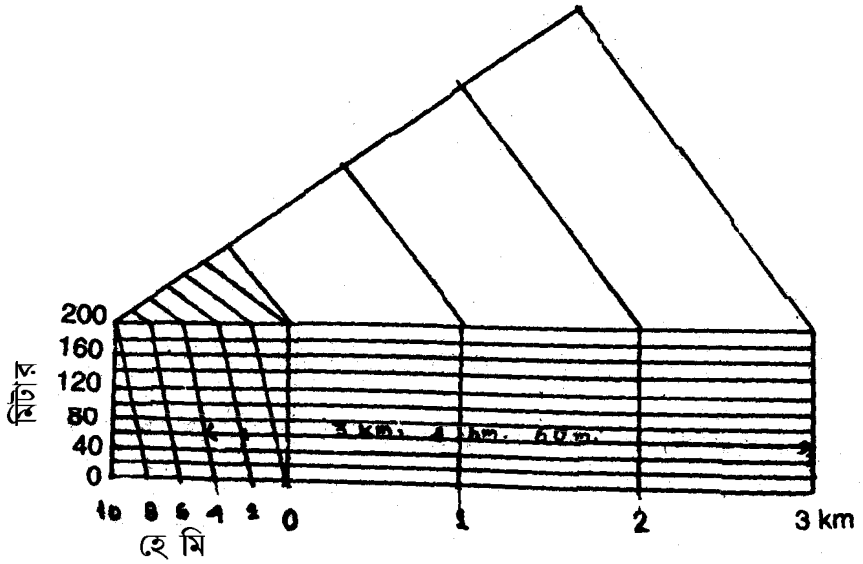
ভূমিতে 40,000 সেমি মানচিত্রে 1 সেমি নির্দেশ করে

ভূমিতে $\frac{40,000}{1,00,000}$ কিমি মানচিত্রে 1 সেমি নির্দেশ করে

ভূমিতে 1 কিমি মানচিত্রে $\frac{1\times1,00,000}{40,000}$ সেমি নির্দেশ করে

$= 2.5$ সেমি

মুখ্য ভাগের সংখ্যা 4 হলে স্কেলের
মোট দৈর্ঘ্য $= 2.5 \times 4$ সেমি বা 10 সেমি



R.F.1 : 40.000

চিত্র নং 1.13

প্রশ্নাবলী :

(1) ভূ-গোলকে নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য 78.3 সেমি, হলে উহার স্কেল কত? ওই স্কেল অনুযায়ী একটি রৈখিক স্কেল অন্দ্বকন করুন।

(2) কোনো মানচিত্রে 2.5″ × 3.17″ ক্ষেত্রফল ভূ-পৃষ্ঠের 5295 বর্গমাইল ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে। এক্ষেত্রে মানচিত্রটির R.F. নির্ণয় করুন ও রৈখিক স্কেল অন্দ্বকন করুন।

(3) নিরক্ষরেখার উপর 15° বৃত্তচাপ ভূ-গোলকে 2.15 ইঞ্চি নির্দেশ করলে R.F. কত হবে? এই R.F. এর সাহায্যে রৈখিক স্কেল অন্দ্বকন করুন।

(4) 1 : 98, 000 R. F. অনুযায়ী 2 কিমি ও 500 মি প্রদর্শনকারী রৈখিক স্কেল অন্দ্বকন করুন।

(5) প্রধান ভাগে 50 km ও 350 মাইল এবং গৌণ ভাগে 10 কিমি ও 10 মাইল প্রদর্শনকারী কম্পারেটিভ স্কেল অন্দ্বকন করুন যখন R.F. 1 : 2,00,000।

(6) 64 মি. 80 সেমি পাঠের উদ্দেশ্যে ডায়গোনাল স্কেল অন্দ্বকন করুন যখন R.F. 1 : 675।

(7) 1 সেমিতে 5.5 কিমি স্কেলে অন্দ্বিকত মানচিত্রে 40 কিমি পাঠের উদ্দেশ্য ডায়গোনাল স্কেল অন্দ্বকন করুন যেখানে প্রত্যেক প্রধান ভাগ 1 সেমি।

(8) 4 গজ 2 ফুট 7 ইঞ্চি পরিমাপ দেখানোর উদ্দেশ্যে ডায়গোনাল স্কেল অন্দ্বকন করুন। এক্ষেত্রে R. F. 1 : 50।

(9) 1.705 মাইল পাঠের জন্য ডায়গোনাল স্কেল অন্দ্বকন করুন যখন R. F. 1 : 15940।

(10) 1 : 1 অনুযায়ী 2.57″ পরিমাপের জন্য ডায়গোনাল স্কেল অন্দ্বকন করুন।

(11) 1 cm to 2.5 মি. স্কেল অনুযায়ী 42.7 মিটার প্রদর্শন করে ডায়গোনাল স্কেল অন্দ্বকন করুন।

(12) কোন ভার্নিয়ার স্কেল-এ 29টি প্রধান স্কেল ভাগ 30টি ভার্নিয়ার ভাগের সমান। এক্ষেত্রে ভার্নিয়ার ধ্রুবক কত যখন প্রতিটি প্রধান স্কেলের ভাগ 30′। এই হিসাব অনুযায়ী 125°12′ পাঠের উদ্দেশ্যে ভার্নিয়ার স্কেল অন্দ্বকন করুন।

(13) ভার্নিয়ার ধ্রুবক 30 সেকেন্ডে এবং ক্ষুদ্রতম প্রধান স্কেল ভাগ 15 মিনিট হলে 16°23′30″মান প্রকাশক একটি ভার্নিয়ার স্কেল অন্দ্বকন করুন। এই স্কেলটিতে বিভাজন সংখ্যা কত?

(14) 12°46′ পরিমাপ দেখানোর জন্য একটি ভার্নিয়ার স্কেল অন্দ্বকন করুন যখন প্রত্যেক ভার্নিয়ার ভাগ 5.6′ ভার্নিয়ার ধ্রুবক 24″।

(15) 19টি প্রধান স্কেল ভাগ 20টি ভার্নিয়ার স্কেল ভাগের সমান হলে এবং d = .1″ হলে পাঠের উদ্দেশ্যে 2.665″ স্কেল অন্দ্বকন করুন।

(16) 1 : 1,00,000 স্কেল বিশিষ্ট কোন মানচিত্রের মোট আয়তন 360 বর্গসেমি। 1 : 2,50,000 স্কেলে অন্দ্বকন করা হলে ওই মানচিত্রের আয়তন কত হবে? এক্ষেত্রে মানচিত্রটি কতগুণ ছোট (reduced) হয়েছে?

(17) 1 : 65,000 R.F. বিশিষ্ট একটি মানচিত্রকে $\frac{1}{4}$ ভাগ ছোট করা হল নতুন মানচিত্রটির R. F নির্ণয় করুন এবং একটি রৈখিক স্কেল অন্দ্বকন করুন।

(18) 1 : 80,000 বিশিষ্ট একটি মানচিত্রকে তার প্রকৃত আয়তনের থেকে 3 গুণ বৃদ্ধি করা হল। এই বর্ধিত আয়তনের মানচিত্রটির R.F. নির্ণয় করুন এবং এই মানচিত্রে একটি রাস্তার দৈর্ঘ্য কত হবে যার প্রকৃত মানচিত্রে দৈর্ঘ্য ছিল 4.29 সেমি।

(19) 1 : 50,000 R.F. বিশিষ্ট কোন মানচিত্রের আয়তন ছিল 4,52 বর্গ সেমি। বর্ধিত করার পর মানচিত্রটির আয়তন হয় 27.69 বর্গ সেমি। বর্ধিত মানচিত্রটির R.F. নির্ণয় করুন।

একক 2 ❑ প্রিজম্যাটিক কম্পাস সার্ভে

গঠন

2.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

2.2 জরিপ ব্যবস্থায় সর্বেক্ষন : সংজ্ঞা, প্রকার ভেদ

2.2.1 সার্ভেইং এর প্রকার ভেদ

2.3 ট্র্যাভার্স সার্ভে

2.3.1 দিগংশ সংজ্ঞা :

2.3.2 দিগংশ শ্রেণি বিভাগ

2.3.3 দিগংশ চিহ্নিত করার পদ্ধতি অনুসারে দিগংশের নামকরণ

2.3.4 জরিপ কাজের অভিমুখ অনুযায়ী দিগংশ

2.4 ট্র্যাভার্স সার্ভে—প্রিজম্যাটিক কম্পাসের সাহায্যে

2.4.1 জরিপ কার্য প্রণালী

2.4.2 গণনায় হিসাব

2.4.3 ট্র্যাভার্স অংকন

2.4.4 ক্লোজিং এরর-এর বন্টন

2.4.5 ভুলের উৎস

2.4.6 জরিপ কালীন সতর্কতা

2.4.7 ট্র্যাভার্সের অন্তর্বর্তী কোণ নির্ণয়

2.4.8 ট্র্যাভার্সের ক্ষেত্রফল নির্ণয়

2.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

2.6 উত্তরমালা

2.1 প্রস্তাবনা

ক্ষেত্র সমীক্ষা (field study) ভূগোলের ও ভূগোলবিদদের কাছে এক গুরত্বপূর্ণ বিষয়। এই সমীক্ষায় অন্যান্য বিষয়ের সন্দেগ ভূমি-ব্যবহারের (Land use) উপর যথেষ্ট গুরুত্ব দেওয়া হয়। বৃহৎ স্কেলের মানচিত্র (large scale map) থেকে জ্ঞযেমন মৌজা মানচিত্র, যার স্কেল 16 ইঞ্চিতে এক মাইলৰ সেই সময়ের ভূমি ব্যবহারের খুঁটিনাটি সব বিষয় জানা যায় যে সময়ে ঐ মানচিত্র তৈরী হয়েছিল। ভূমি ব্যবহারের ধরন বা প্যাটার্ন সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তিত হয়। এর দ্রুত পরিবর্তন গ্রামাঞ্চল অপেক্ষা শহরাঞ্চলে বেশী হয়। ফলে পুরানো মানচিত্রে অনেক অসংন্দগতি দেখা যায়। এজন্য আবার নতুন করে মানচিত্র বানাতে হয়। এই নতুন মানচিত্রের জন্য দরকার নিবিড় জরিপ কাজ, যে কাজের মাধ্যমে মানচিত্র বা নকশা গঠনের সাথে সাথে (Plan বা অতি বৃহৎ মানচিত্রকে নকশাও বলা হয়ৰ জমি, বাড়ী, জলাশয়, পুকুর, বাগান, মন্ত্রির, রাস্তাঘাট, খেলার মাঠ, পার্ক ইত্যাদির ভৌগোলিক অবস্থান দেখান হয়। প্রত্যন্ত অঞ্চলের ক্ষেত্র সমীক্ষার সময় মানচিত্র বা নকশা না পাওয়া গেলে প্রথমে ঐ এলাকা জরিপ করে নকশা তৈরী করতে হয় ও তাকে পূরণ (fill up) করতে হয়। সুতরাং জরিপ কাজ ভৌগোলিকদের জানা আবশ্যক।

ভূ-পৃষ্ঠের নক্শা তৈরীর জন্য অনেক জরিপ পদ্ধতির মধ্যে প্রিজম্যাটিক কম্পাসের সাহায্যে জরিপ করা হল একটি পদ্ধতি বিশেষ, এই যন্ত্রের সাহায্যে জরিপ পদ্ধতির নানা বিষয় এই এককে আলোচনা করা হল।

উদ্দেশ্য : প্রিজম্যাটিক কম্পাস জরিপ পদ্ধতি থেকে আপনারা জানতে পারবেন :

(1) জরিপ ব্যবস্থা কাকে বলে।

(2) এই কম্পাস জরিপ পদ্ধতি সম্বন্ধে।

(3) মানচিত্র বা নকশা গঠন সম্বন্ধে।

(4) ভৌগোলিক দিক, অবস্থান সম্বন্ধে।

(5) ক্ষেত্রিয় পরিমাপ সম্বন্ধে।

(6) এই পদ্ধতির প্রয়োগ, সুবিধা, অসুবিধা, ত্রুটি সম্বন্ধে।

2.2 জরিপ ব্যবস্থাযসর্বেক্ষণ (Surveying) : সংজ্ঞা

সর্বেক্ষণ **ষ** সার্ভেইং হল পরিমাপ (measurement) গঠনের কৌশল তথা বিজ্ঞান যার দ্বারা ভূ-পৃষ্ঠের উপর বিজ্ঞুর (Points) আপেক্ষিক অবস্থান এমনভাবে নির্ণয় করা হয় যাতে পৃথিবীর উপরিভাগের যেকোনো অংশের আকৃতি ও বিস্তারকে একটি মানচিত্র বা নকশার (Plan) উপর দেখানো যেতে পারে।

পৃথিবী পৃষ্ঠের খুঁটিনাটি বিষয়গুলির অবস্থান (detials) নির্ভুলভাবে সার্ভেইং এর সাহায্যে নির্ণয় করা যায়। সময়ের পরিবর্তনের সন্দেগ এই খুটিনাটি বিষয়গুলির পরিবর্তন ঘটে যা কেবলমাত্র জরিপ দ্বারা সঠিকভাবে সেগুলিকে একীভুশু (incorporate) করা যায়।

সার্ভেইং এর সন্দেগ ব্যাপক ফিল্ড ওয়ার্ক (Field work) ও বিশদ ল্যাবরেটরির কাজ জড়িত, এর সন্দেগ অতিরিশু ভাবে যুশু হয়েছে ফিল্ডে যন্ত্রের ব্যবহার সম্বন্ধে ভাল জ্ঞান থাকা। ফিল্ডের কাজগুলি হল (1) দূরত্ব ও কোণের মাপ করা এবং (2) ফিল্ড নোট তৈরী করা।

2.2.1 সার্ভেইং এর প্রকার ভেদ :

সার্ভেইং কে দুটি সাধারণ শ্রেণিতে ভাগ করা হয়, যথা (a) জিওডেটিক (geodetic) ও (b) তল (plane)। জিওডেটিক সার্ভেতে পৃথিবীর বক্রতাকে ধরা হয়, কারণ বিশাল দূরত্ব ও এলাকা জুড়ে ইহা করা হয়। তল সার্ভে পৃথিবীর ছোট এলাকা জুড়ে হয়। ভূ-পৃষ্ঠকে একটি সমতল বলে মনে করা হয়। এক্ষেত্রে এর বক্রতাকে গণ্য করা হয় না। তাই তল জরিপের জন্য জ্যামিতি (geometry) ও তল সম্বন্ধীয় ত্রিকোণোমিতি-র জ্ঞান থাকা দরকার।

জরিপকে বিভিন্নভাবে আরও ভাগ করা যায়। তবে যেগুলির সন্দেগ বেশী পরিচিত সেইগুলিই বলা হল :

(1) জরিপের পদ্ধতি অনুসারে

(i) ট্র্যান্দ্বগুলেশন সার্ভে (Triangulation Survey)

(ii) ট্র্যাভার্স সার্ভে (Traverse Survey)

(2) যন্ত্রের ব্যবহার অনুযায়ী

(i) চেন সার্ভে (Chain Survey)

(ii) থিওডোলাইট সার্ভে (Theodolite Survey)

(iii) কম্পাস সার্ভে (Compass Survey)

(iv) প্লেন টেবল সার্ভে (Plane Table Survey)

(v) ট্যাকিওমেট্রিক সার্ভে (Tacheometric Survey)

এই এককে আপনারা কম্পাস সার্ভে বা ট্র্যাভার্স সার্ভে সম্বন্ধে জানবেন।

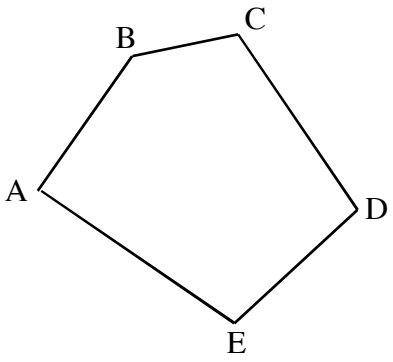
2.3 ট্র্যাভার্স সার্ভে :

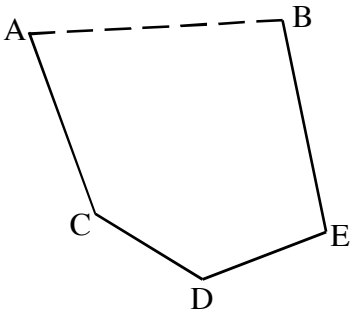
একটি ট্র্যাভার্স হল ধারাবাহিক নিরীক্ষণের দ্বারা জরিপ করা কতকগুলি পর পর সংযুশু রেখা যার দৈর্ঘ্য ও দিক একটি জ্ঞাত যাত্রাবিচ্ছু (Starting point) থেকে মাপ করা হয়। ট্র্যাভার্স জরিপে চেন বা ফিতের (tape) সাহায্যে রেখার দৈর্ঘ্য ও কোণ (angle) মাপার যন্ত্রের সাহায্যে দিক নির্ণয় করা হয়। ট্র্যাভার্সিং ট্রাভার্স জরিপের কৌশলকেই বোঝায়।

ট্র্যাভার্স দুই প্রকার—(a) বদ্ধ (closed) ও (b) উন্মুশু (open)

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

(a) বদ্ধ ট্র্যাভার্স— প্রারম্ভিক বিন্দু থেকে জরিপ শুরু করে পূর্ণ পরিসীমা গঠন করে ঐ একই বিন্দুতে জরিপ শেষ হলে যে ট্র্যাভার্স (fig 2.1a) হয় তাকে এবং যে ট্র্যাভার্সের (2. 1b) প্রথম বিন্দু ও শেষ বিন্দুর অবস্থান নকশায় জানা আছে তাকে বদ্ধ ট্র্যাভার্স বলা হয়। এই ট্র্যাভার্স বহুভুজ গঠন করে।

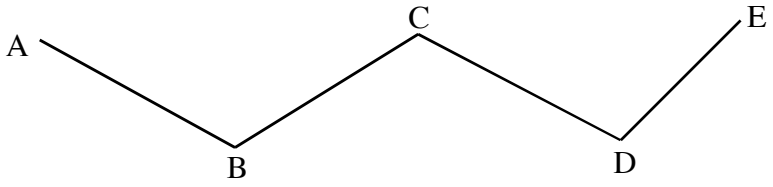




চিত্র 2.1aব চিত্র 2.1b)

উন্দুশু ট্র্যাভার্স (open Traverse)—যে ট্র্যাভার্স বদ্ধ বহুভুজ গঠন করে না তাকে উন্দুশু ট্র্যার্ভাস বলে চিত্র 2.2ব।

ট্র্যাভার্স জরিপে প্রতিটি রেখার দৈর্ঘ্য ও দিক নির্ণয় করা হয়। এই দিক নির্ণয় দিগংশ-এর (bearing) দ্বারা করা হয়, এই দিগংশ পরিমাপ করা হয় কম্পাসের সাহায্যে। দিগংশ সম্বণ্ডেধ ভাল ধারণা থাকা দরকার।



চিত্র 2.2ব

2.3.1 দিগংশ (Bearing) : সংজ্ঞা

নির্দিষ্ট উল্খেখকারী দিক বা দ্রাঘিমারেখার (reference direction or merdian) সন্দেগ যে রেখা অনুভূমিক কোণ (horizontal angle) উৎপন্ন করে তাকে দিগংশ বলে। উল্খেখকারী রেখা থেকে দিগংশ

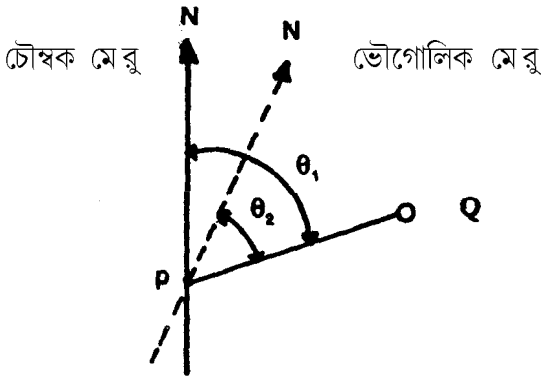
সর্বদা ঘড়ির কাঁটার দিক (clock wise direction) অনুযায়ী মাপা হয়।

2.3.2 দিগংশ শ্রেণী বিভাগ :

A. উল্লেখকারী রেখা অনুসারে দিগংশ তিন প্রকার ঃ—

i) প্রকৃত দিগংশ (True bearing) বা অ্যাজিমুথ (azimuth) —ভৌগোলিক দ্রাঘিমারেখা ও কোন একটি রেখার মধ্যে উৎপন্নকারী অনুভূমিক কোণকে প্রকৃত দিগংশ বা অ্যাজিমুথ বলা হয়। প্রতিটি মধ্যরেখা উত্তরমেরু ও দক্ষিণ মেরুতে মিলিত হয়েছে, তাই অ্যাজিমুথ যে কোন দ্রাঘিমারেখার সাপেক্ষে মাপা যায়। মানচিত্র অভিক্ষেপের সন্দেগ অ্যাজিমুথ অন্দগান্দিগ ভাবে জড়িত।

ii) চৌম্বক দিগংশ (magnentic bearing) —চৌম্বক মধ্যরেখার (magnetic meridian) অর্থাৎ চৌম্বক উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরুর সাপেক্ষে কোন রেখার অনুভূমিক কোনকে চৌম্বক দিগংশ বলা হয় ত্মচিত্র 2.3ৰ। চিত্র থেকে দেখা যাে২৬ θ_1 হল PQ রেখার চৌম্বক দিগংশ ও θ_2 হল PQ রেখার প্রকৃত দিগংশ। ট্র্যাভার্স জরিপে চৌম্বক দিগংশের দ্বারা দিক নির্ণয় করতে হয়।



ত্মচিত্র 2.3ৰ

একটি চৌম্বক ও ভৌগোলিক ত্মপ্রকৃতৰ দিগংশ

iii) ঐ২৬ক দিগংশ (arbirary bearing)—ভূমিতে ই২৬মত যে কোন একটি রেখাকে নির্দিষ্ট ধরে নিয়ে ঐ রেখার সন্দেগ উৎপন্ন অন্য রেখার অনুভূমিক কোণকে ঐ২৬ক দিগংশ বলা হয়। সাধারণতঃ জমি-জমা, পুকুর ইত্যাদির জরিপ করতে এ ধরণের দিগংশের ব্যবহার হয়। এক্ষেত্রে কোন স্থায়ী বস্তুকে সামনে রেখে রেফারেন্স রেখা কল্পনা করা হয়।

B. দিগংশ চিহ্নিত করার পদ্ধতি অনুসারে দিগংশের নামকরণ

দিগংশের নামকরণের পদ্ধতি অনুসারে ইহা দু প্রকার ঃ

i) পূর্ণ বৃত্তীয় দিগংশ (Whole Circle Bearing)

ii) রিডিউস্‌ড দিগংশ (Reduced Bearing)

i) **পূর্ণ বৃত্তীয় দিগংশ-উল্লেখকারী (reference) দ্রাঘিমা রেখার উত্তর বিন্দু থেকে দক্ষিণাবর্তে ঘড়ির কাঁটার ন্যায় দক্ষিণাবর্তে বৃত্তকে বেষ্টন করে কোন রেখার যে দিগংশ পরিমাপ করা হয় তাকে পূর্ণ বৃত্তীয় দিগংশ (W. C. B) বলা হয়। এরূপ দিগংশের মান 0° থেকে 360°-র মধ্যে থাকে।**

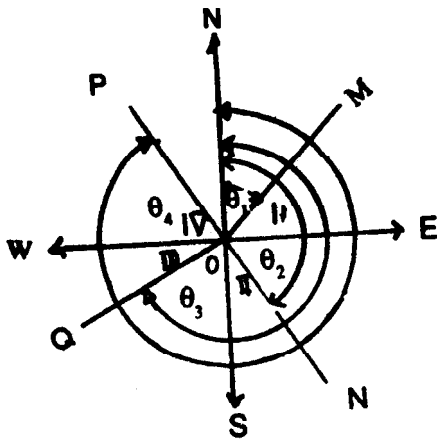
চিত্র 2.4 -এ W.C.B দেখানো হল, যেমন

θ_1 OM রেখার দিগংশ

θ_2 ON রেখার দিগংশ

θ_3 OQ রেখার দিগংশ

θ_4 OP রেখার দিগংশ

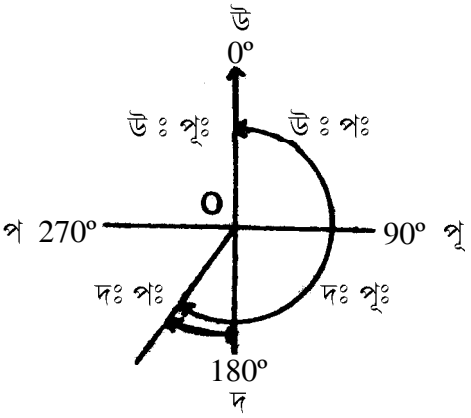


জ্ঞচিত্র 2.4ৰ

I, II, III ও IV এক একটি বৃত্তপাদ (quadrant) নির্দেশ করে।

তীর চিহ্ন লক্ষ্য করুন প্রতিটি রেখার দিগংশ পরিমাপ করা হয়েছে সবসময় দক্ষিণাবর্তে ON এই দ্রাঘিমা রেখার উত্তর বিন্দুর সাপেক্ষে, এই পদ্ধতিতে দিগংশ কোণ দ্বারা সুনির্দিষ্ট করা হয়, এখানে দিক চিহ্ন, N,E,S,W-এদের ব্যবহার দরকার নেই। প্রিজম্যাটিক কম্পাস বা থিওডোলাইটের দ্বারা পূর্ণবৃত্তীয় দিগংশ মাপা হয়।

ii) রিডিউস্‌ড দিগংশ (Reduced Bearing-RB)– **কোন রেখার পূর্ণবৃত্তীয় দিগংশকে ঐ রেখার অন্তর্গত বৃত্তপাদ অনুযায়ী হিসাবসপ্রাপ্ত ভাবে প্রকাশ করা হলে তাকে রিডিউসড দিগংশ (Reduced Bearing) বলা হয়।** উত্তর-দক্ষিণ ওপূর্ব-পছিমে বিস্তৃত দু'টি সরলরেখা পরস্পর সমকোনে ছেদ করলে কোন তল চারটি বৃত্তপাদে (quadrant) ভাগ হয়, ও দিক অনুযায়ী তাদের নামকরণ করা হয় জ্ঞচিত্র 2.5ৰ,



জ্ঞচিত্র 2.5ৰ

যেমন উত্তর-পূর্ব জ্ঞউঃ পূঃৰ

দক্ষিণ-পূর্ব জ্ঞদঃ পূঃৰ

দক্ষিণ-পছিম জ্বদঃ পঃৰ
ও উত্তর-পছিম জ্বউঃ পঃৰ,
প্রতি বৃত্তপাদের মান 90°।

বৃত্তপাদ পদ্ধতিতে দিগংশ উত্তর বা দক্ষিণ বিছ্রু থেকে ঘড়ি কাঁটার দিক বা বিপরীত উভয় দিকে মাপ করা যায়। যে রেখার পূর্ণবৃত্তীয় দিগংশ (WCB) যে বৃত্তপাদকে নির্দেশ করে সেই বৃত্তপাদের নিকটতম উত্তর বা দক্ষিণ বিছ্রু অনুযায়ী রিভিউসড দিগংশ মাপা হয়। ধরা যাক, জ্বচিত্র 2.5ৰ OP রেখার W.C.B 200°। অতএব OP রেখা দঃপঃ বৃত্তপাদের অন্ত্রর্গত এবং ঐ রেখার নিকটতম বিছ্রু হল দক্ষিণ বিছ্রু, অতএব দক্ষিণ বিছ্রু নির্দেশকারী রেখা ও বাঁদিকে OP রেখার মধ্যে উৎপন্ন অনুভূমিক কোণ রিডিউস্ড দিগংশ হবে। অতএব এক্ষেত্রে এর মান 200°-180° = দঃ 20° পঃ। এ ধরণের দিগংশ লিখতে হলে বৃত্তপাদ উল্ছেখ করতে হয়। রিডিউসড দিগংশের মান 0° থেকে 90° হয়। উত্তর পূর্ব বৃত্তপাদে এই দু প্রকার দিগংশের মানের কোন পরিবর্তন হয়না। W.C.B থেকে R.B কিভাবে লাভ করা যায় তা নীচের সারনীতে দেখানো হল।

সারণী 2.1

ক্ষেত্র	**W.C.B** এ মান	**R.B.** এর জন্য নিয়ম	বৃত্তপাদ
I	0° - 90°	= W.C.B	উঃ পূর্ব
II	90° – 180°	= 180° – W.C.B	দঃ পঃ
III	180° – 270°	= W.C.B – 180°	দঃ পঃ
IV	270° – 360°	= 360° – W.C.B	উঃ পূর্বঃ

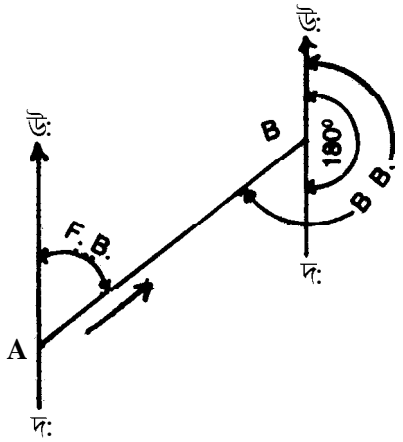
W.C.B – Whole Circle Bearing বা পূর্ণবৃত্তীয় দিগংশ
R.B–Reduced Bearing–রিডিউসড দিগংশ,

উল্টোভাবে কোন রেখার R.B জানা থাকলে তার W.C.B ঐ একই নিয়মে নির্ণয় করা যায়।

C. জরিপ কাজের অভিমুখ অনুযায়ী দিগংশ ঃ—

জরিপ কাজের দিক অনুযায়ী দিগংশ দু প্রকার—সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (Fore Bearing), সংক্ষেপে F.B ও পছাৎ অভিমুখ দিগংশ (Back Bearing), সংক্ষেপে B.B। জরিপ কাজ যেদিকে এগিয়ে যায় সেই দিক করে যে রেখার দিগংশ নেওয়া হয় তাকে F.B বলা হয়। আর এর ঠিক বিপরীত দিক

করে নিলে তাকে B.B বলা হয়। সুতরাং প্রত্যেক রেখার দুটি করে দিগংশ থাকে। নিচে চিত্রে জ্ঞনং 2.6ৰ তীর চিহ্ন দিয়ে AB রেখার উপর জরিপের অভিমুখ দেখানো হয়েছে ও সেইমত উত্তর দক্ষিণ রেখার থেকে F.B ও B.B কে দেখানো হয়েছে।



জ্ঞচিত্র 2.6ৰ

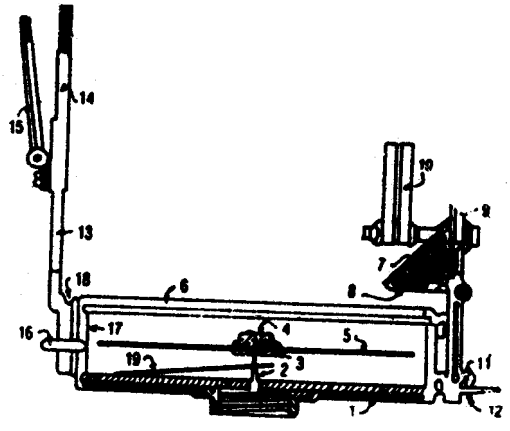
এখানে রেখা হল AB, তাহলে A থেকে B এর দিগংশকে F.B বলা হয়। B ও A এর মধ্যে পার্থক্য ঠিক 180°। পূর্ণবৃত্ত পদ্ধতিতে কোন রেখার পছাৎ অভিমুখ দিগংশকে (B.B) সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (F.B) থেকে নীচের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়।

পছাৎ অভিমুখ দিগংশ (BB) = সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (FB) $\pm$180°। যদি FB, 180° র কম হয় তাহলে FB এর সন্দেগ 180° যোগ করলে BB পাওয়া যাবে, আর FB যদি 180° এর বেশী হয় তাহলে এর থেকে 180-° বাদ দিলে BB পাওয়া যাবে। ধরা যাক কোন রেখার FB 50°, তাহলে তার BB হয় 50°+180° = 230°, আর FB যদি 310° হয় তাহলে তার BB 310°–180° = 130° হয়।

2.4 প্রিজম্যাটিক কম্পাসের সাহায্যে ট্র্যাভার্স জরিপ।

i) **কম্পাস পরিচিতি** — প্রিজম্যাটিক কম্পাস কাঁচের ঢাকনা দেওয়া 85 – 110 মিমি ব্যাসের একটি বৃত্তাকার বাক্স যার কেন্দ্রে পিভট (Pivot) বা পিন এর উপর ভর দিয়ে ভারসাম্য অবস্থায় ঘুরে একটি চুম্বক শলাকা (magnetic needle)। এই চুম্বক শলাকা মাত্রান্দ্বিকত ও অ্যালুমিনিয়ামের একটি বলয়ের (Ring) সন্দেগ যুশু । এই বলয়টি এক ডিগ্রি ও অর্ধ ডিগ্রি করে মাত্রান্দ্বিকত। ডিগ্রির মান গুলি উল্টো ভাবে লেখা, **প্রিজমের মধ্য দিয়ে কম্পাসের উপরের লেখা পড়তে হয় বলে এর নাম হয়েছে**

প্রিজম্যাটিক কম্পাস। প্রিজমের মধ্য দিয়ে আমরা সবসময় উল্টো ছবি দেখি, তাই বলয়ের মধ্যে উল্টো লেখা পুনরায় উল্টো হয়ে অর্থাৎ সোজা হয়ে আমাদের চোখে ভেসে উঠে। কম্পাসের ছবি (2.7) দেখুন ও এর বিভিন্ন যন্ত্রাংশের সন্দেগ পরিচিত হউন।



চিত্র 2.7 প্রিজম্যাটিক কম্পাস

যন্ত্রাংশ পরিচালনার জন্য 2.4 অংশের আলোচনা দেখুন।

1. কম্পাস বাক্স (Compass Box)
2. পিন / পিভট (Pivot)
3. চৌম্বক শলকা—সবসময় উত্তর চৌম্বক মেরু নির্দেশ করে।
4. অ্যাগেট ঢাকনা (Agate cap)
5. কম্পাস রিং বা বলয় (Compass ring)
6. কাঁচের ঢাকনা
7. প্রিজম (Prism)
8. প্রিজমের ঢাকনা
9. আইভেন—এর মধ্য দিয়ে হর্সহেয়ার ও বস্তুকে দেখতে হয়।
10. হিন্‌জড সান গ্লাস (hinged sun glass) – কম্পাসের উপর সূর্য্যের আলো এসে পড়লে একে ব্যবহার করতে হয়।
11. ফোকাসিং স্টাড—প্রিজমের জন্য (Focussing Stand) প্রিজমের মধ্য দিয়ে লেখাকে ঠিক মত ফোকাস করার জন্য একে উঠাতে বা নামাতে হয়।
12. হিনজড স্ট্র্যাপ (Hinged Strap)
13. অবজেক্ট ভেন (object Vane)–এর সন্দেগ হর্স হেয়ার লাগানো আছে

14. হর্স হেয়ার (Horse Hair)–বস্তুকে দেখতে কাজে লাগে।
15. অ্যাডজাস্টেবল আয়না (adjustable mirror)–রিডিং নিতে সাহায্য করে।
16. ব্রেক পিন বা নব্ (Break Pin or Knob)–চুম্বক শলাকে স্থির অবস্থায় আনতে ব্যবহার করা হয়।
17. স্প্রিং ব্রেক (Spring brake)–ব্রেক পিনের সন্দেগ কাজ করে।
18. লিফ্টিং পিন (Lifting pin)–যন্ত্রকে বগুধ করলে এই পিন লিফ্টিং লিভার (19)-কে তুলে ধরে, তখন কম্পাস অনড় হয়ে যায়।
19. লিফটিং লিভার (Lifiting liver)

ii) **কম্পাস জরিপের সুবিধা**—এই কম্পাসের সাহায্যে জরিপ করার সুবিধা এই যে—(i) দ্রুত জরিপ করা যায়। (ii) প্রতিটি রেখা পৃথক ও স্বাধীন, ফলে দিগংশ গত ভুল হশ্চাস পাওয়ার প্রবণতা দেখায় (iii) একটি রেখার দিগংশ রেখা বরাবর যে কোন বিচ্ছ্রু থেকে নেওয়া যায়।

অসুবিধা—এই জরিপে নির্ভুলতার অভাব থেকে যায়। /আঞ্চলিক বা স্থানীয় আকর্ষণ* (Local attraction) এই জরিপে এক সাধারণ ঘটনা, যে অন্য এক ধরণের ভুলের উৎস তৈরী করে। স্থানীয় আকর্ষণ এই কম্পাস জরিপের সবচেয়ে বড় ত্রুটি।

iii) **স্থানীয় আকর্ষন** (Local attraction)—চুম্বককে আকর্ষণকারী বস্তুর জ্বযেমন লোহা, ঘড়ির বেল্ট, ল্যাটেরাইট মাটি ইত্যাদিব থেকে সৃষ্টি হওয়া বহিরাগত বাধার কারণে চৌম্বক শলাকার পার্শ্বসরণকে স্থানীয় আকর্ষন (Local attraction) বলে।

জরিপের সময় যে যন্ত্র ও আনুসন্দিগক জিনিস দরকার সেগুলি হল—একটি প্রিজম্যাটিক কম্পাস, একটি ত্রিপদ (tripod),একটি ওলন, একটি ফিতে (tape) একগু২৬ পিন ও রেঞ্জিং রড (Ranging rod)।

2.4.1 জরিপ কার্য প্রণালী (Procedure)

(i) মাঠে গিয়ে প্রথমে যে কয়টি স্টেশন নিয়ে জরিপ করবেন তা চিহ্নিত করুন এবং প্রতিটি স্টেশনকে পিন দিয়ে চিহ্নিত করুন। পিন এর মাথায় ট্যাগ লাগিয়ে A,B,C,D ইত্যাদি অক্ষর দিয়ে নামকরণ করুন।

(ii) ফিল্ড বুকের জ্বField book) সারণী 2.2ব উপর তারিখ, সময়, স্থান, কম্পাসের নং, জরীপকারির নাম লিখুন, কাগজের এর পাশে ট্র্যাভার্সের একটা স্কেচ করতে পারেন।

(iii) ফিতে দিয়ে প্রতিটি রেখার দৈর্ঘ্য মাপ করুন ও ফিল্ড বুকে নথিবদ্ধ করুন।

(iv) প্রত্যেক স্টেশনের উপর কম্পাসকে ত্রিপদের মাথায় বসিয়ে যত্নসহকারে ঠিক ঠিক ভাবে ওলনের সাহায্যে কেন্দ্রায়িত (centering) করুন ও লেভেল করুন। প্রত্যেক স্টেশন থেকে সংযুশু দু'টি রেখার দিগংশ দেখুন ও ফিল্ড বুকের যথোপযুশু ঘরে নথিভুশু করুন। এক্ষেত্রে খেয়াল করবেন আপনার সামনের দিকের রেখাটির হবে F.B ও পিছনের দিকের রেখাটির হবে B.B।

2.4.2 গণনা / হিসাব (Computation), দিগংশ নির্ভুল করা (Bearing Correction)

আপনারা আগেই জেনেছেন যে F. B ও B. B এর মধ্যে পার্থক্য হবে ঠিক 180° । কিন্তু মাঠে যে দিগংশ নিরীক্ষণ করেছেন তাতে 'স্থানীয় আকর্ষনের' কারণে এই দুই দিগংশের মধ্যে পার্থক্য 180° থেকে কম বা বেশী হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে অবশ্য এটা নাও হতে পারে। 180° থেকে কম বা বেশীর পরিমানই হল স্থানীয় আকর্ষনের মান। এই মানকে F. B ও B. B মধ্যে এমনভাবে বন্টন করতে হবে যাতে এদের মধ্যে পার্থক্য শেষ পর্যন্ত 180° হয়। তখন এই দিগংশকে বলে নির্ভুল দিগংশ (Corrected bearing)।

দিগংশ ঠিক করার পদ্ধতি — প্রথমে মাঠে নিরীক্ষিত দিগংশের (Observed bearing) F. B ও B. B মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করে 'স্থানীয় আকর্ষণের' মান নির্ধারণ করুন। কম্পাস সার্ভে এই মানকে বলা হল **'ভুল' (error)** । ধরা যাক, এই দুই দিগংশের পার্থক্য হল 182°। তাহলে 'স্থানীয় আকর্ষন' হবে 182° – 180° = + 2°। 180° কম হলে তা ঋণাত্বক (-ve) হবে। এই 'ভুলকে' (error) দুভাগ করুন। এক এক ভাগ এক একটি দিগংশের সন্দেগ যোগ বা বিয়োগ করে সঠিক দিগংশ নির্ণয় করতে হবে। নিয়ম হল— 'ভুল' (errorৰ ঋণাত্বক (- ve) হলে যে দিগংশের মান কম আছে তাকে আরও কম করতে হবে ও বড় মানের দিগংশকে আরও বড় করতে হবে। 'ভুল' ধণাত্বক (+ ve) হলে বড় মানের দিগংশকে ছোট করবেন ও ছোট মানের দিগংশকে বড় করবেন। সারণী 2.2 দেখুন।

সারণী 2.2

ফিল্ড বই (Field book)
আবদ্ধ ট্র্যাভার্স সার্ভে (Closed Travers Survey)
প্রিজম্যাটিক কম্পাসের সাহায্যে

স্থান ... তাং ঃ
যন্ত্র নং ঃ ... রোল নং ঃ

রেখা Line	দৈর্ঘ্য (Length) মি. (m)	নিরীক্ষিত দিগংশ (Observed bearing)		পার্থক্য (difference)	এরর (Error) (e=d-180°)	$^{e}/_{2}$	নির্ভুল প্রা৫ দিগংশ (Corrected bearing)		মন্তব্য (Remark)
		সম্মুখ (F.B)	পছাৎ (B.B)				সম্মুখ (F.B)	পছাৎ (B.B)	
AB		40°00'	219°00'	179°	–1°	–0°30'	29°30'	179°30'	(i) সব স্টেশনেই স্থানীয় আকর্ষণ
BC		95°30'	276°30'	181°	+1°	+0°30'	96°00'	276°00'	আছে।
CD		208°30'	25°30'	183°	+3°	+1°30'	207°00'	27°00'	(ii) ঘড়ির কাঁটার দিক করে জরিপ
DA		282°30'	104°30'	178°	–2°	–1°00'	283°00'	103°30'	হয়েছে।

2.4.3 ট্র্যাভার্স অংকন (Plotting the traverse)

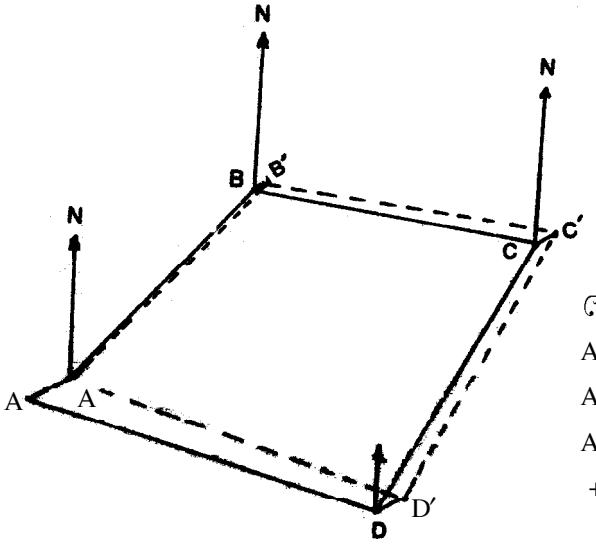
ট্র্যাভার্স-এর অংকন সাধারণত 'সমান্তরাল দ্রাঘিমা পদ্ধতি' (Parallel Meridian Method) অনুযায়ী আঁকা হয়। এই পদ্ধতিতে আঁকার জন্য দুটি হিসাব লাগে—দুটি স্টেশনের দূরত্ব ও এই রেখার কেবলমাত্র সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (Corrected Fore Bearing) নির্ভুল প্রায়।

অংকন প্রণালী (সারনী 2.2 অনুযায়ী)

1. প্রতিটি রেখার ভূমি দূরত্বকে মানচিত্র স্কেলে পরিবর্তিত করুন।

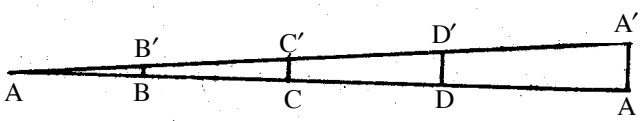
2. কাগজের প্রায় মাঝখানে উলম্ব একটি ছোট সরলরেখা টানুন। এই রেখা চৌম্বক দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে। ঐ রেখার নীচের প্রান্ত বিন্দুতে (যেটি স্টেশন A) চাঁদার কেন্দ্রে স্থাপন করে AB রেখার F.B মেপে বিন্দু বসান। তারপর দুটি বিন্দুর মধ্যদিয়ে স্কেল অনুযায়ী AB রেখার পরিমাপ করে সরল রেখা টানুন। এভাবে B স্টেশনের অবস্থান প্লট করা হল।

3. B স্টেশনে পুনরায় একটি উলম্ব সরলরেখা A স্টেশনের চৌম্বক দ্রাঘিমারেখার সমান্তরাল করে অংকন করুন ও একইভাবে চাঁদা বসিয়ে C স্টেশনকে প্লট করুন। BC রেখার FB ও দৈর্ঘ্য নিয়ে C স্টেশনকে প্লট করুন। একই প্রক্রিয়া অনুসরণ করে বাকী স্টেশনগুলিকে প্লট করুন।



স্কেল : 1cm = 2m
ABCDA′ = নিরীক্ষিত ট্র্যাভার্স
ABC′D′A- নির্ভুল ট্র্যাভার্স
A′A- ক্লোজিং এরর
+ উত্তর মেরু

Bowditch পদ্ধতিতে ক্লোজিং এরর বণ্টন



স্কেল : Cm = 4m.

চিত্র : 2.8

2.4.4 ক্লোজিং এর বন্টন (Adjustment of closing error) :

ট্র্যাভার্স আঁকার পর দেখা যায় যে ভুল প্রায়শই থেকে যায়, শেষ বিন্দু প্রারম্ভিক বিন্দুর সন্দেগ মিলিত হয় না। একটি ট্র্যার্ভাস আবদ্ধ হতে গেলে প্রারম্ভিক বিন্দু ও শেষ বিন্দুর মধ্যে যে ফাঁক থেকে যায় তাকেই ক্লোজিং এরর (Closing error) বলা হয়। ট্র্যাভার্সকে আবদ্ধ করার জন্য Bowditch's পদ্ধতি অনুসারে ঐ এররকে প্রত্যেক স্টেশনে অনুপাতিক হারে বন্টন করা হয় (চিত্র 2.6ব। এটা করতে, অনুভূমিকভাবে একটি সরলরেখা অংকন করে, বিন্দুগুলিকে (A, B, C ইত্যাদিব তাদের আরও দূরত্ব কমিয়ে ঐ রেখার উপর চিহ্নিত করা হয়। (সাধারণত ট্র্যাভার্স যে স্কেলে আঁকা হয় তার চেয়ে আরও ছোট স্কেলে-দ্বিগুন করে নিয়ে বিন্দুগুলিকে চিহ্নিত করা হয়ব। শেষ বিন্দুতে (A') ক্লোজিং এররের (A'A) উলম্ব সরল রেখা টানা হয়। ঐ রেখার শীর্ষ ও প্রারম্ভিক বিন্দুকে (A) সরলরেখায় যোগ করা হয় এবং অনুভূমিক রেখার উপর প্রতিটি বিন্দু থেকে লম্ব টানা হয়। এই উলম্ব অংশগুলি (BB', CC', DD' ইত্যাদিব হল আনুপাতিক ক্লোজিং এররের দিক করে সমান্ত্র রাল ছোট ছোট সরল রেখা টানা হয়। এরপর প্রতিটি রেখাকে তাদের ক্লোজিং এরর অনুযায়ী কেটে নেওয়া হয় ও ঐ সব সঠিক বিন্দুতে B', C', D', ইত্যাদি লেখা হয়। এবার ঐ বিন্দুগুলিকে সরল রেখায় পর পর যোগ করলে ঠিক ট্র্যাভার্স পাওয়া যায় যা একটি আবদ্ধ বহুভূজ (A B' C' D' A) দেখায়।

2.4.5 ভূলের উৎস (Sources of error) :

1. যন্ত্রের জন্য ভুল যে ভাবে হতে পারে।
   (a) শলাকা ঠিক মত সোজা না থাকলে।
   (b) পিভট (Pivot) হেলে থাকলে।
   (c) শলাকার চৌম্বকত্ব নষ্ট হলে।
   (d) পিভটটি ভোঁতা হয়ে গেলে।
   (e) শলাকা মুশু ভাবে না ঘুরতে পারলে।
   (f) দৃশ্যতল (plane of sight) উলম্ব না থাকলে।
   (g) মাত্রান্দ্বিকত বৃত্ত অনুভূমিক না হলে।
   (h) হর্স হেয়ার খুব মোটা বা আলগা থাকলে।
2. ব্যক্তি গত কাজের জন্য ভূল হতে পারে
   (a) স্টেশনের উপর ঠিকভাবে কম্পাস না বসালে।
   (b) ঠিক মত লেভেল না করলে।
   (c) স্টেশনের উপর রেনজিং রড ঠিক মত দ্বিখন্ডিত না হলে।
   (d) ভুল রিডিং নিলে বা ভুল দিকে রিডিং নিলে।

3. বাহিরের প্রভাব থেকে ভুল হতে পারে

(a) মেঘলা অথবা ঝড় হলে বায়ুমণ্ডলে চৌম্বকত্বের পরিবর্তন হলে।

(b) চৌম্বক ঝড়, ভূমিকম্প, সৌরকলঙ্কের জন্য অয়িমিতপার্থক্য হলে।

(c) চৌম্বক ডেক্লিনেশনের পার্থক্য হলে।

(d) লোহার কাঠামো, বৈদ্যুতিক তার প্রভৃতির নৈকট্যের জন্য স্থানীয় আকর্ষণ হলে।

2.4.6 জরিপ কালীন সতর্কতা :

(i) কম্পাসকে স্টেশনের উপর বসানোর আগে পরীক্ষা করে নিতে হবে যাতে যান্ত্রিক ভুল না হয়।

(ii) কম্পাসকে ঠিক ঠিক ভাবে স্টেশনের উপর বসাতে হবে ও লেভেল করতে হবে।

(iii) রিডিং নেওয়ার আগে কম্পাসকে এমন সুষ্ঠুর ভাবে নির্দিষ্ট দিকে ঘুরিয়ে রাখতে হবে যাতে আই পিসের (eye piece)- এর কেন্দ্র মাত্রান্দ্বিকত বৃত্তের কেন্দ্র, হর্ষ হেয়ার ও রেনিজং রড যেন একই সরল রেখায় থাকে।

(iv) শলাকা একেবারে স্থির হলে রিডিং নিতে হবে।

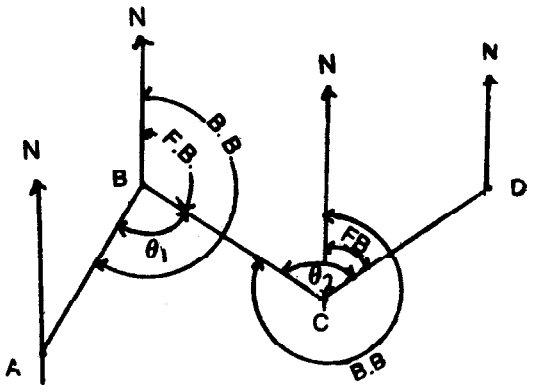
(v) জরিপকারীর কাছে চুম্বক আকর্ষনকারী কোন বস্তু যেন না থাকে।

2.4.7 ট্র্যাভার্সের অন্ত্র বর্তী কোণ নির্ণয় :

দিগংশের সাহায্যে কোন ট্র্যাভার্সের অন্ত্র বর্তী কোণ (included angle) নির্ণয় করা যায়। দিগংশ নির্ভুল করার পর ঐ নির্ভুল দিগংশের সাহায্যে অন্ত্র বর্তী কোণ নির্ণয় করতে হয়। এই কোণ নির্ণয়ের একটি সূত্র আছে, তা হল :

অন্ত্র বর্তী কোণ =পূর্ববর্তী লাইনের পছাদ অভিমুখ

দিগংশ (B.B)– অগ্রবর্তী লাইনের সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (F.B)।



চিত্র 2.9

B এর অন্ত র্বর্তী কোণ (θ_1)= AB লাইনের B.B–BC লাইনের F.B.

C এর অন্ত র্বর্তী কোন জ্বθ_1) = BC লাইনের B.B–CD লাইনের F.B.

❑ এক্ষেত্রে এই সূত্র অনুযায়ী বাহিরের কোণ পাওয়া যায় যা 180° বেশী। তাই যখন চৌম্বক দ্রাঘিমারেখা দুটি ট্র্যাভার্স রেখার মাঝখানে থাকে তখন অন্ত র্বর্তী কোণ হতে হলে 360° থেকে বহিস্থ কোণকে বাদ দিতে হয়।

সারণী 2.2 থেকে উদাহরণ

∠ B = AB রেখার B.B = 179°30'

BC ,, F.B = 96°00'

—

———

B এর অন্ত র্বর্তী কোণ = 83°30'

∠D = CD রেখার B.B = 27°00'

DA ,, F.B = 283°

--

———

256°00' বহিস্থ কোণ

∴ অন্ত র্বর্তী কোণ = 360° – 256°

= 104°

2.4.8 ট্র্যাভার্সের ক্ষেত্রফল নির্ণয় :

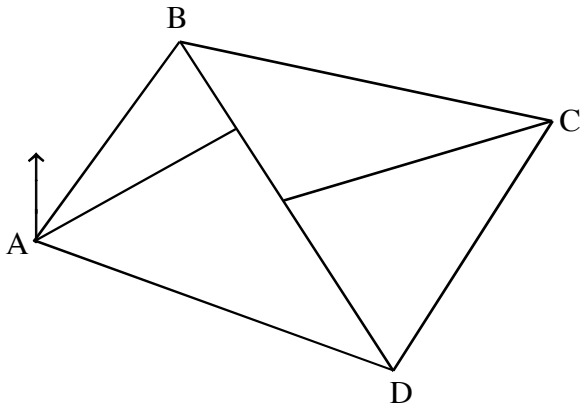
আবদ্ধ বহুভুজ ট্র্যাভার্সের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করতে হলে প্রথমে নির্ভূল ট্র্যাভার্সকে যতগুলি সম্ভব ত্রিভুজে জ্বচারটি বাহুর ক্ষেত্রে দুটি ও পাঁচটি বাহুর ক্ষেত্রে তিনটিৰ ভাগ করতে হয়। এরপর সূত্রের সাহায্যে প্রতিটি ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করে তাদের সমষ্টি করলে ট্র্যাভার্সের ক্ষেত্রফল পাওয়া যায়। ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের সূত্র :

1. $\Delta = \frac{1}{2} \times$ ভূমি × উ২চতা

2. $\Delta = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ এখানে s হল ত্রিভূজের অর্ধপরিসীমা।

অংকিত ট্র্যাভার্সের থেকে যে ক্ষেত্রফল নির্ণয় হয় তা মানচিত্রের ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে জ্ব বর্গ সেমি বা বর্গইঞ্চি। তাই ভূমির ক্ষেত্রফল = মানচিত্রের ক্ষেত্রফল জ্ব বর্গ বা বর্গইঞ্চি x স্কেলের বর্গ। অংকিত ট্র্যাভার্স থেকে উদাহরণ দেখুন জ্বচিত্র 2.10ৰ।

2.8 চিত্র থেকে নির্ভুল ট্র্যাভার্স অংকন করে এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা হল। সুবিধার জন্যে পৃথক করে



চিত্র 2.10

ট্র্যাভার্স আঁকা হয়েছে । কিন্তু পরীক্ষায় আপনারা এভাবে পৃথকভাবে পুনরায় আঁকবেন না। মূল অংকনের উপর কাজ করবেন।

ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের জন্যে ট্র্যাভার্সকে দুটি ত্রিভুজ AB'D' ও B'C'D' ভাগ করা হল ও তাদের শীর্ষ কোণ থেকে একটি করে লম্ব ভূমির (B'D') উপর টানা হল। ইহাই ত্রিভুজের উ২চতা নির্দেশ করে। এবার এদের দৈর্ঘ্য মাপ করে নিয়ে ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা হল :

প্রথম সূত্র অনুযায়ী

AB'D' ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল = $\frac{1}{2}$ × ভূমি × উ২চতা

= $\frac{1}{2}$ × 6.5cm × 4.9cm

= 15.925 বর্গ সেমি.

B'C'D' ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল = $\frac{1}{2}$ × ভূমি × উ২চতা

= $\frac{1}{2}$ × 6.5cm × 4.7cm

= 15.275 বর্গ সেমি.

∴ ট্র্যাভার্সের মোট ক্ষেত্রফল = 15.925 বর্গ সেমি. + 15.275 বর্গ সেমি

= 31.2 বর্গ সেমি.

∴ ভূমি ক্ষেত্রফল = 31.2 বর্গ সেমি. $\times(2m)^2$
= 124.8 বর্গ মি.

2.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. সার্ভেইং বলতে কি বুঝায়?
2. জিওডেটিক ও তল সার্ভের প্রভেদ করুন।
3. ট্র্যাভার্স কাকে বলে? ইহা কতপ্রকার ও কি কি?
4. দিগংশের সংজ্ঞা দিন। চৌম্বক দিগংশ কি?
5. পূর্ণবৃত্ত ও রিডিউস্ড দিগংশের পার্থক্য লিখুন।
6. প্রিজম্যাটিক কম্পাস সার্ভের সুবিধা ও ত্রুটি উল্লেখ করুন।
7. কম্পাস ট্র্যাভার্স সার্ভেতে ভুলের উৎসগুলি কি কি?
8. স্থানীয় আকর্ষন ও ক্লোজিং এররের সংজ্ঞা দিন।
9. চুম্বক শলাকার পার্শ্ব সরন বলতে কি বোঝেন? ইহা কখন ঘটে? ক্লোজিং এরর উৎপন্নে এর ভুমিকা কি?
10. নিম্ন প্রদত্ত তথ্যের সাহায্যে ফিল্ড বই তৈরী করুন ও ট্র্যাভার্সকে প্লট করুন। এই ট্রাভার্সের ক্ষেত্রফল কত?

Line	Length	observed	bearing
	(m)	F.B.	B.B
PQ	20.9	170°30'	356°
QR	20.8	78°	249°30'
RS	16.7	346°	176°30'
SP	20.3	271°	84°30'

2.6 উত্তরমালা

1. 2.2 দ্রষ্টব্য
2. 2.2.1 ,,

3. 2.3 ,,
4. 2.4,2.4(II) ,,
5. 2.4.2 ,,
6. 2.5.(ii) ,,
7. 2.5.5 ,,
8. 2.5 (iii), 2.5.4 ,,
9. 2.5 (iii), 2.5.4 ,,
10. 2.5 (iii) হিসাব ও অংকন করতে হবে।

একক 3 ❑ লেভেলিং সার্ভে ঃLevelling Survey)

3.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

3.2 লেভেলিং : সংজ্ঞা

3.3 লেভেলিং সার্ভেতে ব্যবহৃত পরিভাষা ও সংজ্ঞা

3.4 লেভেল সার্ভে করার যন্ত্র

3.5 লেভেলিং কাজকর্ম ও মাঠ থেকে তথ্য সংগ্রহ

3.6 হিসাব

3.7 অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র অংকন

3.8 গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয়

3.9 সমোন্নতি রেখার সন্নিবেশ

3.9.1 সমোন্নতি রেখা অংকন

3.10 ডাম্পি লেভেলে ভুলের উৎস

3.11 প্রশ্নাবলী

3.12 উত্তর সংকেত

3.1 প্রস্তাবনা :

ভূ-পৃষ্ঠের উপর ভূমিভাগের বণ্ডধুরতা সহজেই চোখে পড়ে। সমভুমি অথবলে ভূমি অল্প-বিস্তর বণ্ডধুর, মালভুমি ও পাহাড় পার্বত্য অথবলের ভূমি ত উচু-নীচুই, শুধু তাই নয় পৃথিবীর কোথাও ভূমিভাগ হশ্চদের স্টিথর জলের ন্যায় সমতল নয়। তাই ভূ-পৃষ্ঠের এক বিজ্ঞু থেকে আর এক বিজ্ঞুতে আপেক্ষিক উ২চতা ও ঢালের পার্থক্য ঘটে থাকে, ফলে ভূ-প্রাকৃতিক বৈচিত্রও দেখা যায়। ভূ-পৃষ্ঠের উপর কোন বিজ্ঞুর উ২চতা গড় সমুদ্র পৃষ্ঠ ঃMean Sea level - M.S.L) থেকে মাপা হয়। মানচিত্রে ভূমির বণ্ডধুরতা সমো২চ রেখার মাধ্যমে দেখানো হয়, আর এজন্য দরকার লেভেলিং সার্ভে। ব্যবহারিক জীবনে ভূমি ঢালের গুরুত্ব অনেক। ভূগর্ভস্টথ জলের পাইপ বসাতে, পয়ঃ প্রণালী, জল নিকাশী নালা ও নর্দমা, সুড়ন্দগ ইত্যাদি নির্মানে ভূমি ঢালের গুরুত্বকে বিবেচনা করতেই হয়। উপত্যকার কোন ঢালে বসতি, চাষ-আবাদ ইত্যাদি হবে তাতেও ভূমির বণ্ডধুরতা বিবেচ্য। সুতরাং এর গুরুত্ব বিচারে লেভেলিং সম্বণ্ডেধ সম্যক জ্ঞান থাকা দরকার।

উদ্দেশ্য : লেভেলিং সার্ভে থেকে আপনারা জানতে পারবেন—

(i) সমুদ্র পৃষ্ঠ সম্পর্কিত ধারণা সম্বন্ধে
(ii) লেভেলিং সার্ভে সম্বন্ধে
(iii) ভূমির ঢাল / গ্রেডিয়েন্ট সম্বন্ধে
(iv) পরিলেখ (Profile) অংকন সম্বন্ধে
(v) সমোন্নতি রেখা অংকন সম্বন্ধে

3.2 লেভেলিং : সংজ্ঞা

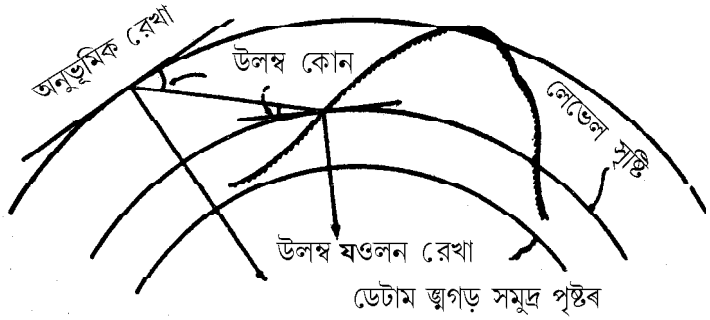
পৃথিবী পৃষ্ঠের উপর বিভিন্ন স্থান বা বিন্দুর আপেক্ষিক উচ্চতা বা উন্নতি নির্ণয় করা ও উপস্থাপিত করার কৌশলকেই লেভেলিং বলা হয়। একটি উলম্ব তলে বিন্দু সমূহের অবস্থান স্থির করার প্রক্রিয়াই হল লেভেলিং।

সার্ভেইং ও লেভেলিংকে দুটি পৃথক বলে প্রায়শই বিবেচনা করা হয়। তবুও সামগ্রিক বিচারে লেভেলিং সার্ভেইং এর অন্তর্গত।

3.3 লেভেলিং সার্ভেতে ব্যবহৃত পরিভাষা ও সংজ্ঞা :

1. লেভেল পৃষ্ঠ : পৃথিবীর গড় গোলাকার পৃষ্ঠের সমান্তরাল যে কোন পৃষ্ঠকে লেভেল পৃষ্ঠ বলা হয়। এরূপ পৃষ্ঠ যেন স্থির হ্রদের মত। পৃথিবী একটি অভিগত গোলক বলে একটি লেভেল পৃষ্ঠকে একটি বক্র বলে ধরা হয়, যার প্রতিটি বিন্দু পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে সমদূরবর্তী। সমস্ত বিন্দুর ওলন রেখার (Plumb Line) সন্দেগ স্বাভাবিক ভাবে থাকে (চিত্র 3.1ৰ

2. লেভেল লাইন (Level line) : লেভেল পৃষ্ঠের উপর যে কোন রেখাকে লেভেল লাইন বলা হয়।



চিত্র 3.1 লেভেল পৃষ্ঠ, ওলন রেখা, অনুভূমিক রেখা, উলম্ব কোন

3. অনুভূমিক তল (Horizontal plane) : একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে লেভেল পৃষ্ঠের সন্দেগ যে তল স্পর্শক হয় তাকে অনুভূমিক তল বলা হয়। অনুভূমিক তলের উপর শায়িত কোন রেখাকে, অনুভূমিক রেখা (horizontal line) (চিত্র 3.1ৰ বলা হয়। ইহা একটি সরলরেখা যা একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে লেভেল লাইনের সন্দেগ স্পর্শক হয়।

4. উলম্বতল (Vertical plane) : উলম্ব রেখা বা ওলন রেখা নিয়েই গঠিত হল **উলম্ব তল।** উলম্ব তলের দুটি ছেদকারী রেখার মধ্যে উৎপন্ন কোণকে উলম্ব কোণ (vertical angle) বলা হয় (চিত্র 3.1ৰ

5. ডেটাম পৃষ্ঠ (Datum Surface) : ইচ্ছামত ধরে নেওয়া লেভেল পৃষ্ঠ বা রেখা যার থেকে উলম্ব দূরত্ব মাপা হয় সেই রেখা বা পৃষ্ঠকে ডেটাম পৃষ্ঠ বা রেখা বলা হয়। ইহা লেভেল পৃষ্ঠের সমান্তরাল হয় (চিত্র 3.1ৰ। ভারতের জন্য ডেটাম ধরা হয়েছে করাচীর গড় সমুদ্র পৃষ্ঠকে, ইহাই হল ভারতের G.T.S বেঞ্চমার্ক [G.T.S = Great Triangulation Survey]

6. বেঞ্চমার্ক (Bench Mark - B.M) : সমুদ্র পৃষ্ঠের উপরে একটি স্থায়ী রেফারেন্স বিন্দুর জ্ঞাত উচ্চতাকে বেঞ্চমার্ক বলা হয়। G.T.S. এর সময় ইহা নির্ণয় করা হয়েছিল।

7. রিডিউসড লেভেল (Reduced Level - R.L) বা উন্নতি (elevation) : ডেটাম লাইনের উপরে বা নীচে একটি বিন্দুর উলম্ব দুরত্বকে উন্নতি বা R.L. বলা হয়।

8. কলিমেশন রেখা (line of Collimation) : টেলিস্কোপে ক্রশ-হেয়ার (cross hair) এর ছেদ বিন্দু থেকে অবজেক্ট গ্লাসের অপটিক্যাল কেন্দ্র পর্যন্ত সংযোগকারী রেখা এবং এর প্রসারণকে কলিমেশান রেখা (Collimation line) বলা হয়। ইহাকে দৃষ্ট রেখাও (line of sight) বলা হয়।

9. পছাৎ দৃষ্ট (Back sight - B.S) : যন্ত্রকে লেভেল করার পর কোন বিন্দুর উপর নেওয়া প্রথম স্টাফ (Staff) রিডিংকে পছাৎ দৃষ্ট বা B.S বলা হয়। বেঞ্চমার্ক বা পরিবর্তন বিন্দু-এরকম জ্ঞাত উচ্চতার B.S নেওয়া হয়।

10. সম্মুখ দৃষ্ট (Fore Sight - F.S) : যে বিন্দুর উচ্চতা নির্ণয় করতে হবে সেই বিন্দুর উপর গৃহীত (যেমন পরিবর্তন বিন্দু — Change Point) স্টাফ রিডিংকে সম্মুখ দৃষ্ট বা F.S বলা হয়। ইহা শেষ স্টাফ রিডিং যা যন্ত্রের স্থানান্তরকে নির্দেশ করে।

11. মধ্যবর্তী দৃষ্ট (Intermediate Sight - I.S) : B.S ও F.S এর মধ্যবর্তী বিন্দুর গৃহীত স্টাফ রিডিংকে মধ্যবর্তী দৃষ্ট বা I.S বলা হয়। এক্ষেত্রে যন্ত্রের একই স্থির লেভেলে স্টাফ রিডি নেওয়া হয়।

12. পরিবর্তন বিন্দু (Change Point - C.P) : যে বিন্দু যন্ত্রের লেভেলের পরিবর্তন অর্থাৎ যন্ত্রের স্থানান্তরকে সূচিত করে তাকে পরিবর্তন বিন্দু বা C.P বলা হয়।

13. যন্ত্রের উচ্চতা (Height of instrument - H.I) যন্ত্র সঠিকভাবে লেভেল হওয়ার পর কলিমেশন তলের উচ্চতাকে যন্ত্রের উচ্চতা বলা হয়।

14. কলিমেশন তল ঃPlane of Collimation) : যন্ত্র ঠিক ঠিক লেভেল হওয়ার পর দৃষ্ট তল বা কলিমেশন রেখা একটি অনুভূমিক তলে আবর্তিত হয়, একেই কলিমেশন তল বলে।

15. টেলিস্কোপের অক্ষ ঃAxix of the telescope) : অবজেক্ট গ্লাসের অপটিক্যাল কেন্দ্র থেকে আই পিসের কেন্দ্র পর্যন্ত্র সংযোগকারী রেখাকে টেলিস্কোপের অক্ষ বলা হয়।

3.4 লেভেল সার্ভে করার যন্ত্র :

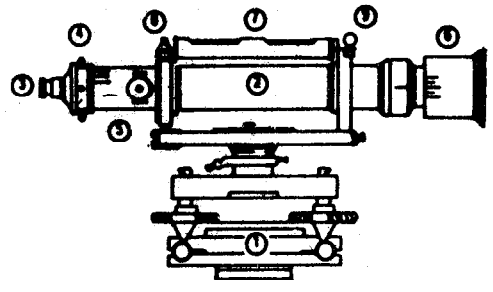
বিজ্ঞুর উ২চতা বা উন্নতি নির্ণয় করতে দুটি যন্ত্রের প্রয়োজন, যথা (1) একটি লেভেল যন্ত্র ও (2) একটি লেভেলিং স্টাফ ঃStaff) বা রড ঃrod)

লেভেল যন্ত্র ঃThe level) : একটি লেভেল যন্ত্রের থাকে (i) লেভেল করার অংশ ঃlevelling lead) (ii) বাহু (limb) (iii) টেলিস্কোপ ও (iv) লেভেল টিউব বা বুদবুদ টিউব (bubble Tube)

বিভিন্ন ধরণের লেভেল যন্ত্র আছে, তবে বেশী ব্যবহৃত ও প্রচলিত যন্ত্র হল ডাম্পি লেভেল (Dumpy Level)

ডাম্পি লেভেল ঃ. ডাম্পি লেভেল হল সহজ, কমপ্যাক্ট ও সুদৃঢ় যন্ত্র, টেলিস্কোপ দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে ও অনুদৈর্ঘ্য অক্ষে আবর্তিত হতে পারে না (Fig : 3.2)

লেভেলিং স্টাফ ঃ. লেভেলিং স্টাফ অনেকভাবে মাত্রান্বিকত হয়। তবে বর্তমানে ভাঁজ করা মেট্রিক লেভেলিং স্টাফ ব্যবহার করা হয়। এধরণের স্টাফের দৈর্ঘ্য 4মিটার। স্টাফকে পাঠ করা খুবই সহজ, তবে স্টাফ হাতে ধরে পাঠ করা শিখে নেবেন। টেলিস্কোপ দিয়ে স্টাফ রিডিং নিতে গেলে প্রথম প্রথম অসুবিধা হয়, কারণ উল্টো প্রতিবিম্ব আসে বলে স্টাফ রিডিং নীচের দিকে বাড়ে আর উপরের দিকে কমে। লেখাগুলি উল্টো থাকে। ডাম্পি লেভেল সার্ভেতে টেলিস্কোপের মাঝখানের স্টেডিয়া রিডিং নেবেন। উপরে ও নীচে আরও দুটি স্টেডিয়া আছে ভুল করে তাদের সন্দেগ স্টাফের ছেদকারী রেখায় উৎপন্ন রিডিং নেবেন না।



1ৰ লেভেলিং হেড
2ৰ টেলিস্কোপ
3ৰ আই-পিস
4ৰ ডায়াফ্রাম
5ৰ ফোকাসিং স্ক্রু
6ৰ রে শেড্
7ৰ লেভেল টিউব
8ৰ লেভেল টিউব নাট
9ৰ ব্রুশ বাব্ল টিউব

3.5 লেভেলিং কাজকর্ম ও মাঠ থেকে তথ্য সংগ্রহ

লেভেলিং কাজ করার জন্য যা যা দরকার—ডাম্পি লেবেল, ত্রিপাদ, স্টাফ (Staff), ফিতে (tape)। স্টাফ রিডিং, দূরত্ব, ফিল্ড নোট লেখার জন্য পরিস্কার করে ছক কাটা ফিল্ড বই ক্সসারণী 3ৰ দেখুন।

প্রণালী য পদ্ধতি (Procedure)

1) যন্ত্রকে স্থাপন করার জন্য মাঠের মধ্যে ত্রিপাদকে এমন জায়গায় ও এমন উ২চতায় রাখবেন যাতে বেশির ভাগ বিচ্ছুর রিডিং নেওয়া যায়। ত্রিপাদ যেন একদিকে হেলে স্থাপন করা না হয়। সমতল জায়গা হলে তিনটি পা ভূমির উপর যেন সমবাহু ত্রিভূজ গঠন করে, তাহলেই ত্রিপাদের লেভেলিং হয়ে যাবে। তিনটি পা কে মাটির মধ্যে দৃঢ় করে গেঁথে দেবেন। যাতে পরে যন্ত্র না পড়ে যায়, বা লেভেল না নষ্ট হয়ে যায়। খুব বেশী ঢালু হলে তখন ত্রিপাদ দিয়ে সমবাহু ত্রিভূজের মত করে পায়া বসানো চলবে না। দুটো পায়াকে ভূমির উপর গেঁথে তৃতীয় পায়াকে তির্যকভাবে বা কেন্দ্র বিমুখভাবে সরিয়ে ত্রিপাদকে মোটামুটি হেলানো অবস্থানে আনবেন। মনে রাখবেন ত্রিপাদ ঠিকমত না স্থাপন করলে যন্ত্র লেভেল করতে অসুবিধা হবে।

2ৰ লেভেল যন্ত্রটির ক্লাম্পিং স্ক্রুকে আলগা করে যন্ত্রটিকে ডান হাতে ভাল করে ধরে ত্রিপাদের উপর রেখে বাঁ হাত দিয়ে যন্ত্রের নীচের অংশকে প্যাঁচ আটকানোর মত ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে ত্রিপাদের উপর বসাবেন।

3ৰ যন্ত্রের উপর একটি বুদবুদ টিউব বা স্পিরিট লেভেল আছে এর সাহায্যে যন্ত্রকে লেভেল করতে হবে, যা খুব সঠিক ও নিখুঁতভাবে করা দরকার। প্রথমে তিনটে ফুট স্ক্রু মাঝামাঝি স্থানে এনে নেবেন। কোন স্ক্রু একদিকে বেশী উঠে বা নেমে থাকলে যন্ত্র লেভেলিং হবে না?। এরপর টেলিস্কোপকে যে কোন একজোড়া ফুট স্ক্রুর সমান্তরালে রাখবেন এবং ঐ দুই স্ক্রুকে ঠিক ঠিক ভাবে একই সন্দেগ দুহাত দিয়ে সমানভাবে ভিতরের দিকে বা বাইরের দিকে ঘুরিয়ে স্পিরিট লেভেলের বুদবুদকে মাঝখানে আনবেন। মনে রাখবেন এক হাতের ফুট স্ক্রু বেশী ঘুরে গেলে লেভেলিং হবা না। বুদবুদ মাঝখানে আসার পর টেলিস্কোপ ঠিক 90° ঘুরিয়ে অর্থাৎ তৃতীয় ফুট স্ক্রুর উপর স্থাপন করে কেবল মাত্র ঐ তৃতীয় স্ক্রু ঘুরিয়ে বুদুবুকে মাঝখানে আনবেন। পুনরায় এই পুরো প্রক্রিয়াটি করবেন, এবারে যন্ত্র ঠিকঠিক মত লেভেল হয়েছে। যন্ত্রটিকে এক বার চারদিকে ঘুরিয়ে দেখে নেবেন সবদিকে লেভেল ঠিক আছে কি না, যদি না থাকে তাহলে যতক্ষণ না লেভেল হয় ততক্ষণ এ প্রক্রিয়া বারে বারে করবেন। লেভেল হয়ে যাওয়ার পর যন্ত্রকে আলতো ভাবে ঘোরাবেন। এর উপর কোন বল প্রয়োগ বা চাপ দেবেন না। আরও লক্ষ্য করবেন যাতে শরীরের ধাক্কা ত্রিপাদ বা যন্ত্রে না লাগে। সার্ভের মাঝপথে ধাক্কা লাগলে লেভেল নষ্ট হয়ে যাবে। তখন আবার লেভেল করে নিয়ে সার্ভে প্রথম থেকে শুরু করতে হবে। হবে দ্বিগুণ খাটুনি।

4ৰ যেখান দিয়ে টেলিস্কোপের মধ্য দিয়ে দেখতে হয় সেখানেই আই-পিস (ey piece) থাকে। একে ঘুরিয়ে টেলিস্কোপের ভিতরের ষ্টেডিয়াকে (Stadia) ফোকাস করে নিতে হয়, তাহলে স্টেডিয়া স্পষ্ট করে দেখা যাবে।

5ৰ এরপর টেলিস্কোপকে বস্তু অর্থাৎ স্টাফের দিকে ঘুরিয়ে ফোকাসিং স্ক্রু দিয়ে বস্তু বা স্টাফকে ফোকাস করবেন, স্টাফকে স্পষ্ট দেখতে পাবেন, টেলিস্কোপকে অল্প ডানদিক বা বাঁদিক ঘুরিয়ে ডায়াফ্রামের ভিতরে দুটি উলম্ব রেখার মাঝখানে স্টাফকে আনবেন। প্রয়োজনে টেলিস্কোপকে তার ক্লাম্পিং স্ক্রু দিয়ে আটকে ট্যানজেন্ট স্ক্রু দিয়ে ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে স্টাফকে ঠিক ঠিক ঐ দুই রেখার মাঝখানে আনবেন। সব কিছু স্পষ্ট করে দেখতে পাওয়ার পর স্টেডিয়া রিডিং নেবেন। প্রথমে যে বিন্দুর R.L বা B.M. জানা আছে সেই বিন্দুর উপর স্টাফ রিডিং প্রথম নেবেন এবং ঐ রিডিং হবে B.S.। ফিল্ড বই এর B.S. ঘরে তা লিখবেন।

6ৰ একইভাবে টেলিস্কোপ ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে ও ফোকাস করে পর পর যতগুলি বিন্দু দেখা যায় ততগুলি স্টাফ রিডিং লেভেন। যন্ত্রের এই একই লেভেল অবস্থায় শেষের স্টাফ রিডিং হবে F.S. ও বাকীগুলি হবে I.S। ঠিক ঠিক জায়গায় তা নথিভুক্ত করবেন।

7ৰ যন্ত্রকে অন্য আর এক জায়গায় সরিয়ে ত্রিপাদ স্থাপন থেকে শুরু করে লেভেলিং ও ফোকাসিং পর্যন্ত সবই আগের মত করবেন। এবার যে বিন্দুতে যন্ত্রকে সরিয়েছিলেন অর্থাৎ আগের লেভেলের শেষ বিন্দুর উপর স্টাফ রিডিং নেবেন, যেহেতু এই রিডিং দ্বিতীয় অবস্থায় আবার যন্ত্রকে লেভেল করার পর প্রথম রিডিং সেহেতু এই রিডিং হবে B.S। অতএব একই বিন্দুতে F.S ও B.S দুটো স্টাফ রিডিং হবে যা যন্ত্র বা লেভেলের পরিবর্তন বিন্দুকে (Change Point - C.P) সূচিত করে। যন্ত্র স্থানান্তর করার সময় ও তার পরে পরিবর্তন বিন্দুর ব্যাপারে খুবই মনোযোগী হবেন। এই পদ্ধতি অনুসরণ করে সমস্ত সার্ভে সম্পূর্ণ করবেন।

[**বিঃ দ্রঃ** (i) যন্ত্রকে লেভেলিং করার পর প্রথম স্টাফ রিডিং হবে B.S. ও শেষ রিডিং হবে F.S.
(ii) পরিবর্তন বিন্দুতে F.S ও B.S এই দুটি রিডিং থাকবে। F.S যন্ত্রের পূর্বেকার লেভেল অবস্থা ও B.S যন্ত্রের পরের লেভেল অবস্থা নির্দেশ করে]

3.6 হিসাব হু.

স্টাফ রিডিং নেওয়ার পর প্রতিটি বিন্দুর R.L. নির্ণয় করতে হয়। এই R.L এর সাহায্যে পরিলেখ অংকন করে ভূমির বণ্ডুরতা দেখানো হয়। দুটি পদ্ধতিতে R.L নির্ণয় করা হয়।

1ৰ **কলিমেশন পদ্ধতি** (Collimation method)

এই পদ্ধতিতে কলিমেশন রেখার উ২চতা থেকে স্টাফ রিডিং বিয়োগ করে R.L নির্ণয় করা হয় জ্ঞসারণী 3.1)। সাধারণ সূত্র হল

a) কলিমেশন রেখার উ২চতা = B.S + B.M [কোন বিন্দুর B.M. হল সেই বিন্দুর R.L.]

b) কোন বিন্দুর R.L. = কলিমেশন লাইনের উ২চতা—স্টাফ রিডিং (I.S or F.S.).

c) পরিবর্তন বিন্দুতে যন্ত্র স্থানান্তরিত হয়। নতুন করে লেভেল করতে হয়, তাই এরও নতুন কলিমেশন উ২চতা নির্ণয় করতে হয়। খেয়াল করুন আগের কলিমেশন থেকে এই বিন্দুর R.L. পাওয়া গেছে। অএএব ধরা যেতে পারে এই R.Lই পরিবর্তন বিন্দুর B.M। অতএব

পরিবর্তন বিজ্ঞুতে কলিমেশনের উ২চতা = পরিবর্তন বিজ্ঞুর B.S. + R.L.

R.L. ঠিক মত হিসাব করা হয়েছে কিনা তা পাটিগণিতের পদ্ধতি অনুসরণ করে মিলিয়ে নেওয়া দরকার। একে বলা হয় Arithmetic Check, এর সূত্র হল

$\sum B.S \sim \sum F.S =$ শেষ R.L. ~ প্রথম R.L.

সারণী 3.1

ফিল্ড বই

ডাম্পি লেভেলের দ্বারা রিডিউসড লেভেল নির্ণয়

স্থান হু. তাং হু.

যন্ত্র নং হু. সময় হু.

উত্থান-পতন / কলিমেশন পদ্ধতি

স্টেশান	দূরত্ব	স্টাফ রিডিং জ্ঞমিটারব			সি.এল (C.L)	উত্থান	পতন	আর.এল (R.L.)	মন্ত্রব্য
	জ্ঞমিব	বি. এস, (B.S.)	আই. এস (I.S.)	এফ. এস (F.S)	উ২চতা জ্ঞমিব	জ্ঞমিব	জ্ঞমিব	জ্ঞমিব	
A	0	1.500			12.000			10.50	বি.এম 10.50জ্ঞমি.ব
	10		2.050		"		.550	9.950	(C.P)
C	20	3.200		2.605	12.593		.555	9.395	
	30		2.450		"	.750		10.145	
	40		1.955		"	.495		10.640	
B	50			1.235	"	.720		11.360	
Σ		4.700		3.840		1.965	1.105		

অ্যারিথমেটিক চেক হু.

1ব কলিমেশন পদ্ধতি অনুযায়ী

$\sum B.S \sim \sum F.S =$ শেষ R.L ~ প্রথম R.L

$\sum B.S = 4.700$ শেষ R.L = 11.360

$\sum F.S = \frac{3.840}{0.86}$ প্রথম R.L $= \frac{10.500}{0.86}$

2ৰ উত্থান - পতন পদ্ধতি অনুযায়ী

$\sum$ B.S ~ $\sum$ F.S = $\sum$ উত্থান ~ $\sum$ পতন = শেষ R.L - প্রথম R.L

4.700~3.840=1.965~1.105 =11.360~10.500

0.86 = 0.86 = 0.86

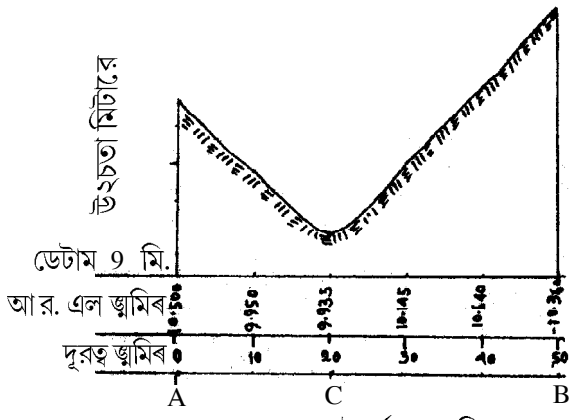
2) **উত্থান ও পতন পদ্ধতি** (Rise and fall method)

এই পদ্ধতিতে পর পর দুটি বিজ্ঞুর মধ্যে লেভেলের অর্থাৎ স্টাফ রিডিং এর পার্থক্য করা হয়। প্রত্যেক বিজ্ঞুর স্টাফ রিডিংকে ঠিক তার আগের বিজ্ঞুর স্টাফ রিডিং থেকে বাদ দিলে এই পার্থক্য পাওয়া যায়। এই পার্থক্য উত্থান বা পতন হিসাবে লেখা হয়। আগের বিজ্ঞুর স্টাফ রিডিং অপেক্ষা ঠিক তার পরের বিজ্ঞুর স্টাফ রিডিং ছোট হলে তাহলে উত্থান (rise), আর বেশী হলে তা হবে পতন (fall)। আগের রিডিং এর সন্দেগ পরের রিডিং বিয়োগ করার সময় পাটি গণিতের নিয়ম অনুসারে বিয়োগ চিহ্ন এলে পতন হবে ও যোগ চিহ্ন এলে উত্থান হবে জ্ঞসারণী 3.1ৰ। R.L নির্ণয় করা হয় আগের বিজ্ঞুর R.L এর সন্দেগ বিজ্ঞুর 'উত্থান' যোগ করে বা 'পতন' বিয়োগ করে। গাণিতিক পদ্ধতি অনুযায়ী একেও মিলিয়ে নেওয়া হয়, তার সূত্র হল হ্ল—

$\sum$ B.S ~ $\sum$ F.S = $\sum$ উত্থান ~ $\sum$ পতন = শেষ R.L ~ প্রথম R.L.

3.7 অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র অংকন হ্ল

সারণী 3.1 অনুসারে অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র অনুভূমিক স্কেল 1 সেমিতে 5 মিটার উলম্ব স্কেল 3 সেমিতে 1 মি ধরে অংকন করা হল। সর্ব নিম্ন আর. এল. এর কাছাকাছি একটি পূর্ণ সংখ্যাকে জ্ঞএক্ষেত্রে 9 মি ডেটাম পৃষ্ঠ কল্পনা করে সেই পৃষ্ঠের উপরে অন্যান্য বিজ্ঞুর আর. এল. এর মান বসিয়ে অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র অংকন করা হয়েছে।



অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র স্কেল

অনুভূমিক 1:500

উলম্ব 1:30

3.8 গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর.

ভূপৃষ্ঠের ঢাল উচ্চতা ও অনুভূমিক দূরত্বের আনুপাতিক সম্পর্কে প্রকাশিত হলে তাকে গ্রেডিয়েন্ট বলা হয়। ভূমির ঢাল ডিগ্রিতেও প্রকাশিত হয়। গ্রেডিয়েন্ট উচ্চতার এক এককের সন্দেগ ভূমির অনুভূমিক দূরত্বের একককে প্রকাশ করে।

∴ গ্রেডিয়েন্ট = দু'টি বিন্দুর উন্নতির পার্থক্য ÷ ঐ দুই বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব

প্রদত্ত আর. এল থেকে AC ও BC এর মধ্যে ভূমির গ্রেডিয়েন্ট হিসাব করা হল ঃ

A ও C এর মধ্যে গ্রেডিয়েন্ট কর.

উন্নতির পার্থক্য = A বিন্দুর আর. এল - C বিন্দুর আর. এল

= 10.50 মি - 9.395 মি

= 1.105 মি

A ও C এর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্বের পার্থক্য = 20 মি. - 0 মি. = 20 মি.

$$\therefore \text{ গ্রেডিয়েন্ট} = \frac{1.105}{20}$$

$$= 1 : 18.1$$

A ও C এর মধ্যে গ্রেডিয়েন্ট হল 1 মিটারে 18.1 মি.

একইভাবে B ও C এর মধ্যে গ্রেডিয়েন্ট হল

$$\frac{11.360 - 9.395}{50 - 20}$$

$$= \frac{1.965}{30} = 1 : 15.3$$

∴ গ্রেডিয়েন্ট 1 মিটারে 15.3 মি.

3.9 সমোন্নতি রেখার সন্নিবেশ (interpolation of contours)

ভূপৃষ্ঠের উপর বিভিন্ন বিন্দুর R.L জানা থাকলে পছন্দ্রমত ব্যবধানে সন্নিবেশ (interpolation) পদ্ধতিতে সমোন্নতি রেখা আঁকা যায়। চোখের আন্দ্রাজ (eye estimation) কিংবা গাণিতিক ভাবে ইণ্টারপোলেশন করা হয়।

দু'টি বিন্দুর মধ্যে আকাঙ্খিত সমোন্নতি রেখার অবস্থান নিম্ন ঢাল বিন্দু থেকে উর্দ্ধঢাল বিন্দুর দিকে গাণিতিক উপায়ে নিচের সূত্রের দ্বারা করা যায় কর.

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

সমোন্নতি রেখার দূরত্ব = [illegible]

উদাহরণ : A বিজ্ঞু থেকে দুটি কেন্দ্র বিমুখ সরলরেখা AB ও AC 60° দূরে অবস্থিত যাদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 3 ও 6 মি.। A, B ও C বিজ্ঞুর R.L. যথাক্রমে 4, 6 ও 5.6 মি.। এদের মধ্য দিয়ে 5 মি, সমোন্নতি রেখা অংকন করুন।

মানচিত্রে 1 সেমি ও ভূমি দূরত্ব 1 মি স্কেলে 3 ও 6 সেমি দু'টি সরল রেখা 60° কোণ করে আঁকা হল ও A, B ও C বিজ্ঞুকে চিহ্নিত করে তাদের R.L. এর মান নির্দেশ করা হল।

ইন্টারপোলেশন পদ্ধতিতে 5 মি সমোন্নতি রেখার দূরত্ব নির্ণয়—

(1) AB রেখার উপর 5 মি সমোন্নতি রেখার অবস্থান

সমোন্নতি রেখার দূরত্ব = $\frac{3 \text{ [illegible]}4 \text{ [illegible]}}{2 \text{ [illegible]}}$

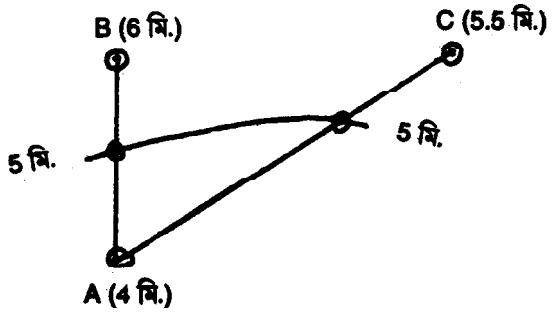
$= \frac{3 \times 1}{2}$ সেমি = 1.5 সেমি

AC রেখার উপর 5 মি, সমোন্নতি রেখার অবস্থান

সমোন্নতি রেখার দূরত্ব = $\frac{6 \text{ [illegible]}4 \text{ [illegible]}}{1.5 \text{ [illegible]}}$

$= \frac{6}{1.5}$ সেমি = 4 সেমি

দুটি রেখার উপর 5 মি. সমোন্নতি রেখার দূরত্ব নির্দিষ্ট করে একটি মসৃণ সমোন্নতি রেখা আঁকা হল জ্ঞচিত্র 3.4).



B ও C বিজ্ঞু অপেক্ষা
A বিজ্ঞুর R. L কম, তাই

চিত্র নং হ্ণ. 3.4

3.9.1 সমোন্নতি রেখা অংকন

ট্র্যভার্স লাইন বরাবর ও ওই লাইনের উভয়দিকে বিভিন্ন বিন্দুর (off set points) R.L.-এর সাহায্যে কোন এলাকার বা কোন ট্র্যাভার্স ক্ষেত্রের সমোন্নতি রেখা মানচিত্র আঁকা হয়। এখানে দুটি কেন্দ্রাতিগ রেখার (radial lines) উপর বিভিন্ন বিন্দুর R.L. এর সাহায্যে (সারণী 3.2) সমোন্নতি রেখা অংকন পদ্ধতি দেখানো হল (চিত্র নং 3.5)।

অংকন প্রণালী

(i) প্রিজম্যাটি কম্পাসের সাহায্যে একটি ষ্টেশন (A) থেকে দুটি লাইনের (AB, AC) প্রায় দূরত্ব ও দিগংশ নিয়ে স্কেল অনুযায়ী দুটি রেখা অংকন করুন।

(ii) ডাম্পি লেভেল জরিপ থেকে প্রায় প্রথম ষ্টেশন (A) ও দুই কেন্দ্রাতিগ লাইনের উপর বিভিন্ন বিন্দুর স্টাফ রিডিং এর সাহায্যে R.L. নির্ণয় করে প্রতিটি বিন্দুর পাশে লিখুন।

(iii) নির্দিষ্ট ব্যবধানে সমোন্নতি রেখার সন্নিবেশ (interpolation) করে তা অংকন করুন।

সারণী নং—3.2

ফিল্ড বই

সমোন্নতি রেখা অংকন

প্রিজম্যাটিক কম্পাস ও ডাম্পি লেভেল দ্বারা

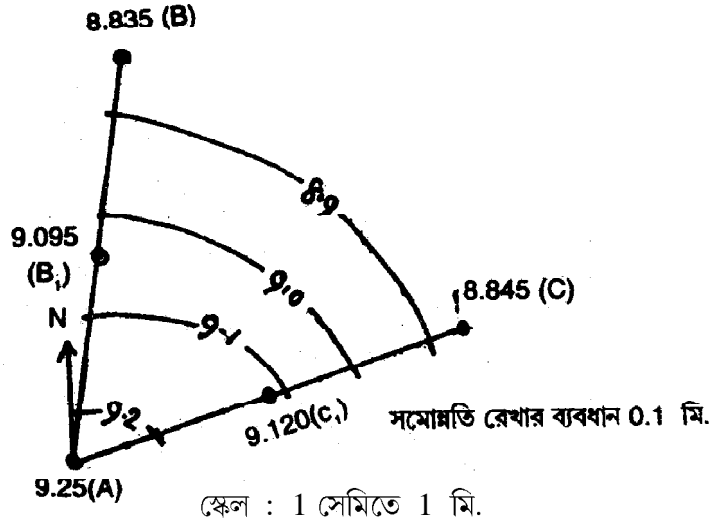
স্থান : তাং :

যন্ত্র নং : (i) প্রিজম্যাটিক কম্পাস সময় :

(ii) ডাম্পি লেভেল নাম/রোল নং :

চৌম্বক দিগংশ	বিন্দু	দূরত্ব মিটার	স্টাফ রিডিং মিটার			কলিমেশন উচ্চতা মিটার	R.L. মিটার	মন্তব্য
			B.S	I.S	F.S			
10°30′	A	0	1.150			10.400	9.250	বেঞ্চ মার্ক 9.25
	B_1	3		1,305		,,	9.095	
	B	6		1,565		,,	8.835	
75°0′	C_1	3		1.280		,,	9.120	
	C	6			1.555	,,	8.845	

গাণিতিক পদ্ধতি মিলাইয়া দেখুন : ΣB.S. ~ ΣF.S. = শেষ R.L. ~ প্রথম R.L.
= 1.150 ~ 1.555 = 8.845 ~ 9.250
= 0.405 = 0.405



স্কেল : 1 সেমিতে 1 মি.

চিত্র নং : 3.5

3.10 ডাম্পি লেভেলে ভুলের উৎস হ্ল.

ডাম্পি লেভেল সার্ভেতে ভুলের মূল উৎসগুলি হল হ্ল. যন্ত্রগত, পর্যবেক্ষণগত ও প্রকৃতিগত। এগুলি সম্বণ্ধে ট্র্যাভার্স জরিপ সময়ে আলোচনা করা হয়েছে। তথাপি লেভেলিং কাজের সময় যন্ত্রগত ভুলগুলি আসে ত্রুটিপূর্ণ ফুট স্ক্রু, বাব্‌ল টিউব, টেলিস্কোপ ও বাব্‌লের ভুল অ্যাডজাস্টমেন্ট হ্ল, ত্রুটিপূর্ণ ফোকাসিং টিউব এবং স্ট্যাফের মাত্রাবিভাগের ভুল থাকে। পর্যবেক্ষণগত ভুলগুলি হল হ্ল. ঠিক মত ও যত্নসহকারে লেভেলিং না করা, স্ট্যাফকে খাড়া করে দাঁড় না করানো এবং রিডিং নেওয়া এবং রিডিং ঠিক মত ফিল্ড বইতে না নথিভুশু করা। আলোকগত, প্যারালাক্স প্রকৃতিগত ভুলগুলি হল হ্ল. প্রবল বাতাস, তীব্র সূর্যালোক, প্রচন্ড উত্তাপ, ভূপৃষ্ঠের বক্রতা ও প্রতিসরণ।

অনুশীলনী : A ষ্টেশনে বেঞ্চমার্ক 8.75মি. ধরে প্রদত্ত স্ট্যাফ রিডিং থেকে R.L. নির্ণয় করুন ও তিনটি কেন্দ্র বিমুখ রেখার উপর সমোন্নতি রেখা অংকন করুন।

স্টেশন	রেখা	দিগংশ	বিচ্ছু	দূরত্ব ফুমি.ৰ	স্টাফ রিডিং ফুমি.ৰ		
					B.S.	**I.S.**	**F.S.**
O	OA	345°36	0	0	1.230		
			A_1	3		1.320	
			A_2	6		1.330	
A			A	9		1.200	
O	OB	17°30′	B_1	3		1.320	
			B_2	6		1.310	
B			B	9		1.310	
O	OC	52°	C_1	3		1.280	
			C_2	6		1.305	
C			C	9			1.350

3.11 প্রশ্নাবলী হু.

1. নিম্নলিখিত পরিভাষাগুলির সংজ্ঞা দিন
   লেভেল পৃষ্ঠ, কলিমেশন লাইন, ডেটাম পৃষ্ঠ, বেঞ্চমার্ক।
2. লেভেলিং ও সার্ভেইং এর মূল পার্থক্য কি?
3. রিডিউসড লেভেল নির্ণয়ের জন্য কিভাবে ফিল্ড বই তৈরী করবেন?
4. ডাম্পি লেভেল সার্ভে থেকে নিম্নলিখিত স্টাফ রিডিং মিটারে পাওয়া গেছে।
   3.864, 3.346, 2.932, 1.952, 0.854, 3.796, 2.639, 1.542, 1.934, 0.8764, 0.665
   পঞ্চম ও অষ্টম রিডিং এর পর লেভেলকে সরানো হয়েছে। প্রথম স্টেশনের বেঞ্চমার্ক (B.M) 150.250 মি.। এর জন্য ফিল্ড বই তৈরী করুন এবং আর. এল হিসাব করে পার্শ্বচিত্র অংকন করুন।

5. একটি ঢালু ভূমির উপর 30 মি. অন্তর 4 মিটারের স্টাফ নিয়ে পরপর নিম্নলিখিত রিডিং নেওয়া হয়েছে। 0.780, 1.353, 2.430, 3.480, 1.155, 2.365, 3.640, 0.935, 2.545 প্রথম বিজ্ঞুর R.L. 20.350 মি. যথোপযুক্ত ফিল্ড বইতে রিডিং নথীভুক্ত করুন ও আর. এল হিসাব করুন। প্রথম ও শেষ বিজ্ঞুর গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় করুন।

3.12 উত্তর সংকেত

1. 3.3 দ্রষ্টব্য
2. 3.2 দ্রষ্টব্য
3. সারণী 3.1 দ্রষ্টব্য
4. F.S .854, 1.452, 0.665
5. B.S 0.780, 1.155, 0.935

একক 4 থিওডোলাইট সার্ভে

গঠন

4.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

4.2 ট্রানজিট থিওডোলাইট

4.2.1 থিওডোলাইটে বিভিন্ন স্ক্রুএর ব্যবহার

4.2.2 থিওডোলাইট সার্ভেতে বেশী ব্যবহৃত দুটি শব্দ ও তার অর্থ

4.3 ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং

4.3.1 থিওডোলাইটের সাহায্যে দুটি বিন্দুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়

4.3.2 থিওডোলাইটের সাহায্যে উলম্ব কোণ নির্ণয়

4.4 বস্তুর উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

4.4.1 অভিগম্য তলদেশ অবস্থানে বস্তুর উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

4.4.2 অগম্য তলদেশ অবস্থানে বস্তুর উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

4.4.2.1 সমান উলম্বতল পদ্ধতি

4.4.2.2 তির্যকতল পদ্ধতি

4.6 প্রশ্নাবলি

4.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

ভূ-পৃষ্ঠের উপর, যেসব বস্তু দাঁড়িয়ে আছে জরিপ ব্যবস্থায় তাদের উ২চতা বা উন্নতি (elevation) পরিমাপ করা যায়। আগের দুটি ব্যবস্থায় জরিপকারীর সন্দেগ জরিপক্ষেত্রের সংযোগ ঘটত, তা না হলে ভূ-পৃষ্ঠের ঐ স্থানের বিস্তৃতি বা ভূমির বগুধুরতা সম্বগ্ধে জানতে পারা যেত না। বিম্ভু জরিপের অন্য এক ব্যবস্থায় বস্তুর কাছে না পৌঁছেও বস্তুর উ২চতা পরিমাপ করা যেতে পারে। আর এ জন্যেই আপনারা পৃথিবীর গিরিশৃন্দগ গুলির উ২চতা জানতে পেরেছেন। এ ব্যবস্থায় ব্যবহৃত যন্ত্র হল থিওডোলাইট, যার সাহায্যে কোন বস্তুর উন্নতি বা অবনতি কোণ (angle) পরিমাপ করে তার উ২চতা মাপা যায়।

থিওডোলাইটের ব্যবহার শিখলে আপনারা মস্ত্রির, ঘর-বাড়ী, বাতিস্তম্ভ, জলের ট্যান্ধক ইত্যাদি যে কোন বস্তুর উ২চতা সহজেই মেপে নিতে পারবেন। দূর পাহাড়ের কোনো শৃন্দেগর উ২চতা জানার কৌতূহলও নিবারণ করতে পারবেন।

উদ্দেশ্য : থিওডোলাইটের সাহায্যে জরিপ ব্যবস্থা শিখলে আপনারা

(1) যে কোন বস্তুর উ২চতা পরিমাপ করতে পারবেন।

(2) উ২চতা পরিমাপের আনুসন্ধিগক দিকগুলি জানতে পারবেন।

(3) উলম্ব কোণ জ্বউন্নতি বা অবনতিৰ সম্বগ্ধেধ ভাল ধারণা জন্দাতে পারবেন।

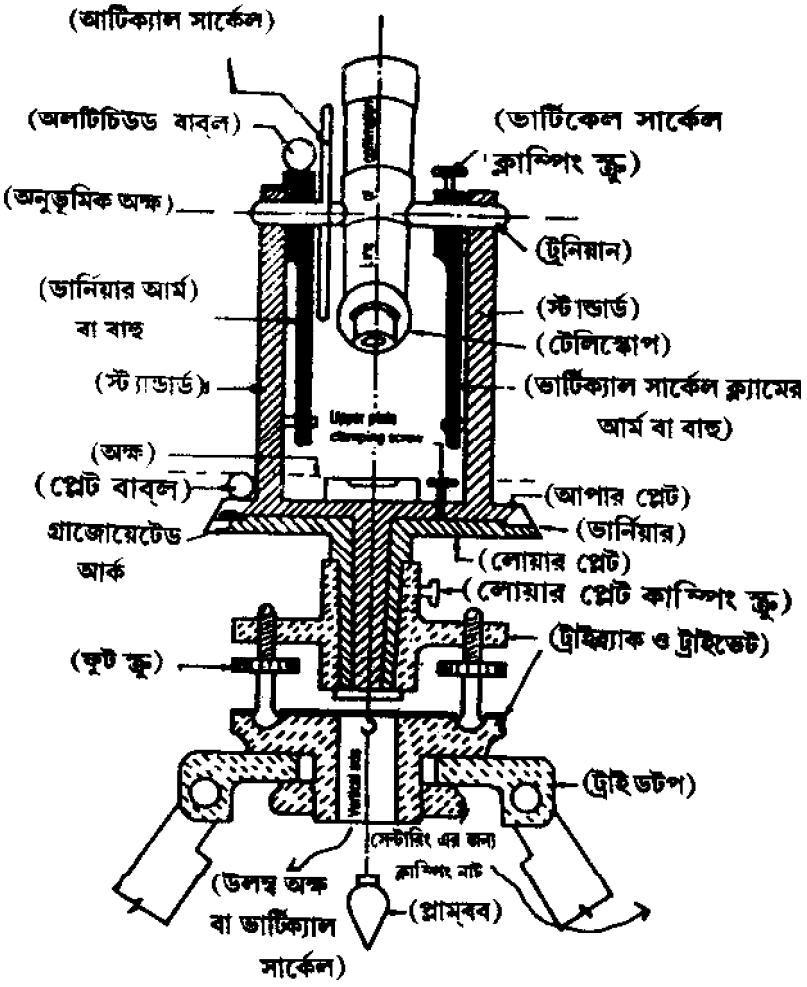
(4) ভার্নিয়ার স্কেলের সম্যক ব্যবহার জানতে পারবেন।

4.2 ট্রানজিট থিওডোলাইট (Transit Theodolite)

অনুভূমিক অক্ষের (horizontal axis) উপর ভর করে উলম্ব তলে টেলিস্কাপকে 180° ঘোরানো যায় অর্থাৎ এক অভিমুখ থেকে ঠিক তার বিপরীত অভিমুখে ঘোরানো যায় বলে ট্রানজিট (Transit) শব্দ ব্যবহার করা হয়েছে। যে থিওডোলাইটের টেলিস্কাপকে এভাবে বিপরীত মুখী করা যায় তাকে ট্রানজিট থিওডোলাইট বলা হয়। বস্তুর উ২চতা পরিমাপে এই ধরণের যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।

ট্রানজিট থিওডোলাইট জ্বচিত্র 4.1) সবচেয়ে জটিল যন্ত্র, এর সাহায্যে খুব নির্ভুলভাবে অনুভূমিক ও উলম্ব কোণ মাপা যায়। এর আকার অর্থাৎ নীচের প্লেটের মাত্রান্দ্বিকত বৃত্তের ব্যস 8 থেকে 25 সেমি হয়। লেভেলিং হেড তিন বাহু বিশিষ্ট দুটো সমান্ত্র রাল প্লেট নিয়ে গঠিত। উপরের প্লেটকে বলে ট্রাইব্র্যাক (tribrach) ও নীচের প্লেটকে বলে ট্রাইভেট (trivet)। লেভেলিং হেড এর এই দু'টি প্লেট লেভেলিং স্ক্রু বা ফুট স্ক্রু দ্বারা বল শকেট জয়েন্ট যুশু । ট্রাইভেটের মধ্যদিয়ে একটি ছিদ্র আছে যার মধ্য দিয়ে ওলন ঝোলানো যায়। ট্রাইব্র্যাকের মাঝের ফুটো দিয়ে স্পিন্ডল জ্বযার উপর ভর দিয়ে কিছু ঘোরেৰ বসানো আছে। এদের সন্দেগ একটা উলম্ব অক্ষ যুশু আছে। ভিতরের স্পিন্ডলের সন্দেগ ভার্নিয়ার প্লেট ও বাইরের স্পিন্ডলের সন্দেগ মুখ্য স্কেল-প্লেটকে লাগানো আছে। মুখ্য স্কেল-প্লেটের প্রান্ত্রভাগ ঢেউ খেলানো ও রূপালী এবং 0° থেকে 360° তে মাত্রাবিভশু আছে। এর সন্দেগ একটি ক্ল্যাম্প ও একটি ধীর গতি সম্পন্ন ট্যানজেন্ট স্ক্রু লাগানো আছে। উপর ভার্নিয়ার (upper vernier) প্লেট দু'টি ডবল ভার্নিয়ার (Double vernier-VA, VB)-কে বহন করে। VA, VB ভার্নিয়ার প্লেট দুটি পরস্পরের

ঠিক বিপরীত পাশে আটকানো আছে এবং এদের সন্দেগ ক্ল্যাম্প ও ট্যানজেন্ট স্ক্রু লাগানো আছে যাতে এদের চলাচলকে বগুধ ও ধীরগতি সম্পন্ন করা যায়। অনুভূমিক প্লেটের বাইরের অংশের উপর একটি লেভেল টিউব আটকানো আছে। দুটি ঋজু আলম্ব বা A-frame টারনিয়ান অক্ষকে (Turnian axix)



চিত্র হ্ল. 4.1 একটি ট্রানজিট থিওডোলাইট

ধরে রাখার জন্য ভার্নিয়ার প্লেটের উপর দাঁড় করানো আছে। টারনিয়ান অক্ষের উপর নির্ভর করে টেলিস্কোপ উলম্ব তলে আবর্তিত হয়। এই অক্ষের মাঝখানে ও সমকোণে টেলিস্কোপ আটকানো আছে। টেলিস্কোপের সন্দেগ থাকে আই-পিস, ডায়াফ্রাম, ফোকাস করা স্ক্রু প্রভৃতি। একটি উলম্ব বৃত্ত সুদৃঢ় ভাবে টেলিস্কোপের

সন্দেগ আটকানো আছে যেটি টেলিস্কোপের সন্দেগ ঘুরতে থাকে। এই বৃত্তটি ডিগ্রি, মিনিট দ্বারা মাত্রা বিভক্ত। এর প্রান্ত্র ঢেউ খেলানো ও একটি রূপালী (Silvered)। অনুভূমিক অক্ষের সন্দেগ একটি সূচক দন্ড (T frame) আছে। এই দন্ডের দুই প্রান্ত্রে দুটি ডবল ভার্নিয়ার (VC ও VD) আটকানো আছে ও এদের সন্দেগ রয়েছে ক্ল্যাম্পিং ও ট্যানজেন্ট স্ক্রু। ক্লিপিং বাহুর (Clipping arm) সন্দেগ একটি আঁকশি (farz), দুটো স্ক্রু ও একটি বাবল টিউব লাগানো আছে। বাবল টিউবটি একদম উপরে ফ্রেমের সন্দেগ আটকানো আছে। অনেক সময় দিগংশ পরিমাপের জন্য এর সন্দেগ একটি কম্পাসও আটকানো থাকে।

4.2.1 থিওডোলাইটে বিভিন্ন স্ক্রু এর ব্যবহার হু.

বিভিন্ন স্ক্রু এর ব্যবহার ঠিক ঠিক জানা না থাকলে যন্ত্রকে ঠিক মত ঘোরাতে বা আবর্তিত করতে পারবেন না ও রিডিং নিতে পারবেন না। প্রতিটি স্ক্রুর ব্যবহার সম্বণ্ডেধ আলোচনা করা হল।

(1) **ফুট স্ক্রু** (foot screw) : যন্ত্রকে লেভেল করার জন্য ব্যবহার করা হয়। ডাম্পি লেভেল-এ শিখেছেন কীভাবে যন্ত্রকে লেভেল করতে হয়। একই পদ্ধতি এখানেও প্রযোজ্য।

(2) **ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু হু.** —

(a) অনুভূমিক প্লেট-এর ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু হু. উপরের প্লেট ও নীচের প্লেটের জন্য পৃথক পৃথক দুটো স্ক্রু আছে। এদের সাহায্যে প্লেট দুটোকেই আটকানো হয়। তখন যন্ত্র ডাইনে অথবা বাঁয়ে কোন দিকে অনুভূমিকভাবে ঘুরতে পারে না।

(b) টেলিস্কোপের ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু : টেলিস্কোপের ভার্নিয়ারের বিপরীত দিকে টারনিয়ান (turnian) অক্ষের সন্দেগ এই স্ক্রু লাগানো আছে। এর দ্বারা টেলিস্কোপকে বাঁধা হয়।

(3) **ধীর গতি স্ক্রু** (Slow-motion/tangent Screw) : প্রতিটি ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু-এর সন্দেগ একটি করে ধীর গতির স্ক্রু লম্বভাবে লাগানো আছে, তাই একে ট্যানজেন্ট স্ক্রুও বলা হয়। যন্ত্রকে ধীরে ধীরে ঘোরানোর জন্য এই স্ক্রু গুলিকে ব্যবহার করা হয়। ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে প্লেটগুলিকে ও টেলিস্কোপকে না আটকে নিলে ট্যানজেন্ট স্ক্রু কোন কাজ করবে না। যন্ত্রের নিখুত সেটিং এর জন্য এই সব স্ক্রু ব্যবহার করতে হয়।

4.2.2 থিওডোলাইট সার্ভেতে বেশী ব্যবহৃত দু'টি শব্দ ও তার অর্থ

(i) **বাম মুখী** (Face left) : রিডিং নেওয়ার সময় যন্ত্রর উলম্ব বৃত্ত (vertical circle) নিরীক্ষকের বাঁ দিকে অবস্থান করলে তাকে /বাম মুখী* বা Face left বলা হয়।

(ii) **ডান মুখী** (Face right) : ওই একই সময়ে উলম্ব বৃত্ত নিরীক্ষকের ডান দিকে অবস্থান করলে তাকে /ডান মুখী* বা Face right বলা হয়।

থিওডোলাইট থেকে সব সময় 'বাম মুখী' ও 'ডান মুখী' অবস্থায় রিডিং নিতে হয়।

4.3 ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং (Trigonometric Levelling) :

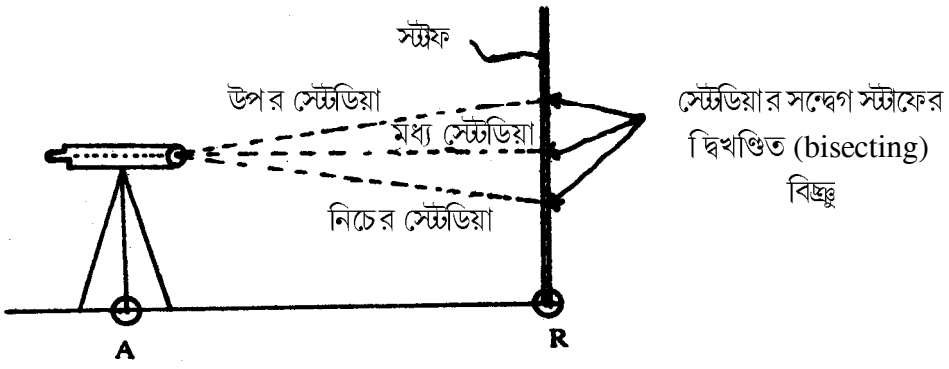
থিওডোলাইটের সাহায্যে কোন বস্তুর উ২চতা নির্ণয় করা লেভেলিং সার্ভের অন্তর্গত, কেননা এই সার্ভে উলম্ব তলে করা হয়। যে পদ্ধতিতে ও যে যন্ত্রের সাহায্যে এই সার্ভে করা হয় তাতে বস্তু ও পর্যবেক্ষণ স্টেশন (Station of Observation) মিলে কোনো ত্রিভুজ গঠন করে ও ত্রিকোণমিতির সূত্রের দ্বারা প্রশ্নের/সমস্যার সমাধান করা হয়। তাই বস্তুর উ২চতা বা পরিমাপ করা ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং-এর (Trigonometric levelling) অন্তর্গত। গ্রীক শব্দ trigonon মানে ত্রিভুজ ও metron মানে পরিমাপ। সুতরাং, ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এ ভূ-পৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর তথা বস্তুর আপেক্ষিক উ২চতা থিওডোলাইট থেকে প্রা৫ উলম্ব কোণ দিয়ে নির্ণয় করা হয়। পর্যবেক্ষণ স্টেশন ও বস্তুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব সরাসরি ফিতে দিয়ে মাপা হয় অথবা অন্যভাবে থিওডোলাইটের পর্যবেক্ষণ থেকে প্রা৫ রিডিং দ্বারা হিসাব করা হয়। যে সব সাধারণ পদ্ধতিতে অনুভূমিক দূরত্ব হিসাব করে নির্ণয় করা হয় সেগুলি সম্বণ্ডেধ নীচে আলোচনা করা হল :

4.3.1 থিওডোলাইটের সাহায্যে দু'টি বিন্দুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় :

থিওডোলাইট ও স্টাফ (Staff) এর সাহায্যে দু'টি বিন্দুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে দু'টি বিন্দুর মধ্যে একটি বিন্দুর উপর থিওডোলাইট ও অন্য বিন্দুর উপর স্টাফ থাকে। থিওডোলাইট লেভেল অবস্থায় ও টেলিস্কোপ নিখুঁতভাবে অনুভূমিক অবস্থায় থাকে অর্থাৎ উলম্ব স্কেলে VC ও VD 0°-0° অর্থ হল ভার্নিয়ার স্কেলের 0° ও মুখ্য স্কেলের 0° দাগ একই বিন্দুতে অবস্থান করে। অন্য বিন্দুতে স্থাপিত বস্তুর তলদেশ বিন্দু বা অন্যত্রব স্টাফ একদম খাড়া অবস্থায় থাকে। এই পরিস্থিতিতে টেলিস্কোপের মাধ্যমে ষ্টেডিয়া রিডিং স্থাপিত ষ্টেডিয়া স্টাফকে যেখানে দ্বিখণ্ডিত (bisect) করেব নিয়ে দু'টি পদ্ধতিতে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় করা হয়। দুটি পদ্ধতি হল হ্ল. (i) ষ্টেডিয়া পদ্ধতি (Stadia method) ও (ii) এক ডিগ্রী পদ্ধতি (One degree method)।

(i) ষ্টেডিয়া পদ্ধতি : এই পদ্ধতিতে দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র হল হ্ল.

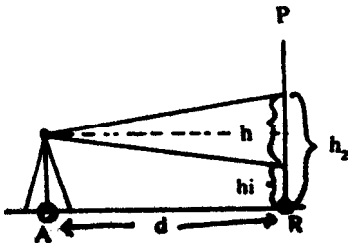
দূরত্ব = স্থাউপরে ষ্টেডিয়া রিডিং – নিচের স্টেডিয়া রিডিংব × ষ্টেডিয়া ধ্রুবক স্থাএর মান সর্বদা 100) টেলিস্কোপে উল্টো ছবি দেখা যায় বলে নিচের ষ্টেডিয়া রিডিং বেশী হয়।



চিত্র নং 4.2(a) থিওডোলাই, ষ্টেডিয়া ও স্টাফ

উদাহরণ :

ধরা যাক জ্বচিত্র নং 4.2b) A ও R দুটি বিচ্ছু। A বিচ্ছুতে থিওডোলাইট লেবেল অবস্থায় ও 0°-0° অবস্থায় টেলিস্কোপ আছে ও R বিচ্ছুতে স্টাফ উলম্ব অবস্থায় আছে তখন উপর স্টেডিয়া (h_2) রিডিং 1.735 মি. ও নিচের স্টেডিয়া (h_1) 1.200 মি. তাহলে A ও R-এর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব (d) কত?



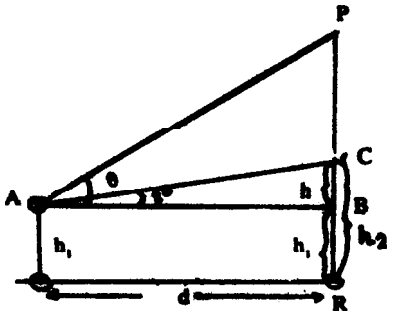
চিত্র নং : 4.2(b)

সূত্র অনুযায়ী

অনুভূমিক দূরত্ব (d) = উপর স্টেডিয়া রিডিং (h_2) ~ নিচের স্টেডিয়া রিডিং (h_1) × স্টেডিয়া ধ্রুবক (100) = (1.730 মি. – 1.200 মি.ৰ × 100 = .330 মি. × 100 d = 53.0 মি.

(ii) এক-ডিগ্রি পদ্ধতি :

এই পদ্ধতিতে স্টাফের উপর মাঝের স্টেডিয়া রিডিং দুরকম অবস্থায় নিতে হয় : (i) টেলিস্কোপ যখন অনুভূমিক (VC – VD তে 0° – 0°) অবস্থায় থাকে ও (ii) টেলিস্কোপ যখন ঠিক 1° উপরের দিকে হেলে থাকে। VC বা VD তে চোখ রেখে টেলিস্কোপের ধীরগতি স্ক্রু (Slow motion screw) ঘুরিয়ে টেলিস্কাপকে 1° উপরে তুলতে হয়। জ্বচিত্র 4.3)



চিত্র নং : 4.3

ধরা যাক, টেলিস্কোপ যখন 1° উপর দিকে হেলানো (AC) থাকে তখন মাঝের স্টেডিয়া রিডিং

হল h_2(RC) এবং টেলিস্কোপ যখন অনুভূমিক (AB) থাকে তখন মাঝের ষ্টেডিয়া রিডিং হল h_1(RB), এটাই ষ্টেশনের উপর যন্ত্রের উ২চতা।

$\therefore$ $BC = h_2 - h_1 \rightarrow h$

যেহেতু ΔABC একটি সমকোণী ত্রিভুজ

$$\frac{AB}{BC} = \cot 1^\circ$$

$\therefore$ $AB = BC \cot 1^\circ$

বা, $d = h \cot 1^\circ$

উদাহরণ : টেলিস্কোপের অনুভূমিক অবস্থায় মাঝের স্টেডিয়া রিডিং 1.35 মি. ও ইহা 1° কোণে উপর দিকে হেলানো অবস্থায় মাঝের স্টেডিয়া রিডিং 2.15 মি. হলে দুটি বিজ্ঞুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব কত? অতএব সূত্র অনুসারে :

$d = h \cot 1^\circ$

বা, $d = 2.15$ মি. $- 1.35$ মি. $\times \cot 1^\circ$

$= 80$ মি. $\times 57.28996$

$= 45.83$ মি.

4.3.2 থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ নির্ণয় :

হেলানো দৃষ্ট রেখা (line of sight) বা কলিমেশন রেখা (Collimation line) তার অনুভূমিক অবস্থার সন্দেগ যে কোণ উৎপন্ন করে সেই কোণ হল উল্লম্ব কোণ। অনুভূমিক রেখার উপরে উৎপন্ন কোণকে উন্নতি কোণ (angle of elevation) ও এর নীচে উৎপন্ন কোণকে অবনতি কোণ (angle of depression) বলা হয়। উল্লম্ব কোণ পরিমাপের প্রক্রিয়াগুলি হল :

(i) থিওডোলাইটকে প্রদত্ত ষ্টেশনের উপর ওলনের সাহায্যে ঠিকভাবে স্থাপন করবেন ও লেভেল করবেন।

(ii) টেলিস্কোপকে বস্তুর দিকে ঘুরিয়ে বস্তুর সর্বোচ্চ বিজ্ঞু বা সঠিক বিজ্ঞু লক্ষ্য করবেন। এরপর ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে টেলিস্কোপ ও দুটো অনুভূমিক প্লেটকে পরপর আটকে নেবেন। টেলিস্কোপকে এর ধীরগতি স্ক্রু দিয়ে উলম্ব দিক ও অনুভূমিক প্লেটের জ্বায়ে কোন একটি প্লেটেরৰ ধীরগতি স্ক্রু দিয়ে ডাইনে-বাঁয়ে ঘুরিয়ে বস্তুর সর্বোচ্চ বিজ্ঞুকে একদম সঠিকভাবে মাঝের ষ্টেডিয়া দিয়ে দ্বি-খণ্ডিত করাবেন।

(iii) যন্ত্রের বামমুখী (Face left) ও ডানমুখী (Face right) উভয় অবস্থানে উলম্ব বৃত্তের VC ও VD রিডিং নেবেন। [যন্ত্রের বামমুখী অবস্থায় রিডিং প্রথমে নিতে হয়।] এদের গড় মান হল আবশ্যক কোণ বা বস্তুর উলম্ব কোণ (সারণী 4.1)

4.4 কোন বস্তুর উচ্চতা ও দূরত্ব নির্ণয় (Determination of height and distance of an object) :

বস্তুর অবস্থানের উপর নির্ভর করে বিভিন্ন পদ্ধতিতে বস্তুর উচ্চতা ও দূরত্ব নির্ণয় করা হয়। যেমন—

1. তলদেশ অভিগম্য (base accessible) অবস্থায়।
2. তলদেশ অগম্য (base inaccessible) অবস্থায়।

4.4.1. অভিগম্য তলদেশ অবস্থানে বস্তুর উচ্চতা ও দূরত্ব নির্ণয় (Case : Base Accessible) :

ধরা যাক, (চিত্র নং 4.3) সমতল ভূমির উপর PR হল বস্তু যার তলদেশ অভিগম্য এবং A হল পর্যবেক্ষণ ষ্টেশন যার উপর একটি থিওডোলাইট ভূমি থেকে h_i উচ্চতায় বসানো হয়েছে। AB হল কলিমেশন রেখা।

প্রক্রিয়া :

(i) A স্টেশনের উপর ঠিকভাবে থিওডোলাইট বসিয়ে নির্ভুল লেভেলিং করার পর ফিতে দিয়ে বা স্টাফ দিয়ে যন্ত্রের উচ্চতা মেপে নিন।

(ii) অনুভূমিক দূরত্ব AR(d) ফিতে দিয়ে সরাসরি মাপতে পারেন, অথবা ষ্টেডিয়া রিডিং পদ্ধতি অনুযায়ী হিসাব করতে পারেন (প্রক্রিয়া পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে 4.3.1 দ্রষ্টব্য)।

(iii) এরপর বস্তুর (P) শীর্ষ বিন্দুতে উন্নতি কোণ (θ) পর্যবেক্ষণ স্টেশন (A) থেকে পরিমাপ করুন (উলম্ব কোণ নির্ণয় 4.3.2 দ্রষ্টব্য)।

হিসাব :

চিত্র নং 4.3 থেকে কলিমেশন রেখার উপরে বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় কিভাবে করা হয় তা দেখানো হল। অনুভূমিক দূরত্ব পরিমাপের পদ্ধতি আগেই দেখানো হয়েছে।

অতএব চিত্র অনুসারে ABP সমকোণী ত্রিভুজের AB হল কলিমেশন রেখা, h_i হল যন্ত্রের উচ্চতা, θ হল কলিমেশন রেখার উপরে বস্তুর উন্নতি কোণ এবং AB = d।

$\therefore \frac{PB}{AB} = \tan\theta$

বা, PB = AB tan θ

= d tan θ

কলিমেশন রেখার উপরে বস্তুর উ২চতা হল d tan

∴ বস্তুর মোট উ২চতা = h_1 + d tan θ

উদাহরণ ঃ সারণী 4.1 অনুযায়ী হিসাব

সারণী নং—4.1

ফিল্ড বই

ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

জ্বঅভিগম্য তলদেশ অবস্থানব

স্থান :

যন্ত্র নং :

তাং :

সময় :

জরিপকারীর রোল নং :

যন্ত্রের অবস্থান	দৃষ্ট বস্তু	মুখ	স্টেডিয়া রিডিং উপর	নীচ	উলম্ব বৃত্তের রিডিং VC	VD	গড় কোণ	মন্তব্য
A	P বাড়ীর শীর্ষ	বাম	1.20	1.70	10°24′	10°28′	10°27′	A ষ্টেশনে যন্ত্রের উ২চতা
		ডান			10°26′	10°30′		1.23 মি.

হিসাব করার সময় একটি স্কেচ এঁকে নেবেন।

ছবি অনুযায়ী

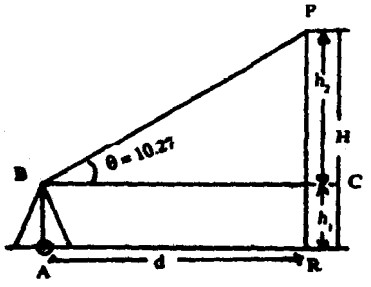
h_2 = কলিমেশন রেখার উপরে বাড়ীর উ২চতা

h_2 = যন্ত্রের উ২চতা

θ = উন্নতি কোণ

d = স্টেশন ও বাড়ীর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব

H = বাড়ীঘর মোট উ২চতা



চিত্র নং 4.4

ধাপ-I

BC বা AR = d = জ্বনীচের স্টেডিয়া রিডিং ~ উপর স্টডিয়া রিডিংর × স্টেডিয়া ধ্রুবক

$d = (1.20 \sim 1.70) \times 100$

$d = .50$ মি. $\times 100 = 50$ মি.

ধাপ-II

BPC একটি সমকোণী ত্রিভুজ বলে

$$\frac{PC}{BC} \text{ বা } \frac{h_2}{d} = \tan 10°27'$$

বা, $h_2 = d \tan 10°27'$

$= 9.22$ মি.

$\therefore$ বাড়ীর মোট উ২চতা (H) $= h_1 + h_2$

$= 1.23$ মি. $+ 9.22$ মি.

$= 10.45$ মি.

ধাপ III পর্যবেক্ষণ ষ্টেশন ও বাড়ীর শীর্ষ বিন্দুর মধ্যে হেলান দূরত্ব (Slanting distance) নির্ণয় হ্ল.

APR সমকোণী ত্রিভুজ হওয়ায়

AR (d) = 50.0 মি,

PR (H) = 10.45 মি.

পিথাগোরাসের সূত্র অনুযায়ী

$$AP = \sqrt{(d)^2 + (H)^2}$$

$$= \sqrt{(50)^2 + (10.45)^2}$$

$$= \sqrt{2500 + 109.2025}$$

$$= \sqrt{2609.2025}$$

$= 51.08$ মি.

উত্তর ঃ বাড়ীর উ২চতা 10.45 মি. অনুভূমিক দূরত্ব 50 মি. ও হেলান দূরত্ব 51.08 মি.

4.4.2. অগম্য তলদেশ অবস্থানে বস্তুর উচ্চতা ও দূরত্ব নির্ণয় (Case : Base Inaccessible) :

অগম্য তলদেশ (inaccessible base) অর্থাৎ যে বস্তুর পাদদেশ পর্যন্ত যাওয়া যায় না সেক্ষেত্রে বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় অন্য দুভাবে হয়—

(A) সমান উলম্ব তল পদ্ধতি (Same Vertical Plane method)

(B) তির্যক তল পদ্ধতি (Oblique Plane method)

4.4.2.1 সমান উলম্ব তল পদ্ধতি :

এক্ষেত্রে পর্যবেক্ষণ স্টেশন ও অন্য আর একটি নির্বাচিত স্টেশন/বিন্দু থেকে বস্তুর উলম্ব কোণের মানের সাহায্যে সমস্যার সমাধান করা হয়। ভূমির উপর পর্যবেক্ষণ বিন্দু বা স্টেশন দ্বিতীয় নির্বাচিত বিন্দু ও বস্তু সমরেখায় (Collinear) অবস্থান করে।

জরিপ প্রক্রিয়া (Survey Procedure)

(i) মাঠে গিয়ে পর্যবেক্ষণ স্টেশন/বিন্দুর উপর ওলনের সাহায্যে থিওডোলাইটকে সঠিকভাবে স্থাপন ও ফুট স্ক্রু দ্বারা লেভেলিং করবেন। এরপর ফিতে (tape) বা স্টাফ দিয়ে যন্ত্রের উচ্চতা মাপবেন।

(ii) যন্ত্রকে বামমুখী (face left) করে বস্তুকে লক্ষ্য করবেন ও তখন অনুভূমিক প্লেট ও টেলিস্কোপকে তাদের নিজ নিজ ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে বেঁধে নেবেন। এবার ধীরগতি স্ক্রু ঘুরিয়ে বস্তুর সন্দেগ মাঝের স্টেডিয়ার নির্ভুলভাবে ছেদ ঘটাবেন ও উলম্ব বৃত্তের VC ও VD রিডিং নেবেন ও ফিল্ড বইতে লিখবেন।

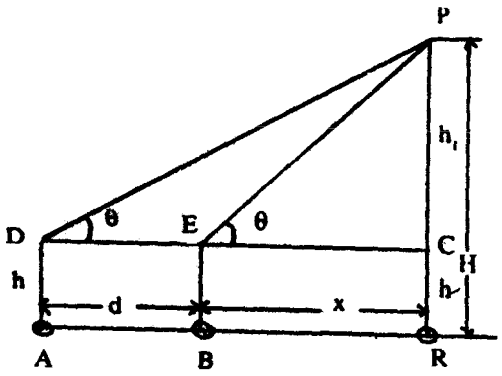
(iii) এবার টেলিস্কোপকে আলগা ও ডানমুখী করে একইভাবে VC ও VD রিডিং নেবেন।

(iv) VC ও VD তে রিডিং নেওয়ার পর অনুভূমিক প্লেটকে বেঁধে/আটকে রেখে টেলিস্কোপকে আলগা করে আস্তে আস্তে নীচের দিকে নামিয়ে এতে চোখ রেখে দ্বিতীয় আর একটি স্টেশন/বিন্দুর অবস্থান স্থির করবেন অর্থাৎ পর্যবেক্ষণ বিন্দু, দ্বিতীয় বিন্দু ও বস্তু সমরেখ হবে। পর্যবেক্ষণ বিন্দু/স্টেশন ও দ্বিতীয় স্টেশন এর মধ্যে দূরত্ব যেন কমপক্ষে 5/10 মি হয়, এর বেশী হলে বরং ভালই হয়। এই দুই বিন্দু/স্টেশনের মধ্যে দূরত্ব ফিতে দিয়ে বা গণনার মাধ্যমে পরিমাপ করবেন ত্রিপ্রশ্নানুযায়ীব।

(v) দ্বিতীয় স্টেশনের/বিন্দুর উপর থিওডোলাইট ঠিকভাবে স্থাপন ও লেভেলিং করবেন ও তার উচ্চতা মেপে নেবেন এবং পূর্বেকার স্টেশনের ন্যায় বস্তুর বামমুখী ও ডানমুখী উলম্ব বৃত্তের VC ও VD রিডিং নেবেন।

দুই স্টেশনে যন্ত্রের উচ্চতা সমান থাকলে অর্থাৎ একই উলম্ব তলে থাকলে বস্তুর উচ্চতা নিম্ন বর্ণিত পদ্ধতিতে নির্ণয় করবেন ঃ

নিচের চিত্র নং 4.5 থেকে ধরা যাক P এর উ২চতা নির্ণয় করা হবে।



চিত্র নং 4.5

AR সমান্ত্র রাল DC

AD সমান্ত্র রাল BE সমান্ত্র রাল RC

[AR ‖ DC]

AD ‖ BE ‖ RC]

∴ AD = BE = RC = h জ্বযন্ত্রের উ২চতাৰ

AB = DE = d জ্বঅনুভূমিক দূরত্বৰ

BR = x, PC = h_1

H = মোট উ২চতা

A ও B থেকে P বিজ্জুর উলম্ব কোণ যথাক্রমে θ_1 ও θ_2

সুতরাং দুটি সমকোণী ত্রিভুজ হল PDC ও PEC

1. সমকোণী ত্রিভুজ PDC থেকে পাই

$$\frac{d+x}{h_1} = \cot\theta_1 \quad \text{বা, } d + x = h_1 \cot \theta_1 \text{ ..... (i)}$$

এবং সমকোণী ত্রিভুজ PEC থেকে পাই

$$\frac{x}{h_1} = \cot\theta_2 \quad \text{বা, } x = h_1 \cot \theta_2 \text{ ..... (ii)}$$

যেহেতু D, E ও C সমরেখ,

∴ DC − EC = DE [DC = d + x, EC = x ধরে]

বা, $d + x - x = h_1 \cot \theta_1 - h_1 \cot \theta_2$

বা, $d = h_1 (\cot \theta_1 - \cot \theta_2)$

$$\therefore \quad h_1 = \frac{d}{\cot\theta_1 - \cot\theta_2}$$

এক বার h_1 জানা গেলে x এর মান সমীকরণ (ii) থেকে নির্ণয় করা যাবে।

উদাহরণ : ধরা যাক কোন বস্তুর (P) উলম্ব কোণ A ও B বিজ্ঞুতে যথাক্রমে 10°40′ ও 16°40′ এবং C ও B 15.4 মি. দূরে অবস্থিত। থিওডোলাইট ভূমি থেকে উভয় বিজ্ঞুতে 1.35 মি. উঁচুতে স্থাপিত। তাহলে বস্তুর উচ্চতা, পর্যবেক্ষণ স্টেশন থেকে অনুভূমিক দূরত্ব কত?

চিত্র নং 4.5 এর সাপেক্ষে হিসাব সূত্র অনুযায়ী

1. $h_1 = \dfrac{d}{\cot\theta_1 - \cot\theta_2}$

   বা, $= \dfrac{15.4 \text{ মি.}}{\cot 10°20' - \cot 16°40'}$

   $= 7.18$ মি.

2. $H = h + h_1$

   $= 1.35$ মি. $+ 7.18$ মি.

   $= 8.53$ মি.

3. সমীকরণ (ii) থেকে x এর মান পাই

   $x = h_1 \cot \theta_2$

   $= 7.18$ মি. $\times \cot 16°40'$

   $= 23.98$ মি.

∴ পর্যবেক্ষণ স্টেশন থেকে বস্তুর অনুভূমিক দূরত্ব

$= d + x$

$= 15.4$ মি. $+ 23.98$ মি.

$= 39.38$ মি.

উত্তর। (1) বাড়ির উচ্চতা (H) – 8.53 মি.

(2) অনুভূমিক দূরত্ব (AR) – 39.38 মি.

বাস্তবে জরিপ কালীন দুটি ষ্টেশনে থিওডোলাইটের সমান উচ্চতা বজায় রাখা অর্থাৎ যন্ত্রকে একই কলিমেশনে রাখা সম্ভব হয় না। অথচ ত্রিভুজ দ্বয়ের সমাধানকল্পে দুটি বিজ্ঞুক একই কলিমেশন রেখায় বা একই উলম্ব তলে আনতে হয়। দুটি বিজ্ঞুতে বস্তুর উন্নতি কোণের পরিবর্তন অসম্ভব বলে অনুভূমিক দূরত্বের পরিবর্তন ঘটিয়ে তা করা যায়। একটি ফিল্ড বই গঠন ও উদাহরণের মাধ্যমে ইহা আলোচনা

ক রা হল। জ্বসা রণী নং 4.2)।

সা রণী নং—4.2

ফিল্ড বই

ট্রানজিট থিওডোলাইটে র সাহায্যে উ২চতা ও দূ রত্ব নির্ণয়

জ্বঅগম্য তলদেশ হ্ল. সমান উলম্বতল পদ্ধতিৰ

স্থান : তাং :

যন্ত্র নং : সময় :

জপি রকা রীর নাম/রোল নং :

স্টেশন ও যন্ত্রের অবস্থান	দৃষ্ট বস্তু	মুখ	উলম্ব বৃত্ত রিডিং		গড় উন্নতি কোণ	যন্ত্রের উ২চতা জ্বমি.ৰ	মন্তব্য
			VC	VD			
A	P বাতি স্তম্ভ	বাম	10°18′	10°18′	10°20′	1.35	A ও B এর মধ্যে দূরত্ব 15 মি
		ডান	10°22′	10°22′			
B	P বাতি স্তম্ভ	বাম	16°42′	16°40′	16°40′	1.40	
		ডান	16°38′	16°38′			

হিসাব

চিত্র 4.6 থেকে পাই

AR ‖ DC ও AD ‖ RP এবং

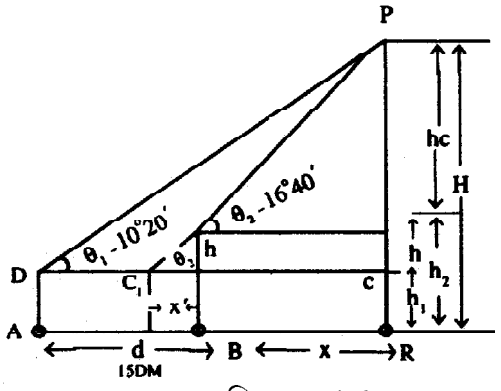
h_1 = A স্টেশনে যন্ত্রের উ২চতা

h_2 = B স্টেশনে যন্ত্রের উ২চতা

h = যন্ত্রের উ২চতায় পার্থক্য

hc = h_1 এর উপরে বস্তু র উ২চতা

H = বস্তু র মোট উ২চতা



চিত্র নং 4.6

d = A ও B এর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব

x = B ও বস্তুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব

θ_1 = A স্টেশনে বস্তুর উন্নতি কোণ

θ_2 = B স্টেশনে বস্তুর উন্নতি কোণ

এই চিত্র থেকে দেখা যাে২৬ যে x′ সমান দূরত্ব কম হওয়ায় B স্টেশনের উন্নতি কোণ (θ_2) A স্টেশনের উলম্ব তলের উপর অর্থাৎ DC রেখার উপর G বিচ্ছুতে সমান একান্ত র কোণ উৎপন্ন করেছে, যেহেতু A ও B স্টেশনের উলম্ব তল পরস্পরে সমান্ত রাল রেখা নির্দেশ করে।

এখানে PDC ও PGC দুটি সমকোণী ত্রিভুজ

∴ সমকোণী ত্রিভুজ PDC হতে পাই

$$\frac{DC}{h_c} = \frac{d + x}{h_c} = \cot\theta_1$$

বা $d + x = hc \cot \theta_1$ ..... সমীকরণ (i)

সমকোণী ত্রিভুজ PGC হতে পাই,

$$\frac{GC}{h_c} = \frac{x + x'}{h_c} = \cot\theta_2$$

বা $x + x' = hc \cot \theta_2$ ..... সমীকরণ (ii)

G কলিমেশন রেখা AC উপর অবস্থিত বলে

DC – GC = DC

বা সমীকরণ (i) হতে সমীকরণ (ii) বিয়োগ করে পাই

$h_c \cot \theta_1 - h_c \cot \theta_2 = d + x - (x + x')$

বা $h_c (\cot \theta_1 - \cot \theta_2) = d + x - x - x'$

বা $h_c (\cot \theta_1 - \cot \theta_2) = d - x'$

বা $$h_c = \frac{d - x'}{\cot\theta_1 - \cot\theta_2}$$

জ্বদ্রষ্টব্য : B স্টেশনে যন্ত্রের উ২চতা কম হলে তখন ইহা d + x′ হয়ব

আবার $$\frac{x'}{(h_2 - h_1)} = \cot\theta_2$$

∴ $x' = h_2 - h_1 \cot \theta_2$

∴ প্রদত্ত মানগুলি প্রয়োগ করিয়া পাই,

x′ = (1.40 মি. – 1.25 মি.ব cot 16°40′

= 0.50 মি.

$$h_c = \frac{d - x'}{\cot 10°20' - \cot 16°40'}$$

$$= \frac{15 - 0.50}{\cot 10°20' - \cot 16°40'}$$

= 6.76 মি.

∴ বাতি স্তম্ভের মোট উ২চতা (H) = $h_1 + h_c$

= 1.25 মি. + 6.76 মি. = 8.01 মি.

সমীক রণ (i) হইতে পাই

d + x (AR) = hc cot 10°20′

6.76 মি. cot 20′

বা 15 + 2 = 37.08 মি.

∴ x = 37.08 মি. – 15 মি.

= 22.08 মি.

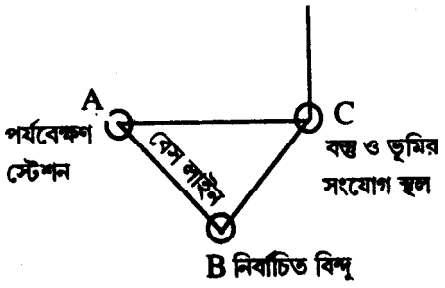
পর্যবেক্ষণ স্টেশন ও বাতিস্তম্ভের মধ্যে হেলান দূরত্ব $AP = \sqrt{(AR)^2 + (PR)^2}$

$$AP = \sqrt{(37.08)^2 + (8.01)^2}$$

AP = 37.94 মি.

4.2.2.2 B ; তির্যক তল পদ্ধতি :

পর্যবেক্ষণ বিচ্ছ্রু ও দ্বিতীয় নির্বাচিত বিচ্ছ্রু বস্তুর সন্দেগ সমরেখ না হলে তাদের অবস্থান তির্যক হয়। ভূমির উপর এভাবে তিনটি বিচ্ছ্রু একত্রে একটি ত্রিভুজ গঠন করে একটি তির্যক তল উৎপন্ন করে (চিত্র নং 4.7)। এই ছবিতে A, B ও C একটি তির্যক তল গঠন করেছে যেখানে OC হল বস্তুর উ২চতাও AB হল মূল রেখা (base line)।



চিত্র নং 4.7 তিনটি বিচ্ছ্রুর অবস্থান ও তির্যক তল।

এই পদ্ধতিতে অনুভূমিক কোণের দ্বারা sin সূত্র ধরে ত্রিভুজের বাহুর দৈর্ঘ্য অর্থাৎ বস্তু ও স্টেশনের মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব ও tan সূত্রের দ্বারা উন্নতি বা অবনতি কোণ দিয়ে বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় করা হয়। বেস লাইনের উপর ভিত্তি করে জরিপ কাজ হয়। এই রেখার দৈর্ঘ্য সাধারণত ফিতে দিয়ে মাপা হয়।

জরিপ-পদ্ধতি

(i) জরিপ ক্ষেত্রে গিয়ে প্রথমে পর্যবেক্ষণ স্টেশনের (Station of observation) ভিত্তিতে বস্তুকে (object) লক্ষ্য রেখে দ্বিতীয় স্টেশন নির্বাচন করুন ও এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব মেপে নিন। ধারণা করে নেবেন যাতে তিনটি বিন্দুর মধ্যে কল্পিত ত্রিভুজের কোণগুলি যেন সূক্ষ্ম কোণ হয়।

(ii) সব ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু আলগা করে পর্যবেক্ষণ ষ্টেশনের উপর থিওডোলাইটকে সঠিক ভাবে স্থাপন করুন ও লেভেলিং করুন। এরপর যন্ত্রের উচ্চতা মেপে নিন এবং পরের কাজগুলি খুব মনযোগের সন্দেগ করুন।

(iii) উপরের প্লেট ঘুরিয়ে VA ও VB এর 0° কে যথাক্রমে মুখ্য স্কেলের জ্বনীচের প্লেটব 0° ও 180° সন্দেগ মিলিয়ে কেবল উপরের প্লেটকে তার ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে আটকে নিন ও প্রয়োজনে ধীর গতি স্ক্রু ব্যবহার করুন। এমতাবস্থায় রিডিং VA তে 0°0′0″ ও VB তে 180°0′0″ হয়। ইহাই হল অনুভূমিক বৃত্তের প্রারম্ভিক রিডিং (initial reading)। এসময়ে নীচের প্লেট আলগা থাকে ও পুরো যন্ত্রটিকে ঘোরালেও VA ও VB তে রিডিং একই থাকবে। এই রিডিংকে নথিভুশু করুন।

(iv) টেলিস্কোপকে বামমুখী (face left) করে নীচের প্লেট আলগা অবস্থায় বস্তুকে লক্ষ্য করুন এবং কলিমেশন রেখার সন্দেগ বস্তুর ছেদ ঘটান। এখন নীচের প্লেট ও টেলিস্কোপকে তাদের নিজ নিজ ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে বেঁধে নিন। সঠিক অ্যাডজাস্টমেন্টের জন্য কেবল এদেরই ধীর গতি স্ক্রু ব্যবহার করুন। এবার একবার দেখে নিন যে যন্ত্রটি আর ঘুরছে না ও VA তে রিডিং 0° – 0° আছে। ঠিক এই অবস্থায় VC ও VD রিডিং নিন ও তা নথিভুশু করুন।

(v) নিচের প্লেট কে অনড় অবস্থায় রেখে টেলিস্কোপ ও উপরের প্লেটকে আলগা করুন এবং ডানদিকে (clock wise direction) ঘুরিয়ে বেস লাইনের উপর দ্বিতীয় স্টেশনকে লক্ষ্য করুন। প্রয়োজনে রেঞ্জিং রড ব্যবহার করুন। উপরের প্লেটকে ও টেলিস্কোপকে বেঁধে নিন ও এদের ধীরগতি স্ক্রু ঘুরিয়ে ষ্টেডিয়ার সন্দেগ ঐ রডকে দ্বিখণ্ডিত (bisect) করান। এখন অনুভূমিক বৃত্তের VA ও VB রিডিং নিন। ইহাই A ষ্টেশনের অনুভূমিক কোণ।

(vi) ডানমুখী রিডিং এর জন্য টেলিস্কোপ ও কেবল নীচের প্লেটকে আলগা করুন ও টেলিস্কোপ ঘুরিয়ে বস্তু লক্ষ্য করুন। এখন বামমুখী অবস্থার VA ও VB রিডিং ডানমুখী অবস্থার প্রারম্ভিক রিডিংএ পরিণত হল ও একে নথিভুশু করুন। এরপর (iv) ও (v) নং প্রক্রিয়া অনুসরণ করুন ও রিডিং নথিভুশু করুন।

(vii) এরপর দ্বিতীয় স্টেশনের উপর থিওডোলাইটকে স্থাপন ও লেভেলিং করুন। এই স্টেশনের কেবল অনুভূমিক কোণনিলেই হবে। VA ও VB কে যথাক্রমে 0° – 0° ও 0° – 180° তে বেঁধে রেখে প্রথমেই বেসলাইনের উপর পর্যবেক্ষণ স্টেশনকে লক্ষ্য করবেন। এবার নিচের প্লেট বেঁধে রেখে উপরের প্লেট আলগা করে টেলিস্কোপকে বস্তুর দিকে ঘুরিয়ে নিন। এবার VA ও VB তে উৎপন্ন কোণ নথিভুক্ত করুন। পূর্বে আলোচিত প্রক্রিয়া অনুযায়ী কাজ করুন। পূর্বে আলোচিত প্রক্রিয়া অনুযায়ী কাজ করবেন ও টেলিস্কোপের উভয় মুখী অবস্থানে VA ও VB র রিডিং নেবেন।

কোন বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় হয় কেবল পর্যবেক্ষণ স্টেশন (Station of Observation) থেকে। দ্বিতীয় স্টেশন নির্বাচন করা হয় এই পদ্ধতিতে উচ্চতা নির্ণয়ের সমস্যা সমাধানের জন্য। এজন্যে ঐ রেফারেন্স স্টেশনের থেকে উন্নতি কোণ পরিমাণ করার প্রয়োজন হয় না। অনেকে রেফারেন্স স্টেশন থেকে উন্নতি কোণ নিয়ে বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় করেন এবং সেক্ষেত্রে পর্যবেক্ষণ স্টেশন ও এই স্টেশনের গড় মানকে বস্তুর উচ্চতা বলে গণ্য করেন। কোন বাড়ীর গড় উচ্চতা আছে—একথাটি হাস্যকর।

সারণী নং—4.3

ফিল্ড বই

ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে বস্তুর উচ্চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

দুরগম্য তলদেশ, তির্যক তল পদ্ধতির

স্থান : তাং :

যন্ত্র নং : সময় :

জরিপকারীর নাম/রোল নং :

			উলম্ব বৃত্ত রিডিং			অনুভূমিক বৃত্ত রিডিং			
যন্ত্রের অবস্থান	দৃষ্ট স্টেশন	মুখ	VC	VD	সার্বিক গড়	VA	VB	সার্বিক গড়	মন্তব্য
A	O	L	29°26′	29°54′	29°52′30″	0°0′0″	180°0′0″	70°55′	A ও B-এর দূরত্ব 12.5 মি. যন্ত্রের উচ্চতা 1.35 মি.
		R	29°50′	29°50′		71°0′	251°0″		
		L				71°0′	251°0′		
	B	R				141°50′	321°50′		
B	A	L				0°0′0″	180°0′0″	80°23′	
		R				80°22′	260°22′		
		L				80°22′	260°22′		
	O	R				160°46′	340°46′		

চিত্র নং 4.8 ধরা যাক

ABC একটি অনুভূমিক তলের

ত্রিভুজ যা পর্যবেক্ষণ স্টেশন(A)-এর

যন্ত্রের উ২চতায় অবস্থিত। এখানে

α – A স্টেশনের অনুভূমিক কোণ

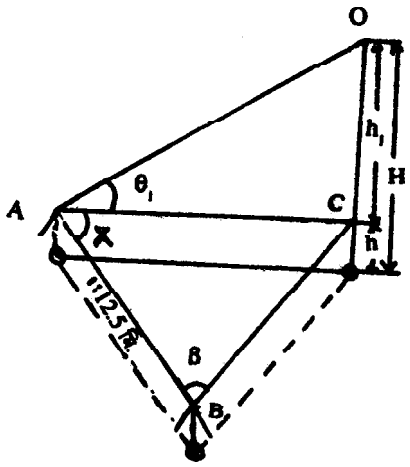
β – B স্টেশনের অনুভূমিক কোণ

θ – A স্টেশনের বস্তুর (O) উন্নতি কোণ

h_1 – কলিমেশন লাইনের উপরে বস্তুর উ২চতা

h – যন্ত্রের উ২চতা

H – বস্তুর মোট উ২চতা



চিত্র নং 4.8

অতএব ABC ত্রিভুজের

$$\angle C = 180° - (\alpha + \beta)$$
$$= 180° - (70°55' + 80°23')$$
$$= 28°42'$$

sin সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$\frac{AC}{\sin\angle\beta} = \frac{AB}{\sin\angle C}$$

বা, $$AC = \frac{AB\sin\angle\beta}{\sin\angle C}$$

$$= \frac{12.5\,m\sin 80°23'}{\sin 28°42'}$$

$$AC = 25.66m$$

সমকোণী ত্রিভুজ AOC থেকে

$$\frac{OC(h_1)}{AC} = \tan\theta$$

বা, $h_1 = AC \tan 29°52'30''$

$= 25.66m \tan 29°52'30''$

$h_1 = 17.74$ মি

$\therefore H = h + h_1$

$= 1.35$ মি. $+ 14.74$ মি.

$= 16.09$ মি.

4.5 প্রশ্নাবলী :

(1) গড় সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে 150 মি. উপরে একটি সমতল ভূমিতে 500 মি. দীর্ঘ একটি মূলরেখা (base line) AB র প্রান্ত্র থেকে একটি বাতিস্তম্ভ XY এর পাদদেশ x এতে অনুভূমিক কোণ $\angle XAB = 58°30'$ ও $\angle XBA = 75°28'$ এবং বাতি স্তম্ভের শীর্ষ y তে উলম্ব কোণ $XAY = 10°15'$ থেকে একটি থিওডোলাইটের দ্বারা পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে। A তে যন্ত্রের উ২চতা 1.50 মি. হলে গড় সমুদ্র পৃষ্ঠ থেকে বাতিস্তম্ভের উ২চতা কত?

(2) সমুদ্রপৃষ্ঠের 1240 ফুট উপরে একটি সমতল ভূমিভাগের উপর 2460 ফুট একটি দীর্ঘ ভূমি রেখা AB এর প্রান্ত্র থেকে একটি খাড়া টাওয়ার CD এর পাদদেশ C তে ট্রানজিট থিওডোলাইটের দ্বারা প্রা৫ অনুভূমিক কোণ $\angle CAB = 59°20'$ ও $\angle CBA = 71°48'$ এবং A টাওয়ারের শীর্ষ D তে উলম্ব কোণ $\angle CAD = 15°14'$ পরিমাপ করা হয়েছে। A স্টেশনে যন্ত্রের উ২চতা নগণ্য ধরে নিয়ে সমুদ্র পৃষ্ঠের উপরে টাওয়ারের উ২চতা নির্ণয় করুন।

একটি লম্বা টাওয়ার (T) এর উ২চতা A, B ও C তিনটি ভূমি স্টেশন থেকে থিওডোলাইটের দ্বারা নির্ণয় করতে হবে। স্টেশন C, A ও B স্টেশনের ঠিক মাঝখানে অবস্থিত। A ও B এর মধ্যে দূরত্ব 203 মি. অনুভূমিক কোণ $\angle TAB = 62°30'$, $\angle TBA = 58°40'$C স্টেশনের উপর স্থাপিত থিওডোলাইটের উলম্ব কোণ : (a) টাওয়ারের পাদদেশে জ্বঅবণতি কোণৰ 3°27′ ও (b) টাওয়ারের শীর্ষে জ্বউন্নতি কোণৰ 35°33′। নীচ থেকে উপর পর্যন্ত্র টাওয়ারের উ২চতা নির্ণয় করুন।

———

একক 5 ❐ মানচিত্র অভিক্ষেপ হ্ল. মূল ধারণা ও বিষয়

গঠন

5.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

5.2 মানচিত্র অভিক্ষেপ হ্ল. সংজ্ঞা, ভূগোলক সম্বগুধীয় ধারণা

5.3 মানচিত্র অভিক্ষেপের শ্রেণী বিভাগ

5.4 মানচিত্র অভিক্ষেপের ধর্ম

5.5 গোলকীয় স্থানান্দ্বক

5.6 স্কেল

5.7 ভূগোলকে উপর কিছু মৌলিক পরিমাপ

5.8 মানচিত্র অভিক্ষেপে ব্যবহৃত পরিভাষা

5.9 মানচিত্র অংকনকালীন অনুসরনযোগ্য বিষয় সমূহ

5.10 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

5.11 উত্তরমালা

5.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

মানচিত্র হল কাগজ বা অন্য পদার্থের সমতল পৃষ্ঠের উপর প্রাকৃতিক ও সাংস্কৃতিক উপাদান সহ সমগ্র পৃথিবী বা এর যে কোন অংশের অংকিত ছাপানো চিত্র যা একটি নির্দিষ্ট স্কেল ও অভিক্ষেপ অনুযায়ী প্রচলিত প্রতীক চিহ্নের সাহায্যে এমনভাবে আঁকা হয় যে এর প্রতিটি বিজ্ঞু ভূ-পৃষ্ঠের উপরে অনুরূপ প্রতিটি বিজ্ঞুর সন্দেগ যথাযথভাবে মিলে যায়। তাই মানচিত্র ভৌগোলিকদেরকাছে এবং এই বিষয়ের সন্দেগ সম্পর্কযুশু গবেষকদের গবেষণা কাজে ও তা উপস্থাপনের কাজে এক অপরিহার্য বস্তু (tool)। এছাড়া অন্য যে কেউ মানচিত্র বিষয়ে একান্ত্র কৌতূহলী হয়ে উঠতে পারে যদি দেখা যায় যে তার দৈনজ্ঞিন যাতায়াতের পথ ও বাড়ীর অবস্থান কোন মানচিত্রে তুলে ধরা হয়েছে। যেহেতু মানচিত্রের মাধ্যমে প্রাকৃতিক ও সাংস্কৃতিক বিষয় সমূহ পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে তুলে ধরা যায়, সেহেতু নিজ নিজ বিষয়ে আগ্রহী মানুষ মানচিত্র পাঠ ও চর্চায় কৌতূহলী হয়ে ওঠে। যেমন কোন পর্যটক পর্যটন বিষয়ের মানচিত্রে আগ্রহী হয়। তাতে সে বিভিন্ন স্থানের অবস্থান, দূরত্ব সবই জানতে পারে এবং সেই মত সে তার সময় সূচী ও পথ-নির্দেশিকা বানাতে পারে। গ্রামাঞ্চলের মানুষ মৌজা মানচিত্রের

সাহায্যে তার বাড়ী, জমি, বাগান, পুকুর ইত্যাদি অবস্থান সম্বন্ধে এক ঝলকে সব জানতে পারে। কোন এলাকার আর্থনৈতিক উন্নয়নের জন্য পরিকল্পনা করতে গেলে মানচিত্র অপরিহার্য। ক্ষেত্র সমীক্ষার ক্ষেত্রে মানচিত্র অবশ্যই দরকার। মহাকাশ গবেষণা, জ্যোতির্বিদ্যা চর্চায় ও ইহা কাজে লাগে। মূলত ভূ-পৃষ্ঠের অবস্থান বিষয়ক, দিক ও দূরত্ব বিষয়ক এমনকি পরিবেশ বিষয়ক কাজে মানচিত্রের ব্যবহার বহুল।

সুতরাং ভূ-পৃষ্ঠের ক্ষেত্রিয় বিষয় সমূহকে যথাযথভাবে মানচিত্রে দেখাতে হলে সঠিক ও উপযুক্ত মানচিত্র অভিক্ষেপের (map projection) প্রয়োজন।

উদ্দেশ্য : মানচিত্র অভিক্ষেপ থেকে আপনারা জানতে পারবেন যে.

(i) মানচিত্র কি এবং এর প্রয়োজনীয়তা।

(ii) মানচিত্র অভিক্ষেপ ও এর প্রকার ভেদ সম্বন্ধে।

(iii) পৃথিবী, ভূগোলক (globe) ও স্কেল সম্বন্ধে।

(iv) অক্ষরেখা, দ্রাঘিমারেখা-সম্বন্ধে।

(v) মানচিত্র অভিক্ষেপের ধর্ম (properties) সম্বন্ধে।

(vi) মানচিত্র অভিক্ষেপ গঠন ও অংকন পদ্ধতি সম্বন্ধে।

5.2 মানচিত্র অভিক্ষেপ যে. সংজ্ঞা

প্রথমে জানা দরকার 'অভিক্ষেপ' (projection) বলতে কি বুঝায়। প্রেক্ষাগৃহে ছায়াছবি দেখার সময় দেখা যায় যে আলোর সাহায্যে কোন বস্তুর ছবি সঠিক ভাবে সামনের পর্দায় ভেসে উঠেছে। একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে আলোর উৎসের মাধ্যমে কোন ছবি পর্দায় অভিক্ষিপ্ত হয় তাহলে অভিক্ষেপের জন্য দরকার হল আলো, বস্তু/ছবি ও পর্দা, পর্দা হল একটি তল (plane)। সুতরাং, **নির্দিষ্ট অবলোকন বিন্দু (view point) থেকে আলোর সাহায্যে কোন বস্তুকে একটি তলের উপর সঠিকভাবে নিক্ষেপ করাকে বলা হয় অভিক্ষেপ (Projection)।**

মানচিত্র অভিক্ষেপও (map projection) ঠিক একই রকম। এক্ষেত্রে উপাদানগুলি হল আলো, ভূগোলক (globe) ও কাগজ। মানচিত্র অভিক্ষেপে কাগজের উপর ভূগোলককে সামগ্রিক বা আংশিক ভাবে অভিক্ষেপ করা হয়। ভূগোলককে বলা হয় পৃথিবীর ক্ষুদ্র প্রতিরূপ বা সংস্করণ (globe is an epitome or Replica of the earth)। যে কোনো ভূগোলকে পৃথিবীর সব বৈশিষ্ট্যই যথাযথ ও সঠিকভাবে বজায় থাকে। বস্তুত ভূগোলকের অভিক্ষেপ বলতে এর উপর যে সব সমাক্ষ রেখা ও দ্রাঘিমা রেখা চিহ্নিত করা আছে সে গুলিরই কাগজের উপর অভিক্ষেপ। আলোর রশ্মির পথে যদি কোন স্বচ্ছ ভূগোলক রাখা হয় এবং আলোর বিপরীতে ভূগোলকের উপর কোন কাগজ রাখা হয় তাহলে দেখা

যাবে যে তীক্ষ্ণ কালো রেখায় সমাক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা গুলি একে অন্যকে প্রতিেছদ করে একটি জালের ন্যায় কাগজের উপর অভিক্ষি৫ হয়েছে। সুতরাং একটি অবলোকন বিন্দু থেকে ভূগোলককে যেমন দেখায় তেমনভাবে যখন কোন তলের ন্বকাগজৰ উপর ভূগোলককে এমনভাবে অভিক্ষি৫ করা হয় যাতে শ্রেণীবদ্ধ, যথাযথ ও সঠিকভাবে সব সমাক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা পরস্পরকে ছেদ করে জালের ন্যায় ঐ তলের উপর অভিক্ষি৫ হয় তখন তাকে বলা হয় মানচিত্র অভিক্ষেপ (Map Projection)। অতএব মানচিত্র অভিক্ষেপ অংকন করার অর্থ হল কাগজের উপর পরস্পর ছেদকারী সমাক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখার অংকন।

ভূগোলক হ্ল. অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা হ্ল.

ভূগোলকের উপর অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখার যে জালিকা আছে তার কতকগুলি বৈশিষ্ট্য আছে, সেগুলি হল হ্ল.

1. নিরক্ষরেখা ভূগোলককে দু'টি অর্ধে ভাগ করেছে যথা— উত্তর গোলার্ধ ও দক্ষিণ গোলার্ধ।

2. নিরক্ষরেখা মেরু অক্ষের সহিত লম্ব অবস্থানে আছে।

3. সব সমাক্ষরেখা নিরক্ষরেখার সমান্তরাল।

4. যে কোন দু'টি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী দূরত্ব সব দ্রাঘিমা রেখা বরাবর সমান।

5. নিরক্ষরেখাই কেবল মাত্র মহাবৃত্ত।

6. প্রতিটি দ্রাঘিমারেখা একটি মহাবৃত্তের অর্ধেক দৈর্ঘ্যের। ইহা দু'টি মেরুর মধ্যবর্তী ক্ষুদ্রতম রেখা।

7. সব দ্রাঘিমারেখা দু'টি মেরু বিন্দুতে মিলিত হয়েছে।

8. একটি নির্দিষ্ট অক্ষরেখা বরাবর দু'টি দ্রাঘিমা রেখার মধ্যবর্তী দূরত্ব সমান, কিন্তু মেরু দ্বয়ের দিকে এই দূরত্ব ক্রমশ হ্রাস পায়।

9. অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা একে অপরকে সমকোণে ছেদ করে।

10. পৃথিবীর পরিমাপের পরিপ্রেক্ষিতে সব এলাকা সঠিক স্কেল অনুপাত অনুযায়ী আছে।

এসব বৈশিষ্ট্যের জন্য ভূগোলক নিম্নলিখিত ধর্ম (properties) বজায় রাখে হ্ল.

1. ভূগোলক ভূ-পৃষ্ঠের উপাদানগুলিকে তাদের সঠিক আকৃতিতে (shape) তুলে ধরে। তাই ইহা সমাকৃতি (confomality or orthomorphism) ধর্ম বজায় রাখে।

2. সব উপাদানের আনুপাতিক আকার (size) ঠিক থাকে ফলে ভূগোলকের আছে সমক্ষেত্রফল (equal area or equivalance) ধর্ম।

3. ভূগোলকের উপর দূরত্ব সঠিকভাবে বজায় থাকে। তাই ইহা equidistant ধর্ম ধরে রাখে।

4. পৃথিবীর উপর একটি বিন্দু থেকে আর একটি বিন্দু যে অভিমুখে (direction) থাকে ভূগোলকও সেই একই দিক বজায় রাখে। অর্থাৎ ইহা azimuth বা true bearing ধর্ম বজায় রাখে।

5.3 মানচিত্র অভিক্ষেপের শ্রেণী বিভাগ ঃ-

অনেক বৈশিষ্ট্য বা উপাদানের উপর ভিত্তি করে মানচিত্র অভিক্ষেপের বহু শ্রেণী বিভাগ আছে, কিন্তু যে সব শ্রেণী বিভাগ বেশী প্রচলিত তা দেখানো হল ঃ-

ক্রম নং ঃ-	উপাদান য নিয়ন্ত্রক	শ্রেণী
1.	অভিক্ষেপ তল	(i) প্ল্যানার (Planar) (ii) শান্দ্বকব (Conical) (iii) বেলন (Cylindrical)
2.	অভিক্ষেপের পদ্ধতি	(i) দৃশ্যানুগ (Perspective) (ii) প্রায় দৃশ্যানুগ (Semi perspective (iii) অ-দৃশ্যানুগ (Non-perspective) (iv) কনভেনশনাল (Conventional)
3.	ধর্ম য বৈশিষ্ট	(i) হোমোলোগ্রাফিক (Homolographic) (ii) অর্থোমরফিক (Orthomorphic) (iii) অ্যাজিমুথাল (Azimuthal) (iv) সমদূরবর্তী (Equidistant)

5.4 মানচিত্র অভিক্ষেপের ধর্ম (Properties of Map Projection)

একটি ভূগোলকে আকৃতি, আয়তন বা আকার, দিক (direction) দিগংশ (azimuth) দূরত্ব সবই বজায় থাকে। বস্তুত এগুলি হল মানচিত্র অভিক্ষেপের ধর্ম (properties), কারণ এই সব ধর্মগুলি মানচিত্র অভিক্ষেপে বজায় রাখা হয়। তবে কোন একটি অভিক্ষেপে সব ধর্ম বজায় রাখা সম্ভব হয় না, কারণ ভূগোলক হল ত্রিমাত্রিক, কিন্তু অভিক্ষেপ হল দ্বিমাত্রিক যেহেতু ইহা কোন তলে অভিক্ষি৫ হয়। কোন তল সর্বদাই দ্বিমাত্রিক। তাই ত্রিমাত্রিক অবস্থা থেকে যখন দ্বি মাত্রিক অবস্থায় ভূগোলক অভিক্ষি৫ হয় তখন তার কিছু বৈশিষ্ট্যের বিচ্যুতি ঘটে, যেগুলি অভিক্ষেপে বজায় থাকে না। আবার কিছু ধর্ম বজায় থাকে তখন তাকে সেই অভিক্ষেপের ধর্ম বলা হয়। ফলে স্বাভাবিক ভাবে কিছু নির্দিষ্ট ধর্ম যাতে কোন অভিক্ষেপে বজায় থাকে সেই লক্ষ্যে জ্যামিতিক ও গাণিতিক নীতির উপর ভিত্তি করে পছন্দ্রসই স্কেলে মানচিত্র অভিক্ষেপ আঁকা হয়, ফলে অভিক্ষেপকারীর উদ্দেশ্য পূরণ হয়। ধরা যাক, সমুদ্রে জাহাজ

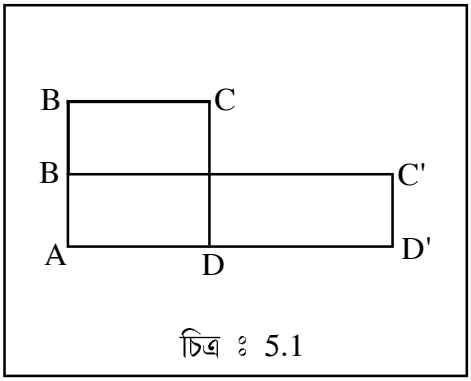
চলাচলের জন্য দিক (direction) ও দিগংশ (azimuth) ঠিক রাখা দরকার। তাহলে যে অভিক্ষেপে এই দুই ধর্ম বজায় রাখে সেই অভিক্ষেপই জাহাজ চলাচলের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়, যেমন মার্কেটর অভিক্ষেপ (Mercator's projection)।

ভূগোলকের যে কোনো অংশের একটি নির্ভুল মানচিত্র তৈরী করা যদিও অসম্ভব, তবুও একটি অভিক্ষেপে নির্দিষ্ট কিছু ধর্ম বজায় রাখা সম্ভব হয়। সেজন্য আয়তন, আকৃতি দূরত্ব ও দিক **ঘ** অভিমুখ (direction) অভিক্ষেপের এই চারটি ধর্ম আলোচনা করা হল।

1. আয়তনের সংরক্ষন (Preservation of area)

একটি মানচিত্র অভিক্ষেপে একটি ভাগের ক্ষেত্রফল বা আকারের সন্দেগ জোনরেটিং ভূগোলকের অনুরূপ **ঘ** সদৃশ (Corresponding) ভাগের ক্ষেত্রফল বা আকারকে ঠিক ঠিক ভাবে তুলনা করা সম্ভব। যখন জেনারিটং ভূগোলকের উপরিভাগের এই বৈশিষ্ট্য যে মানচিত্র অভিক্ষেপে বজায় রাখা হয় সেই অভিক্ষেপকে সমক্ষেত্রফল (equal area) বা ইকুইভ্যালেন্ট (equivalent) বা হোমোলোগ্রাফিক (homolographic) বা অ্যায়ুথালিক (authalic) অভিক্ষেপ বলা হয় অভিক্ষেপ ও ভূগোলক উভয়ের উপর লম্ব অভিমুখে (Perpendicular direction) স্কেলের গুণফল যদি প্রত্যেক বিন্দুতে সমান হয় তাহলে অভিক্ষেপের উপর সব ভাগে নির্ভুল আপেক্ষিক আকার**ঘ**ক্ষেত্রফল বজায় থাকবে। এছাড়া, এধরনের অভিক্ষেপ যদি এক অভিমুখে দূরত্ব বর্ধিত হয় তাহলে এর লম্ব অভিমুখের দূরত্ব একই অনুপাতে হ্রাস পায়হু, অন্যভাবে, লম্ব অভিমুখেগুলিতে স্কেল ফ্যাক্টরের গুণফল সর্বদা 1 হয়। অর্থাৎ $a \times b = 1$ অথবা $a = \frac{1}{b}$ or $b = \frac{1}{a}$ হয়। সুতরাং এক দিকের স্কেল অন্য আর একদিকের স্কেলের পারস্পরিক (reciprocals)। নিচের চিত্রের দ্বারা ইহা সহজেই দেখানো যেতে পারে।

ধরা যাক A B C D ত্মচিত্র নং 5.1) ভূগোলকের উপর একটি বর্গক্ষেত্র। এর আয়তন এত ছোট যে বাহুগুলি সব সরল রেখা নির্দেশ করে এবং ইহা 1 একক দৈর্ঘ্যের সমান। ধরা যাক AB' C'D' হল এর অভিক্ষেপন যাহাতে বর্গক্ষেত্রের ভূমির (AD) দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও উ২চতা (AB) অর্ধেক করে ক্ষেত্রফল বজায় রাখা হয়েছে। একে এভাবে বলা যায়,



চিত্র ঃ 5.1

$AD' = 2AD$ এবং $AD' \times AB' = 1$ বর্গ একক।

$\therefore\ AD' \times AB' = AB \times AD$

বা $2AD' \times AB' = AB \times AD$

বা $AB' = \frac{AB \times AD}{2\,AD} = \frac{1}{2}AB$

সুতরাং, অভিক্ষেপের উপর আয়তক্ষেত্র AB' C'D' এর উ২চতা ভূগোলকের উপর মূল বর্গক্ষেত্র ABCD এর উ২চতার ঠিক অর্ধেক। তাই AD' রেখা বরাবর স্কেল ফ্যাক্টর = 2.0 ও AB' বরাবর = 0.50। অতএব লম্ব অভিমুখে স্কেল ফ্যাক্টরের গুণফল 2.0×0.50, অর্থাৎ 1.0

এধরণের অভিক্ষেপে কেবলমাত্র একটি বা সর্বোত্তম দুটি বিচ্ছুতে অথবা একটি বা দুটি রেখা বরাবর সব অভিমুখে একই স্কেল থাকতে পারে। প্রত্যেক বিচ্ছু থেকে বিভিন্ন অভিমুখে অন্য সব স্থানে বিভিন্ন হয়, তাই এরূপ সমস্ত বিচ্ছুর চতুর্থদিকে কৌণিক বিকৃতি (w) ঘটে যা প্রদত্ত সূত্রের দ্বারা হিসাব করা যেতে পারে হ্ল.

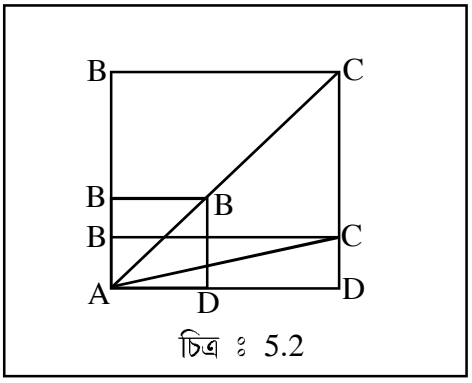
$$\sin w = \frac{a - b}{a + b}$$

অনুরূপতা বা সমরূপতা (Conformality or orthomorphism) ও তুল্যতা (equivalence) এরা পরস্পরের একেবারে বিপরীত, অভিক্ষেপে একটির উপস্থিতি অন্যটির বিচ্যুতি উল্লেখ করে। কোন মানচিত্র অভিক্ষেপ একই সন্দেগ সমরূপী ও সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট হতে পারে না, যে কোন একটি মাত্র ধর্ম বজায় থাকে।

2. আকৃতি বা রূপের সংরক্ষণ (Preservation of shape)

জেনারেটিং ভূগোলকের উপর যে কোন বিচ্ছুতে সবদিকে স্কেল এক থাকে, অর্থাৎ প্রত্যেক বিচ্ছুতে স্কেল একই হয়। কিন্তু মানচিত্র অভিক্ষেপ পৃষ্ঠে গ্র্যাটিকুলসের সংকোচন ও প্রসারন অবশ্যই ঘটে ফলে অভিক্ষেপের সর্বত্র কখনই স্কেল এক থাকে না। তথাপি সংকোচন ও প্রসারনের মধ্যে এমনভাবে নিয়ন্ত্রন ঘটানো হয় যে অভিক্ষেপের উপর প্রত্যেক বিচ্ছুতে সর্বদিকে স্কেল এক থাকে অর্থাৎ স্কেলের মান a =b হয়। তবে এক বিচ্ছু থেকে আর এক বিচ্ছুতে স্কেলের পার্থক্য ঘটে। যখন একটি মানচিত্র অভিক্ষেপে স্কেলের এই ধর্ম বজায় রাখা হয় তখন সেই অভিক্ষেপকে বলা হয় প্রকৃত রূপী (true-shape) বা অনুরূপী (Conformal) বা সমরূপী (orthomorphic)। সুতরাং যে অভিক্ষেপের উপর প্রতিটি বিচ্ছুতে সবদিকে স্কেল একই থাকে, যদিও এক বিচ্ছু থেকে অন্য বিচ্ছুতে তা পৃথক হয়, সেই অভিক্ষেপকে সমাকৃতি অভিক্ষেপ বলা হয়। একটি বিচ্ছুতে সব দিকে স্কেল একই থাকে বলে এর কোন প্রকার কৌণিক বিকৃতি (w) ঘটে না অর্থাৎ এই অভিক্ষেপে কোণ অক্ষুণ্ণ বা বজায় থাকে, সুতরাং w = 0। ভূগোলকের উপর অতি এক ক্ষুদ্র বর্গক্ষেত্র বা বৃত্ত অভিক্ষেপের উপর বর্গক্ষেত্র বা বৃত্তরূপে উপস্থাপিত হয়। তবে তা আকারে বড় হয়, তাই কেবলমাত্র মানচিত্রের আয়তনকে বৃদ্ধি করে সমাকৃতি ধর্ম অর্জন করা যেতে পারে। নীচের চিত্রের সাহায্যে এই বৈশিষ্ট্য দেখানো হল। ধরা যাক ABCD ভূগোলকের উপর একটি বর্গক্ষেত্র। এর আয়তন এত ছোট যে চারটি বাহুই সরলরেখা এবং সমান দৈর্ঘ্যের। ধরা যাক AB'C'D' ঐ বর্গক্ষেত্রের

অভিক্ষিপ্ত রূপ, যাহাতে ভূমি (AD) ও উচ্চতা (AB) দ্বিগুণ করা হয়েছে ABCD এর আকৃতি বজায় রাখতে। এবং ABCD ও AB'C'D' ঠিক ঠিক ভাবে তুলনীয়। সুতরাং AB' ও AD' বরাবর স্কেল ফ্যাক্টর একই এবং 2.0 এর সমান। এবার যদি ভূমিকে (AD) দ্বিগুণ ও উচ্চতাকে (AB) অর্ধেক করা হয় তাহলে ABCD AB_2C_2D' রূপে অভিক্ষিপ্ত হবে এবং ABCD এর বর্গক্ষেত্র রূপটি তখন বিকৃত হয়ে আয়তক্ষেত্র রূপে AB_2C_2D' হবে এবং স্কেল ফ্যাক্টরও তখন ভিন্ন হবে অর্থাৎ AD বরাবর 2.0 ও AB_2 বরাবর 0.50)।



চিত্র ঃ 5.2

সমাকৃতি অভিক্ষেপে কোণ (angle) সংরক্ষিত হয়। উপরের চিত্র থেকে AD ও AB এর পরিপ্রেক্ষিতে A বিন্দুতে C এর কৌণিক সম্পর্ক এরূপ হল

A B' C' D' এর ক্ষেত্রে

$\angle BAC = \angle B'AC'$ এবং $\angle CAD = \angle C'AD'$

কারণ ত্রিভুজ ABC ও AB'C' এবং ত্রিভুজ CAD ও C'AD' উভয়েই সদৃশ ত্রিভুজ।

অতএব ভুগোলকের ABCD আকৃতি অভিক্ষেপে সঠিকভাবে বজায় থাকে এবং কোনরূপ কৌণিক বিচ্যুতি ঘটে না।

অন্যদিকে A বিন্দুতে সমকোণ হওয়া সত্ত্বেও $AB_2 C_2D'$ আয়তক্ষেত্রের কৌণিক বিচ্যুতি ঘটেছে। যেমন

ভূগোলকের উপর $\angle BAC \neq$ অভিক্ষেপ $\angle BAC_2$

ভূগোলকের উপর $\angle CAD \neq$ অভিক্ষেপে $\angle C_2AD'$

সুতরাং সমক্ষেত্রফল ধর্ম বজায় থাকে এধরনের অভিক্ষেপে কৌণিক বিচ্যুতি ঘটে।

তবে বাস্তবে খুবই ক্ষুদ্র এলাকার ক্ষেত্রে কেবলমাত্র সমাকৃতি ধর্ম বজায় রাখা যায়। তত্ত্বগতভাবে এই ধর্ম কেবল বিন্দুতেই প্রযোজ্য, সমগ্র মানচিত্রের ক্ষেত্রে সমরূপীতা বা অনুরূপীতা সম্ভব নয়।

3. দূরত্ব সংরক্ষণ (Preservation of distance)

একটি মানচিত্রের সব অংশে স্কেল সঠিক রাখা সম্ভব নয়, কিন্তু দ্রাঘিমারেখা বা অক্ষরেখা গুলি বা কিছু অক্ষরেখা বা কিছু দ্রাঘিমা রেখার স্কেল সঠিক রাখা সহজ। একটি মানচিত্র অভিক্ষেপের উপর সীমিত দূরত্বকে নির্ভুলভাবে দেখাতে হলে বিন্দুগুলির সংযোগকারী রেখা বরাবর স্কেলকে সর্বত্র একই হতে হবে এবং একই সময়ে তা ভূগোলকের প্রিন্সিপ্যাল স্কেলের সন্দেগ ঠিক ঠিক ভাবে তুলনীয় হতেই হবে। একই অভিমুখে ঞউত্তর - দক্ষিণ বা পূর্ব - পছিমৰ অর্থাৎ অক্ষরেখা বা দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেল যখন বজায় থাকে তখন তাকে বলা হয় 'প্রমাণ' (Standard)। এই কারণে নামকরণ হয়েছে 'প্রমাণ অক্ষরেখা' (Standard Parallel)। কিন্তু কোন অভিক্ষেপে একটি বা দুটি বিন্দু থেকে সবদিকে স্কেল যদি বজায় থাকে তখন তাকে বলা হয় 'সমদূরবর্তী' (equidistant)।

সমদূরবর্তী মানচিত্রে দ্রাঘিমারেখার স্কেল প্রিন্সিপ্যাল স্কেলের সমান করা হয়। অর্থাৎ h = 1.0। এর ফলে যে মানচিত্র অভিক্ষেপ তৈরী করা হয় তাতে অক্ষরেখাগুলি দ্রাঘিমারেখাকে সঠিক দূরত্বে ছেদ করে। দ্বিতীয়ত, প্রিন্সিপ্যাল স্কেলের সন্দেগ অক্ষরেখার স্কেলকেও সমান করা হয়, অর্থাৎ k= 1.0। একটি সমদূরবর্তী মানচিত্র সমাকৃতি বা সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট হয় না, কিন্তু এই দুয়ের মধ্যে এক ব্যবহারযোগ্য আপস বা মীমাংসা থাকে। যেমন সমাকৃতি মানচিত্র অপেক্ষা কম ক্ষেত্রিয় বিচ্যুতি এবং সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট মানচিত্র অপেক্ষা কম কৌণিক বিচ্যুতি এই অভিক্ষেপে ঘটে থাকে।

4. দিক সংরক্ষণ ঞPreservation of direction)

নির্ভুল দিগংশ ঞbearing) বা অ্যাজিমুথ (azimuth) সংরক্ষণ করা প্রায়শই গুরুত্বপূর্ণ হয়। যখন একটি মানচিত্রে এই ধর্ম বজায় রাখা হয় তখন তাকে বলা হয় 'অ্যাজিমুথ্যাল' বা 'জেনিথ্যাল' ঞazimuth) অভিক্ষেপ। মানচিত্রের কেন্দ্র থেকে প্রকৃত দিগংশ ঞtrue bearing) সংরক্ষণ করা হল সবচেয়ে সহজ ব্যাপার। যখন মানচিত্রের কেন্দ্র উত্তর বা দক্ষিণ মেরুর সন্দেগ মিলিত হয় তখন দ্রাঘিমারেখা গুলি প্রকৃত দিগংশ রেখা নির্দেশ করে। যে কোন বিন্দু থেকে মানচিত্রের কেন্দ্রের অ্যাজিমুথ যদি সঠিক থাকে তাহলে সেই অভিক্ষেপকে 'রেট্রো-অ্যাজিমুথ্যাল' ঞRetro-azimuthal) অভিক্ষেপ বলা হয়।

5.5 Spherical Co-ordinates ঞগোলকীয় স্থানাঙ্কৰ

পৃথিবী গোলক বলে এর উপর কোন বিন্দু বা স্থানের স্থানাঙ্ক অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের দ্বারা নির্ণয় করা হয়। এ সম্বন্ধে আলোচনা করা হল।

1. অক্ষাংশ (Latitude)

উত্তর ও দক্ষিণ এই দুই মেরুর ঠিক মধ্যবর্তী স্থানে পূর্ব পশ্চিমে বেষ্টনকারী একটি মহাবৃত্তে কল্পনা করা হয় যা ভূ-গোলককে উত্তর ও দক্ষিণ গোলার্ধে এই দু ভাগে বিভক্ত করে। এই অক্ষরেখাটিই নিরক্ষরেখা যার মান 0°।

ভূ-পৃষ্ঠের কোন স্থান থেকে পৃথিবীর কেন্দ্র পর্যন্ত যদি কোন সরল রেখা টানা যায় তাহলে ওই রেখা নিরক্ষীয় তলের সন্দেগ যে কোণ তৈরী করে তা-ই হল ঐ স্থানের অক্ষাংশ অর্থাৎ অক্ষাংশ হল পৃথিবীর উপর অবস্থিত কোন স্থানের নিরক্ষরেখা থেকে উত্তর বা দক্ষিণের কৌণিক দুরত্ব। নিরক্ষরেখা থেকে উত্তরে বা দক্ষিণে প্রত্যেক অক্ষাংশ অনুসারে নিরক্ষরেখার সমান্তরাল কাল্পনিক বৃত্ত অন্দ্বকন করা হয়, যাদের অক্ষরেখা বলা হয়। এইভাবে নিরক্ষরেখা ছাড়া 1° অন্তর নিরক্ষরেখার উত্তরে বা দক্ষিণে 180টি অক্ষরেখা অন্দ্বকন করা হয়। তবে অক্ষরেখাগুলির মধ্যে একমাত্র নিরক্ষরেখাই মহাবৃত্ত নির্দেশ করে এবং অন্যগুলি মেরুর দিকে ক্রমশ ছোট হতে হতে মেরু বিন্দুতে পরিণত হয়।

2. দ্রাঘিমাংশ (Longitude)

ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত কোন স্থানের মূল মধ্যরেখা থেকে পূর্ব বা পশ্চিমের যে কৌণিক দূরত্ব তাই হল ওই স্থানের দ্রাঘিমা। একই দ্রাঘিমায় অবস্থিত স্থানগুলোকে ভূ-গোলককে উত্তর দক্ষিণে বেষ্টনকারী কাল্পনিক রেখা দ্বারা যোগ করলে যে সব রেখার সৃষ্টি হয় তাদের দ্রাঘিমারেখা বলে। ইহারা প্রত্যেকে সমদৈর্ঘ্যের অর্ধবৃত্তাকার রেখা। লণ্ডনের নিকট গ্রীনিচের উপর অবস্থিত 0° মানের দ্রাঘিমারেখাটিকে মূল মধ্যরেখা ধরা হয় এবং ইহার পূর্ব ও পশ্চিমে 1° অন্তর 180 টি করে দ্রাঘিমারেখা টানা হয় অর্থাৎ দ্রাঘিমারেখার সর্বোচ্চ মান 180°।

5.6 স্কেল :

জেনারেটিং (Generating ভূগোলকের ব্যাসার্ধ (R) নির্ণয়ের পদ্ধতি বিভিন্ন প্রকার স্কেলের মাধ্যমে কিভাবে হয়ব তা দেখানো হল।

[ভূগোলকের ব্যাসার্ধ = $\frac{\text{[illegible]}}{\text{R.F} - \text{[illegible]}}$]

প্রকৃত পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 250,000,000 inch

বা 640,000,000 cm.

প্রদত্ত স্কেল অনুযায়ী জেনারেটিং ভূগোলক এর ব্যাসার্ধ নির্ণয় :

5.6.1. R.F স্কেল দেওয়া থাকলে

ধরা যাক প্রদত্ত R. F. 1 : 50,000,000

$$\therefore R \frac{250,000,000}{50,000,000} \text{inches}$$

$$= 5 \text{ inches}$$

ধরা যাক প্রদত্ত R. F. 1 : 50,000,000

$$\therefore R = \frac{640,000,000}{50,000,000} \text{cm.}$$

$$= 12.8 \text{ cm.}$$

5.6.2 বর্ণনা মূলক স্কেল হলে :

ধরা যাক, 1 ইঞ্চিতে 500 মাইল,

$$R = \frac{4000}{500} \text{ inch} = 8\text{inch}$$

ধরা যাক, 1 cm তে 800 km

$$R = \frac{64000}{800} \text{ cm} = 8 \text{ cm}$$

[পৃথিবীর ব্যাসার্ধ মাইলে 4000 ও কিমিতে 6400 ধরা হয়]

5.6.3 কৌণিক স্কেল দেওয়া থাকলে

ধরা যাক নিরক্ষরেখায় পৃথিবীর 10° কোণ ভূগোলকের 1 ইঞ্চির সমান

$$\therefore \frac{2\pi R}{360^\circ} \times 10^\circ = 1 \text{ inch}$$

$$\text{or } R = \frac{18}{\pi} \text{inches} = 5.73 \text{ inch (appr.)}$$

$$\text{or } R(10^\circ)^c = 1 \text{ inch}$$

$$\text{or } R = \frac{1''}{0.174532} = 5.73 \text{ inch (approx.)}$$

5.6.4 যে কোন দ্রাঘিমারেখার উপর **10°** জেনারেটিং ভূগোলকের উপর **1 inch** নির্দেশ করলে

$$\frac{\pi R}{180} \times 10^{\circ} = \text{inch}$$

or $R = \frac{18}{\pi}$ inches = 5.73 (approx)

5.6.5 60° অক্ষরেখায় **10°** যদি ভূগোলকের **1 inch** নির্দেশ করে

$$\frac{2\pi R \cos 60^{\circ}}{360^{\circ}} \times 10^{\circ} = \text{linch}$$

$$R\frac{18}{\pi \cos 60^{\circ}}\text{inch} = \frac{18}{3.14159 \times 0.5}\text{inch} = 11.46 \text{ inch(app.)}$$

or $R(10^{\circ})^{c} \cos 60^{\circ} = 1$ inch

$$R = \frac{1''}{.174532 \times 0.5}\text{inch} = 11.46\text{inches(approx)}\left[(1^{\circ})^{c} = \frac{\pi}{180}\right]$$

5.7 ভূ-গোলকের উপর কিছু মৌলিক পরিমাপ :

ভূগোলকের উপর কিছু কৌণিক পরিমাপ অতি অবশ্যই মনে রাখবেন। অভিক্ষেপ অংকনের জন্য হিসাব করতে গেলে এগুলির দরকার হবে।

1. নিরক্ষরেখার ব্যাসার্ধ $2\pi R$
2. নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য R
3. যে কোন অক্ষরেখার ধ্রুবের ব্যাসার্ধ $R\cos\phi$
4. যে কোন অক্ষরেখা ধ্রুবের দৈর্ঘ্য $2\pi R\cos\phi$
5. যে কোন দ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্য $= \frac{2\pi R}{2}$ বা πR
6. যে কোন দ্রাঘিমারেখা বরাবর দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী দৈর্ঘ্য বা দ্রাঘিমারেখা বরাবর নির্দিষ্ট কৌণিক দুরত্বে বিভাজন $= \frac{\pi R}{180^{\circ}} \times (\text{int.})^{\circ}$

7. যে কোন অক্ষরেখা বরাবর দুটি দ্রাঘিমারেখার মধ্যবর্তী দৈর্ঘ্য বা অক্ষরেখা বরাবর নির্দিষ্ট কৌণিক দূরত্বে বিভাজন $= \frac{2\pi R \cos\phi}{360^\circ} \times (\text{int.})^\circ$

8. ভূ-গোলকের পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল $4\pi R^2$

9. যে কোন গোলার্ধের ক্ষেত্রফল $\frac{2\pi R^2}{2}$ বা $2\pi R^2$

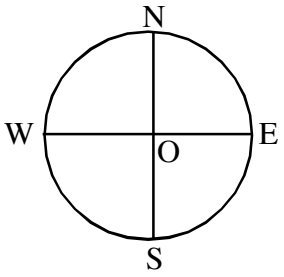
10. ভূগোলকে নিরক্ষরেখা ও যে কোন অক্ষরেখা মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফল $2\prod R^2 \sin\phi$

5.8 মানচিত্র অক্ষিক্ষেপে ব্যবহৃত পরিভাষা (Terminology of Map Projection)

মানচিত্র অভিক্ষেপ বর্ণনা ও বিশ্লেষণ করতে গেলে সময়ে সময়ে কিছু বিশেষ টার্ম (term) বা নাম এসে যায়। এই টার্ম ও নামগুলিকে যাতে বুঝতে না অসুবিধা হয় তার জন্য এগুলিকে ব্যাখ্যা করা হল।

5.8.1 জেনারেটিং গ্লোব (Generating globe)

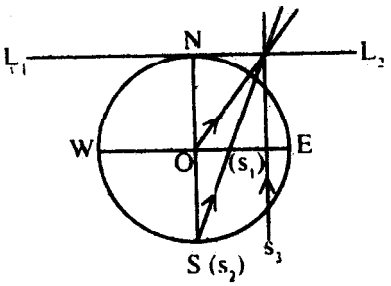
যে ভূ-গোলকের পরিপ্রেক্ষিতে ভূ-গোলকের ভিতরে বা বাইরে বিভিন্ন বিচ্ছুতে আলোর উৎসের সাহায্যে অভিক্ষেপ অন্দ্বকন করা হয় তাকে সাধারণ ভাবে জেনারেটিং গ্লোব বলে। সুবিধার জন্য ইহার কেবলমাত্র অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলিকে কালোরেখা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়ে থাকে। চিত্রে NWSE জেনারেটিং গ্লোব নির্দেশ করে যার কেন্দ্র 0।



চিত্র 5.3

5.8.2 আলোর উৎস (Source of light)

একটি অভিক্ষি৫ তলের উপর স্পষ্ট ও তীক্ষ্ণ ছায়ার মাধ্যমে ভূ-গোলক পৃষ্ঠ থেকে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলি অভিক্ষেপের জন্য একটি নির্দিষ্ট বিচ্ছু থেকে অসংখ্য আলোর রশ্মির উৎসরণ দরকার হয়। আলোর উৎসের বিচ্ছুকে বলা হয় অবলোকন বিচ্ছু (viewpoint), এরুপ আলোর উৎস জেনারেটিং ভূ-গোলকের মধ্যে, উপরে বা বাইরে থাকতে পারে। উপরের চিত্রে (5,4) S_1, S_2 এবং S_3 হল আলোর উৎস।



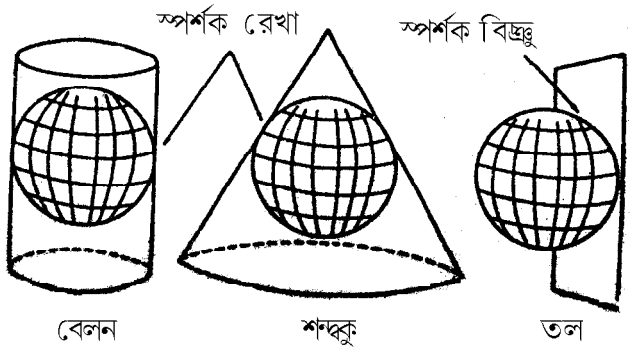
চিত্র 5.4

5.8.3 অভিক্ষেপ তল (Plane of projection)

যে তলের উপর আলোর উৎস থেকে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলি অভিক্ষি৫ হয় এবং এদের পারস্পরিক প্রতিছেদ ঝ্লmutual intersections) গ্র্যাটিকুলস্ - এর জাল গঠন করে, তাকে অভিক্ষেপ তল বলে। চিত্র নং 2-এ L_1, L_2 হল অভিক্ষেপ তল।

5.8.4 বিকাশশীল পৃষ্ঠ (Developable Surface)

অভিক্ষেপের একটি সমতল পৃষ্ঠ জেনারেটিং ভূ-গোলকের কেবলমাত্র একটি বিচ্ছুকে স্পর্শ করে। এবং কেবলমাত্র ওই স্পর্শ বিচ্ছুটি অভিক্ষেপে সঠিকভাবে উপস্থিত হয়। স্পর্শবিচ্ছু থেকে ভূ-গোলকের উপর অন্য বিচ্ছুর দূরত্ব যত বেশী হয় ততই অভিক্ষেপের মধ্যে বেশী বিকৃতি হয়, তাই বিচ্যুতির মাত্রা হ্রাস করতে অথবা অভিক্ষেপের উপর সঠিকতার মাত্রা বিস্তৃত করতে একটি বিস্তৃত তল অপেক্ষা এমন পৃষ্ঠ গ্রহণ করা হয়, যা জেনারেটিং ভূ-গোলককে মোটামুটি মুড়ে ফেলতে পারে।

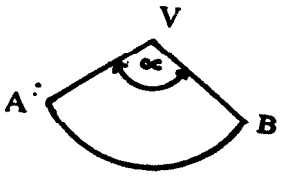


চিত্র 5.5

কাগজকে গোল করে মুড়ে একটি বেলন ঝ্লcylinder) অথবা একটি শঙ্কু ঝ্লa cone) তৈরী করে যদি জেনারেটিং ভূ-গোলককে স্পর্শ ঝ্লচিত্র 5.5) করানো হয় তাহলে এই পৃষ্ঠগুলি একটিমাত্র বৃত্তকে স্পর্শ করে। যদি ধরা হয় যে, ভূ-গোলকের কেন্দ্রে আলোর উৎস আছে তাহলে ওই পৃষ্ঠের উপর অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলি অভিক্ষি৫ হয় এবং তারপর কাগজটিকে খুলে উন্মুক্ত করা হয়। এইভাবে একটি পৃষ্ঠের উপর অভিক্ষেপ বিকশিত হয়। সুতরাং যে পৃষ্ঠের উপর অভিক্ষেপ সঠিকভাবে অভিক্ষি৫ হয়, সেই পৃষ্ঠকে বিকাশশীল পৃষ্ঠ বলা হয়।

চিত্র নং 5.6 বিকশিত হওয়ার পর বেলুন

মানচিত্র অভিক্ষেপে একটি বেলন কিংবা একটি শন্দ্বকু হল বিকশিত পৃষ্ঠ। বেলনকে কেটে উন্মুক্ত করলে তা আয়তক্ষেত্র গঠন করে জ্বচিত্র 5.6) এবং একটি শন্দ্বকু যদি বিকশিত হয় তাহলে তা একটি বৃত্তাংশ গঠন করে। জ্বচিত্র 5.7)



চিত্র নং 5.7 বিকশিত হওয়ার পর শন্দ্বকু

5.8.5 প্ল্যানার অভিক্ষেপ (Planner projections)

যখন জেনারেটিং ভূগোলকের গ্র্যাটিকুলস্গুলি এককি তলে একটি নির্দিষ্ট বিজ্ঞুর সাপেক্ষে অভিক্ষি৫ হয়, তখন তাকে প্ল্যানার অভিক্ষেপ বলে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে তলটি ভূ-গোলকের কোন একটি বিজ্ঞুকে স্পর্শ করে থাকে। ইহাকে স্পর্শকবিজ্ঞু বলে এবং ইহা মেরুতে, নিরক্ষরেখার উপর অথবা মেরু ও নিরক্ষরেখার মধ্যবর্তী কোন স্টথানে থাকতে পারে। সকল জেনিথ্যাল বা অ্যাজিমুথাল অভিক্ষেপই এই শ্রেণীর।

5.8.6 শান্দ্বকব অভিক্ষেপ জ্বConical projections)

যখন একটি ভূ-গোলকে একটি নির্দিষ্ট অক্ষরেখা বরাবর একটি শন্দ্বকু স্পর্শক হয়ে অবস্টথান করে মানচিত্র অভিক্ষেপের সৃষ্টি করে, তখন তাকে শান্দ্বকব অভিক্ষেপ বলে।

5.8.7 বেলন অভিক্ষেপ জ্বCylindrical projections)

এক্ষেত্রে নিরক্ষরেখার সন্দেগ বেলন স্পর্শক হয় এবং এভাবে উৎপন্ন মানচিত্র অভিক্ষেপকে বেলন অভিক্ষেপ বলে।

5.8.8 দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপ (Perspective projection)

একটি নির্দিষ্ট বিজ্ঞু থেকে আলোর বি২ছুরণের সাহায্যে ভূ-গোলকের গ্র্যাটিকুলস্ অন্দ্বকনের দ্বারা যে অভিক্ষেপের সৃষ্টি হয়, তাকে দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপ বলে। এক্ষেত্রে একটি উৎস বিজ্ঞু থেকে আলো উৎসারিত হয় এবং এই আলোর রশ্মিগুলি স্ব২ছ ভূ-গোলকের মধ্য দিয়ে একটি তলে পতিত হয়ে ভূ-গোলকের অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলিকে ওই তল পরিস্ফুট করে তোলে। আলোর ধর্ম অনুযায়ী এই অভিক্ষেপ গঠিত হয় বলে একে Geometric Projection বা জ্যামিতিক অভিক্ষেপও বলে। আলোর উৎস এক্ষেত্রে ভূ-গোলকের মধ্যে বা বাইরে থাকতে পারে।

5.8.9 সেমি-পার্স্পেকটিভ অভিক্ষেপ (Semi-perspective projection)

অভিক্ষেপের সময় যখন একশ্রেণীর ছেদরেখাগুলিকে জ্যামিতিকভাবে এবং অন্যশ্রেণীর ছেদরেখাগুলিকে

একটি নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য সাধনের জন্য অন্যভাবে অন্ধকন করা হয়, তখন তাকে সেমি পার্স্পেকটিভ অভিক্ষেপ বলে।

5.8.10 অ-দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপ (Non - perspective projection)

একটি নির্দিষ্ট নীতির সাহায্যে কোন নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য পরিপূর্ণ করতে যখন কোন অভিক্ষেপ আলোর সাহায্য ছাড়াই অন্ধকন করা হয়, তখন তাকে অ-দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপ বলে।

5.8.11 কন্‌ভেনশনাল অভিক্ষেপ (Conventional projection)

যখন কোন নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য সাধনের জন্য আলোর উৎস বা অভিক্ষি৫ তলের সাহায্য ছাড়াই সম্পুর্ণরুপে গাণিতিকভাবে কোন অভিক্ষেপ অন্ধকন করা হয়, তখন তাকে কন্‌ভেনশনাল অভিক্ষেপ বলে।

5.8.12 সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপ (Equal area projection)

যে সকল অভিক্ষেপে মেরুবিচ্ছু এবং যে কোন অক্ষরেখা অথবা দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফল ভূ-গোলকের মেরুবিচ্ছু এবং যে কোন অক্ষরেখা অথবা দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফলের সমান, তাদের সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপ বলে। এই অভিক্ষেপে রেডিয়াল স্কেল এবং ট্যানজেনসিয়াল স্কেল পরস্পরের অনোন্যক অর্থাৎ রেডিয়াল স্কেল যে হারে হ্রাস পায়, ট্যানজেনসিয়াল স্কেল সেই হারে বেড়ে যায় এবং এইভাবে অভিক্ষেপে ক্ষেত্রফল সর্বত্র সঠিক রাখা হয়।

তবে এই প্রক্রিয়ায় স্কেলের সামঞ্জস্য রাখতে গিয়ে আকৃতি ও দূরত্বের বিচ্যুতি ঘটে।

5.8.13 সমাকৃতি অভিক্ষেপ (Orthomorphic or conformal projection)

যেসকল অভিক্ষেপে মানচিত্রের বা ইহার কোন অংশের আকৃতি ভূ-গোলকের বা তার কোন অংশের অনুরূপ হয়, তাদের সমাকৃতি অভিক্ষেপ বলে। একটি অনুরূপ বা সমাকৃতি মানচিত্র অভিক্ষেপ হল, যেখানে মানচিত্রের বিচ্ছুতে স্কেলের বিচ্যুতি সমান হবে অর্থাৎ যে কোন বিচ্ছুতে রেডিয়াল স্কেল এবং ট্যানজেনসিয়াল স্কেল পরস্পর সমান হবে। এইপ্রকার মানচিত্র অভিক্ষেপে কোনরূপ কৌণিক বিচ্যুতি হয় না অর্থাৎ কোণ সংরক্ষিত হয়।

5.8.14 সম-দূরবর্তী অভিক্ষেপ (Equi-distant projection)

সম-দূরবর্তী মানচিত্র অভিক্ষেপ হল সেই প্রকারের অভিক্ষেপ যেখানে কোন একটি বা দুটি বিচ্ছু থেকে সকল অভিমুখে দূরত্ব ভূ-গোলকে সংশ্লিষ্ট বিচ্ছু থেকে সকল অভিমুখে দূরত্বের সমান হয়। অর্থাৎ ভূ-গোলক ও অভিক্ষেপে দূরত্ব সর্বদা সঠিক রাখা হয়। এই অভিক্ষেপে দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেল অর্থাৎ

রেডিয়াল স্কেল সর্বত্র সমান। কিন্তু অক্ষরেখা বরাবর স্কেল অর্থাৎ ট্যানজেনসিয়াল স্কেল এর বিচ্যুতি ঘটে। স্কেলের এই বিচ্যুতির জন্য আয়তন ঠিক রাখা যায় না।

5.8.15 অ্যাজিমুথাল (Azimuthal) অভিক্ষেপ (Azimuthal projection)

একটি অ্যাজিমুথ (Azimuth) হল একটি প্রকৃত দিগংশ। অ্যাজিমুথাল অভিক্ষেপ হল সেই অভিক্ষেপ যেখানে একটি বা দুটি বিন্দু থেকে সকল অভিমুখে অ্যাজিমুথ ভূ-গোলকের সন্দেগ সঠিকভাবে নির্দেশিত হয়। অন্যভাবে বলা যায়, অভিক্ষেপের উৎপত্তি বিন্দুতে অর্থাৎ কেন্দ্রে যে কোন সরলরেখা বা দ্রাঘিমারেখার মধ্যে উৎপন্ন কোণ জেনারেটিং ভূগোলক - এ অনুরূপ মহাবৃত্ত ও দ্রাঘিমারেখার মধ্যে কোণের সন্দেগ সঠিকভাবে সমান হলে তাকে অ্যাজিমুথাল অভিক্ষেপ বলে।

5.8.16 মূল স্কেল (Principal scale)

ইহা হল জেনারেটিং ভূ-গোলকের স্কেল। ইহা নমিন্‌ল স্কেল (nominal scale) নামেও পরিচিত।

5.8.17 প্রকৃত স্কেল (Actual scale)

অভিক্ষেপের উপর প্রকৃতই বিদ্যমান স্কেল হল প্রকৃত স্কেল। generating ভূ-গোলকের স্কেল অনুযায়ী মানচিত্র আঁকা হয়। কিন্তু সব অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা বরাবর ঐ স্কেল বজায় থাকে না। স্কেলের বিচ্যুতির পরিমাণ অনুযায়ী প্রকৃতপক্ষে অভিক্ষেপের যে বিন্দুতে যে স্কেল হয়, তাহাই হল প্রকৃত স্কেল।

5.8.18 স্কেল ফ্যাক্‌টর (Scale factor)

ইহা হল মূল স্কেলের হর এবং প্রকৃত স্কেলের হরের অনুপাত।

5.8.19 রেডিয়াল স্কেল (Radial scale)

ইহা দ্রাঘিমারেখা (meridian) বরাবর স্কেল।

5.8.20 ট্যানজেনসিয়াল স্কেল (Tangential scale)

ট্যানজেনসিয়াল স্কেল হল অক্ষরেখা (parallel) বরাবর স্কেল।

5.8.21 মধ্য দ্রাঘিমারেখা (Central meridian)

অভিক্ষেপে গ্রাটিকুল graticule এর সমগ্র দ্রাঘিমাংশগত বিস্তৃতিকে যে দ্রাঘিমারেখা সমান দু'ভাগে বিভক্ত করে, তাকে মধ্য দ্রাঘিমারেখা বলে। ইহা হল অভিক্ষেপের সর্বমধ্য দ্রাঘিমারেখা যা প্রধানত

সরলরেখায় অঙ্কিত হয় এবং অক্ষরেখা অঙ্কনের জন্য স্কেল অনুসারে সঠিকভাবে বিভক্ত করা হয়। এর স্কেল ঠিক থাকে।

5.8.22 প্রমাণ অক্ষরেখা (Standard parallel)

ভূ-গোলকের যে অক্ষরেখা শাঙ্কব বা বেলন তলের সঙ্গে স্পর্শক হয়ে থাকে তাকে প্রমাণ অক্ষরেখা বলে। ইহা সর্বদা তলের সঙ্গে স্পর্শক (tangent) হয় এবং স্কেল সঠিক হয়।

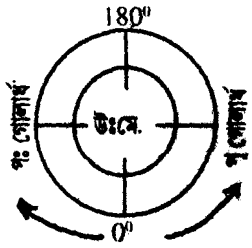
5.8.23 গ্রাটিকিউল (Graticule)

পরস্পর ছেদকারী অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমা রেখার জালিকাকে সাধারণত গ্র্যাটিকিউল বলে।

5.9 মানচিত্র অংকন কালীন অনুসরণযোগ্য বিষয় সমূহ হল.

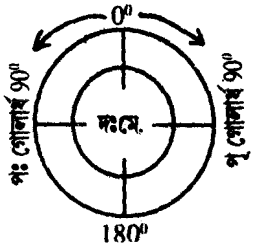
1. 0° দ্রাঘিমা রেখা থেকে পূর্ব গোলার্ধের দ্রাঘিমারেখার মান পূর্বদিকে বা অভিক্ষেপের ডানদিকে বাড়ে। একইভাবে পশ্চিম গোলার্ধের মান পশ্চিমদিকে বা বামদিকে বাড়ে।

2. অক্ষরেখার মান নিরক্ষরেখা থেকে মেরুর দিকে বাড়ে। মেরুস্পর্শী জেনিথাল (Polar Zenithal) অভিক্ষেপে অভিক্ষেপের কেন্দ্রে এই মান সর্বাধিক হয়। কেন্দ্র থেকে অক্ষরেখার মান বাইরের দিকে অর্থাৎ নিরক্ষরেখার দিকে কমতে থাকে। এই প্রকার অভিক্ষেপ ও শাঙ্কব অভিক্ষেপে লক্ষ্য করবেন যে দৈর্ঘ্য বড় এরূপ অক্ষরেখার মান দৈর্ঘ্যে ছোট অক্ষরেখা মানের চেয়ে কম হবে। অর্থাৎ ছোট অক্ষরেখা হলে তার মান বেশী হবে ও বড় অক্ষরেখা হলে তার মান কম হবে। বেলন সমক্ষেত্রফল (Cylindrical equal Area) অভিক্ষেপে সব অক্ষরেখার দৈর্ঘ্য সমান। তাই নিরক্ষরেখাকে লক্ষ্য করে তার উত্তরে বা দক্ষিণে মান ক্রমশ বাড়াতে থাকবেন।



চিত্র 5.8

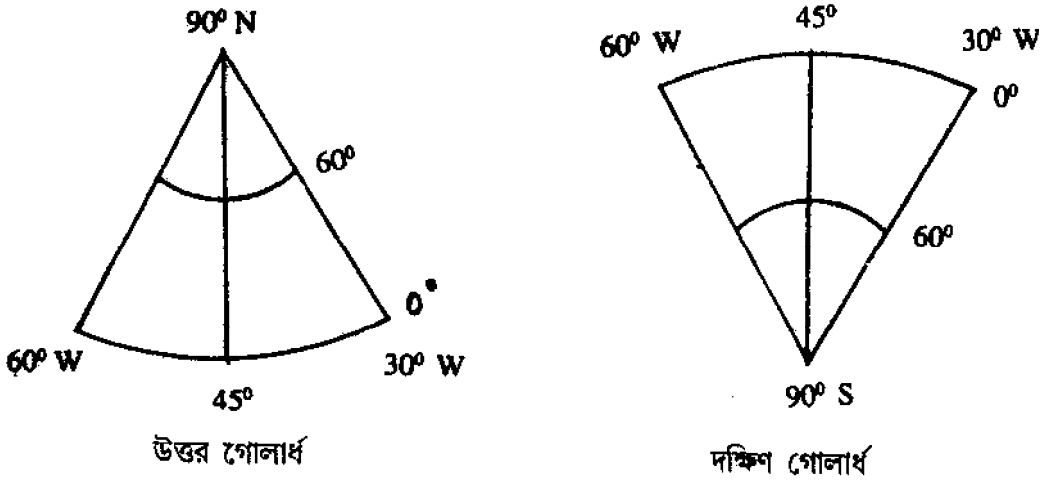
3. জেনিথাল (Zenithal) অভিক্ষেপে (Polar case) সমগ্র উত্তর গোলার্ধ আঁকলে 0^0 দ্রাঘিমা রেখা নীচে হবে ও 180^0 দ্রাঘিমা রেখা উপরের দিকে হবে, ভূ-গোলক লক্ষ্য করলে দেখবেন পূর্ব গোলার্ধে দ্রাঘিমা রেখার মান anti clockwise অভিমুখে বাড়ছে ও পশ্চিম গোলার্ধের মান ঘড়ির কাঁটার দিক অনুযায়ী বাড়ছে। (চিত্র 5.8)



চিত্র 5.9

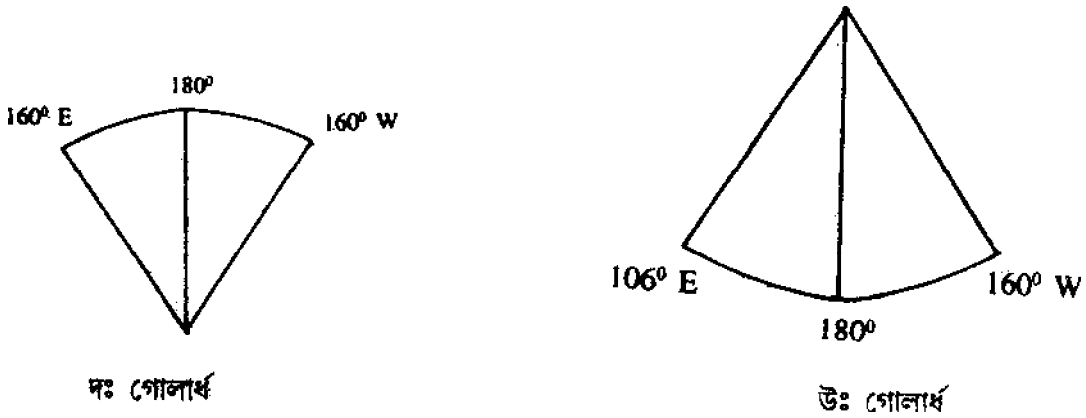
সমগ্র দক্ষিণ গোলার্ধ আঁকলে 0° দ্রাঘিমা রেখা উপরে হবে ও 180° দ্রাঘিমা রেখা নীচের দিকে হবে, কারণ তখন দেখবেন পূর্ব গোলার্ধের মান ঘড়ির কাঁটার দিকে বাড়ছে ও পশ্চিম গোলার্ধের মান ঠিক তার বিপরীত দিকে বাড়ছে। (চিত্র 5.9ৰ

4. ভূগোলকের আংশিক অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে উল্লিখিত নিয়ম মানা যাবে না। তখন অভিক্ষেপকে সামনে রেখে তার মাঝখানের দ্রাঘিমারেখা অনুযায়ী ডানদিকে বা বাঁদিকে মান লেখা হবে এবং উত্তর গোলার্ধ ও দক্ষিণ গোলার্ধের অক্ষরেখা অংকনের ক্ষেত্রে মনযোগ দেবেন। উত্তর গোলার্ধের অক্ষরেখাগুলি উত্তর মেরুর দিকে অবতল এবং দক্ষিণ গোলার্ধের অক্ষরেখাগুলি দক্ষিণ মেরুর দিকে অবতল (চিত্র 5.10)। নীচের ছবি দেখুন।



চিত্র ঃ 5.10 আংশিক অভিক্ষেপ্রে ক্ষেদ্রোঘিমারেখা ও অক্ষরেখার বিন্যাস

দ্রাঘিমারেখার মান লেখার ক্ষেত্রে পূর্বেই বলা হয়েছে যে 0° এর ডানদিকে হবে পূর্ব গোলার্ধ ও বাঁদিকে হবে পছিম গোলার্ধ। আংশিক অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে 0° দ্রাঘিমা রেখার পরিপ্রেক্ষিতে নিয়মটি ঠিক আছে। কিন্তু যদি 180° দ্রাঘিমা রেখা অভিক্ষেপে আঁকতে হয় তখন পূর্ব গোলার্ধের মান 180° দ্রাঘিমা রেখার বাঁদিকে ও পছিম গোলার্ধের মান এর ডান দিকে লিখতে হবে (চিত্র 5.11) এবং অভিক্ষেপের দুই প্রান্তে এদের মান সবচেয়ে কম হবে। 180° দ্রাঘিমা রেখাকে সামনে রেখে ভূগোলক লক্ষ্য করলে দেখবেন যে পূর্ব গোলার্ধ বাম দিকে ও পছিম গোলার্ধ ডান দিকে রয়েছে। উঃ গোলার্ধ বা দঃ গোলার্ধের পরিবর্তনে এই নিয়মের বিচ্যুতি হয় না। এছাড়া **zenithal অভিক্ষেপ কেন, যে কোন প্রকার অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে এই একই নিয়ম প্রযোজ্য।** অর্থাৎ যে কোন অভিক্ষেপে অংকিত দ্রাঘিমা রেখাগুলির কোন একই দ্রাঘিমারেখা যদি 180° হয় তাহলে এই নিয়ম প্রযোজ্য, এমন নয় যে 180° দ্রাঘিমারেখাকে অভিক্ষেপের মাঝখানেই অবস্থিত হতে হবে।



চিত্র ঃ 5.11

5. অভিক্ষেপ আঁকার পর তার চারদিকে মোটা করে সীমানা টানবেন। উপরে অভিক্ষেপের নাম লিখবেন। নীচে অভিক্ষেপের স্কেল লিখবেন। সৌষ্ঠ্রর্য বৃদ্ধির জন্য রৈখিক স্কেল আঁকতে পারবেন। প্রশ্নপত্রে রৈখিক স্কেল আঁকার কথা বলা থাকলে অবশ্যই অভিক্ষেপের নীচে ঐ প্রকার স্কেলে এঁকে দেবেন, অন্যথায় না আঁকলেও হবে।

6. গ্র্যাটিকিউলস্ এর মান লেখার ক্ষেত্রে ভুল হওয়ার সম্ভাবনা বেশী থাকে, এজন্য বারবার করে এঁকে দেখে নেবেন যে মানগুলি ঠিক ঠিক লেখা হয়েছে কিনা।

5.10 প্রশ্নাবলী হু.

1. মানচিত্র বলতে কি বোঝায়? মানচিত্রের প্রয়োজনীয়তা কি?
2. মানচিত্র অভিক্ষেপ কাকে বলে? এই অভিক্ষেপ কেন করা হয়?
3. কেন ভূগোলককে পৃথিবীর ক্ষুদ্র সংস্করণ বলা হয়? ইহা পৃথিবীর কি কি ধর্ম বজায় রাখে।
4. মানচিত্র অভিক্ষেপে কি কি ধর্ম (Properties) বজায় রাখা হয়? কোন একটি অভিক্ষেপে কেন সব ধর্ম বজায় থাকে না।
5. দৃশ্যানুগ ও অদৃশ্যানুগ অভিক্ষেপের মধ্যে পার্থক্য করুন।
6. মূল মধ্যরেখা ও মধ্য দ্রাঘিমা রেখার মধ্যে প্রভেদ কোথায়?
7. অভিক্ষেপ তলের প্রকারভেদ করুন ও তার বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করুন।
8. প্রমাণ অক্ষরেখা কাকে বলে? সব অক্ষরেখা কি প্রমাণ অক্ষরেখা হতে পারে?

9. মহাবৃত্তের সংজ্ঞা দিন, কি কারণে সব অক্ষরেখা মহাবৃত্ত নয়।
10. অভিক্ষেপ অংকনের সময় কি কি বিষয়গুলির উপর গুরুত্ব দেবেন?

5.11 উত্তর মালা হ্ল.

1. 5.1	দ্রষ্টব্য
2. 5.2,	"
3. 5.2	"
4. 5.2.1	"
5. 5.7.8 ও 5.7.10	"
6. 5.4.4 ও 5.7.21	"
7. 5.7.4	"
8. 5.7 ও 5.7.22	"
9. 5.4	"
10. 5.8	"

একক 6 ❑ স্টিটরিওগ্রাফিক, সহজ শান্দ্বক ব ও বন্‌স্‌ অভিক্ষেপ

6.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

6.2 মে রুস্পর্শী জেনিথাল স্টিটরিওগ্রাফিক অভিক্ষেপ

6.2.1 নীতি

6.2.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন

6.2.3 অনুশীলনী

6.2.4 অন্দ্বকনপ্রণালী

6.2.5 ধর্ম

6.2.6 সীমা বদ্ধতা

6.2.7 ব্যবহার

6.2.8 প্রশ্নাবলী

6.2.9 উত্তরসংকেত

6.3 সহজ শান্দ্বক ব অভিক্ষেপ

6.3.1 নীতি

6.3.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন

6.3.3 অনুশীলনী

6.3.4 অন্দ্বকনপ্রণালী

6.3.5 ধর্ম

6.3.6 সীমা বদ্ধতা

6.3.7 ব্যবহার

6.3.8 প্রশ্নাবলী

6.3.9 উত্তরসংকেত

6.4 বন্‌স্‌ অভিক্ষেপ

6.4.1 নীতি

6.4.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন

6.4.3 অনুশীলনী
6.4.4 অন্দ্বকনপ্রণালী
6.4.5 ধর্ম
6.4.6 সীমা বদ্ধতা
6.4.7 ব্যবহার
6.4.8 প্রশ্নাবলী
6.4.9 উত্তরসংকেত

6.1 প্রস্তাবনা

একক 5 এ আপনারা মানচিত্র অভিক্ষেপের উদ্দেশ্য, বিষয় বস্তু ও পরিধি জেনেছেন। বুঝতে পেরেছেন যে নানা রকম অভিক্ষেপের মাধ্যমে ভূগোলকের বিভিন্ন ধর্ম বজায় রাখা যায়। আর এজন্য অনেক অভিক্ষেপের গ্র্যাটিকুলসের প্যাটার্নের মধ্যে সাদৃশ্য থাকলেও ধর্মগত দিক থেকে নিজ নিজ বৈশিষ্ট্য ধরে রাখে, প্রত্যেক অভিক্ষেপেরই নিজস্ব অর্ন্তনিহিত গুন থাকে। ফলে বিশেষ কোন নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য সাধনে তাদেরকে আঁকা হয়। আর এই কারণে প্রতিটি অভিক্ষেপই অনন্য। এই এককে সে রকম তিনটি অভিক্ষেপের বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

উদ্দেশ্য

আপনারা এই একক পাঠ করে

1. মেরুস্পর্শী জেনিথাল স্টিরিওগ্র্যাফিক, সহজ শান্দ্বকব ও বনস্ অভিক্ষেপের গঠন, অংকন করতে পারবেন।
2. মানচিত্র অংকনে দক্ষতা অর্জন করতে পারবেন।
3. ভূগোলকের সন্দ্বেগ এই সব অভিক্ষেপের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য সম্বন্ধে জানতে পারবেন।
4. ভূগোলকের কোন অংশের মানচিত্র কোন অভিক্ষেপে বলা হয় তা জানতে পারবেন।
5. সর্বোপরি এই সব অভিক্ষেপের ধর্ম, ব্যবহার, ত্রুটি সম্বন্ধে জানতে পারবেন।

6.2 মেরুস্পর্শী জেনিথাল স্টিরিওগ্রাফিক অভিক্ষেপ (Polar Zenithal Stereographic Projection)

'স্টিরিওগ্রাফিক' (Stereographic) কথাটির অর্থ হল, সমতল পৃষ্ঠের উপর কোন কঠিন বস্তুর সীমা নির্দিষ্টকরণ। 'Stereographic' means delimitation of solid forms on a plane surface. এই

অভিক্ষেপে তত্তৎগতভাবে সমগ্র ভূগোলক অন্ধকন করা যায়, ব্যতিক্রম শুধু আলোর উৎসের কেন্দ্রটি। একমাত্র এই অভিক্ষেপই দুটি গোলার্ধই একই সন্দেগ দেখানো যায়।

6.2.1 নীতি (Principle)

ইহা একটি দৃশ্যানুগ (Perspective) অভিক্ষেপ এবং এক্ষেত্রে স্পর্শতল যে বিন্দুতে অবস্থান করে, আলোর উৎস ঠিক তার প্রতিপাদ বিন্দুতে থাকে। অক্ষরেখা গুলি এক একটি পূর্ণবৃত্ত এবং দ্রাঘিমারেখাগুলি সরলরেখায় অন্দ্বিকত হয়।

6.2.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন (Trigonometrical construction)

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ $R = $ [illegible] / RF [illegible]

(ii) যে কোন অক্ষরেখা (ϕ) এর ব্যাসার্ধ ($r\phi$) নির্ণয় চিত্রে (6.1) NWSE জেনারেটিং ভূগোলক নির্দেশ করে যার ব্যাসার্ধ R এবং কেন্দ্র O, NL হল অভিক্ষেপ তল যা N বিন্দুতে স্পর্শক হয়েছে। ভূগোলকের উপর ϕ অক্ষরেখাতে P বিন্দু নেওয়া হল কেন্দ্রে ϕ কোণ উৎপন্ন করে। আলোর উৎস অভিক্ষেপতলের প্রতিপাদ বিন্দু S এ অবস্থিত এবং S বিন্দু থেকে উৎসারিত আলোকরশ্মি P হয়ে বিন্দু অভিক্ষেপতলকে P' বিন্দুতে ছেদ করে। সুতরাং P ও S এর সংযুক্তকারী সরলরেখার বর্ধিতঅংশ NL কে P' বিন্দুতে ছেদ করে ϕ অক্ষাংশ বিশিষ্ট অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ NP' রূপে অভিক্ষি৫ হয়।

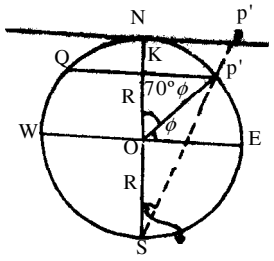
অতএব চিত্রানুসারে

$\angle POE = \phi$ এবং

$\angle NOP = 90^0 - \phi$

আবার $\angle NSP = \frac{1}{2} \angle NOP$ যেহেতু পরিধিস্থ কোণ কেন্দ্রস্থ কোণের অর্ধেকব

বা $\frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$



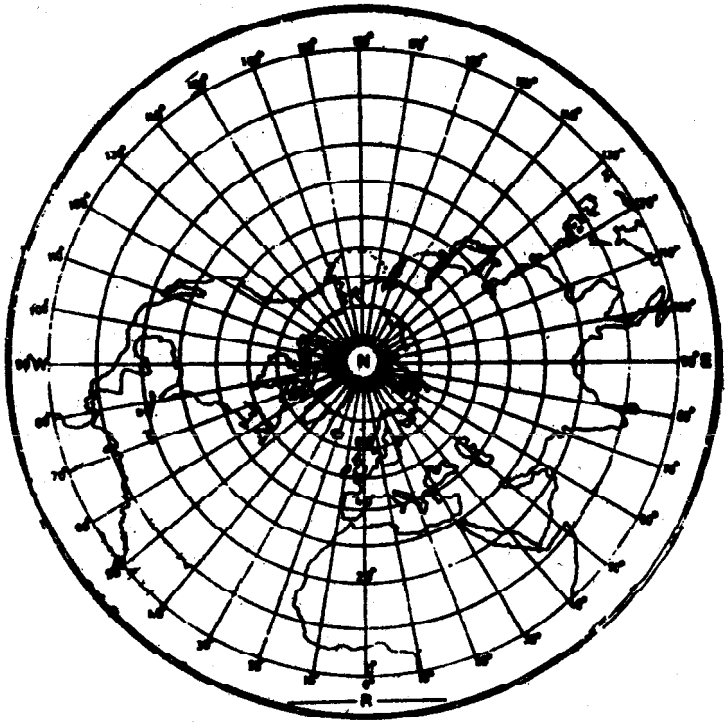
চিত্র নং ঃ 6.1

সুতরাং NSP' সমকোণী ত্রিভুজ থেকে

$$\frac{NP'}{NS} = \tan\frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$$

বা, $NP' = 2R\tan\frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$ [NS = 2R]

সুতরাং এই অভিক্ষেপে যে কোনো মানের অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ $2R \tan \frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$



চিত্র ঃ 6.2 মেরুস্পর্শী জেনিথাল স্টিরিওগ্রাফিক অভিক্ষেপ

6.2.3 অনুশীলনী

1 : 250,000,000 স্কেলে 10° ব্যবধানে Azimuthal Stereographic Projection (Polar case) এ উত্তর গোলার্ধের জন্য graticule অন্ধকন করুন।

হিসাবঃ

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ $R = \frac{640,000,000}{250,000,000}$ cm

$= 2.56$ cm

(ii) যে কোনো অক্ষরেখা ϕ এর ব্যাসার্ধ $r_\phi = 2R\tan\frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$

ইহা সারণীর আকারে দেখানো হল ঃ

ϕ	$\frac{90°-\phi}{2}$	$\tan\frac{90°-\phi}{2}$	2R	$2R\tan\frac{90°-\phi}{2}$ (cm)
90°	0	0		0
80°	5°	0.08748		0.44794
70°	10°	0.17632		0.90279
60°	15°	0.26794		1.37189
50°	20°	0.36397		1.86352
40°	25°	0.46630	5.12 cm	2.38749
30°	30°	0.57735		2.95603
20°	35°	0.070020		3.58506
10°	40°	0.83909		4.29619
0°	45°	1		5.12

6.2.4 অন্ধকনপ্রণালী ঃ

(i) অন্ধকনের কাগজের কেন্দ্রে দুটি সরলরেখা সমকোণে টানুন।। এই রেখাগুলি 90° ব্যবধানে দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে। ধরা যাক, এই রেখাদুটির কেন্দ্রবিচ্ছু হল N অর্থাৎ উত্তর মেরু।

(ii) মেরুকে কেন্দ্র করে প্রতিটি অক্ষরেখার ব্যাসার্ধের মান নিয়ে এককেন্দ্রিক পূর্ণবৃত্ত অন্ধকন করুন। এই বৃত্তগুলি প্রদত্ত ব্যবধানে অক্ষরেখা নির্দেশ করে।

(iii) চাঁদার কেন্দ্রকে সঠিকভাবে অভিক্ষেপের কেন্দ্রে স্থাপন করুন এবং প্রদত্ত কৌণিক ব্যবধানে বিচ্ছু দ্বারা চিহ্নিত করুন।

(iv) অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে চিহ্নিত বিচ্ছুগুলিকে সরলরেখায় যোগ করুন এবং যদি প্রয়োজন হয় সীমান্ত অক্ষরেখা পর্যন্ত একে বর্ধিত করুন। এই সরলরেখা দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।

(v) নীচের মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে 0° লিখুন, এবং anticlockwise অভিমুখে ডানদিকে পূর্ব গোলার্ধের দ্রাঘিমারেখার মান ও clockwise অভিমুখে বামদিকে পছিম গোলার্ধের দ্রাঘিমারেখার মান লিখুন। এভাবে Graticules এর জালিকা গঠন সম্পূর্ণ হল।

6.2.5 ধর্ম (Properties)

(i) ভূগোলকের ন্যায় অভিক্ষেপেও সঠিক দিগংশ বজায় থাকে।

(ii) এই অভিক্ষেপে আলোর উৎসের মধ্য দিয়ে এবং অভিক্ষেপ তলের স্পর্শকবিচ্ছুর মধ্য দিয়ে যে মহাবৃত্ত অতিক্রান্ত হয়, তা অভিক্ষেপে সরলরেখায় পতিত হয়। এই কারণে দ্রাঘিমারেখাগুলি সরলরেখা নির্দেশ করে এবং কেবলমাত্র এরাই মহাবৃত্ত।

(iii) Radial ও tangential স্কেলের বিচ্যুতি কেন্দ্র থেকে যতদূরে যাওয়া যায় ততই বেশী হয় যদিও Gnomonic অভিক্ষেপের মত ইহা অতো বেশী নয়। অভিক্ষেপের কেন্দ্রের নিকট স্কেলের বিচ্যুতি প্রায় নগন্য কিন্তু এর থেকে যতই দূরে যাওয়া যায়, বিচ্যুতির মাত্রা দ্রুততর হয়। বস্তুত স্কেলের বিচ্যুতির পরিমাণ মেরু থেকে দূরত্বের পরিমাণের সমানুপাতিক।

(iv) এই অভিক্ষেপ সমাকৃতি বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন। একই বিচ্ছুতে Radial ও tangential স্কেল সমান বলে ইহা বজায় থাকে।

6.2.6 সীমাবদ্ধতা (Limitation)

স্পর্শকতল যে বিচ্ছুতে ছেদ করেছে তার প্রতিপাদবিচ্ছুকে অভিক্ষি৫ করা যায়না। যদি ধরে নেওয়া যায় ইহা সম্ভব তাহলে ওই বিচ্ছুটি অভিক্ষেপের মধ্যে সর্ববৃহৎ বৃত্তরূপে অভিক্ষি৫ হয় স্কেলের বিচ্যুতি অপরিসীম বলে।

6.2.7 ব্যবহার (Use)

(i) সাধারণত পৃথিবীর মানচিত্র এক একটি গোলার্ধে আঁকার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয় এবং উ২চ ও মধ্য অক্ষাংশের পৃথক পৃথক দেশ অন্দ্বকনের জন্যও ব্যবহৃত হয়।

(ii) সমাকৃতি ধর্ম থাকে বলে এই অভিক্ষেপ প্রায়শই এক অভিক্ষেপ থেকে অপর অভিক্ষেপে অন্দ্বকন করার মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এই বৈশিষ্ট্যের জন্য Equatorial ও Oblique Zenithal Equal area এবং Equidistant অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে গাণিতিক গণনার সাহায্য ব্যতিরেকে অন্দ্বকন করা যায়।

(iii) Generating globe এর যে কোন বৃত্ত এই অভিক্ষেপে বৃত্তরূপেই অবস্থান করে বলে field astronomy-র অনেক সমস্যা graphical solution এর মাধ্যমে সমাধান করা যায়।

6.2.8 প্রশ্নাবলী

নিম্নলিখিত স্কেল, ব্যবধান ও বিস্তৃতি অনুযায়ী জেনিথাল স্টিরিওগ্রাপিক জ্বমেরুস্পর্শীৰ অভিক্ষেপ অন্দ্বকন করুন।

1. বিস্তৃতি - 60° দঃ থেকে দক্ষিণ মেরু
   পূর্ব ও পছিম গোলার্ধ

ব্যবধান - 10°

স্কেল - 1 : 50,000,000

2. বিস্তৃতি - উত্তর - পূর্ব গোলার্ধে

ব্যবধান - 15°

স্কেল - 1 : 125×10^6

3. বিস্তৃতি - 50° উঃ থেকে 80° উঃ অক্ষাংশ
90° পঃ থেকে 90° পূঃ দ্রাঘিমাংশ, মূলমধ্যরেখাকে অতিক্রম করে।

ব্যবধান - 10°

স্কেল - 1 cm তে 600 km

4. বিস্তৃতি - অক্ষাংশ ঃ 50° দঃ থেকে 90° দঃ

দ্রাঘিমাংশ - 150° পূঃ থেকে 150° পঃ

ব্যবধান - 10°

স্কেল - ভূগোলকের ব্যস 32 cm

5. ইহা কোন শ্রেণীর অভিক্ষেপ? আলোর উৎস কোথায় থাকে?
6. এই অভিক্ষেপে অক্ষরেখার ব্যাসার্ধের জন্য সূত্র নির্ণয় করুন।
7. এই অভিক্ষেপকে কেন সমাকৃতি (orthomorphic) বলা হয়? কি ভাবে এই বৈশিষ্ট্য বজায় থাকে?
8. এই অভিক্ষেপের বিশেষ ব্যবহার সম্বন্ধে লিখুন।

6.2.9 উত্তর সংকেত হু.

1. থেকে 4 প্রদত্ত মান অনুযায়ী আঁকতে হবে
5. 6.2.1 দ্রষ্টব্য
6. 6.2.2 "
7. 6.2.5 (iii, iv) "
8. 6.2.7 "

6.3 সহজ শান্ধকব অভিক্ষেপ (Simple Conical Projection)

একটি প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সরল শান্ধকব অভিক্ষেপ (Simple conical projection with one standard parallel)

এই অভিক্ষেপে শন্ধকু বিকাশশীল পৃষ্ঠ হিসেবে ভূ-গোলককে স্পর্শ করে। তাই এর নাম শান্ধকব অভিক্ষেপ। এটি একটি অ-দৃশ্যানুগ (Non-perspective) অভিক্ষেপ জ্বযদিও দৃশ্যানুগ শান্ধকব অভিক্ষেপ হয়ব। এখানে অক্ষরেখা গুলি দ্রাঘিমারেখা বরাবর সমদূরত্বে অবস্থান করে বলে একে সম-দূরবর্তী (Equidistant) অভিক্ষেপ বলে। অভিক্ষেপটিতে মেরুবিচ্ছু একটি বৃত্তচাপ রূপে, অক্ষরেখাগুলি এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপরূপে এবং দ্রাঘিমারেখাগুলি কেন্দ্রবিমুখ সরলরেখারূপে অভিক্ষি৫ হয়।

6.3.1 নীতি (Principle)

এই অভিক্ষেপে একটি পূর্ণ-বৃত্তীয় শন্ধকু একটি নির্বাচিত অক্ষরেখা বরাবর ভূ-গোলককে স্পর্শ করে। এই অক্ষরেখাটিকে বলে প্রমাণ অক্ষরেখা (Standard parallel)। এই প্রমাণ অক্ষরেখার দৈর্ঘ্য ভূ-গোলকের দৈর্ঘ্যের সন্দেগ সমান। দ্রাঘিমারেখাগুলিকে টানার জন্য তাই একে সঠিকভাবে ভাগ করা হয়। অক্ষরেখাগুলির মধ্যে সমদূরত্ব রাখার জন্য মধ্য দ্রাঘিমা রেখাকে (Central meridian) সমানভাবে ভাগ করা হয়।

Standard parallel বা প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে অন্য রেখাগুলির ব্যাসার্ধ তথা দৈর্ঘ্য পরিবর্তিত হয়। প্রমাণ অক্ষরেখা যদি নিরক্ষরেখার দিকে অবস্থান করে তবে শন্ধকুর শীর্ষবিচ্ছু মেরু থেকে অনেক উপরে অবস্থান করে।

6.3.2 ত্রিকোণমিতিক (Trigonometrical Construction)

সূত্রাবলী (Theory)

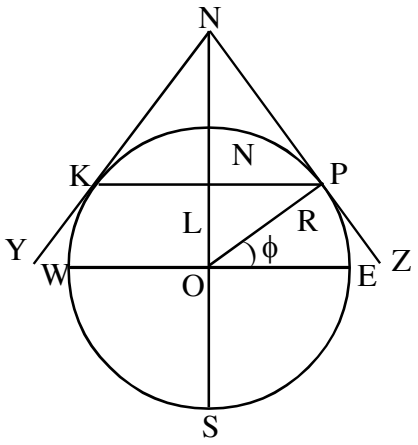
(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ = $\frac{\text{[illegible]}}{\text{RF.[illegible]}}$

(ii) প্রমাণ অক্ষরেখা নির্বাচন= $\frac{\phi_1 + \phi_2}{2}$

(iii) প্রমাণ দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন = $\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$

(iv) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ = R $\cot\phi 0$

চিত্রে, (6,3,1) O কেন্দ্রবিশিষ্ট NWSE হল জেনারেটিং ভূগোলোক এবং NYZ শঙ্কুটি KP রেখা বরাবর ইহাকে স্পর্শ করেছে অর্থাৎ KP হল প্রমাণ অক্ষরেখা, যার ব্যাসার্ধ LP অভিক্ষিপ্ত হয়েছে N'P রূপে।



চিত্র ঃ 6.3

এখন N'OP সমকোণী ত্রিভুজ থেকে

$\frac{N'P}{OP}$ বা $\frac{N'P}{R}\cot\phi 0$

বা $N'P = R\cot\phi 0$

$\therefore$ প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ $(r\phi 0) = R\cot\phi$

(v) অক্ষরেখা অন্ধকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার

বিভাজন $\frac{\prod R}{180^\circ} \times$ int

বা $R \times (int.)^c$

(vi) দ্রাঘিমারেখা অন্ধকনের জন্য প্রমাণ অক্ষরেখার (ϕ_0) বিভাজন $\frac{2\prod R\cos\phi 0}{360^\circ} \times$ int

বা, $R\cos\phi_0\ (int.)^c$

6.3.3 অনুশীলনী— (Conventional projection)

1 : 30,000,000 স্কেলে এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সহজ শান্ধক ব অভিক্ষেপে ভারতের মানচিত্র অন্ধকনের জন্য 4^0 ব্যবধানে গ্র্যাটিকিউল অন্ধকন করুন।

বিস্তার { অক্ষাংশগত - 8° উত্তর. থেকে 40° উত্তর.
দ্রাঘিমাগত - 68° পূর্ব. থেকে 100° পূর্ব.

হিসাব হল—

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ $R = \frac{640,000,000}{30,000,000}$ cm

$= 21.33333$ cm

(ii) প্রমাণ অক্ষরেখা নির্বাচন $= \frac{8^\circ+40^\circ}{2}$

$= 24^\circ$ উঃ

(iii) প্রমাণ দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন = $\frac{68^\circ+100^\circ}{2}$

= 84° পূঃ

(iv) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ $r\phi_0$ = 21.33333 cm cot 24°

= 21.33333cm × 2.24603

= 47.91544cm

(v) অক্ষরেখা অন্ধকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন R×(4°)^c

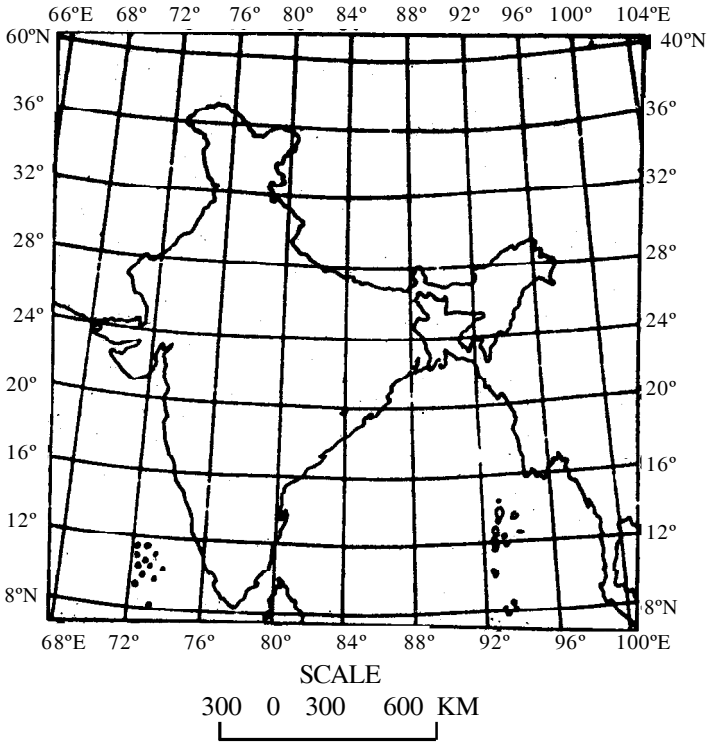
= 21.3333cm × (4°)^c

= 1.48934cm

(vi) দ্রাঘিমারেখা অন্ধকনের জন্য প্রমাণ অক্ষরেখার ($r\phi_0$) বিভাজন R cos24°×(4°)^c

= 21.33333cm. cos24° × (4°)^c

= 1.36057cm



চিত্র নং ঃ 6.4 সহজ শান্ধকব অভিক্ষেপে ভারত

6.3.4 অন্দ্বকনপ্রণালী

(i) পৃষ্ঠার একেবারে মাঝখানে উলম্বভাবে একটি সরলরেখা অন্দ্বকন করুন যা মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।

(ii) মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে ভাগ করার জন্য যে মান পাওয়া গেছে সেই অনুযায়ী ইহাকে যতগুলি অক্ষরেখা টানতে হবে ততগুলি ভাগে ভাগ করুন।

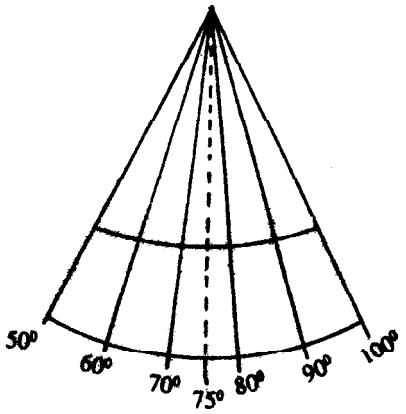
(iii) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর অভিক্ষেপের কেন্দ্র নির্দিষ্ট করুন।

(iv) অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর নির্নীত প্রতিটি বিচ্ছুর উপর এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ অন্দ্বকন করুন। ইহারা এক একটি অক্ষরেখা নির্দেশ করে।

(v) দ্রাঘিমারেখা অন্দ্বকন করার জন্য প্রমাণ অক্ষরেখাকে ভাগ করার জন্য প্রা৫ মানের সাহায্যে প্রয়োজনীয় দ্রাঘিমা অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখার উভয়দিকে ভাগ করুন এবং অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে অক্ষরেখার বিভাজন বিচ্ছুর মধ্য দিয়ে সর্বশেষ অক্ষরেখা পর্যন্ত সরলরেখা অন্দ্বকন করুন, ইহারাই হল দ্রাঘিমারেখা। এইভাবে এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপে প্রদত্ত বিস্তৃতি অনুযায়ী গ্র্যাটিকিউল অন্দ্বকন সম্পূর্ণ হল।

● শাঙ্খব অভিক্ষেপে অক্ষাংশগত পরিসরের ঠিক মাঝখানের অক্ষরেখাকে প্রমাণ অক্ষরেখা রূপে সাধারণত নির্বাচন করা হয়। একইভাবে মধ্য দ্রাঘিমারেখাকেও নির্বাচন করা হয়। এই দুই রেখাকে ভিত্তি করে অভিক্ষেপ আঁকা হয়। কিন্তু গ্র্যাটিকূলের ব্যবধান এমনভাবে উল্খে থাকে যে তাতে গ্র্যাটিকূল আঁকা সমস্যা মনে হতে পারে। যেমন ধরা যাক, সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপের জন্য 50° পূর্ব থেকে 100° পূঃ দ্রাঘিমার জন্য 10° ব্যবধানে দ্রাঘিমারেখা আঁকতে হবে। এক্ষেত্রে আঁকার জন্য দ্রাঘিমারেখা গুলি হল 50°, 60°, 70°, 80°, 90° ও 100°। কিন্তু এদের কোনটিই দ্রাঘিমারেখা নয়। মধ্য দ্রাঘিমা রেখা হবে 75° পূঃ এই রেখা থেকে 5° ব্যবধানে একদিকে 70° ও ডানদিকে 80° এই দ্রাঘিমারেখা টানা হলে তারপর থেকে 10° ব্যবধানে বাকী রেখা টানতে হবে। এই ধরণের সমস্যা প্রমাণ অক্ষরেখার ক্ষেত্রে হলে এই একই উপায় গ্রহণ করবেন। অভিক্ষেপে এই দুই রেখাকে ভগ্ন রেখায় (broken line) দেখবেন। চিত্র 6.3.7

বন্স (Bonne's), সাইনুময়ডাল (Sinusoidal) ও বহুশান্দ্বকব (Polyconic) অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে ইহা প্রযোজ্য।



চিত্র নং ঃ 6.5 মধ্য দ্রাঘিমারেখার অবস্থান

6.3.5 ধর্ম (Properties)

(i) এই অভিক্ষেপে কেবলমাত্র প্রমাণ অক্ষরেখার স্কেল এবং সকল দ্রাঘিমারেখার স্কেল ভূ-গোলকের সন্দেগ সর্বদা সঠিক থাকে। প্রমাণ অক্ষরেখা ছাড়া ইহার উত্তর বা দক্ষিণে অন্যান্য অক্ষরেখার স্কেলের বিচ্যুতি ঘটে এবং ইহাদের দৈর্ঘ্য ভূ-গোলকের দৈর্ঘ্যের তুলনায় বেশী হয়।

(ii) দ্রাঘিমারেখার স্কেল সঠিক থাকে কারণ প্রত্যেকটি দ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্য মধ্যদ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্যের সমান। প্রতিটি বৃত্তচাপ এককেন্দ্রিক বৃত্ত হয়। অক্ষরেখাগুলির মধ্যে দূরত্ব সমান থাকে, ফলে দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী যে কোন দ্রাঘিমারেখার দূরত্ব সর্বত্র সমান।

(iii) দ্রাঘিমারেখার স্কেল সর্বত্র সমান থাকায় ইহা Equi-distant বা সম-দূরবর্তী ধর্ম বজায় রাখে

(iv) ইহা সমক্ষেত্রফল বা সমাকৃতি বিশিষ্ট অভিক্ষেপ নয়।

6.3.6 সীমাবদ্ধতা (Limitation)

(i) মেরুবিচ্ছু ভূগোলকে বিচ্ছুরূপে থাকলেও এই অভিক্ষেপে তা একটি বৃত্তচাপরূপে উপস্থাপিত হয়।

(ii) এই অভিক্ষেপে আকৃতির ভালোমত বিচ্যুতি ঘটে। তাই কেবলমাত্র স্বল্প পরিসরে অক্ষাংশের বিস্তৃতি অন্দ্বকন সুবিধাজনক।

(iii) এই অভিক্ষেপের সাহায্যে পৃথিবীর মানচিত্র অন্দ্বকন করা যায় না।

(iv) মহাদেশ অন্দ্বকনও এই অভিক্ষেপে যুক্তিযুক্ত নয়।

6.3.7 ব্যবহার (Use)

যে সমস্ত দেশ ছোট বিশেষত অক্ষাংশগত বিস্তৃতি কম, কিন্তু দ্রাঘিমাংশগত বিস্তৃতি বেশী, সেসব দেশ অন্দ্বকন করা যায়। সাধারণত মধ্য অক্ষাংশ বা নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের দেশগুলি এই অভিক্ষেপে অন্দ্বকন করা যায়।

6.3.8 প্রশ্নাবলী

প্রদত্ত অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের বিস্তৃতি, ব্যবধান ও স্কেল দ্বারা এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপ অংকন করুন।

(1) বিস্তৃতি হল অক্ষাংশ - 5° উঃ. 35° উঃ.
দ্রাঘিমাংশ - 65° পূঃ. 95° পূঃ.
ব্যবধান - 5°
স্কেল - 1 : 80,000,000

(2) বিস্তৃতি হল অক্ষাংশ - 10° দঃ. 50° উঃ.
দ্রাঘিমাংশ - 55° পঃ. 35° পূঃ.
ব্যবধান - 15°
স্কেল - 1 : 85,000,000

(3) বিস্তৃতি হল অক্ষাংশ - 20° দঃ. 60° দঃ.
দ্রাঘিমাংশ - 30° পঃ. 100° পঃ.
ব্যবধান - 10°
স্কেল - 1 cm এতে 640 km.

(4) সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপের ধর্ম লিখুন, কোন কোন দেশের মানচিত্র এই অভিক্ষেপে অংকন করা যুক্তি যুক্ত ?

6.3.9 উত্তর সংকেত

1 থেকে 3 - আঁকতে হবে

4 - 6.3.6, 6.3.7 দ্রষ্টব্য

6.4 বন্‌স্‌ অভিক্ষেপ (Bonne's Projection)

Rigobert Bonne একজন ফরাসী কার্টোগ্রাফার এই অভিক্ষেপের রূপকার অক্ষরেখা। এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ হিসাবে এবং মেরু একটি বিন্দু হিসাবেই অভিক্ষিপ্ত হয়। মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর অক্ষরেখাগুলিকে সঠিকভাবে ভাগ করা হয়। দ্রাঘিমারেখাগুলি মধ্য দ্রাঘিমারেখার দিকে অবতল বক্ররেখারূপে অবস্থান করে।

6.4.1 নীতি (Principle)

এই অভিক্ষেপটি সহজ শান্ধকব অভিক্ষেপের পরিবর্তিত রূপ। এক্ষেত্রে একটি প্রমাণ অক্ষরেখা থাকে, তবে স্কেলের বিচ্যুতি ইহার উত্তর ও দক্ষিণে খুব বেশী হয়। সহজ শান্ধকব অভিক্ষেত্রে দ্রাঘিমারেখাগুলি সরলরেখা এবং এই সরলরেখারূপে দ্রাঘিমারেখাগুলি প্রমাণ অক্ষরেখার বিভাজন বিন্দুর মধ্য দিয়ে টানা হলেও অক্ষরেখা বরাবর স্কেলের এই ত্রুটিকে দূর করার জন্য Bonne's অভিক্ষেপে প্রতিটি অক্ষরেখাকে সঠিকভাবে ভাগ করা হয়। অর্থাৎ অক্ষরেখার স্কেল ঠিক রাখা হয় এবং এর উপর যে বিভাজন বিন্দু পাওয়া যায় তার মধ্যে দিয়ে মসৃণ বক্ররেখারূপে দ্রাঘিমারেখা অন্ধকন করা হয়। সুতরাং সহজ শান্ধকব অভিক্ষেপে কেবলমাত্র প্রমাণ অক্ষরেখাকে ভাগ করে দ্রাঘিমা রেখা টানা হয় কিন্তু এক্ষেত্রে প্রতিটি অক্ষরেখাকে ভাগ করে দ্রাঘিমারেখা টানা হয়। এই ব্যতিক্রমটুকু বাদ দিলে বন্‌স্‌ অভিক্ষেপের নীতি ও সহজ শান্ধকব অভিক্ষেপের নীতি একই। শুধুমাত্র অক্ষরেখা বরাবর স্কেলকে সঠিক রাখার দ্বারাই পরিবর্তনটি সাধিত হয়েছে এবং একে একটি সমক্ষেত্রফল অভিক্ষেপে রূপদান করা হয়েছে।

6.4.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন (Trigonometrical Construction)

সূত্রাবলী (Theory)

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ (R) = [illegible] / R.F. [illegible]

(ii) প্রমাণ অক্ষরেখা নির্বাচন = $\frac{\phi_1 + \phi_2}{2}$

(iii) মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন = $\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$

(iv) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ = $R \cot \phi_0$ ত্বশান্ধকব অভিক্ষেপের ন্যায়ৰ

(v) অক্ষরেখা অন্দবকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন $= \frac{\prod R}{180^o} \times (int.)^o$

বা $R(int.)^c$

(vi) দ্রাঘিমারেখা অন্দবকনের জন্য অক্ষরেখাগুলির বিভাজন $\frac{2\prod R\cos\phi_0}{360^o} \times (i)^\circ$

বা $R\cos\phi\,(i)^c$

6.4.3 অনুশীলনী

1: 50×10^6 স্কেলে 10^o ব্যবধানে অষ্ট্রেলিয়া মহাদেশের মানচিত্রের জন্য 10°S থেকে 50°S এবং 110°E থেকে 170°E বিস্তারের গ্র্যাটিকিউলস অভিক্ষেপে অন্দবকন করুন।

হিসাবহ্ণ

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ $R = \frac{640\times10^6}{50\times10^6}$ cm

$= 12.8$ cm

(ii) প্রমাণ অক্ষরেখা নির্বাচন $= \frac{10^o S + 50^o S}{2}$

$= 30^oS$

(iii) মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন $\frac{110^o+170^o}{2}$

$= 140^oE$

(iv) প্রমাণ অক্ষরেখার $(r\phi_0)$ ব্যাসার্ধ

$= R\cot 30^o$

$= 12.8$ cm $\times$ 1.73205

$= 22.17$ cm

(v) অক্ষরেখা অন্দবকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন দৈর্ঘ্য

$= R(10^o)^c$

$= 1.28$ cm $\times$ 174532

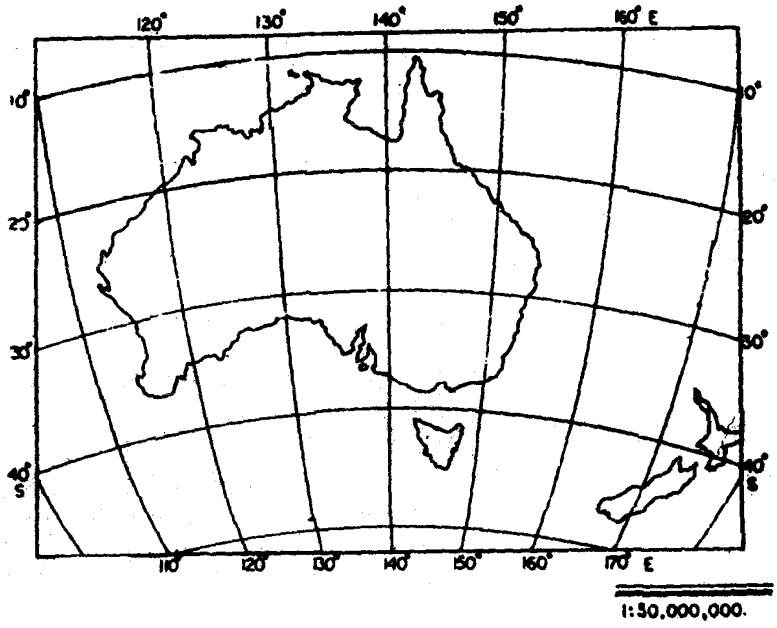
$= 2.23$ cm

(vi) দ্রাঘিমারেখা অন্দ্বকনের জন্য অক্ষরেখার বিভাজন দৈর্ঘ্য R cos(int)^{c} = 12.8cm cosϕ(10°)^{c}

ϕ	cos ϕ	R(i)cm	R cosϕ(i)^{c}(cm)
10°	0.9848	2.23	2.20
20°	0.93969	2.23	2.10
30°	0.86602	2.23	1.93
40°	0.76604	2.23	1.71
50°	0.64278	2.23	1.43

6.4.4 অন্দ্বকন প্রণালী ঃ

(i) অন্দ্বকনের কাগজের ঠিক মাঝখানে উজ্মস্বভাবে একটি সরলরেখা টানুন যা মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।



চিত্র ঃ 6.6 বন্স্ অভিক্ষেপে অষ্ট্রেলিয়া ও নিউজিল্যাণ্ড

(ii) মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে ভাগ করার জন্য যে মান পাওয়া গেছে সেই অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে যতগুলি অক্ষরেখা টানতে হবে ততগুলি ভাগ করুন।

(iii) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর অভিক্ষেপের কেন্দ্র নির্দিষ্ট করুন।

(iv) অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর নির্ণীত প্রতিটি বিচ্ছুর উপর এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ আঁকুন। ইহারা এক একটি অক্ষরেখা নির্দেশ করে।

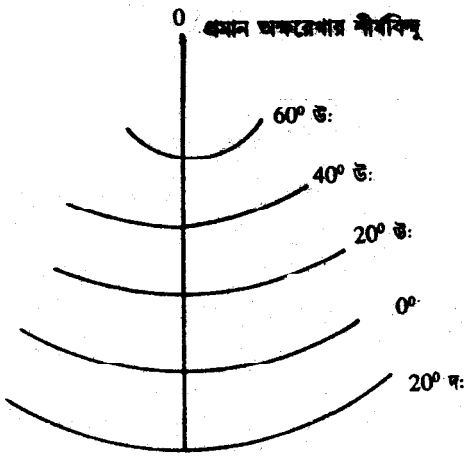
(v) দ্রাঘিমারেখা অন্ধকনের জন্য প্রত্যেক অক্ষরেখাকে বিভাজনের যে পৃথক মান পাওয়া গেছে সেই মান অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখার উভয় দিকেই অক্ষরেখাগুলির উপর বিচ্ছু স্থাপন করুন।

(vi) প্রত্যেক অক্ষরেখার নির্দিষ্ট মানের বিভাজন বিচ্ছুগুলিকে মসৃণ বক্ররেখার দ্বারা যুক্ত করা হল। ইহারা দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।

অতএব এইরূপে বন্‌স্ অভিক্ষেপে প্রদত্ত বিস্তার অনুযায়ী গ্র্যাটিকিউলস অন্ধকন সম্পূর্ণ হল।

বিশেষদ্রষ্টব্য ঃ

সহজ শান্ধকব ও Bonne's অভিক্ষেপে প্রমাণ অক্ষরেখার শীর্ষবিচ্ছু যে মেরু বিচ্ছুর উপরে অবস্থান করে সেই গোলার্ধের সাপেক্ষে সব অক্ষরেখা আঁকা হবে। এক্ষেত্রে বিপরীত গোলার্ধের অক্ষরেখাও প্রমাণ অক্ষরেখার সাপেক্ষে টানা হবে। ধরা যাক যদি 20° দঃ. থেকে 60° উঃ. অক্ষাংশের জন্য অভিক্ষেপ আঁকতে হয় তাহলে ওদের জন্য প্রমাণ অক্ষরেখা 20° উঃ. হলে দক্ষিণ গোলার্ধের সব অক্ষরেখাই উত্তর গোলার্ধের মত হবেই। নিরক্ষরেখাও একই রকমভাবে টানা হবে (চিত্র 6.7)।



চিত্র ঃ 6.7 গোলার্ধের পরিবর্তন ও অক্ষরেখার প্যাটার্ন

6.4.5 ধর্ম (Properties)

(i) ইহা একটি সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপ। প্রতিটি অক্ষরেখা এক একটি এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ নির্দেশ করে, ফলে অক্ষরেখাগুলির মধ্য বর্তী দূরত্ব সর্বত্র সমান। প্রতিটি অক্ষরেখা ভূগোলকের সমান দৈর্ঘ্যের অর্থাৎ প্রতিটি অক্ষরেখা বরাবর স্কেল সমান। সুতরাং ভূগোলকের দুটি অক্ষরেখা বরাবর স্কেল সমান। সুতরাং ভূগোলকের দুটি অক্ষরেখার মধ্য বর্তী ক্ষেত্রফল অভিক্ষেপে ওই দুই অক্ষরেখার মধ্য বর্তী ক্ষেত্রফলের সমান। তাই ইহা একটি সমক্ষেত্রফল অভিক্ষেপ।

(ii) একমাত্র মধ্য দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেল ঠিক থাকে এবং ইহার উভয়পার্শ্বে স্কেলের বিচ্যুতি ক্রমশ বাড়তে থাকে। দ্রাঘিমারেখাগুলির বক্রতার জন্য দুই প্রান্তে স্কেলের বিচ্যুতি সবথেকে বেশী। স্কেলের এই রূপ বিচ্যুতির জন্য ইহা সমাকৃতি অভিক্ষেপ নয়।

(iii) প্রতিটি অক্ষরেখা বরাবর স্কেল ঠিক থাকে এবং যেহেতু অক্ষরেখা গুলি এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ হয় এবং মধ্য দ্রাঘিমারেখা সঠিকভাবে বিভক্ত হয় সেহেতু সব বিন্দুতে অক্ষরেখাসমূহের সমকোণ অভিমুখে স্কেলও ঠিক থাকে।

(iv) সব দ্রাঘিমারেখার সন্দেগ প্রমাণ অক্ষরেখার এবং সব অক্ষরেখার সন্দেগ দ্রাঘিমারেখা পরস্পরকে সমকোণে ছেদ করে। তাই প্রমাণ অক্ষরেখা ও মধ্য দ্রাঘিমারেখা বরাবর এই দুই সংকীর্ণ অঞ্চল জুড়ে আকৃতি যুক্তি সন্দগত ভাবে বজায় থাকে। অভিক্ষেপের অন্যত্র আরও তির্যক ভাবে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখার মধ্যে ছেদ ঘটে এবং দ্রাঘিমারেখাগুলি অনেক বড় দৈর্ঘ্যের হয়। অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে দূরে তির্যকতা ও দ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্য উভয়ই কোণাকুণি ভাবে বাড়তে থাকে। এর ফলস্বরূপ আকৃতির বিশাল বিচ্যুতি ঘটে, বিশেষত অভিক্ষেপের প্রান্তে।

6.4.6 সীমাবদ্ধতা যত্রুটি (Limitation)

এই অভিক্ষেপের গলদ বেশী হয় যদি দ্রাঘিমাংশের প্রসার বাড়েহ্ল, সুতরাং দ্রাঘিমাংশগত বিশাল পরিসরে এই অভিক্ষেপকে ব্যবহার করা উচিত নয়। অপরপক্ষে, অক্ষাংশগত বিস্তৃতির জন্য এর নির্ভুলতা ও দক্ষতা হ্রাস পায় না।

6.4.7 ব্যবহার (Use)

অক্ষাংশগত বিস্তৃতি সম্পন্ন দেশ ও মহাদেশ এই অভিক্ষেপে আঁকা হয়। মহাদেশ আঁকার জন্য অনেক অ্যাটলাসে Bonne's অভিক্ষেপের ব্যবহার আছে। এই অভিক্ষেপে সাধারণত উত্তর ও দক্ষিণ আমেরিকা, অষ্ট্রেলিয়া প্রভৃতি মহাদেশ আঁকা হয়। মেরুদ্বয়ের নিকটবর্তী নয় ও দ্রাঘিমাংশগত পরিসর বেশী নয় এমন মানচিত্র বা এলাকার জন্য এই অভিক্ষেপ সব থেকে ভাল ও উপযুক্ত। তবে যদি প্রমাণ অক্ষরেখা ও মধ্য

দ্রাঘিমারেখা সতর্কভাবে নির্বাচন করা যায় তাহলে ঘনবিন্যস্ত (compact) এলাকার জন্য এই অভিক্ষেপ খুবই উপযোগী। যেমন, ফ্রান্স ইত্যাদি।

6.4.8 প্রশ্নাবলী

1. বন্‌স্ অভিক্ষেপকে কেন এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপের পরিবর্তিত রূপ বলা হয়?
2. উল্লিখিত পরিবর্তনের জন্য ইহার ধর্মগত কি পরিবর্তন ঘটেছে?
3. 6,3,8 এর 1,2,3 প্রশ্নানুযায়ী এই বন্‌স্ অভিক্ষেপ অংকন করুন।

6.4.9 উত্তর সংকেত

1. 6,4,1 দ্রষ্টব্য
2. 6,4,1, 6,4,5 দ্রষ্টব্য
3. অভিক্ষেপ অংকন করতে হবে।

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

একক 7 ❑ সাইনুসয়ডাল, বহুশাঙ্কব ও সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলান অভিক্ষেপ

7.1 প্রাবনা

উদ্দেশ্য

7.2 সাইনুসয়ডাল অভিক্ষেপ

7.2.1 নীতি

7.2.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন

7.2.3 অনুশীলনী

7.2.4 অঙ্কন প্রণালী

7.2.5 ধর্ম

7.2.6 সীমাবদ্ধতা

7.2.7 ব্যবহার

7.2.8 প্রশ্নাবলী

7.2.9 উত্তর সংকেত

7.3 বহুশাঙ্কব অভিক্ষেপ

7.3.1 নীতি

7.3.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন

7.3.3 অনুশীলনী

7.3.4 অঙ্কন প্রণালী

7.3.5 ধর্ম

7.3.6 ব্যবহার

7.3.7 প্রশ্নাবলী

7.4 সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপ

7.4.1 নীতি

7.4.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন
7.4.3 অনুশীলনী
7.4.4 অঙ্কন প্রণালী
7.4.5 ধর্ম
7.4.6 সীমাবদ্ধতা
7.4.7 ব্যবহার
7.4.8 প্রশ্নাবলী
7.4.9 উত্তর সংকেত

7.1 প্রস্তাবনা

আগের এককের যোগসূত্র ধরে এই এককের অবতারনা। একক 6 এ বনস্ অভিক্ষেপ দিয়ে শেষ, কিন্তু এই এককের প্রথমেই বনস্ অভিক্ষেপের ছায়া সাইনুসয়ডালে ধরা পড়েছে। এছাড়া সম্পূর্ণ ভিন্ন রকমের দুটি পৃথক অভিক্ষেপের আলোচনা আপনাদের আরও বেশী করে কৌতুহলী করতে পারে। কোন অভিক্ষেপেই কি তাহলে পৃথিবীর মানচিত্র ঠিক মত আঁকা যাবে না— এ প্রশ্ন পর্যন্ত আপনাদের মনে জাগতে পারে। আর বেশী চেষ্টা করলে তার উত্তরও পেয়ে যাবেন। এই একক তাই বৈচিত্রে ভরা অভিক্ষেপের একক।

উদ্দেশ্য

এই এককের উদ্দেশ্যের অনেকটা ইঙ্গিত প্রস্তাবনায় দেওয়া হয়েছে। তবুও আপনারা এই একক থেকে উল্লিখিত তিন প্রকার অনন্য অভিক্ষেপের গঠন, অঙ্কন, পরিবর্তন, সম্বন্ধে জানতে পারবেন। জানতে পারবেন যে বহুশাঙ্কব অভিক্ষেপ কোন ধর্ম বজায় না রেখেও কেন একটি গুরুত্বপূর্ণ অভিক্ষেপ ও কিসে এর প্রচুর ব্যবহার। সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট দুটি অভিক্ষেপ থাকলেও কেন তাদের মধ্যে প্রচুর অমিল আছে তা সাইনুসয়ডাল ও বেলন অভিক্ষেপ পড়লে জানতে পারবেন।

7.2 সাইনুসয়ডাল অভিক্ষেপ (Sinusoidal projection)

এই অভিক্ষেপটি Sanson-Flamsteed অভিক্ষেপ নামে পরিচিত। যদিও এই আবিষ্কারের উপর

তার কোন অবদান ছিল না। তিনি তার তারকা মানচিত্রের ক্ষেত্রে এই অভিক্ষেপটি ব্যবহার করেন।

একে Sinusoidal অভিক্ষেপ বলার কারণ হল, সকল দ্রাঘিমারেখা এখানে sine curve এর আকৃতি নির্দেশ করে। একটি sine curve অঙ্গোর সহজাকৃতির প্রস্থছেদ। প্রত্যেকটি বক্র দ্রাঘিমারেখা হল sine curve কারণ the circumference of a parallel of latitudes is proportional to the sine of its co-latitudes, যেমন $\cos\theta = \sin(90^0 - \theta)$

এই অভিক্ষেপে অক্ষরেখাগুলি সরলরেখায় নিরক্ষরেখার সমান্তরাল অঙ্কিত হয় এবং মধ্য দ্রাঘিমারেখা কে এর উপর সঠিক দূরত্বে অঙ্কন করা হয়। মধ্য দ্রাঘিমারেখা নিরক্ষরেখার সঙ্গে লম্বভাবে সরলরেখায় স্থাপিত হয়। প্রত্যেকটি দ্রাঘিমারেখা মধ্য দ্রাঘিমারেখা থেকে বাইরের দিকে উত্তল হয়ে অবস্থান করে।

7.2.1. নীতি (Principle)

এই অভিক্ষেপ Bonne's অভিক্ষেপের সীমায়িত অবস্থা। এখানে নিরক্ষরেখা প্রমাণ অক্ষরেখা রূপে অবস্থান করে, তাই শঙ্কুর শীর্ষবিন্দু থাকে অসীম দূরত্বে। এই কারণে নিরক্ষরেখা একটি সরলরেখা হয় এবং এক কেন্দ্রিক হওয়ার জন্য অন্য সব অক্ষরেখা সরল রেখার হয়। সব অক্ষরেখা মধ্য দ্রাঘিমারেখা থেকে সঠিক দূরত্বে অবস্থান করে। মধ্য দ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্য নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্যের অর্ধেক হয় এবং অক্ষরেখা আঁকার জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে সঠিকভাবে ভাগ করা হয়।

7.2.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন (Trigonometrical Construction)

সূত্রাবলী (Theory)

i) ভূ-গোলকের ব্যাসার্ধ $= \frac{\text{প্রকৃত পৃথিবীর ব্যাসার্ধ}}{\text{R এর হর}}$

ii) মধ্য দ্রাঘিমরেখা নির্বাচন $\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$

iii) অক্ষরেখা অংকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন $\frac{\prod R}{180^0} \times (i)^c$

বা $R \times (i)^0$

iv) দ্রাঘিমারেখা অংকনের জন্য অক্ষরেখাগুলির বিভাজন $\frac{2\prod R\cos\phi}{360^0}\times(i)^c$

বা $R\cos\phi\times(i)^c$

7.2.3. অনুশীলনী

Sinusoidal অভিক্ষেপে 40^0 উঃ থেকে 40^0 দঃ এবং 20^0 পঃ থেকে 20^0 পূর্ব পর্যন্ত 10^0 ব্যবধানে গ্র্যাটিকিউলস অঙ্কন করুন যখন স্কেল $1 : 45 \times 10^6$ (চিত্র 7.1)

i) ভূ-গোলকের ব্যাসার্ধ $\frac{640\times10^6}{45\times10^6}$ cm

$= 14.22$ cm.

ii) মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন $\frac{60^0+(-20)}{2}$

$= 20^0$ পূঃ

iii) অক্ষরেখা অংকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন দৈর্ঘ্য $R(10^0)^C$

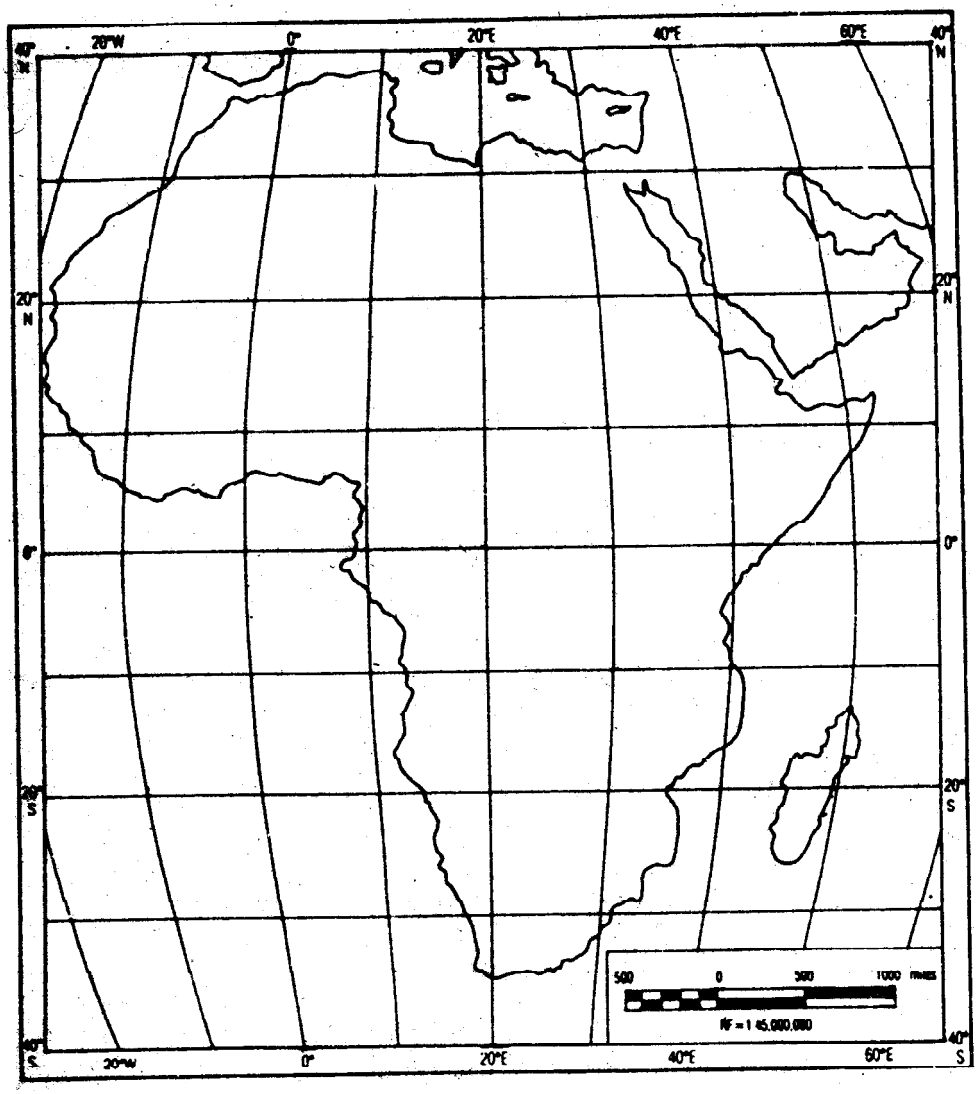
বা $14.22\text{cm}(10^0)^C$

বা 2.48 cm

iv) দ্রাঘিমারেখা অংকনের জন্য অক্ষরেখাগুলির বিভাজন দৈর্ঘ্য $R\cos\phi(10^0)^c$

বা $14.22\text{ cm}\cos\phi(10^0)^c$

ϕ	$\cos\phi$	$R(\text{int})^c$	$R\cos\phi(\text{int.})^c$ (cm.)
40°N/S	0.76604		1.90
30°N/S	0.86602		2.15
20°N/S	0.93969	2.48cm	2.33
10°N/S	0.98480		2.44
0°	1		2.48



চিত্র নং 7.1 সাইনুসয়ডাল অভিক্ষেপ

7.2.4. অংকন প্রণালী ঃ

I) পরস্পর লম্বভাবে ছেদকারী দু'টি সরলরেখা কাগজের মাঝ বরাবর অংকন করুন, এই দু'টি সরলরেখা একটি নিরক্ষরেখা ও অন্যটি মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।

2) নিরক্ষরেখাকে যেখানে মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে ছেদ করেছে সেখান থেকে শুরু করে মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন দৈর্ঘ্যের মাপ নিয়ে এই দ্রাঘিমারেখাকে ভাগ করুন।

3) অক্ষরেখা অংকন করতে প্রতিটি মধ্য দ্রাঘিমারেখার প্রতিটি বিভাজন বিন্দুর মধ্য দিয়ে নিরক্ষরেখার সমান্তরাল সরলরেখা টানুন।

4) এবার প্রতিটি অক্ষরেখাকে এদের নিজ নিজ বিভাজন দৈর্ঘ্যের সাহায্যে ভাগ করুন।

5) অক্ষরেখার উপর যথাযথ মিলে যাওয়া অনুরূপ বিভাজন বিন্দুগুলির মধ্য দিয়ে মসৃণ বক্ররেখা টানুন যেগুলি এক একটি দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।

এভাবে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমার জাল তৈরি সম্পূর্ণ হল।

7.2.5 ধর্ম (Properties)

I) প্রতিটি অক্ষরেখার স্কেল ঠিক, যেহেতু এগুলি প্রত্যেকের সমান্তরাল এবং মধ্য দ্রাঘিমারেখা ঠিকভাবে বিভক্ত হয় সেহেতু সব বিন্দুতে অক্ষরেখার লম্ব অভিমুখ স্কেল ঠিক থাকে।

2) মধ্য দ্রাঘিমা বরাবর স্কেল ঠিক থাকে ; অন্য দ্রাঘিমা বরাবর স্কেলের বিচ্যুতি ঘটে যা মধ্য দ্রাঘিমারেখা থেকে দূরে ক্রমশঃ বৃদ্ধি পায়।

3) ইহা সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপ, কারণ অক্ষরেখার স্কেল ঠিক এবং অক্ষরেখাগুলি মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর সমান দূরত্বে অবস্থিত ও এরা সমান্তরাল। ফলে যে কোন দু'টি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফল ভূ-গোলকের অনুরূপ দু'টি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফলের সমান।

4) সব দ্রাঘিমারেখার সঙ্গে নিরক্ষরেখার প্রতিচ্ছেদ এবং সব অক্ষরেখার সঙ্গে মধ্য দ্রাঘিমারেখার প্রতিচ্ছেদ সমকোণে হয়। এজন্য দু'টি সংকীর্ণ স্থান বরাবর এই অভিক্ষেপ প্রায় সমাকৃতি ধর্ম বজায় রাখে। কিন্তু, অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে কর্ণ দূরত্বে আকৃতির বিচ্যুতি প্রচুর হয়।

7.2.6 সীমাবদ্ধতা (Limitation)

Bonne's অভিক্ষেপের ন্যায়।

7.2.7 ব্যবহার (Use) :

নিঃসন্দেহে ইহা একটি মূল্যবান অভিক্ষেপ কারণ ইহা সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপ। কিন্তু পৃথিবীর মানচিত্রের জন্য ইহা উপযুক্ত নয়, কারণ সাধারণভাবে অভিক্ষেপের প্রান্ত বরাবর ও বিশেষভাবে কোণগুলির নিকট আকৃতির সামগ্রিক বিচ্যুতি ঘটে। তাই ছোট অঞ্চলের জন্য এই

অভিক্ষেপ খুবই উপযুক্ত, বিশেষভাবে যদি অঞ্চলটি নিরক্ষরেখা দ্বারা 'ভারসাম্য' (balanvced) বজায় রাখে। তাই আমরা আফ্রিকা ও দঃ আমেরিকার খুব ভাল মানচিত্র এই অভিক্ষেপে পেতে পারি।

7.2.8 প্রশ্নাবলী :

প্রদত্ত অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের বিস্তার, ব্যবধান ও স্কেল এর সাহায্য সাইনুসয়ডাল অভিক্ষেপ অংকন করুন ও গঠন প্রণালী লিখুন।

I) বিস্তৃতি ঃ অক্ষাংশ - 10^0 উঃ — 60^0 দঃ
দ্রাঘিমাংশ - 80^0 পঃ — 30^0 পঃ
ব্যবধান - 10^0
স্কেল - 1: 55,000,000

2) বিস্তৃতি ঃ অক্ষাংশ - 8^0 উঃ — 40^0 উঃ
দ্রাঘিমাংশ - 68^0 পূঃ — 96^0 পূঃ
ব্যবধান - 4^0
স্কেল - 1: 45,000,000

3) 15^0 ব্যবধানে 1 : 250.000.000 স্কেলে পৃথিবীর জন্য সাইনুসয়ডাল অভিক্ষেপ অংকন করুন।

7.2.9 উত্তর সংকেত :

1-3 অংকন করতে হবে।

7.3 বহুশাঙ্কব অভিক্ষেপ (Polyconic projection)

এই অভিক্ষেপের অক্ষরেখাগুলি মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর বিভিন্ন বিন্দুকে কেন্দ্র করে বহুকেন্দ্রিক বৃত্তচাপরূপে অবস্থান করে। এরা মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর সঠিক দূরত্বে অবস্থান করে। দ্রাঘিমারেখাগুলিকে অঙ্কন করার জন্য অক্ষরেখাগুলিকে সঠিকভাবে বিভক্ত করা হয়। মেরু একটি বিন্দুরূপেই অভিক্ষিপ্ত হয় 90° অক্ষরেখার দৈর্ঘ্য শূণ্য (0) বলে, দ্রাঘিমারেখাগুলি মধ্য দ্রাঘিমারেখার দিকে অবতল বক্ররেখারূপে অবস্থান করে।

7.3.1 নীতি (Prinicipal)

এই অভিক্ষেপ Bonne's অভিক্ষেপের পরিবর্তিত (modified) রূপ বলে ধরা হয়। এই

অভিক্ষেপে প্রতিটি অক্ষরেখা হল প্রমাণ অক্ষরেখা যাদের বৃত্তচাপের ব্যাসার্ধ $R\cot\phi$। অক্ষরেখাগুলির প্রকৃত দৈর্ঘ্য $2\pi R\cos\phi$ দৈর্ঘ্যের সমান হয়। বস্তুত প্রতিটি অক্ষরেখা নিজস্ব নির্দিষ্ট শঙ্কুর পরিপ্রেক্ষিতে বিকশিত হয়। এটা ধরা যেতে পারে যে, একগুচ্ছ শঙ্কু যেন ভূ-গোলককে স্পর্শ করে আছে। ফলে যতগুলি অক্ষরেখা আছে, ততগুলিই শীর্ষবিন্দু উৎপন্ন হয়েছে।

7.3.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন (Trigonometrical Construction)

i) ভূ-গোলকের ব্যাসার্ধে (R) = $\frac{\text{প্রকৃত পৃথিবীর ব্যাসার্ধ}}{R.F.\text{এর হর}}$

ii) মধ্য দ্রাঘিমরেখা নির্বাচন $\frac{\theta_1+\theta_2}{2}$

iii) অক্ষরেখাগুলির ব্যাসার্ধ $R\cot\phi$

iv) অক্ষরেখা অংকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখা বিভাজন $\frac{\pi R}{180^0}\times(i)^0$ বা $R\times(i)^c$

v) দ্রাঘিমারেখা অংকনের জন্য অক্ষরেখাগুলির বিভাজন $\frac{2\pi R\cos\phi}{360^0}\times(i)^0$ বা $R\cos\phi\times(i)^c$

7.3.3. অনুশীলনী:

বহুশাঙ্কব অভিক্ষেপে $1:50\times10^6$ স্কেলে 10^0 উঃ থেকে 80^0 উঃ এবং 70^0 পঃ থেকে 130^0 পঃ পর্যন্ত 10^0 ব্যবধানে graticule অঙ্কন করুন। (চিত্র নং 7.2 দেখুন)
হিসাব ঃ

i) ভূ-গোলকের ব্যাসার্ধ $\frac{640\times10^6}{50\times10^6}$ cm

$=12.8$ cm.

ii) মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন $\frac{70+130}{2}$

$= 100$ পঃ

iii) অক্ষরেখাগুলির ব্যাসার্ধ $12.8\text{cm}\ \cot\phi$

ϕ	$\cot\phi$	R (cm)	$R\cot\phi$ (cm)
10^0	5.67128		72,60
20^0	2.74747		35.17
30^0	1.73205		22.17
40^0	1.19175		15.25
50^0	0.8390	12.8	10.74
60^0	0.57735		7.39
70^0	0.36397		4.66
80^0	0.17632		2.26

iv) অক্ষরেখা অঙ্কনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন $12.8\ \text{cm}(10^0)^c$

$= 2.23$ cm.

v) দ্রাঘিমারেখা অঙ্কনের জন্য অক্ষরেখার বিভাজন $R\cos\phi \times (10^0)^c$

$= 12.8\ \text{cm}\cos\phi(10^0)^C$

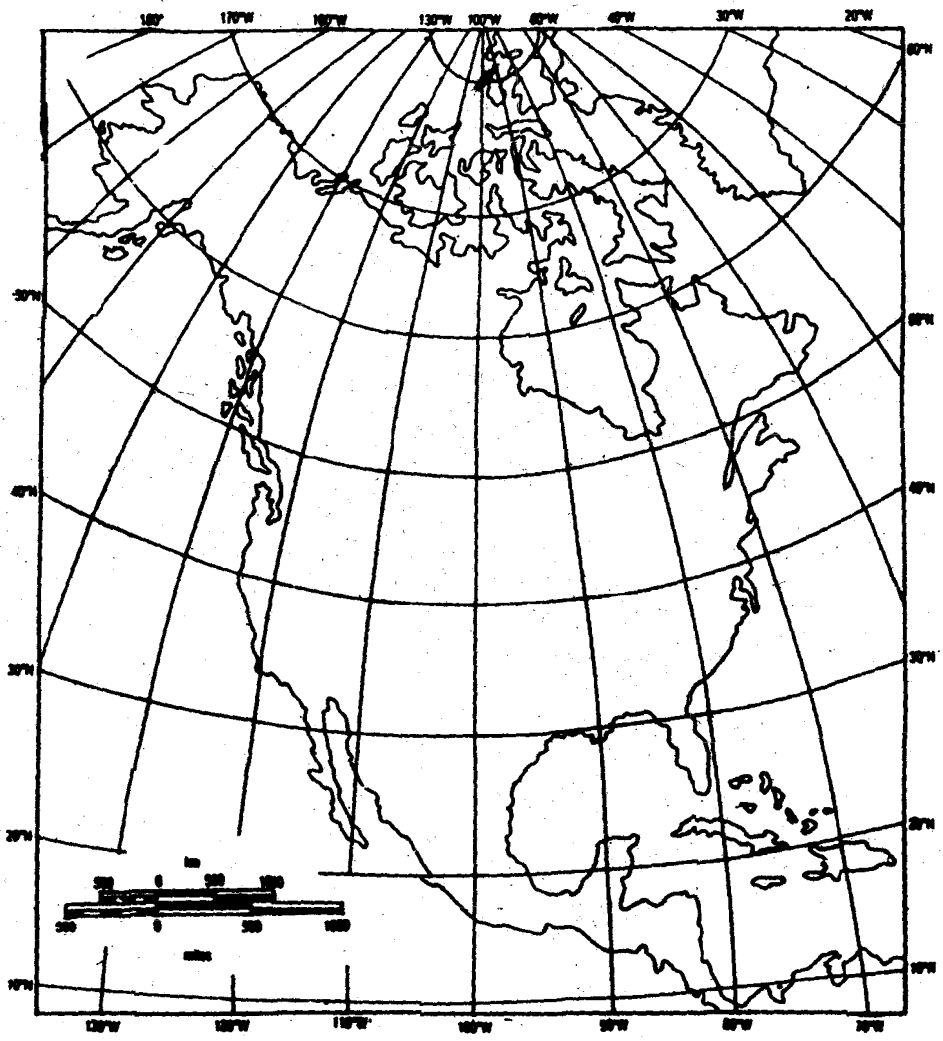
ϕ	$\cos\phi$	$R(\text{int})^c$	$R\cos\phi(\text{int.})^c$ (cm.)
10^0	0.98480		2.20
20^0	0.93969		2.10
30^0	0.86602		1.93
40^0	0.76604		1.71
50^0	0.64278	2.23 cm.	1.43
60^0	0.5		1.115
70^0	0.34202		0.76
80^0	0.17364		0.397

7.3.4. অঙ্কন প্রণালী ঃ

1) মধ্য দ্রাঘিমারেখার জন্য কাগজের মাঝ বরাবর উলম্বভাবে একটি সরলরেখা অঙ্কন করুন।

2) অক্ষরেখার ব্যবধানের জন্য মধ্যদ্রাঘিমারেখাকে এই রেখার জন্য হিসাব করা বিভাজন দৈর্ঘ্য (iv) দিয়ে ভাগ করুন।

3) মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর এক একটি ভাগবিন্দু যে অক্ষরেখার জন্য নির্দিষ্ট (ii) নং হিসাব থেকে সেই অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ নিয়ে মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর ওই বিন্দু থেকে মাপ নিয়ে ওই অক্ষরেখা অঙ্কনের জন্য কেন্দ্র স্থাপন করুন। প্রয়োজন হলে কেন্দ্র স্থাপনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে আরও বর্ধিত করুন। ওই কেন্দ্র থেকে ওই অক্ষরেখার জন্য বৃত্তচাপ অঙ্কন করুন। একই পদ্ধতি অনুসরণ করে অন্যান্য অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্তচাপ অঙ্কন করুন।



চিত্র নং 7.2 বহুশাঙ্কব অভিক্ষেপ

4) এবার প্রতিটি অক্ষরেখাকে এদের নিজ নিজ বিভাজন দৈর্ঘ্যের সাহায্যে ভাগ করুন হিসাব নং (iv) অনুযায়ী।

5) অক্ষরেখার উপর যথাযথ মিলে যাওয়া অনুরূপ বিভাজন বিন্দুগুলির মধ্য দিয়ে মসৃণ বক্ররেখা টানুন যেগুলি এক একটি দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।

এই ভাবে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখার জাল তৈরি সম্পূর্ণ হল।

মনে রাখবেন এই অভিক্ষেপে সব অক্ষরেখাই প্রমাণ অক্ষরেখা বলে উত্তর গোলার্ধের অক্ষরেখা উত্তর মেরু ও দক্ষিণ গোলার্ধের অক্ষরেখা দক্ষিণ মেরু সাপেক্ষে অংকন করা হবে। কেবল নিরক্ষরেখা সরলরেখায় আঁকা হবে, কারণ $\cot 0^0 = \alpha$ (অসীম)। কোন বৃত্তের ব্যাসার্ধ অসীম হলে তা সরলরেখা নির্দেশ করে।

7.3.5. ধর্ম (Properties)

i) সকল অক্ষরেখা বরাবর স্কেল সঠিক থাকে কারণ প্রত্যেক অক্ষরেখাই প্রমাণ অক্ষরেখা।

ii) কেবলমাত্র মধ্য দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেল সঠিক থাকে। কিন্তু এর থেকে দূরে অন্য দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেল দ্রুতহারে বাড়ে এবং অভিক্ষেপের প্রান্তে বিচ্যুতি খুব বেশী হয়।

iii) এই অভিক্ষেপ সমাকৃতি বা সমক্ষেত্রফল কোন ধর্মই সঠিকভাবে বজায় রাখে না।

7.3.6. ব্যবহার (Use)

i) সাধারণত মধ্য অক্ষাংশের দেশগুলি যাদের দ্রাঘিমাগত বিস্তৃতি কম, সেগুলি অঙ্কন যুক্তিযুক্ত।

ii) ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র (topographical map) প্রস্তুত করতে এর ব্যবহার খুব বেশী।

7.3.7. প্রশ্নাবলী :

এই অভিক্ষেপ অংকনের জন্য সহজ শাঙ্কব অভিক্ষেপের ও বনস্ অভিক্ষেপের প্রশ্নাবলী দেখুন।

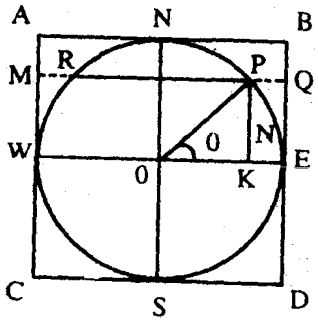
7.4. সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপ (Cylindrical Equal Area Projection)

Lambert সমক্ষেত্রফলেবিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপের উদ্ভাবক। ইহা non-perspective শ্রেণীর অভিক্ষেপ। এই অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে একটি সাধারণ বৃত্তাকার বেলন ভূগোলকের নিরক্ষরেখাকে

স্পর্শ করে। বেলনকে বিকশিত করলে অভিক্ষেপ একটি আয়তাকার তলে অভিক্ষিপ্ত হয়, এখানে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলি সরলরেখা এবং এরা পরস্পরকে সমকোণে ছেদ করে।

7.4.1. নীতি (Principle) :

এই অভিক্ষেপে অভিক্ষেপ তল নিরক্ষরেখার সঙ্গে স্পর্শক হওয়ায় নিরক্ষরেখার স্কেল ঠিক থাকে। কিন্তু অন্য অক্ষরেখাগুলির দৈর্ঘ্য নিরক্ষরেখার সমান দৈর্ঘ্যের হয়। কিন্তু মেরুদ্বয়ের দিকে এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্রুতহারে কমতে থাকে। অন্যদিকে দ্রাঘিমারেখাগুলি সমদূরত্বে অবস্থান করে সব অক্ষরেখাকে সমকোণে ছেদ করে এভাবে অক্ষরেখার পূর্ব-পশ্চিমে বিস্তৃতি এবং উত্তর দক্ষিণে চ্যাপ্টা হওয়ার মাধ্যমে সমক্ষেত্রফল বৈশিষ্ট্য বজায় রাখার উপর এই অভিক্ষেপের নীতি প্রতিষ্ঠিত। যে কোন দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফল ভূ গোলকের অনুরূপ দুটি অক্ষরেখার ক্ষেত্রফলের সমান হয়।



চিত্র নং 7.3

ধরা যাক চিত্র নং 7.3 ভূগোলককে নিরক্ষরেখা ও যে কোন একটি অক্ষরেখার (ϕ) মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফল অভিক্ষেপে ঐ দুই রেখার মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফলের সমান।

তাহলে নিরক্ষরেখা থেকে যে কোন অক্ষরেখার উলম্ব দূরত্ব (h) নির্ণয় করতে পারলে অভিক্ষেপের ক্ষেত্রফল জানা যাবে।

7.4.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন (Trigonometrical Construction)

সূত্রাবলী Theory

i) ভূ-গোলকের ব্যাসার্ধে (R) $= \frac{\text{প্রকৃত পৃথিবীর ব্যাসার্ধ}}{R.F.\text{এর হর}}$

ii) নিরক্ষরেখা থেকে কোন অক্ষরেখা (ϕ) এর উল্লম্ব উচ্চতা।

চিত্র নং 7.3 এ NWSE হল জেনারেটিং ভূগোলক যার ব্যাসার্ধ R এবং এর কেন্দ্র 0 তে ভূ গোলকের P বিন্দু PR কোণ উৎপন্ন করেছে ABCD একটি বেলন যে নিরক্ষরেখাকে স্পর্শ করেছে। অতএব ভূগোলকের PR অক্ষরেখা অভিক্ষেপে MRPQ অক্ষরেখা নির্দেশ করে ভূ গোলকেরRWPE এর ক্ষেত্রফল ভূগোলকের PR অক্ষরেখা অভিক্ষেপে MRPQ অক্ষরেখা নির্দেশ করে। ভূগোলকের RWPE এর ক্ষেত্রফল অভিক্ষেপের MWQE এর ক্ষেত্রফলের সমান। উল্লিখিত চিত্র অনুযায়ী অভিক্ষেপের ক্ষেত্রফল হল $2\Pi R \times h$ যেখানে $2\Pi R$ নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য ও h হল উল্লম্ব দূরত্ব। ভূগোলকের ক্ষেত্রফল হল $2\Pi R^2 \sin\phi$।

∴ নিরক্ষরেখা থেকে কোন অক্ষরেখার উল্লম্ব দূরত্ব $2\Pi Rh = 2\Pi R^2 \sin\phi$

বা $h = \frac{2\prod R^2 \sin\phi}{2\prod R}$

$h = R\sin\phi$

iii) নিরক্ষরেখার বরাবর প্রতিটি সঠিক ভাগে দ্রাঘিমারেখা টানার জন্য $\frac{2\prod R}{360} \times \text{int}$.বা $R \times (\text{int})^c$

7.4.3. অনুশীলনী:

20^0 উঃ থেকে 60^0 দঃ অক্ষরেখা এবং 30^0 পঃ ও90^0 পঃ দ্রাঘিমারেখার মধ্যে 1 : 40,000,000 স্কেলে 10 ডিগ্রী অন্তর Cylindrical Equal Area Projection অংকন করুন (চিত্র নং 7.4 দেখুন)

হিসাব

1) $R = \frac{640,000,000}{40,000,000} = 16 \text{ cm}$

2) নিরক্ষরেখা থেকে অক্ষরেখার উল্লম্ব উচ্চতা $= R\sin\phi$

ϕ	10^0N/S	20^0N/S	30^0S	40^0S	50^0S	60^0S
$\sin\phi$	.17365	.34202	.50000	.65606	.76604	86602
R(cm)	16	16	16	16	16	16
$R\sin\phi$ (in cm)	2.778	5.472	8.000	10.497	12.256	13.856
Approx	2.8	5.5	8.0	10.5	12.3	13.9

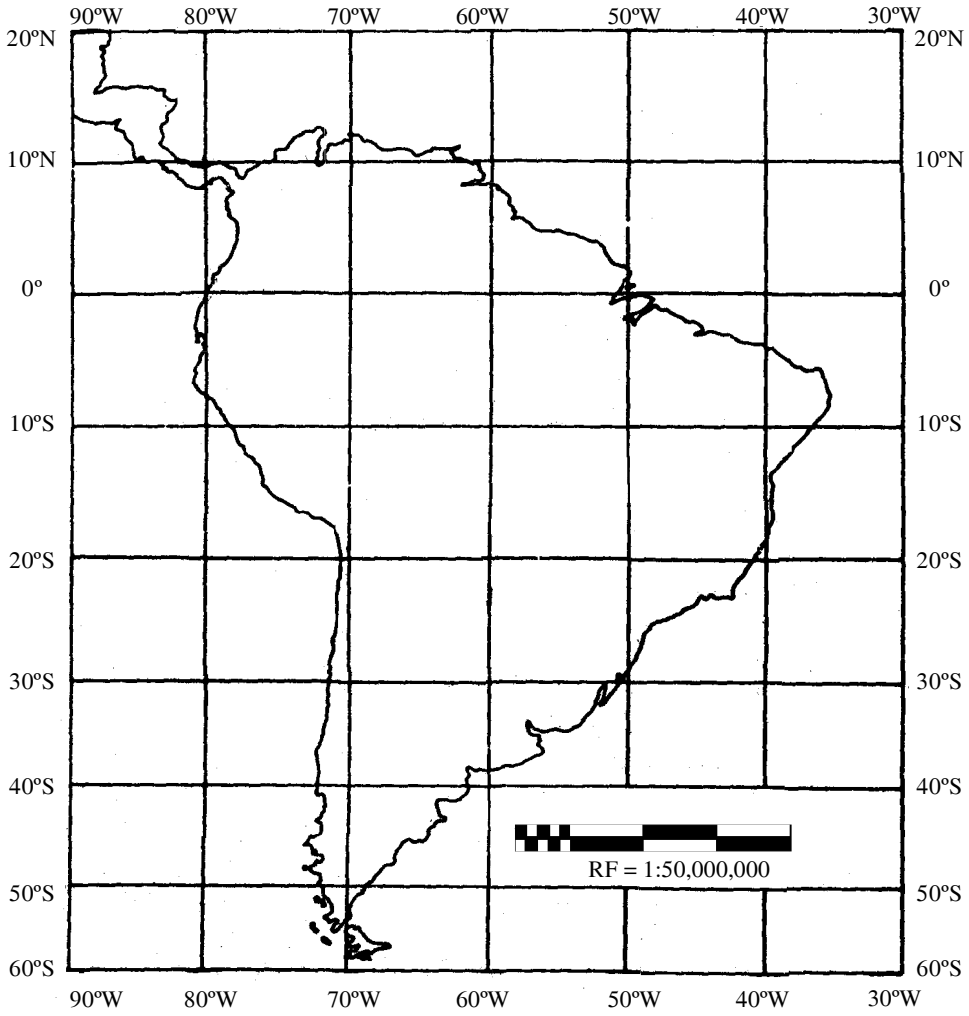
3) দ্রাঘিমা রেখা টানার জন্য নিরক্ষরেখার উপর ভাগ বিন্দু

$$= \frac{2\prod R}{360^0} \times 10\text{cm}$$

$$= \frac{2 \times 22 \times 16}{7 \times 360^0} \times 10^0$$

$= 2.79$

বা 2.8 cm.



চিত্র নং 7.4 সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপ

7.4.4. অঙ্কন প্রণালী ঃ

i) কাগজের মাঝখান দিয়ে একটি অনুভূমিক সরলরেখা টানুন। এই রেখা নিরক্ষরেখা নির্দেশ করে।

ii) এরপর নিরক্ষরেখাকে তার বিভাজনকে মান দিয়ে ভাগ করুন দ্রাঘিমারেখা টানার জন্য।

iii) প্রতিটি বিভাজন বিন্দু দিয়ে নিরক্ষরেখার সঙ্গে লম্বভাবে সরলরেখা টানুন। এই রেখাগুলিই হল দ্রাঘিমা রেখা।

iv) নিরক্ষরেখা থেকে উত্তরে ও দক্ষিণে প্রতিটি অক্ষরেখার উল্লম্ব দূরত্ব (h) নিয়ে মধ্য দ্রাঘিমা রেখার উপর চিহ্নিত করুন।

v) মধ্যদ্রাঘিমা রেখার উপর চিহ্নিত করা প্রতিটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে মধ্যদ্রাঘিমারেখার সঙ্গে লম্বভাবে নিরক্ষরেখার সমান্তরালে সরলরেখা টানুন। এই রেখা অক্ষরেখা নির্দেশ করে।

vi) এর পর গ্র্যাটিকিউলস graticules গুলিতে ঠিকমত মান লিখুন ও লেবেল (label) করুন।

মনে রাখবেন যে অভিক্ষেপে নিরক্ষরেখার উল্লেখ না থাকলে (যদি বলা হয় 20^0 উঃ থেকে 80^0 উঃ) অভিক্ষেপ আঁকার সময় নিরক্ষরেখা টেনে নিয়ে তার পরিপ্রেক্ষিতে অন্যান্য রেখা টানার পর নিরক্ষরেখাকে মুছে দেবেন। যে পরিসরে যতগুলি অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা দেখানোর দরকার শুধুমাত্র ততগুলিই দেখাবেন। অন্য অতিরিক্ত রেখা রাখবেন না।

7.4.5. ধর্ম (Properties) :

1) কেবলমাত্র নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য ভূগোলকের দৈর্ঘ্যের সমান থাকে। তাই এর স্কেল সঠিক। অন্যান্য অক্ষরেখার স্কেল ঠিক থাকে না। স্কেলের বিচ্যুতির পরিমাণ মেরুর দিকে খুব দ্রুত হারে বাড়তে থাকে এবং মেরু বিন্দুতে সর্বাধিক হয়, কারণ ভূগোলকে 90^0 অক্ষাংশ যেখানে একটি বিন্দু নির্দেশ করে সেখানে এই অভিক্ষেপে ইহা নিরক্ষরেখার সমান দৈর্ঘ্যের হয়। অক্ষরেখা বরাবর স্কেল বড় হয়।
2) কোন দ্রাঘিমারেখার স্কেল ঠিক থাকে না। স্কেলের পরিমাণ হ্রাস পায় ও স্কেলের বিচ্যুতি ঘটে।
3) এই অভিক্ষেপের প্রধান বৈশিষ্ট্য হল সমক্ষেত্রফল ধর্ম বজায় রাখা। অক্ষরেখার স্কেল বাড়িয়ে ও দ্রাঘিমা রেখার স্কেল কমিয়ে দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী আয়তন ঠিক রাখা হয়। দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেলের যতটা হ্রাস ঘটে ততটা ক্ষতিপূরণ হয়ে যায় অক্ষরেখা বরাবর স্কেল বৃদ্ধির মাধ্যমে। এভাবে পূর্বপশ্চিমে বাড়িয়ে ও উত্তর দক্ষিণে চ্যাপ্টা করে সমান ক্ষেত্রফল বজায় রাখা হয়।

7.4.6. সীমাবদ্ধতা (Limitation) :

1) স্কেলের এরূপ অসামঞ্জস্যতার জন্য আকৃতি বজায় থাকে না। মোটামুটি 30^0 উ ও দ অক্ষরেখা পর্যন্ত স্কেলের বিচ্যুতির পরিমাণ কম থাকে বলে দেশ বা মহাদেশের আকৃতি মোটামুটি ঠিকমত বজায় থাকে, কিন্তু তারপর থেকে মহাদেশগুলির আকৃতির প্রচন্ড বিকৃতি ঘটতে থাকে। উচ্চ অক্ষাংশ থেকে মেরু অঞ্চলে বিকৃতি সবথেকে বেশি। তাই

গ্রীণল্যান্ড, উ ঃ আমেরিকা, কুমেরু মহাদেশকে এই অভিক্ষেপে ভাল করে দেখানো যায় না।

2) এই অভিক্ষেপে দিক ঠিক থাকে না।

7.4.7. ব্যবহার (Use) :

এই অভিক্ষেপে পৃথিবীর মানচিত্র আঁকা যেতে পারে, তবে তা না করে মূলত ক্রান্তিয় অঞ্চলের দেশ বা মহাদেশের মানচিত্র এর উপর আঁকা হয়। সমক্ষেত্রফল বজায় থাকে বলে ক্রান্তিয় অঞ্চলের জনসংখ্যার ও বনজ সম্পদের বন্টন, কৃষি অঞ্চল, বনাঞ্চল প্রভৃতি দেখানো হয়। সমগ্র পৃথিবীর মানচিত্র রূপে এর ব্যবহার কদাচিৎ ঘটে।

7.4.8. প্রশ্নাবলী :

প্রদত্ত অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের বিস্তার, ব্যবধান ও স্কেলের সাহায্যে সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বেলন অভিক্ষেপ অংকন করুন।

1. বিস্তৃতি ঃ অক্ষাংশ - 40^0 উঃ — 40^0 দঃ
   দ্রাঘিমাংশ - 20^0 পঃ — 60^0 পূঃ
   ব্যবধান - 10^0
   স্কেল - 1 : 85,000,000
2. বিস্তৃতি ঃ অক্ষাংশ - 10^0 উঃ — 70^0 উঃ
   দ্রাঘিমাংশ - 170^0 পূঃ — 130^0 পঃ
   ব্যবধান - 10^0
   স্কেল - 1 : 75,000,000
3. এই অভিক্ষেপে কীভাবে ক্ষেত্রফল বজায় থাকে ?
4. এই অভিক্ষেপে কোন কোন মানচিত্র আঁকা যায় ?

7.4.9. উত্তর সংকেত:

1-2 অংকন করতে হবে
3-7.4.5
4-7.4.7

একক 8 ❑ ব্যবহারিক ভৌগোলিক টেকনিক সমূহ

8.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

8.2 মানচিত্র বা কার্টোগ্রাম্‌স

8.3 আনুপাতিক বর্গক্ষেত্র

8.3.1 গঠন প্রণালী

8.3.2 স্কেল নির্বাচন

8.3.3 হিসাব

8.3.4 উদাহরণ

8.3.5 ব্যাখ্যা

8.3.6 চিত্রের ব্যবহার

8.4 আনুপাতিক বৃত্ত

8.4.1 উদাহরণ

8.4.2 পাই চিত্র বা বিভক্ত বৃত্ত

8.4.3 পাই চিত্র অংকন পদ্ধতি

8.4.4 চিত্রের ব্যবহার

8.4.5 হিসাব

8.4.6 চিত্রের ব্যাখ্যা

8.5 স্তম্ভ চিত্র

8.5.1 স্তম্ভ চিত্রের প্রকার

8.5.2 সরল স্তম্ভ চিত্র

8.5.3 যৌগিক স্তম্ভ চিত্র

8.5.4 বহুবিধ স্তম্ভ চিত্র

8.5.5 স্কেল নির্বাচন

8.5.6 ব্যবহার

8.5.7 উদাহরণ

8.5.8 চিত্রের ব্যাখ্যা

8.6 প্রশ্নাবলী

8.1 প্রস্তাবনা ঃ

ব্যবহারিক ভৌগোলিক বিষয় সমূহ খুবই মনকে টানে। আপনারা, আমরা অনেকেই প্রাকৃতিক (যেমন ভূ-প্রকৃতি , নদ-নদী, বায়ুমন্ডল ইত্যাদি) এবং অর্থনৈতিক ও সাংস্কৃতিক (রাস্তাঘাট, ঘরবাড়ী, জনসংখ্যা ইত্যাদি) উপাদনা ও বিষয়গুলি যেভাবে ও যেমনভাবে দেখছি সেগুলিে বিভিন্ন কৌশলগত পদ্ধতির সাহায্যে চিত্রের মাধ্যমে চোখের সামনে তুলে ধরা হয়। ব্যবহারিক ভূগোলে আপনারা শিখবেন কিছু মানচিত্র (cartograms) যথা আনুপাতিক বর্গক্ষেত্র, বৃত্ত, পাইচিত, গোলক (sphere), স্তম্ভচিত্র, জনসংখ্যা বিষয়কচিত্র, বিন্দু পদ্ধতি। উল্লিখিত চিত্রগুলির সাহায্যে আপনারা অর্থনৈতিক ও সাংস্কৃতিক বিষয়সমূহকে স্পষ্টভাবে চোখের সামনে এক ঝলকে দেখতে পাবেন ও তার সম্বন্ধে একটি সুন্দর ধারণাও গড়ে তুলতে পারবেন। প্রাকৃতিক বিষয়গুলিকেও সুন্দরভাবে চিত্রের মাধ্যমে তুলে ধরা যায়, এতে আপনারা ভূ-প্রাকৃতিক বিষয়গুলিকে স্পষ্টভাবে কল্পনা করে নিতে পারবেন, অর্থাৎ ভূমির উচ্চতা কোথায় ও কতখানি, ক্ষয়কার্যের মাত্র কিরূপ নদ-নদীর বৈশিষ্ট্য ও ভূমিকা ভূ মিরূপের উপর কতখানি প্রভাব ফেলেছে ইত্যাদি জানা যাবে লেখচিত্র (profile) অংকন, নদী ক্রম (stream order), আপেক্ষিক উচ্চতা (relative relief) নদী সংখ্যা ও নদী ঘনত্ব (drainage frequency ও drainage density) ব্যবচ্ছিন্নতা সূচক (dissection index) প্রভৃতির মাধ্যমে ঠিক এমনি ভাবে আবহাওয়া ও জলবায়ুর বিভিন্ন উপাদান, যেমন বায়ুর চাপ , প্রবাহ, গতি, তাপমাত্রা বৃষ্টিপাত, আর্দ্রতা, ইত্যাদিকে climograph, windrose -এর মাধ্যমে আপনারা শিখবেন। ফলে কোন অঞ্চলের আবহাওয়া ও জলবায়ু সম্বন্ধে আপনাদের ধারণা সম্যকভাবে গড়ে উঠবে।

উদ্দেশ্য ঃ ব্যবহারিক ভূগোলের উদ্দেশ্য হ'ল আপনারা ভূগোল বইতে যা পড়েছেন কিংবা জেনেছেন সেগুলিকে চিত্রের মাধ্যমে তুলে ধরা। এতে বইয়েতে পড়া এবং বাস্তবের সঙ্গে মিল/ সাদৃশ্য খুঁজে পাওয়া যায়। এছাড়া সামগ্রিক বিষয়টি চোখের সামনে ভেসে উঠবে, কিংবা চিত্র দেখে বিষয়বস্তুর বাস্তবিক বিশ্লেষণ ও ব্যাখ্যা আপনারা অতি সহজেই করতে পারবেন। সর্বোপরি ভৌগোলিক পরিসংখ্যান ও তথ্যের চিত্রগত রূপ দান আপনাদের মনে যেমন তৃপ্তি আনবে তেমনি

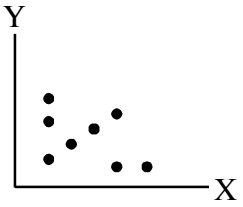
এই বিষয়ের প্রতি আপনাদের আগ্রহ ও আকর্ষণ উত্তরোত্তর বাড়িয়ে দেবে। ব্যবহারিক ভূগোলের প্রধান উদ্দেশ্য এই যে ভৌগোলিক রাশিতথ্য সম্বন্ধে সম্যক জ্ঞান লাভ এবং ঐ রাশিতথ্যের চরিত্র অনুযায়ী চিত্রের মাধ্যমে তার সঠিক উপস্থাপনা ভৌগোলিক তথ্যসমূহ বিভিন্ন শাখা থেকে নেওয়া হয় বলে এই তথ্য বৈচিত্র্যে ভরা, তাই তার চরিত্র হয় অনেক প্রকার রাশিতথ্যের চরিত্র দেখে তাকে পৃথক করা ও সেই মত তার সুন্দর ও ঠিক ঠিক উপস্থাপনার কৌশল ও দক্ষতা একমাত্র প্রায়োগিক ভূগোল দিতে পারে। ব্যবহারিক ভূগোল একজন ভৌগোলিকের দৃষ্টি ভঙ্গি ও চিন্তাভাবনার দিক পরিবর্তন করে দিতে পারে। প্রয়োগিক ভূগোল আছে বলে একজন ভৌগোলিক ক্ষেত্র সমীক্ষার ফলে তথ্য সংগ্রহ, তাকে সজ্জিত করুন, উপযুক্ত চিত্রগত রূপদান ও বিশ্লেষণ ইত্যাদি কাজ সুন্দর ভাবে শিখতে পারেন। তিনি তাই কোন অঞ্চলের সঠিক মূল্যায়ন করতে পারবেন। সুতরাং ব্যবহারিক ভূগোল ভৌগোলিকগণের তত্ত্ব জ্ঞানকে যেমন প্রকাশ করে তেমনি তাদের ব্যবহারিক দিকের দক্ষতা অনেক বাড়িয়ে দেয়। ফলে ভূগোল এক বাস্তব সম্মত পরিপূর্ণ ও উদ্দীপনা সৃষ্টিকারী বিষয় হয়ে উঠে।

8.2 মাপচিত্র বা কার্টোগ্রামস (Cortograms)

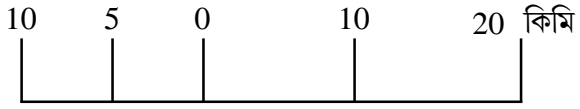
রং, বিন্দু, বৃত্ত, ছায়াপাত (shading) প্রভৃতি চিহ্ন ব্যবহার করে পরিসংখ্যানগত তথ্যকে রেখাচিত্র বা নক্সারূপে একটি সরলীকৃত মানচিত্রে তুলে ধরাকে বলা হয় মাপচিত্র। এসব চিত্র নানা ধরনের জ্যামিতিক রূপ (Geometric shape) ফুটিয়ে তোলে বা প্রদান করে। দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা প্রভৃতি মাত্রার (dimension) সাহায্যে বিভিন্ন মাপচিত্র আঁকা হয় এবং এই সব মাত্রার মধ্যদিয়ে চিত্রের জ্যামিতিক রূপ বা নক্সা ফুটে উঠে। আসলে মাপচিত্র বলা হয়েছে তার কারণ যে কোন চিত্রকে পরিমাপ (মাপ+চিত্র = মাপচিত্র) করা যায়। আর কাগজে বা মানচিত্রের উপর মাপচিত্রের পরিমাপ -এর জন্য চাই দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ইত্যাদি মাত্রা। আর যেহেতু প্রতিটি চিত্রকে পরিমাপ করা যায় সেহেতু প্রতিটি চিত্র থেকে তার গুণগত ও সংখ্যাগত উভয় প্রকার মান পাওয়া যায়। গুনগত মান হল চিত্রের বাহ্যিক রূপ ও সৌন্দর্য যা প্রত্যেকের মানকে আকর্ষন করে। আর সংখ্যাগত মান হল দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ইত্যাদির সাহায্যে চিত্রকে মাপ করার পর তার অর্ন্তনিহিত পরিসংখ্যানগত রাশিতথ্য লাভ করাকে বোঝায়। সুতরাং চিত্রের বাহির ও ভিতর উভয় প্রকার গুন আপনারা প্রতেকে লাভ করতে পারেন। রাশিতথ্যের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে ভূগোলের সব চিত্রকে তিনটি প্রয়োগিক শ্রেণীতে চিহ্নিত করা যেতে পারে। যথা (a) সম্পূর্ণ পরিসংখ্যান চিত্র, যেমন জনসংখ্যা বিষয়ক চিত্র, (b) সম্পূর্ণ ভৌগোলিক চিত্র, যেমন মাটির প্রকার, ভূমি ব্যবহার নদ-নদী বিষয়ক চিত্র এবং (c) পরিসংখ্যান ভৌগোলিক চিত্র, যেমন ভূমির আপেক্ষিক উচ্চতা বিষয়ক চিত্র, ইত্যাদি ইত্যাদি।

উল্লিখিত বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ভূগোলের সব মানচিত্রকে জ্যামিতিক রূপ তথা মাত্রা অনুযায়ী প্রধান চার ভাগে ভাগ করা যায়, যথা—

(a) **মাত্রাহীন চিত্র—** যার কোন মাত্রা নেই, কেবল মাত্র উপস্থিতি বা অবস্থান বোঝায়, যা বিন্দু (point) বা ডট্ (dot) এর সাহায্যে করা হয়। যেমন বিক্ষেপন চিত্র (Scatter diagram)

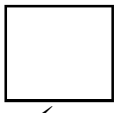


(b) **একমাত্রিক চিত্র** — যার একটিমাত্র মাত্রা থাকে। দৈর্ঘ্য হল এই মাত্রা যে কোন এক অভিমুখে 'রেখা'এঁকে চিত্র আঁকা হয়, যথা রৈখিক স্কেল, স্তম্ভ চিত্র।

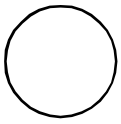


কিমি

(c) **দ্বি-মাত্রিক চিত্র** — এই চিত্রের দুটি মাত্রা অর্থাৎ দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ থাকে, অথবা ব্যাসার্ধ ও কোণ (angle) থাকে। বর্গ, বৃত্ত ইত্যাদির মাধ্যমে মাপচিত্র আঁকা হয়। এসব চিত্র ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে।



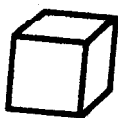
বর্গক্ষেত্র



বৃত্ত

(d) ত্রি-মাত্রিক চিত্র — দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা এই তিনটি মাত্রা নিয়ে এই চিত্র আঁকা হয়,কোণ,

গোলক



ঘনক

ব্যাসার্ধ নিয়েও ত্রি-মাত্রিক চিত্র আঁকা যায়। এই চিত্র ঘনফল নির্দেশ করে। গোলক ঘনক এর উদাহরণ অনেক ধরনের মাপচিত্র হতে পারে (সারণী)। তবে মাপচিত্রের উপযুক্ত নির্বাচন নির্ভর করে কি উদ্দেশ্যে চিত্র আঁকা হবে তার উপর, বাস্তবের সঙ্গে মিল আছে কিনা তা দেখে এবং চিত্রটি কতখানি মনোগ্রাহী হবে। যেমন ধরা যাক গ্রামীন জংসংখ্যার

বন্টন প্রশাসনিক সীমানা যুক্ত মানচিত্রের উপর ডটে (dot) এর বন্টনের মাধ্যমে মাত্রাহীন চিত্রই উপযুক্ত। এ সম্বন্ধে পরে বিস্তারিত আলোচনা আছে।

সারণী -1

1. মাত্রাহীন ——— বিক্ষেপন চিত্র (Scatter diagram)

2. একমাত্রিক
   - উলম্ব
   - অনুভূমিক
   - বিশেষ ধরণের — পিরামিড

3. দ্বি-মাত্রিক
   - বর্গক্ষেত্র
     - সাধারণ
     - বিভক্ত
   - আয়তক্ষেত্র
   - ত্রিভূজ
   - বৃত্ত
     - সাধারণ
     - বিভক্ত

4. ত্রি-মাত্রিক
   - ঘনক
   - গোলক

মাপচিত্র মানচিত্র বিদ্যার অংশ বিশেষ। মানচিত্র বিদ্যা (Cartography) হল মানচিত্র ও চার্ট (Chart) আঁকার বিজ্ঞান ও কলা, অর্থা কোন লেখ (graph), নক্শা বা মানচিত্রের বিজ্ঞান সম্মত অঙ্কনকেই বোঝায়। আর এটা এক ধরনের কলাও বটে, কারণ জ্ঞাত বা অজ্ঞাত যে ভাবেই হোক না কেন মানচিত্র আঁকার সময় প্রত্যেকের মনে সুন্দরভাবে আঁকবার ইচ্ছা কাজ করে। কেউই চায়না যে তার আঁকা চিত্র অন্য কেউ কুৎসিত বলুক তাই অক্ষরের স্টাইল নির্বাচনে রঙের ব্যবহারে, সাংকেতিক চিহ্ন, দিক চিহ্ন ইত্যাদির ক্ষেত্রে মানচিত্র অংকনকারীর রুচি ও শিল্প সম্মত দৃষ্টিভঙ্গির প্রতি সতর্ক দৃষ্টি দেওয়া অবশ্যই দরকার। আমরা যেমন নিজেদেরকে আকর্ষনীয় করার জন্য বিভিন্ন সুসজ্জিত ও রুচি সম্মত বেশ ধারন করি, তেমনিভাবে একটি মাপচিত্র আঁকার পর

একে দৃষ্টিনন্দন করে তুলতে হেডিং ইত্যাদি লেখার জন্য বিভিন্ন আকারের অক্ষর নির্বাচন ও তা উপযুক্ত স্থানে লেখা, চিত্রের মধ্যে সূচক (index) তৈরীর জায়গা, একটি চতুস্কোণের মধ্যে সমগ্র চিত্রটিকে রাখার জন্য সীমানা রেখা টানা ইত্যাদি খুঁটিনাটি বিষয়ের প্রতি আপনাদের সজাগ থাকতে হবে। তবেই যে কোন মানচিত্র দৃষ্টিনন্দন ও মনোগ্রাহী হয়ে উঠবে।

মাপচিত্র আঁকার পর সেই চিত্রকে ব্যাখা ও বিশ্লেষণ করা অবশ্যই দরকার। কোথায়, কিভাবে কতখানি স্থানগত বৈচিত্র্য ঘটেছে তা আপনারা আলোচনা করবেন। বৈচিত্র্যের জন্য যদি কোন কারণ খুঁজে পাওয়া যায় তাও বলতে হবে।

8.3 আনুপাতিক বর্গক্ষেত্র (Proportional Suqare)

বর্গক্ষেত্র দ্বি-মাত্রিক চিত্র। ইহা দৈর্ঘ্য ও প্রস্থে সমান। এই চিত্রকে ক্ষেত্রফল চিত্রও (area diagram) বলা হয়। কৃষিভূমি, বনভূমি, জনসংখ্যা, উৎপাদন ইত্যাদি পরিমান বোঝাতে বর্গক্ষেত্র চিত্র আঁকা হয়। সুতরাং একটি বর্গক্ষেত্র কোন উপাদানের সমগ্র পরিমান নির্দেশ করে। পরিমানের তারতম্যের উপর বর্গক্ষেত্রের আকার নির্ভর করে। পরিমান কম হলে এর আকার ছোট হয়, আর বেশি হলে আকার বড় হয়,অর্থাৎ উপাদানের পরিমান অনুযায়ী বর্গক্ষেত্রের আকার হয় আনুপাতিক। সুতরাং পরিমানের অনুপাত অনুযায়ী অঙ্কিত বর্গক্ষেত্রকে বলা হয় আনুপাতিক বর্গক্ষেত্র।

কোন রাশিতথ্যে কেবলমাত্র একটি উপাদান থাকলে তা সাধারণ বর্গক্ষেত্র চিত্র বা আনুপাতিক বর্গক্ষেত্রের মাধ্যমে দেখানো হয়, এক্ষেত্রে একটি মাত্র কেবল একটি মান নির্দেশ করে, যে মানের দ্বারা বর্গক্ষেত্রে চারটি বাহু আঁকা যায়।

8.3.1 গঠন প্রণালী ঃ

বর্গক্ষেত্রের গঠন একটি নীতির উপর দাঁড়িয়ে আছে। নীতিটি বর্গক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল যা উপাদানের পরিমানের অনুপাতকে সরাসরি নির্দেশ করে। অন্যভাবে বলা যায় 'উপাদান নির্দেশকারী এক একক ক্ষেত্রফলের একটি বর্গক্ষেত্র'— এই কথাটি বর্গক্ষেত্রের জন্য ক্ষত্রফল মাপনী গঠন করে।

সুতরাং বর্গক্ষেত্রের ক্ষেত্রফলই হল মোট উপাদান। যদি ক্ষেত্রফল জানা থাকে তাহলে বর্গক্ষেত্রের এক পাশের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যাবে এবং তখন বর্গক্ষেত্রটিও আঁকা যাবে। কারণ এক পাশের দৈর্ঘ্যের বর্গ হল বর্গক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল। একে এভাবে লেখা যেতে পারে —

$$\text{দৈর্ঘ্য}^2 = \text{ক্ষেত্রফল}$$

$$\therefore \text{দৈর্ঘ্য} = \sqrt{\text{ক্ষেত্রফল}}$$

ধরা যাক কোন অঞ্চলের জনসংখ্যা 10,00,000। এর জন্য একটি বর্গক্ষেত্র আঁকতে হবে।

এখানে 10,00,000 জনসংখ্যা হল উপাদান ,অর্থাৎ কোন বর্গক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল। সুতরাং এই জনসংখ্যার অনুপাতে বর্গক্ষেত্র আঁকতে হলে বর্গক্ষেত্রের এক পাশের বাহুর দৈর্ঘ্য নির্ণয় করতে হবে।

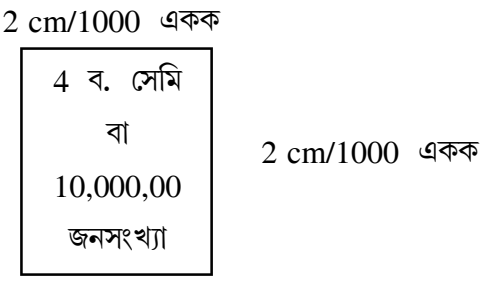
অতএব উপরের সূত্র অনুযায়ী

$$\text{দৈর্ঘ্য}^2 = 10,00,000 \text{ জনসংখ্যা}$$

বা, $$\text{দৈর্ঘ্য} = \sqrt{10,00,000}$$

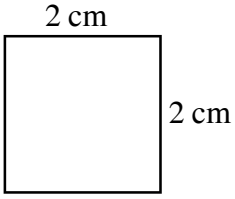
$$= 1000 \text{ একক (বর্গমূল করার পর উপাদান এককে প্রকাশিত হয়।)}$$

এই 1000 একক বর্গক্ষেত্রের একপাশের বাহুর পরিমাণ অর্থাৎ দৈর্ঘ্য নির্দেশ করে। চিত্র আঁকতে হলে স্কেলের দরকার। এই স্কেল ইঞ্চি বা সেন্টিমিটারে হয়। কোন স্কেল উপাদান দিয়ে প্রকাশিত হয় না। এবার এককে স্কেলের অনুপাতে নির্ণয় করে ঐ মাপ নিয়ে বর্গক্ষেত্র আঁকতে হবে। ধরা যাক, স্কেলের 1 সেমি সমান 500 একক হলে 1000 একক $(1000 \div 500)2$ সেমি নির্দেশ করে। এককে স্কেল দিয়ে ভাগ করলে বর্গক্ষেত্রের এক পাশের দৈর্ঘ্য পাওয়া যায়। অতএব বর্গক্ষেত্রের আকার হবে 2 সেমি $\times$ 2 সেমি বা 4 বর্গ সেমি। অন্যভাবে জনসংখ্যা নির্দেশ করার জন্য 1000 একক $\times$ 1000 একক (স্কেলের যা 2×2 সেমি) = 10,00,000 জনসংখ্যা নির্দেশ করে।



অতএব বর্গক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল উপাদানের প্রত্যক্ষ অনুপাত নির্দেশ করে।

আনুপাতিক বর্গক্ষেত্র চিত্র দু প্রকার হতে পারে— সাধারণ (Simple) বিভক্ত (divided)।



সাধারণ বর্গক্ষেত্র

স্ত্রী পুরুষ বিভক্ত বর্গক্ষেত্র

সাধারণ বর্গক্ষেত্র কেবল চারটি বাহুর দ্বারা আঁকা বর্গক্ষেত্রকে বোঝায়। যা উপাদানেরের সামগ্রিক

বৈশিষ্ট্যকে বজায় রাখে, কিন্তু সামগ্রিক উপাদান যদি একাধিক বৈশিষ্ট্যযুক্ত হয় তাহলে বিভক্ত বর্গক্ষেত্রের মাধ্যমে তা দেখানো যায়, ধরা যাক, 10,00,000 জনসংখ্যার মধ্যে স্ত্রীলোকের সংখ্যা 4 লক্ষ ও পুরুষের সংখ্যা 6 লক্ষ। তাহলে আনুপাতিকভাবে বর্গক্ষেত্রের একদিকের বাহুকে উপর নীচে ভাগ করে তা দেখানো যায়। পূর্বের হিসাব থেকে নীচে এভাবে গণনা করা যেতে পারে।

10,00,000 জনসংখ্যা 2 সেমি নির্দেশ করে

1 " $= \frac{2}{10,00,000}$ সেমি নির্দেশ করে

4,00,000 " $= \frac{2}{10,00,000} \times 4,00,000$ সেমি নির্দেশ করে

$= 0.8$ সেমি.

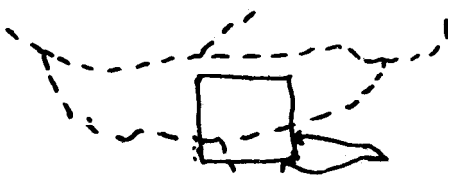
তাহলে বিভক্ত বর্গক্ষেত্র মাপচিত্র আঁকতে হলে মোট উপাদান এর আনুপাতিক বর্গক্ষেত্র আঁকার পর বর্গক্ষেত্রের এক পাশের বাহুর দৈর্ঘ্য নিয়ে চরম মানের (absolute number) পরিপ্রেক্ষিতে ঐকিক নিয়মানুসারে বাহুর অংশ নির্ণয় করতে হবে।

8.3.2 স্কেল নির্বাচন ঃ

বর্গক্ষেত্র চিত্রের স্কেল নির্বাচন অতি মনোযোগের সঙ্গে করতে হয়। এজন্য দুটি বিষয়ের উপর নজর করা সরকার। (i) মূল মানচিত্রের আকার ওআকৃতি

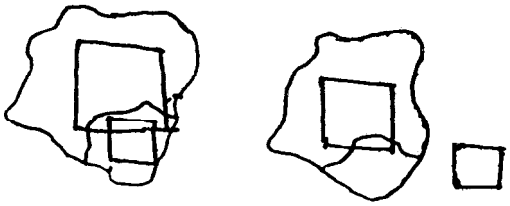
এবং (ii) বর্গক্ষেত্রের আকার।

বর্গক্ষেত্রের আকার সর্বদা মানচিত্রের আকারের সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ হওয়া উচিত। অর্থাৎ এমনভাবে স্কেল নির্বাচন করা উচিত যাতে মানচিত্র অনুযায়ী বর্গক্ষেত্র অনেক বড় বা ছোট হবে না। চেষ্টা করা উচিত মানচিত্রের প্রশাসনিক সীমানার ভিতরেই বর্গক্ষেত্র যাতে আঁকা যায়। সীমানার বাইরে যেন বর্গক্ষেত্রের বাহুর কোন অংশ না আঁকা হয়। তবে কোন কোন ক্ষেত্রে মানচিত্রের কোন প্রশাসনিক একক (ব্লক বা মহকুমা) লম্বাটে আকৃতির হয় সেক্ষেত্রে বাহুর কিছু অংশ এই এককের সীমানার বাইরে থাকতে পারে।



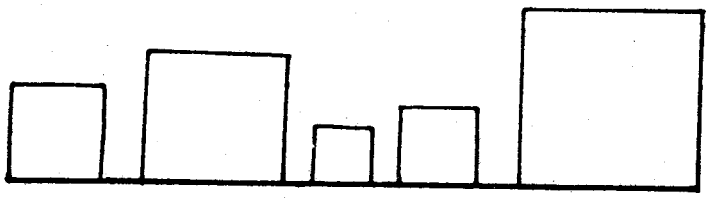
বর্গক্ষেত্রের বাইরের অংশ।

তবে পাশাপাশি দুটি বর্গক্ষেত্র আঁকতে গেলে দেখতে হবে একটি বর্গক্ষেত্রের উপর যেন অন্য বর্গক্ষেত্রের কিছু অংশ না আসে। এক্ষেত্রে সুবিধা অনুযায়ী একটি বর্গক্ষেত্রকে মানচিত্রের পাশে বাইরে আঁকা সমীচীন।



এরকম হবে না এরকম হবে

বর্গক্ষেত্র চিত্র আঁকার জন্য যদি কোন মানচিত্র না দেওয়া হয় তাহলে একটি ভূমি রেখার (base line) উপর সমান দূরত্বে পাশাপাশি চিত্রগুলি আঁকতে হবে। এক্ষেত্রে স্কেল নির্বাচনে অনেকটা স্বাধীনতা থাকে। স্কেল এমনভাবে নির্বাচন করতে হবে যাতে ক্ষুদ্রতম উপাদান খুব ছোট বা বৃহত্তম উপাদান খুব বড় মাপের বর্গক্ষেত্র না হয়ে যায়।



ভূমি রেখার উপর বর্গক্ষেত্র।

মানচিত্রের মধ্যে বা ভূমিরেখার উপর যে বর্গক্ষেত্রগুলি আঁকা হয় তাদের জন্য অবশ্যই লৈখিক স্কেল (graphical scale) আঁকতে হবে। বন্টনের মধ্যে মোটামুটি বৃহত্তম, ক্ষুদ্রতম ও মাঝারি মানের কাছাকাছি পূর্ণসংখ্যা (round number) নিয়ে আনুপাতিক হারে তিনটি লৈখিক স্কেল আঁকতে হবে। বিভিন্ন উদাহরণ থেকে বিষয়টিকে বোঝানো যেতে পারে। সারণীর আকারে হিসাবকে বিশদভাবে দেখানো অবশ্যই উচিত।

উদাহরণ — শহরের বসবাসকারী বাড়ীর সংখ্যা নীচে দেওয়া আছে। তা আনুপাতিক বর্গক্ষেত্রের সাহায্যে দেখান।

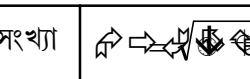
শহর	বাড়ীর সংখ্যা
1	55925
2	69775
3	102205
4	85125
5	76500

8.3.3 হিসাব (Calculation) :

নিম্নলিখিত সূত্রের সাহায্যে বর্গক্ষেত্রে একপাশের বাহুর দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যায়।

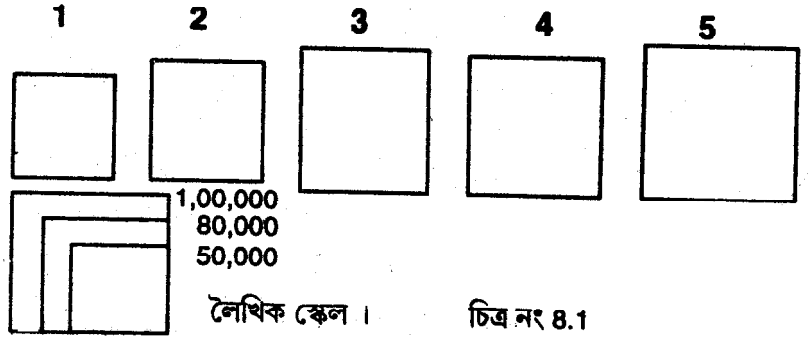
দৈর্ঘ্য ^{2} = বসবাসকারীর সংখ্যা

$\therefore$

শহর	বাড়ীর সংখ্যা	 (x)	নির্বাচন স্কেল (S)	বর্গক্ষেত্রের এক বাহুর দৈর্ঘ্য (সেমি)
1	55925	236.48	১ সেমি = 100 একক	2.4
2	69775	264.15		2.6
3	85125	291.76		2.9
4	76500	276.59		2.8
5	102205	319.70		3.2
লৈখিক	50000	223.61		2.2
স্কেলের	80000	282.84		2.8
জন্য	100000	316.22		3.2

এখানে কোন মানচিত্র দেওয়া হয়নি তাই বর্গক্ষেত্রগুলিকে একটি ভূমিরেখার উপর আঁকা হল (চিত্র 8.1)। স্কেল নির্বাচনেও অনেক স্বাধীনতা রয়েছে। বর্গক্ষেত্রগুলি আকারে অনেক বড় বড় হয়েছে। যদি মানচিত্রের মধ্যে আঁকতে হত তাহলে স্কেল নির্বাচনের সময় প্রশাসনিক এককের সীমানা লক্ষ্য করতে হত। তখন হয়ত স্কেল 1 সেমিতে 200 বা 300 একক ধরতে হত।

লৈখিক স্কেলের ক্ষেত্রে বাড়ীর সর্বনিম্ন সংখ্যা আছে 55,925 পূর্ণসংখ্যা হিসাবে 50,000 ধরা হল। অন্যদিকে সর্বোচ্চ সংখ্যা হল 102205 এজন্য 100000 ধরা হয়েছে। মাঝারি লৈখিক স্কেলের জন্য 80000 ধরা হয়েছে। আপনারা যদি 75000 ধরেন তা হলেও ভুল হত না।



লৈখিক স্কেল। চিত্র নং 8.1

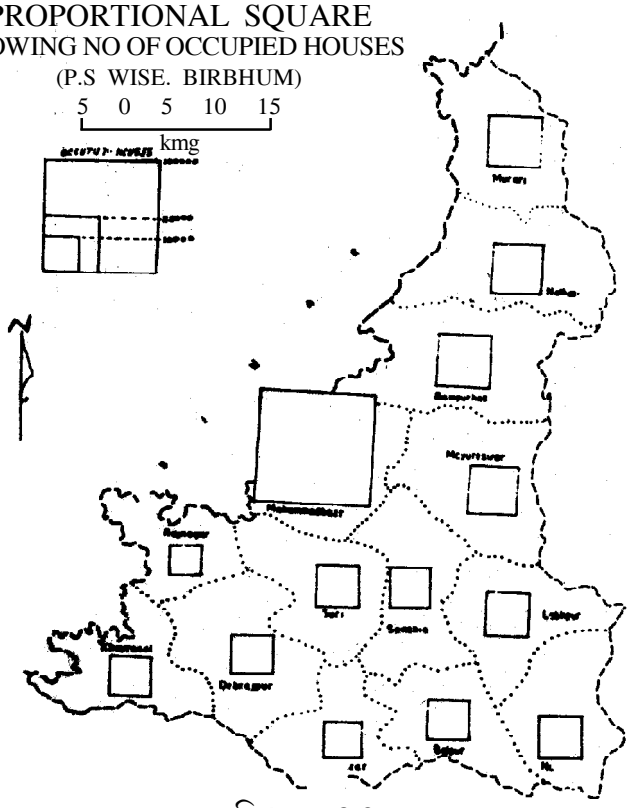
8.3.4 উদাহরণ

মানচিত্রের মধ্যে কিভাবে বর্গক্ষেত্র আকঁতে হয় তার একটি নমুনা দেওয়া হল। এক্ষেত্রে বীরভূম জেলার প্রতিটি থানার বসবাসকারী বাড়ীর সংখ্যাকে আনুপাতিক বর্গক্ষেত্রের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে। লক্ষণীয় যে মহম্মদ বাজার থানার বর্গক্ষেত্রের বাহুর কিছু অংশ বিহার রাজ্য সীমানার মধ্যে ঢুকে গেছে। মহম্মদ বাজার থানা ছাড়া অন্য যেসব থানা রয়েছে তাদের বর্গক্ষেত্রগুলি তুলনামূলক ভাবে ছোট হয়েছে। এগুলিকে আরও একটু বড় করা যেত, কিন্তু স্কেল নির্বাচনে সে স্বাধীনতা গ্রহণ করা যাবে না, কারণ তাহলে সবচেয়ে বড় বর্গক্ষেত্রটি এত বড় হয়ে যাবে যে সমষ্টিগত ভাবে মানচিত্রকে দেখতে ভাল লাগবে না (চিত্র **8.2.**)

থানার নাম নাম	বাড়ীর সংখ্যা	√ (×)	নির্বাচিত স্কেল (S)সেমি	বর্গক্ষেত্রের বাহুর দৈর্ঘ্য (×/S)সেমি.
সুরি	14265	119.08		1.2
সাঁইথিয়া	14016	118.39		1.2
রাজনগর	7120	84.38		0.8
দুবরাজপুর	14610	120.87		1.2
খয়রাশালি	14640	120.99		1.2
ইল্‌মবাজার	13314	115.39		1.2

বোলপুর	11862	108.91	1 সেন্টিমিটার = 100 একক	1.1
লাভপুর	13634	116.76		1.2
নানুর	15282	123.62		1.2
রামপুরহাট	15929	126.21		1.3
ময়ূরেশ্বর	25564	159.89		1.6
নলহাটি	20592	143.50		1.4
মুরারি	23492	153.27		1.5
মহম্মদবাজার	113321	336.62		3.8
লৈখিক	10000	100.00		1.0
স্কেলের	25000	158.11		1.6
জন্য	100000	316.23		3.2

PROPORTIONAL SQUARE
SHOWING NO OF OCCUPIED HOUSES
(P.S WISE. BIRBHUM)



চিত্র নং 8.2

8.3.5 ব্যাখ্যা (interpretation) :

বীরভূম জেলার প্রতিটি থানার বসবাসকারী বাড়িকে আনুপাতিক বর্গক্ষেত্র মাপচিত্রের দ্বারা দেখানো হয়েছে। এই চিত্র থেকে বোঝা যাচ্ছে যে মহম্মদ বাজার থানায় বাড়ির সংখ্যা অন্যান্য থানা অপেক্ষা অনেক বেশী। এরপরে বাড়ির সংখ্যার দিক থেকে ময়ূরেশ্বর, রামপুরহাট, নলহাটি ও মুরারি এই চারটি থানায় বেশী আছে এবং মহম্মদ বাজার থানা নিয়ে এই পাঁচটি থানার বাড়ির সংখ্যা অন্য নয়টি থানার তুলনায় বেশী। শতকরা 50 ভাগেরও বেশী বাড়ি এই পাঁচটি থানার অন্তর্গত। থানাগুলি বীরভূম জেলার উত্তরাংশে অবস্থিত, সুতরাং বোঝা যায় যে বসবাসকারী বাড়ির ঘনত্ব জেলার উত্তরেই বেশী। তুলনামূলকভাবে দক্ষিণাংশের নয়টি থানার বাড়ির ঘনত্ব বেশী নয়। এই অংশে বাড়ির সংখ্যা 7000 থেকে 1500 মধ্যে। সম্ভবত আর্থ-সামাজিক উন্নতির কারণে বিশেষত মহম্মদবাজার থানায় বাড়ির সংখ্যা বেশী।

8.3.6 চিত্রের ব্যবহার (Uses of the diagram) :

যে কোন উপাদানের যেমন জনসংখ্যার, বাড়ি, ভূমিব্যবহারে জমির আয়তন, খনিজ সম্পদের পরিমাণ, শস্য উৎপাদন ইত্যাদির পরিমাণ বোঝাতে বর্গক্ষেত্র মাপচিত্রের ব্যবহার হয়। তবে যে সব উপাদানের স্থানিক বা দৈশিক বন্টন আছে যেসব উপাদানকে এ ধরণের দ্বিমাত্রিক কিংবা ত্রিমাত্রিক চিত্রের মাধ্যমে দেখানো উচিত।

8.4 আনুপাতিক বৃত্ত (Proportional Circle) :

বর্গক্ষেত্রের মতই কোন উপাদানকে অনুপাত অনুসারে বৃত্তের মাধ্যমে নির্দেশ করা যেতে পারে। বৃত্তও একটি বর্গক্ষেত্রের মত দ্বি-মাত্রিক চিত্র বা ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে। বর্গক্ষেত্রে যেমন দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ হল দুটি মাত্রা, তেমনি বৃত্তের মাত্রা দুটি হল বৃত্তের ব্যাসার্ধ (r) ও বৃত্তের কেন্দ্রে উৎপন্ন কোণ যার পরিমাণ 360^0 ডিগ্রী বা চার সমকোণের সমষ্টি। বৃত্তের আকৃতি সর্বদাই উপাদানের পরিমানের আনুপাতিক ধারণা দেয়। বর্গক্ষেত্রের মত একই নীতির উপর বৃত্ত মাপচিত্রটিও প্রতিষ্ঠিত। উপাদানের পরিমান অনুপাতে ব্যাসার্ধ নির্ণয় করতে পারলে বৃত্ত অঙ্কন করা যায়। অর্থাৎ বৃত্তের আয়তন উপাদানের পরিমাণের প্রত্যক্ষ অনুপাত নির্দেশ করে। অন্যভাবে বলা যেতে পারে, যে কোনও পরিমাণ একক নির্দেশকারী ক্ষেত্রফলের একটি বৃত্ত জন্য আয়তন স্কেল গঠন করে। যদি বৃত্তের ব্যাসার্ধকে r ও তার ক্ষেত্রফলকে a ধরা হয় তাহলে সূত্রটি হল

$$\pi r^2 = a$$

$$\text{or}, \ \pi r^2 = q$$

a অর্থে এখানে উপাদানের পরিমান (q), অর্থাৎ বৃত্তের ক্ষেত্রফল মানেই হল উপাদানের পরিমান (q)।

$$\text{or}, r^2 = \frac{q}{\pi}$$

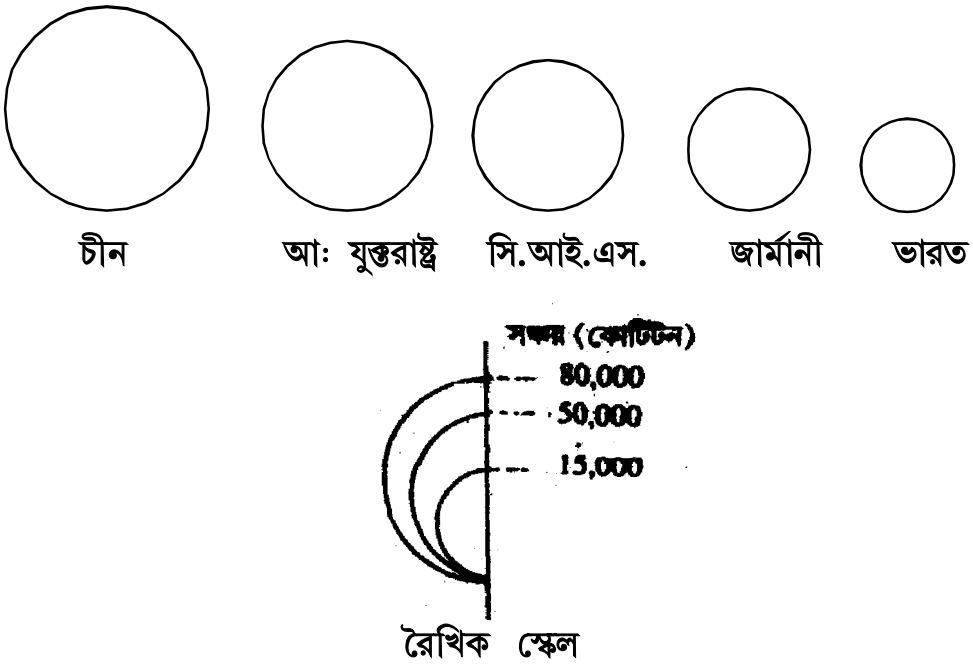
$$\therefore\ r = \sqrt{\frac{q}{\pi}}$$

এখানে r এককে প্রকাশিত হবে, এর পর ঐ এককে একটি নির্দিষ্ট রৈখিক স্কেলের অনুপাতে প্রকাশ করলে বৃত্তের ব্যাসার্ধ পাওয়া যায়। তার সাহায্যে বৃত্ত অঙ্কন করতে হবে। মাপনী (scale) এমনভাবে নির্বাচিত করতে হবে যাতে এক একটি বৃত্ত মানচিত্র অনুযায়ী খুব বড় বা ছোট হবে না। বর্গক্ষেত্র মাপ চিত্রের মত এখানেও বন্টন থেকে ছোট, মাঝারি ও বড় এই তিন প্রকার মান নিয়ে লৈখিক স্কেল আঁকতে হবে।

8.4.1 উদাহরণ ঃ

পৃথিবীর প্রধান কয়েকটি দেশের কয়লা সঞ্চয়ের পরিমাণ দেওয়া আছে, তা আনুপাতিক বৃত্তের দ্বারা দেখান। চিত্র ঃ 8.3

দেশ	কয়লা সঞ্চয় কোটি টনে	$r = \sqrt{\frac{q}{\pi}}$	নির্বাচিত স্কেল (s) সেমি	বৃত্তের ব্যাসার্ধ (r/s) সেমি
চীন	77060	156.62	1 সেন্টিমিটার = 100 ব্যাসার্ধ	1.6
আঃ যুক্তরাষ্ট্র	53276	130.22		1.3
সি আই এস	42400	116.17		1.2
জার্মানী	20215	80.22		0.8
ভারত	13315	65.10		0.7
লৈখিক স্কেল	80000	159.58		1.6
	50000	126.16		1.3
	15000	69.10		0.7



চিত্র নং 8.3

8.4.2 পাই চিত্র (Piegraph) বা বিভক্ত বৃত্ত (divided circle)

গ্রামাঞ্চলে বা শহরে ভূমিকে নানা কাজে লাগানো হয়। গ্রামাঞ্চলে মানুষ ভূমিকে চাষ-আবাদ, বন, গোচারণ, পতিত জমি, বসতি, বাগান ইত্যাদি কাজে লাগায়। ধরা যাক কোন একটি গ্রামে ভূমির ব্যবহার কৃষিতে 500 হে. অরণ্য 50 হে. গোচারণ 165 হে. পতিত জমি 85 হে. এবং বসতি 100 হে হয়েছে, অর্থাৎ মোট ব্যবহৃত জমির পরিমাণ 900 হে. এই ভূমি ব্যবহার আমরা কিভাবে অর্থাৎ কোন মাপচিত্রের দ্বারা দেখাতে পারি। চিত্রটি এরূপ হতে পারে—ব্যবহৃত মোট জমির (900 হে.) পরিমানের অনুপাতে একটি বৃত্ত আঁকা হল, যে বৃত্ত তার কৌণিক মাপ 360^0 নির্দেশ করে। অর্থাৎ 900 হে. জমি বৃত্তে 360^0 কোণ নির্দেশ করে। এরপর ঐ বৃত্তকে পৃথক পৃথক ভূমি ব্যবহারের মান অনুযায়ী যদি কতকগুলি অংশে ভাগ করা হয় তাহলে আমরা বৃত্তের মধ্যে সবকয়টি ভূমি ব্যবহার দেখাতে পারি। এক্ষেত্রে বৃত্তের কেন্দ্রে উৎপন্নকারী কোণের মান পৃথক পৃথক ভূমি ব্যবহারের পরিমানকে নির্দেশ করবে। যেমন মোট ভূমি 900 হে. সমান 360^0 হয় তাহলে কৃষি জমি 200 ডিগ্রী, কিংবা অরণ্য 20 ডিগ্রী, গোচারণ ভূমি 60 ডিগ্রী, পতিত জমি 40 ডিগ্রী ও বসতি 40 ডিগ্রী দ্বারা নির্দেশিত হবে। যারা মোট 360^0 কোণ নির্দেশ করে।

		ক্রমপুঞ্জিত ডিগ্রী
কৃষিজমি	200^0	200^0
অরণ্য	20^0	220^0
গোচারণ	66^0	286^0
পতিত জমি	34^0	320^0
বসতি	40^0	360^0
মোট	360^0	

পাই চিত্র বা বিভক্ত বৃত্ত

এই ভাবে যখন কোন আনুপাতিক বৃত্তকে বিভিন্ন পৃথক পৃথক অংশে ভাগ করে যে মাপচিত্র পাওয়া যায় তাকে পাই চিত্র (piegraph) বলা হয়।

8.4.3 পাই চিত্র অঙ্কন

পাই চিত্র গঠনে প্রথমে মোট পরিমানের অনুপাতে বৃত্ত অঙ্কন করতে হবে। তারপর ঐ বৃত্তকে কেন্দ্রে উৎপন্নকারী কোণ অনুযায়ী ভাগ করলে তবেই হবে পাই চিত্র। ভিন্ন ভিন্ন উপাদানকে বিভিন্ন কৌণিক দূরত্বে ভাগ করার সূত্র হল ঃ—

নির্দিষ্ট বিষয়ের কোণের পরিমাণ $\frac{360^o}{}$ [illegible]

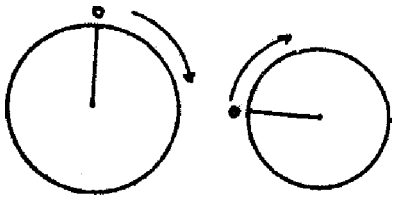
উপরের উদাহরণ থেকে

কৃষি জমির জন্য কোণের পরিমাণ $= \frac{360^o}{900} \times 500$ [illegible]

সুতরাং প্রতিটি বিষয়ের কোণের পরিমানের যোগফল অবশ্যই 360 ডিগ্রী হবে। এবং প্রতিটি বিষয়ের চরম মানগুলির যেগেফল মোট পরিমাণ নির্দেশ করবে।

বৃত্তগুলি নির্দিষ্ট স্কেলে আঁকার পর বৃত্তের কেন্দ্র থেকে পরিধি পর্যন্ত একটি সরলরেখা টানতে হবে। প্রতিটি বৃত্তের ক্ষেত্রে ঐ রেখা সুনির্দিষ্ট ভাবে উত্তরাভিমুখী হবে। অবশ্য ঠিক ঠিক পশ্চিম অভিমুখেও ঐ সরলরেখা টানা যেতে পারে। যে অভিমুখেই টানা হোক না কেন প্রতি বৃত্তের ক্ষেত্রে ইহা শূন্য ডিগ্রী নির্দেশ করে। প্রতিটি বৃত্তের ক্ষেত্রে এই শূন্য ডিগ্রি সরলরেখা একটি নির্দিষ্ট

দিক নির্দেশ করে। একটি মানচিত্রের মধ্যে সব বৃত্তের শূন্য ডিগ্রী রেখাটি হয় উত্তর বা পশ্চিম দিকে থাকবে। একটি বৃত্তের ক্ষেত্রে উত্তর দিক, আর একটি ক্ষেত্রে পশ্চিম দিক এরূপ যেন না হয়। বৃত্তের কেন্দ্রের উপর চাঁদার কেন্দ্রকে বসিয়ে শূন্য ডিগ্রী সরলরেখা থেকে শুরু করে প্রতি



বিষয় কৌণিক মাপ নিয়ে বৃত্তকে বিভিন্ন অংশে ভাগ করতে হবে। ভাগগুলি ঘড়ির কাঁটার দিক অনুযায়ী পরপর করা ভাল। প্রতিটি বৃত্তের ক্ষেত্রে যেমন একই পর্যায়ক্রম অনুসরণ করা হয়। অর্থাৎ প্রথমে কোন বৃত্তকে ভাগ করতে গিয়ে কৃষি জমি, অরণ্য, গোচারণ ভূমি এরূপে ভাগ করা হয়, তাহলে অন্য সব বৃত্তের ক্ষেত্রেও যেন পর ঐ একই বিষয়গুলি দেখানো হয়। ক্রমপুঞ্জিত ডিগ্রী করে নিলে বৃত্তের কেন্দ্রের উপর একবার চাঁদা বসিয়ে প্রতিটি বিষয়ের মান চিহ্নিত বা নির্দিষ্ট করা যায়। আর তা না হলে বারে বারে চাঁদাকে বসাতে হবে যা থেকে ভুল হওয়ার সম্ভাবনা থাকে ও এর পরিমানও বাড়তে পারে। পূর্বের হিসাব থেকে বিষয়টি বোঝানো যাক, ধরা যাক চাঁদায় 0^0 দাগকাটা ডিগ্রী রেখা বৃত্তের শূন্য ডিগ্রী নির্দেশ কারীর উত্তরাভিমুখী রেখার উপর ঠিক ঠিক ভাবে বসানো হল। এরপর চাঁদা বারে বারে না সরিয়ে ক্রমপুঞ্জিত ডিগ্রীর মান অনুযায়ী প্রথমে 200^0, তারপর 220^0, 286^0 ও 320^0 চিহ্নিত করার পর বৃত্তের কেন্দ্রর থেকে পরিধি পর্যন্ত ঐ চিহ্নিত বিন্দুর সাহায্যে রেখা টানলে বৃত্তটি বিভিন্ন অংশে বিভক্ত হয়ে যাবে বা বিভিন্ন উপাদানগুলিকে তাদের পরিমাণ অনুযায়ী নির্দেশ করবে।

8.4.4 চিত্রের ব্যবহার

কেবল ভূমি ব্যবহার নয়, বিভিন্ন কৃষি, খনিজ ইত্যাদি উৎপাদন জনসংখ্যা বিষয়ক বিভিন্ন তথ্য প্রভৃতি পাই চিত্রের মাধ্যমে তুলে ধরা যেতে পারে।

দক্ষিণবঙ্গের বিভিন্ন জেলার ভূমি-ব্যবহারের পরিমাণ দেওয়া আছে তা পাই চিত্রের মাধ্যমে দেখান এবং চিত্রটিকে ব্যাখ্যা করুন চিত্র 8.4।

জেলা	মোট আয়তন একরে	অরণ্য	কৃষি	অকৃষি	পতিত জমি	বপিত জমি
২৪ পরগণা	3680.2	1039.9	285.6	646.6	42.1	1666.0
নদীয়া	966.3	2.0	80	140.8	12.7	770.1
মুর্শিদাবাদ	1326.1	1.6	65	186.7	86.5	1026.2
বর্ধমান	1810.4	53.5	78.0	344.1	99.8	1235.0
বীরভূম	1115.5	15.4	32.0	170.2	18.9	879.0
বাঁকুড়া	1696.9	343.9	187.7	96.9	138.4	927.0
মেদিনীপুর	3356.0	352.3	225.7	352.5	321.6	2103.9
হুগলী	775.7	0.6	23.0	154.3	5.0	592.8
হাওড়া	358.5	–	10.8	91.0	25.7	231.0
পুরুলিয়া	1546.0	196.1	333.7	226.0	108.7	682.0

8.4.5 হিসাব (Calculation)

আনুপাতিক বৃত্তির পরিধি নির্ণয়

সূত্র πr^2 = [illegible]

$$r = \sqrt{\frac{[illegible]}{\pi}}$$

সারণীর মধ্যে হিসাব দেখানো হল

জেলা	আয়তন (হে.)	$r = \sqrt{\frac{\text{আয়তন}}{\pi}}$	নির্বাচিত স্কেল (s) সেমি.	বৃত্তের ব্যাসার্ধ সেমিতে (r/s)
২৪ পরগণা	3680.2	34.23	1 সেমি ব্যাসার্ধ = 20 একক	1.7
নদীয়া	966.3	17.53		0.9
মুর্শিদাবাদ	1326.1	20.54		1.02
বর্ধমান	1810.4	24.00		1.2
বীরভূম	1115.5	18.84		0.9
বাঁকুড়া	1693.9	23.22		1.2
মেদিনীপুর	3356.0	32.68		1.6
হুগলী	775.7	15.71		0.8
হাওড়া	358.5	10.68		0.5
পুরুলিয়া	1546.5	22.19		1.1
লৈখিক স্কেল	500	12.62		0.6
	1500	21.85		1.1
	3500	33.38		1.7

এরপর প্রতিটি বিষয়ের কোণের পরিমাণ নিচের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা হল এবং তা একটি সারণির আকারে দেখানো হল।

সূত্র = এক একটি বিষয়ের কোণের মান $= \frac{360^\circ}{\text{আয়তন}} \times$ নির্দিষ্ট বিষয়ের পরিমাণ

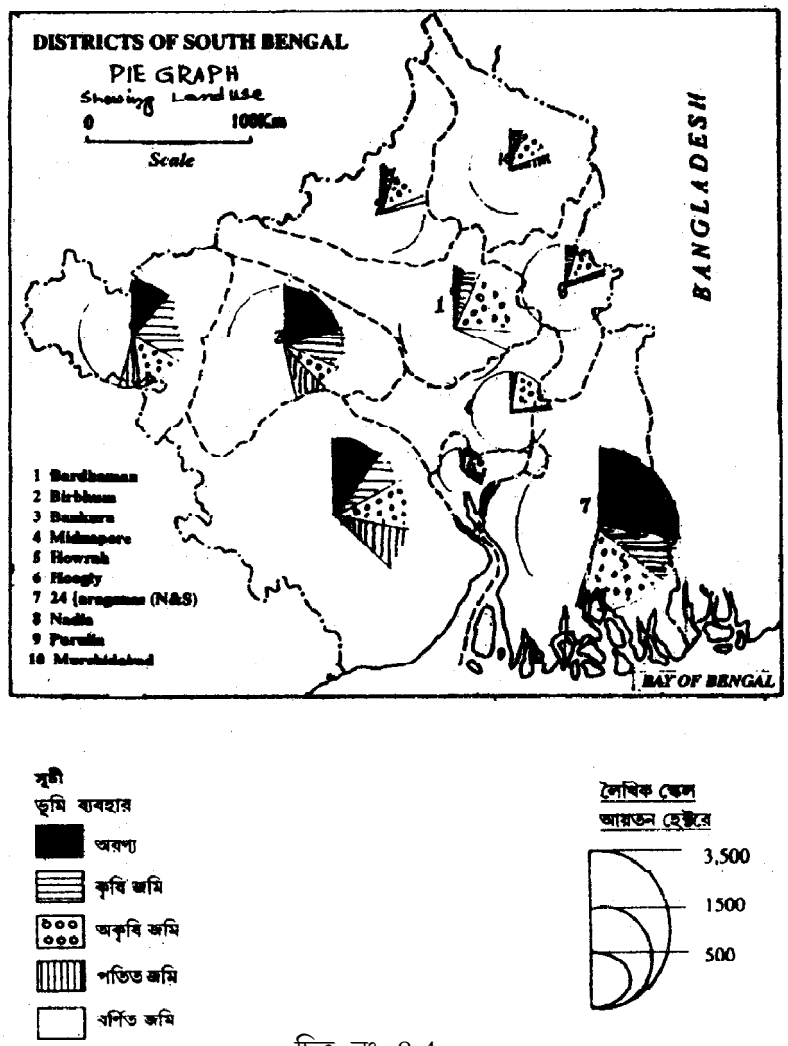
এবার লক্ষ্য করার বিষয় হল কোণের মান কোন আসন্ন মান পর্যন্ত ধরা হবে, ডিগ্রি, মিনিটের পর সেকেন্ড পর্যন্ত ধরা হবে কি না। সেকেন্ড পর্যন্ত মান ধরা যাবে না, কারণ চাঁদায় সেকেন্ডের ভাগ নেই। চাঁদায় কেবলমাত্র $30'$ এর ভাগ আছে। অতএব আপনারা আসন্ন মান মিনিট ($'$) পর্যন্ত নেবেন। তবে তা $15'$ এর পার্থক্যের মানের সাপেক্ষে নেবেন। 24 পরগণা জেলার হিসাব থেকে বিষয়টি আরও পরিষ্কার করা হল।

24 পরগণা	অরণ্য	কৃষি	অকৃষি	পতিত জমি	বপিত জমি
কোণের মান	101°43'	27°56'	63°15	4°7'	162°58'
আসন্ন মান	101°45'	28°	63°15'	4°	163°
ক্রমপুঞ্জিত মান	101°45'	129°45'	193°	197°	360°

জেলা	**মোট আয়তন হেক্টর**	**অরণ্য**	**কৃষি**	**অকৃষি**	**পতিতজমি**	**বপিত জমি**	**মোট কোণের পরিমাণ**
২৪ পরগণা	3680.2	101°45'	28°	63°15'	4°	163°	360°
নদীয়া	966.3	0°45'	15°	52°30'	4°45'	287°	360°
মুর্শিদাবাদ	1326.1	0°30'	17°45'	50°45'	12°30'	278°30'	360°
বর্ধমান	1810.4	10°30'	15°30'	68°30'	20°	245°30'	360°
বীরভূম	1115.5	5°	10°15'	55°	6°	283°45'	360°
বাঁকুড়া	1693.9	73°	40°	20°30'	29°30'	197°	360°
মেদিনীপুর	3356.0	37°45'	24°15'	37°45'	34°30'	225°45'	360°
হুগলী	775.7	0°25'	10°25'	71°30'	2°0'	275°	360°
হাওড়া	258.5		11°	91°15'	25°45'	232°	360°
পুরুলিয়া	1546.5	45°45'	77°45'	52°30'	25°15'	158°45'	360^0

8.4.6 চিত্রের ব্যাখ্যা

অংকিত পাই চিত্র (চিত্র নং 8.3) থেকে দেখা যাচ্ছে যে দক্ষিণবঙ্গের সব জেলাতেই বপিত জমির পরিমাণ ভূমি ব্যবহারের অন্যান্য ক্ষেত্র অপেক্ষা অনেক বেশী। পুরুলিয়া ও বাঁকুড়া জেলা ছাড়া বাকী আটটি জেলাতেই চাষ আবাদের জমির পরিমাণ মোট জমির পরিমাণের প্রায় দুই-তৃতীয়াংশের চেয়ে বেশী। বর্ধমান, পুরুলিয়া, বাঁকুড়া ও মেদিনীপুর জেলার কিয়দংশ মালভূমির অন্তর্গতে বলে এই চার জেলায় অকৃষি ও পতিত জমির পরিমাণ অন্য জেলাগুলির চেয়ে অনেক বেশী। তবে মালভূমির অন্তর্গত বলে বর্ধমান জেলা ছাড়া বাকী তিনটি জেলায় বনভূমির পরিমাণও



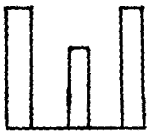
চিত্র নং 8.4

কম নয়। সুন্দরবন অঞ্চলে ম্যানগ্রোভ অরণ্যের জন্য 24 পরগণা জেলায় এ ধরণের ভূমি ব্যবহার দেখা যাচ্ছে। এই জেলাতেই দঃ বঙ্গের মধ্যে সবচেয়ে বেশী বনভূমি রয়েছে। অঙ্কিত ভূমি-ব্যবহার পাই চিত্র থেকে এটা অনুমান করা যেতে পারে যে উল্লিখিত জেলাগুলিতে কৃষি কাজই প্রধান, তবে মেদিনীপুর পুরুলিয়া, বাঁকুড়া ও 24 পরগণা জেলার কিছু কিছু অধিবাসী বনের সম্পদ সংগ্রহের উপর বেঁচে আছে।

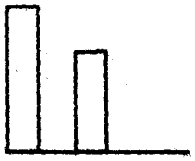
8.5 স্তম্ভ চিত্র (Bar diagram)

স্তম্ভ চিত্র মাত্রিক চিত্র। এই চিত্র পরিমাণের অনুপাতে কেবলমাত্র দৈর্ঘ্য নির্দেশ করে।

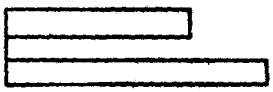
কতকগুলি পরপর একগুচ্ছ bar (দন্ড) নিয়ে স্তম্ভ চিত্র গঠন করা হয়। প্রতিটি স্তম্ভের দৈর্ঘ্য পরিমাণের প্রত্যক্ষ অনুপাত নির্দেশ করে। পাশের ছবিতে দেখা যাচ্ছে যে স্তম্ভগুলি দৈর্ঘ্য ও প্রস্থে বিস্তৃত। তবে প্রতিটি স্তম্ভ প্রস্থে সমান, কিন্তু দৈর্ঘ্যে অসমান। এর মানে হল প্রতিটি স্তম্ভের প্রস্থের দিকের একটি নির্দিষ্ট বিস্তার ধরে নেওয়া হয়েছে শুধুমাত্র স্তম্ভরূপ ফুটিয়ে তোলার জন্য। যদি একটি মাত্র রেখা টেনে পরিমাণের অনুপাত বোঝান হত তাহলে তা স্তম্ভ আকার ফুটিয়ে তুলত না। তাই স্তম্ভচিত্র আঁকার সময় আপনারা যে কোন মাপের প্রস্থের বিস্তার ঘটাতে পারেন, তবে দেখবেন চিত্রটি যেন স্তম্ভ বলেই মনে হয়। প্রস্থের বিস্তার দৈর্ঘ্যের অনুপাতে বেশী হলে চিত্র ভাল দেখাবে না। তবে এক একটি স্তম্ভ বিস্তারে $\frac{1}{2}$ বা 1 সেন্টিমিটারের বেশী হয় না বা হওয়া অনুচিত। তবে পাশাপাশি যতগুলি স্তম্ভ থাকবে প্রত্যেকের বিস্তার সমান হওয়া চাই। স্তম্ভগুলিকে উপর-নীচে অর্থাৎ উলম্বভাবে, কিংবা ভূমির সমান্তরালে অর্থাৎ অনুভূমিকভাবে আঁকা যায়। এছাড়া পিরামিডের মত করেও স্তম্ভ আঁকা যায়। তবে তা রাশিতথ্যের বৈশিষ্ট্যের উপর নির্ভর করে।



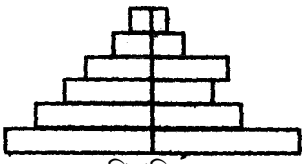
স্তম্ভ চিত্র



উলম্ব স্তম্ভ



অনুভূমিক স্তম্ভ



পিরামিড স্তম্ভ

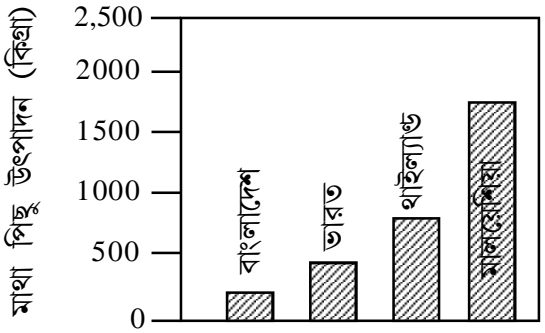
8.5.1 স্তম্ভচিত্রের প্রকার (Types of bar diagram)

রাশিতথ্যের চরিত্রের উপর নির্ভর করে স্তম্ভচিত্রকে তিনভাবে আঁকা যায় ঃ

8.5.1.1 সরল স্তম্ভ চিত্র (Simple bar diagram)

ইহা অঙ্কন করা হয় যখন রাশিতথ্যে একটি মাত্র উপাদান থাকে এবং প্রতিটি স্তম্ভ একটি মান নির্দেশ করে। নীচের চিত্রে বাংলাদেশ, ভারত, থাইল্যান্ড ও মালয়েশিয়ার মাথাপিছু উৎপাদন দেখানো হয়েছে। এখানে এক একটি স্তম্ভ এক একটি দেশের জন্য মান নির্দেশ করছে। প্রতিটি স্তম্ভকে সমান দূরত্ব আলাদা আলাদা আঁকা হয়েছে। প্রতিটি স্তম্ভ উপাদানের জন্য আনুপাতিক দৈর্ঘ্য নির্দেশ করেছে। ধরা যাক মালয়েশিয়ার মাথা পিছু উৎপাদনের পরিমাণ 2350 কিগ্রা। 1 সেমিতে

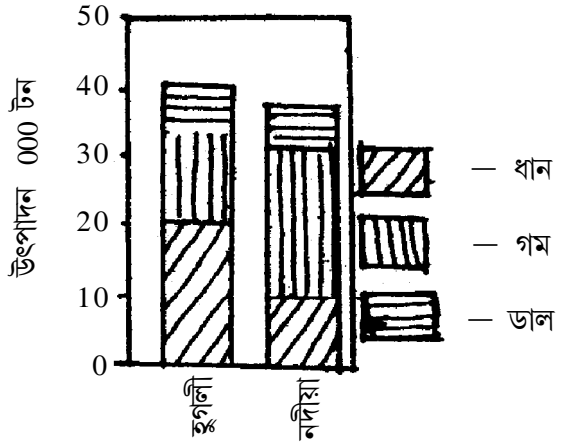
500 কিগ্রা ধরে 2350 কিগ্রার জন্য 4.70 সেমি দৈর্ঘ্যের স্তম্ভ আঁকা হয়েছে। এভাবে এক একটি দেশের জন্য একটি করে স্তম্ভ আঁকা হয়েছে।



সরল স্তম্ভ চিত্র

8.5.1.2 যৌগিক স্তম্ভ চিত্র (Compound bar graph)

এক্ষেত্রে একাধিক মৌলিক উপাদানের যোগফল মোট পরিমাণ নির্দেশ করে। ফলে একটি স্তম্ভ যেমন মোট পরিমানের আনুপাতিক দৈর্ঘ্য নির্দেশ করে তেমনি স্তম্ভটিকে এক একটি উপাদানের অনুপাতে ভাগ করে ভিন্ন ভিন্ন উপাদানের অনুপাতও দেখানো হয়। ধরা যাক পশ্চিমবঙ্গের হুগলীর



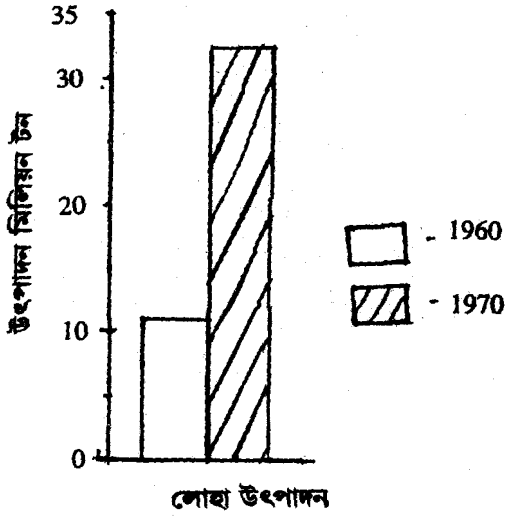
যৌগিক স্তম্ভ চিত্র

জেলার মোট শস্য উৎপাদনের পরিমাণ 411410 টন। এই শস্যের মধ্যে ধানের উৎপাদন 20850

টন, গম 13290 টন ও ডাল 7270 টন। 10,000 টন সমান 1 সেমি অনুপাত ধরা হয় তাহলে ধান, গম, ও ডালের জন্য যথাক্রমে 2.1, 1.3, 0.7 সেমি অর্থাৎ মোট উৎপাদনের জন্য (2.1+1.3+0.7) সেমি দৈর্ঘ্যের স্তম্ভ আঁকা হবে, যা পাশের চিত্রে দেখানো হল। সুতরাং এই ধরণের স্তম্ভ চিত্রে একসাথে মোট পরিমাণ এবং পৃথক পৃথক উপাদানের পরিমাণ দেখানো যায় এবং তার সম্বন্ধে জানা যায়। এই সুবিধার জন্য এ ধরণের স্তম্ভচিত্র খুবই উপযোগী।

8.5.1.3 (iii) বহুবিধ স্তম্ভ চিত্র (multiple bar diagram)

মৌলিক গঠনকারী উপাদান বোঝাতে আনুপাতিক দৈর্ঘ্যের ভিন্ন ভিন্ন স্তম্ভ পাশাপাশি এঁকে বহুবিধ স্তম্ভচিত্র তৈরী করা হয়। ধরা যাক 1960 ও 1970 সালের ভারতে লোহা উৎপাদন স্তম্ভ চিত্রের দ্বারা দেখাতে হবে। তাহলে লোহা উৎপাদনের জন্য দুটি সালের জন্য দুটি স্তম্ভ পাশাপাশি আঁকতে হবে। যদি লোহা উৎপাদনের পরিমাণ 1960 ও 1970 সালের জন্য যথাক্রমে 10.9 ও 32.5 মিলিয়ন টন হয় এবং 1 সেমিতে 5 মিলিয়ন টন স্কেল ধরা হয় তাহলে দুটি স্তম্ভের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে (10.9 ÷ 5) 2.2 সেমি ও (32.5 ÷ 5) 6.5 সেমি হবে। নীচে এটি এঁকে দেখানো হল।



বহুবিধ স্তম্ভ চিত্র

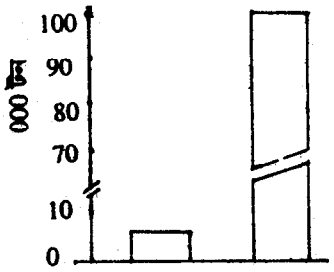
সূত্র —

যে কোন ধরণের স্তম্ভ চিত্র গঠনে সবার আগে দরকার স্তম্ভের দৈর্ঘ্য। এই দৈর্ঘ্য সবসময় যে কোন উপাদানের পরিমাণকে নির্দেশ করবে অর্থাৎ পরিমাণের অনুপাত অনুসারে স্তম্ভের দৈর্ঘ্য নির্ণয় হবে। অতএব যে নির্দিষ্ট স্কেলের অনুপাতে দৈর্ঘ্য নির্ণয় হবে সেই স্কেল দিয়ে পরিমাণকে ভাগ করলে দৈর্ঘ্য পাওয়া যায়।

সুতরাং স্তম্ভের দৈর্ঘ্য = [illegible]

8.5.2 স্কেল নির্বাচন

স্তম্ভচিত্র অঙ্কন সহজ ও সুন্দরভাবে করতে হলে চিত্রের জন্য স্কেলের নির্বাচন মনোযোগের সঙ্গে করতে হয়। এক একটি স্তম্ভ খুব ছোট ও বিস্তৃত কিংবা খুব লম্বা ও সরু হওয়া উচিত নয়। একটা গুরুত্বপূর্ণ কথা মনে রাখা দরকার যে স্তম্ভের স্কেলের ভূমি (base) সবসময় শূন্য হবে। যদি রাশিতথ্যে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মানের প্রসর (range) অনেক বেশী হয় তাহলে স্কেল ভেঙ্গে (scale break) স্তম্ভ আঁকা উচিত। যদি স্কেল না ভেঙ্গে স্তম্ভ আঁকা হয় তাহলে সবথেকে ছোট মানের স্তম্ভ আঁকা কঠিন হয়ে পড়ে। ধরা যাক সব চেয়ে বেশী ধান উৎপাদন এক লক্ষ টন ও সবচেয়ে কম ধান উৎপাদন 5 হাজার টন। যদি 1 সেমি সমান 10 হাজার টন স্কেল ধরা হয় তাহলে এক লক্ষ টন দেখাতে 10 সেমি ও 5 হাজার টন দেখাতে $\frac{1}{2}$ সেমি লাগবে। এক্ষেত্রে স্তম্ভ আঁকা অসম্ভব নয়। তাই জায়গা বাঁচাতে স্কেলকে ভেঙ্গে দেওয়া হয়। স্তম্ভগুলির বিস্তৃতি হবে সমান এবং সেগুলিকে একই দূরত্বে আঁকতে হবে। দুটি স্তম্ভের মাঝে দূরত্ব সাধারণত স্তম্ভের বিস্তৃতির অর্ধেকের কম বা এর বিস্তৃতির অপেক্ষা বেশী হবে না। যদি স্তম্ভের বিস্তৃতি 1 সেমি হয় তাহলে দুটি স্তম্ভের মাঝখানে ফাঁক থাকবে $\frac{1}{2}$ সেমি।

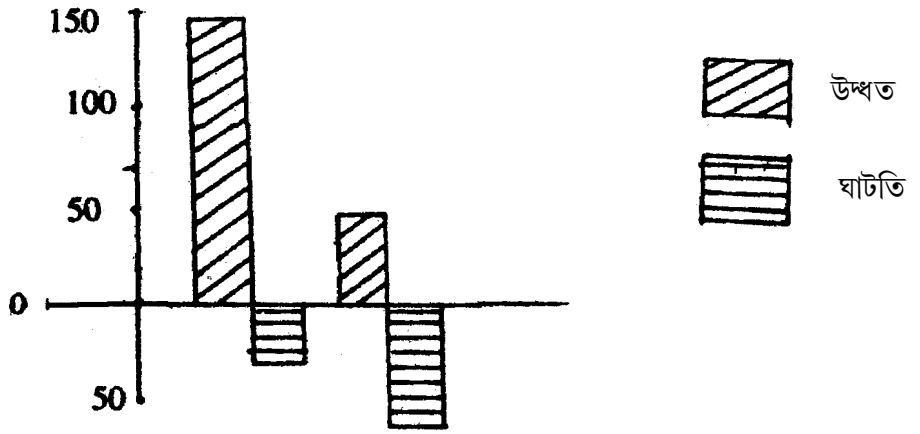


ভগ্ন স্কেল ও
স্তম্ভ চিত্র

স্তম্ভচিত্রকে ভাল দেখানোর জন্য স্তম্ভগুলিকে হাল্কা রঙ করা যেতে পারে অথবা ছায়াপাতের মাধ্যমে দেখানো যেতে পারে।

কোন কোন ক্ষেত্রে পারসেনটেজ স্তম্ভ চিত্র আঁকা হয়। এক্ষেত্রে উপাদানের শতকরা মান দিয়ে স্তম্ভ আঁকা হয় এবং প্রতিটি স্তম্ভ সমান উচ্চতার হয় যা 100% নির্দেশ করে। বিভিন্ন উপাদানের মধ্যে অনুপাত বোঝাতে বা তুলনা টানতে গেলে এ ধরণের স্তম্ভচিত্র আঁকার দরকার হয়।

আমদানি ও রপ্তানির হ্রাস-বৃদ্ধি, লাভ-ক্ষতি, উদ্বৃত্ত ও ঘাটতি, ঋণাত্মক পার্থক্য দেখাতে গেলে দুই দিক বিশিষ্ট স্তম্ভ চিত্র আঁকা যেতে পারে। এক্ষেত্রে উলম্ব স্তম্ভগুলি শূন্যমান নির্দেশকারী অনুভূমিক রেখার উপরে ও নীচে আঁকা হয়।



ভূমি রেখার উপরে ও নীচে
অংকিত স্তম্ভ

8.5.3 ব্যবহার

জনসংখ্যার বৃদ্ধি, বয়স কাঠামো, স্ত্রী পুরুষের সংখ্যা, সাক্ষর-নিরক্ষর মানুষের সংখ্যা, খনিজ, কৃষিজ সম্পদের উৎপাদন, বৃষ্টিপাতের পরিমাণ ইত্যাদি স্তম্ভ চিত্রের মাধ্যমে দেখানো যেতে পারে। সাধারণত সময়ের সঙ্গে পরিবর্তনশীল বিষয় সমূহকে এই চিত্রের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

8.5.4 উদাহরণ

মালদহ জেলার থানা ভিত্তিক পশ্চাৎপদ জনসংখ্যা দেওয়া আছে তা স্তম্ভ চিত্রের দ্বারা দেখানো হল এবং ব্যাখ্যা করা হল (চিত্র 8.5)।

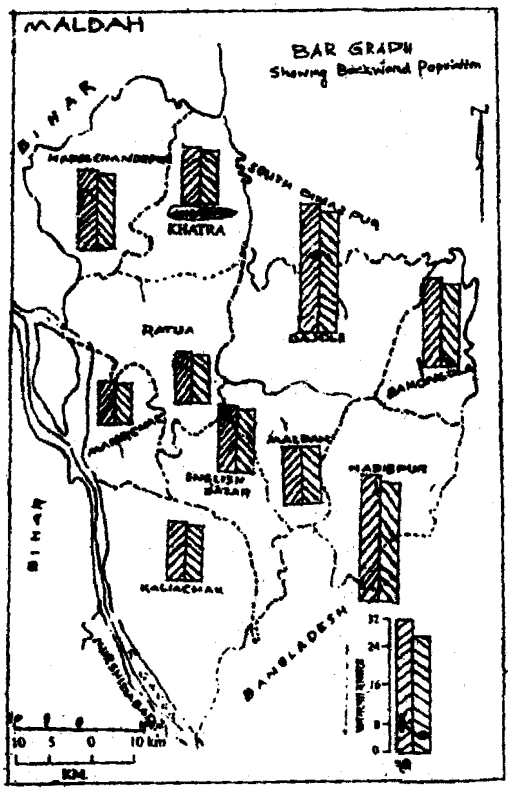
স্তম্ভ চিত্রের আনুপাতিক দৈর্ঘ্য নির্ণয়ের সূত্র হল

$$\text{স্তম্ভের দৈর্ঘ্য} = \frac{\text{জনসংখ্যা}}{\text{স্কেল}}$$

থানার নাম	পশ্চাৎপদ	জনসংখ্যা	স্তম্ভের দৈর্ঘ্য (সেমিতে) স্কেল 1 সেমি = 8000 জনসংখ্যা	
	পুরুষ	স্ত্রী	পুরুষ	স্ত্রী
হরিশচন্দ্রপুর	18198	17763	2.3	2.2
খাতরা	13285	13947	1.7	1.6
রাতুয়া	12080	11111	1.5	1.4
গাজোল	29466	27714	3.7	2.5
বামনগোলা	20591	19558	2.6	2.4
হাব্বিপুর	429834	28342	3.7	3.5
মালদহ	13973	13259	1.7	1.7
ইঃ বাজার	415811	14829	2.0	1.9
মানিকচক	9483	9132	1.2	1.1
কালিয়াচক	13358	12615	1.7	1.6

8.5.5 চিত্রের ব্যাখ্যা

মালদহ জেলার পশ্চাৎপদ জনসংখ্যার বহুবিধ স্তম্ভ চিত্রের দ্বারা দেখানো হল (চিত্রের 8.5) স্ত্রী ও পুরুষের জন্য পৃথক পৃথক স্তম্ভ আঁকা হয়েছে। এই চিত্র থেকে দেখা যাচ্ছে যে মালদহ থানা ছাড়া বাকী নয়টি থানায় স্ত্রী লোকসংখ্যা অপেক্ষা পুরুষের সংখ্যা সামান্য বেশী। স্ত্রী ও পুরুষের অনুপাতের ফারাক খুব বেশী নেই। মালদহ থানায় এই অনুপাত একেবারেই নেই। এই জেলার পশ্চাৎপদ অধিবাসীদের মধ্যে লিঙ্গ কাঠামোয় এক সুন্দর সামঞ্জস্য রয়েছে। মোট জনসংখ্যার পরিমানে গাজোল ও হাব্বিপুর প্রধান। সবচেয়ে কম পশ্চাৎপদ অধিবাসী রয়েছে মানিকচক থানায়।



চিত্র নং 8.5

8.6 প্রশ্নাবলী

1. মাপচিত্র (Cartograms) কাকে বলে? এই চিত্রের বৈশিষ্ট্য কি কি?
2. জ্যামিতিক নক্সা অনুযায়ী মাপচিত্র কত প্রকার ও কি কি?
3. ব্যবহারিক ভূগোলের চিত্রগুলিকে কয়টি শ্রেণীতে ভাগ করা যায় ও উদাহরণসহ সেগুলি কি কি লিখুন।
4. যে কোন চিত্রের অন্তর্নিহিত বিষয়গুলি উল্লেখ করুন।
5. কোন চিত্র মনোগ্রাহী ও দৃষ্টিনন্দন করতে কি কি দরকার?
6. আনুপাতিক বর্গক্ষেত্র বলতে কি বুঝায়? এর বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার লিখুন।
7. আনুপাতিক বর্গক্ষেত্রের সাহায্যে নীচে প্রদত্ত শহরের বাড়ির সংখ্যা দেখান এবং তাহা বিশ্লেষণ করুন।

শহর	বাড়ির সংখ্যা
1	15960
2	20575
3	29250
4	35805
5	89206

8. নিচে শহরের কর্মী ও অকর্মীর সংখ্যা দেওয়া আছে তা উপযুক্ত মাপচিত্রের সাহায্যে দেখান ও ব্যাখ্যা করুন।

শহর	কর্মী সংখ্যা	অকর্মী সংখ্যা
1	30950	16920
2	88300	25150
3	55290	20355
4	17835	18460

9. আনুপাতিক বৃত্ত ও পাই চিত্র কাকে বলে এবং এই চিত্র কেন আঁকা হয়?

10. প্রদত্ত রাশিতথ্য দিয়ে ভূমি ব্যবহারের ধরন বিভক্ত আনুপাতিক বৃত্ত অঙ্কনের মাধ্যমে দেখান এবং চিত্রটিকে ব্যাখ্যা করুন।

ক্রমিক নং	সেচের জমি (বর্গ কিমি)	অসেচযুক্ত জমি (বর্গ কিমি)	পতিত জমি (বর্গ কিমি)	কৃষি অযোগ্য জমি (বর্গ কিমি)
1	1092	11404	3123	588
2	8604	18090	1250	5214
3	11603	6886	2655	5994

11. প্রদত্ত রাশিতথ্যকে উপযুক্ত মাপচিত্রের দ্বারা দেখান এবং ঐ চিত্রকে ব্যাখ্যা করুন।

কর্মে নিযুক্ত লোকসংখ্যা				
থানার নাম	প্রাথমিক ক্ষেত্র	গৌণ ক্ষেত্র	তৃতীয় ক্ষেত্র	কর্মহীন লোক সংখ্যা
হাব্বিপুর	36573	1189	6055	24340
মালদহ	19372	1204	8654	18198
ইংলিশ বাজার	26465	1íí67	22491	12474
কালিয়াচক	74448	8630	32897	13583

12. আনুপাতিক বৃত্তের দ্বারা বিভিন্ন শস্যের উৎপাদন পাই চিত্র এঁকে দেখান ও চিত্রকে ব্যাখ্যা করুন।

উৎপাদন টনে

থানার নাম	ধান	গম	ভুট্টা	ডাল	তৈলবীজ
আরামবাগ	25850	5290	8650	7870	2500
তারকেশ্বর	18260	22550	5910	8200	10505
পুরসুরা	5650	9559	4600	5805	3906

13. আনুপাতিক বর্গক্ষেত্র ও আনুপাতিক বৃত্ত চিত্রের মধ্যে তুলনা করুন। এই দুই প্রকার চিত্রের সুবিধা ও অসুবিধা কি?
14. স্তম্ভচিত্র দেখতে দ্বিমাত্রিক, তবুও কেন একে একমাত্রিক চিত্র বলা হয়?
15. স্তম্ভ চিত্র কত প্রকার ও কি কি? বিভিন্ন প্রকার স্তম্ভচিত্রের বর্ণনা দিন।
16. নিচের দেশগুলির মোট সীসা ও দস্তা উৎপাদন স্তম্ভচিত্রের দ্বারা দেখান ও তা ব্যাখ্যা করুন।

দেশ	উৎপাদন হাজার মেট্রিক টনে	
	সীসা	দস্তা
মাঃ যুক্তরাষ্ট্র	288	530
কানাডা	270	812
অস্ট্রেলিয়া	375	360
মেক্সিকো	193	252
চিলি	55	174
ইতালি	–	125

17. পঃ বঙ্গোর কয়লার উৎপাদন ও ভোগের বন্টন হাজার টনে দেওয়া আছে। তা যৌগিক স্তম্ভ চিত্রের দ্বারা দেখান এবং উৎপাদন ও বন্টনের প্রকৃতি সম্বন্ধে লিখুন।

	1976	1977	1978	1979	1980
উৎপাদন	24340	22990	20030	19090	19070
বন্টন	10105	20297	9375	9927	9471

18. কর্মে নিযুক্ত জনসংখ্যার বৈশিষ্ট্য দেখাতে নিচের তালিকা অনুযায়ী স্তম্ভ চিত্র অঙ্কন করুন।

থানার নাম	চাষী	কৃষি শ্রমিক	গৃং নির্মাণকারী	প্রান্তিক শ্রমিক
অন্ডা	21945	22903	14738	5422
রানীবাঁধ	21510	9772	5350	4466

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

একক 9 ❑ আইসোপ্লেথ, কোরোপ্লেথ, ডট ও স্ফিয়ার

গঠন

9.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

9.2 আইসোপ্লেথ

9.2.1 সংজ্ঞা

9.2.2 অংকন পদ্বতি

9.2.3 ব্যবহার

9.2.4 উদাহরণ

9.3 কোরোপ্লেথ মানচিত্র

9.3.1 নীতি

9.3.2 গঠন পদ্বতি

9.3.3 ব্যবহার

9.3.4 উদাহরণ

9.3.5 হিসাব

9.3.6 কোরোপ্লেথ সারণী গঠন

9.3.7 চিত্রের ব্যবস্থা

9.4 বিন্দু পদ্বতি

9.4.1 ডট্ ..... নির্বাচন

9.4.2 ডট্—এর আকৃতি

9.4.3 ব্যবহার

9.4.4 ডট্ ও স্ফিয়ার মানচিত্র

9.4.5 ডট্ মানচিত্র অংকন

9.4.6 চিত্রের ব্যাখ্যা

9.5 ত্রিমাত্রিক চিত্র

9.5.1 আনুপাতিক গোলক চিত্র

9.5.2 উদাহরণ

9.6 প্রশ্নাবলী।

9.1 প্রস্তাবনা

কোন উপাদানের স্থানিক বন্টন ও বন্টনের বৈচিত্র্য মানচিত্রের উপর বিভিন্ন মাপচিত্রের মাধ্যমে সহজেই দেখানো যায়, ফলে উপাদানের স্থানিক বৈচিত্র্য সহজেই চোখের সামনে ভেসে ওঠে। তবে উপাদানের ধর্ম অনুযায়ী বিভিন্ন পদ্বতি গ্রহণ করা হয়, যেমন তাপমাত্রা, উচ্চতা ইত্যাদি বিষয়কে আইসোপ্লেথ (isopleth) —এর মাধ্যমে কিংবা গ্রাম ও শহরের জনসংখ্যার বন্টনকে যথাক্রমে ডট্ (dot) বা বিন্দু চিত্র ও গোলক (sphere) চিত্রের সাহায্যে দেখানো যায়।

উদ্দেশ্য—এই একক পাঠ করে আপনারা জানতে পারবেন ঃ

1) আইসোপ্লেথ কি ও এর অংকন পদ্বতি সম্বন্ধে
2) ইন্টারপোলেশন পদ্বতি সম্বন্ধে
3) ডট্ পদ্বতির প্রয়োগ সম্বন্ধে
4) গোলক পদ্বতির ব্যবহার ও প্রয়োগ সম্বন্ধে
5) জনসংখ্যার ঘনত্ব ও এর ব্যবহার সম্বন্ধে

9.2 আইসোপ্লেথ (Isopleth)

অনেক মানচিত্র আছে যে গুলির উপর রেখা টেনে পরিমাণ নির্দেশ করা হয়। এই রেখ আইসোপ্লেথ নামে পরিচিত, আপনারা শিখবেন আইসোপ্লেথ বলতে কি বোঝায়? এই রেখা কিভাবে টানা হয় ও মানচিত্রে কিভাবে পরিমাণ নির্দেশ করে।

বহু প্রাকৃতিক উপাদান আছে যেগুলির পরিবর্তন হঠাৎ করে ঘটেনা, ধীরে ধীরে ঘটে। যেমন এক জলবায়ু অঞ্চলের মধ্যে তাপমাত্রার পরিবর্তন কোন নির্দিষ্ট সীমানার এপারে বা ওপারে হঠাৎ ঘটে না। দুই জলবায়ুর মধ্যবর্তী অনেকটা অঞ্চল জুড়ে উষ্ণতার ক্রমান্বয়ে পরিবর্তন ঘটে। এরূপ ভূমির উচ্চতা, ঢাল, বায়ুর চাপ, বৃষ্টিপাত ইত্যাদি উপাদানগুলির তীব্রতা আস্তে আস্তে বাড়ে বা কমে। এই উপাদানগুলি কোন প্রশাসনিক সীমানা দ্বারা আবদ্ব বা নির্দিষ্ট থাকে না। বাস্তবের সঙ্গে এরূপ মিল রাখতে আইসোপ্লেথ এর মাধ্যমে ভূমির উচ্চতা, ঢাল, তাপমাত্রা প্রভৃতির ক্রম পরিবর্তন বোঝাতে এই ধরণের মাপচিত্র অঙ্কন জানা দরকার।

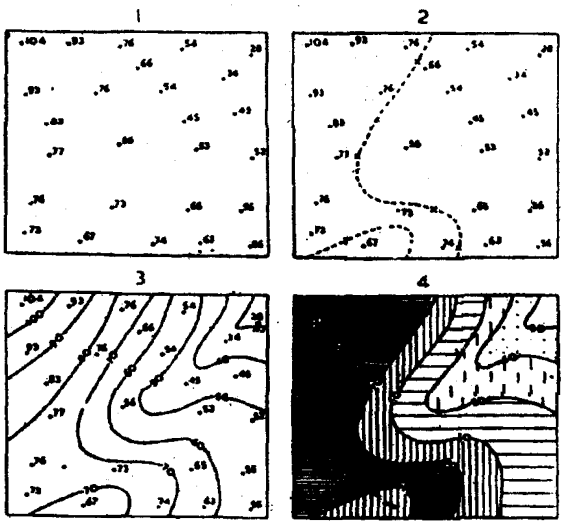
9.2.1 সংজ্ঞা

Isopleth শব্দটি দুটি গ্রীক শব্দ 'iso' যার মানে হল equal অর্থাৎ সমান এবং plethos যার মানে হল a multitude অর্থাৎ বহু সংখ্যক। সংখ্যা অর্থে পরিমাণগত পরিমাপ বোঝায়। অতএব

এই দুই শব্দের মিলিত মানে দাঁড়ায় সমান সংখ্যা অর্থাৎ সম মান বা পরিমাপ। অতএব মানচিত্রের উপর যে রেখা সমান মান বা পরিমাপ নির্দেশ করে তাকে আইসোপ্লেথ (isopleth) বলে। যেমন উচ্চতার পরিমাণ বোঝাতে সমোচ্চ রেখা (Contour) কিংবা সমান উষ্ণতা বোঝাতে সমোষ্ণ রেখা, isotherm এরূপ সমবর্ষণ (isohyte), সমপ্রেষ (isobar) ইত্যাদি isopleths এর উদাহরণ। J. K. Wright এর মতে একটি isopleth একটি পরিমাণ নির্দেশ করে এবং ঐ রেখা যে যে স্থানের উপর দিয়ে টানা হয় সেই সেই স্থান নির্দিষ্ট সমান মান নির্দেশ করে।

9.2.2 অঙ্কন পদ্বতি

সম্ভবত সমোচ্চ রেখা মানচিত্র সব থেকে বেশী প্রচলিত একটি আইসোপ্লেথ মানচিত্রের সাধারণ উদাহরণ। এছাড়া অনেক প্রকার আইসোপ্লেথ মানচিত্র আঁকা হয়। তবে প্রতিটি মানচিত্র আঁকার ভিত্তি হল যত বেশী সংখ্যক সম্ভব তত বেশী সংখ্যক স্থানের বা স্টেশনের মানকে বসানো এবং নির্দিষ্ট মানের জন্য আইসোপ্লেথ কে সন্নিবিষ্ট (interpolation) করা অর্থাৎ নির্দিষ্ট মানের আইসোপ্লেথ টি কোন কোন স্থানের উপর দিয়ে বা কোন দুটি মানের মধ্যবর্তী অংশ দিয়ে আঁকা যেতে পারে রেখাগুলি আঁকা হয় যে মানের আইসোপ্লেথ টানা হবে সেই সেই মান বিশিষ্ট স্টেশনের উপর দিয়ে রেখা টেনে কিংবা আনুপাতিক হারে দুটি মানের অন্তবর্তী স্থানের মধ্য দিয়ে (চিত্র 9.1)। এই ছবিতে দেখা যাচ্ছে যে 50^0F সমোষ্ণ (isotherm) রেখাটি 45^0F ও 55^0F তাপমাত্রা বিশিষ্ট দুটো স্টেশনের ঠিক মাঝখান দিয়ে টানা যেতে পারে বলে ধরে নেওয়া হয়েছে। এভাবে বিভিন্ন মানের সমোষ্ণ রেখা টানা হয়েছে।



চিত্র 9.1 আইসোপ্লেথের সন্নিবেশন এবং অংকন।

সুতরাং আইসোপ্লেথ মানচিত্র আঁকতে হলে পর পর কতকগুলি পদ্বতি গ্রহণ করা আবশ্যক, সেগুলি হল—

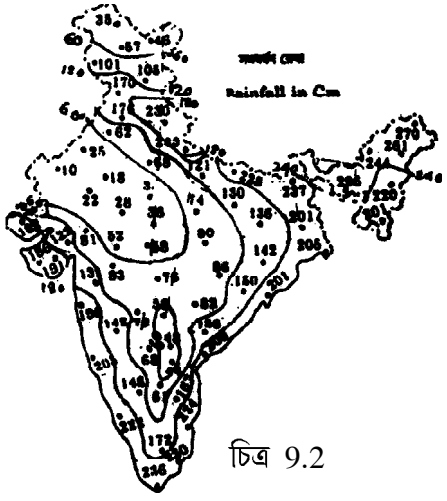
(a) প্রতিটি বিন্দুতে মান বসানো,
(b) কতগুলি আইসোপ্লেথ টানা হবে তার সংখ্যা ও ব্যবধান নির্বাচন করা।
(c) ক্রমান্বয়ে প্রতিটি আইসোপ্লেথ এর মান নির্ধারণ করা
(d) সন্নিবেশন পদ্বতি সাহায্যে আইসোপ্লেথ টানা
(e) আইসোপ্লেথ গুলির গায়ে মান লেখা
(f) আইসোপ্লেথ গুলির মধ্যে স্পষ্টতা আনার জন্য কম থেকে বেশী ঘনত্বের ছায়াপাত (shading) পদ্বতি গ্রহণ করা।

9.2.3 ব্যবহার

দৈশিক অর্থাৎ স্থানগত পার্থক্য বোঝাতে বিভিন্ন ক্ষেত্রে আইসোপ্লেথ কে ব্যবহার করা হয়। যেমন জলবায়ুর বন্টন দেখানোর জন্য সমোষ্ণ, সমচাপ বা সমপ্রেষ, সমবর্ষণ ও সমমেঘ (isonephs) টানা হয়। সমুদ্রের লবণাক্ততার পরিমাণ দেখাতে সমলবণাক্ত রেখা (isohalinaes), ভূমির উচ্চতা বোঝাতে সমোচ্চ রেখা (contours) ইত্যাদি ক্ষেত্রে আইসোপ্লেথ ব্যবহার করা হয়। বস্তুত যে কোন বিষয়ের স্থানগত বিন্দুমান (Point value) পাওয়া গেলেই আইসোপ্লেথ আঁকা যায়।

9.2.4 উদাহরণ

প্রদত্ত ভারতের মানচিত্রে বিভিন্ন স্থানের বৃষ্টিপাত সেন্টিমিটারে দেখানো হয়েছে। 60 সেন্টিমিটার থেকে শুরু করে প্রতি 60 সেমি অন্তর সমবর্ষণ রেখা অঙ্কন করুন।



চিত্র 9.2

উল্লিখিত উদাহরণে সমবর্ষণ রেখার ব্যবধান কত হবে এবং সর্বনিম্ন রেখাটি কত মানের হবে তা বলা হয়েছে। সুতরাং 60 সেমি অন্তর যদি রেখা টানা হয় ও সর্বনিম্ন রেখাটি যদি 60 সেমি হয় তাহলে সমোষ্ণ রেখাগুলি হবে 60 সেমি, 120 সেমি, 180 সেমি ও 240 সেমি অর্থাৎ সমোষ্ণ রেখার সংখ্যা চার। সবচেয়ে বেশী মানের রেখাটি হল 240 সেমি।

এক্ষেত্রে লক্ষ্য করার বিষয় হল যে মানচিত্রে সর্বাধিক মান দেওয়া আছে 296 সেমি অতএব 240 এর পরের রেখাটি (60 সেমি অন্তরের হলে) 300 সেমি মানের হবে। যেহেতু মানচিত্রে ঐ মান বা তার বেশী মান নেই সেহেতু 300 সেমি মানের সমবর্ষণ রেখা টানা যাবে না। অতএব প্রশ্ন অনুযায়ী সর্বনিম্ন 60 সেমি ও সর্বাধিক 240 সেমি মানের রেখা টানতে হবে।

9.3 কোরোপ্লেথ মানচিত্র (Choropleth Map)

ভূমিকা—গ্রীক শব্দ Choros মানে আয়তন (area) বা দেশ (space) এবং plethos অর্থে পরিমাপ (measurement)। অর্থাৎ সরলভাবে বলা যায় কোন উপাদানকে যেমন জনসংখ্যা, বসতি, শস্য উৎপাদন, রাস্তার বা নদীর দৈর্ঘ্য ইত্যাদিকে আয়তন দিয়ে পরিমাপ করে যে মানচিত্র আঁকা হয় তাকে কোরোপ্লেথ Choropleth map বলা হয়। উপাদানকে আয়তন দিয়ে পরিমাপ করা হয় বলে প্রতি একক আয়তনে (যেমন প্রতি বর্গ কিমি, বর্গমাইল ইত্যাদি) উপাদানের গড় পরিমাণকে জানা যায়। এই মানচিত্র প্রতি একক আয়তনের সাপেক্ষে কোন উপাদানের পরিমাণ সংখ্যায় প্রকাশ করে বলে টেকনিক্যালি একে সংখ্যাত্মক ক্ষেত্রিয় মানচিত্র (quantitative areal map) বলা যায়। এই চিত্র যে কোন উপাদানের দৈশিক বন্টনের তীব্রতা বা ঘনত্ব দেখায়। কম ঘনত্ব থেকে বেশী ঘনত্ব বোঝাতে পর্যায়ক্রমিক (graded) ছায়াপাত (shading) বা রং ব্যবহার করা হয়। ছায়াপাত বা রং—এর ব্যবহার প্রশাসনিক এককের সীমানাকে অনুসরণ করেই করা হয়। ধরা যাক পশ্চিমবঙ্গ হল একটি রাজ্য ও তার প্রশাসনিক এককগুলি হল এক একটি জেলা। সুতরাং একই ঘনত্বযুক্ত জেলাগুলিতে একই প্রকার ছায়াপাত বা রঙের ব্যবহারের মাধ্যমে ঘনত্ব বোঝাতে হয়।

9.3.1 নীতি (Principle)

কোরোপ্লেথ মানচিত্রের মূল নীতি এই যে ছায়াপাতের তীব্রতা উপাদানের ঘনত্বের সঙ্গে প্রত্যক্ষ ভাবে সমানুপাতিক। যেমন ছায়াপাত হাল্কা বা পাতলা হলে উপাদানের ঘনত্ব অর্থাৎ প্রতি বর্গ এককে উপাদানের গড় মানও কম নির্দেশ করে এবং ছায়াপাত যত বেশী ঘন হবে তত বেশী পরিমাণে ঘনত্ব নির্দেশ করবে। প্রশাসনিক একক অনুযায়ী এ ধরণের ঘনত্ব বিশিষ্ট মানচিত্র প্রায়শই বিশাল এলাকা জুড়ে উপাদানের শুধুমাত্র গড় বন্টনকে প্রকাশ করে। এর দ্বারা এই ধারণা গড়ে ওঠে

যে এই বিশাল এলাকার উপর ঘনত্বের একই গড় মান বন্টনের সমতা বজায় রাখে। বস্তুত এই ধারণা কিন্তু একটি ভুল ধারণা, কারণ বাস্তব চিত্র কিন্তু তা নয়। একই প্রশাসনিক এককের মধ্যে ঘনত্বের আঞ্চলিক প্রভেদ বেশী মাত্রায় দেখা যায়। ধরা যাক মেদিনীপুর, বাঁকুড়া ও পুরুলিয়া পশ্চিমবঙ্গের এই তিন জেলার গড় জনঘনত্ব প্রতি বর্গ কিমিতে 400 জন অর্থাৎ মানচিত্রে জেলাগুলির সর্বত্র ঐ একই ঘনত্ব দেখা যায়। কিন্তু বাস্তবে ঠিক তা নয়। মেদিনীপুরের পূর্বাংশের জন বন্টন পশ্চিমাংশ অপেক্ষা ঢের বেশী অথচ মানচিত্রের সর্বত্র তা একই নির্দেশ করে। সুতরাং ক্ষেত্রিয় এককগুলি যত বেশী বড় হবে মানচিত্রে ইহা তত বেশী সাধারণীকরণ হবে।

9.3.2 গঠন পদ্বতি—

একটি কোরোপ্লেথ মানচিত্রের গঠন হল ত্রি ধাপ প্রক্রিয়া। যথা—

(a) **ঘনত্ব নির্ণয়**—কোন উপাদানের ঘনত্ব নির্ণয় করা হয় উপাদানের চরম মানকে আয়তন দিয়ে ভাগ করার মাধ্যমে। এভাবে ইহা লেখা যেতে পারে, ঘনত্ব $=\frac{\text{উপাদানের মান}}{\text{আয়তন}}$। যদি জনঘনত্ব নির্ণয় করতে হয়, তাহলে জনসংখ্যাকে আয়তন দিয়ে ভাগ করতে হয়। এজন্য একটি ওয়ার্কশিট (worksheet) সারণীর আকারে করলে ভাল হয়, যেখানে সারণীকে চারটি স্তম্ভে ভাগ করা যেতে পারে। প্রথমে প্রশাসনিক এককের নাম, দ্বিতীয় আয়তন, তৃতীয় উপাদানের মান ও চতুর্থ ঘনত্ব। জনঘনত্ব নির্ণয়ের পরিপ্রেক্ষিতে ওয়ার্কশিট কিরকম হবে তা নীচে নমুনা সহকারে দেখানো হল।

জেলার নাম	আয়তন (A) (বর্গ কিমিতে)	জনসংখ্যা (P)	জনঘনত্ব (P/A)
মেদিনীপুর	14081	8331912	592

(b) শ্রেণী সংখ্যা ও শ্রেণী ব্যবধান ও কোরোপ্লেথ সারণী — ক্লোরোপ্লেথ মানচিত্র আঁকতে গেলে শ্রেণী সংখ্যা নিবার্চন ও শ্রেণী ব্যবধান নিরূপন খুব মনোযোগের সঙ্গে করতে হয়।

(i) শ্রেণী সংখ্যা নির্বাচন—ধরা যাক আপনারা পশ্চিমবঙ্গের সতেরটি জেলার জনঘনত্ব গণনা করেছেন। এক একটি জেলার জনঘনত্ব এক এক রকম। অতএব মানচিত্রে ঐ সতের রকমের ছায়াপাত (Shade) বা রং দিয়ে জনঘনত্ব দেখানো উচিত নয়, বা অন্যভাবে বলা যায় সম্ভব নয়। এতে মানচিত্র দেখতে খারাপ হবে ও মানচিত্র পাঠ অসুবিধাজনক হবে। এটা দূর করার জন্য ঐ সতের প্রকার অদলবদ্ব তথ্যকে কতকগুলি শ্রেণীতে ভাগ করে তাদের ঘনত্ব মানচিত্রে দেখালে সবচেয়ে সুন্দর ও ভাল হয়। এখন প্রশ্ন হল ঐ অদলবদ্ব (ungrouped) তথ্যকে বা বন্টনকে কয়টি শ্রেণীতে দলভুক্ত করা যেতে পারে। পরিসংখ্যান তত্ত্বে শ্রেণী সংখ্যা নির্বাচনের নিয়ম মেনেই করা হয়। সেই নিয়ম অনুসারে দেখা গেছে 10/11 টি বন্টনের জন্য 4টি, 12 থেকে 20/22 জন্য 5টি কিংবা 23 থেকে 45 টি বন্টনের জন্য 6 বা 7 টি শ্রেণী করা যায়। সুতরাং পশ্চিমবঙ্গের

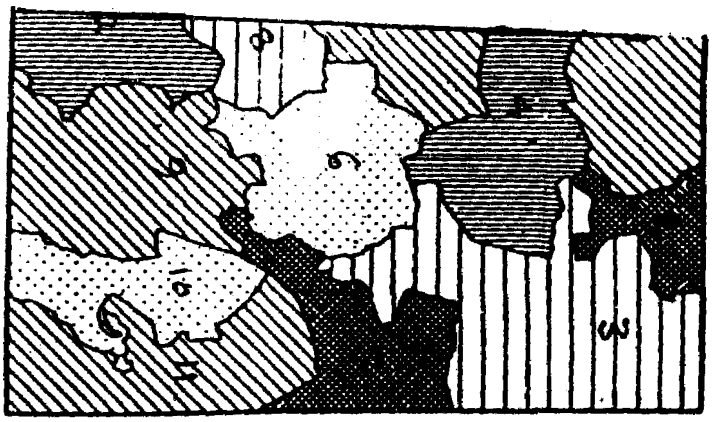
সতেরটি জেলার জনঘনত্বকে 5টি শ্রেণীতে দলভুক্ত করাই শ্রেয়। মনে রাখা দরকার প্রশ্নপত্রে যদি শ্রেণী সংখ্যার উল্লেখ থাকে তাহলে উল্লিখিত নিয়ম মানার দরকার নেই। যেক্ষেত্রে এর উল্লেখ থাকবে না সেখানে উপরি উক্ত নিয়ম অনুসরণ করাই বেশী যুক্তিযুক্ত। না হলে একই প্রশ্নপত্রে যে যার খুশিমত শ্রেণী সংখ্যা নির্বাচন করলে তাতে অনেক জটিলতা দেখা দিতে পারে।

(ii) শ্রেণী ব্যবধান (Class interval) বা ঘনত্বের মাপনী — শ্রেণী ব্যবধান নির্ণয় করা হয় শ্রেণী সংখ্যা ও বন্টনের প্রসরের (range) পরিপ্রেক্ষিতে। বন্টনের প্রসর বলতে সর্বাধিক ও সর্বনিম্ন মানের পার্থক্যকে বোঝায়। ধরা যাক সর্বাধিক ও সর্বনিম্ন জনঘনত্ব যথাক্রমে 1200 ও 250, তাহলে প্রসর হল 1250-250 অর্থাৎ 1000। প্রসরকে শ্রেণী সংখ্যা দিয়ে ভাগ করলে শ্রেণী ব্যবধান পাওয়া যায়। যদি শ্রেণী সংখ্যা 5 হয় তাহলে শ্রেণী ব্যবধান হবে 200 করে। অতএব এক একটি শ্রেণী হবে 200-400, 400-600, 600-800, 800-1000, 1000-2000। এক্ষেত্রে প্রতিটি শ্রেণীর ব্যবধান সমান, একে বলা হয় সম ব্যবধান বিশিষ্ট শ্রেণী (equal class)। এ ধরণের শ্রেণী গাণিতিক বৃদ্বি (arithmetical progression) নির্দেশ করে। ঘনত্ব বন্টনের কেন্দ্রীভবনের উপর নির্ভর করে শ্রেণী ব্যবধান জ্যামিতিক হারে (0-64, 64-128, 128-256 এবং এইভাবে আরও অনেক শ্রেণী) করা হয়। এছাড়া বন্টনের অসামঞ্জস্যতার কারণে অনিয়মিত ব্যবধানেও শ্রেণী করা হয়ে থাকে। তবে একথা মনে রাখা অবশ্যই উচিত যে প্রতিটি শ্রেণীতে যেন কমপক্ষে একটি করে প্রশাসনিক এলাকার ঘনত্ব দেখানো যায়। সর্বদা খেয়াল করা উচিত কোন একটি শ্রেণীর মধ্যে যেন বেশী সংখ্যক বন্টনকে না দেখানো হয়। এ ধরণের শ্রেণী বিন্যাসকে অসম শ্রেণী (unequal class) বলা হয়। সুতরাং বন্টনের বৈশিষ্ট্য অর্থাৎ কেন্দ্রীভবনের প্রকৃতিই বলে দেয় শ্রেণী বিন্যাস সমশ্রেণী বা অসম শ্রেণীর হবে কি না।

(iii) কোরোপ্লেথ সারণী — কোরোপ্লেথ সারণী চারটি স্তম্ভ (Column) নিয়ে তৈরী করা হয়, যার নমুনা নীচে দেওয়া হল।

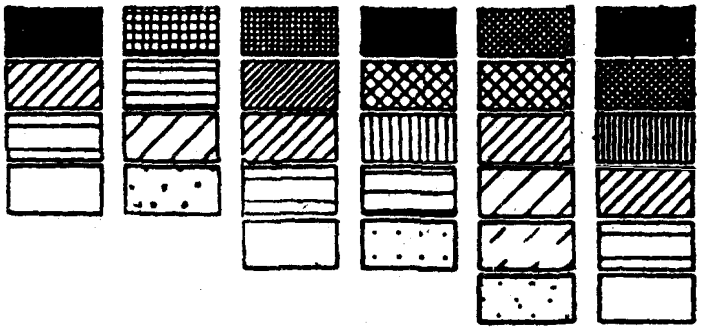
শ্রেণী	ছায়াপাত প্রতীক	প্রশাসনিক একক	মন্তব্য
≤ 200		6,10	কম ঘন
201-300		3,8	কম মাঝারী ঘন
301-400		1,5,9,11	মাঝারী ঘন
401-500		4,12	বেশী ঘন
> 500		2,7	খুব বেশী ঘন

(c) কোরোপ্লেথ মানচিত্র অঙ্কন — ইহা ত্রি ধাপ প্রক্রিয়ার শেষের অংশ। ক্লোরোপ্লেথ সারণী অনুযায়ী প্রশাসনিক সীমানা অনুসরণ করে সুন্দর ও সূক্ষ্মভাবে ছায়াপাত (রেখা বা রং দিয়ে) আঁকা এই প্রক্রিয়া অন্তর্গত। উপরের সারণী অনুযায়ী এর একটি উদাহরণ দেওয়া হল। চিত্র 9.31।



চিত্র 9.3 ক্লোরোপ্লেথ মানচিত্র

ছায়াপাত (Shade) নির্বাচন — কোরোপ্লেথ মানচিত্রের সৌন্দর্য নির্ভর করে পর্যায়ক্রমিক ছায়াপাত (graded shading) এর নির্বাচনের উপর। তাই কতকগুলো শ্রেণীর ছায়াপাত নীচে দেখানো হল (চিত্র 9.4)



চিত্র 9.4 পর্যায়ক্রমিক ছায়াপাত

9.3.3 ব্যবহার

জনসংখ্যার ঘনত্ব দেখাতে এই মানচিত্রের ব্যবহার সবচেয়ে বেশী হয়। তাই মানব ভূগোলবিদ্‌দের ক্ষেত্রে এই ধরণের মানচিত্র একটি মূল উপকরণ হিসাবে গণ্য হয়। প্রশাসনিক এককগুলি যত ছোট হবে ততই মানচিত্রের স্পষ্টতা ও নির্ভুলতা ধরা যাবে। জনঘনত্ব ব্যতীত রাস্তা, বসতি, শস্য উৎপাদন ইত্যাদির ঘনত্ব এই মানচিত্রের সাহায্যে দেখানো হয়।

9.3.4 উদাহরণ

প্রদত্ত রাশি তথ্যের সাহায্যে মালদহ জেলার জনঘনত্বের জন্য একটি কোরোপ্লেথ মানচিত্র অঙ্কন করুন ও ব্যাখ্যা করুন (চিত্র 9.5)।

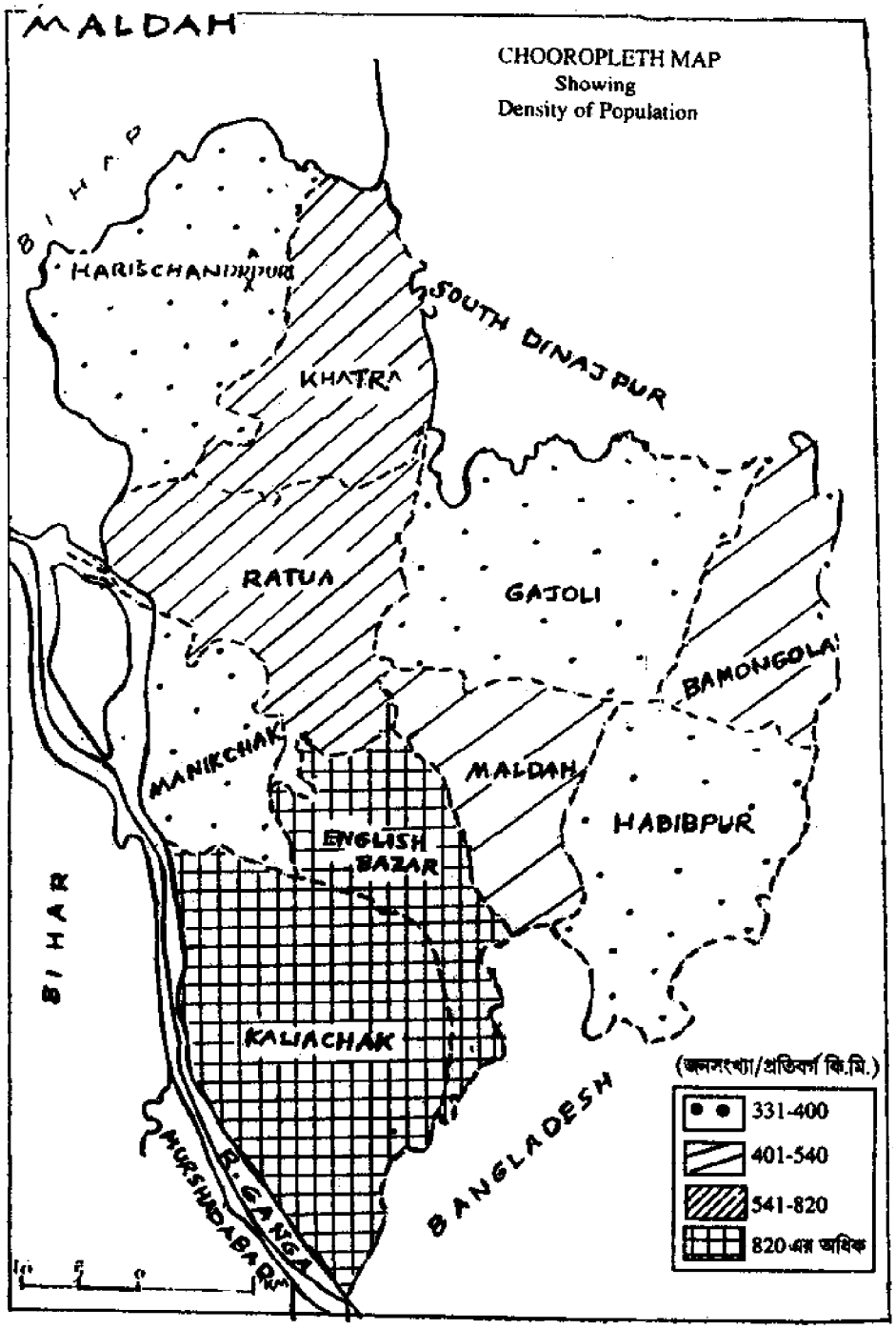
থানার নাম	জনসংখ্যা	আয়তন (বর্গ কিমি)
হরিশচন্দ্রপুর	222213	588.0
খাতরা	218826	368.3
রাতুয়া	241099	398.1
বামনগোলা	85339	206.2
গাজোল	181672	513.6
মালদহ	104771	226.4
ইংলিশ বাজার	242025	254.8
মানিকচক	149678	446.2
হাব্বিপুর	141441	397.4
কালিয়াচক	454222	536.4

9.3.5 হিসাব

ত্রিধাপ পদ্বতি অনুযায়ী প্রথমে জনঘনত্ব নির্ণয়ের জন্য একটি ওয়ার্কশিট তৈরী করা হল। জনঘনত্বের সূত্র নীচে দেওয়া হল।

$$\text{জনঘনত্ব} = \frac{\text{মোট জনসংখ্যা}}{\text{মোট আয়তন}}$$

থানার নাম	জনসংখ্যা (P)	আয়তন (বর্গ কিমি) (A)	জনঘনত্ব $\left(\frac{P}{A}\right)$
হরিশ্চচন্দ্রপুর	222213	588.3	377
খাতরা	218826	368.3	594
রাতুয়া	241099	398.1	606
বামনগোলা	85339	206.2	414
গাজোল	181672	513.6	354
মালদহ	104771	226.4	463
ইংলিশবাজার	242025	254.8	950
মানিকচক	149678	446.2	335
হাব্বিপুর	141441	397.4	356
কালিয়াচক	454222	536.4	847


MALDAH
CHOOROPLETH MAP
Showing
Density of Population
BIHAR
HARISCHANDRAPUR
KHATRA
SOUTH DINAJPUR
RATUA
GAJOLI
BAMONGOLA
MANIKCHAK
MALDAH
HABIBPUR
ENGLISH BAZAR
KALIACHAK
BIHAR
BANGLADESH
MURSHIDABAD
R. GANGA
(জনসংখ্যা/প্রতিবর্গ কি.মি.)
331-400
401-540
541-820
820-এর অধিক

চিত্র 9.5

9.3.6 কোরোপ্লেথ সারণী গঠন

মালদহ জেলার দশটি থানার জনঘনত্ব পাওয়া গেছে। অতএব নিয়ম অনুযায়ী দশটি ঘনত্বকে চারটি শ্রেণীতে দলভুক্ত করা হবে। কিন্তু দেখা যাচ্ছে যে জনঘনত্বের বন্টন প্রথমের দিকে অর্থাৎ 335 থেকে 463 এর মধ্যেই সবচেয়ে বেশী (ছয়টি থানা)। অতএব এক্ষেত্রে শ্রেণীগুলি অসম ব্যবধানের হবে এবং ইহা জ্যামিতিক বৃদ্ধি (geometric progression) অনুসরণ করাই যুক্তিযুক্ত।

শ্রেণী	ছায়াগত প্রতীক	থানার নাম	মন্তব্য
331-400		হরিশচন্দ্র পুর, গাজোল, মানিকচক হাব্বিবপুর,	কম ঘন
401-540		বামনগোলা, মালদহ	মাঝারী ঘন
541-820		খাতরা, রাতুয়া	বেশী ঘন
820 এর অধিক		ইংলিশবাজার, কালিয়াচক	অনেক বেশী ঘন

9.3.7 চিত্রের ব্যাখ্যা

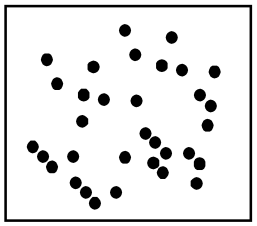
মালদহ জেলার দশটি থানার জনঘনত্ব মানচিত্রে দেখানো হল। এই জেলার ছয়টি থানায় জনবসতির ঘনত্ব প্রতি বর্গকিমিতে 400 থেকে 1000 জনের মধ্যে। আবার এই ছয়টি থানার মধ্যে চারটি থানার (খাতরা, রাতুয়া, ইংলিশবাজার ও কালিয়াচক) ঘনত্ব সবচেয়ে বেশী। অর্থাৎ জেলার 60 শতাংশের উপর এলাকা ঘন জনবসতিপূর্ণ। হরিশ্চন্দ্রপুর, গাজোল, মানিকচক ও হাব্বিপুর এই চারটি থানায় জনবসতির ঘনত্ব প্রতি বর্গকিমিতে 400 জন। অর্থাৎ মাত্র 40 শতাংশ এলাকা কম ঘনত্ব পূর্ণ। দেখা যাচ্ছে যে মালদহ জেলার পশ্চিমে গঙ্গা নদীর তীর বরাবর থানাগুলি ও পূর্বাংশের থানাগুলি ছাড়া মধ্যবর্তী থানাগুলির জনঘনত্ব বেশী। মনে করা হয় যে মধ্যবর্তী অংশটি গঙ্গার স্বাভাবিক বাঁধের (Leaevee) উপর অবস্থিত, ফলে গঙ্গার ভাঙ্গন ও বন্যার প্রভাব কম পড়ে। তাই এই অংশ বেশী ঘনত্ব যুক্ত। অন্য অংশগুলি প্লাবন ভূমির অন্তর্গত হওয়ায় বর্ষায় প্লাবিত হওয়ার আশঙ্কা থাকে বলে জনবসতি তুলনামূলক ভাবে কম।

9.4 বিন্দু (dot) পদ্বতি

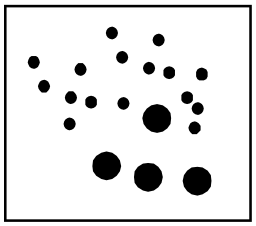
প্রতীক চিহ্ন ব্যবহারের মাধ্যমে মানচিত্রে বিভিন্ন বিষয়ের বন্টন দেখানো হয়। মন্দির, গীর্জা, চার্চ, সড়ক, রেল, পুকুর, জলাশয় ইত্যাদি ভূ-পৃষ্ঠের যে যে অবস্থানে বন্টিত রয়েছে মানচিত্রেও এই সকল উপাদানকে ঠিক ঠিক ভাবে সেই সব অবস্থান গত বিন্দুতে প্রতীক চিহ্ন বসিয়ে তাদের

বন্টনকে দেখানো হয়। ভূ-পৃষ্ঠের কোন বন্টনকে বিশেষভাবে বোঝানোর জন্য মানচিত্রের উপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে যে প্রতীক চিহ্ন বসানো হয় তাকে বিন্দু প্রতীক চিহ্ন (Point Symbol) বলা হয়। ভূপৃষ্ঠের উপর কোন বন্টন দেখতে যেরকম হয়, সাধারণ ভাবে বেশীরভাগ ক্ষেত্রে বাস্তবের সঙ্গে মিল রেখে প্রতীক চিহ্নগুলিও সেরকম করা হয়। যথা মন্দির বা গীর্জা দেখতে যেরকম হয় মানচিত্রেও প্রতীক চিহ্নটি ঐ একই রকমভাবে দেখতে হয়। বিভিন্ন প্রতীক চিহ্নের মাধ্যমে মানচিত্র গঠন করা হয়।

ডট্ (dot) হল প্রতীক চিহ্নের এক সহজতম রূপ এবং বন্টন মানচিত্র নির্মাণে ইহা খুবই উপযোগী প্রতীক চিহ্ন। এই চিহ্নের মাধ্যমে বন্টন মানচিত্র গঠিত হয় বলে একে বিন্দু (dot) পদ্বতি বলা হয়। ডট্ গুলি একটি নির্দিষ্ট মানের হয় এবং মানচিত্রের উপর সর্বত্র একই আকৃতির ডট্ স্থাপন করা হয়। প্রত্যেক ডট্ এর মান একই থাকে বলে ডট্ গুলির আকৃতিও এক হয় তবে অনেক ক্ষেত্রে একই মানচিত্রের উপর বিভিন্ন মানের তথা বিভিন্ন আকৃতির ডট্ বসিয়ে বন্টন দেখানো হয়। একে বহুবিধ বিন্দু (multiple dot) মানচিত্র বলা হয়।



সমআকৃতির ডট্



ভিন্ন আকৃতির ডট্

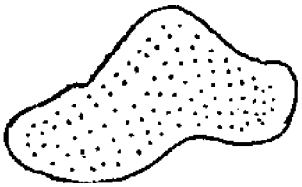
9.4.1 বিন্দু (dot) স্কেল নির্বাচন

মানচিত্রের উপর ডট্ বসানো খুবই মনোযোগের সাথে করতে হয়। প্রথমে বড় মান ও ছোট মানকে লক্ষ্য করতে হয়। তারপর প্রতিটি ডট্ এর মান নির্বাচন করতে হয়। ডট্ এর মানকে ডট্ স্কেল বলা হয়। মানচিত্রের গুণ নির্ভর করে ডট্ এর মান নির্বাচনের উপর। ডট্ এর মান খুব কম হলে মোট ডট্ সংখ্যা অনেক বেশী হয়ে যাবে, তখন প্রশাসনিক এককের মধ্যে ঐ বেশী সংখ্যক ডট্ কে বসাতে অসুবিধা হবে। ডট্ গুলি গায়ে গায়ে লেগে যাবে। গায়ে গায়ে ডট্ লেগে গেলে ডট্ মানচিত্র তার বৈশিষ্ট্য হারিয়ে ফেলবে। মানচিত্র থেকে ডট্ এর সংখ্যা গোনা যাবে না। ফলে উপাদানের পরিমাণ জানা যাবে না। অন্যদিকে ডট্ এর মান যদি খুব বড় ধরা হয় তাহলে এর মোট সংখ্যা অনেক কম হয়ে যায়, ফলে প্রশাসনিক এককের মধ্যে অনেক দূরে দূরে ডট্ গুলি অবস্থান করে। তখন উপাদানের বন্টন তার বৈশিষ্ট্য হারিয়ে ফেলে ও মানচিত্রে বন্টনকে ঠিক

মত উপলব্বি করা যায় না। মনে হয় যেন বাস্তবের সঙ্গে কোন মিল নেই। তাই ডট্ এর মান এমনভাবে নির্বাচন করা উচিত যাতে খুব সুন্দরভাবে ডট্ গুলি মানচিত্রের মধ্যে সুসমভাবে বসানো

অধিক সংখ্যক ডট্ এগুলি গায়ে গায়ে লেগে আছে

গায়ে কতিপয় ডট্ অনেক দূরে দূরে অবস্থিত



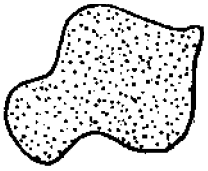
সুষম ভাবে বণ্টিত ডট্

যাবে এবং চিত্রটি দেখতে সুন্দর হবে। অর্থাৎ ডট্ এর সংখ্যা যেমন খুব বেশী হবে না তেমনি খুব কম হবে না। ডট্ বসানোর জন্য যদি নির্দিষ্ট কোন অবস্থান (location) না থাকে তাহলে ডট্ dot গুলিকে মানচিত্রের মধ্যে সমানভাবে ছড়িয়ে বসাতে হবে।

9.4.2 ডট (Dot) এর আকৃতি

ডট্ এর আকৃতি (size) নির্ভর করে মূল মানচিত্রের (base map) স্কেলএবং ডট্ এর সংখ্যার উপর, কিন্তু এগুলি আকারে এত বড় হবে না যে যাতে চোখে একটি কর্কশভাবে ফুটে ওঠে কিংবা এত ক্ষুদ্র হবে না যে ঘন মানের এলাকায় একটি অস্পষ্ট বা দুর্বোধ্য কালির ছোপ তৈরি হয়েছে। মানচিত্রে।

খুব বড় বিন্দু



খুব ছোট বিন্দু—কোনটি কাম্য নয়

ডট্ বসানোর জন্য নির্দিষ্ট মাপের rottring কলম ব্যবহার করা উচিত। এতে ডট্ এর আকৃতি সমানভাবে সর্বত্র বজায় থাকবে। তবে সাধারণভাবে প্রচলিত ডট্ এর আকৃতি প্রায় মিমি বা 1/2 মিমি ব্যাসের হয়।

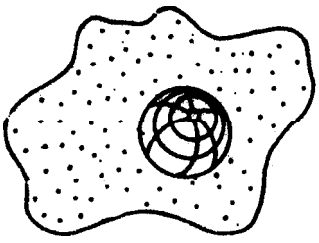
9.4.3 ব্যবহার ঃ

সাধারণত যে কোন বন্টন দেখাতে ডট্ এর ব্যবহার হয়, যথা জনসংখ্যা, গবাদি পশুর বন্টন ইত্যাদি। তবে গ্রামীন জনসংখ্যার বন্টন দেখাতে ডট্ এর ব্যবহার সর্বাধিক প্রচলিত। সাধারণত

একটি ডট্ এর মান 500, 1000, 1500 বা 5000 জনসংখ্যা ধরা হয়। বস্তুত গ্রামের গড় জনসংখ্যা মোটামুটি ঐ রকম নির্দেশ করে। আর ধারণা করা হয় যে একটি ডট্ মানে একটি গ্রামের জনসংখ্যা। তাই ডট্ মানচিত্রে এদের মান ঐ রূপ ধরা হয়। তবে সবকিছুর পরেও খেয়াল রাখা উচিত ডট্ এর মান নির্ভর করে মানচিত্রের আকৃতি অর্থাৎ স্কেল এবং জনসংখ্যার উপর। ছোট আকৃতির মানচিত্রে একটি ডট্ এর মান অনেক বেশী হবে আর বড় আকৃতির মানচিতে ডট্ এর মান কম হবে। ডট্ এর মানের কম বেশীর উপর ডট্ এর সংখ্যা ও বেশী কম হয়, সেই মত মানচিত্রের মধ্যে ডট্ গুলিকে বসানো হয়।

9.4.4 ডট ও স্ফিয়ার (Dot ও Sphere) মানচিত্র

পূর্বের আলোচনা থেকে এটা স্পষ্ট যে গ্রামীন জনসংখ্যার বন্টন দেখানোর জন্য ডট্ পদ্বতি এবং নগর জনসংখ্যার বন্টন দেখানোর জন্য গোলক পদ্বতি গ্রহণ করা হয়। একই মানচিত্রে এই দুপ্রকার জন বন্টন দেখাতে হলে অনেক সাবধান হতে হবে। সবসময় লক্ষ্য করা উচিত একটা ডট্ এর ব্যাসের অনুপাতে যেন গোলকটির ব্যাস হয়। না হলে মানচিত্র দেখে মনেহবে গ্রাম্য জনসংখ্যা অপেক্ষা নগর জনসংখ্যা অনেক বেশী। বিষয়টি এভাবে বোঝানো যেতে পারে। ধরা যাক কোন একটি নগরের জনসংখ্যা 10,00,000। গোলক আঁকতে হলে এর যদি cuberoot করা হয় তাহলে তার মান হয় 100। এবার ধরা যাক ঐ প্রশাসনিক এককের গ্রামীন জনসংখ্যার জন্য একটি ডট্ 1000 জন নির্দেশ করে এবং ঐ ডট্ এর ব্যাস 1 মিমি। এবার 1000 এর cube root হল 10। তাহলে 10 এককের জন্য স্কেল হল 1 মিমি ব্যাস। অতএব 100 এককের জন্য স্কেল হবে 100 ÷ 10 অর্থাৎ 10 মিমি বা 1 সেন্টিমিটার ব্যাস। সুতরাং নগর বসতির জন্য যে গোলকটি হবে তার এক সেমি ব্যাসযুক্ত। যদি এভাবে একই মানচিত্রে গ্রাম ও শহর জনসংখ্যার বন্টন দেখানো যায় তাহলে বন্টন বাস্তবের সঙ্গে মিল দেখাতে পারবে। মানচিত্রের স্কেল অনুযায়ী জনসংখ্যার আকার সব সময় সামঞ্জস্যপূর্ণ হয় না বলে এই অনুপাত বিষয়টি মেনে চলা কঠিন হয়ে পড়ে। তখন চেষ্টা করা উচিত যতটা সম্ভব অনুপাতকে অনুসরণ করা। আগের উদাহরণ থেকে তাই বলা যায় যে গোলকের জন্য 1 সেমি ব্যাসের বদলে 1 সেমি ব্যাসার্ধ বা 2 সেমি ব্যাস গ্রহণ করা যেতে পারে।



এক মানচিত্রে ডট স্থাপন ও গোলক অংকন ঃ একই মানচিত্রে ডট্ স্থাপন ও গোলক আঁকা সুচারুভাবে করতে হয়। শহর অবস্থানকে কেন্দ্র করে গোলকের কেন্দ্র নির্দিষ্ট হয় এবং ব্যাসার্ধ অনুযায়ী গোলক আঁকা হয়। কিন্তু ডট্ গুলির অবস্থান গোলককে ঘিরে তার চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। ডট্ এর ঘনত্ব গোলকের কাছে বেশি হবে এবং দূরে তা পাতলা হবে। কারণ, ভাবা হয় যে শহরের নিকটবর্তী গ্রামের জনসংখ্যা দূরের গ্রাম অপেক্ষা বেশী। তাই ডট্ এর ঘনত্ব শহরকে ঘিরে বেশি হবে।

9.4.5 ডট মাপচিত্র অংকন

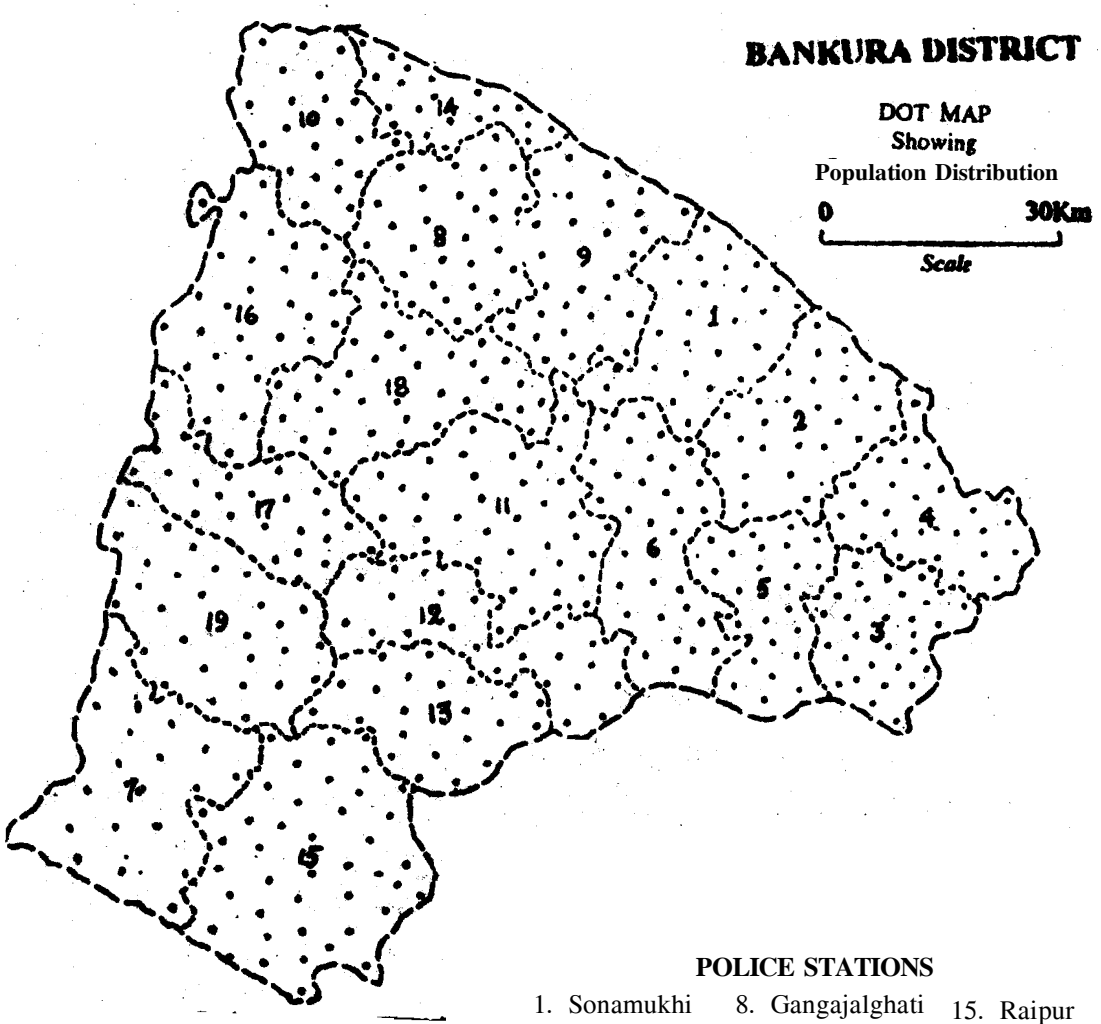
ডট্ এর সাহায্যে মাপচিত্র আঁকা খুব কঠিন নয়। প্রথমে মানচিত্রের স্কেল দেখে ডট্ এর সংখ্যা নির্ণয় করে এগুলি স্থাপন করলেই হবে। তবে মানচিত্রে কোন ডট্ কে যেন বিন্দু (point) বলে মনে না হয়। মনে রাখা দরকার প্রতি ডট্ এর নির্দিষ্ট আকৃতি আছে অর্থাৎ ব্যাসার্ধ আছে। তার মানে হল ডট্ দ্বিমাত্রিক চিত্র। কিন্তু বিন্দু হল মাত্রাহীন চিত্র, কারণ এর মাত্র অবস্থিতিটুকুই আছে।

নীচে বাঁকুড়া জেলার গ্রাম্য জনসংখ্যার বন্টন ডট্ এর দ্বারা দেখানো হল।

ক্রমিক নং	থানার নাম	জনসংখ্যা (1991)	ডট্ স্কেল	ডট্ এর সংখ্যা
1	সোনামুখী	123665	একটি ডট্ 5000 জনসংখ্যা নির্দেশ করে	25
2	পাত্রসায়ার	131330		26
3	কোতলপুর	144528		29
4	ইন্দুস	132344		26
5	জয়পুর	122082		24
6	বিষ্ণুপুর	115286		31
7	রানিবাঁধ	93748		19
8	গঙ্গাজল ঘাঁটি	143595		29
9	বারজোড়া	144761		29
10	সালতোরা	110929		22
11	অন্ডা	191078		38
12	তালডাঙ্গা	111573		22
13	সিমলাপাল	111308		22
14	মেজিয়া	98894		20
15	রায়পুর	215870		43
16	ছাতনা	156147		31
17	ইন্দপুর	125106		25
18	বাঁকুড়া	191578		38
19	খাতরা	138365		28

9.4.6 চিত্রের ব্যাখ্যা

বাঁকুড়া জেলার গ্রামীন জনসংখ্যার বন্টন ডট্ পদ্বতির মাধ্যমে দেখানো হয়েছে (চিত্র 9.6)



POLICE STATIONS

1. Sonamukhi
2. Patrasayer
3. Kotulpur
4. Indus
5. Japypur
6. Bishnupur
7. Ranibandh
8. Gangajalghati
9. Barjona
10. Saltora
11. Onda
12. Taldanga
13. Simlapal
14. Mehhia
15. Raipur
16. Chhatna
17. Indpur
18. Bankura
19. Khatra

চিত্র 9.6

মানচিত্র দেখে বোঝা যাচ্ছে যে এই জেলার প্রায় সর্বত্র জনসংখ্যার বন্টন সমান। দক্ষিণ পশ্চিমে রাণিবাঁধ ও খাতরা ছাড়া সর্বত্র জনংসখ্যার ঘনত্ব বেশী। তবে সবচেয়ে বেশী বন্টন জেলার মধ্যভাগে হয়েছে। জনসংখ্যার ঘনত্ব পশ্চিম অংশে সবচেয়ে কম হয়েছে।

9.5 ত্রিমাত্রিক চিত্র

দ্বিমাত্রিক চিত্রের কিছু অসুবিধার জন্য কোন কোন ক্ষেত্রে ত্রিমাত্রিক চিত্র অংকন করা হয়। ত্রিমাত্রিক চিত্রের মূলত দুটি প্রতীক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। যথা- ঘনক ও গোলক। ঘনকের ক্ষেত্রে তিনটি মাত্রা হল দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা এবং গোলকের ক্ষেত্রে মাত্রাগুলি হল ব্যাসার্ধ, কোণ ও গভীরতা । গোলকের ক্ষেত্রে গভীরতা সর্বদা ব্যাসার্ধের সমান। ত্রিমাত্রিক চিত্রে দ্বিমাত্রিক চিত্র অপেক্ষা একটি মাত্রা বেশী থাকায় কোন উপাদানকে অনেক বেশী পরিসরের পরিমাণে অধিকতর কার্যকরী ভাবে আঁকা ও বোঝানো সহজ হয়। কোন মানচিত্রে বর্গক্ষেত্র বা বৃত্ত মাপচিত্র উপাদানের পরিমাণের সাপেক্ষে পরস্পর পরস্পরকে অতিক্রম করতে পারে অর্থাৎ দুটি বৃত্ত বা বর্গক্ষেত্র মানচিত্রের উপর আঁকতে গেলে গায়ে গায়ে লেগে যেতে পারে। ত্রিমাত্রিক চিত্র যেহেতু অধিকতর পরিসরের পরিমাণকে সহজেই অর্থাৎ ছোট জায়গার মধ্যে দেখাতে পারে সেই জন্য মানচিত্রের ওপর ঐ সব মাপচিত্র আঁকলে তাদের গায়ে গায়ে লেগে যাওয়ার বা অধিক্রমিত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে না।

9.5.1 আনুপাতিক গোলক চিত্র

গোলকের আকৃতি কোন উপাদানের পরিমাণের অনুপাত নির্দেশ করে। যেহেতু ইহা ত্রিমাত্রিক তাই এই চিত্র ঘনফল (volume) নির্দেশ করে। সুতরাং ভূগোলকের ঘনফল উপাদানের পরিমাণের প্রত্যক্ষ অনুপাত নির্দেশ করে এবং এই নীতির উপর ভিত্তি করেই গোলক আঁকা হয়। অন্যভাবে বলা যায় এক একক ঘনফলের একটি গোলক একটি পরিমাণ নির্দেশ করে, যা গোলকের জন্য ঘনফল মাপনী (volume Scale) গঠন করে। অর্থাৎ গোলক তৈরি করতে গেলে মাপনী কি হবে তা নির্দেশ করে। যদি ঘনফল (v) সহভূগোলকের ব্যাসার্ধকে r ধরা হয় এবং পরিমাণকে q ধরা হয় তাহলে নীচের সূত্রের সাহায্যে গোলকের ব্যাসার্ধের নির্ণয় করা যায়।

$$\frac{4}{3}\pi r^3$$

অথবা $r^3 = \frac{q}{\frac{4\pi}{3}} = \frac{q \times 3}{4\pi}$ q = উপাদানের পরিমাণ

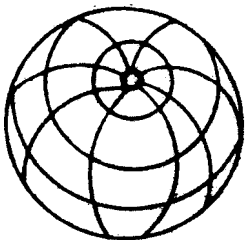
অথবা $r = 3\sqrt{\frac{3q}{4\pi}}$

পূর্বের বৃত্ত মাপচিত্রের ন্যায় গোলকের ব্যাসার্ধ (r) একক নির্দেশ করে এবং নির্দিষ্ট মাপনীতে ঐ এককে পরিবর্তিত করে ঐ ব্যাসার্ধ নিয়ে প্রথমে বৃত্ত আঁকা হয় এবং পরে ঐ বৃত্তকে গোলকে পরিণত করতে হয়।

বৃত্তের মধ্যে কতগুলি রেখা অংকনের মাধ্যমে গোলকের ত্রিমাত্রিক রূপ ফুটিয়ে তুলতে হয়। রেখাগুলি টানার জন্য নিয়ম বা নীতির কোন দরকার হয় না। সম্পূর্ণ ব্যক্তিগত ভাবনা চিন্তা, দৃষ্টিভঙ্গী পছন্দ প্রভৃতির উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ বৃত্তকে রেখার দ্বারা ছায়াপাতের (Shading) মাধ্যমে ত্রিমাত্রিক রূপদান করা।

তবে এক্ষেত্রে একথা বলা অবশ্যই দরকার যে, গোলকটি আঁকা হয় পৃথিবীর প্রতীক রূপে। পৃথিবী যেহেতু একট গোলক সেহেতু এখানেও গোলকটি পৃথিবীর ক্ষুদ্র সংস্করণ রূপে একটি ভূ গোলক নির্দেশ করে এবং এই ধারণায় গোলক চিত্র আঁকা হয়।

তাই $66\frac{1^0}{2}$ কোণে হেলানো অক্ষ, দ্রাঘিমা রেখা ও সমাক্ষ রেখা আঁকার মাধ্যমে বৃত্তটিকে এমনভাবে তুলে ধরতে হয় যে এটি গোলক তথা ত্রিমাত্রিক রূপ ধারণ করে। যা পাশের চিত্রে দেখানো হল- গোলকটিকে আরো মনোগ্রাহী ও দৃষ্টিনন্দন করার জন্য গোলকের অর্ধেক অংশ আলোকিত ও অর্ধেক অংশ অন্ধকারাচ্ছন্ন আছে এমন উপস্থাপনা করতে পারলে ভাল হয়। তবে এরূপ করতেই হবে এমন বাধ্য বাধকতা নেই। এমনও কোন বাধ্য বাধকতা নেই যে গোলকটি ঠিক ঠিক $66\frac{1^0}{2}$ কোণে হেলানো থাকবে। সবই প্রতীকী, তাই সঠিকতা এখানে মাপকাঠি নয়, পরিমাণের অনুপাতে ত্রিমাত্রিক উপস্থাপনাই এক্ষেত্রে একমাত্র ও প্রধান বিবেচ্য বিষয়।



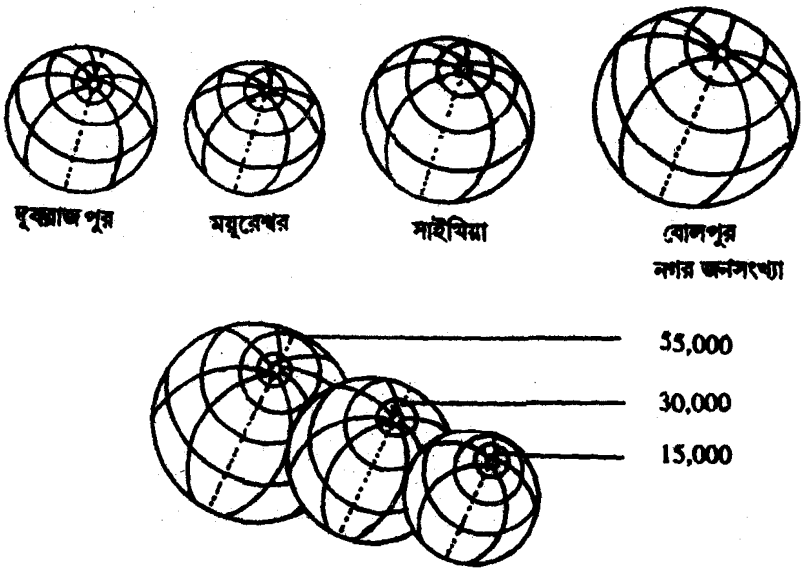
গোলক চিত্রের জন্য মাপনী এমনভাবে নির্বাচন করতে হবে যাতে মূল মানচিত্রের সাপেক্ষে এক একটি গোলক খুব বড় বা ছোট হবে না। যদি মানচিত্র প্রশ্নপত্রের সঙ্গে না দেওয়া হয় কিংবা মানচিত্রের উপর না আঁকতে হয় তাহলে একটি ভূমিরেখার উপর নির্দিষ্ট ব্যবধানে পরপর গোলক সমূহ আঁকতে হবে। কমপক্ষে তিনটি ছোট, বড় ও মাঝারী এই তিন প্রকার গোলকের সাহায্যে চিত্রগত ভাবে আনুপাতিক মাপনী অবশ্যই আঁকতে হবে। এজন্য পূর্বের নিয়ম অনুসরণ করলে চলবে।

ব্যবহার ঃ

মানচিত্রে নগর জনসংখ্যার বন্টন দেখানোর জন্য মূলত গোলক চিত্র ব্যবহার করা হয়। কারণ কোন শহরের জনসংখ্যা তার আয়তনের তুলনায় অনেক বেশী হয়। নগর জনসংখ্যার বন্টন ডট্ বিন্দু (dot) চিত্রের মাধ্যমে দেখানো সম্ভব নয়, আয়তন অনুপাতে ডট্ এর সংখ্যা এত বেশী হয় যে ক্ষুদ্র পরিসরের মধ্যে ডট্ গুলিকে অবস্থিত করালে ডট্গুলি একে অপরের গায়ে লেগে যাবে এবং সর্বশেষে একত্রে মিশে যাবে। তখন ডট্ এর সংখ্যা গোনা যাবে না। বন্টনের বৈশিষ্ট্য ও চরিত্র বোঝা যাবে না। মানচিত্র দেখে কোন শহরের জনসংখ্যার পরিমাণ জানা বা গণনা করা আদৌ সম্ভব হবে না। কিন্তু একটি গোলক একটি শহরের জনসংখ্যা নির্দেশ করে। তাই মাপনী দ্বারা গোলকের সাহায্যে মানচিত্র থেকে কোন শহরের জনসংখ্যা নির্ণয় করা যায়। এছাড়া একই মানচিত্রে বিভিন্ন শহরের মধ্যে জনসংখ্যার পরিমাণের তুলনা করা যায়। মনস্তাত্ত্বিক দিক থেকে নগর জনসংখ্যার সঙ্গে গোলক চিত্র ধারণার মিল রয়েছে। এক একটি শহর যেন নিজস্ব এক একটি সত্ত্বা, শহরের জনগণ একটি গন্ডীর মধ্যে একত্রে ঘন সন্নিবিষ্ট হয়ে বসবাস করে । তাই নগর জনসংখ্যার বন্টন গোলকের সাহায্যে দেখালে মন থেকে মেনে নেওয়াটা যেন সহজ হয়।

9.5.2 উদাহরণ ঃ

প্রদত্ত নগর জনসংখ্যার সাহায্যে গোলক চিত্র আঁকুন (চিত্র 9.7)।



চিত্র 9.17

শহরের নাম	নগর জনসংখ্যা
দুবরাজপুর	25406
ময়ূরেশ্বর	17205
সাঁইথিয়া	30024
বোলপুর	52760

হিসাব (Calculation) - নীচের সূত্রের সাহায্যে গোলকের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করা হল। ইহা সারণীয় মধ্যে দেখানো হল।

$\frac{4}{3}\pi r^3 =$ মোট জনসংখ্যা

$$r = 3\sqrt{\frac{3 \times \text{জনসংখ্যা}}{4\pi}}$$

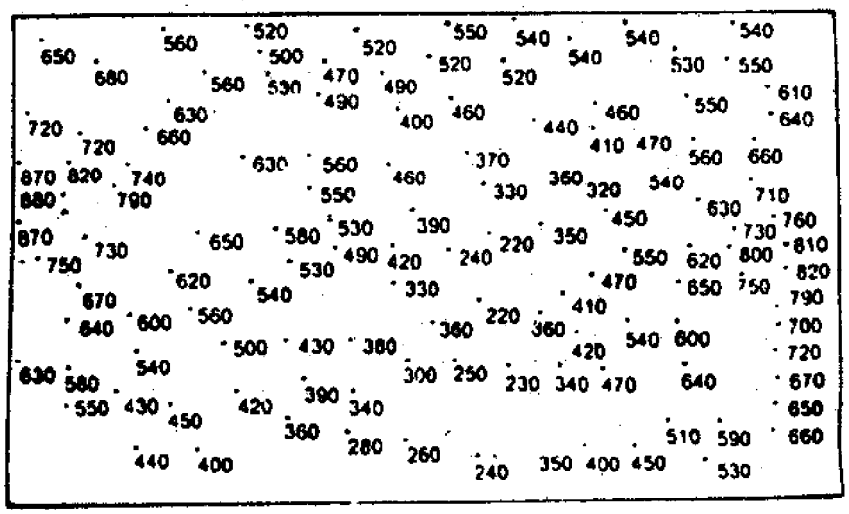
শহরের নাম	জনসংখ্যা	$r = 3\sqrt{\frac{3 \times \text{জনসংখ্যা}}{4\pi}}$	নির্বাচিত স্কেল	গোলকের ব্যাসার্ধ (r/s) সেমি
দুবরাজপুর	25406	18.24	1 সেমি ব্যাসার্ধ =15 একক	1.2
ময়ূরেশ্বর	17205	16.01		1.1
সাঁইথিয়া	30024	19.28		1.3
বোলপুর	52760	23.27		1.6
লৈখিক স্কেল	15000	15.30		1.0
	30000	19.27		1.3
	55000	23.59		1.6

9.6 প্রশ্নাবলী

1) আইসোপ্লেথ কাকে বলে? কোন কোন বিষয় আইসোপ্লেথ এর মাধ্যমে দেখানো হয়?
2) সন্নিবেশ পদ্বতি কি এবং কিভাবে এই পদ্বতি আইসোপ্লেথ আঁকতে গ্রহণ করা হয়?
3) আইসোপ্লেথ অংকনে শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত কি কি ব্যবস্থা গ্রহণ করা প্রয়োজন?

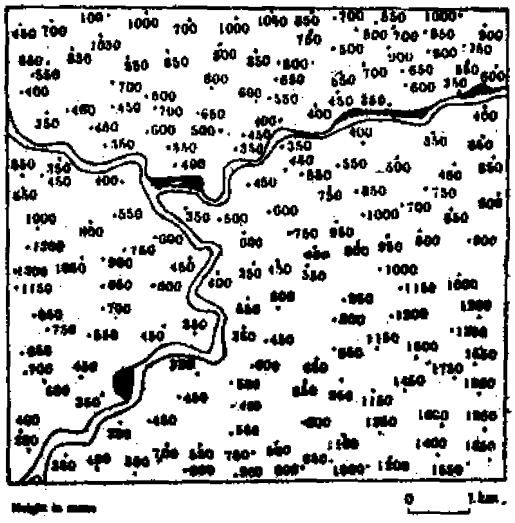
4) প্রদত্ত মানচিত্রগুলির ওপর আইসোপ্লেথ অংকন করুন ?

4a. প্রদত্ত মানচিত্রে বিভিন্ন স্থানের উচ্চতা (ফুটে) দেখানো আছে। 300 ফুট থেকে শুরু করে প্রতি 100 ফুট অন্তর সমোন্নতি রেখা অঙ্কন করুন (যথা 300 ফুট, 400 ফুট, 500 ফুট ইত্যাদি সমোন্নতি রেখা)



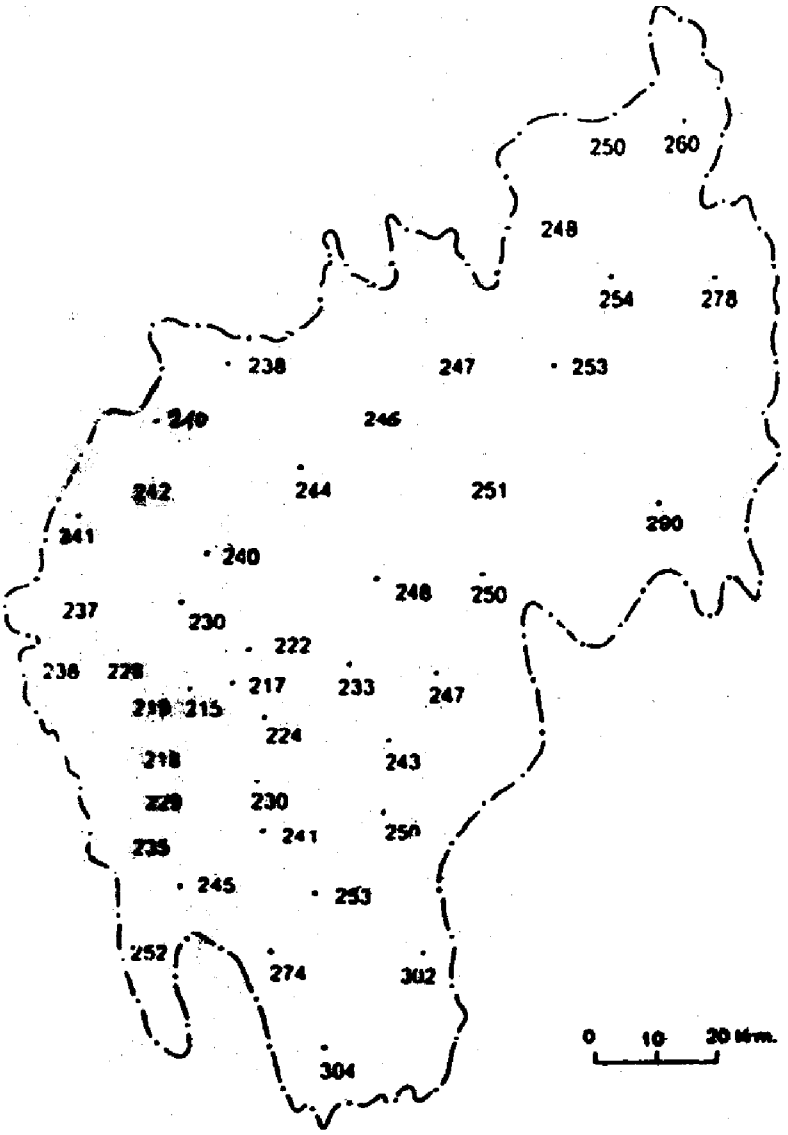
SPOT HEIGHT IN FEET SCALE-1 : 63360

4b. একটি নদী উপত্যকা অংশের মানচিত্রে কয়েকটি স্থানের উচ্চতা (মিটার) দেখানো হয়েছে। এতে নির্দিষ্ট 400 মিটার, 600 মিটার, 800 মিটার ও 1000 মিটার (যে কোন তিনটি) মানের সমোন্নতি রেখা অংকন করুন।



4c. প্রদত্ত পূর্ব ভারতের একটি রাজ্যে (ত্রিপুরা) মানচিত্রে কয়েকটি স্থানের বৃষ্টিপাতের পরিমাণ (সেন্টিমিটারে) দেখান হল। এতে নির্দিষ্ট 230 সেন্টিমিটার 240 সেন্টিমিটার ও 250 সেন্টিমিটার মানের তিনটি সমবর্ষণ রেখা আঁকুন।

FIGURES INDICATE RAINFAIL INCM



5) কোরোপ্লেথ কথাটির অর্থ কি? কোরোপ্লেথ মানচিত্র কাকে বলে?

6) এই মানচিত্রের সাহায্যে কি কি বিষয় দেখানো হয় এবং কেন?

7) কোরোপ্লেথ মানচিত্রের গঠন প্রণালী ব্যাখ্যা করুন।

8) গানিতিক ও জ্যামিতিক বৃদ্বি করতে কি বুঝ? শ্রেণী ব্যবধান নির্ণয়ে কখন এসব পদ্বতির দরকার হয়?

9) প্রদত্ত রাশিতথ্যের ভিত্তিতে কোরোপ্লেথ সারণী গঠন করুন

থানার নাম	আয়তন (বর্গকিমি)	জনসংখ্যা
মুরারাই	351.4	267452
নলহাটি	261.3	264382
রামপুরহাট	362.0	173851
মারগ্রাম	299.2	142238
ময়ূরাক্ষী	379.7	215410
মহম্মদ বাজার	313.4	116319
রাজনগর	221.2	61539
খয়রাসোল	175.2	76776
কাঁকরলালা	102.9	45305
দুবরাজপুর	342.7	162770
সুরি	219.3	176077
পান্নু	251.3	94554
সাঁইথিয়া	303.2	104037
ইলামবাজার	259.5	96372
বোলপুর	331.5	176072
লাভপুর	204.8	153546
নান্নুর	309.2	168364

10) কোরোপ্লেথ মানচিত্র গঠনের কি কি অসুবিধা দেখা যায়?

11) ডট্ (dot) ও গোলক প্রতীক চিহ্নের দ্বারা কোন বিষয় মানচিত্রে ভালভাবে তুলে ধরা হয়?

12) শহর ও গ্রামীন জনসংখ্যার বন্টন দেখাতে যথাক্রমে গোলক ও ডট পদ্বতি কেন গ্রহণ করা হয়?

13) ডট্ (dot) ও গোলকের মধ্যে পার্থক্য লিখুন।

14) প্রদত্ত জনসংখ্যার দ্বারা ডট্ ও গোলক চিত্র অংকন করুন ও চিত্রটিকে ব্যাখ্যা করুন।

থানা	মোট জনসংখ্যা	গ্রাম্য জনসংখ্যা
কৃষ্ণনগর	244635	246494
চাকদহ	251231	184027
রানাঘাট	420687	296138
শান্তিপুর	199508	90167
হাঁসখালি	223585	223585

15) প্রদত্ত গ্রামীন ও নগর জনসংখ্যা দ্বারা উপযুক্ত চিত্র অংকন করুন ও তা ব্যাখ্যা করুন

থানার নাম	গ্রামের লোকসংখ্যা	শহর জনসংখ্যা
দুবরাজপুর	242086	25806
ময়ূরেশ্বর	198205	17205
সাঁইথিয়া	138613	20024
বোলপুর	123312	52960

একক 10 ❑ ক্লাইমেটিক কারটোগ্রাম্‌স

গঠন

10.1 প্রস্তাবনা
উদ্দেশ্য
10.2 ক্লাইমোগ্রাফ
10.2.1 টেলর কর্তৃক প্রবর্তিত ক্লাইমোগ্রাফ
10.3 হাইথারগ্রাফ
10.4 কম্পোজিট ক্লাইমোগ্রাফ
10.5 উইন্ড রোজ
10.6 প্রশ্নাবলী

10.1 প্রস্তাবনা

জলবায়ুর মূল উপাদানগুলো হল উষ্ণতা, অধঃক্ষেপন (বৃষ্টিপাত, তুষারপাত প্রভৃতি) বায়ুর চাপ, বায়ুপ্রবাহ ও দিক, আদ্রতা বাষ্পীভবন, মেঘ ইত্যাদি। এ সব উপাদানের সাহায্যে ভূপৃষ্ঠের উপর কোন স্থানের আবহাওয়া ও জলবায়ুকে জানা যায়। প্রতিটি উপাদানের কয়েক বছরের গড় মানের সাহায্যে কোন স্থানের গড় আবহাওয়া অর্থাৎ জলবায়ুর ধরণ কিরূপ তা নির্ণয় করা হয়। আর এসব রাশিতথ্যকে এককভাবে বা একত্রে নানারকম মাপচিত্রের মাধ্যমে তুলে ধরা যায়। তখন কেবল চিহ্ন দেখে জলবায়ুর প্রকার ও বৈশিষ্ট্য জানা যায়।

উদ্দেশ্য—এই এককটি পড়ে আপনি প্রচলিত জলবায়ু সম্বন্ধীয় মাপচিত্রগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য মাপচিত্র গুলি জানতে পারবেন—

(i) ক্লাইমোগ্রাফ
(ii) উইন্ড রোজ ডায়াগ্রাম
এবং (iii) হাইথারগ্রাফ

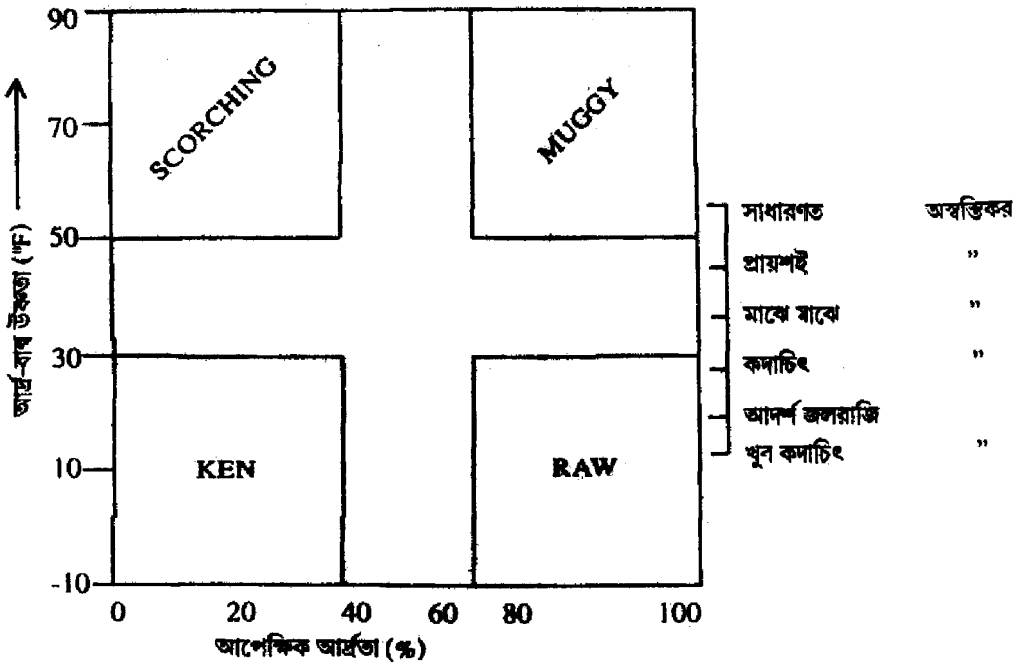
10.2 ক্লাইমোগ্রাফ (Climograph) :

একটি ক্লাইমোগ্রাফ বা ক্লাইমোগ্রাম হল দ্বাদশ বাহু বিশিষ্ট (12sided) চিত্র, যেখানে যে কোন একটি নির্দিষ্ট স্থানের বারো মাসের নির্বাচিত জলবায়ু উপাদানগুলির গড় মাসিক মানকে পরস্পরের

বিপরীতে বসিয়ে এই চিত্র আঁকা হয়। উদ্ভূত এই লেখচিত্রের আকৃতি ও অবস্থান একটি স্থানের সাধারণ জলবায়ুগত বৈশিষ্ট্যর এক সূচক প্রদান করে, যার দ্বারা জলবায়ুবিদ্ বা ভূগোলবিদ্ ঐ স্থানের জলবায়ুকে চিহ্নিত করতে পারেন। সাধারণত তুলনা করার উদ্দেশ্য একটি চার্টের (chart) উপর এ ধরনের অনেক সংখ্যক চিত্র বসানো হয়। পৃথিবীর জলবায়ুগত অবস্থার বৈচিত্র্যকে সংক্ষিপ্ত করতে এই চিত্রকে ব্যবহার করা যেতে পারে। Koppen পৃথিবীর জলবায়ুর শ্রেণী বিভাগ করতে এ ধরনের চিত্রকে ব্যবহার করেছেন। এই চিত্র প্রথম প্রকাশ করেন J.Ball (1990) এবং পরবর্তীকালে এর উন্নতি ঘটান J.Leighly USDA (1941) E.E. Foster (1944) G. Taylor (1949)

10.2.1 টেলর (G.Taylor) কর্তৃক প্রবর্তিত ক্লাইমোগ্রাফ (Climograph)

মানুষের ক্রিয়াকলাপের উপর জলবায়ুগত অবস্থার প্রভাব বোঝাতে G.Taylor ক্লাইমোগ্রাফ প্রকাশ করেন। মানুষের উপর জলবায়ুর শারীরবৃত্তিয় ফলাফল অর্থাৎ জলবায়ু কতখানি আরামদায়ক বা কষ্টদায়ক তা বোঝাতে একটি অনড় (Fixed) কাঠামোর উপর গড় মাসিক আপেক্ষিক আর্দ্রতার (%) বিপরীতে আর্দ্রবাল্ব (Wetbulb) তাপমাত্রা (F^0) কে রেখাচিত্র দ্বারা অংকন করেন। চতুঃষ্কোণ বিশিষ্ট কাঠামোর Y অক্ষ বরাবর দেখানো হয় আর্দ্র বাল্ব তাপমাত্রা। Y অক্ষের উপর উলম্ব স্কেল



চিত্র নং 10.1 Taylor এর প্রবর্তিত কাঠামো

-10^0 ফাঃ থেকে 90^0 ফা এ ক্রমবিভক্ত করা। একইভাবে X অক্ষে আপেক্ষিক আর্দ্রতা দেখানো হয় যেখানে অনুভূমিক স্কেল 20% থেকে 100% এ বিভক্ত। এই কাঠামোর চারটি কোণ চারটি নামে চিহ্নিত , যথা ঃ দক্ষিণ পূর্বে Raw, উত্তর পূর্বে Muggy, উত্তর পশ্চিমে Scorching এবং দক্ষিণ পশ্চিমে keen। Raw নির্দেশ করে কম আর্দ্রবাল্ব উষ্ণতা (40^0 ফা এর নীচে) ও বেশী আপেক্ষিক আর্দ্রতা (70% এর অধিক)। কিন্তু Muggy এর ক্ষেত্রে উষ্ণতা (60^0 এর অধিক) ও আর্দ্রতা (70% এর অধিক) উভয়ই অনেক বেশী। অন্যদিকে Scorching 60^0 ফা এর বেশী উষ্ণতা ও 40^0 ফা ও 40% এর কম নির্দেশ করে। সুতরাং Raw জলবায়ু যে বৈশিষ্ট্য প্রদান করে তার বিপরীত অবস্থা হয় Scorching এর ক্ষেত্রে, অনুরূপ ভাবে Muggyর উল্টো বৈশিষ্ট্য Keen এর মধ্যে দেখা যায়।

Taylor ক্লাইমোগ্রাফ এর স্কেল ঃ

শারীরিক অনুভূতির পরিপ্রেক্ষিতে জলবায়ু কিরকম তা জানার জন্য Taylor শরীরে ভাল লাগা না লাগার অর্থাৎ অস্বস্তিকর অবস্থার একটি স্কেল নির্বাচন করেছেন। এই স্কেলটি ঐ কাঠামোর ডান প্রান্তে সাধারণত চিহ্নিত করা থাকে। (চিত্র নং 10.1) Taylor অস্বস্তিকর অবস্থার ছয়টি পর্যায় নির্দেশ করেছেন, এগুলি হল ঃ

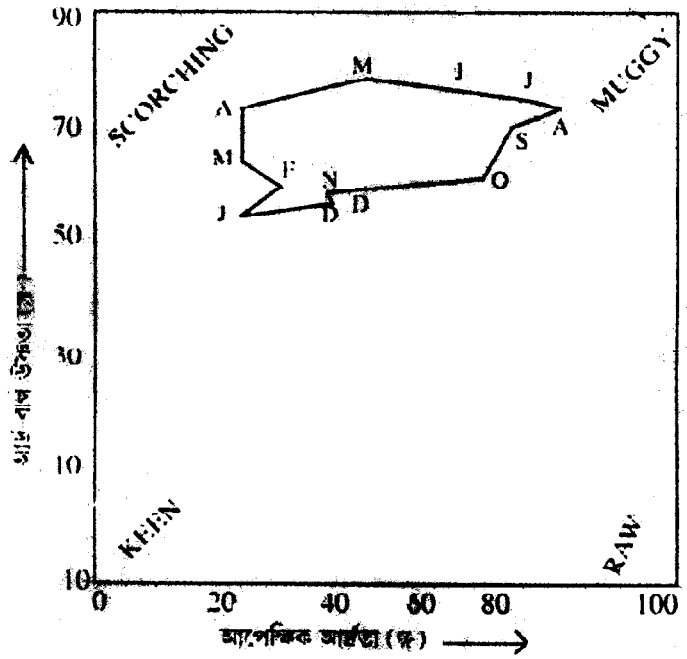
a) খুব কদাচিৎ অস্বস্তিকর — উষ্ণতা 45^0 ফা এর নীচে হলে।
b) আদর্শ অবস্থা অর্থাৎ জলবায়ু আরামদায়ক — উষ্ণতা 45^0 থেকে 55^0 ফা হলে।
c) কদাচিৎ অস্বস্তিকর — উষ্ণতা 55^0 থেকে 60^0 ফা হলে।
d) মাঝে মাঝে অস্বস্তিকর — উষ্ণতা 60^0 থেকে 65^0 ফা হলে।
e) প্রায়শই অস্বস্তিকর — উষ্ণতা 65^0 থেকে 70^0 ফা হলে।
f) সাধারণত অস্বস্তিকর — উষ্ণতা 70^0 ফা এর বেশী হলে।

আঁকার পদ্ধতি ঃ

Taylor প্রবর্তিত কাঠামোর মধ্যে প্রতিটি মাসের উত্তাপ ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার গড় মান অনুযায়ী স্থানাঙ্ক নির্ণয় করার পর স্থানাঙ্ক বিন্দুগুলিকে পরপর মাস অনুসারে অক্ষর প্রতীক দ্বারা চিহ্নিত করতে হয়। এরপর পর্যায়ক্রমে প্রত্যেক মাসকে সরলরেখা দ্বারা যোগ করলে বহুভুজ বিশিষ্ট ক্লাইমোগ্রাফ (চিত্র নং 10.2 পাওয়া যায়। ক্লাইমোগ্রাফ এর আকৃতি ও অবস্থান (কাঠামোর কোন কোণে অবস্থিত) অনুযায়ী স্কেলের ভিত্তিতে জলবায়ু আরামদায়ক কিংবা অস্বস্তিকর তা উল্লেখ করতে হয়।

উদাহরণ - প্রদত্ত রাশিতথ্যের সাহায্যে কোলকাতার ক্লাইমোগ্রাফ অংকন করুন চিত্র 10.2

মাস	জা	ফে	মা	এ	মে	জু	জুলা	আ	সে	অ	ন	ডি
আর্দ্র বাল্ব তাপমাত্রা	65	69	71	78	83	82	81	81	80	78	69	68
আপেক্ষিক তাপমাত্রা	40	44	38	38	57	69	81	79	75	72	48	48



চিত্র 10.2 কলকাতার ক্লাইমোগ্রাফ

ব্যাখ্যা ঃ চিত্র নং 10.2 কলকাতার ক্লাইমোগ্রাফ নির্দেশ করছে। এই চিত্রে দেখা যাচ্ছে যে ক্লাইমোগ্রাফটি scorching ও Muggy এই দুই কোণের মধ্যে আবদ্ধ এবং এটি Muggy র দিকে বেশি সুঁচালো। সুতরাং শারীরিক অনুভূতির পরিপ্রেক্ষিতে কলকাতার জলবায়ু আদর্শ অবস্থা অর্থাৎ আরামদায়ক থেকে মাঝে মাঝে অস্বস্তিকর অবস্থা নির্দেশ করছে।

10.3 হাইথারগ্রাফ (Hythergraph) :

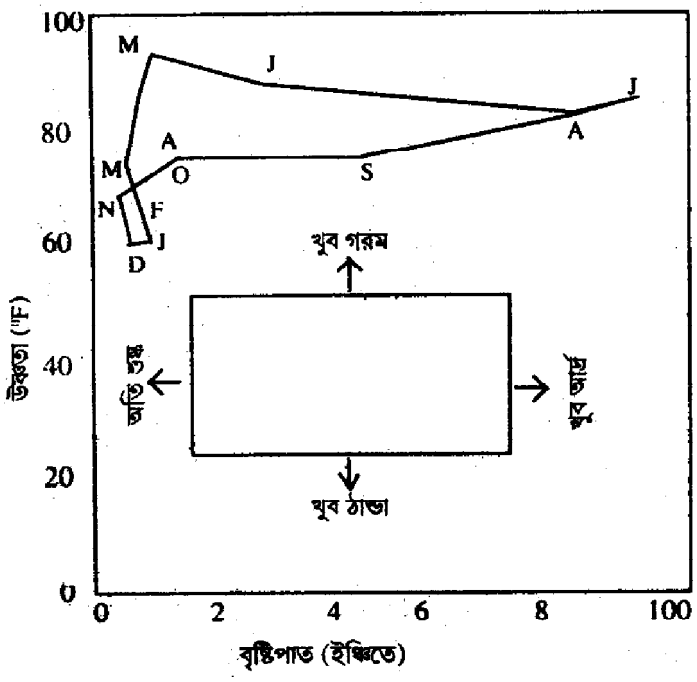
ক্লাইমোগ্রাফ এর মত হাইথারগ্রাফও প্রকাশ করেন G.Taylor। ইহাও দ্বাদশ বাহু বিশিষ্ট চিত্র বা একটি নির্দিষ্ট স্থানের মাসিক গড় তাপমাত্রা ও বৃষ্টিপাতের অবস্থা নির্দেশ করে। ক্লাইমোগ্রাফ যে পদ্বতিতে আঁকা হয় হাইথারগ্রাফও সেই একই পদ্বতিতে আঁকা হয়। তবে এক্ষেত্রে অনুভূমিক অক্ষে আপেক্ষিক আর্দ্রতার পরিবর্তে বৃষ্টিপাতকে দেখানো হয় এবং উলম্ব অক্ষে তাপমাত্রাকে

দেখানো হয়। তাপমাত্রা ও বৃষ্টিপাতের নিরীখে বারোমাসের বারোটি স্থানাঙ্ক বিন্দু পর পর সরলরেখায় যোগ করলে এই ধরনের চিত্র পাওয়া যায় (চিত্র নং 10.3)

ব্যবহার ঃ মানুষের ক্রিয়াকলাপ যেমন কৃষিকাজ ইত্যাদির জন্য কিংবা আরও সম্যকভাবে জনবসতির সাপেক্ষে বিশাল জলবায়ুগত পার্থক্য সমূহকে সংক্ষিপ্ত করার জন্য প্রধানত হাইথারগ্রাফকে ব্যবহার করা হয়। যেমন ধরা যাক, ভারতবর্ষের জলবায়ু হল ক্রান্তিয় মৌসুমী জলবায়ু। কিন্তু দেশের সর্বত্র এই জলবায়ুর বৈশিষ্ট্য এক নয়, স্থানভেদে পার্থক্য আছে। ক্ষুদ্র পরিসরে সেই পার্থক্যকে জানার জন্য মানুষের অর্থনৈতিক কাজকর্মের পরিপেক্ষিতে তাই এই চিত্রের ব্যবহার হয়ে থাকে

উদাহরণ ঃ প্রদত্ত রাশিতথ্যের সাহায্যে আগ্রার হাইথারগ্রাফ অংকন করুন এবং দেখান যে গম চাষের জন্য ইহা কোন জলবায়ুর প্রয়োজনীয়তাকে নির্দেশ করে।

মাস	জা	ফে	মা	এ	মে	জু	জুলা	আ	সে	অ	ন	ডি
তাপমাত্রা (ফা)	60	64	69	82	95	91	86	87	83	78	65	58
বৃষ্টিপাত (ইঞ্চি)	.4	.3	.3	.2	.4	2.2	8.8	7.4	4.1	.7	.1	.3



চিত্র 10.3 আগ্রার হাইথারগ্রাফ

ব্যাখ্যা ঃ প্রতিটি মাসের তাপমাত্রা ও বৃষ্টিপাত অনুসারে বারো মাসের স্থানাঙ্ক বিন্দু স্থাপন করে ও বিন্দুগুলিকে পর্যায়ক্রমিক মাস অনুযায়ী সরলরেখায় যোগ করে আগ্রা হাইথারগ্রাফ অংকন করা হয়েছে এবং তুলনা করা হয়েছে। হাইথারগ্রাফ- এর আকৃতি দেখে বোঝা যাচ্ছে যে গম চাষের জন্য আগ্রাতে উষ্ণ গম বলয়ের অন্তর্গত স্থানসমূহের অনুরূপ জলবায়ু বিদ্যমান।

10.4 কম্পোজিট ক্লাইমোগ্রাফ (Composite Climograph)

G.Taylor- এর ক্লাইমোগ্রাফ বা হাইথারগ্রাফ জলবায়ুর দুটি উপাদান- তাপমাত্রা ও আপেক্ষিক আদ্রতা/ বৃষ্টিপাতনিয়ে আঁকা হয় এবং কাঠামোর মধ্যে এদের আকৃতি ও অবস্থান জলবায়ুর প্রকৃতি নির্দেশ করে। কিন্তু কম্পোজিট কাইমোগ্রাফ কোন স্থানের জলবায়ুর এই দুটি উপাদান নিয়ে গঠিত নয়, অন্যান্য উপাদানের গড় মাসিক মানকে প্রত্যেক মাসের বিপরীত প্রতীক চিহ্নের সাহায্যে এখানে দেখানো হয়। বিভিন্ন উপাদানগুলিকে একত্র সমাবেশ করে চিত্র গঠিত হয় বলে একে কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফ নাম দেওয়া হয়েছে ।

অঙ্কন পদ্ধতি ঃ

কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফও দ্বাদশ বাহু বিশিষ্ট বহুভূজ চিত্র। (চিত্র নং 10.4) Y অক্ষে বৃষ্টিপাত ও x অক্ষে তাপমাত্রার সাহায্যে প্রত্যেক মাসের স্থানাঙ্ক বিন্দু নির্ণয় করা হয় । মনে রাখা দরকার যে ক্লাইমোগ্রাফ ও হাইথারগ্রাফ ও উল্লম্ব অক্ষে (Y-axis) সবসময় তাপমাত্রা থাকে, কিন্তু এক্ষেত্রে তাপমাত্রা অনুভূমিক অক্ষে (X-axis) দেখানো হয়।

এরপর এক একটি মাসের স্থানাঙ্ক বিন্দুকে ঘিরে প্রতীক চিহ্ন বসিয়ে প্রত্যেক মাসের জলবায়ুর বিভিন্ন উপাদানগুলিকে দেখানো হয়। স্থানাঙ্ক বিন্দুগুলিকে পর্যায়ক্রমিক মাস অনুযায়ী ভগ্ন সরলরেখায় যোগ করলে বহুভূজ কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফ পাওয়া যায়।

প্রতীক চিহ্ন ও তার বন্টন ঃ

এই চিত্রের প্রধান বৈশিষ্ট্য হল প্রতীক ব্যবহার। আপনাদের প্রত্যেকেরই প্রতীক চিহ্ন সম্পর্কে ভাল ধারণা থাকা প্রয়োজন। জলবায়ুর প্রধান উপাদানগুলির জন্য যে সব প্রতীক চিহ্ন সাধারণ ভাবে গৃহীত তার একটি তালিকা দেওয়া হল।

1) **মেঘের পরিমাণ ঃ** আকাশের মেঘাচ্ছন্নতাকে আটভাগের ভাগ অনুযায়ী দেখানো হয়। এর পরিমাণ খুব ছোট বৃত্তের মধ্যে দেখানো হয়। প্রতি মাসের স্থানাঙ্ক বিন্দুকে কেন্দ্র করে এই বৃত্ত আঁকা হয়। বিভিন্ন ভাগগুলি নিম্নরূপ ঃ

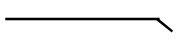
মেঘের পরিমাণ	প্রতীক চিহ্ন	চিত্রের মধ্যে মেঘাবৃত্তের
1/8	1	পরিমাণ দেখানোর জন্য স্থানাঙ্ক
1/4	.....	বিন্দুকে কেন্দ্র করে এ ধরনের ছোট
3/8	.....	একটি বৃত্ত এঁকে তার মধ্যে মেঘের
1/2	.....	পরিমাণ দেখাতে হয়। অর্থাৎ
5/8	.....	চিত্রের মধ্যে ঐ ক্ষুদ্রবৃত্তের অবস্থান
3/4	.....	মাসের অবস্থানকে চিহ্নিত করে।
7/8	.....	
সম্পূর্ণ মেঘাবৃত	.....	

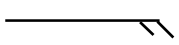
2) **বায়ুর গতি (Wind velocity/speed)**

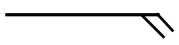
আন্তর্জাতিক ভাবে বায়ুপ্রবাহের গতি নট্ (knot) এ দেখনো হয়। কিন্তু একে কিলোমিটারেও দেখানো যেতে পারে। প্রশ্নপত্রে বায়ুপ্রবাহের পরিমাণ যদি কিমিতে দেওয়া থাকে তাহলে তাকে (knot)-এ রূপান্তরিত করে বায়ুপ্রবাহের গতি প্রতীক চিহ্নের মাধ্যমে দেখানো হয় 1.85 কিমিতে এক Knot ধরে রূপান্তর করতে হয়। প্রথমে দেখা যাক আন্তর্জাতিক প্রতীক চিহ্ন কি ধরনের—

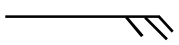
5 knot এর কম।

5 knot


10 knot


15 knot


20 knot


25 knot

কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফ আঁকার জন্য রাশিতথ্য অনুযায়ী আপনারা এর কিছু পরিবর্তন করতে পারেন। যেমন প্রতীকগুলিকে একই রকম রেখে বায়ুপ্রবাহের গতির পরিমাণ কিমিতে প্রকাশ

করতে পারেন, অর্থাৎ ——এই চিহ্ন সমান 5 knot এর বদলে 5 কিমি উল্লেখ করতে পারেন। এছাড়া প্রশ্নপত্রে বায়ুপ্রবাহের গতির প্রসরের উপর নির্ভর করে একই প্রতীক চিহ্ন দিয়ে গতির পরিমাণের তারতম্য ঘটানো যেতে পারে যেমন -

——— = 2.5 knot/km বা এর কম।

———— = 2.6–7.5 knot/km

———— = 7.6–10.0 knot/km

সুতরাং আপনারা নিজেদের সুবিধা মত প্রতীক চিহ্ন ও তার স্কেল নির্বাচন করবেন।

3) **বায়ুপ্রবাহের দিক** (Wind direction) বায়ু যে দিক থেকে প্রবাহিত হয় একটি সরলরেখার দ্বারা সেই দিক দেখানো হয়, নিচে তা দেখানো হল-

উত্তর

উত্তর পূর্ব

পূর্ব

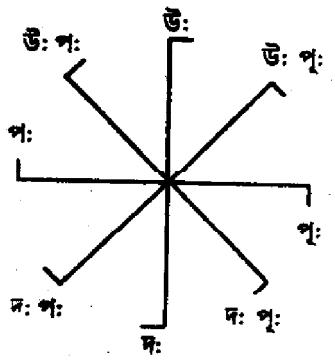
দক্ষিণ পূর্ব

দক্ষিণ

দক্ষিণ পশ্চিম

পশ্চিম

উত্তর পশ্চিম



চিত্র নং 10.4

চিত্রের মধ্যে দিক নির্ণয় ও গতির পরিমাণ নির্দেশ করা হয়েছে ও তার প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে। বায়ুপ্রবাহের গতি ও দিককে একই সাথে দেখানো হয়। মেঘাবৃত অবস্থানকে কেন্দ্র করে তার চারদিকে একে স্থাপন করা হয় যেমন মেঘাবৃত্তের পরিমাণ 5, বায়ুর প্রবাহের গতি 5Knot ও দিক উত্তরপূর্ব তাহলে এদের বন্টন পাশের চিত্রের মত হবে—

4) বৃষ্টিপাত দিনের সংখ্যা (No. of rainy days)

বৃষ্টিপাত দিনের সংখ্যা ডট্ (.)এর সাহায্যে দেখানো হয়। দিনের সংখ্যার নির্ভর করে ডট এর

স্কেল নির্বাচন করতে হয়। তাই একটি ডট সমান এক. দুই বা তিন দিন ধরা যায়, অথবা এরূপ নির্দিষ্ট না করে একটি ডট সমান 1 থেকে 3 দিন, দুটি ডট সমান 4 থেকে 6 দিন, এরূপ হিসাব করা যেতে পারে। অর্থাৎ কোন মাসে দুদিন বৃষ্টিহলে যেমন একটা ডট এর দ্বারা দেখানো যাবে, তেমনি 4 বা 5 বা 6 বা দিন বৃষ্টি হলে দুটো ডট এর সাহায্যে দেখানো যায়।

5) বায়ুর চাপ ঃ (Wind pressure) বায়ুর চাপ মিলিবারেও সংখ্যায় প্রকাশ করা হয়। তাই কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফে ও তা প্রত্যেক মাসের পাশে সংখ্যা দিয়ে লেখা হয়। চাপের পরিমাণ তিন সংখ্যা বিশিষ্ট হলে সবগুলি সংখ্যা লেখা হয়। যেমন 996 মিলিবার। এক্ষেত্রে 996 এই সংখ্যাটি লেখা হবে। কিন্তু চার সংখ্যা বিশিষ্ট হলে তার শেষ তিনটি সংখ্যা লেখা হবে। যেমন 1002 মিলিবার লেখা হবে 002 কিংবা 1000 মিলিবার লেখা হবে 000 দিয়ে। চাপের পরিমাণ দশমিক সংখ্যায় প্রকাশিত হলে ঐ সংখ্যা তার আসন্ন মানে এনে চাপের পরিমাণ লিখতে হয়। যেমন 1010.3 মিলিবার লেখা হবে 010 যদি 996.5 থাকে তাহলে লেখা হবে 997 ।।

ব্যবহার ঃ

জলবায়ুর এই কয়েকটি প্রধান উপাদানের সাহায্যে কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফ গঠন করা হয়। এখানে এই চিত্রের আকৃতিকে জলবায়ুর প্রকার নির্ধারণে বিবেচনা করা হয় না। প্রত্যেক মাসের উত্তাপ, বৃষ্টিপাত, বায়ুর চাপ, গতি, প্রবাহ দিক , মেঘাচ্ছন্নতা ও বৃষ্টিপাতের পরিমাণ বিবেচনা করে কোন স্থানের বায়ুর শ্রেণী বিভাগ করা হয় ও তার বৈশিষ্ট্য জানা হয়।

কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফ আঁকতে হলে যে যে পদ্বতি গ্রহণ করা দরকার সেগুলি হল ,

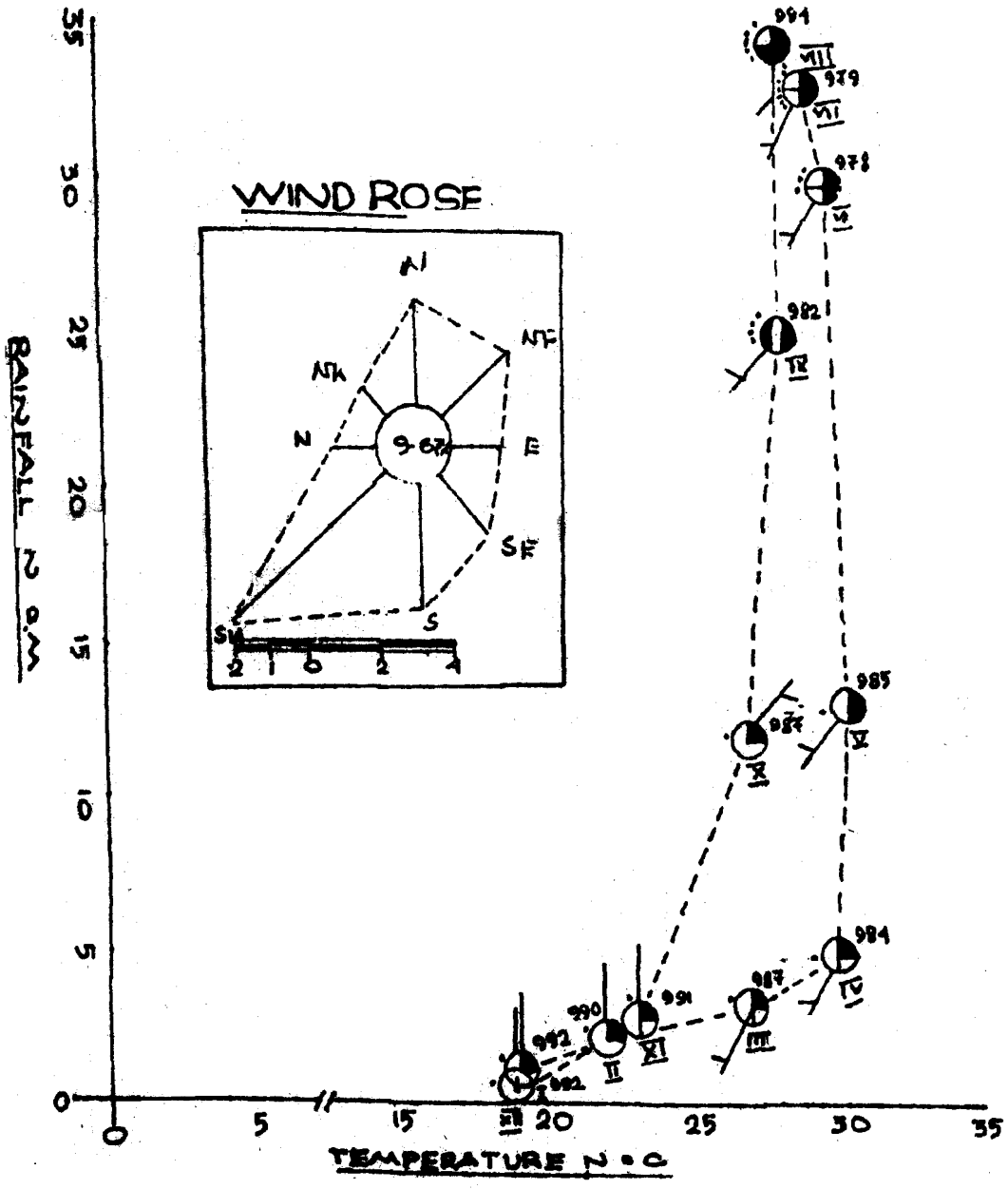
1) অনুভূমিক ও উল্লম্ব অক্ষে যথাক্রমে তাপমাত্রা ও বৃষ্টিপাত অনুযায়ী স্কেল নির্বাচন করে এই দুই অক্ষকে মাত্রায় ভাগ করা।
2) উল্লিখিত দুই উপাদানের সাাহায্যে প্রত্যেক মাসের স্থানাঙ্ক বিন্দু নির্ণয় করা ও স্থাপন করা।
3) স্থানাঙ্ক বিন্দুকে কেন্দ্র করে প্রতি মাসের জন্য একটি করে ক্ষুদ্র বৃত্ত অংকন ও তাতে মেঘাচ্ছন্নতার পরিমাণ উল্লেখ করা।
4) মেঘাবৃত বৃত্তকে কেন্দ্র করে বায়ুপ্রবাহের দিক ও গতির পরিমাণ নির্দেশ করা।
5) বৃত্তের পাশে সুবিধা মত বৃষ্টিপাত দিনের সংখ্যার জন্য ডট বসান ও বায়ুর চাপের জন্য সংখ্যা লেখা।
6) মাসের নাম অক্ষর প্রতীকের দ্বারা লিখুন। রোমান হরফে, I, II, III ইত্যাদির মাধ্যমেও মাসের নাম বোঝান যেতে পারে। এর জন্য একটি সূচীপত্র তৈরি করতে হয়।
7) প্রত্যেক মাসকে পরপর— দ্বারা যোগ করা।
8) ফাঁক জায়গা দেখে (wind rose) চিত্র আঁকা।
9) জলবায়ুর উপাদানগুলির জন্য পৃথক পৃথক ভাবে সুচীপত্র (Index) তৈরি করা। কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফ এ সূচীপত্রই প্রধান, কারণ এই চিত্রের জন্য আলাদা কোন হিসাব করতে হয় না।

উদাহরণ—নিচে প্রদত্ত রাশিতথ্যের দ্বারা কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফ অংকন করুন এবং বেলুন ইহা কি ধরনের জলবায়ু নির্দেশ করছে (চিত্র 10.5)

MONTH	pressure in mb	Temp in ^{0}C	Rainfall in cm	Cloud Amount	wind speed km/h	No.of rainy days
JANUARY	993	49.6	1.20	2		5
FEBRUARY	990		2.80	2	2.8	1.5
MARCH	987	27	3.41	3	5.0	1.8
APRIL	98.4	30	5.00	3	6.5	1.7
MAY	985	30.4	13.40	4	7.8	1.2
JUNE	978	29.9	29.00	5	6.0	9.0
JULY	979	28.9	33.10	5	5.6	18.0
AUGUST	984	28.7	34.30	6	5.7	15.0
SEPTEMBER	982	28.9	25.32	7	4.8	10.5
OCTOBER	987	27.6	12.70	3	3.57	4.0
NOVEMBER	991	23.4	2.71	2	2.9	1.0
DECEMBER	992	19.7	0.40	1	2.5	0.5

WIND DIRECTION

SL	N	NE	E	SE	S	SW	SW	NW	CALM
1	5	4	1	1	2	1	0	1	16
2	4	3	1	1	2	1	1	15	15
3	1	2	1	2	9	3	3	9	9
4	1	1	0	2	16	2	2	3	3
5	1	3	2	9	10	0	0	5	5
6	0	0	1	8	10	1	0	7	7
7	0	1	2	5	13	2	1	6	6
8	0	2	2	8	4	2	0	3	3
9	2	0	1	1	5	3	0	10	10
10	1	6	5	1	0	0	1	16	16
11	8	3	0	1	1	1	5	10	10
12	11	7	1	0	0	0	1	11	11



চিত্র 10.5 কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফ

ব্যাখ্যা ঃ অংকিত কম্পোজিট ও ক্লাইমোগ্রাফ কোন স্থানের মৌসুমী জলবায়ু নির্দেশ করে, কারণ গরমের মাসগুলিতে বায়ুর চাপ কম, বায়ুপ্রবাহ দক্ষিণ পশ্চিম ও দক্ষিণ দিক থেকে এবং মেঘাচ্ছন্নতা ও বৃষ্টিপাতের দিনের সংখ্যাও বেশী। অন্যদিকে শীতের মাসগুলিতে উল্লিখিত অবস্থান বিপরীত অবস্থায় দেখা যায়।

10.5 উইন্ড রোজ (Wind rose)

উইন্ড রোজ এক ধরনের তারকাচিত্র (star diagram)। সচরাচর বিদ্যমান (Prevailling) বায়ুপ্রবাহ বোঝাতে এই ধরনের চিত্র আঁকা হয়। এটি কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফের অঙ্গাঙ্গী অংশ বিশেষ। ক্লাইমোগ্রাফ আঁকলে তার পাশে পৃথকভাবে উইন্ড রোজ আঁকতেই হবে। প্রতি মাসের বায়ুপ্রবাহের দিকের সংখ্যা ও শান্ত (calm) অবস্থার সংখ্যা নিয়ে উইন্ড রোজ আঁকতে হয় (চিত্র 10.5) । অনেক সময় বায়ু প্রবাহের দিন চরম সংখ্যার (absolute number) বদলে শতকরা হিসাবে পাওয়া যায়। যেভাবেই পরিসংখ্যা দেওয়া থাক না কেন একে রৈখিক স্কেলের সাহায্যে আঁকতে হয়। প্রবাহের দিকের মান সবসময় দৈর্ঘ্যের আনুপাতিক হয়।

অংকন পদ্ধতি ঃ বার মাসের বায়ুপ্রবাহের দিকের গড় মান বা সর্বাধিক চরম মান দিয়ে উইন্ড রোজ আঁকা হয়। কতকগুলি ধাপ অনুসরণ করলে এই চিত্র আঁকা হয়ে যায়। ধাপগুলি এরূপ

1) শান্ত অবস্থার বার মাসের গড় সংখ্যা দিয়ে এক সেমি ব্যাস এর (ব্যাস বা ব্যাসার্ধের নির্দিষ্ট কোন মান নেওয়ার বাধ্যবাধকতা নেই) একটি বৃত্ত অংকন করুন। গড় মানের বদলে সর্বাধিক মানযুক্ত মাসের চরম মান দিয়েও ঐ একই আকৃতির বৃত্ত আঁকা যায়।
2) বৃত্তের ভিতরে শান্ত অবস্থার মান সংখ্যায় লিখে দেবেন।
3) বৃত্তকে কেন্দ্র করে সমান কৌণিক দূরত্বে (45^0) আটটি সরলরেখা মোটামুটি পরিমাপ মত বৃত্তের প্রান্ত সীমানা থেকে টানুন। প্রতিটি রেখা এক একটি দিক নির্দেশ করে।
4) যে সরল রেখা যে দিক নির্দেশ করে সেই দিকের বায়ু প্রবাহের বার মাসের গড় মান অথবা যে মাসের মান সর্বাধিক সেই মানের সাপেক্ষে একটি নির্দিষ্ট স্কেল অনুযায়ী আনুপাতিক দৈর্ঘ্য পরিমাপ করে বৃত্তের প্রান্ত ভাগ থেকে ঐ দৈর্ঘ্য নিয়ে ঐ সরল রেখাকে কেটে নিন। এবার ঐ রেখার বর্ধিত অংশ মুছে দিন। উদাহরণ দিয়ে বিষয়টি বোঝান যাক। ধরা যাক উত্তর পূর্ব দিকের বায়ুপ্রবাহের মান জানুয়ারী মাসে সবচেয়ে বেশী 15 আছে। অন্য মাসগুলিতে এর চেয়ে কম। যদি এক সেমিতে 5 ধরা যায় তাহলে উত্তর পূর্ব দিকের সরল রেখার দৈর্ঘ্য হবে 3 সেমি। এভাবে বায়ু প্রবাহের আট দিক এঁকে নিন।

INDEX

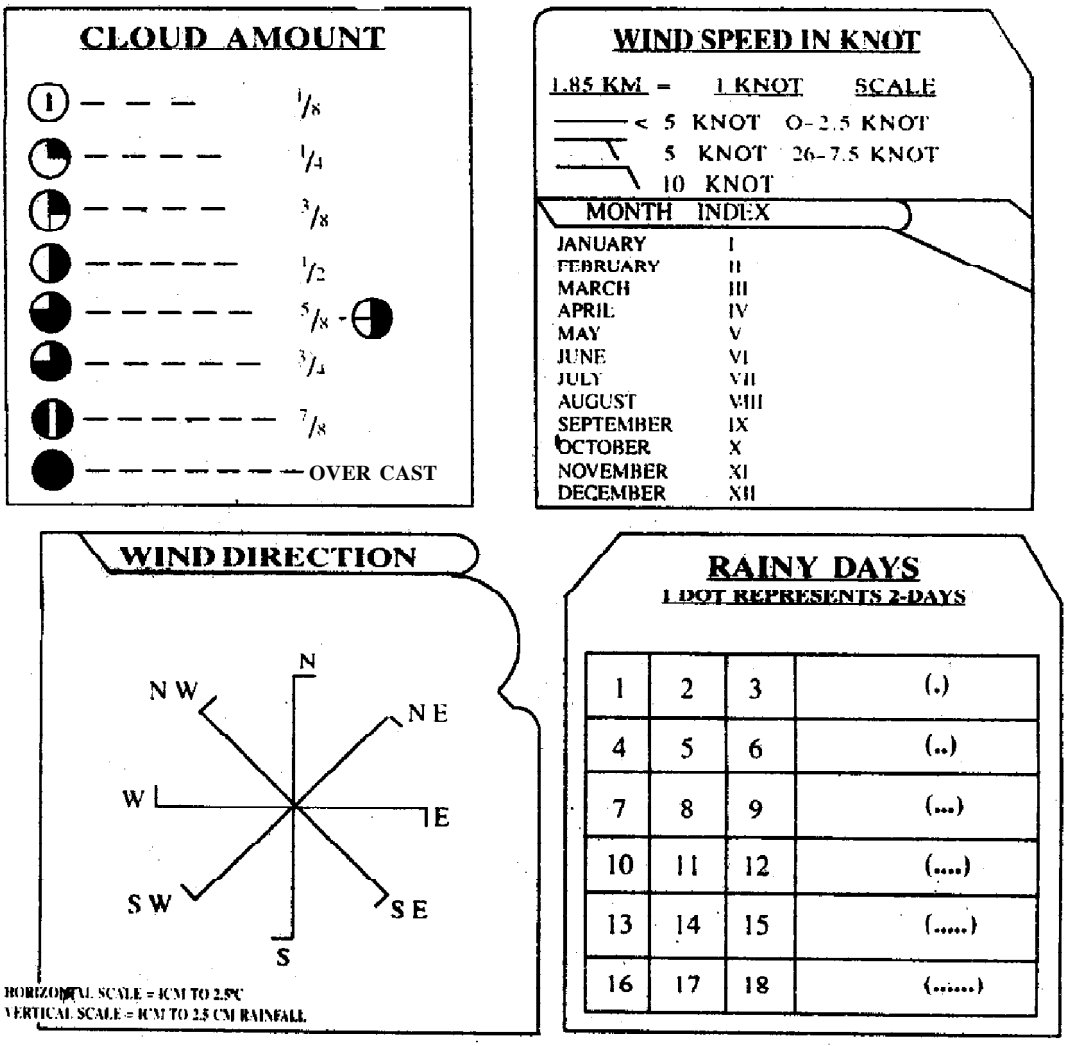


TABLE NO–1

CALCULATION FOR WIND ROSE

DIRECTION	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N
TOTAL	34	32	17	25	39	74	16	14	116
AVERAGE	2.8	2.67	1.4	2.08	3.25	6.16	1.3	1.16	9.67
SCALE	1.4	1.33	.7	1.04	1.6	3.08	.65	.58	4.83

5) সরলরেখাগুলির প্রান্ত ভাগ যোগ করে সীমানা চিহ্নিত করুন। কেমন সরলরেখা কি দিক নির্দেশ করে তা লিখে দিন।

6) এভাবে অংকিত উইন্ড রোজ এর পাশে স্কেল লৈখিকভাবে (Graphical) এঁকে দিন অথবা ভাষায় লিখে দিন।

ব্যবহার ঃ কোন স্থানের মাসিক বা বাৎসরিক বায়ুপ্রবাহের দিক, দিকের পরিবর্তন বা স্থায়িত্ব বোঝাতে উইন্ড রোজ ব্যবহার করা হয়। উপকূলবর্তী দিন রাতে সমুদ্র বায়ু ও স্থলবায়ুর দিক পরিবর্তন এই চিত্রের সাহয্যে তুলে ধরা যায়। বায়ুর দৈনিক বা ঋতুকালীন দিক পরিবর্তন, বা তার স্থায়িত্ব কোন অঞ্চলের আবহাওয়া ও জলবায়ুর বিশ্লেষনে গুরুত্বপূর্ণ উপাদানরূপে বিবেচনা করা হয়।

10.6 প্রশ্নাবলী

1) প্রদত্ত রাশিতথ্যের সাহায্যে কম্পোজিট্ ক্লাইমোগ্রাফ অংকন করুন ও এর জলবায়ুগত বৈশিষ্ট্য লিখুন।

MONTH	pressure in mb	Temp in ^{0}C	Rainfall in cm	Cloud Amount	No. of rainyday	wind speed	WIND DIRECTION								Calm
							N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
JAN	–	7.35	0.97	6.7	–	2.56	4	15	8	1	8	5	3	0	56
FEB	–	5.75	0.79	6.6.	–	3.15	3	11	6	0	7	6	7	0	60
MAR	–	0.30	0.71	6.1	–	4.66	2	9	8	5	11	5	6	0	54
APR	–	6.00	0.58	5.2	–	6.29	1	6	7	4	21	5	5	1	50
MAY	–	10.20	0.56	4.4.	–	6.53	1	4	5	5	28	9	4	1	53
JN	–	14.30	0.46	3.9	–	5.83	1	4	5	4	17	7	6	1	55
JL	–	17.35	1.19	4.6	–	4.43	2	5	5	2	8	5	5	0	68
AUG	–	17.10	1.50	4.7	–	3.96	1	5	6	2	14	3	2	0	67
SEPT	–	13.15	0.69	3.6	–	3.03	1	7	5	3	8	3	6	1	66
OCT	–	6.90	0.25	2.7	–	4.43	2	8	5	2	6	4	6	0	67
NOV	–	0.88	1.02	3.2	–	4.43	0	14	8	1	4	5	2	1	65
DEC	–	4.40	0.49	5.8	–	3.26	3	16	8	1	5	4	0	1	62

2) (a) নিম্নে প্রদত্ত রাশিতথ্যের দ্বারা ক্লাইমোগ্রাফ অংকন করুন, ইহা কি জলবায়ু নির্দেশ করছে তা বলুন

MONTH	pressure in mb	Temp in ^{0}C	Rainfall in cm	Cloud Amount	No. of rainyday	wind speed	WIND DIRECTION								Calm
							N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
JAN	1019.9	23.60	0.51	2.4	0.3	9.09	26	23	6	6	3	0	0	1	25
FEB	1011.2	25.16	1.35	2.6	0.6	8.86	20	15	7	18	10	1	0	1	28
MAR	1012.0	27.38	1.07	2.9	0.5	10.02	14	6	4	20	23	7	2	1	23
APR	1009.8	29.94	1.75	4.3	0.9	13.52	1	1	1	20	49	17	3	1	07
MAY	1005.6	32.50	3.35	4.6	2.0	15.39	1	1	1	13	30	18	13	14	09
JN	1003.2	31.88	10.71	6.0	6.2	17.72	2	0	0	3	5	8	34	42	06
JL	1003.1	29.50	16.23	7.8	10.7	19.39	0	0	0	0	4	12	40	35	09
AUG	1004.9	29.00	15.90	7.2	10.2	14.69	1	0	0	0	4	12	38	35	11
SEPT	1006.8	31.66	16.18	6.7	9.9	10.49	1	1	1	1	5	13	26	35	17
OCT	1010.4	27.94	21.84	4.8	6.5	8.39	18	14	4	5	5	4	9	17	24
NOV	1013.4	25.50	14.68	3.9	4.7	9.79	28	30	8	4	10	0	1	5	14
DEC	1015.8	23.61	1.61	2.5	0.9	9.79	40	31	8	3	0	0	0	1	17

(b)

MONTH	pressure in mb	Temp in ^{0}C	Rainfall incm	Cloud Amount	wind speed	No.of rainy day
JAN	992	19.6	1.20	2	3.0	0.5
FEB	990	22.0	2.80	2	2.8	1.5
MAR	987	27.1	3.41	3	5.0	1.8
APR	984	30.1	5.00	3	6.5	1.7
MAY	985	30.4	13.40	4	7.8	1.2
JN	978	29.9	29.00	5	6.0	9.0
JL	979	28.9	33.10	5	5.6	18.0
AUG	984	28.7	34.30	6	5.7	15.0
SEPT	982	28.9	25.32	7	4.8	10.5
OCT	987	27.6	12.70	3	3.5	4.0
NOV	991	23.4	2.71	2	2.9	1.0
DEC	992	19.7	0.40	1	2.5	0.5

WIND DIRECTION

MONTH	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM
Jan	5	4	1	1	1	2	1	0	16
Feb	4	3	1	1	1	2	1	1	15
Mar	1	2	1	1	2	9	3	3	9
Apr	1	1	0	1	2	18	2	2	3
May	1	1	2	3	9	10	0	0	5
Jun	0	0	1	3	8	10	1	0	7
July	0	1	2	1	5	13	2	1	6
Aug	4	2	2	4	8	4	2	0	8
Sept	2	0	1	8	1	5	3	0	10
Oct	1	6	5	1	1	0	0	1	16
Nov	8	3	0	1	1	1	1	5	10
Dec	11	7	1	0	0	0	0	1	11

3) প্রদত্ত রাশিতথ্যের দ্বারা ক্লাইমোগ্রাফ এবং উইন্ড রোজ অংকন করুন এবং জলবায়ু সনাক্ত করুন

TABlE -1

Month	Temperature in^{0}C		Rainfall in mm	station level Pressure in mt	No. of Mean Rainy days	Wind speed kmph	cloud amount oktas of sky
	Highest in month	Lowest in month					
January	30.4	4.5	26.4	971.9	2.3	3.4	2.3
February	33.7	6.0	21.5	969.9	1.0	4.0	1.7
March	38.7	10.3	14.9	967.8	1.4	4.6	1.5
April	42.1	15.3	9.4	964.9	0.8	5.5	1.7
May	44.6	21.1	15.0	960.6	1.3	7.1	1.7
June	43.3	22.5	170.4	957.3	9.2	8.6	4.7
July	35.5	21.9	505.0	956.6	19.6	8.2	7.2
August	33.3	22.1	400.7	958.3	17.3	7.6	7.2
September	33.6	20.9	212.4	961.7	10.3	5.7	5.4
October	33.9	13.3	50.1	967.5	3.3	3.5	2.5
November	31.9	7.5	16.7	971.1	0.7	2.8	1.5
December	30.2	4.8	5.0	972.3	0.5	2.7	1.4

Table -II Wind

Percentage no. of day of wind

MONTH	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM
January	5	8	4	33	9	1	1	2	37
February	3	5	3	36	9	3	3	2	36
March	3	5	4	32	12	6	3	3	32
April	2	5	3	25	13	13	9	2	28
May	2	2	1	10	11	29	26	3	16
June	1	7	1	4	9	41	18	9	10
July	0	2	1	4	7	41	31	4	10
August	2	3	1	4	6	38	31	3	12
September	2	6	4	9	9	25	21	4	20
October	2	8	5	30	15	4	4	1	31
November	1	4	4	48	11	1	1	1	29
December	3	4	4	44	8	1	0	1	35

Notes

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.