একক 1 □ পরিসংখ্যান প্রকৃতি; অবিচ্ছিন্ন চল, বিচ্ছিন্ন চল, স্থিতিমাপক, স্কেল, অস্থিতিমাপক স্কেল, শতকরার ব্যবহার

(Nature of statistical data; Discrete, Continuous Parametric, Non-parametric, use of percentage)

গঠন

1.1 প্রস্তাবনা

1.2 উদ্দেশ্য

1.3 চল (Variables)

1.4 স্থিতিমাপক স্কেল (Parametric scale)

1.5 অস্থিতিমাপক স্কেল (Non-Parametric scale)

1.6 শতকরার ব্যবহার (Use of percentages)

1.1 প্রস্তাবনা

স্ট্যাটিসটিকস (রাশিবিজ্ঞান) শব্দের উৎপত্তি ঃ স্ট্যাটিসটিকস (Statistics) শব্দটির উৎস সঠিকভাবে জানা যায়নি। খুব সম্ভবত **স্টেট** (State) শব্দটি থেকে **স্ট্যাটিসটিকস** শব্দটি এসেছে। প্রাচীন ও মধ্যযুগে রাজা ও সামন্তগণ প্রজাদের তথ্য কৃষকদের কাছ থেকে রাজস্ব আদায়ের জন্য বসবাসকারী জনসংখ্যা সম্পর্কে এবং তাদের অর্থনৈতিক অবস্থা সম্পর্কে নানা প্রকার তথ্য সংগ্রহ করত। এমনকি যুদ্ধ, অর্থনৈতিক পরিকল্পনার ক্ষেত্রেও এধরনের তথ্য ব্যবহার করা হত। রাশিবিজ্ঞান শব্দটির সঙ্গে রাশিতথ্যের (Data) সম্পর্ক অতি নিবিড়। তাই মনে করা হয় যে **স্টেট** শব্দটি থেকে **স্ট্যাটিসটিকস** শব্দটি এসেছে।

রাশিবিজ্ঞানের সংখ্যা ঃ রাশিবিজ্ঞানকে এককভাবে সংজ্ঞা দেওয়া যায় না। সাধারণত ইহা তিনটি ভিন্ন ভিন্ন অর্থে ব্যবহৃত হয়। যেমন,

প্রথম অর্থে, রাশি বিজ্ঞান বা পরিসংখ্যান, রাশিতথ্য শব্দটির সঙ্গে সমার্থক। সুতরাং এই পরিসংখ্যান বা রাশিবিজ্ঞান বলতে যে কোন বিষয়ের উপর সংগৃহীত রাশিতথ্যকেই (Data) বোঝায়।

দ্বিতীয় অর্থে, রাশিবিজ্ঞান হল বিজ্ঞানের একটি শাখা যাতে রাশিতথ্য সংগ্রহ (Collection), উপস্থাপনা (Presentation), বিশ্লেষণ (Analysis) এবং ব্যাখ্যা (Interpretation)-এর বিভিন্ন পদ্ধতি সম্পর্কে আলোচনা করা হয়।

তৃতীয় অর্থে, রাশিবিজ্ঞান হল এক শ্রেণীর সংখ্যাত্ম সূচক বা পরিমাপ, যা কোন নমুনা রাশিতথ্যের ভিত্তিতে নির্ণয় করা হয়। বস্তুত প্রথম ও দ্বিতীয় অর্থে রাশিবিজ্ঞান বা পরিসংখ্যান সব সময়ই বহুবচন ধরা হয়। একমাত্র তৃতীয় অর্থে রাশিবিজ্ঞানকে একবচন ও বহুবচন উভয় অর্থেই ব্যবহার করা যায়।

উদাহরণ ঃ নিচের ছকের সাহায্যে মধ্যমা গণনা করুন।

নম্বর ঃ	0-10	10-30	30-60	60-70	70-90
ছাত্রসংখ্যা ঃ	15	25	30	4	10

সমাধান ঃ

মার্ক	ছাত্রসংখ্যা	ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা
0-10	15	15 মধ্যমা $= \frac{84}{2}$ তম পদের আকার
10-30	25	40 = 42 " " "
30-60	30	70 ∴ মধ্যমা (30-60) শ্রেণীতে অবস্থিত।
60-70	4	74
70-90	10	84 (N)

∴ $l_1 = 30$, M = 42, C = 40, fm = 30, i = 60 – 30 = 30

∴ মধ্যমা $= 30 + \frac{42-40}{30} \times 30 = 30 + 2 = 32$

টীকা ঃ যদি শ্রেণীবিভাগের দৈর্ঘ্য সমান করে বিভাজন তৈরী করা হয় (পরিসংখ্যা দরকার মত পাল্টিয়ে) সেক্ষেত্রেও আমরা মধ্যমার একই মান পাব। নীচের উদাহরণটি লক্ষ্য করুন।

নম্বর	পরিসংখ্যা	ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা
0-10	15	15 মধ্যমা = 42-তম পদের আকার
10-20	12.5	27.5 (30-40) শ্রেণীতে মধ্যমা অবস্থান করছে
20-30	12.5	46
30-40	10	50 $l_1 = 30$, M = 42, C = 40, fm = 10, i = 10
40-50	10	60
50-60	10	70 ∴ মধ্যমা $= 30 + \frac{42-40}{10} \times 10$
60-70	4	74
70-80	5	79 = 30 + 2 = 32 নম্বর
80-90	5	84 (N)

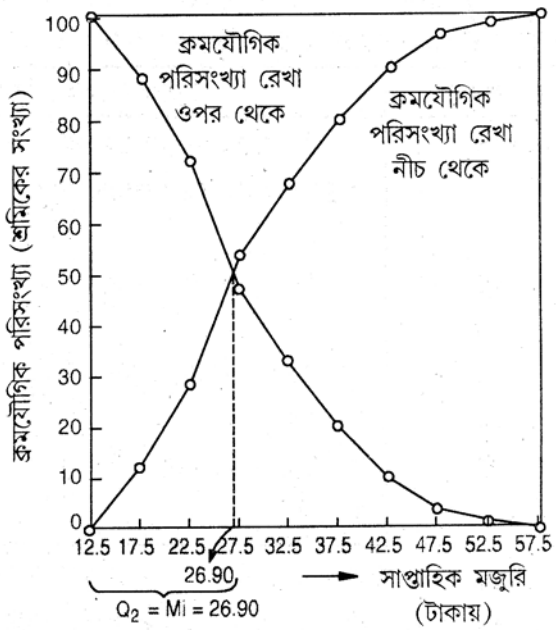
4.4.8 লেখ (Graph)-এর সাহায্যে মধ্যমা নির্ণয় ঃ

দুটি ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা (কম থেকে বেশী less than type বা বেশী থেকে কমের দিকে more than type) রেখা (ogive) অঙ্কণ করেও মধ্যমা নির্ণয় করা যায়। দু'টি রেখার ছেদবিন্দু থেকে x-অক্ষে উলম্ব (Vertical) রেখা আঁকতে হবে। x-অক্ষে ছেদবিন্দু-2 হবে মধ্যমা। নীচের উদাহরণ 3 রেখাচিত্রটি লক্ষ্য করুন।

উদাহরণ ঃ

প্রদত্ত রাশিতথ্যে একটি কারখানার 100-জন শ্রমিকের সাপ্তাহিক মজুরীর পরিমাণ দেওয়া আছে, এই তথ্যরাশি থেকে লেখচিত্রের সাহায্যে মধ্যমা দেখান।

সাপ্তাহিক মজুরী	শ্রমিকের সংখ্যা (f)	ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা (cf)	
		নীচ থেকে	উপর থেকে
12.5-17.5	12	12	100 n
17.5-22.5	16	28	88
22.5-27.5	25	53	72
27.5-32.5	14	67	47
32.5-37.5	13	80	33
37.5-42.5	10	90	20
42.5-47.5	6	96	10
47.5-52.5	3	99	4
52.5-57.5	1	100	1
মোট	$\Sigma fi = n = 100$		



লেখচিত্র : প্রদত্ত পরিসংখ্যা বিভাজনের ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা রেখা।

লেখচিত্রটি লক্ষ্য করুন। এখানে দুটি যৌগিক পরিসংখ্যা (উপর থেকে নীচে ও নীচে থেকে ওপরে) একটি বিন্দুতে মিলছে যেখান থেকে উলম্বভাবে নীচে একটি রেখা টানা হয়েছে (x-অক্ষরেখার দিকে)। এটি x-অক্ষরেখার 26.9 মান ছেদ করেছে। অতএব 26.9 হল মধ্যমা।

সূত্রের সাহায্যেও আমরা একই প্রকার মধ্যমার মান পাই। নীচের সমাধানটি লক্ষ্য করুন।

সমাধান ঃ

$l_1 + \frac{N/2 - C}{fm} \times i$ [এখানে $l_1 = 22.5$; N/2 50, C = 28; i = 5; fm = 25]

$= 22.5 + \frac{50-28}{25} \times 5 = 22.5 + \frac{22 \times 5}{25} = 22.5 + 4.4 = 26.5$।

4.4.9 পরিসংখ্যান গড় হিসেবে মধ্যমা ব্যবহারের সুবিধে ও অসুবিধে (Merits and Demerits of Median as a Statistical Average)

সুবিধে ঃ

(i) যৌগিক গড়ের মত মধ্যমা সহজে নির্ণয় করা যায় ও সহজে বোঝা যায়।

(ii) কোন কোন ক্ষেত্রে মধ্যমা রাশিতথ্যমালা পর্যবেক্ষণ করে নির্ণয় করা যায়।

(iii) শ্রেণীর অন্তিম সংখ্যা দেওয়া না থাকলেও মধ্যমা নির্ণয় করা যায়।

(iv) লেখ (Graph)-র সাহায্যে মধ্যমা নির্দেশ করা যায়।

(v) এর মান রাশিতথ্যমালার সামান্য কয়েকটি অতি উচ্চ বা অতি নিম্নমানের রাশির দ্বারা প্রভাবিত হয় না। এর মান রাশিতথ্যমালার প্রসার অথবা তার মানের নীচে বা ওপরে রাশিতথ্যমালার মানের বিস্তৃতির ওপর নির্ভর করে না।

(vi) যদি শ্রেণীবিভাগের দৈর্ঘ্য পরস্পর সমান না হয় অথবা প্রান্তীয় শ্রেণীবিভাগ মুক্ত (open) থাকে, তবে তার দ্বারা মধ্যমার মান প্রভাবিত হয় না। এক্ষেত্রে যৌগিক গড় অপেক্ষা মধ্যমার ব্যবহার খুব সুবিধেজনক।

(vii) যে সব তথ্য সংখ্যার সাহায্যে প্রকাশ করা যায় না (যেমন বুদ্ধি, সততা ইত্যাধি তাদের বৈশিষ্ট্যের পরিমাণ নিরূপণে মধ্যমার ব্যবহার খুব সুবিধেজনক।

(viii) মধ্যমা রাশিতথ্যমালার সর্বমধ্য পদটির মাঝকে প্রকাশ করে। তাই এর মান রাশিতথ্যমালার কেন্দ্রীয় প্রবণতার সঠিক পরিমাপক বলে মনে করা হয়।

অসুবিধে ঃ

(i) মধ্যমার মান নির্ণয়ে রাশিতথ্যমালার মানসমূহ মানের ঊর্ধ্বক্রম (বা অধঃক্রম) অনুযায়ী সাজাতে হয়। এটি খুব কষ্টসাধ্য ব্যাপার।

(ii) এর মান নিরুপণে বীজগণিতের নিয়মাবলীর সহজ প্রয়োগ সম্ভব নয়।

(iii) অনেক সময় এর সঠিক মান নির্ণয় করা সম্ভব হয় না; শুধু আনুমানিক মান নির্ণয় করা যায়।

(iv) এর মান নির্ণয়ে রাশিতথ্যমালার প্রত্যেকটি রাশি ব্যবহৃত হয় না।

(v) দুই বা ততোধিক গ্রুপের মিশ্রিত মধ্যমা গণনা করা যায় না।

(vi) রাশিতথ্যের সব মানের ওপর মধ্যমা নির্ভর করে না।

(vii) এর নমুনা বিচ্যুতি অন্যান্য গড়ের তুলনায় বেশী।

4.5 ভগ্নাংশক-চতুর্থক, দশমক এবং শততমক (Partition values-Quartiles, Deciles, Percentiles)

আমরা জানি যে একটি চলরাশির মানগুলোকে যদি ছোট থেকে বড়ো (ঊর্ধ্বক্রমে) বা বড়ো থেকে ছোট (নিম্নক্রমে) পর পর সাজানো যায় তবে মধ্যমা (Median) সেই সারিবদ্ধ শ্রেণী বিভাজনকে দু'টি সমান ভাগে ভাগ করে। সেই রকম আরো কিছু পরিমাপ আছে যারা একটি শ্রেণী বিভাজনকে নির্দিষ্ট কতগুলো সমান অংশে (যেমন 4, 10 বা 100) ভাগ করে। **এগুলিকে সামগ্রিকভাবে ভগ্নাংশক বলে।**

ভগ্নাংশগুলির মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল ঃ

(i) **মধ্যমা** (Median), (ii) **চতুর্থক** (Quartiles), (iii) **দশমক** (Decile), (iv) **শততমক** (Percentiles)।

(i) **চতুর্থক** (Quartiles) ঃ একটি চলরাশির মানগুলো ঊর্ধ্বক্রমে সাজালে মধ্যমা (Median) শ্রেণীটিকে সমান দু'টি অংশে বিভক্ত করে। এইভাবে চতুর্থকগুলো (quartiles) একটি চলরাশির সারিবদ্ধ (ছোট থেকে বড়ো) মানগুলোকে সমান চারটি ভাগে ভাগ করে। তিনটি চতুর্থক যথাক্রমে Q_1, Q_2, Q_3 সমগ্র শ্রেণীকে সমান চার অংশে ভাগ করে।

25%	25%	25%	25%
	Q_1	Q_2	Q_3

প্রথম বা নিম্ন চতুর্থক (Q_1)-এর বামদিকে 25% ও ডানদিকে বাকী 75% মান বণ্টিত থাকে। দ্বিতীয় চতুর্থক (Q_2) হল মধ্যমা যার বামদিকে 50% ও ডানদিকে বাকী 50% মান বণ্টিত থাকে এবং তৃতীয় বা ঊর্ধ্ব চতুর্থক (Q_3) হল এমন যার বামদিকে 75% ও ডানদিকে মাত্র 25% মান বণ্টিত থাকে। চতুর্থকের মত রাশিতথ্যমালার মানগুলো ঊর্ধ্বক্রম অনুযায়ী সমান দশটি ভাগে বিভক্ত করে **দশমক** (Decile) এবং একশতটি সমান ভাগে বিভক্ত করে **শততমক** (Percentile) এর সংজ্ঞা দেওয়া হয়।

দশমকে D_1, D_2, D_3 এবং শততমকে P_1, P_2, P_3, P_{50}, P_{55} ইত্যাদি দিয়ে চিহ্নিত করা হয়।

একটি বিষয় মনে রাখা দরকার যে **$Q_2 = D_5 = P_{50}$ এর প্রত্যেকেই মধ্যমা।**

(2) **চতুর্থক, দশমক ও শততমকের গণনা** (Calculation of quartitles, Deciles and Percentiles) ঃ মধ্যমা যেভাবে গণনা করা হয় ঠিক একই পদ্ধতিতে চতুর্থক, দশমক ও শততমক গণনা করা হয়। সরল রাশিতথ্যমালার (বা সরল পরিসংখ্যা বিভাজনের) ক্ষেত্রে প্রথমে রাশিতথ্যগুলোকে তাদের মান অনুযায়ী ঊর্ধ্বক্রমে সাজানো হয়।

এখন $Q_1 = \frac{n+1}{4}$-তম রাশির মান;

$Q_2 = \frac{2(n+1)}{4} = n + \frac{1}{2}$-তম রাশির মান;

$Q_3 = \frac{3(n+1)}{4}$-তম রাশির মান;

$D_1 = \frac{(n+1)}{10}$-তম রাশির মান;

$D_2 = \frac{2(n+1)}{10}$-তম রাশির মান;

: : :

$D_5 = \frac{5(n+1)}{10} = \frac{n+1}{2}$-তম রাশির মান;

: : :

$D_9 = \frac{9(n+1)}{10}$-তম রাশির মান;

$P_1 = \frac{(n+1)}{100}$-তম রাশির মান;

$P_2 = \frac{2(n+1)}{100}$-তম রাশির মান;

: : :

$P_{50} = \frac{50(n+1)}{100} = \frac{n+1}{2}$-তম রাশির মান;

: : :

$P_{99} = \frac{99(n+1)}{100}$-তম রাশির মান।

[n = মোট রাশির সংখ্যা]

নীচের উদাহরণটি লক্ষ্য করুন।

উদাহরণ ঃ নিম্নে বর্ণিত ওজন (কিলো) থেকে Q_1, Q_3, D_3, D_4 এবং P_{50} নির্ণয় করুন।

19, 27, 24, 39, 57, 44, 56, 50, 59, 67, 62, 42, 47, 60, 26, 34, 57, 51, 59, 45।

সংখ্যাগুলোকে এইভাবে সাজানো হল—

ক্রমিক সংখ্যা	ওজন (কিলো)	ক্রমিক সংখ্যা	ওজন (কিলো)	ক্রমিক সংখ্যা	ওজন (কিলো)
1	19	8	44	15	57
2	24	9	45	16	59
3	26	10	47	17	59
4	27	11	50	18	60
5	34	12	51	19	63
6	39	13	56	20	67
7	42	14	57		

এখানে n = 20

Q_1 (প্রথম চতুর্থক) $= \frac{n+1}{4}$-তম পদের মান $= \frac{20+1}{4}$-তম পদের মান

= 5.25-তম পদের মান

= 5-তম পদের মান $+\frac{1}{4}$ (6-তম পদের মান – 5-তম পদের মান)

$= 34 + \frac{1}{4}(39-34) = 34 + 1.25 = 35.25$ কিলো।

Q_2 (দ্বিতীয় চতুর্থক) $= \frac{3(n+1)}{4}$-তম পদের মান $= 3\left(\frac{20+1}{4}\right)$-তম পদের মান

= 15.75-তম পদের মান; = 15-তম পদের মান $+\frac{3}{4}$

(16-তম পদের মান – 15-তম পদের মান)

$= 57 + \frac{3}{4}(59-57) = 57 + 1.50 = 58.50$ কিলো।

$= 4\left(\frac{n+1}{10}\right)$-তম পদের মান $= 4\left(\frac{20+1}{10}\right)$-তম পদের মান

= 8.4-তম পদের মান

= 8-তম পদের মান $+\frac{4}{10}$ (9-তম পদের মান – 8-তম পদের মান)

$= 44 + \frac{4}{10}(45-44) = 44 + .4 = 44.4$ কিলো।

$P_{60} = \frac{60(n+1)}{100}$-তম পদের মান $= \frac{60(20+1)}{100}$-তম পদের মান

= 12.60-তম পদের মান

= 12-তম পদের মান $+\frac{60}{100}$ (13-তম পদের মান – 12-তম পদের মান)

$= 51 + \frac{60}{100}(56-51) = 51 + 3 = 54$ কিলো।

(B) **সরল পরিসংখ্যা বিভাজনের ক্ষেত্রে (For simple frequency distribution) ঃ**

এক্ষেত্রে প্রথমে ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা নির্ণয় করতে হবে, যা নীচের উদাহরণে দেখানো হল।

ওজন (কিলো)	পরিসংখ্যা	ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা
40	2	2
42	6	8
45	৪	16
50	10	26
51	6	32
54	14	46
56	12	58
59	8	66
60	14	80
62	12	92
64	6	98 (= N)

$Q_1 = \frac{N+1}{4}$ -তম পদের মান (N = মোট পরিসংখ্যা)

$= \frac{98+1}{4}$,, ,, ,, $= \frac{4 \times 84}{10}$

= 24.75 ,, ,, ,, = 50 কিলো।

$Q_3 = 3\frac{(n+1)}{4}$ -তম পদের মান

$= 3\frac{(98+1)}{4}$,, ,, ,,

= 74.25 ,, ,, ,, = 60 কিলো

$D_4 = 4\frac{(N+1)}{10}$,, ,, ,,

$= 4\frac{(98+1)}{10}$,, ,, ,,

= 39.6 ,, ,, ,, = 54 কিলো

$P_{60} = \frac{60(N+1)}{10}$ তম পদের মান

$= \frac{60(98+1)}{10}$,, ,, ,,

= 59.4 ,, ,, ,, = 59 কিলো

(C) গ্রুপ পরিসংখ্যা বিভাজনের ক্ষেত্রে (For grouped frequency distribution) ঃ

উদাহরণ ঃ

ওজন (কিলো)	পরিসংখ্যা (f)	ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা
20-24	2	2
24-28	3	5
28-32	5	10
32-36	10	20
36-40	8	28
40-44	6	34
44-48	16	50
48-52	12	62
52-56	10	72
56-60	7	79
60-64	5	84 (= N)

$Q_1 = \frac{N}{4}$-তম পদের মান = $\frac{84}{4}$-তম পদের মান = 21-তম পদের মান।

Q_1 (36-40) এই শ্রেণীতে অবস্থান করছে।

অন্তঃমান সূত্রের (Interpretation formula) **সাহায্যে** [মধ্যমার সূত্রের অনুরূপ],

$Q_1 = l_1 + \frac{l_2 - l_1}{f_1}(Q - C)$ এখানে $l_1 = 36$, $l_2 = 40$, $f_1 = 8$, $Q = 21$, $C = 20$

$= 36 + \frac{40 - 36}{8}(21 - 20)$

$= 36 + \frac{4}{8} \times 1 = 36 + 5 = 36.5$ কেজি

$Q_3 = \frac{3N}{4}$-তম পদের মান $\frac{3 \times 84}{4}$-তম পদের মান = 63-তম পদের মান

$\therefore$ Q_3 (56-52) এই শ্রেণীতে অবস্থান করে। অন্তঃমান সূত্রের সাহায্যে,

$Q_3 = 52 + \frac{56 - 52}{10}(63 - 62) = 52 + \frac{4}{10} = 52 + .4 = 52.4$ কেজি

$D_4 = \frac{4N}{10}$-তম পদের মান $= \frac{4 \times 84}{10}$-তম পদের মান = 33.6-তম পদের মান

$\therefore$ D_4 = (40-44) এই শ্রেণীতে অবস্থান করছে।

INDIAN DAILY

WEATHER MAP AT 0830

SUNDAY 12 JULY 1972

WEATHER REPORT

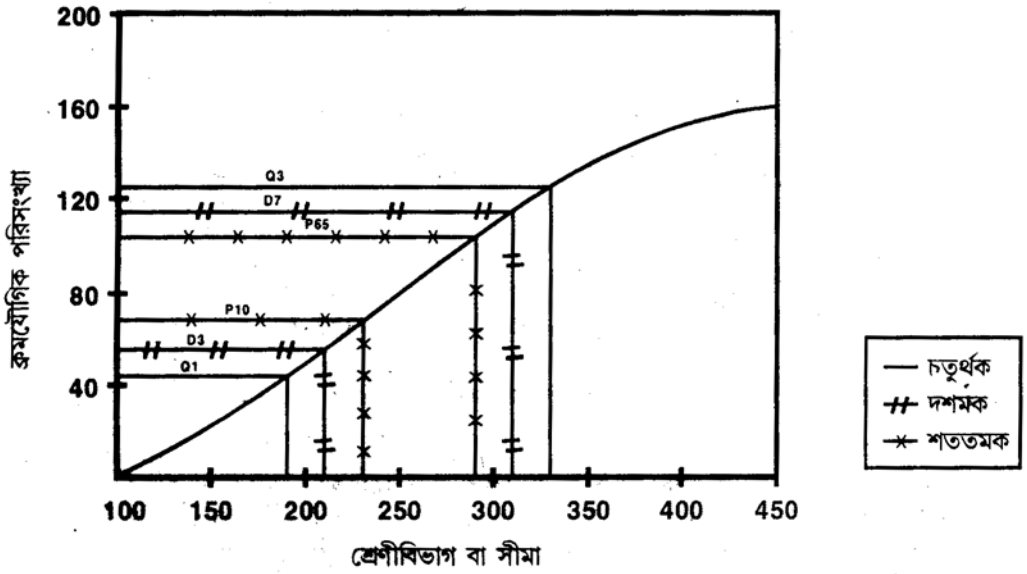
HRS I.S.T. (0300 HRS. G.M.T.)

$$D_4 = 40 + \frac{44-40}{6}(33.6-28) = 40 + \frac{4}{6} \times 5.6 = 40 \times 3.7 = 43.7 \text{ কেজি}$$

এইরূপ D_7, P_{17} ইত্যাদিও গণনা করা যায়।

ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যারেখা থেকে চতুর্থক, দশম ও শততম নির্ণয় (Determination of Quartile, Decile and Percentile from Cumulative Frequency Curve) ঃ

সরাসরি ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যারেখা (নীচ থেকে) থেকেও চতুর্থক, দশমক ও শততমক নির্ণয় করা যায়। চিত্রে প্রথম ও তৃতীয় চতুর্থক, তৃতীয় ও সপ্তম দশমক এবং চল্লিশ ও পঁয়ষট্টি শততমক দেখানো হয়েছে। নীচের উদাহরণ ও চিত্র লক্ষ্য করুন।



লেখচিত্র—ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা লেখচিত্র (নীচ থেকে) চতুর্থক, দশমক ও শততমক দেখানো।

শ্রেণীবিভাগ	পরিসংখ্যা	ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা	
		(নীচ থেকে)	(ওপর থেকে)
100-150	20	20	170
150-200	25	45	150
200-250	30	75	125
250-300	40	115	95
300-350	28	143	55
350-400	18	161	27
400-500	9	170	9
মোট N = 170			

প্রথম চতুর্থক নির্ণয় ঃ

$$Q_1 = \frac{N}{4} = \frac{170}{4} = 42.5\text{-তম পরিসংখ্যা}$$

$$\alpha_1(150) + \frac{42.5\left(\frac{N}{4}\right) - 20(C) \times 50(i)}{25(f)}$$

$$150 + \frac{22.5}{25} \times 50 = 150 + 0.9 \times 50 = 150 + 45 = 195$$

তৃতীয় চতুর্থক নির্ণয় ঃ

$$Q_3 = 3\frac{N}{4} = 170 \times 4 \div 4 = 127.5\text{-তম পরিসংখ্যা}$$

এখানে α_1 হল 300, C হল 115

$$\therefore 300 + \frac{127.5 - 115}{28} \times 50$$

$$= 300 + \frac{12.5}{28} \times 50 = 300 + 0.446 \times 50 = 300 + 22.32 = 322.32$$

অনুরূপভাবে, তৃতীয় দশক ও সপ্তম দশমক হবে যথাক্রমে 210 এবং 307.14 আর 10 এবং 65 শততমক 20 যথাক্রমে 68 এবং 294.37।

উপরোক্ত সব ফলাফলকেই লেখচিত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়েছে।

4.6 সংখ্যাগুরু মান বা ভূয়িষ্ঠক (Mode)

সংগৃহীত রাশিতথ্যমালার মধ্যে যে মানটি সবচেয়ে বেশী ব্যবহৃত হয়, তাকে **সংখ্যাগুরুমান** বলে।

Croxton and Cowden-র ভাষায় "The mode of a distribution is the value at the point around which the items to be most heavily concentrated. It may be regarded as the most typical of a series of values" যখন কোন ব্যক্তির গড় বেতন, গড় উচ্চতার কথা বলে থাকি, তখন এতে করে আমরা সাধারণত সংখ্যাগুরুমানকে বোঝাই। যখন আমরা কোন কারখানার কর্মীদের সংখ্যাগুরু মজুরী মান 70 টাকা বলি তার দ্বারা আমরা বোঝাই যে ঐ কারখানার অধিকাংশ কর্মী 70 টাকা মজুরী পাচ্ছেন। যদি কোন পরিসংখ্যা বিভাজনের একটি সংখ্যাগুরু মান থাকে তবে তাকে **এক সংখ্যা গুরুমান সম্বলিত** (unimodal) **পরিসংখ্যা বিভাজন** বলি। আবার যদি কোন পরিসংখ্যা বিভাজনের দুটি বা তার বেশী সংখ্যক সংখ্যাগুরুমান থাকে, তবে তাকে যথাক্রমে **দুই** বা (Bimodal) **বহু সংখ্যাগুরু** (multimodal) **মান সম্বলিত পরিসংখ্যা** বিভাজন বলি।

4.6.1 সরল, বিচ্ছিন্ন, অবিচ্ছিন্ন, ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা এবং দুই বা বহুসংখ্যক গুরুমান সম্বলিত পরিসংখ্যা বিভাজন থেকে মধ্যমা নির্ণয়ের বিভিন্ন পন্থা ঃ

(A) **সরল পরিসংখ্যা বিভাজন বা বিচ্ছিন্ন শ্রেণী থেকে মধ্যমা নির্ণয় ঃ**

নীচের উদাহরণটি লক্ষ্য করুন ঃ

উচ্চতা (ইঞ্চি)	57	59	61	62	63	64	65	66	67	69
লোকের সংখ্যা	3	5	7	10	20	22	24	5	2	2

গ্রুপ টেবিল

উচ্চতা (ইঞ্চি)	পরিসংখ্যা					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
57	3	} 8	} 12			
59	5			} 15	} 22	
61	7	} 17				} 37
62	10		} 30			
63	20	} 42				
64	22			} 52	} 65	
65	24	} 29	} 46			
66	5					} 51
67	2	} 4	} 7	} 31	} 9	
69	2					

2 এবং 3 নম্বর স্তম্ভে পরিসংখ্যানগুলো দুটি সংখ্যা একসাথে করে যোগ করা হয়েছে (ছকে দেখান হয়েছে)। আবার 4, 5 এবং 6 নং স্তম্ভে তিনটি সংখ্যা একসাথে করে যোগফল বার করা হয়েছে। প্রতিটি স্তম্ভে সর্বাধিক পরিসংখ্যা মোটা অক্ষরে দেখান হয়েছে। নিচের ছকে বিভিন্ন সর্বাধিক পরিসংখ্যা মান সাজিয়ে দেখান হয়েছে।

বিশেষণ ছক (Analysis table)

স্তম্ভ (column)	সার্বিক পরিসংখ্যাসহ পদের মান				
1				65	
2		63	64		
3			64	65	
4	62	63	64		
5		63	64	65	
6			64	65	66
মোট সংখ্যা	1	3	5	4	1

উপরের ছক থেকে আমরা পাই যে পদের মান সর্বাধিক ঘটেছে তা হল 64। সুতরাং সংখ্যাগুরু মান 64-এ নির্দেশ করা হয়েছে।

টীকা ঃ নং স্তম্ভ থেকে দেখা যায় যে 65-এর সর্বাধিক পরিসংখ্যা (24)। অতএব সংখ্যাগুরুমান 65। গ্রুপের সাহায্যে এই ভুল ধারণা শুদ্ধ করা হয়েছে। কাজেই শুধুমাত্র পরিদর্শন দেখে এই মান নির্ণয় করা ঠিক নয়।

(B) গ্রুপ পরিসংখ্যা বিভাজন বা অবিচ্ছিন্ন শ্রেণী থেকে মধ্যমা নির্ণয় ঃ

এখানে গ্রুপ ছকের মাধ্যমে সংখ্যাগুরু মান শ্রেণী (modal class) নির্ণয় করতে হবে। তারপর নিচের সূত্রের সাহায্যে আসল মান নির্ণয় করতে হবে।

(C) বিচ্ছিন্ন পরিসংখ্যা বিভাজন থেকে সংখ্যাগুরু মান নির্ণয় ঃ

গ্রুপ পরিসংখ্যা বিভাজনে সংখ্যাগুরু মান (mode) নির্ণয়ে (মধ্যমার মত) শ্রেণী বিভাগসমূহকে অবিচ্ছিন্ন (continuous) হতে হবে। শ্রেণীবিভাগসমূহ বিচ্ছিন্ন (discrete) অবস্থান থাকলে তাদের-কে প্রথমে শ্রেণী সীমাতে রূপান্তরিত করে প্রয়োজনীয় সূত্র ব্যবহারর করতে হবে। নীচের উদাহরণটি লক্ষ্য করুন।

উদাহরণ ঃ

শ্রেণীবিভাগ ঃ	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109
পরিসংখ্যা ঃ	5	20	40	50	30	5

সমাধান ঃ

ওপরের ছকটি লক্ষ্য করুন। এখানে শ্রেণীবিভাগসমূহ বিচ্ছিন্ন অবস্থায় রয়েছে। তাই প্রথমে সেগুলোকে শ্রেণী সীমা-তে রূপান্তরিত করতে হবে।

শ্রেণী সীমা	পরিসংখ্যা
49.5-59.5	5
59.5-69.5	20
69.5-79.5	$40(f_0)$
79.5-89.5	$50(f_1)$
89.5-99.5	$30(f_2)$
99.5-109.5	6

এখানে সর্বাধিক পরিসংখ্যা 50। তাই সংখ্যাগুরু মান শ্রেণী (79.5-89.5)

$l = 79.5,\ f_0 = 40,\ f_1 = 50,\ f_2 = 30,\ i = 10\ (= 89.5-79.5)$

$\therefore$ সংখ্যাগুরুমান

$$= l + \frac{f_1 - f_0}{2f_1 - f_0 - f_2} \times i = 79.5 + \frac{50-40}{2\times 50 - 40 - 30} \times 10$$

$$= 79.5 + \frac{10}{30} \times 10 = 79.5 + 3.33 = 82.83$$

(D) ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা বিভাজনের ক্ষেত্রে সংখ্যাগুরু মান নির্ণয় ঃ

ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা বিভাজনকে প্রথমে সরল গ্রুপ পরিসংখ্যা বিভাজনে পরিবর্তন করে নির্ণেয় মান (সূত্র ব্যবহার করে) বের করতে হবে।

উদাহরণ ঃ নিম্নলিখিত ছক থেকে সংখ্যাগুরুমান (Mode) নির্ণয় করুন।

মার্ক	ছাত্রের সংখ্যা	মার্ক	ছাত্রের সংখ্যা
10-এর বেশী	59	50-এর বেশী	18
20 " "	54	60 " "	8
30 " "	46	70 " "	0
40 " "	34		

লক্ষ্য করুন যে এখানে কোন শ্রেণীবিভাগ দেওয়া নেই। তাই প্রথমে আমাদের ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যা বিভাজনকে সরল পরিসংখ্যা বিভাজনে পরিবর্তন করতে হবে।

শ্রেণী সীমা	ছাত্রের সংখ্যা
10-20	5
20-30	8
30-40	12
40-50	16
50-60	10
60-70	8

প্রমাণ সংখ্যাগুরু মানের সূত্র প্রয়োগ করে আমরা পাই ঃ

$$40(l_1)+\frac{16(f_1)-12(f_0)}{32(2f_1)-12(f_0)-10(f_2)}\times 10(i)$$

$$=40+\frac{4}{10}\times 40=40+4=44 \text{ মার্ক}$$

উদাহরণ ঃ

নিম্নলিখিত ছকের সংখ্যাগুরু মান (Mode) নির্ণয় করুন।

গ্রুপ বিভাগে পরিবর্তন করিয়া পাই

নম্বর	ছাত্রসংখ্যা	নম্বর	ছাত্রসংখ্যা (পরিসংখ্যা)
10- এর নীচে	3	0-10	3
20 " "	8	10-20	$5(f_0)$
30 " "	17	20-30	$9(f_1)$
40 " "	20	30-40	$3(f_2)$
50 " "	22	40-50	2

এক্ষেত্রে সর্বাধিক পরিসংখ্যা 9, সুতরাং সংখ্যাগুরু মানশ্রেণী (20-30)

$l = 20, f_0 = 5, f_1 = 9, f_2 = 3, i = 10$

সংখ্যাগুরুমান $=20+\frac{9-5}{2\times 9-5-3}\times 10=20+\frac{4}{10}\times 10=20+4=24$ নম্বর।

প্রশ্ন ঃ নিম্নোক্ত 122 জনের ওজনের পরিসংখ্যা থেকে সংখ্যাগুরু ওজন নির্ণয় করুন।

সমাধান ঃ চোখে দেখে সংখ্যাগুরু ওজন নির্ণয় করা শক্ত ব্যাপার।

ওজন (পাউণ্ড)	মানুষের সংখ্যা	ওজন (পাউণ্ড)	মানুষের সংখ্যা
100-110	4	140-150	33
110-120	6	150-160	17
120-130	20	160-170	8
130-140	32	170-180	2

সমাধান ঃ

চোখে দেখে বলা কঠিন যে কোনটি সংখ্যাগুরুমান শ্রেণী। তাই আমরা প্রথমে একটি গ্রুপ ছক প্রস্তুত করেছি ও পরে বিশ্লেষণ ছক।

গ্রুপ ছক

মানুষের সংখ্যা

ওজন (পাউণ্ড)	I	II	III	IV	V	VI
100-110	9	10				
110-120	6					
120-130	20	52				
130-140	32					
140-150	33	50				
150-160	17					
160-170	8	10				
170-180	2					

যে শ্রেণীতে সংখ্যাগুরুমান অবস্থান করছে বলে আশা করা যায়।

বিশ্লেষণ ছক

ক্রমিক নং	120-130	130-140	140-150
1			1
2	1	1	
3		1	1
4		1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
	Total 3	5	5

এইটি একটি দ্বি-মাত্রিক সংখ্যাগুরুমান সিরিজ। সুতরাং, নিম্নোক্ত সূত্র প্রয়োগ করে সংখ্যাগুরুমান নির্ণয় করতে হবে সংখ্যাগুরুমান = 3, মধ্যমা = 2 গড়

ওজন (পাউণ্ডে)	m	মানুষের সংখ্যা f	e.f.	(m – 135)/10 d	fd
100-110	105	4	4	– 3	– 12
110-120	115	6	10	– 2	– 12
120-130	125	20	30	– 1	– 20
130-140	135	32	62	0	0
140-150	145	33	96	+ 1	+ 33
150-160	155	17	112	+ 3	+ 34
160-170	165	8	120	+ 3	+ 24
170-180	175	2	122	+ 4	+ 8
		N = 122			Σfd = 55

$$\overline{X} = A + \frac{\sum fd}{N} \times i$$

A = 135, Σfd = 55, N = 122, i = 10

$$\overline{X} = 135 + \frac{55}{122} \times 10 = 135 + 4.51 = 139.51$$

মধ্যমা = $\frac{N}{2}$-তম আয়তন, 25 কিনা $\frac{122}{2} = 61$-তম মান।

সুতরাং, 130-140 এই শ্রেণীতে মধ্যমা অবস্থান করছে।

$$\text{মধ্যমা} = L + \frac{\frac{N}{2} - c.f.}{f} \times i$$

L = 130, N/2 = 61, e.f. = 30, f = 32, i = 10

$$\text{মধ্যমা} = 130 + \frac{(61-30)}{32} \times 10 = 130 + \frac{310}{32} = 139.69$$

সংখ্যাগুরুমান = 3 Median – 2 Mean

সংখ্যাগুরুমান = (3 × 139.69) – (2 × 139.51) = 419.07 – 279.02 = 140.05।

সুতরাং, সংখ্যাগুরুমান ওজন হল 140.05 পাউণ্ড।

বিশ্লেষণ ছক প্রস্তুত করার সময় সমস্ত শ্রেণীকে লেখার প্রয়োজন নেই। শুধমাত্র সেইসব শ্রেণীকে গণ্য করতে হবে। যেখানে সংখ্যাগুরুমান অবস্থান করছে বলে আশা করা যায়। এইজন্য আমরা 100-110 বা 150-160 শ্রেণীগুলোকে ধরিনি।

লেখচিত্রের সাহায্যে সংখ্যাগুরু মান নির্ণয় ঃ

পরিসংখ্যা বিভাজনে সংখ্যাগুরু মানকে লেখচিত্রের সাহায্যে দেখানো যেতে পারে। এক্ষেত্রে ধাপগুলো হল নিম্নরূপ ঃ

(a) প্রদত্ত রাশিতথ্য থেকে একটি আয়তলেখচিত্র (Histogram) আঁকুন।

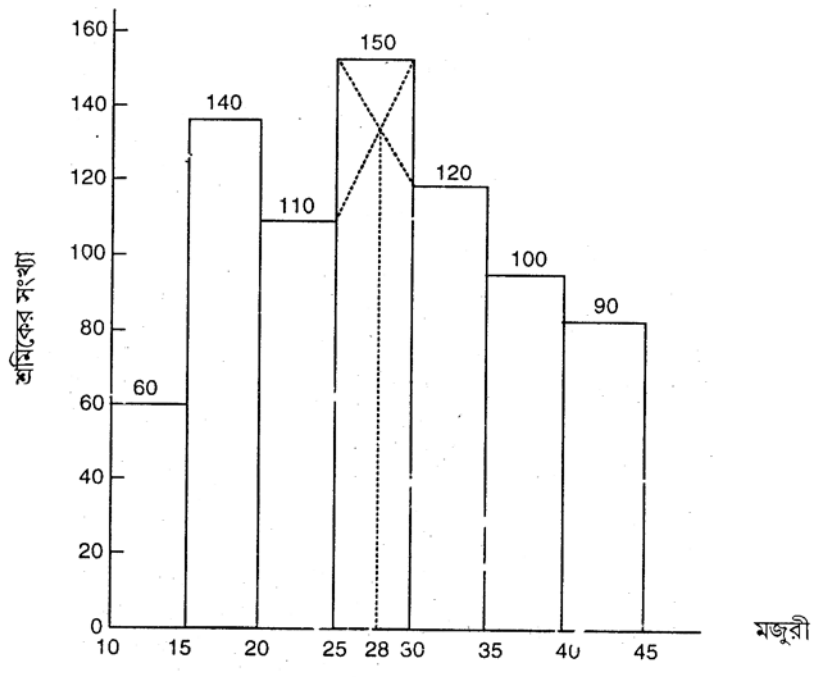
(b) সংখ্যাগুরু মানের স্তম্ভের ভেতরে আড়াআড়িভাবে দুটি রেখা টানা হল। এই দুটি রেখা যেখানে মিলল, সেখান থেকে x-অক্ষরেখার দিকে একটি উলম্বরেখা নীচের দিকে টানা হল। এটি x-অক্ষরেখায় যেখানে মিলল, সেই ছেদবিন্দুর মান হল সংখ্যাগুরু মান।

উদাহরণ ঃ

নীচের শ্রমিকের সংখ্যা ও তাদের মজুরী দেওয়া হল। শ্রমিকের মজুরীর সংখ্যাগুরুমান নির্ণয় করুন। মানটি গণনার মাধ্যমেও ঠিক আছে কিনা দেখান।

মজুরী (টাকায়) ঃ	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
শ্রমিকের সংখ্যা ঃ	60	140	110	150	120	100	90

উপরোক্ত পরিসংখ্যান থেকে আয়তলেখচিত্র আঁকা হল!



সংখ্যা = 28
গুরুমান
মজুরী (টাকায়)

4.6.2 সংখ্যাগুরু মানের সুবিধে ও অসুবিধে ঃ

সুবিধে (Advantage) ঃ

(1) চোখে দেখে কখনও কখনও সংখ্যাগুরুমান নির্দেশ করা যায়।

(2) খুব বেশী বা কম সংখ্যা এই গড়ে প্রভাব বিস্তার করে না।

(3) এটি একটি সহজ ও সরল গড়। অবিচ্ছিন্ন রাশি ছাড়া অন্যান্য ক্ষেত্রে এই গড় শ্রেণীর কোন আসল মানকেই বোঝায়।

(4) সাধারণ গড় অর্থে এর ব্যবহার ব্যাপক। অধিকাংশ বেশীরভাগ ইত্যাদি অর্থ সংখ্যাগুরুমানকে সূচিত করে।

(5) বেশীরভাগ ক্ষেত্রে সংখ্যাগুরুমান চলরাশির প্রদত্ত কোন না কোন মাপের সাথে মিশে যায়।

(6) কোন চলরাশির সংখ্যাগুরুমান বের করার জন্য চলরাশির সব মান জানার দরকার নেই। মুক্তপ্রাপ্ত (open end) বিশিষ্ট শ্রেণীবিভাগযুক্ত পরিসংখ্যা বিভাজনের ক্ষেত্রেও সংখ্যাগুরুমান নির্ণয় করা যায়।

(7) লেখ-র সাহায্যে এই গড় নির্ণয় করা সম্ভব।

অসুবিধে (Disadvantage) ঃ

(1) রাশিতথ্যমালার সংখ্যা কম হলে এই গড় নির্ণয়ে অসুবিধে হয়। কিন্তু এক্ষেত্রে যৌগিক গড় ও মধ্যমা গণনা করা যায়।

(2) শ্রেণীর প্রতিটি রাশির উপর সংখ্যাগুরু মানের মাপ নির্ভর করে না।

(3) বীজগাণিতিক প্রয়োগে এই গড় উপযুক্ত নয়।

(4) এর নমুনা বিচ্যুতি (Sampling fluctuation)-ও বেশী।

4.6.3 কেন্দ্রীয় প্রবণতার বিভিন্ন পরিমাপকগুলোর মধ্যে তুলনা (Comparison of different measures of central tendency) ঃ

একটি উৎকৃষ্ট মানের কেন্দ্রীয় প্রবণতা পরিমাপকের কতগুলো ধর্ম বা বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন। এই বৈশিষ্ট্যগুলো হল ঃ

(a) এর সংজ্ঞা দ্ব্যর্থহীন হওয়া দরকার।

(b) এটি যেন সহজেই গণনা করা যায়।

(c) এটি চলরাশির সব মানের উপর নির্ভরশীল হওয়া উচিত।

(d) এটি যেন সহজ ব্যাখ্যাযোগ্য হয়।

(e) বীজগণিতের সূত্রগুলো প্রয়োগের পক্ষে এটি যেন উপযুক্ত হয়।

(f) চলরাশির চরম মান দ্বারা এটি যেন প্রভাবিত না হয়।

(g) এর নমুনা বিচ্যুতি যেন যথাসম্ভব কম হয়।

আমরা এখন কেন্দ্রীয় প্রবণতার বিভিন্ন পরিমাপকগুলোকে উপরোক্ত গুণাবলীর আলোকে বিচার করতে পারি। বাস্তবক্ষেত্রে কোন পরিমাপকেই উপরোক্ত সব গুণসম্পন্ন হয় না। এখন কেন্দ্রীয় প্রবণতা পরিমাপকের মধ্যে যে পরিমাপকটি সবচেয়ে বেশী গুণসম্পন্ন তাকেই আমরা কেন্দ্রীয় প্রবণতা পরিমাপকের মধ্যে শ্রেষ্ঠ পরিমাপক হিসেবে চিহ্নিত করতে পারি।

আমরা এখন উপরোক্ত গুণাবলীর ভিত্তিতে গাণিতিক গড়, মধ্যমা এবং সংখ্যাগুরুমান-কে বিচার করতে পারি।

গাণিতিক গড় (A.M.) ঃ

(i) এর সংজ্ঞা দ্ব্যর্থহীন।

(ii) ইহা সহজে গণনা করা যায়।

(iii) ইহা চলরাশির সব মাপের ওপর নির্ভর করে।

(iv) বীজগণিতের সূত্রগুলি প্রয়োগের পক্ষে উপযুক্ত এবং প্রমাণ থেকে অনেক গুরুত্বপূর্ণ সূত্র তৈরী করা যায়।

(v) অন্যান্য পরিমাপকের তুলনায় এর নমুনা বিচ্যুতি অনেক কম।

(vi) এটি সহজে ব্যাখ্যা করা যায়।

গাণিতিক গড়ের ত্রুটি হল ইহা চলরাশির চরমমান দ্বারা বিশেষভাবে প্রভাবিত হয়।

মধ্যমা (Median) ঃ

(i) কোন চলরাশির যুগ্মসংখ্যক মান না থাকলে এর সংজ্ঞা দ্ব্যর্থহীন।

(ii) মধ্যমা গণনা সহজ।

(iii) মধ্যমা সহজে ব্যাখ্যা করা যায়।

(iv) চলরাশির চরম মানের দ্বারা এটি প্রভাবিত হয় না।

তবে মধ্যমার **অসুবিধে** হল ঃ

(i) ইহা চলরাশির সব মানের উপর নির্ভর করে না।

(ii) বীজগণিতের সূত্রগুলো প্রয়োগ করার পক্ষে মধ্যমা উপযুক্ত নয়।

(iii) মধ্যমার নমুনা বিচ্যুতিও বেশী।

সংখ্যাগুরু মান (Mode) ঃ

(i) এটি সহজে ব্যাখ্যা করা যায়।

(ii) ইহা চলরাশির চরম মান দ্বারা প্রভাবিত হয় না।

সংখ্যাগুরু মানের অসুবিধে হল ঃ

(i) এর সংজ্ঞা দ্ব্যর্থহীন নয়। কেননা অনেকক্ষেত্রে একাধিক সংখ্যাগুরু মান পাওয়া যায়।

(দ্বি বা বহুসংখ্যাগুরু মান)

(ii) এর গণনা সহজ নয়।

(iii) ইহা চলরাশির সব মানের ওপর নির্ভর করে না।

(iv) বীজগণিতের সূত্রগুলো প্রয়োগের পক্ষে এটি উপযুক্ত নয়।

(v) এর নমুনা বিচ্যুতিও বেশী।

উপরোক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে আমরা বলতে পারি যে মধ্যমা এবং সংখ্যাগুরু মানের তুলনায় গাণিতিক গড় কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপকের গুণাবলীর বেশীরভাগই মেনে চলে। এই বিচারে গাণিতিক গড়কে আমরা কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপকগুলোর মধ্যে সবচেয়ে উন্নত মানের বলতে পারি।

যদিও গাণিতিক গড়কে সবচেয়ে উৎকৃষ্ট কেন্দ্রীয় প্রবণতার পরিমাপক হিসেবে ধরা হয়, তবুও দু'টি বিশেষ পরিস্থিতিতে গাণিতিক গড়ের তুলনায় মধ্যমা এবং সংখ্যাগুরু মান বেশী উপযুক্ত।

(a) যখন একটি দলে দু'-একটি চরম মান থাকে।

(b) শ্রেণীবিভাগ যুক্ত পরিসংখ্যা বিভাজনের ক্ষেত্রে যখন মুক্তপ্রান্ত বিশিষ্ট শ্রেণী থাকে। উভয় ক্ষেত্রে গাণিতিক গড় ব্যবহার করা যায় না।

যুক্তি হল ঃ প্রথম ক্ষেত্রে গাণিতিক গড় চরম মান দ্বারা বিশেষভাবে প্রভাবিত হয়।

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে মুক্তপ্রান্ত বিশিষ্ট শ্রেণীর মধ্যমান নির্ণয় করা যায় না। কিন্তু মধ্যমা বা সংখ্যাগুরু মান নির্ণয়ের ক্ষেত্রে তা কোন সমস্যার সৃষ্টি করে না।

4.7 প্রশ্নোত্তর পর্ব

প্রশ্ন ঃ কোন স্থানের দশটি পরিবারের প্রাত্যহিক আয় দেওয়া আছে। এ থেকে গুণোত্তর গড় নির্ণয় করুন।

85 70 15 75 500 8 45 250 40 36

উত্তর ঃ

গুণোত্তর গড় নির্ণয়			
x	লগ	x	লগ
85	1.9294	8	0.9031
70	1.8451	45	1.6532
15	1.1761	250	2.3979
75	1.8751	40	1.6021
500	2.6990	36	1.5563
			Σ লগ x = 17.6373

গুণোত্তর গড় = এ্যান্টিলগ $\left(\frac{\sum \text{লগ} x}{N}\right)$ = এ্যান্টিলগ $\frac{17.6373}{10}$ = এ্যান্টিলগ 1.7337।

প্রশ্ন ঃ নিম্নোক্ত পরিসংখ্যান থেকে গুণোত্তর গড় নির্ণয় করুন।

125 1462 38 7 022 0.08 12.75 0.5

উত্তর ঃ

গুণোত্তর গড় নির্ণয়

x	লগ x
125	2.0969
1462	3.1650
38	1.5798
7	0.8451
0.22	.3424
0.08	.9031
12.75	1.1055
0.5	.6990
	Σ লগ x = 6.7360

গুণোত্তর গড় = এ্যান্টিলগ $\left(\frac{\sum \text{লগ x}}{N}\right)$ = এ্যান্টিলগ $\frac{17.6373}{10}$ = এ্যান্টিলগ 1.7637 = 58.03

প্রশ্ন ঃ নিম্নোক্ত পরিসংখ্যান থেকে গুণোত্তর গড় নির্ণয় করুন।

125 1462 38 7 0.22 0.08 12.75 05.

উত্তর ঃ

গুণোত্তর গড় নির্ণয়

x	লগ x
125	2.0969
1462	3.1650
38	1.5798
7	0.8451
0.22	0.3424
0.08	0.9031
12.75	1.1055
0.5	0.6990
	Σ লগ x = 6.7360

গুণোত্তর গড় = এ্যান্টিলগ $\left(\frac{\sum \text{লগ x}}{N}\right)$ = এ্যান্টিলগ $\left(\frac{6.7368}{8}\right)$ = এ্যান্টিলগ (0.8421 = 6.952)

প্রশ্ন ঃ নিম্নোক্ত পরিসংখ্যান থেকে গুণোত্তর গড় নির্ণয় করুন।

নম্বর	পরিসংখ্যা	নম্বর	পরিসংখ্যা
4-8	6	24-28	12
8-12	10	28-32	10
12-16	18	32-36	6
16-20	30	36-40	2
20-24	15		

উত্তর ঃ

গুণোত্তর গড় নির্ণয়

নম্বর	মধ্যবর্তী নম্বর	পরিসংখ্যা (f)	লগ m	f × লগ m
4-8	6	6	0.7782	4.6692
8-12	10	10	1.0000	10.0000
12-16	14	18	1.1461	20.6298
16-20	18	30	1.2553	37.6590
20-24	22	15	1.3424	20.1360
24-28	26	12	1.4150	16.9800
28-32	30	10	1.4771	14.7710
32-36	34	6	1.5315	9.1890
36-40	38	2	1.5798	3.1596
		মোট পরিসংখ্যা = 109		$\Sigma f \times$ লগ m = 137.1936

গুণোত্তর গড় = এ্যান্টিলগ $\left(\frac{\sum f \text{ লগ} x}{N}\right)$ = এ্যান্টিলগ $\left(\frac{137.1936}{109}\right)$ = এ্যান্টিলগ = 1.2587 = 18.14.

প্রশ্ন ঃ নিম্নোক্ত পরিসংখ্যান থেকে জনসংখ্যার গড় বৃদ্ধি নির্ণয় করুন। প্রথম দশকে এই বৃদ্ধি হয়েছে 20 শতাংশ, দ্বিতীয় দশকে 30 শতাংশ এবং তৃতীয় দশকে 40 শতাংশ।

উত্তর ঃ

দশক	% বৃদ্ধি	পূর্ববর্তী দশকের জনসংখ্যাকে 100 ধরে বর্তমান দশকের শেষে x জনসংখ্যা	লগ
প্রথম	20	120	2.0792
দ্বিতীয়	30	130	2.1139
তৃতীয়	40	140	2.1461
			Σ লগ x = 6.3292

গুণোত্তর গড় = এ্যান্টিলগ $\left(\frac{\sum \text{লগ } x}{N}\right)$ = এ্যান্টিলগ $\left(\frac{6.3392}{3}\right)$ = এ্যান্টিলগ = 129.7

অতএব জনসংখ্যার গড় বৃদ্ধির হার হল (129.7 – 100) = 29.7 শতাংশ প্রতি দশকে।

প্রশ্ন ঃ নীচের পরিসংখ্যান থেকে বিবর্ত যৌগিক গড় নির্ণয় করুন।

2574 475 75 5 0.8 0.08 0.005 0.0009

উত্তর ঃ

বিবর্ত যৌগিক গড় গণনা

x	(1/x)	x	(1/x)
2574	0.0004	0.8	1.2500
475	0.0021	0.08	12.5000
75	0.0133	0.005	200.0000
5	0.2000	0.0009	1111.1111
			$\Sigma(1/x)$ = 1325.0769

বিবর্ত যৌগিক গড় $= \frac{N}{\sum(1/x)} = \frac{8}{1325.0769} = 0.006.$

প্রশ্ন ঃ নিম্নোক্ত অবিচ্ছিন্ন পরিসংখ্যান থেকে বিবর্ত যৌগিক গড় নির্ণয় করুন।

শ্রেণী-সীমা ঃ	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
পরিসংখ্যা ঃ	4	6	10	7	3

উত্তর ঃ

বিবর্ত যৌগিক গড় নির্ণয়

শ্রেণী-সীমা	মধ্যবিন্দু (m)	পরিসংখ্যা (f)	f/m
10-20	15	4	0.267
20-30	25	6	0.240
30-40	35	10	0.286
40-50	45	7	0.156
50-60	55	3	0.055
		N = 30	$\Sigma(f/m)$ = 1.004

বিবর্ত যৌগিক গড় $(H.M.) = \frac{N}{\sum(1/x)} = \frac{30}{1.004} = 29.88.$

প্রশ্ন ঃ নিম্নোক্ত পরিসংখ্যা বণ্টন থেকে গাণিতিক গড়, মধ্যমা এবং সংখ্যাগুরু মান নির্ণয় করুন।

শ্রেণী-সীমা	পরিসংখ্যা	শ্রেণী-সীমা	পরিসংখ্যা
10-13	8	25-28	54
13-16	15	28-21	36
16-19	27	31-34	18
19-22	51	34-37	9
22-25	75	37-40	7

উত্তর ঃ

শ্রেণী-সীমা	মধ্যবিন্দু	f	(m – 23.5/3d	fd	c.f.
10-13	11.5	8	– 4	– 32	8
13-16	14.5	15	– 3	– 45	23
16-19	17.5	27	– 2	– 54	50
19-22	20.5	51	– 1	– 51	101
22-25	23.5	75	0	0	176
25-28	26.5	54	+ 1	+ 54	230
28-31	29.5	36	+ 2	+ 72	266
31-34	32.5	18	+ 3	+ 54	284
34-37	35.5	9	+ 4	+ 36	293
37-40	38.5	7	+ 5	+ 35	300
		N = 300		Σfd = 69	

$$\overline{X} = A + \frac{\sum fd}{N} \times i = 23.5 + \frac{69}{300} \times 3 = 24.19$$

মধ্যমা = মধ্যমার আয়তন N/2 বা 150-তম মান

মধ্যমা 22-25 এই শ্রেণীর মধ্যে রয়েছে।

$$\text{মধ্যমা} = L + \frac{N/22 - c.f.}{f} \times i = 22 + \frac{150 - 101}{75} \times 3 = 22 + 1.96 = 23.96$$

সংখ্যাগুরু মান = এক নজরে আমরা দেখেছি যে 22-25 এই শ্রেণীবিভাগের মধ্যে রয়েছে।

প্রশ্ন ঃ নিম্নোক্ত পরিসংখ্যা থেকে কোন শহরের 50-টি স্কুলের সমস্ত ছাত্রের গড় মার্কস নির্ণয় করুন।

প্রাপ্ত মার্কস	স্কুলের সংখ্যা	স্কুলে গড় সংখ্যক ছাত্র
35-র বেশী	7	200
30-35	10	250
25-30	15	300
20-25	9	200
15-20	5	150
15-র কম	4	100

উত্তর ঃ প্রথমে ঊর্ধ্বসারিতে প্রদত্ত পরিসংখ্যাকে সাজাতে হবে এবং এরপর গড় নির্ণয় করতে হবে।

গড় মার্কস নির্ণয়

মার্কস	স্কুলের সংখ্যা	গড় ছাত্রের সংখ্যা	মোট ছাত্রের সংখ্যা (f)	M.P.M.	(M – 27.5)/5 d	fd
(1)	(2)	(3)	(f)	m	d	fd
10-15	4	100	400	12.5	– 3	– 1,200
15-20	5	150	750	17.5	– 2	– 1,500
20-25	9	200	1,800	22.5	– 1	– 1,800
25-30	15	300	4,500	27.5	0	0
30-35	10	250	2,500	32.5	+ 1	+ 2,500
35-40	7	200	1,400	37.5	+ 2	+ 2,800
			N = 11,350			Σfd = + 800

$$\overline{X} = A + \frac{\sum fd}{N} \times i = 27.5 + \frac{800}{11,350} \times 5 = 27.5 + 0.35 = 27.85$$

প্রশ্ন ঃ নিম্নোক্ত পরিসংখ্যান থেকে শ্রেণীবিন্যাস পদ্ধতিকে মধ্যমা ও সংখ্যাগুরু মান নির্ণয় করুন।

মধ্যবর্তী আয়তন ঃ	15	25	35	45	55	65	75	85
পরিসংখ্যা ঃ	5	9	13	21	20	15	8	3

উত্তর ঃ যেহেতু আমাদের মধ্যবর্তী মান দেওয়া আছে, তাই প্রথমে আমরা শ্রেণীবিন্যাসের নিম্ন ও উচ্চসীমা নির্ণয় করব। শ্রেণীর ব্যবধান হল 10। তাই প্রথম শ্রেণী-সীমা হবে 10-20 (যেহেতু মধ্যবিন্দু হল 15)।

মধ্যমা ও সংখ্যাগুরু মান নির্ণয়

শ্রেণী-সীমা	মধ্যবিন্দু	f	(m – 55)/10d	fd	c.f.
10-20	15	5	– 4	– 20	5
20-30	25	9	– 3	– 27	14
30-40	35	13	– 2	– 26	27
40-50	45	21	– 1	– 21	48
50-60	55	20	0	0	68
60-70	65	15	+ 1	+ 15	83
70-80	75	8	+ 2	+ 16	91
80-90	85	3	+ 3	+ 9	94
		N = 94		Σfd = – 54	

মধ্যমা নির্ণয় ঃ মধ্যমা = মোট পরিসংখ্যা N ÷ 2 অর্থাৎ $\frac{94}{2}$। 47-তম মান। মধ্যমা 40-50 শ্রেণী-সীমাতে অবস্থান করছে।

$$\text{মধ্যমা} = L + \frac{N/2 - c.f.}{f} \times i = 40 + \frac{47-27}{21} \times 10$$

$$= 40 + \frac{47-27}{21} \times 10$$

$$= 40 + 9.524 = 49.524$$

শ্রেণী-সীমা	I	II	III	IV	V	VI
10-20	5					
		14		27		
20-30	9		22		43	
30-40	13	34				
40-50	21		41			54
50-60	20			56		
		35			43	
60-70	15		23			
70-80	8					26
		11				
80-90	3					

যে শ্রেণীতে সংখ্যাগুরু মান অবস্থান করছে বলে আশা করা যায়

ক্রমিক সংখ্যা	40-50	50-60	60-70
I	1		
II		1	1
III		1	1
IV	1	1	1
V	1	1	
V	1	1	1
	5	5	3

এইটি হল দ্বিমাত্রিক (bimodal) সংখ্যাগুরু মান শ্রেণী এবং আমরা পরোক্ষ পদ্ধতিতে সংখ্যাগুরু মান নির্ণয় করব।

সংখ্যাগুরু মান = 3 মধ্যমা (Median) – 2 গড় (Mean)

গড় নির্ণয় $\overline{X} = A + \frac{\sum fd}{N} \times i = 55 - \frac{54}{94} \times 10 = 55 - 5.75 = 49.255$

সংখ্যাগুরু মান = (49.524) – 2(49.255) = 148.572 – 98.51 - 50.062

প্রশ্ন ° নিম্নলিখিত পরিসংখ্যান থেকে সংখ্যাগুরু মান নির্ণয় করুন।

নম্বর	ছাত্রসংখ্যা	নম্বর	ছাত্রসংখ্যা
0-র বেশী	80	60-র বেশী	28
10-র ”	77	70-র ”	16
20-র ”	72	80-র ”	10
30-র ”	65	90-র ”	8
40-র ”	55	100-র ”	0
50-র ”	43		

উত্তর ঃ যেহেতু এটি যৌগিক পরিসংখ্যা বিভাজনকে নির্দেশ করছে, তাই প্রথমে আমরা এটিকে সরল পরিসংখ্যা বিভাজনে পরিবর্তন করছি।

নম্বর	ছাত্রসংখ্যা	নম্বর	ছাত্রসংখ্যা
0-10	3	50-60	15
10-20	5	60-70	12
20-30	7	70-80	6
30-40	10	80-90	2
40-50	12	90-100	8

এক নজরে আমরা লক্ষ্য করছি যে সংখ্যাগুরুমান শ্রেণী হল 50-60

$$\text{সংখ্যাগুরুমান } = L + \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \times i$$

এখানে $L = 50$; $\Delta_1 = (15 - 12) = 3$; $\Delta_2 = (15 - 12) = 3$; $i = 10$

$$\therefore \text{ সংখ্যাগুরু মান হল } = 50 + \frac{3}{3+3} \times 10 = 50 + 5 = 55।$$

প্রশ্ন ঃ নীচে একটি পরিসংখ্যা দেওয়া আছে। এ থেকে সংখ্যাগুরু মান নির্ণয় করুন।

ওজন (কেজি)	ছাত্রসংখ্যা	ওজন (কেজি)	ছাত্রসংখ্যা
93-97	2	113-117	14
98-102	5	118-122	6
103-107	12	123-127	3
108-112	7	128-132	1

উত্তর ঃ লক্ষ্য করলে দেখতে পাচ্ছি যে সংখ্যাগুরু মানের শ্রেণী-সীমা হল 108-112। কিন্তু এর প্রকৃত সীমা হল 107.5-112.5।

$$\text{সংখ্যাগুরু মান } = L + \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \times i$$

এখন $L' = 107.5$, $\Delta_1 = f_1 - f_0 = (17 - 12) = 5$, $\Delta_2 = f_1 - f_2$

$= (17 - 14) = 3$, $i = 5$

$$\text{সংখ্যাগুরু মান হল } = 107.5 + \frac{5}{5+3} \times 5 = 107.5 + 3.125 = 110.625 \text{ কেজি।}$$

4.7 গ্রন্থ নির্দেশিকা

চট্টোপাধ্যায়, কৃষ্ণদাস, 2000 ঃ **সামাজিক গবেষণা ঃ পদ্ধতি ও প্রক্রিয়া,** আরামবাগ বুক হাউস, কলকাতা।

দে, সৌরেন্দ্রনাথ, 2002 ঃ **ব্যবসায় গণিত ও পরিসংখ্যান,** ছায়া প্রকাশনী, কলকাতা।

নাগ, এন. কে., 1988 ঃ **ব্যবসায় গণিত ও পরিসংখ্যান,** ভারতী বুক ষ্টল, কলকাতা।

বাগচী, কনক কান্তি ও অনিল ভুইমালী, 2000 ঃ অর্থনৈতিক উন্নয়ন ও রাশিবিজ্ঞান, বি. সরকার এন্ড কোং, কলকাতা।

সরখেল, জয়দেব ও সন্তোষ কুমার দত্ত, 2002 ঃ রাশিবিজ্ঞানের ভূমিকা, বুক সিন্ডিকেট, কলকাতা।

Bhat, L.S. and Aslam Mohmood, 1977 : **Field work and Laboratory Techniques in Geography,** Oxford & IBH Pub. Co., New Delhi.

Gupta, S. P., 2000 : **Statistical Methods,** S. Chand, New Delhi.

Sarkar, Ashis, 1997 : **Practical Geography : A Systematic Approach,** Orient Longman, Kolkata.

একক 5 ❑ বিস্তৃতির বিভিন্ন পরিমাপ চতুর্থক পার্থক্য, গড় পার্থক্য, সমক পার্থক্য

গঠন

5.1 প্রস্তাবনা

5.2 উদ্দেশ্য

5.3 বিস্তৃতি

5.4 সুবিধা ও অসুবিধা

5.5 চতুর্থক পার্থক্য

5.6 সুবিধা ও অসুবিধা

5.7 গড় পার্থক্য

5.8 সুবিধা ও অসুবিধা

5.9 সমক পার্থক্য

5.10 সুবিধা ও অসুবিধা

5.11 অনুশীলনী

5.1 প্রস্তাবনা

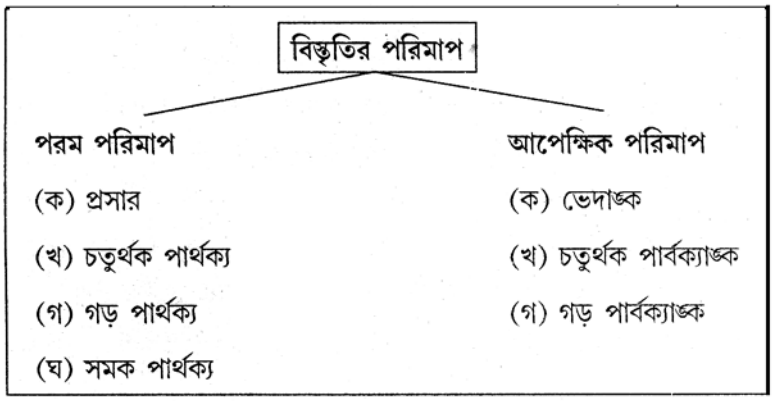
পূর্ববর্তী খণ্ডে আপনারা পড়েছেন যে পরিসংখ্যানীয় গড় (বা কেবল মাত্র গড়) রাশিতথ্যের ধরন সম্বন্ধে একটি ভাল ধারণা দিতে পারে। কিন্তু গড় সবরকম বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করতে পারে না। যেমন গড়ের সাহায্যে চলকের মানগুলির গড়ের চতুর্দিকে কিভাবে বিস্তৃত (scattered or dispersed) তা বোঝা যায় না। সম সংখ্যক মানের দ্বারা গঠিত দুটি শ্রেণীর একই গড় থাকতে পারে। কিন্তু একটির মানগুলি গড় থেকে বহুদূর বিস্তৃত এবং অপরটির মানগুলি কাছাকাছি হতে পারে। সুতরাং মানগুলির গড় থেকে তাদের বিস্তার (scattered or dispersed) জানবার প্রয়োজন আছে। এই এককে চলকের মানের বিস্তৃতির বিভিন্ন পরিমাপ আলোচনা করা হচ্ছে।

5.2 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আমরা বিস্তৃতির বিভিন্ন পরিমাপ সম্বন্ধে ধারণা ও তাদের সুবিধা ও অসুবিধা বিষয়ে জানতে পারি।

5.3 বিস্তৃতি (Dispersion)

চলকের বিভিন্ন মানের তাদের গড় থেকে ভেদ বা পার্থক্যকে বিস্তৃতি বলা হয়।



এখানে আমরা 'পরম পরিমাপ' নিয়ে আলোচনা করব।

প্রসার : বিস্তৃতির সর্বাপেক্ষা সরল পরম পরিমাপ হল প্রসার। এটি চলকের বৃহত্তম এবং ক্ষুদ্রতম মান দুটির অন্তরকলের সমান। অর্থাৎ প্রসার হল কোন একটি বিস্তারের (distribution) বৃহত্তম ও ক্ষুদ্রতম মানের পার্থক্য। যেমন কোন একটি স্থানের (suppose A) সর্বোচ্চ তাপমাত্রা হল 44°C (in June) এবং সর্বনিম্ন হল 0.4°C (in January) এক্ষেত্রে বার্ষিক তাপমাত্রার প্রসার হল (44°C – .4°) = 43.6°C এভাবে কোন Class (শ্রেণীর) ছাত্রদের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন নম্বরের পার্থক্য, কোন স্থানের জনগোষ্ঠীর বয়সের পার্থক্য, আয়ের পার্থক্য প্রসারের (Range) মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়।

উদাহরণ : Rs. 8, Rs. 5, Rs. 10, Rs. 7, Rs. 12, Rs. 6, মানগুলির প্রসার নির্ণয় করুন।

(Rs. 12 – Rs. 7) = Rs. 5 Answer

উদাহরণ : 3, 5, 8, –1, 4 এই মানগুলির প্রসার নির্ণয় করুন।

সর্বোচ্চমান = 8

সর্বনিম্ন মান = –1

প্রসার = (8) – (–1) = 9 Answer

শ্রেণীবদ্ধ পরিসংখ্যার বিভাজনের ক্ষেত্রে প্রসারের পরিমাপ হল উচ্চতম শ্রেণীর উর্ধ্বসীমা এবং নিম্নতম শ্রেণীর নিম্নসীমার অন্তরকলের সমান।

$$\text{প্রসারাঙ্ক (Co-efficient of Range)} = \frac{\text{প্রসার}}{\text{উচ্চতম ও নিম্নতম মানের যোগফল}}$$

5.4 সুবিধা ও অসুবিধা

বোঝবার পক্ষে সরল। গণনার পক্ষে সহজ। কিন্তু অসুবিধাও অনেক আছে। খুব বেশী উচ্চ মান ও খুব বেশী নিম্ন মানের উপস্থিতি দ্বারা এটি প্রভাবিত হয়। চলকের সব মানের উপর নির্ভরশীল নয়। মুক্ত প্রান্তের পরিসংখ্যা বিভাজন (open class) থেকে প্রসার গণনা করা যায় না।

5.5 চতুর্থক পার্থক্য (Quartile Deviation)

বিস্তৃতির পরিমাপ প্রকাশের দ্বিতীয় পদ্ধতিটি হল চতুর্থক পার্থক্য (Quartile Deviation বা Semi Interquartile deviation) চলকের এক প্রস্থ মানগুলিকে উর্ধ্বক্রমে সাজালে ঠিক মধ্যম অবস্থানের মানটি সমগ্র শ্রেণীটিকে দুই অংশে বিভক্ত করে এবং একে বলা হয় মধ্যমা। এইভাবে এইরূপ তিনটি মান Q_1, Q_2, Q_3 নেওয়া হয় যারা সমগ্র শ্রেণীকে চারটি অংশে বিভক্ত করে। এই তিনটি মান Q_1, Q_2, Q_3 কে যথাক্রমে প্রথম (বা নিম্ন), চতুর্থক, দ্বিতীয় চতুর্থক এবং তৃতীয় (বা উর্ধ্ব) চতুর্থক বলা হয়। অর্ধ আন্ত চতুর্থক প্রসার (Semi Interquartile Range) বা চতুর্থক পার্থক্য (Quartile deviation) হল প্রথম (বা নিম্ন) এবং তৃতীয় (বা উর্ধ্ব) চতুর্থকের তফাতের অর্ধাংশ অর্থাৎ

$$\text{Q.D.} = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$

Q_1 = প্রথম (বা নিম্ন) চতুর্থক

Q_3 = তৃতীয় (বা উর্ধ্ব) চতুর্থক

এটি বিস্তৃতির একটি পরম পরিমাপ। যে রাশিতথ্যে বিস্তৃতি স্বাভাবিক (Normal distribution) সেখানে আন্ত চতুর্থক প্রসার এর (Interquartile Range) অর্ধভাগ ও মধ্যমা ও যে কোন চতুর্থকের (any Quartile) পার্থক্য সমান হয়। অর্থাৎ কোন রাশিতথ্যের বিস্তারের 50% দৃষ্টান্ত Semi interquartile প্রসার ± মধ্যমার মধ্যে থাকে।

উদাহরণ : নিম্নে প্রদত্ত 7 জন ব্যক্তির দৈনিক মজুরী (In Rs) চতুর্থক পার্থক্য নির্ণয় করুন।

12, 7, 15, 10, 19, 17, 25

সমা : রাশিগুলিকে মানের উর্ধ্বক্রমে লিখলে পাওয়া যায়।

7, 10, 12, 15, 17, 19, 25.

এখানে $n = 7$ $\frac{n+1}{4} = \frac{7+1}{4} = 2$, $\frac{3(n+1)}{4} = \frac{3(7+1)}{4} = 6$

$\therefore$ $Q_1 = \left(\frac{n+1}{4}\right)$ তম মান = দ্বিতীয় মান = 10.

এবং $Q_3 = \frac{3(n+1)}{4}$ তম মান = ষষ্ঠ মান = 19.

সুতরাং চতুর্থক পার্থক্য $= \frac{Q_3 - Q_1}{2} = \frac{19-10}{2}$ – Rs. 4.5 Answer.

উদাহরণ : নিম্নে প্রদত্ত সারণী থেকে চতুর্থক পার্থক্য নির্ণয় কর।

Monthly expenditure	Fe	Cu fe
<Rs. 1000 –	30	30
Rs. 1000 – 1250 –	45	75
Rs. 1250 – 1500 –	70	145
Rs. 1500 – 1750 –	82	227
Rs. 1750 – 2000 –	66	293
Rs. 2000 – 2250 –	57	350
Rs. 2250 – 2500 –	28	378
Rs. 2500 – 2750 –	22	400
Rs. 2750 – 3000 –	18	418
>Rs. 300	12	430
	$\Sigma fe = 430$	

$$n = 430 \qquad \frac{n}{4} = 107.5 \qquad \frac{3n}{4} = 322.5$$

ক্রমযৌগিক পরিসংখ্যান থেকে বোঝা যাচ্ছে যে 1250 – 1500, এবং 2000 – 2250 শ্রেণী প্রসারের (Class interval) যথাক্রমে Q_1 এবং Q_3 বর্তমান।

তাই $$Q_1 = 1250 + \left(\frac{107.5 - 75}{70}\right) \times 250$$

$$= 1250 + \left(\frac{8125}{70}\right)$$

$$= 1250 + 116.07 = \text{Rs. } 1366.07$$

এবং $$Q_3 = 2000 + \left(\frac{322.5 - 293}{57}\right) \times 250$$

$$= 2000 + \left(\frac{322.5 - 293}{57}\right) \times 250$$

$$= 2000 + \left(\frac{7375}{57}\right)$$

$$= 2000 + 129.38 = \text{Rs. } 2129.38$$

$$Q_D = \frac{Q_3 - Q_1}{2} \qquad = \frac{\text{Rs. } 2129.38 - \text{Rs. } 1366.07}{2}$$

$$= \frac{763.31}{2} = \text{Rs. } 381.65 \quad \text{Answer}$$

5.6 সুবিধা ও অসুবিধা

চতুর্থক পার্থক্য গণনা সহজ। এই গণনা প্রথম ও তৃতীয় চতুর্থকের উপর নির্ভরশীল। কেবল Q_1 এবং Q_3-র উপর নির্ভরশীল হওয়ার সমুদায় মানের পরিবর্তনশীলতা-এর বিবিচনাধীন নয় এবং সেইজন্য বাস্তবক্ষেত্রে এর বিবেচনাধীন নয় এবং সেইজন্য বাস্তবক্ষেত্রে এর ব্যবহার খুব বেশী নয়। তবে মুক্ত প্রান্ত বিশিষ্ট শ্রেণীযুক্ত শ্রেণীবদ্ধ পরিসংখ্যা বিভাজন থেকে এটি গণনা করা যায়।

5.6 গড় পার্থক্য (Mean Deviation)

কোন চলকের মানগুলির কোন শ্রেণীর গড় পার্থক্য হল ঐ শ্রেণীর যে কোন একটি গড় (গড়, মধ্যমা) থেকে সমুদয় পরম পার্থক্যগুলির যৌগিক গড়। এটি বিস্তৃতির পরম পরিমাপ। একপ্রস্ত n সংখ্যক মান $x_1, x_2 \ldots x_n$-এর A.M. সাপেক্ষে গড় পার্থক্যের সংজ্ঞা হল গড় পার্থক্য = M.D. $= \frac{\sum_{j=1} |x_j - \bar{x}|}{N} = \frac{\sum |x - \bar{x}|}{N} = \overline{|x - \bar{x}|}$

যেখানে $\bar{x}$ হল সংখ্যা সমূহের মধ্যমা বা A.M. (Arithmetic Mean) এবং $|x_j - \bar{x}|$ হল $\bar{x}$-র থেকে পার্থক্যের পরম মান।

উদাহরণ (১) : নিম্নলিখিত অশ্রেণীবদ্ধ (ungrouped) রাশিতথ্যের গড় পার্থক্য বা Mean Deviation নির্ণয় করুন।

2, 3, 6, 8, 11

Arithmetic Mean (A.M.) বা মধ্যমা

$$\bar{x} = \frac{2+3+6+8+11}{5} = 6$$

Mean Deviation = M.D. = গড় পার্থক্য

$$\frac{|2-6|+|3-6|+|6-6|+|8-6|+|11-6|}{5}$$

$$= \frac{|-4|+|-3|+|0|+|2|+|5|}{5}$$

$$= \frac{4+3+0+2+5}{5}$$

$$= 2.8 \quad \text{Answer}$$

পরিসংখ্যা বিভাজন অর্থাৎ শ্রেণীবদ্ধ রাশিতথ্য (Grouped Data)-র ক্ষেত্রে

$$M.D. = \frac{\sum f|x - \bar{x}|}{N}$$

f = শ্রেণীর পরিসংখ্যা

$\bar{x}$ = গাণিতিক গড়

N = মোট পরিসংখ্যান

N.B. : রাশি কে মড্ । d। এইভাবে পড়া হয় এবং এটি d-এর চিহ্ন নিরপেক্ষ সংখ্যা বা পরম মানকে নির্দেশ করে যেমন

$$|-3| = 3, |+4| = |4|, |-0.67| = .67$$

পার্থক্যগুলির বীজগাণিতিক মান না নিয়ে কেবল পরম মান নেবার কারণ হল গড় থেকে মানগুলির পার্থক্যসমূহের বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য।

উদাহরণ (২) : ১০০ জন ছাত্রের ভরের (mass) গড় পার্থক্য বার কর।

$\bar{x}$ = 67.45 kg.

Mass (kg)	class mark x	$x - \bar{x}$	f	$f(x - \bar{x})$
60-62	61	6.45	5	32.25
63-65	64	3.45	18	62.10
66-68	67	0.45	42	18.90
69-71	70	2.55	27	68.85
72-74	71	5.55	08	44.40
			$N = \sum f = 100$	$\sum f\|x - \bar{x}\| = 226.50$

গড় পার্থক্য $= M.D. = \frac{\sum f|x - \bar{x}|}{N} = \frac{226.50}{100}$

= 2.26 kg. Answer.

উদাহরণ (৩) : কোন একটি জেলার (district) C-D. Block-এর No. of Household (পরিবারের সংখ্যা) দেওয়া হল। এই সংখ্যাগুলির যৌগিক গড় সাপেক্ষে গড় পার্থক্য নির্ণয় কর।

C.D. Block	No. of household
1	31
2	35
3	29
4	63
5	55
6	72
7	37

যৌগিক গড় $\bar{x} = \frac{31+35+29+63+55+72+37}{7}$

$= \frac{322}{7} = 46$

মান (x)	গড় থেকে পার্থক্য $d = x - \bar{x}$ $(x - 46)$	পরম পার্থক্য $\lvert d \rvert$
31	– 15	15
35	– 11	11
29	– 17	17
63	17	17
55	9	9
72	26	26
37	– 9	9
Total $\sum x = 322$		$\sum \lvert d \rvert = 104$

∴ গড় সাপেক্ষে নির্ণেয় গড় পার্থক্য

$= \frac{\sum |d|}{n} = \frac{104}{7} = 14.86$ Household

5.8 সুবিধা ও অসুবিধা

গড় পার্থক্য চলকের সমুদয় মানের উপর নির্ভরশীল এবং কখনও কখনও এর থেকে বিস্তৃতির পরিমাপ হিসেবে মোটামুটি ভাল ফল পাওয়া যায়। কিন্তু গড় পার্থক্য গণনার জন্য চিহ্ন বর্জিত পরম পার্থক্যগুলি নেওয়ার রীতি অযৌক্তিক বলে মনে হয় এবং এর ফলে বীজগণিত সূত্র প্রয়োগ কঠিন হয়ে পড়ে। যদিও পূর্ববর্তী পরিমাপগুলিতে চরম মানগুলি নেওয়া হয়, এখানে সেইরূপ হয় না, রাশিতত্ত্বের বিস্তারিত আলোচনার জন্য এই পদ্ধতি খুব একটা উপযোগী নয়।

5.9 সমক পার্থক্য (Standard Deviation)

সমক পার্থক্য বিস্তৃতির সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ পরিমাপ। সমক পার্থক্য হল গড় থেকে পার্থক্যগুলির বর্গসমূহের গড়ের বর্গমূল। সমক পার্থক্য কে সাধারণতঃ গ্রীক অক্ষর δ (সিগমা) বলে পড়তে হয়। সমক পার্থক্যের আর একটি সংজ্ঞা বলা যেতে পারে যে কোন চলকের এক প্রসুমানের সমক পার্থক্য (S.D.) হল মানগুলির যৌগিক গড় থেকে,

তাদের সকল পার্থক্যের বর্গগুলির যৌগিক গড়ের ধনাত্মক বর্গমূল। এখানে নঞর্থক পার্থক্য (negative deviation) বাদ দিয়ে দাওয়া হয় বলে গাণিতিক ক্ষেত্রে এর বহুল ব্যবহার দেখা যায় ও অত্যন্ত জনপ্রিয় এই বিস্তৃতি পরিমাপ।

যদি কোন চলকের মানের একটি শ্রেণী $x_1, x_2, x_3 \ldots x_n$ হয় এবং যদি তাদের A.M. হয় তবে S.D. (δ) এর সংজ্ঞা অনুসারে

$$\delta = \sqrt{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + (x_n - \bar{x})^2}$$

অথবা $\sqrt{\dfrac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$

পরিসংখ্যা বিভাজন এর (Grouped frequency)

ক্ষেত্রে $\delta = \sqrt{\dfrac{\sum f(x - \bar{x})^2}{N}}$

উদাহরণ (১): নিম্নলিখিত রাশিসমূহের S.D. (δ) নির্ণয় কর।

12, 6, 7, 3, 15, 10, 18, 5

গড় বা $\bar{x} = \dfrac{\sum x}{n} = \dfrac{12+6+7+3+15+10+5}{8}$

$$\delta = \sqrt{\frac{(12-95)^2 + (6-9.5)^2 + (7.95)^2 + (3-9.5)^2 + (15-95)^2 + (10-9.5)^2 + (18.95)^2 + (5.95)^2}{8}}$$

$= \sqrt{23.75} = 4.87$ Answer.

উদাহরণ (২) : 100 জন ছাত্রের ভরের S.D. বা সমক পার্থক্য নির্ণয় কর : $\bar{x} = 67.45$

Mass (kg)	Class mark (x)	$x - \bar{x}$ (n – 67.45)	$(x - \bar{x})^2$	F	$F(x - \bar{x})^2$
60 – 62	61	– 6.45	41.60	5	208.0
63 – 65	64	– 3.45	11.90	18	214.25
66 – 68	67	– 0.45	0.20	42	8.50
69 – 71	70	2.55	6.50	27	175.57
72 – 74	73	5.55	30.80	08	246.42
	$\bar{x} = 67.45$			$N = \sum f = 100$	$\sum F(x - \bar{x})^2 = 852.75$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum F(x-\bar{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{852.75}{100}} = \sqrt{8.5275} = 2.92 \text{ Kg (Answer)}$$

সমক পার্থক্য আমরা ভেদমান (variance) নির্ণয় করেও বার করে থাকি।

Variance : সমক পার্থক্যের বর্গ ভেদমান (variance) নামে পরিচিত। অর্ক্য ভেদমান = $(\delta)^2 = (S.D.)^2$ ভেদমানের ধনাত্মক বর্গমূলকে S.D.-র সংজ্ঞা হিসেবে ধরা হয়।

অতএব "It is the average of sum of squares of deviation of individual sizes of the variable from Arithmetic mean, multiplied by corresponding frequency.

আমরা প্রথমে নিয়ে থাকি :

1) (Variables) চলকের গড় থেকে বিস্তৃতির (size)

2) বিস্তৃতির বর্গ (square)

3) বর্গকে উল্লেখিত frequency দিয়ে গুণ করতে হবে

4) প্রতিটি মাপের বর্গের বিস্তৃতিকে যোগ করতে হবে

5) (Δ) যোগফলকে মোট frequency দিয়ে ভাগ করতে হবে।

$S.D.^2$ = বর্গমূল নিয়ে S.D. পাওয়া যাবে।

উদাহরণ : নীচের সারণি থেকে সমপার্থক্য (S.D.) নির্ণয় কর।

x	f
1	6
2	8
3	10
4	12
Total	$\sum f = 36$

$$\delta^2 = \frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{N}$$

$$\bar{x} \text{ or } A.M. = \frac{6\times1+8\times2+10\times3+12\times4}{36}$$

$$= 2.8$$

$$\delta^2 = \frac{6(1-2.8)^2 + 8(2-2.8)^2 + 10(3-2.28)^2 + 12(4-2.28)^2}{36}$$

$$= 1.17$$

$$\delta = 1.08$$

Method (L) $\delta^2 = \left\{ \frac{fd^2}{N} - \left(\frac{fd}{N} \right)^2 \right\}$

ইচ্ছামত নির্বাচিত মূল বিন্দু থেকে পার্থক্য নিয়ে S.D.^{2}/S.D. নির্ণয়।

A = কোন নির্বাচিত মূলবিন্দু, ধরা যাক x = 3 এবং 3 এর থেকে বিস্তৃতি নেওয়া হল এবং fd table তৈরী করা হল। d = (x – A)

x		f	fx	fd^2
1	(–2)	6	–12	24
2	(–1)	8	–8	8
3	(0)	10	0	0
4	(1)	12	12	12
Total		$\sum f = 36$	$\sum fd = -8$	$\sum fd^2 = 44$

$$\delta^2 = \frac{\sum fd^2}{N} - \left(\frac{\sum fd}{N} \right)^2$$

$$-\frac{44}{36} - \left(\frac{-8}{36} \right)^2 = 1.17$$

δ = 1.08 Answer.

পরিসংখ্যা বিভাজনের ক্ষেত্রে সূত্রটি হবে

$$\delta^2 = \left\{ \frac{\sum fd^2}{N} - \left(\frac{\sum fd}{N} \right)^2 \right\} \times C^2.$$

উদাহরণ : $$\delta = \sqrt{\left\{ \frac{\sum fd^2}{N} - \left(\frac{\sum fd}{N} \right)^2 \right\} \times C^2}$$

Class Interval	x	f	d	fd	d^2	fd^2
0 – 10	5	6	– 2	– 12	4	24
10 – 20	15	8	– 1	– 8	1	8
20 – 30	25	10	0	0	0	0
30 – 40	35	12	1	12	1	12
	$\sum f$ or N = 36		$\sum fd = -8$			$\sum fd^2 = 44$

$$\varepsilon^2 = \left\{ \frac{44}{36} - \left(\frac{-6}{36} \right)^2 \right\} \times C^2 = 1.17 \times (10)^2$$

$$\delta = \sqrt{1.17} \times 10 = 10.8 \text{ Answer}$$

উদাহরণ : নিম্নের রাশিগুলি কোন স্থানের গড় বৃষ্টিপাতের পরিমাণ নির্দেশ করছে। এই রাশিতথ্যগুলি থেকে সমক পার্থক্য নির্ণয় করুন।

প্রথম পদ্ধতি :

মান (x) (in cm)	গড় 56 থেকে পার্থক্য $d = (x - \bar{x})$	d^2
49	– 7	49
63	7	49
46	– 10	100
59	3	৯
65	9	81
52	– 4	16
60	4	16
54	– 2	4
Total $\sum x = 448$		$\sum d^2 = 324$

গড় $\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{448}{8}$

$= 56$

সমক পার্থক্য $= \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} = \sqrt{\frac{324}{8}}$

$= \sqrt{40.5} = 6.36 \text{ cm}.$

দ্বিতীয় পদ্ধতি :

মান (x) (in cm)	ইচ্ছামত নির্বাচিত মূল মূল বিন্দু A থেকে পার্থক্য $d = (x - A) = (x - 54)$	d^2
49	– 5	25
63	৯	81
46	– ৪	64

মান (x) (in cm)	ইচ্ছামত নির্বাচিত মূল মূল বিন্দু A থেকে পার্থক্য $d = (x - A) = (x - 54)$	d^2
59	5	25
65	11	121
52	– 2	04
60	6	36
54 = A	0	0
	$\sum d = 16$	$\sum d^2 = 356$

$n = 8$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n} - \left(\frac{\sum d}{n}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{356}{8} - \left(\frac{16}{8}\right)^2} = \sqrt{44.5 - 4}$$

$$= \sqrt{40.5} = 6.36 \text{ cm}$$

উদাহরণ : নিম্নের ছকে কোন একটি বিদ্যালয়ে 540 ছাত্রদের (marks) নাম্বারের বিভাজন দেওয়া হল। এর থেকে সমক পার্থক্য নির্দেশ করুন।

প্রাপ্ত নাম্বার (marks obtained)	30	40	50	60	70
ছাত্রদের সংখ্যা (no. of students)	64	132	153	140	51

প্রাপ্ত নম্বর x	A (= 50 থেকে পার্থক্য) $d = (x - 50)$	ছাত্র সংখ্যা f	fd	fd^2
30	– 20	64	– 1280	25600
40	– 10	132	– 1320	13200
50 = A	0	153	0	0

প্রাপ্ত নম্বর x	A (= 50 থেকে পার্থক্য) d = (x – 50)	ছাত্র সংখ্যা f	fd	fd^2
60	10	140	1400	14000
70	20	51	1020	29400
		$\sum f$ or N = 540	$\sum fd = -2600$ 2420 = – 180	$\sum fd^2 = -73200$

∴ সমক পার্থক্য $\sqrt{\frac{\sum fd^2}{N} - \left(\frac{\sum fd}{n}\right)^2}$

$$= \sqrt{\frac{73200}{540} - \left(\frac{180}{540}\right)^2}$$

$$= \sqrt{135.555 - .1111}$$

$$= \sqrt{135.4444}$$

= 11.64 নম্বর Answer

5.10 সুবিধা ও অসুবিধা

১) সমক পার্থক্য হল বিস্তৃতির পরিমাপগুলির মধ্যে সর্বপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ ও ব্যাপক ভাবে ব্যবহৃত পরিমাপ।

২) বিস্তৃতির সুপরিমাপের জন্য সব গুণ এখানে বর্তমান।

৩) এর সংজ্ঞা সম্পূর্ণ, দ্ব্যর্থহীন, চলকের সব মানের উপর নির্ভরশীল।

৪) বীজগণিতের সূত্রগুলি প্রয়োগের পক্ষে এটি উপযুক্ত। বিস্তৃতির অপর যে কোন পরম পরিমাপের তুলনায় S.D. নমুনা বিচ্যুতির দ্বারা সর্বাপেক্ষা কম পরিমাণে প্রভাবিত হয়।

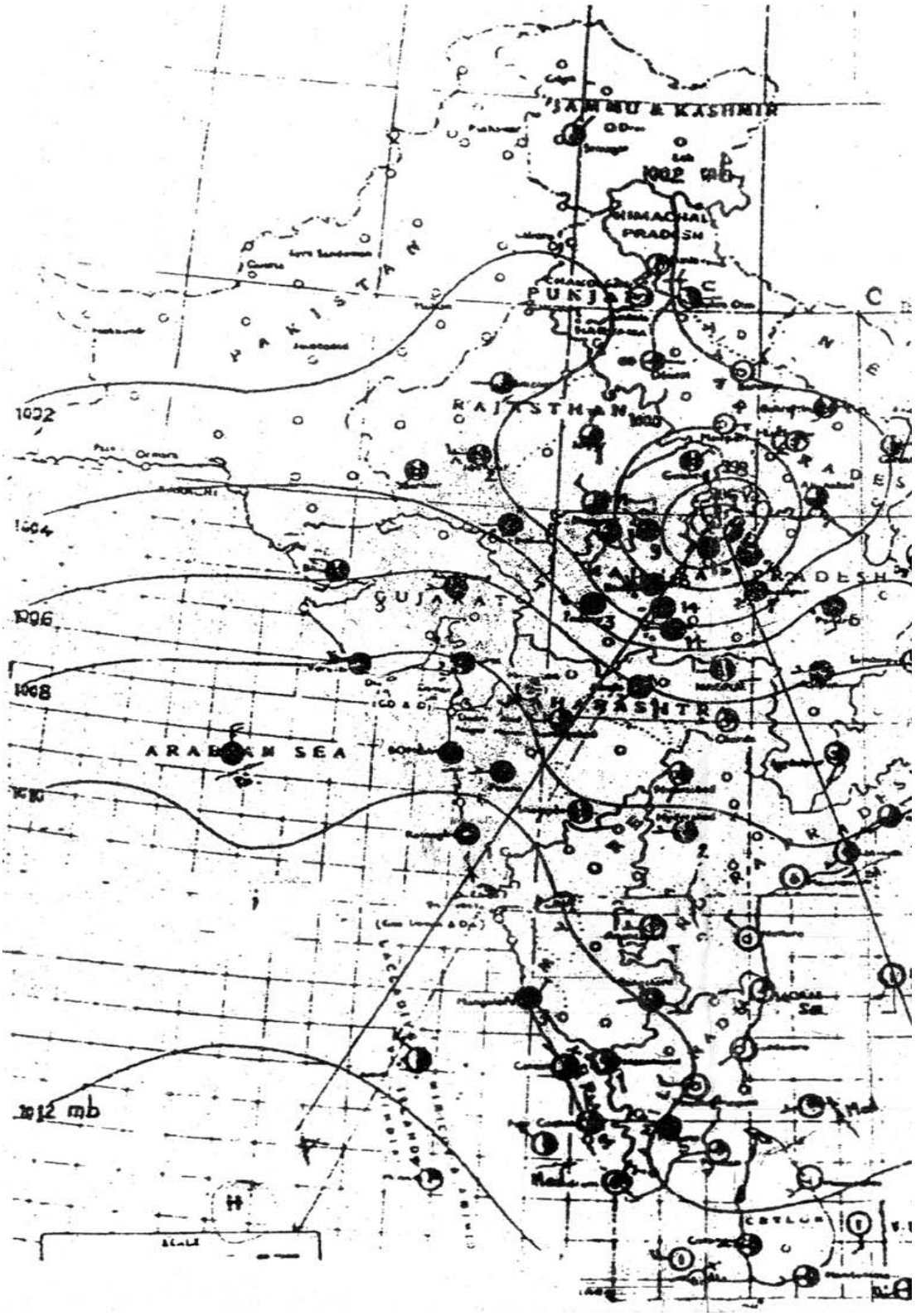
তবে S.D. সব সময় সহজবোধ্য নাও হতে পারে। A.M. থেকে পার্থক্যগুলির বর্গ করে এই বর্গগুলির A.M. এর বর্গমূল নেওয়া একটি জটিল প্রক্রিয়া। মূলবিন্দু ও স্কেলের সুবিধামত পরিবর্তন দ্বারা S.D. গণনা সহজতর করা যেতে পারে। বিভিন্ন এককে প্রদত্ত দুই বা ততোধিক বিভাজনের পরিবর্তনশীলতার তুলনাতে একে ব্যবহার করা যায় না।

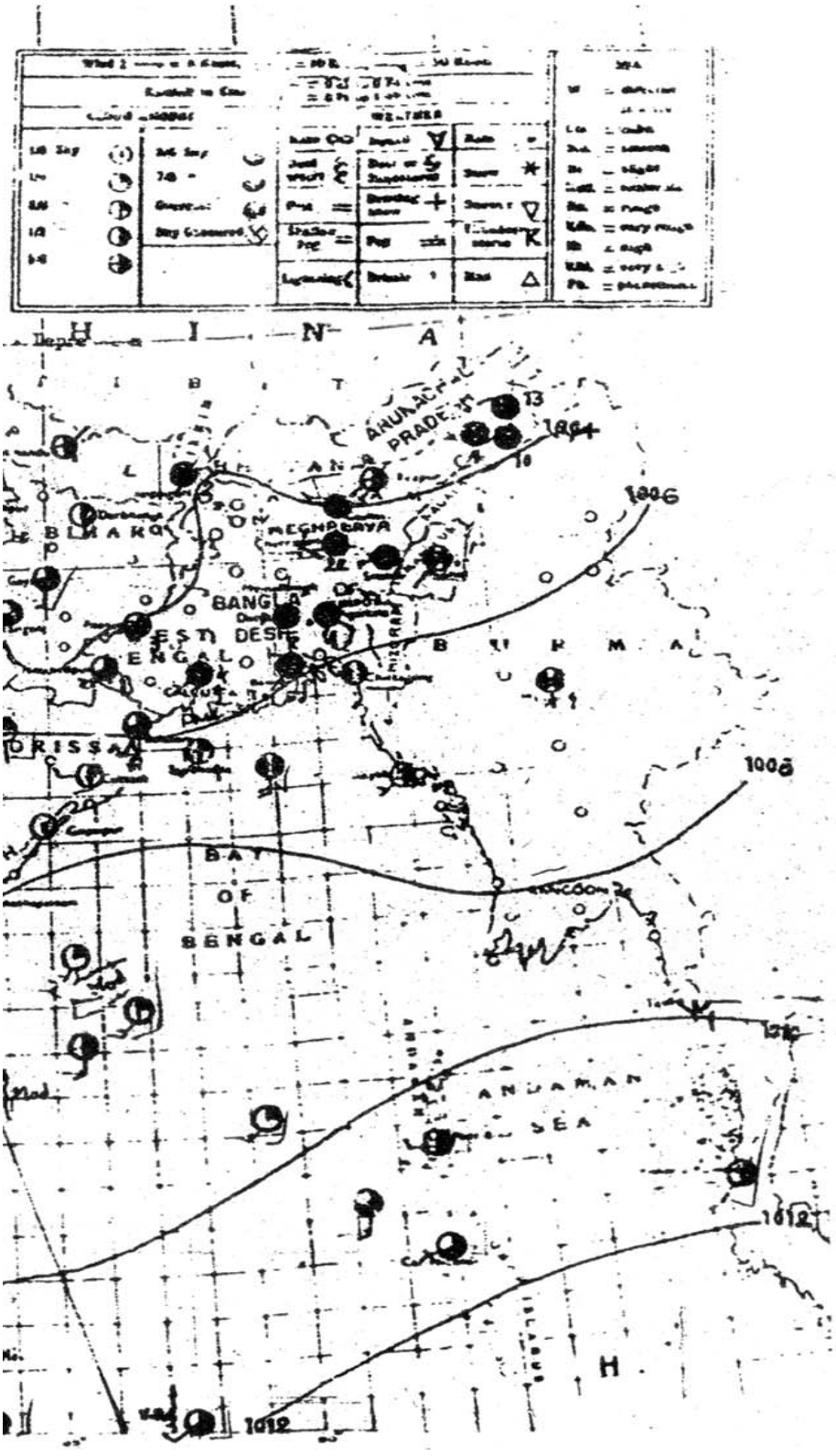
INDIAN DAILY WEATHER REPORT

WEATHER MAP AT 0830 HRS. I. S. T. (0300 HRS. G. M. T.)

12 July

Sunday 1973 (31 Asadha 1895 Saka)




H I N A
ARUNACHAL PRADESH
MEGHALAYA
BANGLADESH
BURMA
ORISSA
BAY OF BENGAL
ANDAMAN SEA
1004
1006
1008
1012
1012
H

5.11 অনুশীলনী

1. জন ছাত্রের প্রাপ্ত নম্বরের প্রসার নির্ণয় কর :

9, 7, 25, 18, 38, 12, 30, 35.

উঃ 31 টা

2. নিম্নের পরিসংখ্যা বিভাজনের গড় পার্থক্য নির্ণয় কর :

Size of family (X)	–	5	7	9	11	13.
No. of family (F)	–	4	10	22	10	4.

উঃ 1.44.

3. **200 টি গাছের ফুলের সংখ্যা থেকে সমক পার্থক্য নির্ণয় কর :**

ফুলের সংখ্যা	–	50	55	60	65	70.
গাছের সংখ্যা	–	30	40	65	50	15.

উঃ 5.79.

4. নীচের সারণী থেকে সমক পার্থক্য ও গড় পার্থক্য নির্ণয় কর।

Station	(Alipur)	(rainfall in mm)
J	–	2.2
F	–	6.3
M	–	126.3
A	–	188.1
M	–	228.1
J	–	478.5
J	–	915.1
A	–	866.4
S	–	726.4
O	–	410.4
N	–	34.3
D	–	1.6

উঃ S.D. = 328.52 mm

M.D. = .989456 mm.

5. নীচের সারণী থেকে সমক পার্থক্য ও গড় পার্থক্য নির্ণয় কর।

Station x		(rainfall in mm)
J	–	0.3
F	–	1.1
M	–	22.6

A	–	34.3
M	–	32.5
J	–	317.7
J	–	307.9
A	–	475.1
S	–	403.4
O	–	55.7
N	–	[illegible]4
D	–	1.6

উঃ S.D. = 172.77 mm

M.D. = 1.2425 mm.

6. নীচের **Frequency Table** থেকে **Quartile deviation** চতুর্থক পার্থক্য নির্ণয় কর।

Class boundary			–	frequency
0.5	–	400.5	–	05
400.5	–	800.5	–	11
800.5	–	1200.5	–	09
1200.5	–	1600.5	–	03
1600.5	–	2000.5	–	02

উঃ 299 (approx)

7. নীচের সারণী থেকে গড় পার্থক্য ও সম্যক পার্থক্য নির্ণয় কর।

Class boundary			–	frequency
0	–	50	–	8
50	–	100	–	10
100	–	150	–	16
150	–	200	–	9
200	–	250	–	4
250	–	300	–	3

উঃ গড় পার্থক্য (M.D.) = 52

S.D. = 68.55

৪. নীচের সারণী থেকে **S.D.** এবং **M.D.** নির্ণয় কর।

District	–	(yield of Awan (kg/hec) (2001)
Burdwan	–	2029
Birbhum	–	2327
Bankura	–	2435
Midnapore	–	2117
Howrah	–	1413
24 Parganas (N)	–	1844
24 Parganas (S)	–	1873
Nadia	–	1595
Purulia	–	1818
Hooghli	–	2217

উঃ S.D. = 304.78 (kg/hec)

M.D. = 258.24 (kg/hec)

9. নীচের পরিসংখ্যা বিভাজন থেকে চতুর্থক পার্থক্য নির্ণয় কর।

Class Group			–	ব্যক্তির সংখ্যা
40	–	45	–	10
45	–	50	–	22
50	–	55	–	28
55	–	60	–	20
60	–	65	–	12
65	–	70	–	08

উঃ Q.D. = 5.17

10. নীচের রাশিতথ্য থেকে **S.D.** সমক পার্থক্য গণনা কর :

উচ্চতা (মঞ্চ)	–	59–61	61–63	63–65	65–67	67–69
ছাত্র সংখ্যা	–	4	30	45	15	6

উঃ S.D. = 1.83 মঞ্চ

একক 6 □ সহজ দ্বিচলকের প্রতিগমান ও সহপরিবর্তন, কালীন শ্রেণী বিশ্লেষণ

গঠন

6.1 প্রস্তাবনা

6.2 দ্বিচলকের প্রতিগমান ও সহপরিবর্তন

6.2.1 সহপরিবর্তন

6.2.2 রৈখিক সহপরিবর্তনের গণনা

6.2.3 সহপরিবর্তন গুণাঙ্কে ব্যবহার ও বৈশিষ্ট্য

6.3 প্রতিগমন

6.3.1 প্রতিগমন সমীকরণ

6.4 অনুশীলনী

6.5 কালীন শ্রেণী বিশ্লেষণ

6.5.1 প্রস্তাবনা

6.5.2 কালীন শ্রেণী

6.5.3 কালীন শ্রেণীর উপাংশ

6.5.4 দীর্ঘস্থায়ী ধীরগতি প্রবণতা

6.5.5 ঋতুনির্ভর পরিবর্তন

6.5.6 চক্রক্রমিক পরিবর্তন

6.5.7 বদৃচ্ছ বা অনিয়মিত গতি

6.6 প্রবণতার মাপ

6.7 মুক্ত হস্ত পদ্ধতি

6.8 অর্ধ গড় পদ্ধতি

6.9 গতিশীল গড় পদ্ধতি

6.10 লঘিষ্ঠ বর্গসমূহের পদ্ধতি

6.11 অনুশীলনী

6.1 প্রস্তাবনা

পূর্ববর্তী এককগুলিতে আমরা একক চলকের বিভাজন বৈশিষ্ট্য বৃষ্টিপাত, আয়, বয়স, ওজন প্রভৃতির বিভাজন সমূহের মধ্যমা গণনা, বিস্তৃতির পরিমাপ ইত্যাদি আলোচনা করেছি। এখন দুইটি চলকের সম্বন্ধে একই সঙ্গে

আলোচনা করা হবে এবং তাদের পরিমাণগত সম্বন্ধটি নির্ণয়ের চেষ্টা করা হবে। যেমন আমরা Census থেকে জনসংখ্যার বিবিধ তথ্য অর্থাৎ জনগণের বয়স, কর্ম, শিক্ষা, আয় ইত্যাদি রাশিতথ্য সংগ্রহ তাদের মধ্যে (cause & effect) কার্যকারণ সম্পর্ক স্থাপন করতে পারি। (১) যেমন মানুষের উচ্চতা ও 3 জন একটি অপরটির উপর নির্ভরশীল (২) কোন বস্তুর চাহিদা ও দামের সম্পর্ক (৩) বৃষ্টিপাত ও কৃষি উৎপাদনতা (৪) উৎপাদন ও দ্রব্যমূল্য (৫) জন সংখ্যার শিক্ষা ও দারিদ্রতা ইত্যাদি।

6.2 দ্বিচলকের প্রতিগমান ও সহপরিবর্তন [Bivariate (Linear) Regression with Correlation)

6.2.1 সহপরিবর্তন (Correlation) :

দুইটি চলকের রাশি যখন একই সঙ্গে নথিভুক্ত করা হয় তখন তাকে দ্বিচলক বলে। যেমন (১) কিছু পরিবারের আয় ও ব্যায় (২) কোন রাজ্যের পর পর কিছু বছরের বৃষ্টিপাতের পরিমাণ ও ধানের ফলন ইত্যাদি। দুটি চলরাশির মধ্যে সম্বন্ধের মাত্রা নির্ণয়ের জন্য পরিসংখ্যানীয় পদ্ধতি হল 'সহপরিবর্তন'। 'সম্বন্ধ' বলতে আমরা এখানে বলতে পারি 'চলক' দুটি একই সঙ্গে পরিবর্তনের প্রবণতা। চলক দুটিকে 'x' ও 'y' বলা হয়। স্বাধীন (Independent) বা ব্যাখ্যাকৃত (explained) চলকে 'x' এবং অধীন (Dependent) বা ব্যাখ্যাকারী (explaining) চলকে 'y' বলা হয়। যদি 'চলক) অর্থাৎ 'x' এবং 'y' এইরূপ সম্বন্ধযুক্ত হয় যে একটির গতির (বা পরিবর্তনের) সঙ্গে সঙ্গে অপর চলক এর অনুরূপ গতির (বা পরিবর্তনের) প্রবণতা থাকে, অর্থাৎ 'x' এর গতির সঙ্গে 'y' এর অনুরূপ গতির প্রবণতা থাকে তাকে সহপরিবর্তন ধর্মের অধীন (correlated) বলা হয়। গতিগুলি একই অভিমুখে হতে পারে (অর্থাৎ x ও y দুটির বৃধ্বি পেতে পারে।) যেমন কোন অঞ্চলে বৃষ্টিপাত বাড়লে সেই অঞ্চলে আমন ধানের উৎপাদন বৃধ্বি পায়। গতিগুলি দুটিই হ্রাস পেতে পারে। যেমন বৃষ্টিপাত কমলে পাট উৎপাদন কম হবে। গতিগুলি পরস্পর বিপরীত অভিমুখে হতে পারে যেমন চিকিৎসা শাস্ত্রের উন্নতি ও মৃত্যুহার হ্রাস। চলক দুটির গতি একই দিকে হলে তাকে ধনাত্মক সহপরিবর্তন (Positive Correlation) বা বিপরীত দিকে হলে ঋণাত্মক সহ পরিবর্তন (negative correlation) বলা হয়। যদি x এর কোন পরিবর্তনের জন্য y অপরিবর্তিত থাকে বা স্থির থাকে তাকে বলা হয় পরস্পর সম্বন্ধহীন বা (uncorrelated) যেমন কোন অঞ্চলের 'উষ্ণতা' ও 'শিক্ষার হার'।

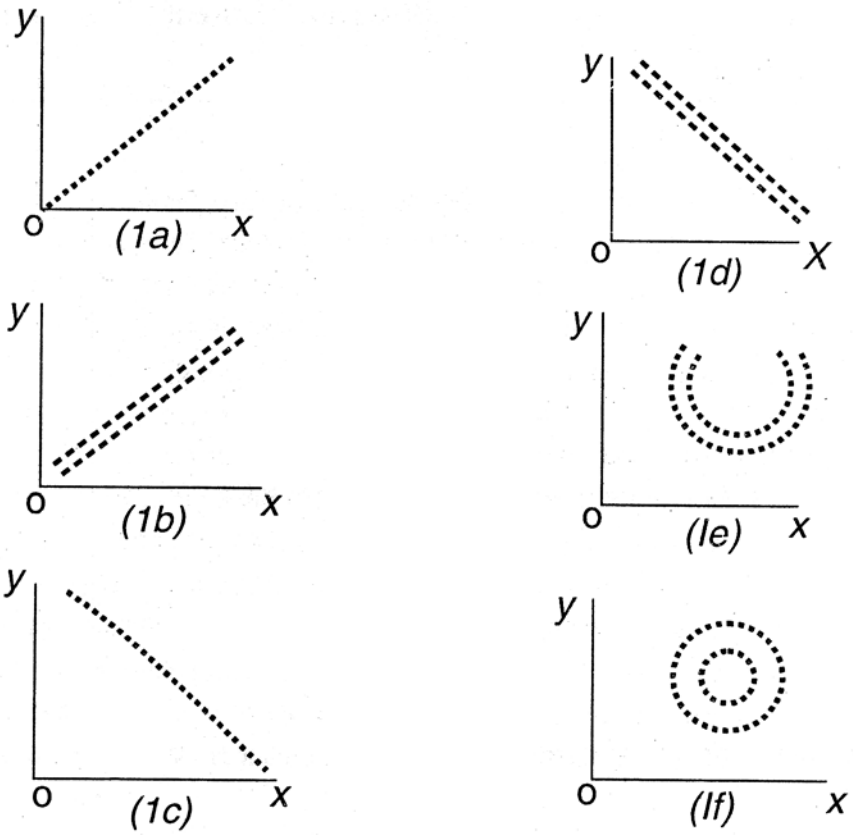
L. R. 'Conner'-এর কথায় 'যদি দুই বা ততোধিক রাশির পরিবর্তন ঐকতানিক হয়, যাহাতে একটির গতির সাথে সাথে অপরটি বা অপরগুলিও অনুরূপ গতির অধীন হয়, তবে উহাদের সহপরিবর্তন ধর্মবিশিষ্ট বলা হয়।" "If two or more quantities very in sympathy so that movements in the one tend to be accompanied by corresponding movements in the other than they are said to be correlated".

সহ পরিবর্তন রৈখিক (linear) অথবা অরৈখিক (non linear) হতে পারে। যদি 'x' এর পরিবর্তনের মান 'y' এর অনুরাগ পরিবর্তনের পরিমাণের সঙ্গে একটি ধ্রুবক অনুপাতে থাকে তবে x ও y এর সহ পরিবর্তনকে সরল, বা রৈখিক বা একমাত্রিক বলা হয়। অন্যরূপ হলে তাকে অরৈখিক সহপরিবর্তন বলা হয়।

দুটি চলকের সহপরিবর্তন নির্ণয় (Determination of correlation Scatter Diagram বা বিক্ষিপ্ত চিত্রের মাধ্যমে করা হয়ে থাকে বিক্ষিপ্ত চিত্র (Scatter Diagram).

দ্বিচালক রাশিতথ্যের লৈখিক প্রকাশ বিক্ষিপ্ত চিত্র নামে পরিচিত। এখানে সহগতি (বা পরিবর্তন) সম্বন্ধীয় পরিসংখ্যানীয় রাশিতথ্যকে বিন্দুর সাহায্যে লৈখিক পদ্ধতিতে প্রকাশ করা যায়। দুটি চলকের মধ্যে স্বাধীন (independent) চলককে 'x' অক্ষ (অনুভূমিক) বরাবর ও অধীন (Dependent) চলককে 'y' (উলম্ব) অক্ষ বরাবর নেওয়া হয়। x এবং y এর যুগলমানকে এইভাবে ছক কাগজে বিন্দু সমূহের মাধ্যমে প্রদর্শন করা হয়।

এই বিন্দুগুলির বিক্ষিপ্ত চিত্র এবং বিক্ষিপ্ততার অভিমুখ চলক দুটির সহপরিবর্তনের প্রকৃতি (Nature) ও মাত্রা (Degree) প্রকাশ করে। কতগুলি উদাহরণ নীচে দেখানো হল।



'1a' এবং '1b'-তে চলক দুটির গতি (বা পরিবর্তন) সমমুখী এবং বিক্ষিপ্ত চিত্রে একটি ঋজুপথ (linear path) দেখা যাচ্ছে। এদের মধ্যে সম্পর্ক সরল (direct) ও ধনাত্মক (positive).

'1c' ও '1d'-তে বিক্ষিপ্ত চিত্রে ঋজুপথে দেখা যাচ্ছে কিন্তু চলক দুটির গতি বিপরীতমুখী এই ক্ষেত্রে সহপরিবর্তন ঋণাত্মক (negative) ও সম্বন্ধ [illegible] (indirect)। চিত্র '1e' এবং '1f'-এ বিন্দুগুলি একটি ঋজুপথের পরিবর্তে একটি বক্র পথ বরাবর অবস্থান করছে (curvilinear) বা একটি ঝাঁক বেঁধে অবস্থান করছে আর ও একটি উদাহরণ দিয়ে দেখানো যেতে পারে।

(a) বৃষ্টিপাত ও ফসল উৎপাদন

(b) একটি শ্রেণীতে ছাত্রদের উচ্চতা ও ওজন।

দ্রষ্টব্য : (a) মানগুলির বিক্ষিপ্ত ভাবে আছে।

(b) মানগুলি একটি রেখা বরাবর থাকার চেষ্টা করছে।

সিদ্ধান্ত : 'a'-এর তুলায় 'b'-এর সহপরিবর্তন বেশী।

6.2.2 রৈখিক সহপরিবর্তনের গণনা (Measurement of Linear Correlation) :

বিক্ষিপ্ত চিত্র আমাদের দুটি চলকের সম্বন্ধ বা সহপরিবর্তন সম্পর্কে একটি ধারণা দিতে পারে। কিন্তু দুটি চলকের সম্বন্ধের শক্তি (মাত্রা) (degree) বা দিক (direction) পরিমাপের পরিমাণগত (Quantitative) বিশ্লেষণ এর জন্য Karl Pearson সূত্রটি গ্রহণ করা হয়।

সূত্রটি হল $$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{N}}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}} \sqrt{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N}}}$$

এই পরিমাপটিকে বলা হয় Product Moment Correlation অথবা Correlation Coefficient বা সহভেদ মান সহ পরিবর্তনের গুণাঙ্ক (Corelation Coefficient) অথবা সহভেদ মান বা Covariance পদ্ধতিতেও করে থাকি। দুটি চলক x এবং y-এর n সংখ্যক যুগ্ম মান (x_1y_1) (x_2y_2) ... (x_ny_n) হয়, তবে x এবং y-এর কোভ্যারিয়েন্স-এর সংজ্ঞা এইরূপ

$$\text{Cov}(x,y) = \sum_{n}^{1}(x-\bar{x})(y-\bar{y})$$

Covariance দুটি চালকের মধ্যে যৌগিক পরিবর্তন নির্দেশ করে। x এবং y-এর সহ পরিবর্তনের গুণাঙ্ক (r)-এর সংজ্ঞা হল

$$r = \frac{\text{Cov}(x,y)}{\delta x \delta y} = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{n \delta x \delta y}$$

যেখানে $\delta x \delta y$ হল যথাক্রমে x এবং y-এর সমক সহপরিবর্তনের গুণাঙ্ক 'r'-এর সূত্রগুলিকে বিভিন্ন আকারে লেখা যায়

যদি $x = x - \bar{x} = x$-এর মধ্যক থেকে x-এর পার্থক্য এবং

$y = y - \bar{y} = y$-এর মধ্যক থেকে y-এর পার্থক্য তবে

সূত্র ১) হল Karl Pearson-এর সূত্র।

এখন $$\delta x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}} \qquad \left[\because \sum x = \sum(x-\bar{x}) = 0\right]$$

সেইভাবে $\delta y = \sqrt{\frac{\sum y^2}{n}}$

থেকে $r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\frac{\sum x^2}{n}} \times \sqrt{\frac{\sum y^2}{n}}} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2} \times \sum y^2}$

6.2.3 সহপরিবর্তন গুণাঙ্কে ব্যবহার ও বৈশিষ্ট্য (Properties and uses of Correlation co-efficient) :

যদি চলকগুলির মান বিক্ষিপ্ত চিত্রে একটি ঋজু রৈখিক পথ নির্দেশ করে, তবে চলকগুলির মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়ের ক্ষেত্রে সহপরিবর্তন গুণাঙ্ককে (Correlation Coefficient) একটি উপযোগী পরিমাপ রূপে বিবেচনা করা হয়। 'r'-এর ধনাত্মক মান নির্দেশ করে যে চলক দুটির গতি সম অভিমুখী, অর্থাৎ x চলকের উচ্চ ও নিম্ন মানের সঙ্গে y চলকের যথাক্রমে উচ্চ ও নিম্ন মানের সংস্রব আছে। r-এর ঋণাত্মক মান নির্দেশ করে যে চলকদ্বয়ের গতি পরস্পরে বিপরীত অভিমুখী, অর্থাৎ একটি চলকের উচ্চ মানগুলির সঙ্গে অপরটির নিম্নমানের সংস্রব আছে। r-এর মান –1 থেকে +1-এর মধ্যে সীমিত থাকে। r-এর মান যদি +1 থেকে –1-এর মধ্যে থাকে তাহলে চলক দুটির মধ্যে সহপরিবর্তন ঋণাত্মক বা ধনাত্মক। সহপরিবর্তন মাত্রা কমতে থাকলে 'r'-এর মান হবে '0'.

উদাহরণ : নিম্নের রাশিতথ্য থেকে সহ পরিবর্তন গুণাঙ্ক নির্ণয় করুন।

x	1	2	3	4	5	6	7
y	6	8	11	9	12	19	14

x	y	x^2	y^2	xy
1	6	1	36	6
2	8	4	64	16
3	11	9	121	33
4	9	16	81	36
5	12	25	144	60
6	10	36	100	60
7	14	49	196	98
$\sum x = 28$	$\sum y = 70$	$\sum x^2 = 140$	$\sum y^2 = 742$	$\sum yx = 309$

$$\therefore \quad r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{N}}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}} \sqrt{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N}}}$$

$$r = \frac{309 - \frac{28 \times 70}{7}}{\sqrt{140 - \frac{784}{N}} \times \sqrt{742 - \frac{4900}{7}}}$$

$$r = \frac{309 - 280}{\sqrt{28} \times \sqrt{42}} = \frac{29}{5.29 \times 6.48}$$

$$= + .84622.$$

r-এর মান থেকে বোঝা যাচ্ছে যে তাদের মধ্যে ধনাত্মক সম্পর্ক (positive relation) বর্তমান।

দ্বিতীয় পদ্ধতি :

x	y	$x = x - \bar{x}$	$y = y - \bar{y}$	x^2	y^2	xy
1	6	–3	–4	9	16	12
2	8	–2	–2	4	4	4
3	11	–2	1	1	1	1
4	9	0	–1	0	1	0
5	12	1	2	1	4	2
6	10	2	0	4	0	0
7	14	3	4	9	16	12
$\sum x = 28$	70	0	0	$\sum x^2 = 28$	$\sum y^2 = 42$	$\sum xy = 29$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{28}{7} = 4. \qquad \bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{70}{7} = 10$$

$$r = \frac{29}{\sqrt{28} \times \sqrt{42}} = +.84622$$

6.3 প্রতিগমন (Regression)

দুটি চলকের মধ্যে গড় সম্বন্ধ যার দ্বারা বোঝানো হয় তাকে প্রতিগমান (Regression) বলা হয়। এম্ এম্ ব্লেয়ারের কথায় "প্রতিগমন হল দুই বা ততোধিক চলকের মধ্যে গড় সম্বন্ধের রাশি তথ্যগুলির প্রাথমিক এককের মাধ্যমে প্রকাশিত পরিমা" [Regression in the measure of the average relationship between two or more variables in terms of the original units of the data.]

আমরা বিক্ষিপ্ত চিত্রে দেখেছি যে রাশিতথ্যের দুটি ভিন্ন তথ্যের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করা হয়। এতে 'x' অক্ষে স্বাধীন চল বা independent variable-কে নেওয়া হয় বা y অক্ষে dependent বা অধীন চলকে নেওয়া হয়। এক : x এবং y-এর পরিপ্রেক্ষিতে যে বিন্দুগুলি চিহ্নিত হয় তাদের একত্রে scatter diagram বা বিক্ষিপ্ত চিত্র বলা হয়। এই সম্পর্ক ঋণাত্মক বা ধনাত্মক হতে বা চলক দুটির মধ্যে কোন সম্পর্ক নাও থাকতে পারে। যদি ধারণা করা যায় যে সম্পর্কটি একটি সরল রেখার মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়, তাহলে এই সরল রেখার উপর y বিন্দু অবস্থিত হলে প্রতিটি x বিন্দুর জন্য আদর্শ 'y' বিন্দুর মান নির্ণয় করতে হবে। দুটি চলকের মধ্যে কার্যকারণ সম্পর্ক সুস্পষ্টভাবে প্রকাশ করতে গেলে আমরা গাণিতিক পদ্ধতি (mathematical form) প্রকাশ করলে তার প্রয়োজনীয়তা বৃদ্ধি পায়। একটি সরলরেখার যে সমীকরণ পাওয়া যায় তা হল $y = a + bx$। এভাবে আদর্শ 'y' নির্ণয় করে যে রৈখিক সম্পর্ক চিহ্নিত হয় তাকে, Linear Regression বলা হয়।

6.3.1 প্রতিগমন সমীকরণ (Regression equation) :

এখানে একটি চলকের নির্ধারিত মানগুলির জন্য অন্য চলকটির সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য মানগুলির পূর্বাভাস প্রদান (বা প্রাক্ কলনী হিসাবকরণ) ঐ দুটি চলকের উপযুক্ত সমীকরণের সাহায্যে করা হয়। এই সমীকরণকে প্রতিগমন সমীকরণ বলে পরিচিত।

x-এর উপর y-এর প্রতিগমন সমীকরণ (Regression equation of y or x)

রৈখিক প্রতিগমনের (Linear Regression) ক্ষেত্রে রাশিতথ্য সমূহের সঙ্গে যদি $y = a + bx$ ধরনের কোন সরললেখাকে 'বর্গসমষ্টির' ক্ষুদ্রতমকরণ (least square method) বা লঘিষ্ঠ বর্গসমষ্টি) পদ্ধতিতে খাপ খাওয়ানো যায়, বা ফিট্ করা যায় অর্থাৎ a এবং b-এর মান নির্ণয় করা যায়। তবে x-এ উপর y-এর প্রতিগমন সমীকরণ পাওয়া যায়। ধরা যাক্, (x_1y_1) (x_2y_2) ... (x_ny_n) হল n জোড়া পর্যবেক্ষণলব্ধ মান এবং এই রাশিতথ্যসমূহের সঙ্গে যে সরলরেখাটি ফিট্ করা হবে, সেটি হল

$$y = a + bx \qquad \text{..... (1)}$$

এখন, লঘিষ্ঠ বর্গসমষ্টি পদ্ধতিতে নীচে উল্লেখিত স্বাভাবিক সমীকরণ (normal equation) পাওয়া যায়।

$$\sum y = na + b\sum x \qquad \text{..... (2)}$$

এবং $$\sum xy = a\sum x + b\sum x^2 \qquad \text{..... (3)}$$

উদাহরণ (১) : নিম্নের রাশিগুলি থেকে একটি বিক্ষিপ্ত চিত্র অঙ্কন কর। এবং রৈখিক প্রতিগমন গাণিতিক (mathematically) বের কর। Best fit রেখা অঙ্কন কর।

(x)		(y)
No. of rainy days	–	Amount of rainfall
বৃষ্টির দিনের সংখ্যা	–	বৃষ্টিপাতের পরিমাণ
1	–	2
2	–	4
3	–	7
4	–	6
5	–	5
6	–	6
7	–	5

x	y	x^2	xy
1	2	1	2
2	4	4	8
3	7	9	21
4	6	16	24
5	5	25	25
6	6	36	36
7	5	49	35
28	35	140	151

$$\sum y = na + b\sum x \quad \ldots\ldots (1)$$

$$\sum xy = a\sum x + b\sum x^2 \quad \ldots\ldots (2)$$

$35 = 7a + 28b$ ..... (1) ..... × 28

$151 = 28a + 140b$ ..... (2) ..... × 7

(1) equation-কে 28 দিয়ে গুণ ও (2) equation-কে 7 দিয়ে গুণ করে আমরা পাই

$980 = 196a + 784b$ ..... (1)

$1057 = 196a + 980b$ ..... (2)

(1)-এর থেকে (2) বিয়োগ করে আমরা পাই

$$980 = 196a + 784b \quad \ldots\ldots (1)$$
$$1057 = 196a + 980b \quad \ldots\ldots (2)$$
$$-77 = -196b$$

অথবা $b = .39$

(1) নম্বর সমীকরণে b-এর মান বসালে আমরা পাই

$$35 - 7a + 28b$$
$$\text{or} \quad 7a + 28b = 35$$
$$\text{or} \quad 7a = 35 - 10.92$$
$$\text{or} \quad a = \frac{24.08}{7} = 3.44$$

আমরা a এবং b-এর মান বসিয়ে আদর্শ 'y'-এর মান পেতে পারি। আদর্শ 'y'-এর মান নিম্নে সারণিতে দেখানো হয়েছে।

x	y	x^2	xy	$y = 1 + bx$
1	2	1	2	$y = 3.44 + .39 \times 1 = 3.83$
2	4	4	8	$y = 3.44 + .39 \times 2 = 4.22$
3	7	9	21	$y = 3.44 + .39 \times 3 = 4.61$
4	6	16	24	$y = 3.44 + .39 \times 4 = 5.00$
5	5	25	25	$y = 3.44 + .39 \times 5 = 5.39$
6	6	36	36	$y = 3.44 + .39 \times 6 = 5.78$
7	5	49	35	$y = 3.44 + .39 \times 7 = 6.17$

6.4 অনুশীলনী

1. নীচের রাশিতথ্য থেকে একটি বিক্ষিপ্ত চিত্র (scatter diagram) অঙ্কন কর এবং mathematically, Linear Regression নির্ণয় কর ও fit line অঙ্কন কর।

State	–	% (urban population) (x)	% of females literary (y)
Andhrapradesh	–	27.08	51.17
Assam	–	12.72	56.03
Chattisgarh	–	20.08	52.40

State	–	% (urban population) (x)	% of females literary (y)
Delhi	–	93.01	75.00
Bihar	–	10.47	33.57
Gujrat	–	37.35	58.60
Kerala	–	25.97	87.86
Karnatak	–	33.98	57.45
Maharashtra	–	42.40	67.51
Mizoram	–	49.50	86.13

2. নীচের রাশিতথ্য দুটি থেকে একটি বিক্ষিপ্ত চিত্র অঙ্কন কর এবং তাদের মধ্যে সম্পর্ক একটি Best fitted line দিয়ে বোঝাও।

(a)	Rainfall (mm)	–	Production (metric tonnes)
	214	–	20.76
	201	–	19.28
	345	–	30.71
	438	–	53.63
	264	–	34.03
	290	–	35.61
	416	–	63.83
	393	–	50.96
	568	–	70.67
	630	–	69.42
(b)	উচ্চতা (Height)	–	ওজন (Weight)
	61	–	62
	65	–	55
	68	–	70
	62	–	60
	60	–	58
	63	–	50
	67	–	53
	69	–	65

উচ্চতা (Height)	–	ওজন (Weight)
61	–	54
64	–	73
63	–	64
65	–	66
66	–	68
64	–	73
68	–	67

3. নীচেব চলক দুটির রাশিতথ্য থেকে একটি বিক্ষিপ্ত চিত্র বা Scatter Diagram অঙ্কন কর।

X	1	2	3	4	5	6
Y	6	4	3	5	4	2

4. নীচের রাশিতথ্য থেকে একটি অঙ্কন কর এবং Best fitted line অঙ্কন কর।

area under rice (m. hectare)	–	production (m. tonnes)
30.81	–	20.58
34.13	–	34.57
37.59	–	42.23
40.15	–	53.63
41.14	–	63.83
42.16	–	70.67
42.64	–	74.13
41.64	–	75.04
42.31	–	72.62
43.40	–	80.15
43.57	–	81.70
44.62	–	82.39
46.43	–	86.10

5. নীচের তথ্য থেকে একটি বিক্ষিপ্ত চিত্র অঙ্কন কর ও line of Best fit দেখাও।

Month	–	Wet Bulb (Temperature °C)	–	Dry Bulb (Temperature °C)
J	–	15.0	–	20.2
F	–	19.8	-	26.60

Month	–	Wet Bulb (Temperature °C)		Dry Bulb (Temperature °C)
M	–	21.3	–	34.40
A	–	25.2	–	31.00
M	–	26.8	–	29.70
J	–	22.3	–	30.30
J	–	27.6	–	29.60
A	–	27.0	–	29.00
S	–	26.1	–	27.80
O	–	25.1	–	27.40
N	–	21.5	–	25.40s
D	–	18.00	–	22.20

6. নীচের রাশিতথ্যে একটি বিক্ষিপ্ত চিত্র অঙ্কন কর ও line of best fit দেখাও।

X	Y
No. of rainy days	amount of rainfall (in inches)
10	19
12	22
13	24
16	27
17	29
20	33
25	37

5.5 কালীন শ্রেণী বিশ্লেষণ (Time Series Analysis)

6.5.1 প্রস্তাবনা :

যখন রাশিতথ্যকে সময়ের সঙ্গে সম্পর্ক রেখে দেখা হয় তাকে কালীন শ্রেণী (Time Series) হয়। যেমন কোন স্থানের কিছু কালের জন্য 'উষ্ণতা'কে লিপিবদ্ধ করা, কোন দেশের কিছু বছরের জনসংখ্যা, কোন রাজ্যের কিছু মাসের জন্য কোন আমদানীকৃত পণ্য, ইত্যাদি। কালীন শ্রেণীর মাধ্যমে আমরা কোন স্থানের অর্থনৈতিক, প্রাকৃতিক ও সমাজ বিজ্ঞান সংক্রান্ত রাশিতথ্যকে বুঝি। অর্থাৎ কোন প্রকৃতি বিজ্ঞানী সমাজ বিজ্ঞানী অর্থনীতিবিদ্ পর পর নির্দিষ্ট সময়ের অন্তরে সংগৃহীত ও লিপিবদ্ধ পরিসংখ্যানীয় রাশিতথ্যের মাধ্যমে কোন পূর্বাভাস পেতে পারেন। বর্তমান অধ্যায়ে কালীন শ্রেণী বিশ্লেষণের বিভিন্ন পদ্ধতি আলোচনা করা হবে।

6.5.2 কালীন শ্রেণী (Time Series) :

কালীন শ্রেণী হল সময়ের নির্ধারিত অন্তরে গৃহীত এক প্রথ্ তথ্য (a set of observation) অর্থাৎ সময়ের উপর নির্ভরশীল (এটি বছর, বছরের চতুর্থাংশ, ষান্মাষিক, মন্থ, সপ্তাহ, দিন হতে পারে) একপ্রস্ত রাশিতথ্যকে কালীন শ্রেণী বলা হয়।

উদাহরণ :

(i) ভারতে গত ১৫ বছর যাবৎ বার্ষিক চা উৎপাদন।

(ii) গত দু মাস যাবৎ একটি Petro chemical industry-র, মাসিক বিক্রয়।

(iii) আলিপুর আবহাওয়া অফিসের প্রতি ঘণ্টায় লিপিবদ্ধ 'বায়ুচাপ'।

গাণিতিক সংজ্ঞা অনুসারে কালীন শ্রেণী হল $t_1, t_2, t_3 \ldots t_n$ সময়গুলিতে কোন চলরাশি y-এর মান সমূহ। এখানে y হল সময় t-এর একটি অপেক্ষক এবং y_1 হল চল y-এর t সময়ের মান।

6.5.3 কালীন শ্রেণীর উপাংশ (Component of Time Series) :

কালীন শ্রেণীর উত্থান পতন (fluctuation) প্রধানতঃ চারটি মৌলিক পরিবর্তন বা গতি) সমূহের জন্য হয়। এই চার প্রকার গতিকে কালীন শ্রেণীর চারটি উপাংশ (components) বা উপাদান (element) বলা হয়। এই চারটি উপাংশ হল।

(i) দীর্ঘস্থায়ী—স্থিরগতি প্রবণতা বা গতিধারা (T) Secular Trend.

(ii) ঋতু নির্ভর পরিবর্তন বা ঋতুজ ভেদ (S) Seasonal variation.

(iii) বৃত্তীয় বা চক্রক্রমিক পরিবর্তন বা বৃত্তীয় উত্থান পতন (C) Cyclical variation বা Cyclical fluctuation.

(iv) অনিয়মিত বা বহুচক্র গতি (I) Irregular or Random Movement.

কালীন শ্রেণীর রাশিতথ্যে পরিবর্তনগুলি হল এই চারটি উপাংশের ফল। চিরাচরিত বা প্রাচীন পদ্ধতি অনুসারে কোন একটি বিশেষ তথ্যকে উপাস্থিত চারটির ক্রিয়ার গুণফল হিসেবে বিবেচনা করা হয়। অর্থাৎ

$$Y = T \times S \times C \times I$$

কোন কোন পরিসংখ্যানবিদ্ যোগক্রিয়াগত আকার পছন্দ করে।

$$Y = T + S + C + I$$

এখানে y হল উপাংশ চারটির যোগফল।

6.5.4 দীর্ঘস্থায়ী ধীরগতি প্রবণতা (বা প্রবণতা) (Secular Trend) :

দীর্ঘস্থায়ী ধীরগতি প্রবণতা হল কোন একটি শ্রেণীর মসৃণ, নিয়মিত ও দীর্ঘমেয়াদী গতি। এটি দীর্ঘকাল ব্যাপী বৃদ্ধি, পরিবর্তনশীলতা বা হ্রাস বোঝায়। লেখ মাধ্যমে এটি কালীন শ্রেণীর সাধারণ অভিমুখ ও আকৃতি প্রকাশ করে। বাস্তবজীবনে জনসংখ্যা, জাতীয় আয়, শিক্ষিতের হার প্রভৃতি সংশ্লিষ্ট কালীন শ্রেণী গুলিতে উর্ধ্বগতি বিশিষ্ট প্রবণতা এবং মৃত্যুহার, জনমজার সংশ্লিষ্ট শ্রেণীগুলিতে নিম্নমুখী প্রবণতা লক্ষ্য করা যায়।

6.5.5 ঋতুনির্ভর পরিবর্তন (Seasonal Variation) :

ঋতুনির্ভর পরিবর্তন হল স্বল্প মেয়াদী নিয়মিত অবকাশে সংঘটিত গতি। এটি এক বছর বা স্বল্পতর কোন নির্ধারিত কালে নিয়মিত ঘটে থাকে। যেমন গ্রীষ্মকালে ঠাণ্ডা পানীয়র চাহিদা বাড়ে আবার শীতকালে কমে যায়। দেওয়ালির সময় আতস বাজির চাহিদা বাড়ে, পরে কমে যায় ইত্যাদি।

6.5.6 চক্রক্রমিক পরিবর্তন (Cyclic Variation) :

চক্রক্রমিক পরিবর্তন দীর্ঘমেয়াদী। অর্থাৎ দুই বা ততোধিক বৎসর যাবৎ ঘটে থাকে এর প্রকৃতি দোদুল্যমান (Oscillatory) কিন্তু ঋতুনির্ভর পরিবর্তনের মত এটি অত নিয়মিত ঘটে না। বৎসরাধিকাল ব্যাপী একটি সম্পূর্ণ অবকাশকে একটি চক্র (Cycle) বলা হয়। সমস্ত ব্যবসায়িক ও অর্থনৈতিক কালীন শ্রেণীর মধ্যে চক্রক্রমিক উত্থান পতন পরিলক্ষিত হয়।

6.5.7 বদৃচ্ছ বা অনিয়মিত গতি (Random or Irregular Movement) :

অনিয়মিত গতি সম্পূর্ণ এলোমেলোভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এদের সম্বন্ধে প্রথম থেকে কোন ধারণা করা যায় না। অনিমিত গতির কারণগুলি হল প্রাকৃতিক বিপর্যয় যেমন বন্যা ভূমিকম্প ইত্যাদি।

6.6 প্রবণতার মাপ (Movement of Trend)

কালীন শ্রেণীগুলিতে প্রবণতা পরিমাপের চারটি পদ্ধতি আছে।

1. মুক্ত হস্ত (লৈখিক) free hand (graphic) method
2. অর্ধ গড় পদ্ধতি (semi average method)
3. গতিশীল গড় পদ্ধতি (moving average method)
4. লঘিষ্ঠ বর্গসমূহের পদ্ধতি (method of least square)

6.7 মুক্ত হস্ত পদ্ধতি

এটি প্রবণতা পর্যালোচনার সরলতম পদ্ধতি। এই পদ্ধতি অনুসারে প্রকৃত রাশিতথ্য (actual figures) গুলিকে প্রথমত Graph paper-এ বিন্দু হিসেবে স্থাপন করা হয়। এর জন্য কালীন শ্রেণী তথ্য y_1 কে উলম্ব অক্ষ oy বরাবর ও সময় t-কে অনুভূমিক অক্ষ (ox) বরাবর নেওয়া হয়। এরপর সংস্থাপিত বিন্দুগুলির যথা সম্ভব সান্নিধ্য যাকে এইভাবে একটি সরলরেখা (মুক্ত হস্তে অঙ্কিত মসৃণ রেখা) আঁকা হয়। রেখাটি আঁকার সময় তার উভয় পাশেই কম বেশী সমান দূরত্বে সমান সংখ্যক বিন্দু রাখা হয়। এইভাবে অঙ্কিত রেখাটি প্রবণতার অভিমুখ প্রদর্শন করে এবং OX থেকে রেখাটির উলম্ব দূরত্ব প্রত্যেক পর্যায়কালের জন্য প্রবণতার মান নির্দেশ করে।

এই পদ্ধতিতে প্রবণতার একটি দ্রুতি পরিমাপ পাওয়া যায়। কিন্তু এটি অনুসন্ধানকারীর ব্যক্তিগত বিচারবুদ্ধির উপর অতিরিক্ত পরিমাণে নির্ভরশীল।

উদাহরণ : মুক্তহস্ত পদ্ধতিতে নিম্নের রাশিতথ্যগুলির মানানসই একটি প্রবণতা (Trend line) অঙ্কন কর।

yr বৎসর	1989	1990	91	92	93	94	94
প্রতিষ্ঠানের বিক্রয় ('000 টন)	112	125	115	140	145	162	175

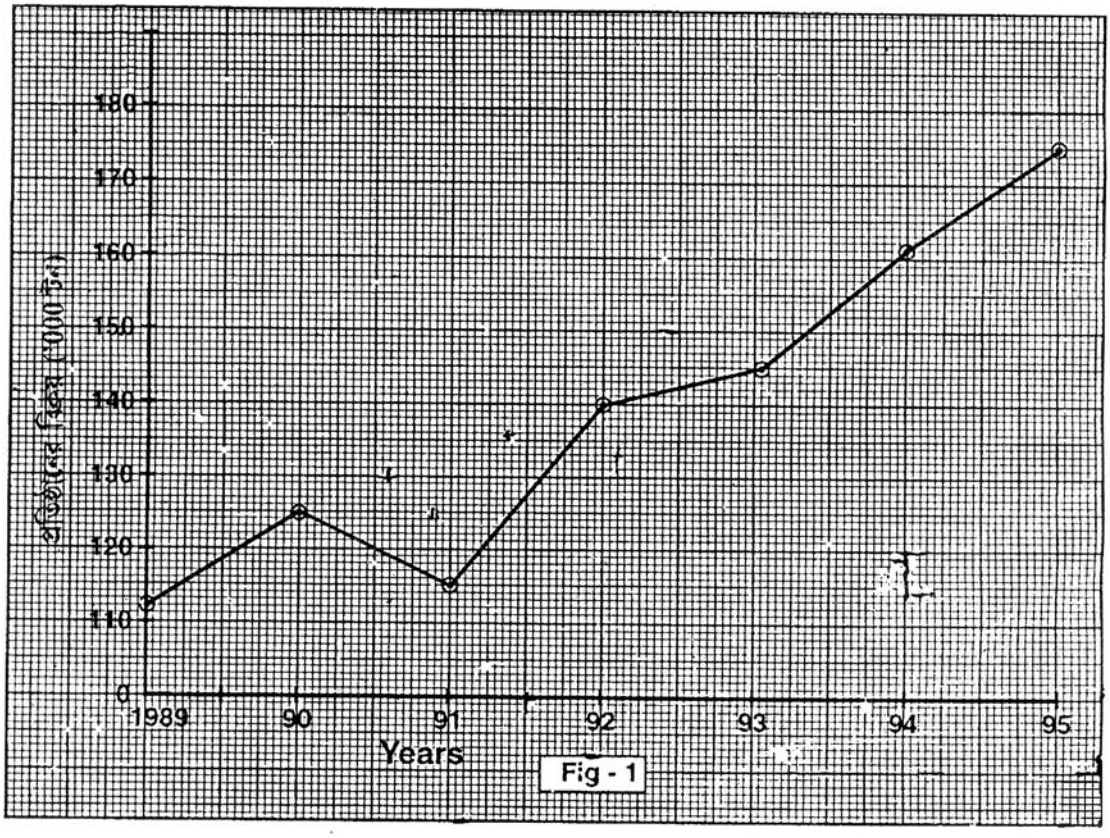


Fig - 1

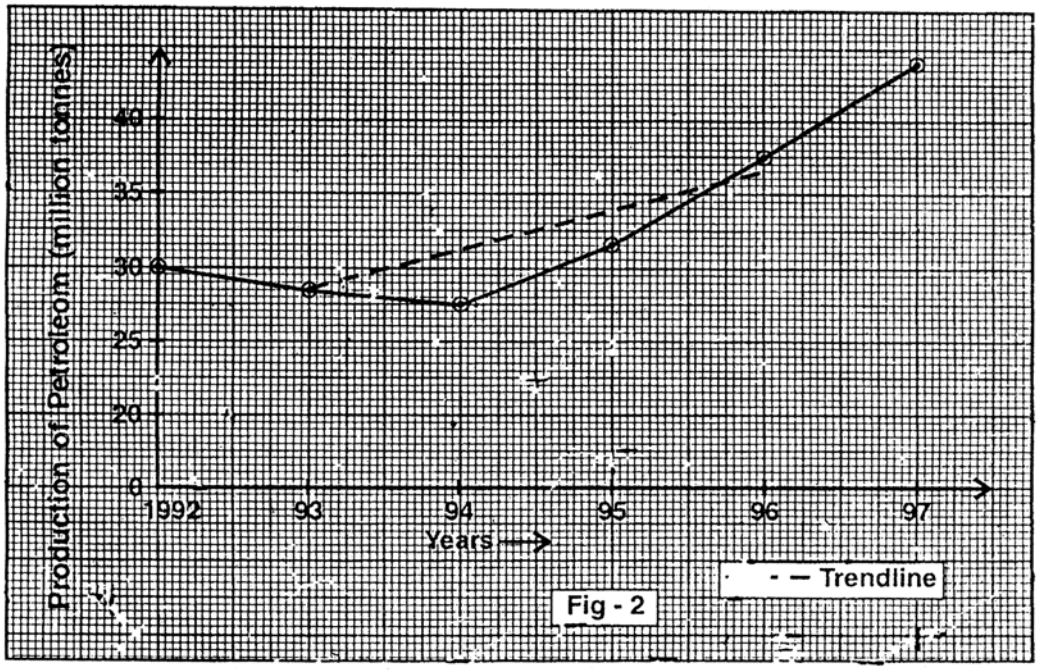
6.8 অর্ধ গড় পদ্ধতি (Semi averge method)

এই পদ্ধতি অনুসারে রাশিতথ্যকে প্রথমতঃ দুটি বিভাগে বিভক্ত করা হয় এবং প্রত্যেক বিভাগের জন্য গড় (অর্থাৎ যৌগিকগড়) নির্ণয় করা হয়। নির্ণিত গড় দুটিকে যথাক্রমে কোটি ও দুটি বিভাগের সময়সীমার মধ্য বিন্দু দুটিকে ভুজ ধরে ছক কাগজে স্থাপিত করা হয় এবং সরলরেখা দ্বারা এই বিন্দু দুটিকে যুক্ত করা হয়। এই সরলরেখাই নির্ণেয় প্রবণতা রেখা (trend line)। অনুভূমিক অক্ষ OX থেকে রেখাটির লম্বদূরত্ব পাওয়া যায় এবং তার থেকে প্রবণতার মান নির্ণেয় করা যায়।

পদ্ধতিটির প্রয়োগ সরল হলেও একমাত্র যেক্ষেত্রে প্রবণতা একমাত্রিক (linear) যেইখানেই এই পদ্ধতি প্রযোজ্য।

উদাহরণ : (২) নিম্নের রাশিতথ্যগুলির সাহায্যে অর্ধগড় পদ্ধতিতে একটি প্রবণতা রেখা অঙ্কন কর।

বৎসর	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ভারতের খনিজ তেল উৎপাদন (million tonnes)	30.44	28.46	27.03	32.24	37.24	38.67



প্রথম তিন বছরের জন্য খনিজ তৈলের গড় উৎপাদন

$$\frac{30.44+28.46+27.03}{3}=\frac{85.93}{3}=28.643 \text{ mil. ton.}$$

শেষ তিন বছরের জন্য গড় উৎপাদন

$$\frac{32.24+37.24+38.67}{3}=\frac{108.15}{3}=36.05\ \text{m. ton.}$$

এই গড় দুটিকে কোটি এবং 1992-94 ও 1995-97, এই বিভাগ দুটির মধ্যবর্তী বৎসর (মধ্যবিন্দু) 1993 ও 96-কে যথাক্রমে ভুজ ধরে ছক কাগজে বিন্দু দুটি সংস্থাপিত করা হল। এখন এই বিন্দু দুটিকে যুক্ত করে নির্ণেয় প্রবণতা রেখা (Trend line) আঁকা হল।

6.9 গতিশীল গড় পদ্ধতি (Moving average method)

এক প্রস্থ সংখ্যা y_1, y_2, y_3, y_4 ... -এর ক্ষেত্রে N ক্রমের গতিশীল সমষ্টি বলতে বোঝাবে নীচের যোগফলগুলি করা

$$y_1 + y_2 + \ldots + y_N,\ y_2 + y_3 \ldots y_N + 1$$

$y_3 + y_4 + \ldots + y_N, 2$ ... এবং N ক্রমের গতিশীল গড় বোঝাতে নীচের যৌগিক গড়গুলির অনুক্রম, যেমন

$$\frac{y_1+y_2+y_3\Lambda y_n}{N},\ \frac{y_2+y_3\Lambda y_n+1}{N},\ \frac{y_3+y_4\Lambda y_n+2}{N}$$

প্রদত্ত শ্রেণীর প্রথমে শুরু করে নির্ধারিত সংখ্যক বছরের বা সময় অবকাশের (পর্যায় বলা হয়) গড় নির্ণয় করা হয় এবং প্রত্যেক গড়কে সংশ্লিষ্ট পর্যায়কালের মধ্য বিন্দুর বিপরীতে স্থাপন করা হয়। পর্য্যায়টিকে স্থির রেখে এবং প্রদত্ত শ্রেণীর প্রথম বার্ষিক অঙ্কটি বাদ দিয়ে ও প্রথমে ধরা হয়নি এইরূপ পরের বার্ষিক অঙ্কটিকে নিয়ে আগের পদ্ধতিটি আবার করা হয়। প্রদত্ত শ্রেণীর শেষ অঙ্কটি না নেওয়া পর্যন্ত প্রক্রিয়াটি এইভাবে বার বার করে যেতে হবে।

প্রবণতা পরিমাপের এই পদ্ধতিটি হল সাধারণ পদ্ধতি। প্রবণতার কোন পরিবর্তন এই পদ্ধতিতে ধরা পরে এবং পদ্ধতিটি একটি সরল পদ্ধতি। প্রদত্ত শ্রেণীতে নুতন কোন দৃষ্টান্ত যোগ করলেও সহজেই গড় নির্ণয় করা যায়। তবে এই পদ্ধতিটির অসুবিধা হল শ্রেণীটির শুরুতে শেষে প্রবণতার মান নির্ণয় করা যায় না।

উদাহরণ : নীচের রাশিতথ্যগুলির সাহায্যে তিন বর্ষীয় গতিশীল গড় নির্ণয় কর।

Census-year	1901	1911	1921	1931	1941	1951
ভারতের খনিজ তেল উৎপাদন (million)	25.62	25.58	27.69	32.98	43.56	61.63

Census-year	1961	1971	1981	1991
ভারতের খনিজ তেল উৎপাদন (million)	77.56	106.97	15.642	212.87

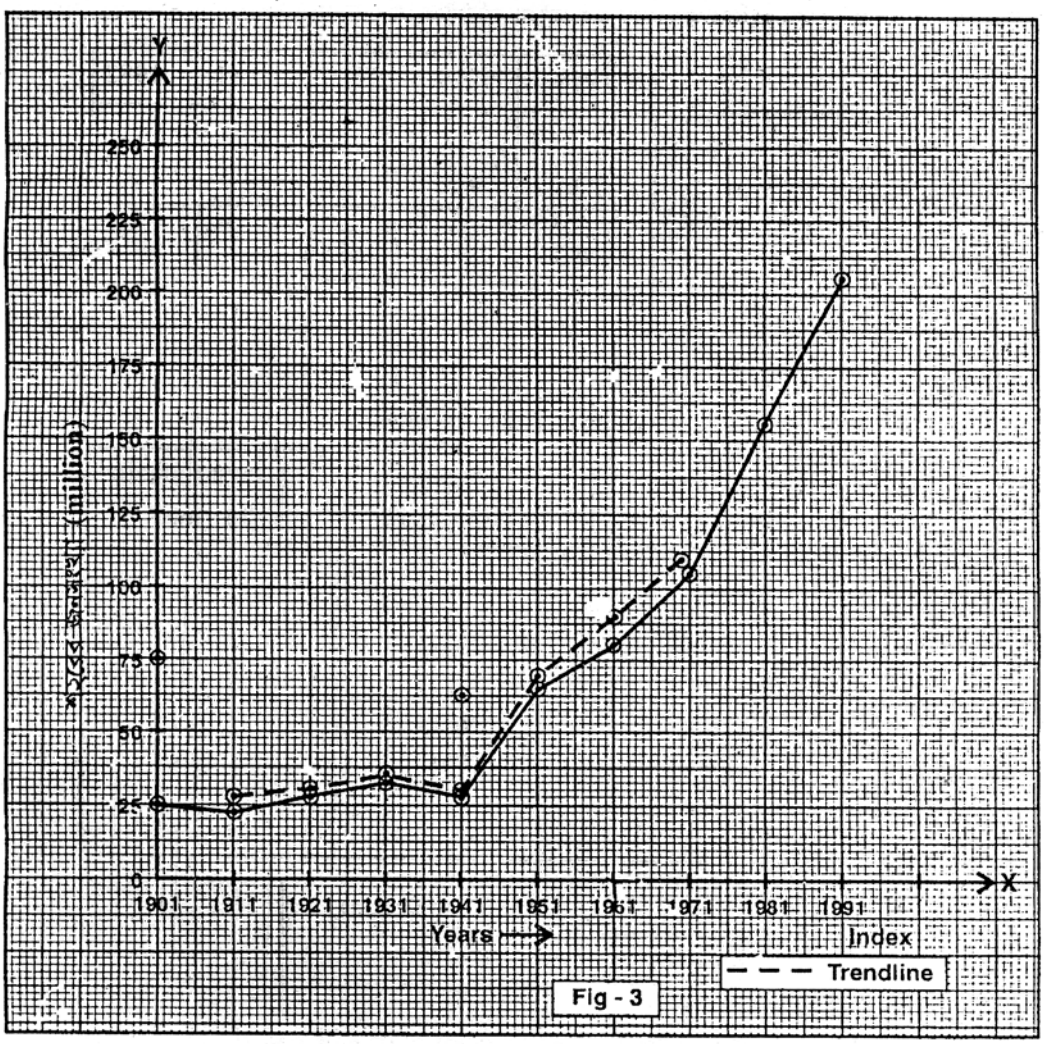


Fig - 3

Years	শহরের জনসংখ্যা (million)	3 বছরের গতিশীল সমষ্টি	3 বছরের গতিশীল গড় (million)
1901	25.62		
1911	25.58	78.89	26.30
1921	27.69	86.25	28.75
1931	32.98	104.23	34.74
1941	43.56	138.17	46.06
1951	61.63	182.75	60.92
1961	77.56	246.16	82.05
1971	106.97	340.95	113.65
1981	156.42	476.26	
1991	212.87		

উদাহরণ : নিচের তথ্য শ্রেণীর সাহায্যে পঞ্চ বর্ষীয় গতিশীল গড় নির্ণয় করুন

বৎসর	1978	1979	1980	1981	1982
বাৎসরিক মিলেট উৎপাদন (million metric tonnes)	3.6	4.3	4.3	3.4	4.4

বৎসর	1983	1984	1985
বাৎসরিক মিলেট উৎপাদন (million metric tonnes)	5.4	3.4	2.4

পঞ্চবর্ষীয় গতিশীল গড় সমীক্ষা

বৎসর	বার্ষিক উৎপাদন (mint.)	5 বছরের গতিশীল সমষ্টি	5 বছরের গতিশীল গড় (mint.)
1978	3.6		
1979	4.3		
1980	4.3	20.00	4.00
1981	3.4	21.80	4.36
1982	4.4	20.90	4.18
1983	5.4	19.00	3.80
1984	3.4		
1985	2.4		

বছর	উৎপাদন ('000 Ton)
1975	56
1976	79
1977	80
1978	40

সর্বোত্তম মানানসই রেখার জন্য গণনা

Years	উৎপাদন y ('000 Ton)	x	x^2	xy
1974	35	–2	4	–70
1975	56	–1	1	–56
1976	79	0	0	0
1977	80		1	80
1978	40	2	4	80
	$\sum y = 290$	0	$\sum x^2 = 10$	$\sum xy = 34$

এখন '2' এর সাহায্যে $a = \frac{\sum y}{N} = \frac{290}{5} = 58$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{34}{10} = 3 \cdot 4.$$

থেকে সর্বোত্তম মানানসই সরলরেখায় নির্ণেয় সমীকরণ হল।

$$y = 58 + 3.4x.$$

Years	x	প্রবণতার মান $y = 58 + 3.4x$
1974	–2	$58 + 3.4 \times -2 = 51.2$
1975	–1	$58 + 3.4 \times -1 = 54.6$
1976	0	$58 + 3.4 \times 0 = 58$
1977	1	$58 + 3.4 \times 1 = 6.4$
1978	2	$58 + 3.4 \times 2 = 64.8$

6.10 লঘিষ্ঠ বর্গসমূহের পদ্ধতি (Method of Least Squares)

প্রবণতা পরিমাপের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতিটি ব্যাপকভাবে ব্যবহার হয়।

ঋজু রৈখিক বা একমাত্রিক প্রবণতা (Linear Trend)

ধরা যাক্ y_1 কালীন শ্রেণীকে ও xi সময়কে নির্দেশ করে এবং একটি data-র Nটি যুগল হল (x_1, y_1), (x_1, y_1) ..... $(x_n\ y_n)$। ধরা হল লঘিষ্ঠ বর্গসমূহের পদ্ধতির সাহায্যে নির্ণীত কালীন শ্রেণী তথ্যের মানানসই সরলরেখাটির সমীকরণ হল $y = a + bx$ ..... (1)

x এর একটি প্রদত্ত মান x_1 এর জন্য (1) থেকে নির্ণীত y এর অনুরূপ মান হবে $a + bx$। অন্তরফল $E1 = y1 - (a + bx_1)$ বা $y_1 - a - bx_1$ কে বলা হয় ত্রুটি (error) বা অবশেষ (residual) অনুরূপভাবে আমরা পাই $E_2 = y_2 - a - by_2$ ..... $E_n = y_n - a - by_n$.

লঘিষ্ঠ বর্গসমূহের নীতি অনুসারে line of best fit বা সর্বোত্তম মানানসই রেখা পাওয়া যাবে, যখন পর্যবেক্ষণলব্ধ মানগুলি y_1 এবং নির্ণীত অনুরূপ মানগুলি $a + bx_1$ এর অন্তরফলগুলি যথা E_1 এর বর্গসমূহের যোগফল ন্যূনতম হয়।

অর্থাৎ যখন $\sum_{121}^{N} E_1^2 = \sum_{111}^{N} (yi - a - bx_1)^2$ ন্যূনতম হয়।

প্রাপ্ত মৌল সমীকরণ দুটি হল

$\sum y = Na + b\sum x$ ..... (2)

$\sum xy = a\sum x + b\sum x^2$ ..... (3)

এই সমীকরণ দুটি সমাধান করে 'a' ও 'b' নির্ণয় করা যাবে এবং a ও b এর ওই মানদুটি (1) এ বসিয়ে সরলরেখা প্রবণতার নির্ণেয় সমীকরণ পাওয়া যাবে। এই সমীকরণ থেকে প্রবণতার মানগুলি নির্ণয় করা যাবে। যদি সম্পূর্ণ কালটির মধ্য বিন্দুকে মূলবিন্দু নেওয়া হয়, তবে শ্রেণীটির প্রথম অর্ধের ঋণাত্মক মানগুলি দ্বিতীয় অর্ধের ধনাত্মক মানগুলির সঙ্গে সমতা রক্ষা করবে ফলে $\sum x = 0$ হবে। তখন মৌল সমীকরণদ্বয় (normal equation) (2) এবং (3) এর সরলতর আকার হবে।

$\sum y = Na$ এবং $\sum xy = b\sum x^2$.

$$\therefore \quad a = \frac{\sum y}{N} \text{ এবং } b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

উদাহরণ : নীচের রাশিতথ্যে সর্বোত্তম মানানসই সরলরেখার সমীকরণ নির্ণয় কর।

বছর	উৎপাদন ('000 Ton)
1974	35

উদাহরণ (২) : নীচের রাশিতথ্যের সর্বোত্তম মানানসই সরলরেখার সমীকরণ নির্ণয় কর।

Years	(Sale '000 Ton)
1989	110
1990	121
1991	116
1992	136
1993	140
1994	157
1995	170

Years	Sale ('000)	x	x^2	xy
1989	110	–3	9	–330
1990	121	–2	4	–242
1991	116	–1	1	–116
1992	136	0	0	0
1993	140	1	1	140
1994	157	2	4	314
1995	170	3	9	510
	$\sum y = 950$	0	28	276

$$a \equiv \frac{\sum y}{N} = \frac{950}{7} = 135 \cdot 71$$

$$b = \frac{\sum y}{\sum x^2} = \frac{276}{28} = 9 \cdot 857$$

∴ থেকে সর্বোত্তম মানানসই সরলরেখায় নির্ণেয় সমীকরণ হল।

Years	x	প্রবণতার মান $y = 135.71 + 9.857\ x$
1989	–3	135.71 + 9.857 × – 3 = 106.14
1990	–2	135.71 + 9.857 × – 3 = 115.996
1991	–1	135.71 + 9.857 × – 3 = 125.853
1992	0	135.71 + 9.857 × – 3 = 135.71
1993	1	135.71 + 9.857 × – 3 = 145.567
1994	2	135.71 + 9.857 × – 3 = 155.424
1995	3	135.71 + 9.857 × – 3 = 165.281

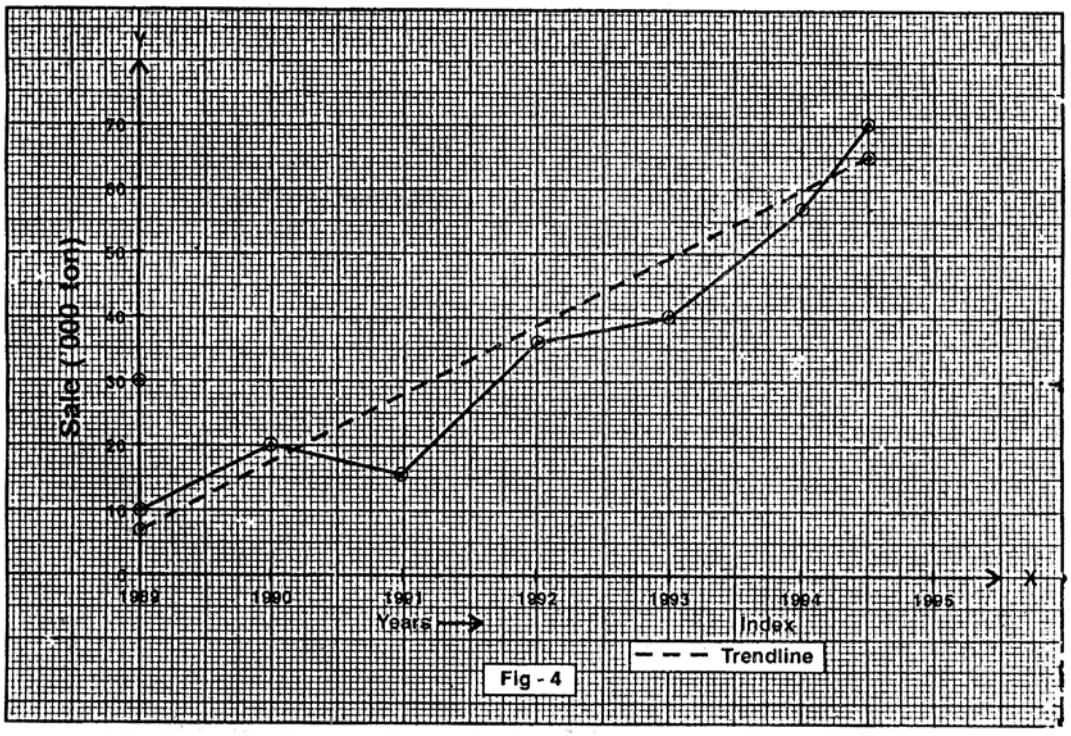


Fig - 4

6.11 অনুশীলনী

1. নীচের রাশিতথ্যের সাহায্যে মুক্তহস্ত পদ্ধতিতে মানানসই প্রবণতা রেখা নির্ণয় কর।

বছর	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
'A' Company বিক্রয় ('000 টাকা)	63	65	67	64	68	65	70	68

2. নিম্নের রাশিতথ্যের সাহায্যে অর্ধগড় পদ্ধতিতে একটি প্রবণতা রেখা অঙ্কন কর।

Yr.	–	শীতকালীন গমের দাম (টাকা)
1985	–	Rs. 217.78
1986	–	Rs. 330.83
1987	–	Rs. 527.00
1988	–	Rs. 833.00
1989	–	Rs. 893.00
1990	–	Rs. 1155.00
1991	–	Rs. 956.00
1992	–	Rs. 905.00

3. নিম্নের রাশিতথ্যের ক্ষেত্রে পাঁচ বছরের গতিশীল গড় নির্ণয় কর।

Yr.	–	বার্ষিক বিক্রয় (কোটি টাকার)
1980		36
1981		43
1982		43
1983		34
1984		44
1985		54
1986		34
1987		24
1988		14

3. লঘিষ্ঠ বর্গ পদ্ধতির দ্বারা নীচের কালীন সারির গতিধারা নির্দেশক সরলরেখা অঙ্কন কর।

Yr.	–	(বিক্রয়ের পরিমাণ উপযুক্ত এককে)
1970		12
1975		15
1980		17
1985		22
1990		24
1995		30

4. নীচের সারণী থেকে একটি Time Series Graph কালীন ছক আঁক। প্রবণতা (Trend) semi average পদ্ধতি বার কর।

Yr.	–	Industrial production index
1981		105.49
1982		104.24
1983		104.25
1984		99.43
1985		103.83
1986		110.55
1987		111.06
1988		117.89
1989		120.78
1990		124.99

5. নীচের সারণী থেকে অর্ধগড় পদ্ধতির দ্বারা একটি প্রবণতার রেখা অঙ্কন কর।

Yr.	–	Price of wheat (in million Rs.)
1986		6.46
1987		10.99
1988		23.83
1989		36.31

Yr.	–	Price of wheat (in million Rs.)
1990		47.05
1991		53.99
1992		49.76
1993		54.63
1994		52.14
1995		58.50
1996		69.35
1997		65.91
1998		70.86
1999		71.63

একক 7 □ স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র পাঠ (Interpretation of Topographical Map : Plain (Map), Plateau (Map)—সমভূমি, মালভূমি

গঠন

7.1 স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র পাঠ

7.2 মানচিত্রের শ্রেণীবিভাগ

7.3 টোপো মানচিত্রের স্কেল

7.4 মানচিত্রের নম্বর

7.5 মানচিত্রের অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশভিত্তিক অবস্থান

7.6 সাঙ্কেতিক চিহ্ন (Conventional Signs)

7.7 আন্তর্জাতিক প্রতীক চিহ্নের বর্ণনা

7.8 মানচিত্র গঠন

7.8.1 ভূমিকা কিছু প্রাসঙ্গিক কথা

7.8.2 টোপোগ্রাফিক্যাল মানচিত্রের ব্যাখ্যা

7.9 মালভূমি অঞ্চল

7.10 ভূ-প্রকৃতি

7.11 ঢাল

সমভূমি অঞ্চল

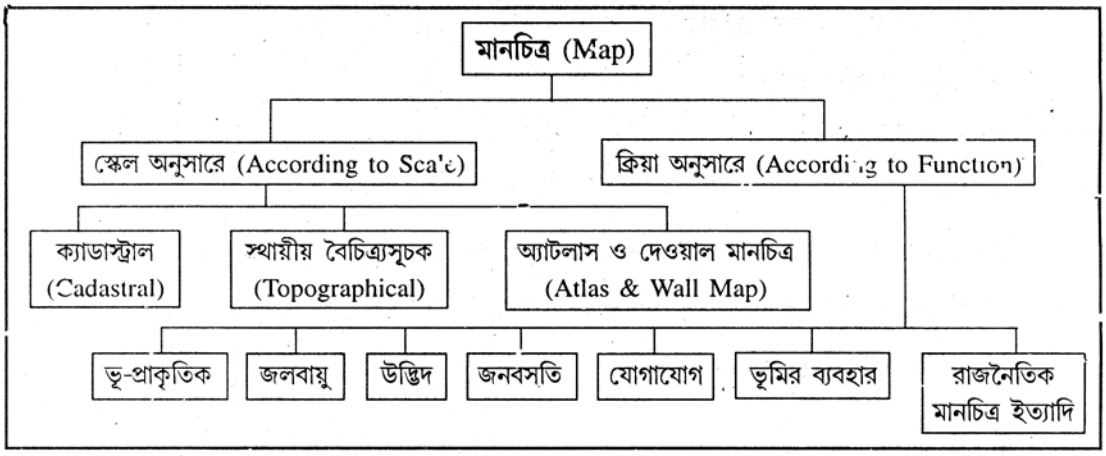
7.1 স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র পাঠ (Study of Topographical Map)

ভূমিকা : ভৌগোলিকদের প্রধান অবলম্বন হল **মানচিত্র** (map)। তাই প্রথমেই জানা দরকার মানচিত্র কি? এটি হল কোন **বিরাট এলাকার এক ছোট্ট প্রতিরূপ**। নির্দিষ্ট মাপে (measurement) আঁকা হয় বলে এর নামকরণ হয়েছে মানচিত্র। যে নির্দিষ্ট মাপে মানচিত্র আঁকা হয় তাকে বলে মানচিত্রের স্কেল (এ সম্পর্কে আমরা পরে আলোচনা করেছি)।

বহু প্রকার সাঙ্কেতিক চিহ্ন (conventional signs), কিছু স্থানের উচ্চতাসহ সমোন্নতিরেখা ও কয়েক ধরনের রঙের ব্যবহারিক মানচিত্র পাঠে (study) সাহায্য করে। তবে মানচিত্রে কিছু বিশেষ ভূমিভাগ বোঝাতে

কয়েকটি নির্দিষ্ট রঙ ব্যবহার করা হয়ে থাকে। যেমন জল বোঝাতে 'নীল রঙ' ব্যবহার করা হয়। জলের গভীরতা বোঝাতে 'হাল্কা থেকে গাঢ় নীল রঙ' ব্যবহার করা হয়। অনুরূপভাবে সমভূমি বোঝাতে 'হাল্কা হলুদ', পর্বত বোঝাতে 'গাঢ় বাদামী রঙ', মালভূমি ও উচ্চভূমি বোঝাতে 'হাল্কা সবুজ রঙ', ঘাসজমি আঁকার সময় 'সবুজ রঙের ওপর ঘাসের চিহ্ন', জনবসতি, শহর, বন্দর বোঝাতে 'লাল রঙ' ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

7.2 মানচিত্রের শ্রেণীবিভাগ (Classification of Map)



শেষোক্ত ধরনের (ক্রিয়াভিত্তিক) মানচিত্রকে **থিমেটিক** (Thematic) বা **প্রাথমিক মানচিত্রও** বলে।

পাঠ্যসূচী (Syllabus) অনুযায়ী স্থানীয় বৈচিত্রসূচক মানচিত্র নিয়ে আলোচনা করা হল। স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক (Topographical) কথাটি এসেছে গ্রীক শব্দ **Topos** (= স্থান) ও **Grapho** (= আঁকা বা বর্ণনা করা) থেকে। চলতি কথায় Topographical Map কথাটিকে **Topo Map**-ও বলে। স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক কথাটি কোন একটি নির্দিষ্ট এলাকার বৈচিত্র্যকে নির্দেশ করে। এই বৈচিত্র্য দু'ধরণের হয়ে—(১) **প্রাকৃতিক বৈচিত্র্য** বা **ভূ-দৃশ্য** (Physical Landscape) ও (২) **সাংস্কৃতিক বৈচিত্র্য** বা **ভূ-দৃশ্য**, অর্থাৎ স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র থেকে আমরা প্রাকৃতিক ও সাংস্কৃতিক এই উভয়বিধ বৈচিত্র্যের সন্ধান পাই। প্রাকৃতিক বৈচিত্র্যের মধ্যে থাকে ভূ-প্রকৃতি, নদ-নদী, স্বাভাবিক উদ্ভিদ প্রভৃতি। আর সাংস্কৃতিক ভূ-দৃশ্যের (Cultural landscape) মধ্যে রয়েছে যোগাযোগ ব্যবস্থা, বসতি, পোস্ট অফিস, রেস্ট হাউস, মন্দির, মসজিদ, পানীয় জল ও সেচের জলের উৎস ইত্যাদি। মনুষ্যসৃষ্ট এই সব বস্তুর ক্ষুদ্র প্রতিচ্ছবি ধরা পড়ে টোপো মানচিত্রে।

7.3 টোপো মানচিত্রের স্কেল (Scale of Topographical Map)

ভারতের টোপো মানচিত্রসমূহ বিভিন্ন মাপে (স্কেলে) ছোট ছোট কাগজে প্রকাশ করা হয়। যেমন—(i) এক ইঞ্চি (one inch), (ii) দুই ইঞ্চি বা অর্ধ ইঞ্চি (half inch), (iii) চার ইঞ্চি (quarter inch) ইত্যাদি। এক ইঞ্চি মানচিত্র কথাটির মানে হল যে মানচিত্রের স্কেল 1 ইঞ্চি ≡ 1 ইঞ্চি ≡ 1 মাইল অর্থাৎ জমিতে

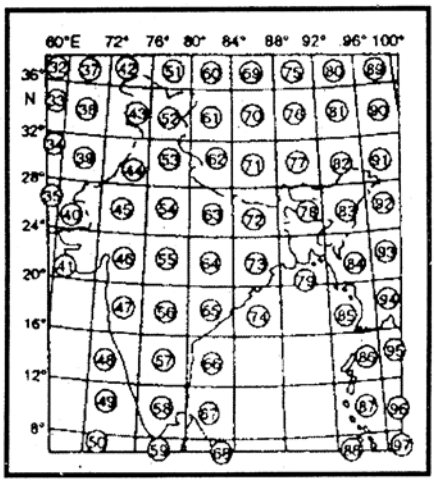
1 মাইল মানচিত্রে এক ইঞ্চির সমতুল্য (≡)। অনুরূপভাবে দুই ইঞ্চি বা অর্ধ ইঞ্চি মানচিত্রের মানে হল দুই মাইল জমিকে মানচিত্রে এক ইঞ্চিতে দেখানো হয়েছে। চার ইঞ্চি মানচিত্র মানে জমিতে 4 মাইল ≡ মানচিত্রে 1 ইঞ্চি।

7.4 মানচিত্রের নম্বর (Number of Topographical Map)

ভারতবর্ষ ও পার্শ্ববর্তী দেশসমূহের টোপো মানচিত্র সংখ্যার (Number) দ্বারা প্রকাশ করা হয় (চিত্র 7.1)। 1 থেকে 136 পর্যন্ত এই সংখ্যাগুলোকে **সূচক** (index) বলে, যেমন 55, 73, 82 ইত্যাদি। এই সব টোপো মানচিত্রের স্কেল হল। ইঞ্চিতে 16 মাইল বা 1 : 10,00,000। প্রত্যেকটি এই ধরনের সূচক মানচিত্রকে আবার 16 ভাগে ভাগ (A থেকে P পর্যন্ত) করা হয়েছে। অর্থাৎ এই ধরনের মানচিত্রের সূচক হবে 55 A, 55 E, 55 P ইত্যাদি। এদের **চার ইঞ্চি** (সিকি ইঞ্চি বা কোয়ার্টার ইঞ্চি) **মানচিত্র** বলে। অন্যভাবে বলতে হয় এই সব মানচিত্রে এক ইঞ্চি স্থান চার মাইল (বা 1 : 253, 440) জমিকে দেখায়। চার ইঞ্চি মানচিত্রকে যদি 16 ভাগে ভাগ করা হয় তবে প্রতিটি মানচিত্র **এক ইঞ্চি মানচিত্র** হবে। তখন মানচিত্রের সূচক হবে $55^{A}/_{1}$, $55^{A}/_{16}$, $55^{E}/_{12}$ ইত্যাদি। এই ধরনের মানচিত্র **ডিগ্রী শীট** (Degree Sheet) নামেও পরিচিত, কারণ প্রতিটি শীট 1° (এক ডিগ্রী) অক্ষাংশ ও 1° দ্রাঘিমাংশের মধ্যে অবস্থান করে।

7.5 মানচিত্রের অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশভিত্তিক অবস্থান (Extension of Latitude and Longitude covered by Topo Map)

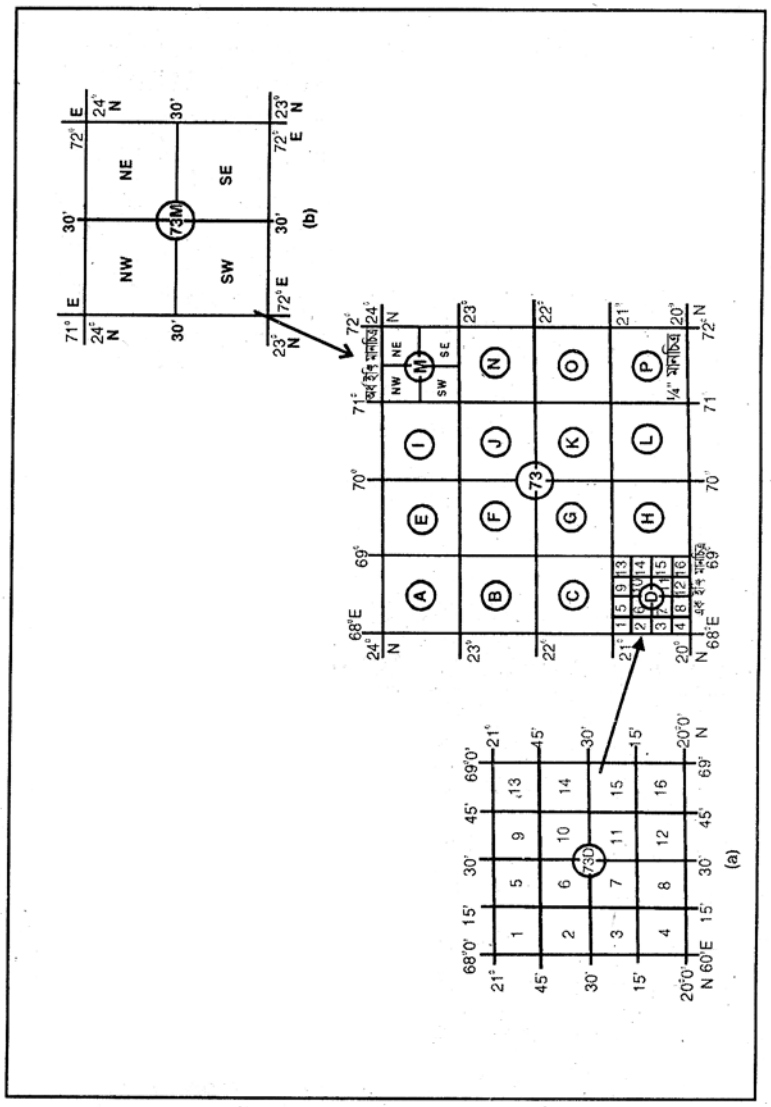
আন্তর্জাতিক চুক্তি অনুযায়ী ভারতীয় সর্বেক্ষণ (Survery of India) আন্তর্জাতিক অভিক্ষেপের (international projection) ওপর ভারতের মানচিত্র প্রকাশ করে থাকে। আমরা আগেই জেনেছি যে এই সিরিজের মানচিত্রের স্কেল 1 : 10,10,000 যা মিলিয়ন শীট নামে বেশী পরিচিত। এতে প্রতিটি মানচিত্র 4° (চার ডিগ্রী) অক্ষাংশ ও 4° দ্রাঘিমাংশের মধ্যে অবস্থান করে। পাশের চিত্র থেকে কিভাবে ভারতবর্ষকে 4° অক্ষাংশ ও 4° দ্রাঘিমাংশে ভাগ করে নম্বর দেওয়া হয়েছে (55, 61, 72 ইত্যাদি নম্বর) তা লক্ষ্য কর। এই মানচিত্রে অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের বিস্তার 4° ডিগ্রী করে (চিত্র ৭.১)।



চিত্র ৭.১ : 4° দ্রাঘিমাংশ ও 4° অক্ষাংশে ভাগ লক্ষ্য কর। প্রতিটি খোপের একটি করে নম্বর রয়েছে

যখন 4° অক্ষাংশ ও 4° দ্রাঘিমাংশ মানচিত্রকে 4 × 4 = 16 ভাগে করা হয় তখন তাকে **ডিগ্রী শীট** (1° ডিগ্রী) বলে। এখানে 4° ডিগ্রীকে (অক্ষাংশ) 4 ভাগে ও 4° দ্রাঘিমাংশকে 4 ভাগ করা হয় অর্থাৎ 4° × 4° মানচিত্রকে

16 ভাগে ভাগ করা হয়েছে। এই মানচিত্রে (সিকি ইঞ্চি বা কোয়ার্টার ইঞ্চি মানচিত্র) অক্ষাংশ দ্রাঘিমাংশের বিস্তার 1° (ডিগ্রী) করে (চিত্র 7.2)।

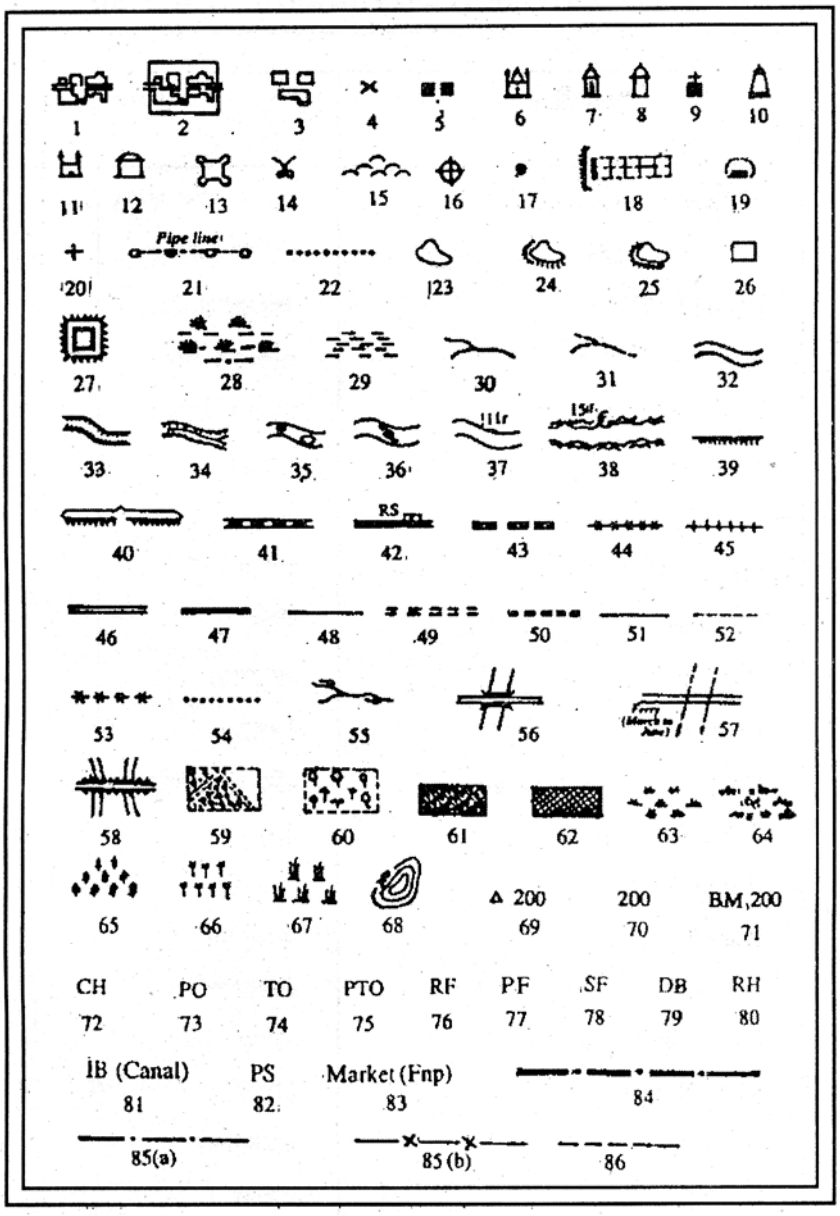


চিত্র ৭.২ : এক ডিগ্রী শীট—(a) এক ডিগ্রী শীটকে 15' দ্রাঃ ও 15' অঃ ভাগ,
(b) এক ইঞ্চি মানচিত্রকে দিকগত ভাগে (NW, NE, SW, SE)

যখন 1° মানচিত্রকে (4° অক্ষাংশ ও 4° দ্রাঘিমাংশ) 16 ভাগে ভাগ করা হয় তখন প্রতিটি শীট 15′ (পনেরো মিনিট) অক্ষাংশ ও 15′ (পনেরো মিনিট) দ্রাঘিমাংশের মধ্যে বিভক্ত হয়ে পড়ে। অর্থাৎ 1 ইঞ্চিতে 1 মাইল সিরিজের মানচিত্রে অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের বিস্তার। 15′ (পনেরো মিনিট) করে। চিত্রে একটি ডিগ্রী শীটকে কিভাবে 16 ভাগ করা হয়েছে তা লক্ষ্য করতে হবে [চিত্র ৭.২(a)]।

7.6 সাঙ্কেতিক চিহ্ন (Conventional signs)

মানচিত্রের একটি নিজস্ব ভাষা আছে। যেহেতু ক্ষুদ্র মানচিত্রে সব কিছুর নাম লেখা সম্ভব হয় না, তাই কিছু প্রতীক চিহ্নের সাহায্যে মানচিত্রের ভাষা বুঝতে হয়। নীচে চিহ্নগুলো ও তাদের ব্যাখ্যা দেওয়া হল (চিত্র ৭.৩)। মানচিত্র বিশ্লেষণ করার আগে প্রতীক চিহ্নগুলোর সাথে ভালোভাবে পরিচিত হতে হয়। এখানে উল্লেখ করতে হয়



চিত্র ৭.৩ : আন্তর্জাতিক প্রতীক চিহ্ন

যে পৃথিবীর যে কোন দেশের টোপো মানচিত্রে এই সাঙ্কেতিক বা প্রতীক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। এই চিহ্নগুলো আন্তর্জাতিক স্তরে স্বীকৃত বলে এদের আন্তজার্তিক প্রতীক চিহ্ন (International Index) বলে। নীচে আন্তর্জাতিক প্রতীক চিহ্নের বর্ণনা দেওয়া হল।

7.7 আন্তর্জাতিক প্রতীক চিহ্নের বর্ণনা (Description of international index)

Sl. No. (ক্রমিক নং)	ইংরেজী নাম	বাংলা অনুবাদ
1.	Village as surveyed	গ্রাম (জরীপ করা)
2.	Walled Village	প্রাচীরবেষ্টিত গ্রাম
3.	Ruined Village	ধ্বংসপ্রাপ্ত গ্রাম
4.	Deserted Village	পরিত্যক্ত গ্রাম
5.	Scattered huts	ইতস্তত বিক্ষিপ্ত কুটির
6.	Mosque	মসজিদ
7.	Temple	মন্দির
8.	Tomb	সমাধি
9.	Church	গীর্জা
10.	Pagoda	প্যাগোডা
11.	Idgah	ইদগাহ্
12.	Chatri or wayside Temple	ছত্রি বা পথপার্শ্বের মন্দির
13.	Surveyed Fort	জরীপ করা দুর্গ
14.	Battle-field	যুদ্ধক্ষেত্র
15.	Burial-ground	কবরখানা
16.	Oil well	তৈলকূপ
17.	Mine shaft	খনিমুখ
18.	Rifle Range	চাঁদমারি
19.	Aerodrome	বিমানবন্দর
20.	Spring	প্রস্রবণ
21.	Pipe Line	পাইপ লাইন

Sl. No. (ক্রমিক নং)	ইংরেজী নাম	বাংলা অনুবাদ
22.	Telephone Line	টেলিফোন লাইন
23.	Lake or Tank	হ্রদ বা দীঘি
24.	Perennial Tank with embankment 10 ft. or over	10 ফিট বা বেশী উঁচু বাঁধ দিয়ে ঘেরা বারমেসে পুষ্করিণী
25.	Perennial Tank with steep embankment	খাড়া পাড় দিয়ে ঘেরা বারমেসে পুষ্করিণী
26.	Lined Perennial Tank	বাঁধানো পুষ্করিণী (বারমেসে)
27.	Lined Perennial Tank with high embankment & deeply excavated	উঁচু পাড় দেওয়া ও গভীর বাঁধানো বারমেসে পুষ্করিণী
28.	Swamp or marsh	জলাজায়গা
29.	Mud flat	কর্দমাক্ত সমভূমি
30.	Perennial stream single line	নিত্যবাহী ক্ষুদ্র নদী
31.	Approximate course of stream	নদীর মোটামুটি গতিপথ
32.	Perennial stream double line	চিরপ্রবাহী বড় নদী
33.	Stream bank steep over 20 ft. or more	20 ফিট ও তার বেশী নদীর খাড়া পাড়
34.	Stream with dry bed & approx course	শুষ্ক নদীগর্ভ ও প্রায় ঠিক গতিপথ
35.	Island rock in river bed	দ্বীপ ও শিলাপূর্ণ নদীগর্ভ
36.	Tidal water in double line Perennial stream	নিত্যবাহী বৃহৎ জোয়ারী নদী
37.	Stream with steep bank 10 ft. or more in height but less than 20 ft.	10 ফিট বা তার বেশি উঁচু কিন্তু 20 ফিটের কম খাড়া নদীর পাড়
38.	Steep stream bank with broken ground	নদীর খাড়া ভাঙা পাড়
39.	Anicut	এ্যানিকাট
40.	Masonary Dam	পাকা বাঁধ
41	Broad gauge railway, double line	রেলপথ, ব্রডগেজ—ডবল লাইন

Sl. No. (ক্রমিক নং)	ইংরেজী নাম	বাংলা অনুবাদ
42.	Single Broad gauge line with railway station	রেলপথ, ব্রডগেজ—সিঙ্গল লাইন (স্টেশনসহ)
43.	Broad gauge railway under construction	নির্মীয়মান ব্রডগেজ রেলপথ
44.	Railway other than Broad gauge double line	ব্রডগেজ রেলপথ ছাড়া অন্যান্য রেলপথ (ডবল লাইন সুবিধাযুক্ত)
45.	Railway other gauge single line	রেলপথ ব্রডগেজ ছাড়া অন্যান্য রেলপথ (সিঙ্গল লাইন সুবিধাযুক্ত)
46, 47, 48.	Metalled road accordig to importance	সড়কপথ—গুরুত্ব অনুযায়ী
49, 50.	Unmetalled road according to importance	কাঁচা পথ—গুরুত্ব অনুযায়ী
51.	Cart track	গরুর গাড়ী চলার পথ
52.	Camel	উট-চলা পথ
53.	Mule path	অশ্বতর পথ
54.	Footpath	পায়ে চলার পথ
55.	Road in bed of stream	নদীবক্ষে রাস্তা
56.	Road bridge over stream	নদীর ওপরে রাস্তা (সেতু)
57.	Ferry or Ford (March to June)	খেয়া (মার্চ থেকে জুন পর্যন্ত)
58.	Bridge of boats or Pontoon bridge	নৌকার সাহায্যে তৈরি সেতু বা ভাসমান সেতু
59.	Tea garden	চা-বাগান
60.	Orchard	বাগিচা
61.	Vegetable garden	তরিতরকারির খেত
62.	Betel vine	পান বরোজ
63.	Grass	ঘাস
64.	Scattered trees & scrub	ইতস্তত বিক্ষিপ্ত গাছ ও গুল্ম

Sl. No. (ক্রমিক নং)	ইংরেজী নাম	বাংলা অনুবাদ
65.	Pine, Fir etc.	পাইন, ফার ইত্যাদি
66.	Palmyra Palm	তালগাছ
67.	Bamboo	বাঁশ
68.	Contours with height	সমোন্নতিরেখা উচ্চতাসহ
69.	Trigonometrical station with height	উচ্চতাসহ জরীপ স্টেশন
70.	Spot height	স্পট হাইট্ (উচ্চতা)
71.	Bench Mark	বেঞ্চ মার্ক
72.	CH	সার্কিট হাউস
73.	PO	পোস্ট অফিস
74.	TO	টেলিগ্রাফ অফিস
75.	PTO	পোস্ট ও টেলিগ্রাফ অফিস
76.	RF	রিজার্ভ ফরেস্ট
77.	PF	প্রোটেকটেড ফরেস্ট (সংরক্ষিত বন)
78.	SF	রাজ্য বনভূমি
79.	DB	ডাক বাংলো
80.	RH	রেস্ট হাউস (বনবিভাগ)
81.	IB (Canal)	ইন্‌সপেক্‌শন বাংলা (খালবিভাগ)
82.	PS	থানা
83.	Market (Fri)	হাট (বারসহ)
84.	International Boundary	আন্তর্জাতিক সীমারেখা
85.	State Boundary : (a) demarcated, (b) undemarcated	রাজ্য সীমারেখা : (a) চিহ্নিত, (b) অচিহ্নিত
86.	District Boundary	জেলা সীমারেখা

7.8 মানচিত্র পঠন (Reading of Topographical Map)

আমরা আগেই জেনেছি যে কোন অঞ্চলের টোপো মানচিত্র গভীরভাবে বিশ্লেষণ করলে সেই অঞ্চলের ভূ-প্রকৃতি বা ভূমিরূপ, নদ-নদী ও তাদের গতি-প্রকৃতি, স্বাভাবিক উদ্ভিদ, কৃষিক্ষেত্র, বসতি এলাকা, শিল্পাঞ্চল, রাস্তাঘাট ও যোগাযোগ ব্যবস্থার একটি পূর্ণাঙ্গ বিবরণ পাওয়া যায়।

কতকগুলো বিষয়ের অধীনে* একটি টোপো মানচিত্রকে বিশ্লেষণ করা হয়। প্রথমেই থাকবে ভূমিকা, তারপর থাকবে **ভূ-প্রকৃতি, নদ-নদী, জলাশয়, স্বাভাবিক উদ্ভিদ, বসতি, যোগাযোগ ব্যবস্থা ও উপসংহার।**

7.8.1 ভূমিকা—কিছু প্রাসঙ্গিক কথা :

একটি টোপো মানচিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে এর প্রান্তদেশে (উত্তর ও দক্ষিণ প্রান্ত) অনেক তথ্য দেওয়া আছে। যেমন মানচিত্রটির (চিত্র ৮.৪) ঠিক ওপরে মাঝখানে [i] মানচিত্রটি কোন্ রাজ্যের [ii] উত্তর-পশ্চিম কোণে কোন জেলার, [iii] উত্তর-পূর্ব কোণে মানচিত্রটির সূচকসংখ্যা দেওয়া থাকে। এছাড়া [iv] ঐ অঞ্চলটি কবে জরীপ (সাল) করা হয়েছে তাও দেওয়া থাকে।

মানচিত্রের নীচে (v) স্কেল লেখা থাকে। এক ইঞ্চি টোপো মানচিত্র হলে লেখা থাকবে [ক] স্কেল 1" (ইঞ্চি) ≡ 1 মাইল, [খ] স্কেলার ভগ্নাংশ বা R. F. (Representative fraction 1 : 63,360 (এটি এভাবে নির্ণয় করা হয়েছে 1,760 × 12 × 3) ও একটি [গ] অঙ্কিত স্কেল (এতে 1 ইঞ্চি দাগ অঙ্কন করে এক প্রান্তে 0, অন্যপ্রান্তে 1 মাইল লেখা থাকবে)। স্কেলের ঠিক নীচে থাকবে [vi] সমোন্নতি রেখার ব্যবধান বা Contour interval (এক ইঞ্চি টোপো মানচিত্র হলে সমোন্নতি-রেখার ব্যবধান হবে 50 ফিট, সেন্টিমিটার স্কেলে 20 মিটার)। মানচিত্রের বাঁদিকে থাকে [vii] টোপো মাপে ব্যবহৃত **সাঙ্কেতিক চিহ্ন** (conventional signs)। ডানদিকে ঐ চিহ্ন ছাড়াও থাকে বিভিন্ন [viii] **সীমারেখা** (Boundary)। এছাড়া মানচিত্রটির চারকোণায় [ix] **অক্ষাংশ** ও **দ্রাঘিমাংশ** লেখা থাকে।

---

* উচ্চ মাধ্যমিক পরীক্ষায় এইভাবে প্রশ্নপত্র দেওয়া হয় :

Interpret with suitable sketches the given topographical sheet (plain region) under the following heads—

[a] Relief

[b] Drainage & Waterbodies

[c] Natural Vegetation

[d] Settlement and

[e] Communication

প্রদত্ত ভূ-সংস্থান (সমভূমি অঞ্চলের) মানচিত্রটি পাঠ করে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি উপযুক্ত চিত্রসহযোগে আলোচনা কর—

[ক] ভূ-প্রকৃতি

[খ] নদ-নদী ও জলাশয়

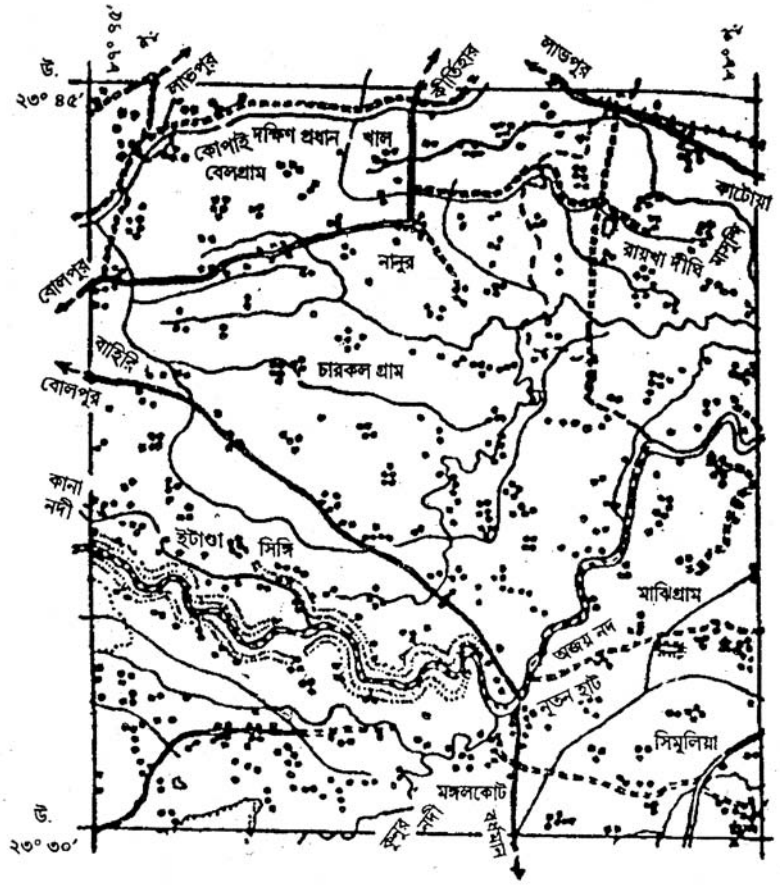
[গ] স্বাভাবিক উদ্ভিদ

[ঘ] বসতি এবং

[ঙ] যোগাযোগ ব্যবস্থা

বর্ধমান ও বীরভূম জেলা

No. $73\frac{M}{14}$



মানচিত্র সূচক

$73\frac{M}{9}$	$73\frac{M}{13}$	$79\frac{A}{1}$
$73\frac{M}{10}$	$73\frac{M}{14}$	$79\frac{A}{2}$
$73\frac{M}{11}$	$73\frac{M}{15}$	$79\frac{A}{3}$

প্রশাসনিক সূচক

চিত্র ৭.৪ : টোপো মানচিত্র (নং 73M/14) [সংক্ষেপিত]

7.8.2 টোপোগ্রাফিক্যাল মানচিত্রের ব্যাখ্যা :

বিভিন্ন টোপোগ্রাফিক্যাল মানচিত্রের পাঠ ও ব্যাখ্যা বিভিন্ন হবে। তবে কিভাবে এক-একটি মানচিত্রের অন্তর্ভুক্ত অঞ্চল সম্পর্কে প্রয়োজনীয় তথ্য বর্ণনা করা যেতে পারে সে ব্যাপারে কিছু সাধারণ পদ্ধতি সুবিধার জন্য আলোচনা

করা হল। সব সময়েই খেয়াল রাখতে হবে মানচিত্রটি ভালভাবে পাঠ করে যখন তার ব্যাখ্যা করা হবে তখন সেটি যেন কখনোই শুধুমাত্র বর্ণনামূলক না হয়। প্রতিটি বিষয় বর্ণনার সঙ্গে সঙ্গে সুনির্দিষ্ট ভৌগোলিক কারণ উল্লেখ করা একান্ত জরুরী। পাশাপাশি ব্যাখ্যামূলক বিবরণের প্রামাণ্য চিত্র দিতে হবে। এখন মানচিত্র পাঠ বলতে কি বোঝায়? মনে করা যাক কোন মানচিত্র থেকে সেই অঞ্চলের ভূ-প্রাকৃতিক বিবরণ দিতে হবে। প্রথমেই ভূ-প্রকৃতিকে বোঝাবার জন্য যে সব প্রতীক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়, সেগুলোকে মানচিত্রে লক্ষ্য করতে হবে অত্যন্ত মনোযোগ সহকারে। ঐ সব প্রতীক চিহ্নের সাহায্যে ভূ-প্রকৃতি সম্পর্কে একটি স্বচ্ছ ধারণা গড়ে উঠলেই পাঠ সম্পূর্ণ হল। তারপর সুনির্দিষ্ট ভৌগোলিক কারণ ও বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করে যখন ঐ অঞ্চলের ভূপ্রকৃতির বিবরণ দেওয়া হবে, তখন সঠিক ব্যাখ্যা করা সম্ভব হবে। এখন, একটি টোপোগ্রাফিক্যাল মানচিত্র থেকে কিভাবে পরপর বিভিন্ন বিষয়ের ব্যাখ্যা করতে হবে তার একটি ধারণা দেওয়া হল।

(ক) **ভূমিকা** : যে টোপোগ্রাফিক্যাল মানচিত্রটি ছাত্র-ছাত্রীদের দেওয়া হবে সেই মানচিত্রের অন্তর্ভূক্ত অঞ্চলটির বিবরণ দেওয়ার পূর্বে নিম্নলিখিত বিষয়সমূহ উল্লেখ করতে হবে।

[i] প্রদত্ত মানচিত্রটির সূচক-সংখ্যা। সূচক-সংখ্যা দেওয়া থাকে মানচিত্রের ওপরে ডানদিকে। এই সূচক-সংখ্যা কিভাবে নির্ধারণ করা হয়, তা পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে।

[ii] প্রদত্ত মানচিত্রটি কোন অঞ্চলের। মানচিত্রের ওপরে একেবারে বাম প্রান্তে জেলার নাম দেওয়া থাকে আর ঠিক মধ্যভাগে রাজ্যের নাম থাকে।

[iii] মানচিত্রের অক্ষাংশগত ও দ্রাঘিমার বিস্তার। অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমা মানাচিত্রের চারদিকেই লিখে দেওয়া থাকে। যেহেতু ভারতেরই কোন অঞ্চলের মানচিত্র দেওয়া হয়, তাই অক্ষাংশের মান উত্তর গোলার্ধের ও দ্রাঘিমার মান পূর্ব গোলার্ধের হবে।

[iv] মানচিত্রের স্কেল। এই স্কেল মানচিত্রের নীচে ঠিক মাঝখানে দেওয়া থাকে।

[v] প্রদত্ত মানচিত্রের অন্তর্ভুক্ত অঞ্চলটির আয়তন বার করতে হলে স্কেলের সাহায্যে মানচিত্রের দৈর্ঘ্যের মাপ ও প্রস্থের মাপ নিয়ে মানচিত্রের স্কেল অনুযায়ী প্রকৃত দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ বার করে দৈর্ঘ্য × প্রস্থ হিসাবে আয়তন নির্ণয় করতে হবে। মনে করা যাক্, মানচিত্রের দৈর্ঘ্যের মাপ 60 সেমি ও প্রস্থের মাপ 50 সেমি। মানচিত্রের স্কেল 2 সেমি = 1 কিমি হলে প্রকৃত দৈর্ঘ্য হবে 50/2 কিমি বা 25 কিমি। অর্থাৎ এক্ষেত্রে অঞ্চলটির আয়তন হবে (30 × 25) বর্গকিমি বা 750 বর্গকিমি।

[vi] কত সালে মানচিত্রের অন্তর্ভুক্ত অঞ্চলটির জরিপ করা হয়েছিল। জরিপকাল মানচিত্রের ওপরে বামদিকের মাঝামাঝি দেওয়া থাকে।

[vii] সমোন্নতিরেখার ব্যবধান। মানচিত্রের নীচের দিকে অর্থাৎ রৈখিক স্কেলের নিচেই তা লেখা থাকে।

(খ) **ভূমিকা** : ভূ-প্রাকৃতিক বর্ণনার প্রথমেই অঞ্চলটির ভূমিরূপের প্রকৃতি নির্ণয় করা প্রয়োজন। অর্থাৎ অঞ্চলটি সমভূমির অংশ নাকি মালভূমি অথবা পার্বত্য অঞ্চলের। প্রাথমিক সমভূমি, মালভূমি বা পার্বত্য অঞ্চল সনাক্ত করতে হলে অঞ্চলটির উচ্চতা ও ভূমির ঢাল লক্ষ্য করতে হবে। সাধারণত গড় উচ্চতা 300 মিটারের কম ও ভূমির ঢাল অত্যন্ত মৃদু হলে অঞ্চলটির সমভূমি বলা যাবে। আবার উচ্চতা খুব বেশী হলে এবং ঢাল তীব্র হলে পার্বত্য অঞ্চলের বৈশিষ্ট্য বহন করে। আর এর মাঝামাঝি অবস্থার ভূমিরূপকে মালভূমি বলা হয়। এ ছাড়াও পাহাড় বা পর্বত বোঝাবার জন্য অন্যান্য প্রতীকচিহ্নের সাহায্য নিতে হবে।

ভূমিরূপের সাধারণ প্রকৃতি নির্ধারণ করবার পর সমগ্র অঞ্চলটি ভূ-প্রাকৃতিক বিভাগে ভাগ করতে হবে। এই বিভাজন উচ্চতার ভিত্তিতে, নদী অববাহিকার অবস্থানের ভিত্তিতে বা জলবিভাজিকার অবস্থানের ভিত্তিতে করা যেতে পারে। প্রতিটি বিভাগের সর্বোচ্চ উচ্চতা, সর্বনিম্ন উচ্চতা, গড় উচ্চতা, আপেক্ষিক উচ্চতা ও ভূমির ঢালের প্রকৃতির যথাযথ বর্ণনা দিতে হবে। এ ছাড়াও সম্ভব হলে ঐ বিভাগটির উৎপত্তির কারণ উল্লেখ করতে হবে।

ভূপ্রাকৃতিক বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ভূমিরূপ যদি কিছু থাকে, তবে তারও উল্লেখ করতে হবে। যেমন—নোল, শঙ্কু আকৃতির পাহাড়, স্পার প্রভৃতির অবস্থান থাকলে উল্লেখ করতে হবে।

প্রয়োজনীয় চিত্র : ভূ-প্রাকৃতিক বিবরণের প্রামাণ্য হিসাবে কয়েকটি প্রয়োজনীয় চিত্র দেওয়া আবশ্যক। নীচে এগুলোর উল্লেখ করা হল।

[i] ক্ষুদ্র প্রতিরূপ মানচিত্রে (Reduced Map) ভূ-প্রাকৃতিক বিভাগগুলির অবস্থান দেখাতে হবে। প্রদত্ত টোপোগ্রাফিক্যাল মানচিত্রে যে সমান 9টি খোপ আছে, তার একটি সমান খোপ খাতায় এঁকে ঐ ভূ-প্রাকৃতিক বিভাগগুলি দেখাতে হবে। এ ক্ষেত্রে মানচিত্রের স্কেল হবে 1 : 1,50,000। প্রতিটি বিভাগের ভূরি ঢাল তীরচিহ্ন দ্বারা নির্দেশ করতে হবে। প্রতিটি বিভাগ পৃথক রঙ বা রেখাপাতের দ্বারা দেখাতে হবে। মানচিত্রের ওপরে সূচক-সংখ্যা, অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমা এবং পাশে নির্দেশিকা (Index) দিতে হবে।

[ii] প্রতিটি বিভাগের ভূমিরূপ বৈশিষ্ট্য বোঝাবার জন্য অন্ততঃপক্ষে একটি করে পার্শ্বচিত্র আঁকতে হবে।

[iii] বিশেষ কোন ভূমিরূপের ক্ষেত্রে যেমন নোল, স্পার, সমোন্নতি রেখার সাহায্যে খাতায় দেখাতে হবে এবং পাশাপাশি প্রস্থচ্ছেদও করে দেখাতে হবে।

(গ) জলনিকাশ ব্যবস্থা : প্রথমেই অঞ্চলটিতে প্রবাহিত প্রধান নদী বা প্রধান প্রধান নদীসমূহ সনাক্ত করে তাদের নাম লিখতে হবে। সাধারণত নদীগুলোর বিস্তার ও জলের পরিমাণ দেখে প্রথম নদীটি বোঝা যায়। এবারে নদীগুলোর গতিপথ বিস্তৃতভাবে বর্ণনা করে তাদের বৈশিষ্ট্যসমূহের ব্যাখ্যা দিতে হবে। নদীর বৈশিষ্ট্য বলতে নদীটি নিত্যবহ কিনা, চড়া আছে কিনা, নদী বাঁকের বর্ণনা, বন্যা প্রবল কিনা প্রভৃতি বিষয়গুলো সম্পর্কে লিখতে হবে। পর্যায়ক্রমে প্রধান নদীর উপনদীগুলির নাম এবং তাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য উপনদীসমূহের অনুরূপ বর্ণনা দিতে হবে। এরপর কোথাও সুস্পষ্ট জলনির্গম প্রণালী থাকলে তার উল্লেখ করে কেন হয়েছে লিখতে হবে।

নদ-নদীর বর্ণনা হয়ে গেলে যদি খাল-ব্যবস্থা অঞ্চলটিতে থাকে তার বর্ণনা দিতে হবে। এ ক্ষেত্রে কি ধরনের খাল অর্থাৎ প্লাবন খাল না নিত্যবহ খাল, কেমন খাল অর্থাৎ কাঁচা খাল না পাকা খাল, সেইসব উল্লেখ করতে হবে। খাল-উপখালসমূহের বিস্তৃতি বিশদভাবে উল্লেখ করতে হবে।

খাল ব্যবস্থার পরে লিখতে হবে **জলাধার** ও **জলাশয়ের কথা**। যদি কোন জলাধার থাকে তবে তার নাম, অবস্থান, আয়তন প্রভৃতি লিখতে হবে। আর জলাশয়ের ক্ষেত্রে সেটি স্বাভাবিক না কৃত্রিম হবে তা বিশেষভাবে নির্দেশ করতে হবে। উল্লেখযোগ্য স্বাভাবিক জলাশয়ের ক্ষেত্রে তাদের উৎপত্তির কারণ, নাম, অবস্থান, আয়তন, বৈশিষ্ট্য উপযোগিতা, ব্যবহার প্রভৃতি সম্পর্কে বিবরণ দিতে হবে।

সবশেষে কূপ ও নলকূপ ব্যবস্থার বিবরণের প্রয়োজন। প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য অধিকমাত্রায় কূপ নলকূপের অবস্থান ভৌমজলের নৈকট্য ইঙ্গিত করে।

প্রয়োজনীয় চিত্র :

[i] ক্ষুদ্র প্রতিরূপ মানচিত্রে প্রধান নদী ও তার প্রধান প্রধান উপনদীসমূহের গতিপথ আঁকতে হবে।

[ii] প্রধান নদীটির কোন অংশ বিশেষ খাতায় প্রয়োজনীয় মাপের চৌকো খোপে (Box) এঁকে দেখাতে হবে। এমন একটি অংশ নির্বাচন করতে হবে যাতে চড়া, নদীবাঁক প্রভৃতি বৈশিষ্ট্য দেখানো যায়।

[iii] এ ছাড়া পৃথকভাবে নদী সঙ্গম, নদীর খাড়া পাড়, নদী বাঁক, কোন জলাশয় প্রভৃতি দেখানো যেতে পারে।

[iv] বিভিন্ন প্রকার জলনিগম প্রণালী যদি মানচিত্রে থাকে তবে তার চিত্র দিতে হবে।

(ঘ) **স্বাভাবিক উদ্ভিদ** : প্রথমেই উল্লেখ করা প্রয়োজন মানচিত্রের কোথাও কোন বনভূমি আছে কিনা। যদি বনভূমি থাকে তবে তার নাম ও অবস্থান উল্লেখ করে কি প্রকৃতির বনভূমি অর্থাৎ সংরক্ষিত (Reserve Forest), সুরক্ষিত (Protected Forest), নাকি নিষিদ্ধ (Restricted Forest) তার উল্লেখ করতে হবে। এরপর বনভূমিতে অবস্থিত উদ্ভিদের প্রকৃতির বর্ণনা দিতে হবে।

বনভূমি ছাড়া অন্যান্য স্থানে যে সকল স্বাভাবিক উদ্ভিদ আছে তাদের নাম, অবস্থান, প্রভৃতির বর্ণনা দিতে হবে। কোন বাগিচা থাকলে তারও উল্লেখ করতে হবে।

প্রয়োজনীয় চিত্র : ক্ষুদ্র প্রতিরূপ মানচিত্রে সবুজ রঙের সাহায্যে বা রেখাপাতের সাহায্যে বনভূমির অবস্থান দেখাতে হবে। অন্যান্য স্থানের স্বাভাবিক উদ্ভিদ প্রতীক চিহ্নের সাহায্যে দেখাতে হবে।

(ঙ) **জনবসতি** : প্রথমেই মানচিত্র থেকে জনবসতির বণ্টনের একটি বিবরণ দিতে হবে। ঘনত্ব অনুযায়ী অঞ্চলটির বিভাজন করে তারতম্যের কারণ ব্যাখ্যা করা প্রয়োজন। এরপর গ্রামীণ বসতি ও পৌর বসতির উল্লেখ করতে হবে।

অঞ্চলটির কোথায় কি ধরনের জনবসতির বিন্যাস পাওয়া যাচ্ছে তার উল্লেখ করে কারণ নির্দেশ করতে হবে। বিভিন্ন প্রকারের জনবসতির বিন্যাস বলতে মূলত গোষ্ঠীবদ্ধ বা পিণ্ডাকৃতি, রৈখিক বা দণ্ডাকৃতি এবং বিক্ষিপ্ত জনবসতি বোঝায়, যখন অনেকগুলি বসতি কোথাও কেন্দ্রীভূত হয় তখন পিণ্ডাকৃতি জনবসতি গড়ে ওঠে। আর যদি কোনও নদীর তীর বরাবর বা সড়কপথ বা রেলপথ বরাবর সারিবদ্ধভাবে জনবসতি গড়ে ওঠে তবে তাকে দণ্ডাকৃতি বা রৈখিক জনবসতি বলা হয়। আর যদি ছাড়া ছাড়া ভাবে বসতিগুলি অবস্থান করে তবে তাকে বিক্ষিপ্ত জনবসতি বলা হয়।

সবশেষে প্রধান প্রধান পৌর ও গ্রামীণ বসতির নাম অবস্থান উল্লেখ করে সেগুলির গড়ে ওঠার সম্ভাব্য কারণ, আয়তন ও অন্যান্য বৈশিষ্ট্যসমূহের বিবরণ দিতে হবে।

প্রয়োজনীয় চিত্র :

[i] ক্ষুদ্র প্রতিরূপ মানচিত্রে জনবসতির ঘনত্বের বণ্টন দেখাতে হবে।

[ii] প্রধান প্রধান বসতির অনুরূপ চিত্র দিতে হবে।

(ছ) **পরিবহন ও যোগাযোগ ব্যবস্থা** : পরিবহন ব্যবস্থার যে বিভিন্ন মাধ্যমগুলি আছে তার মধ্যে একমাত্র বিমানপথ ছাড়া বাকী রেলপথ, সড়কপথ ও জলপথের বিস্তার দেখানো থাকে।

প্রথমেই রেলপথের বিস্তারের বিবরণ দিতে হবে। ঐ পথ দিয়ে বিস্তৃত রেলপথ নিকটতম কোন কোন প্রধান স্থানগুলির সঙ্গে যুক্ত সেটা লিখতে হবে। এ ছাড়া রেলপথের প্রকৃতি অর্থাৎ ব্রডগেজ নাকি মিটারগেজ, সিঙ্গল লাইন অথবা ডাব্‌ল লাইন ইত্যাদি বৈশিষ্ট্যসমূহের বিবরণ দিতে হবে।

রেলপথ ব্যবস্থার পর সড়কপথ ব্যবস্থার বিবরণ দিতে হবে। অঞ্চলটিতে যদি কোন জাতীয় সড়ক থাকে তবে তার নম্বর, বিস্তার ইত্যাদির বর্ণনা দিতে হবে। এছাড়া রাজ্য সড়ক, জেলা সড়ক, প্রভৃতি সড়ক ব্যবস্থার বিবরণ দিতে হবে। এরপর বিভিন্ন কাঁচা রাস্তা, পায়ে হাঁটা পথ প্রভৃতির বিবরণ দিতে হবে।

জলপথের মধ্যে বড় পড় নদীতে যে ফেরী সার্ভিস আছে সেগুলির বিবরণ দিতে হবে। এছাড়া স্টীমার লাইন থাকলেও তার বিবরণ দিতে হবে। পরিশেষে সমগ্র অঞ্চলটিকে পরিবহন ব্যবস্থা কিভাবে সাহায্য করেছে তার উল্লেখ করা প্রয়োজন।

পরিবহন ব্যবস্থা ছাড়াও অঞ্চলটিতে বিস্তৃত ডাক এবং তার ব্যবস্থারও বিবরণ দিতে হবে।

প্রয়োজনীয় চিত্র :

[i] ক্ষুদ্র প্রতিরূপ মানচিত্রে প্রধান প্রধান রেলপথ, সড়কপথ ও জলপথের বিস্তার এঁকে দেখাতে হবে।

[ii] যদি কোন পরিবহন ব্যবস্থার সংযোগ কেন্দ্র (Nobel Point) থাকে, তবে চৌকো খোপে তার অনুরূপ চিত্র দিতে হবে।

(জ) **উপসংহার** : সামগ্রিকভাবে অঞ্চলটির কোথাও কতটা উন্নতি হয়েছে সেটার পর্যালোচনা করতে হবে। যেসব স্থানে তেমন উন্নতি হয়নি সেখানে কিভাবে উন্নতি করা সম্ভব তার সম্পর্কেও আলোচনা করতে হবে।

নীচে একটি সমভূমি অঞ্চলের টোপো মানচিত্রের (নং 73M/14, চিত্র ২.৪) বিশ্লেষণ দেখানো হল।

ভূমিকা (Introduction)

ম্যাপ নং—73M/14

রাজ্য—পশ্চিমবঙ্গ

জেলা—বীরভূম ও বর্ধমান

অক্ষাংশের বিস্তার—23°30′ উঃ অঃ থেকে 23°45′ উঃ অঃ

দ্রাঘিমাংশের বিস্তার—87°45′ পূঃ দ্রাঃ থেকে 88°0′ পূঃ দ্রাঃ

স্কেল—1″ ≡ 1 মাইল

সমোন্নতি রেখার ব্যবধান—50 ফুট

জরীপের সাল—1930-31 (নতুন মানচিত্র 1970-71 সালে জরীপ)

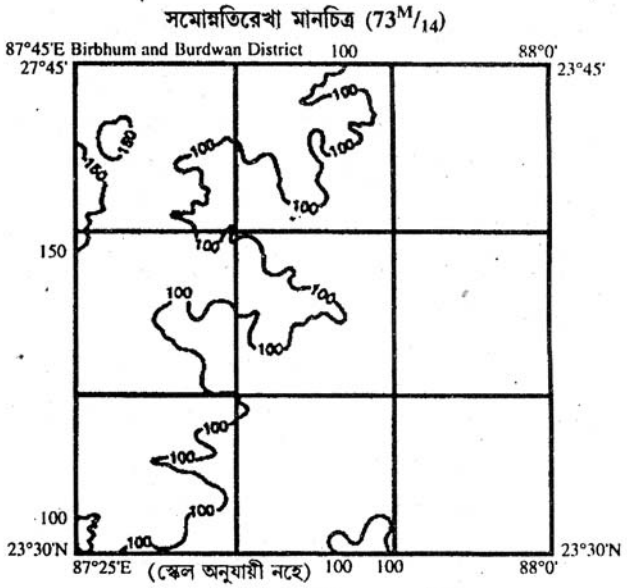
প্রকাশক—সার্ভেয়ার জেনারেল অফ্ ইন্ডিয়া

সংস্করণ—প্রথম

ভূ-প্রকৃতি (Physiography) : এই এলাকাটি একটি সমভূমি। কারণ (১) এখানে সমোন্নতিরেখা খুব কম, (২) সমোন্নতিরেখার উচ্চতা মাত্র 150 ফিট। (৩) এখানে সমোন্নতিরেখাগুলো বহু দূরে দূরে অবস্থান করছে। নদীগুলো যথেষ্ট এঁকেবেঁকে প্রবাহিত হয়েছে।

অঞ্চলটির পূর্বদিক একটি একঘেয়ে সমভূমি (monotonous plain), কারণ এখানে কোন সমোন্নতিরেখা নেই। তবে উত্তর-পশ্চিম ও দক্ষিণ-পশ্চিম দিক তুলনামূলকভাবে উঁচু (উচ্চতা 150 ফুট)। গোটা এলাকাটি অজয় নদীর পলি দিয়ে গঠিত এক সমভূমি। অঞ্চলটির একঘেয়ে সমভূমিতে নদীর উঁচু পাড়, নদীর ছাড়াপথ, অসংখ্য জলাশয় কিছুটা বৈচিত্র্য এনেছে। গোটা অঞ্চলটি পশ্চিম থেকে পূর্বদিকে ঢালু।

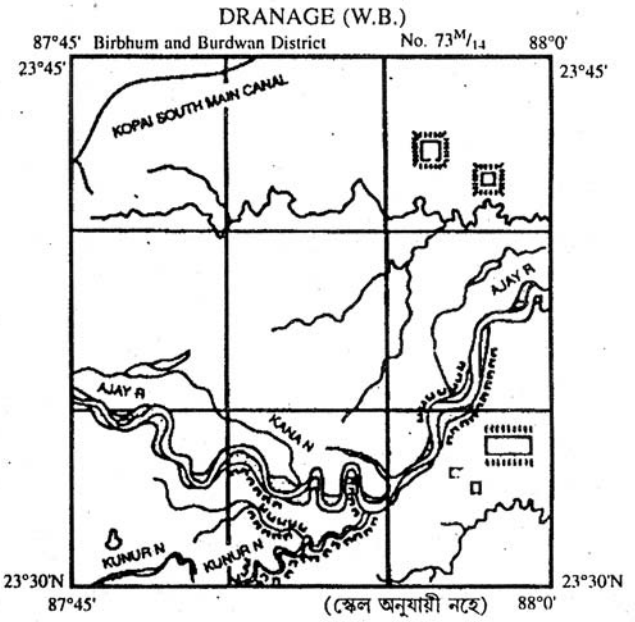
সমোন্নতিরেখা মানচিত্র (চিত্র নং ২.৫) থেকে অঞ্চলটিকে তিনভাবে ভাগ করতে পারি ঃ (a) উত্তর-পশ্চিমের উচ্চভূমি (150 ফিট ও তার বেশী), মাঝারি উচ্চভূমি (100 থেকে 150 ফিটের মধ্যে) ও পূর্বের নিম্নভূমি (100 ফিটের নীচে)। অঞ্চলটি বন্ধুরতা (ruggedness) ব্যাখ্যা করতে আমরা স্পট হাইট্ (spot height)-র সাহায্য নিতে পারি। মানচিত্রটির স্পট হাইট্ মান বিশ্লেষণ করলেও আমরা একই সিদ্ধান্তে আসতে পারি। তা হল এই এলাকার বন্ধুরতা উত্তর-পশ্চিমের একটি অংশে বেশী, পূর্বভাগের উত্তরদিকে কম। বাকী অংশে মাঝারি।



চিত্র ৭.৫ : সমোন্নতিরেখা মানচিত্র

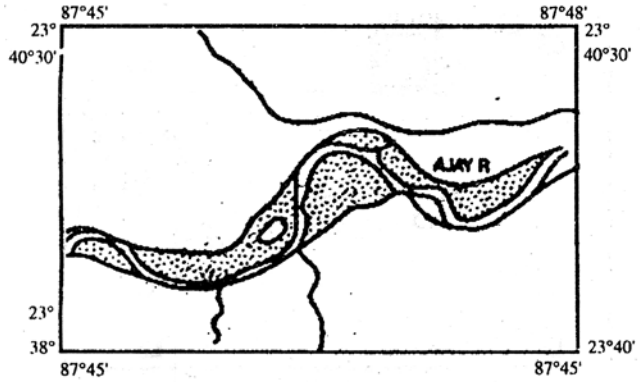
নদ-নদী ও জলাশয় (Drainage and Waterbodies) : অঞ্চলটির প্রধান নদী অজয়, ভূমিভাগের ঢাল অনুসারে পশ্চিম থেকে পূর্বে প্রবাহিত হচ্ছে। নদীটি নিত্যবাহী, তবে বর্ষার সময় দুকুল ছাপিয়ে আশেপাশের এলাকাকে প্লাবিত করে। এজন্য স্থানে স্থানে উঁচু বাঁধ দেওয়া হয়েছে। তবে শীতকালে নদীর জল কমে যায় বলে পলি জমে নদীগর্ভে (bar) চড়া সৃষ্টি হয়েছে। অজয় নদীর আরও বৈশিষ্ট্য হল নদীগর্ভ বেশ চওড়া। নদীটিতে যথেষ্ট বাঁক আছে ও স্থানে স্থানে অশ্বক্ষুরাকৃতি হ্রদ সৃষ্টি হয়েছে। এ থেকে বোঝা যায় সে নদীটি বার্ধক্যের দিকে এগোচ্ছে।

অজয় ছাড়া অঞ্চলটির আর একটি উল্লেখযোগ্য নদী হল কুনুর। ইহা নিত্যবাহী। এই নদীটি দক্ষিণদিক থেকে প্রবাহিত হয়ে অজয়ের সাথে মঙ্গলকোটে মিশেছে। নদীটির গতিপথ অত্যন্ত বাঁকবহুল।



চিত্র ৭.৬ : জলনির্গম প্রণালী

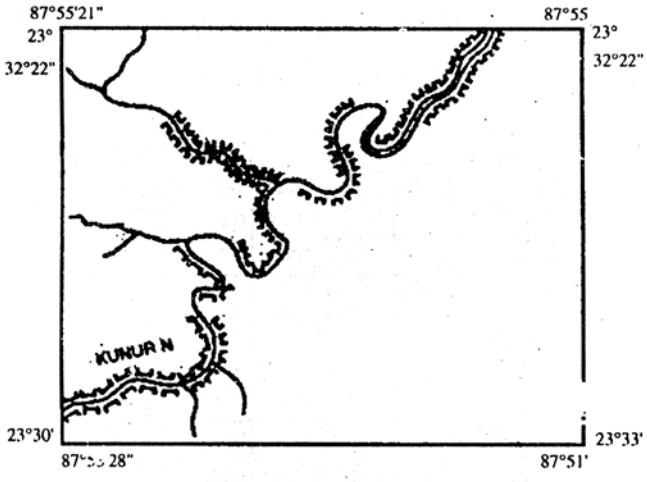
উত্তরদিকের জলনিষ্কাশন কয়েকটি নামবিহীন বর্ষার জলে পুষ্ট চোট নদী-খাল মারফত হয়ে থাকে। এদের মধ্যে কান্দার খাল গুরুত্বপূর্ণ। উত্তর-পূর্বদিকের জল এই খাল দিয়ে নিষ্কাশিত হয়। দক্ষিণ-পূর্বাশের বর্ষাকালীন নদী



চিত্র ৭.৭ : অজয় নদের চওড়া উপত্যকায় প্রকৃত নদীগর্ভ কম

দিয়ে নিষ্কাশিত হয়। মানচিত্রটি বিশদভাবে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে এই অঞ্চলে অজয় নদীর দুদিকে কয়েকটি অনুদৈর্ঘ্য বিল (longitudinal bil) রয়েছে। অনুমান করা যায় যে এগুলো কোন নদীর পরিত্যক্ত পথ, বিশেষ করে অজয়ের পরিত্যক্ত। এইসব বিলগুলোতে সারাবছর জল থাকে। এদের মধ্যে অজয়ের উত্তর-পূর্বদিকে কান্ডার বিল (Kandar Bil) ও বরাড বিল (Barad Bil)-এর নাম করতে হয়। ইটন্ডার পূর্বদিকে নামবিহীন বিলটি এই অঞ্চলের দীর্ঘতম বিল।

বীরভূম ও বর্ধমানের এই অংশের অন্যতম বৈশিষ্ট্য হল অসংখ্য পুষ্করিণী (চিত্র ২) যা জলসেচ ও পানীয়ের



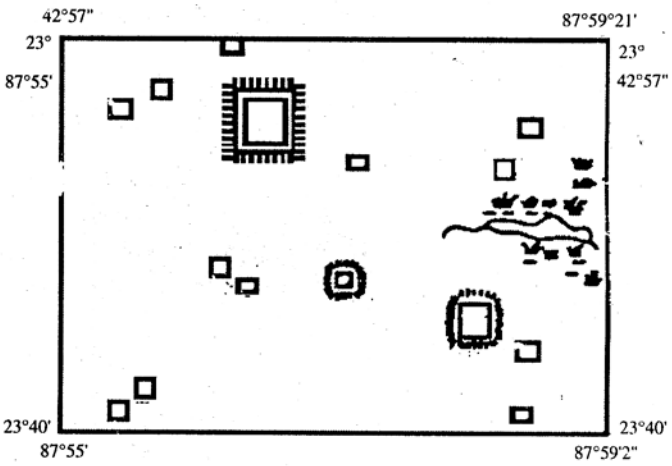
চিত্র ৭.৮ : অ-নিত্যবাহী কাঁকরবহুল কুনুর নদী (নদীর দু'পাড়ের ক্ষয় লক্ষ্য কর)

কাজে লাগে। পুষ্করিণীর অন্যতম বৈশিষ্ট্য হল তারা হয় মোটামুটি বর্গাকৃতি, নয় আয়তাকৃতি। এ থেকে বোঝা যায় যে মানুষ স্বীয় প্রয়োজনে সেগুলো খনন করেছে। যদিও বেশীরভাগ পুষ্করিণীতে সারাবছর জল থাকে, তবুও কিছু কিছু পুষ্করিণী গ্রীষ্মকালে শুকিয়ে যায়।

খাল (Canal) : 1930-31 ও 1970-71 সালে জরীপ করা টোপো মানচিত্রের তুলনা করলে দেখা যায় যে এই অঞ্চলে স্বাধীনতার পর জলসেচের ব্যবস্থার উন্নতি ঘটেছে (তা সম্ভব হয়েছে ময়ূরাক্ষী পরিকল্পনার দৌলতে)। এই অঞ্চলের সেচব্যবস্থার প্রধান স্তম্ভ হল কোপাই সাউথ মেন খাল (Kopai South Main Canal) (চিত্র ২)। খালটিতে বারোমাস জল থাকে। এই প্রধান খালটি ছাড়া আরও দুটি খাল কাটা হয়েছে—(1) বণ্টন খাল নং 4, বণ্টন খাল নং 10। প্রথমটি অঞ্চলটির উত্তরাংশে পশ্চিম থেকে পূর্বে বিস্তৃত। এই বণ্টন কাল থেকে ছোট-বড় আরও 6টি খাল কাটা হয়েছে।

দ্বিতীয়টি (বণ্টন খাল নং 3) থেকেও বহু খাল কাটা হয়েছে।

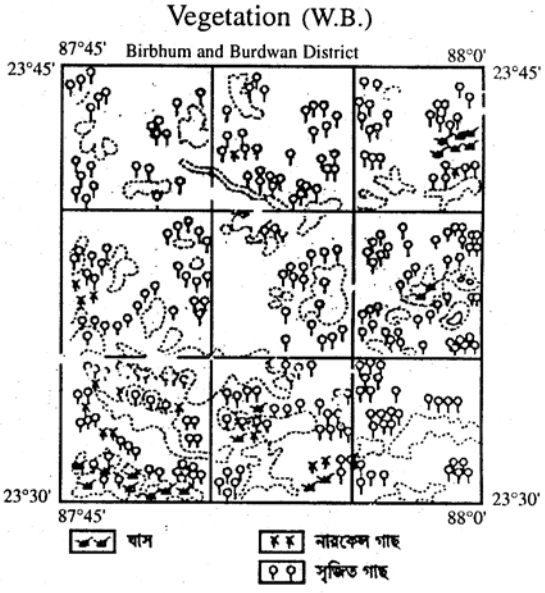
স্বাভাবিক উদ্ভিদ (Natural Vegetation) : অঞ্চলটি সমভূমি বলে এখানে কৃষিকার্য প্রাধান্য লাভ করেছে মানুষের প্রয়োজনে স্বাভাবিক উদ্ভিদ বিনষ্ট করা হয়েছে। তবুও গ্রামের চারপাশে নিত্যপ্রয়োজনীয় কিছু কিছু গাছ (তাল, কলা ইত্যাদি) দেখা যায়। এছাড়া দক্ষিণ-পশ্চিম অংশের জলা জায়গায় নল-খাগড়া জাতীয় গাছ দেখা যায়। এ ছাড়া নতুন টোপো মানচিত্রে (1970-71) অজয়ের পূর্বপাড়ে কাঁকোরা-র কাছে সৃজিত বনাঞ্চল (planted forest) দেখা যাচ্ছে।



চিত্র ৭.৯ : পুকুর ও জলাশয়

বসতি (Settlement) : অঞ্চলটি সমভূমি বলে এখানে বসতির বিস্তার ঘটেছে। এখানে তিন ধরনের বসতি দেখা যায়—(1) **গোষ্ঠীবদ্ধ**, (2) **লাইনবন্দী** ও (3) **বিক্ষিপ্ত বসতি**।

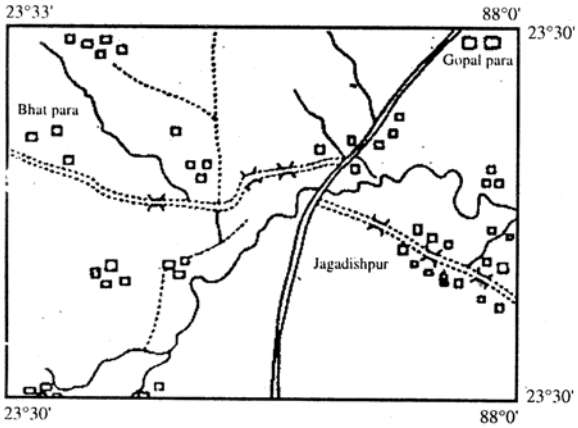
সংঘবদ্ধ বসতি (Compact Settlement) : অঞ্চলটির দক্ষিণ-পশ্চিমাংশ ও উত্তর-পশ্চিমাংশে এই ধরনের বহু বসতি দেখা যায়। এদের মধ্যে আছে বেশ কয়েকটি বার্ধিষ্ণু গ্রাম। যেমন বীরভূম জেলার বিখ্যাত নানুর গ্রাম। এ ছাড়া রয়েছে সিয়ান, বাহিরি, ইটাভা, চারকলগ্রাম, সারাণ্ডি, কাঙ্ড়া, পলতিয়া এবং বর্ধমান জেলার মঙ্গলকোট, বরাগী তালা, নতুনপুর, চৈতন্যপুর। গ্রামগুলোকে ঘিরে আছে গাছপালা। গ্রামের আশেপাশে রয়েছে বহু পুষ্করিণী। অনুমান করা হয় যে পুষ্করিণী মানুষের পানীয় জলের যোগান দেওয়া ছাড়াও খেতে জলসেচের কাজে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। একটু বড় গ্রামে সপ্তাহে দু-একদিন হাট বসে। যেমন চৈতন্যপুর (বুধ, শনি), সেরাণ্ডি (সোম, শুক্র), নিগান (মঙ্গল, শনি) ইত্যাদি।



চিত্র ৭.১০ : স্বাভাবিক উদ্ভিদ

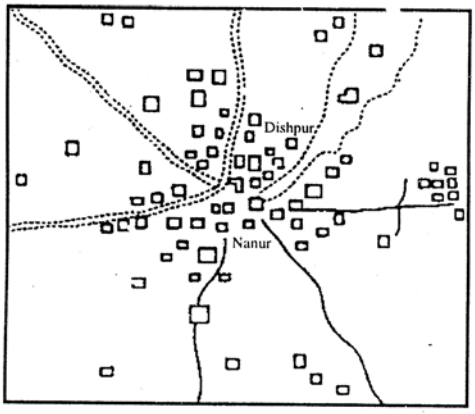
এই অঞ্চলে বহুসংখ্যক মন্দির দেখে অনুমিত হয় যে এখানে হিন্দু ধর্মাবলম্বীর সংখ্যা বেশী। তবে বহু স্থানে মসজিদও রয়েছে। যেমন বেলুটি, আটকুলা, ঝিলু, গঙ্গারামপুর। অনেক গ্রামে মন্দির মসজিদ থেকে অনুমান করা যায় যে দুই সম্প্রদায়ের মধ্যে বেশ সৌহার্দ্য বজায় আছে।

বাঁধের দুধারে (যেমন শান্তিনগর কলোনী) বা পায়ে-চলা পথের দুধারে (যেমন রামকৃষ্ণপুর) লাইনবন্টন রৈখিক বসতি বসতি দেখা যায়।



চিত্র ৭.১১ : লাইনবন্দী বা রৈখিক বসতি

যোগাযোগ ব্যবস্থা : এখানে দুই ধরনের যোগাযোগ ব্যবস্থা চালু রয়েছে। সড়ক ও রেলপথ। তবে বহুসংখ্যক পাকা সড়কপথ থেকে অনুমান করা যায় যে এখানে সড়কপথের প্রাধান্যই বেশী। কয়েকটি উল্লেখযোগ্য পাকা সড়কপথ হল :



চিত্র ৭.১২ : সংঘবদ্ধ বসতি (নানুর)

(ক) পশ্চিম থেকে পূর্বে বিস্তৃত সিয়ান-কীর্ণাহার সড়কপথ।

(খ) উত্তর-পূর্ব (কাটোয়া) থেকে উত্তর-পশ্চিম লাভপুর পর্যন্ত বিস্তৃত সড়ক-পথ।

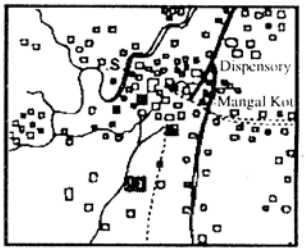
(গ) বোলপুর থেকে বাহিরি, নূতনহাট, পাদমপুর, বড়বাজার হয়ে বর্ধমান পর্যন্ত বিস্তৃত সড়কপথ।

(ঘ) বর্ধমান-কাটোয়া সড়কপথ (নিগান চটি ও সিমুলিয়া চটি হয়ে)। এখানকাব দুটি উল্লেখযোগ্য কাঁচা সড়কপথ হল :

(১) কোপাই সাউথ মেন খাল উত্তর পাড় বরাবর কাঁচা রাস্তা।

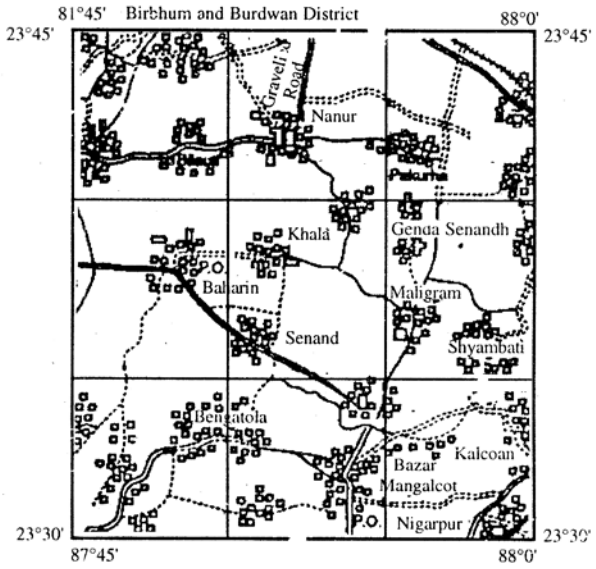
(২) কান্দি-রতনপুর কাঁচা সড়কপথ (কুর্ম-ভাঙা রেল স্টেশন, রায়খা রতনপুর হয়ে)।

এই অঞ্চলে রেলপথের প্রভাব কম, কারণ এখানে রেলপথের মোট দৈর্ঘ্য প্রায় ৯ কিমি. এবং অঞ্চলটির উত্তর-পূর্বাংশ (৭.৬ কিমি) ও দক্ষিণ-পূর্বাংশ (প্রায় ১.৫ কিমি) দিয়ে রেলপথ (দুইটি ন্যারো গেজ) গেছে। প্রথমটিতে (আমোদপুর-কাটোয়া সেকশান) জ্ঞানদাস কান্ডরা, কুমভাঙা ও দাশকলগ্রাম নামে তিনটি ও দ্বিতীয়টিতে (বর্ধমান-কাটোয়া সেকশান) নিগান নামে একটি রেল স্টেশন আছে।



চিত্র ৭.১৩ : সংঘবদ্ধ বসতি (মঙ্গলকোট)

বর্ষার জলে পুষ্ট বলে অজয় নৌবহনযোগ্য নয়। নভেম্বর মাসে অজয়-নদের ওপর নূতনহাটে ফেরি সার্ভিস পরিষেবা রয়েছে।



INDEX :

Metalled Road :

Unmetalled Road :

Name of the Place : a

Post Office : P.O.

Foot path :

চিত্র ৭.১৪ : যোগাযোগ ব্যবস্থা ও প্রধান প্রধান বসতি

উপসংহার : অঞ্চলটি কৃষিপ্রধান। তাই এখানকার কোনরকম উন্নতি ঘটাতে গেলে সর্বাগ্রে কৃষির উন্নতির দিকে লক্ষ্য রাখতে হবে। এ জন্য রাস্তাঘাটের উন্নতি ঘটাতে হবে। অবশ্য গত 40 বছরে (1930 থেকে 1970-71 সাল) এখানে রাস্তাঘাটের যথেষ্ট উন্নতি হয়েছে। তবে এখনও অনেক রাস্তাই কাঁচা, পায়ে-চলার পথ রয়ে গেছে যা এক গ্রাম থেকে অন্য গ্রামে যাতায়াত বা পণ্য পরিবহনের পক্ষে অন্তরায়স্বরূপ।

7.9 মালভূমি অঞ্চল

ভূমিকা :

টোপো গ্রাফিকল মানচিত্র নং—$65\frac{C}{13}$

রাজ্য—অন্ধ্রপ্রদেশ ও মধ্যপ্রদেশ

জেলা—খাম্মাম (অন্ধ্রপ্রদেশ) ও বাস্তার (মধ্য প্রদেশ অধুনা ছত্রিশগড়)

অক্ষাংশের বিস্তার—17°45′ উঃ অঃ থেকে 18.0′ উঃ অঃ

দ্রাঘিমাংশের বিস্তার—80.45′ পূঃ দ্রাঃ থেকে 81.0′ পূঃ দ্রাঃ

আয়তন—726.1 বর্গ কি.মি.

মানচিত্রের স্কেল—2 সে.মি. ≡ ১ কি.মি.

সমোন্নতির রেখার ব্যবধান—২০ মিটার

জরীপের সাল—1972-73

প্রকাশক—সার্ভেয়ার জেনারেল অফ্ ইন্ডিয়া

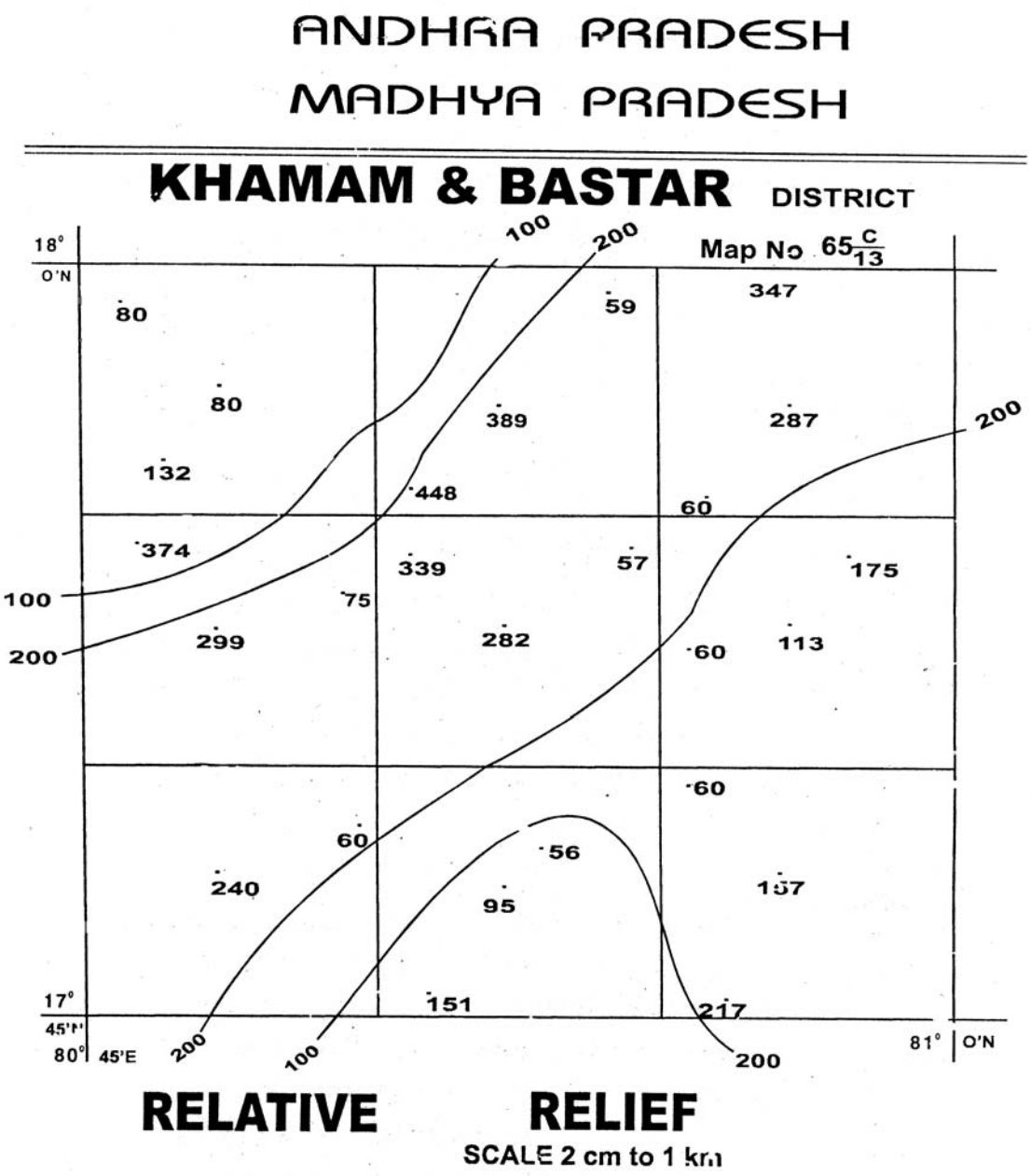
প্রকাশনার সাল—1974

প্রস্তাবনা : যে কোন অঞ্চলের সাংস্কৃতিক ভূ-দৃশ্য (Cultural Landscape) সেখানকার প্রাকৃতিক ভূ-দৃশ্য দিয়ে গভীরভাবে প্রভাবিত হয়। প্রাকৃতিক ভূ-দৃশ্যের মধ্যে আছে ভূ-প্রকৃতি, নদনদী, স্বাভাবিক উদ্ভিদ, আর সাংস্কৃতিক ভূ-দৃশ্যের মধ্যে আছে ঘরবাড়ি, বিভিন্ন প্রকার যোগাযোগ ব্যবস্থা, টেলিগ্রাফ ও টেলিফোন লাইন, হসপিটাল, বাজার, হাট ইত্যাদি। এখন দেখা যাক্, প্রাকৃতিক ভূ-দৃশ্য কিভাবে সাংস্কৃতিক ভূ-দৃশ্যকে প্রভাবিত করে। প্রথমে আসা যাক ভূ-প্রকৃতির কথায়।

7.10 ভূ-প্রকৃতি (Relief)

অঞ্চলটি একটি মালভূমি, কারণ এখানে প্রচুর সমোন্নতি রেখা হয়েছে। তবে মালভূমির একটি প্রধান বৈশিষ্ট্য হল ইহার টেবিলাকৃতি ভূমিভাগ। অর্থাৎ ইহার মধ্যভাগ প্রায় সমতল কিন্তু দুই পাশ খাড়াভাবে উপরদিকে উঠে গেছে। আমাদের আলোচ্য মানচিত্রে ও এর ব্যতিক্রম দেখা যায় না (এজন্য একে মালভূমি বলা হচ্ছে)। মালভূমির বৈশিষ্ট্য ফুটিয়ে তুলতে আমরা উত্তর পূর্বের Ratham Gutta* থেকে উত্তর পশ্চিমে Mutyalamma Gutta পর্যন্ত একটি প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন করেছি (চিত্র 7.11)। এই প্রস্থচ্ছেদ থেকে দেখতে পাচ্ছি অঞ্চলটির মধ্যভাগ প্রায় সমতল, কিন্তু দু'দিক খাড়াভাবে উপর দিকে উঠে গেছে। প্রকৃতপক্ষে এটিই মালভূমিকে চিনে নিতে সাহায্য করে। প্রস্থচ্ছেদ থেকে দু'একটি কথা বলা যেতে পারে। যেমন একসময় গোটা অঞ্চলটি একই উচ্চতায় অবস্থিত ছিল, কিন্তু অসম ক্ষয়ের (Differential weathering) দরুণ নবম শিলায় গঠিত অঞ্চল বেশী ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে বর্তমান রূপ পেয়েছে। আর শক্ত শিলায় গঠিত অঞ্চল উঁচু স্থান ও চূড়া হিসেবে অবস্থান করছে।

* Gutta মানে পাহাড়

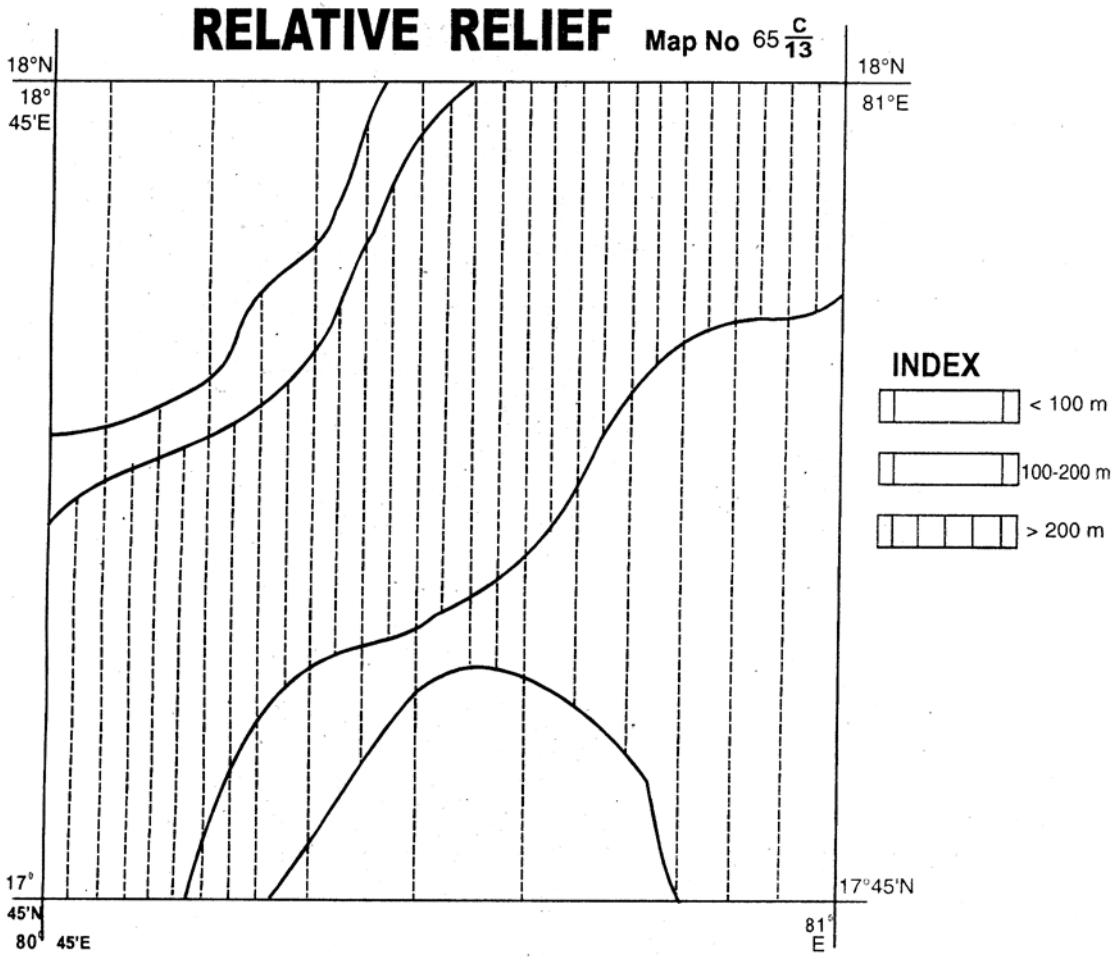


চিত্র ৭.১ : আপেক্ষিক বন্ধুরতা (স্পট হাইট পরিসংখ্যান)

7.11 ঢাল

অঞ্চলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা হল 448 মিটার। ইহা উত্তর-পশ্চিমে অবস্থিত। আবার সর্বনিম্ন উচ্চতা হল 52 মিটার। এটিও উত্তর-পশ্চিমে অবস্থিত। আবার সর্বনিম্ন উচেতা হল 52 মিটার। এটিও উত্তর-পশ্চিমে রয়েছে। তবে

চারদিকের ঢাল ও যথেষ্ট। কারণ চারদিকেই 56 থেকে 60 মিটার উচ্চতার অনেকগুলো স্পট্ হাইট রয়েছে। এদিকে ঢালকে যথাযথ ব্যাখ্যা করা যায় না। তাই আমরা অঞ্চলটিকে একটি আপেক্ষিক বন্ধুরতা (Relative Relief) মানচিত্র প্রস্তুত করেছি। এতে প্রতি পাঁচ 5′ মিনিট × 5′ মিনিট অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ যুক্ত এলাকার সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন উচ্চতা নিয়েছি (চিত্র ৭.২)। যেমন উত্তর-পশ্চিম কোণের সর্বোচ্চ উচ্চতা হল 132 মিটার এবং সর্বনিম্ন



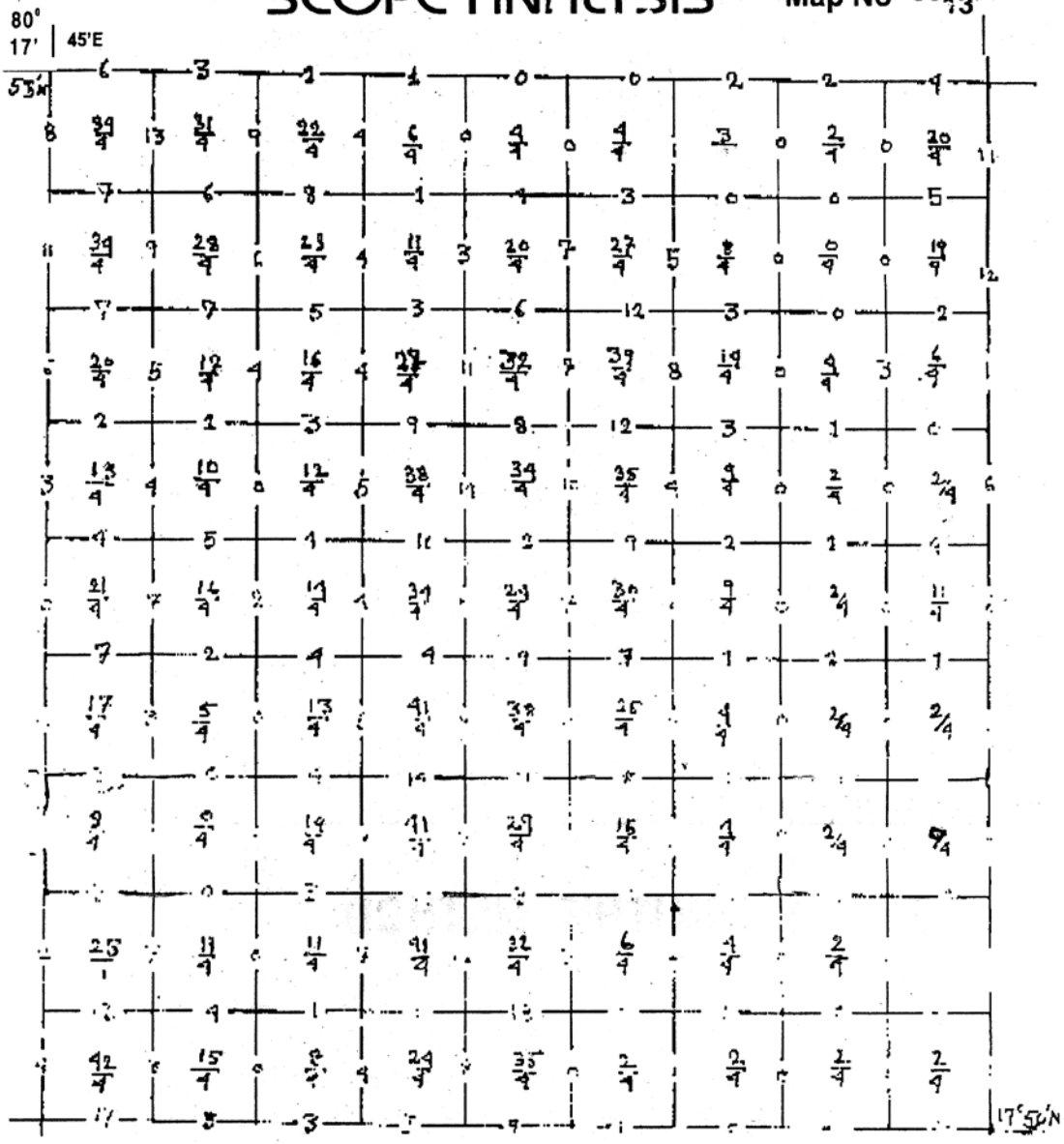
চিত্র ৭.২ : আপেক্ষিক বন্ধুরতা

উচ্চতা হল 80 মিটার। অতএব উচ্চতার ব্যবধান হল 52 মিটার (যা আমরা প্রতিটি 5′ × 5′ খোপের মাঝখানে লিখেছি। এইভাবে গোটা মানচিত্রের তুলনামূলক বন্ধুরতা বার করেছি। ও তার ভিত্তিতে 100 মিটার অন্তর আপেক্ষিক বন্ধুরতা মানচিত্র এঁকেছি। এই মানচিত্র (চিত্র ২.২.১) থেকে দেখা যাচ্ছে যে অঞ্চলটির মাঝখানের অংশে (যা উত্তর-পূর্ব থেকে দক্ষিণ-পশ্চিমে প্রসারিত) বন্ধুরতা বেশী। আর এখান থেকে দুপাশে প্রচুর বন্ধুরতা

ANDHRA PRADESH
MADHYA PRADESH

SCOPE ANALYSIS

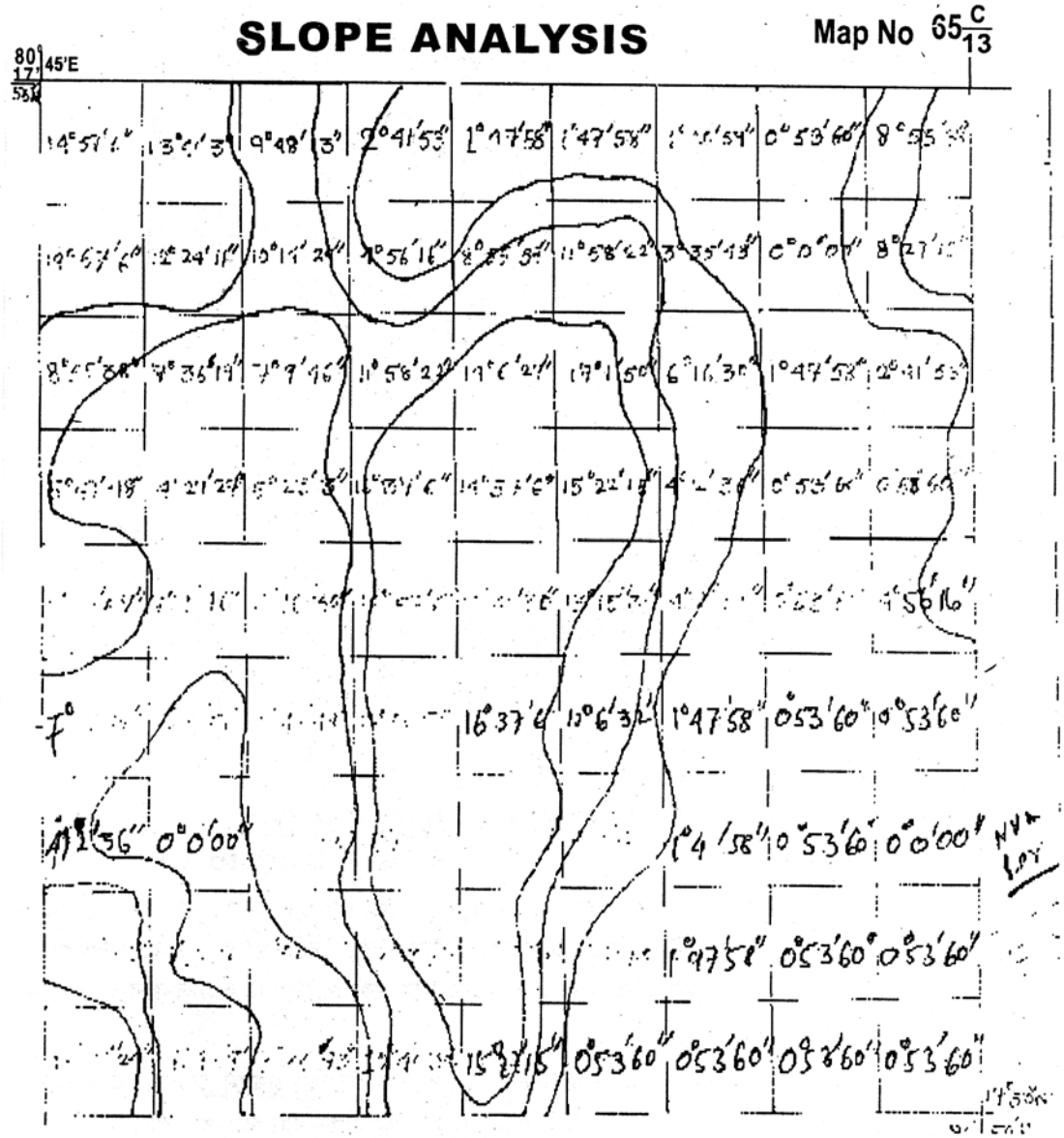
Map No $65\frac{C}{13}$



BASE MRP SHOWING RAW DATA

SCALE 2 cm to 1 km

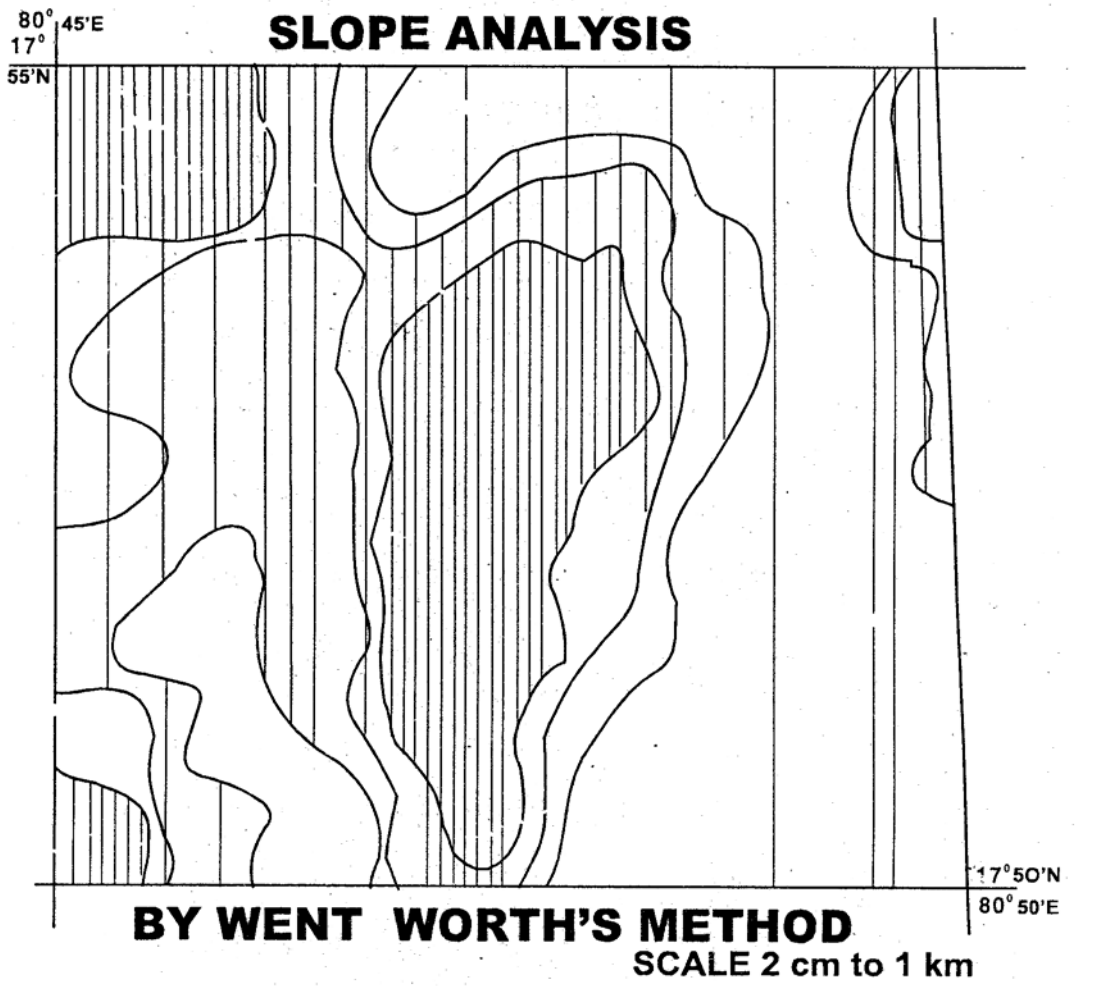
ANDHRA PRADESH
&
MADHYA PRADESH



BASE MAP SHOWING SLOPE IN DEGREE

SCALE 2 cm to 1 km

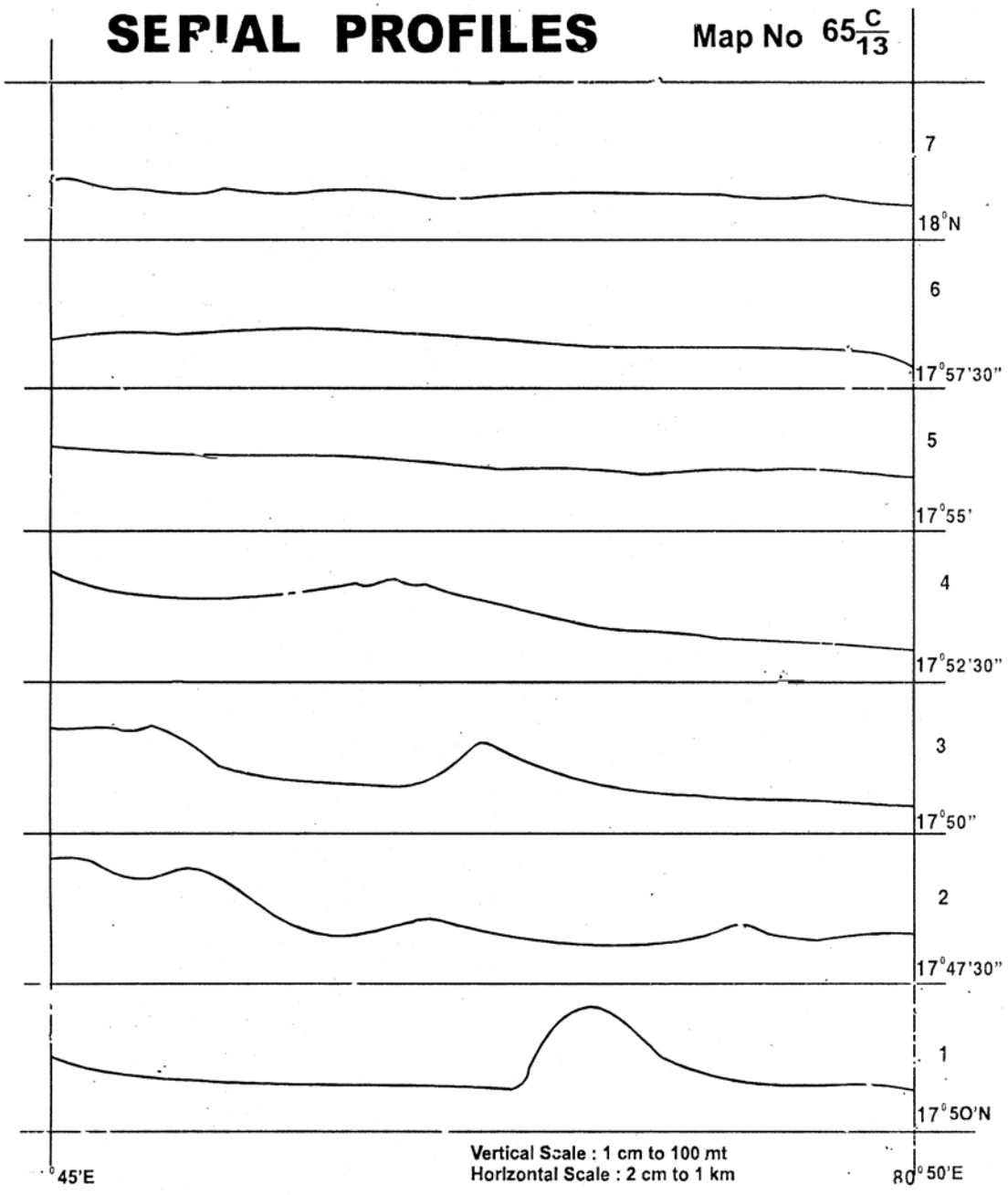
ANDHRA PRADESH & MADHYA PRADESH



ক্রমশঃ কমে গেছে। মানচিত্রটি ভালোভাবে লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এখানকার মধ্যভাগে একটা খাড়া ভৃগু উত্তর-পশ্চিম থেকে দক্ষিণ-পূর্বে কিছুদূর পর্যন্ত বিস্তৃত রয়েছে। প্রসঙ্গত উল্লেখ করা যেতে পারে যে আপেক্ষিক বন্ধুরতা কোন একটি স্থানের উঁচু ও নীচু স্থানের মধ্যে পার্থক্যকে তুলে ধরে এবং পরোক্ষভাবে ঢাল সম্বন্ধে ও কিছুটা ধারণা দেয়।

প্রত্যক্ষভাবে ঢাল নির্ণয় করতে আমরা Wentworth-এর সূত্র প্রয়োগ করেছি। এখানে আমরা একটি স্থানকে বেছে নিয়েছি যা 17°50′ উঃ অঃ—17°55′ উঃ অঃ এবং 80.45′ পূঃ দ্রাঃ—80.50′ পূঃ দ্রাঃ দ্বারা সীমাবদ্ধ মানচিত্র থেকে আমরা দেখতে পাচ্ছি যে অঞ্চলটির মাঝ বরাবর ঢাল তীব্র (12° র বেশী), দু'পাশে ঢাল কমে গেছে। আবার উঃ পূঃ ও উঃ পঃ কোণে এবং দঃ পঃ কোণে ঢাল বেশী (7°–12°) (চিত্র ২.৩.১, ২.৩.২, ২.৩.৩)।

ধারাবাহিক প্রস্থচ্ছেদ (Serial Profiles) : অঞ্চলটির দক্ষিণ থেকে উত্তর বরাবর ভূমিরূপ কিরূপ, তা বোঝাতে প্রতি 2°30′ মিনিট অন্তর সাতটি (7) প্রস্থচ্ছেদ এঁকেছি (চিত্র ৭.৪.১) (17°45′ উঃ অঃ – 18.0′ উঃ অঃ এবং 80.45′ পূঃ দ্রাঃ – 80.50 পূঃ দ্রাঃ রেখাদ্বারা বেষ্টিত অঞ্চলের)। এই প্রস্থচ্ছেদগুলো থেকে ও অঞ্চলটির মালভূমির বৈশিষ্ট্য ফুটে উঠেছে। অঞ্চলটির দক্ষিণভাগে দাঁড়িয়ে উত্তরভাগের ভূমিভাগকে কেমন দেখা যায়, তা



বোঝানোর জন্য উপরোক্ত সাতটি প্রস্থচ্ছেদকে একটার ওপরে একটাকে চাপানো হবে এবং সবশেষে একটি যৌগিক প্রস্থচ্ছেদ (Composite Profile) আঁকতে হবে। প্রস্থচ্ছেদ থেকে আমরা দু'টো জিনিস পাচ্ছি। (১) গোটা অঞ্চলটি একসময় যথেষ্ট উচ্চ ছিল, কিন্তু অসম'ন ক্ষয়ের ফলে শক্ত শিলায় গঠিত অঞ্চল পাহাড়ের চুড়োর মত দাঁড়িয়ে আছে। (২) আর এটি একটি ব্যবচ্ছিন্ন মালভূমির অন্তর্গত।

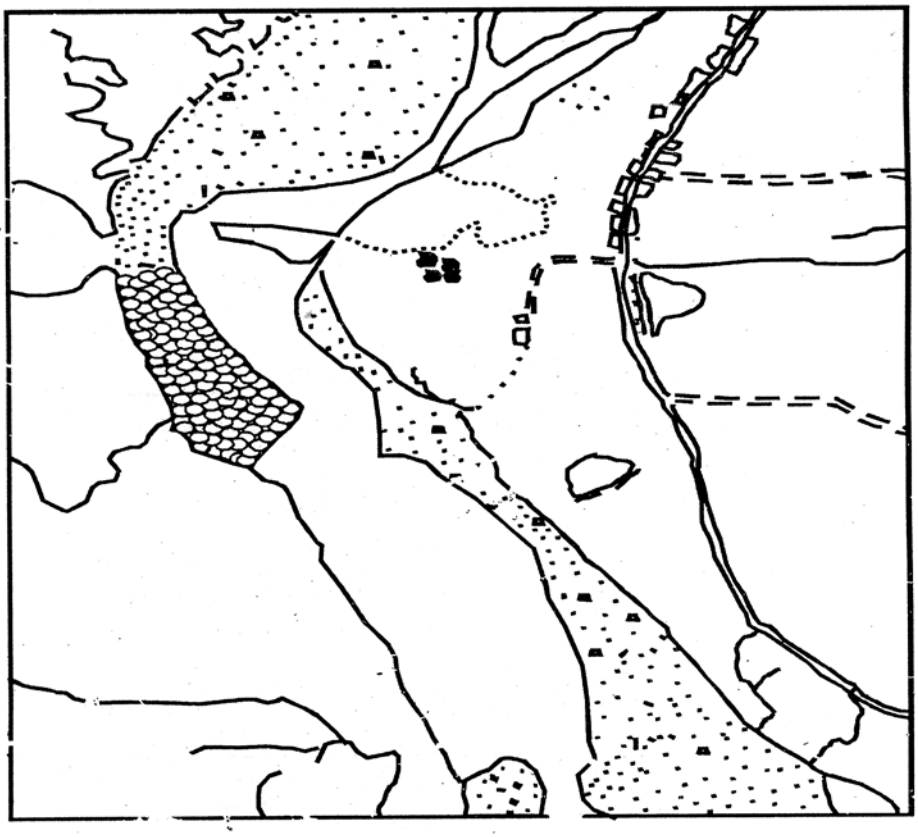
ভূ-প্রাকৃতিক বিভাগ : ভূ-প্রাকৃতিক দিক দিয়ে অঞ্চলটিকে তিনভাগে ভাগ করা যায়। (১) পশ্চিমের মালভূমি অঞ্চল, (২) মধ্যভাগের নদীগঠিত সমভূমি অঞ্চল ও (৩) পূর্বের ক্ষয়জাত অবশিষ্ট পাহাড়ী অঞ্চল।

(১) **পশ্চিমের মালভূমি অঞ্চল :** এখানে লম্বালম্বিভাবে (উত্তর-দক্ষিণে) বিস্তৃত কয়েকটি শৈলশিরা রয়েছে। এই মালভূমি অঞ্চলটি ব্যবচ্ছিন্ন। এখানকার সর্বোচ্চ শৃঙ্গের নাম Ratham Gattu (448 মিটার)।

(২) **মধ্যভাগের সংকীর্ণ নদী উপত্যকা :** গোদাবরী নদী দু'পাশ বরাবর ভূমিভাগ সমতল। এখানকার উচ্চতা ৮০ মিটারের মতন। উত্তর অপেক্ষা দক্ষিণভাগ বেশী চওড়া। এখানেই সবচেয়ে বেশী জনসমাবেশ ও যোগাযোগ ব্যবস্থা গড়ে উঠেছে কয়েকটা পুষ্করিণী ও চোখে পড়ে।

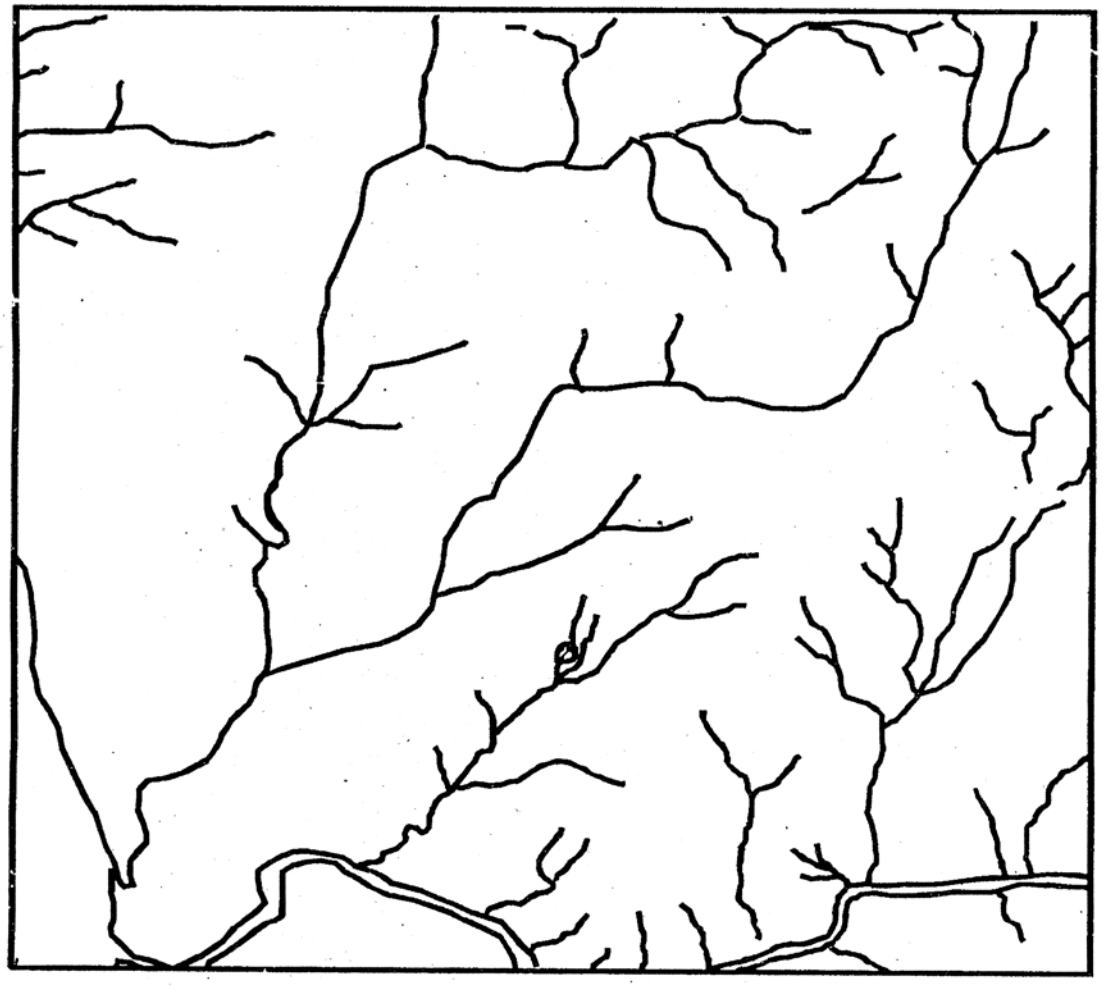
(৩) এখানে কয়েকটি অবশিষ্ট পাহাড় চোখে পড়ে। যেমন Bodahal Gutta (347 মিটার), Lakshman Gutta (323 মিটার) ইত্যাদি। মধ্যভাগে কয়েকটি Rocky Knol ও চোখে পড়ে।

নদনদী : (Drainage) অঞ্চলটির প্রধান নদী হল গোদাবরী। নিত্যপ্রবাহিনী এই নদীটি অঞ্চলটিকে দু'ভাগে ভাগ করে দিয়েছে। নদীটি অঞ্চলটির উত্তর-পশ্চিমে প্রথমে প্রবেশ করেছে, তারপর কিছুটা বাঁক নিয়ে দক্ষিণে চলতে



শুরু করেছে। এবং এই গতিপথটি মোটামুটিভাবে সোজা। নদীটি স্থানে স্থানে প্রায় এক কি.মি. চওড়া আবার স্থানে স্থানে প্রায় ২ কি.মি. চওড়া। এই চওড়া অংশে অনেকটাই পলি দিয়ে ঢাকা। নদীটির মাঝে মাঝে বেশ চওড়া দ্বীপ রয়েছে। কোন কোন দ্বীপে আবার পাথর সঞ্চিত হয়েছে। কোন কোন দ্বীপের ওপর আবার ঘাস, গাছপালা গজিয়ে দ্বীপটিকে স্থায়িত্ব দিয়েছে। অনেক দ্বীপের ওপর পাথর সঞ্চিত হওয়া থেকে বোঝা যায় যে নদীটি নিকটস্থ কোন ভূমিভাগ ক্ষয় করছে ও তা নদীবক্ষে সঞ্চয় করেছে। নদীটি এই অঞ্চলের ওপর দিয়ে গভীর খাদ খনন করে বয়ে চলেছে (চিত্র ৭.৫)। কারণ উত্তল পাড়ের (Ccncave bank) উচ্চতা স্থানে স্থানে 17r (অর্থাৎ r আপেক্ষিক বন্ধুরতা 17 মিটার) বা 50 ফিট (প্রায়) পর্যন্ত। পক্ষান্তরে, অবতল পাড় ও বেশ চওড়া, স্থানে স্থানে প্রায় এবং কিলোমিটারের বেশী চওড়া। নদীটির উভয় পাড়ে কয়েকটী ছোট ছোট নদী এসে মিলেছে। সব কটি নদী-ই অনিত্যবাহী।

গোদাবরী উপনদীর মধ্যে Gubbatamangi vagu (Vagu মানে ছোট নদী) উল্লেখযোগ্য। এই নদীটির নীচের অংশ চওড়া এবং গোদাবরী নদীর সঙ্গমস্থানের নিকট এটি নিত্যবাহী। এই নদীটির গোটা পথেই বালুকা



চিত্র ৭.৬ : বৃক্ষরূপী জলনির্গম প্রণালী

সঞ্চিত হয়েছে। নীচের অংশে আবার ছোট ছোট নুড়ি ও সঞ্চিত হতে দেখা যায়। নদীটির আবার দুটি উপনদী আছে। এদের মধ্যে বাঁদিকের উপনদীটির উপর বাঁধ দিয়ে এক বিরাটাকার জলাধার (Chinna Gubbalamangi) তৈরী করা হয়েছে, যাতে সারা বছর জল থাকে। সম্ভবত কৃষিকাজে এই জল ব্যবহার করা হয়। প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য যে ছোট ছোট নদীতে বাঁধ দিয়ে জলাধার নির্মাণ এই অঞ্চলের অন্যতম বৈশিষ্ট্য।

জলনির্গম প্রণালী (Drainage Pattern) : অঞ্চলটিতে প্রধানত তিন ধরণের জলনির্গম প্রণালী গড়ে উঠেছে। বৃক্ষরূপী, কেন্দ্রবিমুখ ও সমান্তরাল।

প্রধানত একই প্রকার শিলায় গঠিত অঞ্চলে বৃক্ষরূপী প্রণালী গড়ে ওঠে। অঞ্চলটির উত্তর-পূর্ব অংশে এই ধরণের প্রণালী দেখা যায় (চিত্র ৭.৬)।

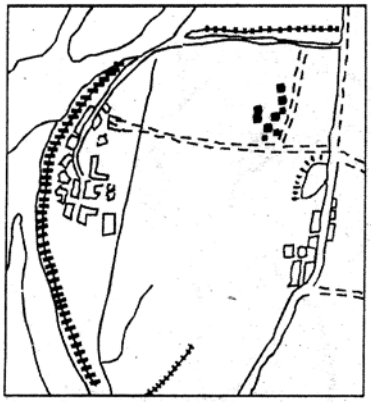
প্রধানত পাহাড়ের চূড়া থেকে ছোট ছোট অজস্র স্রোতাস্বিনী চারদিকে প্রবাহিত হয়ে কেন্দ্রবিমুখ জলপ্রণালী সৃষ্টি করে। এই রকম কয়েকটি পাহাড় হল Ratham Gutta, Mutyalamma Gutta ইত্যাদি (চিত্র ৭.৭)।

চিত্র ৭.৭ : কেন্দ্রবিমুখ জলনির্গম প্রণালী

খাড়া পাহাড়ের ঢাল বেয়ে স্রোতাস্রিনীগুলো পরস্পরের সঙ্গে সমান্তরাল বয়ে নীচে নেমে এসেছে। এগুলো সমান্তরাল জলনির্গম প্রণালী।

জনবসতি (Settlement) : প্রধানত মালভূমি অঞ্চল, অনুন্নত অর্থনৈতিক অবস্থা ও যোগাযোগের বিকাশের দরুণ এখানে বসতির বিকাশ খুব একটা লক্ষ্য করা যায় না। এখানকার প্রধান প্রধান বসতি সমতল এলাকায় রাস্তার ধারে গড়ে উঠেছে। এখানে চার ধরণের বসতি লক্ষ্য করা যায়। (১) **লাইনবন্দী বা রৈখিক**, (২) **সংঘবদ্ধ**, (৩) **বিক্ষিপ্ত** ও (৪) **বন বসতি**।

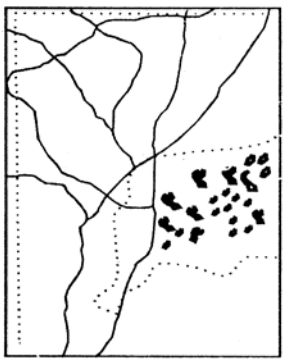
সংঘবদ্ধ বসতি : এখানকার উল্লেখযোগ্য বসতিটি হল Dummagudem। গোদাবরী নদীর তীরে এই বসতিটি গড়ে উঠেছে। নদীর (যাতে সারা বছর সীমার চলে) সুবিধে ছাড়া ও পাকা রাস্তার সুবিধে এখানে আছে। এখানে পোষ্ট ও টেলিগ্রাফ অফিস, নদী উত্তোলন পাম্প জলসেচ (RLI), হসপিটাল, ইনস্পেকশান বাংলা (PWD) রয়েছে। আর একটি উল্লেখযোগ্য সংঘবদ্ধ বসতি হল **Aswapuram** (দঃ পঃ)। দু'টি প্রধান রাস্তার সংযোগস্থল ছাড়াও এখানে ডিসপেনসারী, ডাক বাংলো (PWD), পোস্টাফিস, থানা ইত্যাদি রয়েছে। অপর একটি সংঘবদ্ধ বসতি হল rangur (উঃ পঃ)। এটি ও দুটি রাস্তার সংযোগস্থলে গড়ে উঠেছে। এখানে ও পোস্ট অফিস, পুষ্করিণী (বর্ষা ঋতুতে শুধু জল থাকে), মন্দির, মসজিদ ছাড়া ও পশু চিকিৎসালয় আছে।



চিত্র ৭.৮ : প্রধান সংঘবদ্ধ বসতি

লাইনবন্দী রৈখিক বসতি : প্রধান পাকা সড়কের ধারে কয়েকটি উল্লেখযোগ্য এই ধরণের বসতি রয়েছে। যেমন Narsapuram, Turubaka, Regubatti, Kudumuru ইত্যাদি।

বনবসতি : পূর্ব ও পশ্চিমদিকের বনভূমি পরিষ্কার করে এই ধরণের বসতি গড়ে উঠেছে। চারদিকে বনে ঘেরা এই বসতিগুলো স্বভাবতই বিচ্ছিন্ন প্রকৃতির। এইরকম কয়েকটী বসতি Puligundala (পূর্ব), Kondapuram (উঃ পূঃ), Venkatavaram (দঃ পূঃ) ইত্যাদি (চিত্র ৭.৯)।


চিত্র ৭.৯ : একটি বনবসতি

যোগাযোগ ব্যবস্থা (Communication) : প্রধানত বনে ঢাকা মালভূমি অঞ্চল বলে এখানে যোগাযোগ ব্যবস্থা খুব একটা গড়ে ওঠে নি। এখানে তিন ধরণের যোগাযোগ ব্যবস্থা লক্ষ্য করা যায়। (১) সড়কপথ, (২) স্টীমার সার্ভিস, (৩) টেলিগ্রাফ লাইন।

সড়কপথ : এখানকার প্রধান সড়কপথটি (পাকা) উত্তর থেকে দক্ষিণে গোদাবরী নদীর বাঁ-তীর বরাবর চলে গেছে। পথের ধারে কয়েকটি বসতি গড়ে উঠেছে। উল্লেখযোগ্য বসতি হল Dummagudem। পূর্বে কেবলমাত্র একটি কাঁচা সড়কপথ বনভূমির মধ্যে দিয়ে প্রধান সড়কটির সাথে Dummagudam-র কাছে এসে মিশেছে। অন্য সড়কপথ (কাঁচা) বনভূমির প্রান্তভাগ থেকে আরম্ভ হয়ে প্রধান সড়কপথের সাথে মিলেছে।

অঞ্চলটির পশ্চিমভাগ দিয়ে আর একটি উল্লেখযোগ্য কাঁচা সড়কপথ উত্তর-পশ্চিম থেকে দক্ষিণ-পূর্ব দিকে চলে গেছে। প্রধানত বনভূমির প্রান্তভাগের বসতিকে পরিষেবার জন্য এই সড়কপথটি তৈরী হয়েছে। তিনটি ছোট কাঁচা সড়কপথ এই উল্লেখযোগ্য কাঁচা সড়কপথের সাথে এসে মিলেছে। কয়েকটি হাতে গোনা গরুর গাড়ীর চলার রাস্তাও ওই কাঁচা সড়কপথের সাথে মিলেছে।

পূর্ব ও পশ্চিমের দু'টি প্রধান সড়কপথের সমান্তরাল টেবিলে লাইন বসানো হয়েছে।

স্বাভাবিক উদ্ভিদ (Natural vegetation) : গোদাবরী নদীর উভয় তীরেই বনভূমি রয়েছে। তবে পূর্বের তুলনায় পশ্চিমের বনভূমি বেশী ঘন। পশ্চিমের সবটাই Dense mixed jungle। পূর্বদিকে কিছু Open mixed jungel আছে আগেই উল্লেখ করেছি যে মাঝে মাঝে বনভূমি পরিস্কার করে বসতি গড়ে উঠেছে। এখানকার বনভূমি সমূহের নাম হল (পশ্চিমে) Borgampad Reserved Forest, Paloncha Reserved Forest (পূর্বে) Peddami disileru reserved Forest, Dummagudem Reserved Forest, Mulakanapalle Reserved Forest, Anlagudem Reserved Forest, Bhadrachalam Reserved Forest ইত্যাদি। পূর্বদিকে কয়েকটি জায়গায় সেগুন গাছ লাগান হয়েছে (Plantation)।

এছাড়া বসতির আশেপাশে তালগাছের প্রাধান্য দেখা যায়।

উপসংহার : সব দিক দিয়ে বিচার করলে দেখা যায় যে এই অঞ্চলটি অনুন্নত। এখানে বড় শহর বা গ্রাম নেই। রেলপথ নেই। রাস্তারও অভাব রয়েছে বসতি ও কম। এ সবই অঞ্চলটির অনগ্রসতার কথা তুলে ধরে। বনভূমির আশে-পাশেও বনভূমির মধ্যভাগে বসতির অবস্থান থেকে মনে হয় এখানকার অধিবাসীদের জীবিকা কাষ্ঠ সংগ্রহ। উপত্যকা অঞ্চলে কৃষিকাজ হয়, ছোট ছোট নদীতে বাঁধ দিয়ে জল ধরে রাখার ব্যবস্থা আছে।

সবশেষে অঞ্চলটির প্রাকৃতিক ও সাংস্কৃতিক ভূ-দৃশ্যের সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে হবে।

একক 8 □ ভারতীয় দৈনিক আবহাওয়া মানচিত্র পাঠ (Interpretation of Indian Daily Weather Map)

গঠন

8.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

8.2 আবহাওয়া মানচিত্র এবং তার প্রকারভেদ

8.2.1 আবহাওয়া মানচিত্র ব্যাখ্যায় আলোচিত বিষয়সমূহ

8.3 বিভিন্ন ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্র

8.3.1 গ্রীষ্মকালীন মৌসুমী বায়ুর ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্র পাঠ

8.3.2 শীত ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্র পাঠ

8.4 সারাংশ

8.5 প্রশ্নাবলী

8.6 উত্তর সঙ্কেত

8.1 প্রস্তাবনা

সাধারণভাবে আবহাওয়া বলতে কোন স্থান বা অঞ্চলের নির্দিষ্ট কোন সময়ের বায়ুমণ্ডলের অবস্থাকে বোঝায়। বড় কোন দেশ বা অঞ্চলের বিভিন্ন অংশে একই সময়ে ভিন্ন ভিন্ন প্রকৃতির আবহাওয়া পরিলক্ষিত হয়। আবার কোন একটি স্থানের ক্ষেত্রে বিভিন্ন উদ্ভূত আবহাওয়ার অবস্থার মধ্যেও অধিকাংশ সময় সাদৃশ্য থাকে না। আবহাওয়ার উদ্ভব ও পরিবর্তনের মূলে রয়েছে কতকগুলো বায়বীয় উপাদানের (যথা—বায়ুর তাপ, চাপ, প্রবাহ, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, অধঃক্ষেপন ইত্যাদির) পারস্পরিক বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়ার ধরণ দ্রুত পরিবর্তনশীল হওয়ায় আবহাওয়ার প্রকৃতি বেশী সময় ধরে একরকমে থাকে না। এই কারণে কোন স্থানের বায়ুমণ্ডলের স্বল্পকালীন অবস্থাকে নির্দেশ করতে 'আবহাওয়া' শব্দটি ব্যবহার করা হয়।

মানুষের দৈনন্দিন জীবনে আবহাওয়ার প্রকৃতি ও রূপান্তর যথেষ্ট প্রভাব বিস্তার করে বলে বহুকাল ধরেই বিভিন্ন দেশে আবহাওয়ার গতি-প্রকৃতি সম্পর্কীত আবহবিদ্যার চর্চা হয়ে আসছে। বর্তমানে আধুনিক বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির সাহায্য নিয়ে উন্নততর উপায়ে মানুষ আবহাওয়া সম্পর্কে তার জ্ঞান বৃদ্ধি করে চলেছে। ভারতবর্ষের ক্ষেত্রে উনবিংশ শতাব্দীর মধ্যভাগ থেকে আধুনিক আবহাওয়া বিদ্যার চর্চা শুরু হয়। ১৮৬৪ সালে সরকারী পর্যায়ে প্রথম আবহাওয়া মানচিত্র প্রস্তুত ও পাঠের চলন হয়। ঐ সময়ে আবহ দপ্তরের প্রধান কেন্দ্র ছিল সিমলা। পরবর্তীকালে বিশ্বযুদ্ধের পর ঐ দপ্তর পুনায় স্থানান্তরিত হয়। বর্তমানে আবহাওয়া সম্বন্ধীয় যাবতীয় তথ্য সংগ্রহের জন্য দেশের মূল ভূ-খণ্ডে এবং দ্বীপসমূহে শতাধিক ক্ষুদ্র-বৃহৎ আবহাওয়া কেন্দ্র গড়ে উঠেছে।

ভারতে (বড় থেকে ছোট) পাঁচ ধরণের আবহাওয়া কেন্দ্রের অবস্থান লক্ষ্য করা যায়। এর মধ্যে প্রথম তিন ধরণের কেন্দ্রগুলিতে শিক্ষণপ্রাপ্ত আবহাওয়াবিদ এবং উন্নতমানের যন্ত্রাদির সাহায্যে আবহাওয়ার অবস্থা পর্যবেক্ষণ ও সঙ্কেতবন্ধ করার সুযোগ রয়েছে। বাকী দু-ধরণের কেন্দ্রগুলি অপেক্ষাকৃত ছোট। সেখান থেকে শুধুমাত্র বায়ুর তাপ, চাপ ও বৃষ্টিপাত সম্বন্ধে তথ্য সংগ্রহ করে প্রধান কেন্দ্রে পাঠান হয়। প্রধান আঞ্চলিক কেন্দ্রগুলিতে এবং মূল কেন্দ্র পুনায় সমস্ত আবহাওয়া কেন্দ্র থেকে প্রেরিত তথ্যাদি ছাড়াও বিভিন্ন জাহাজ, বিমান ও উপগ্রহ থেকে প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে প্রত্যেক দিন সারা দেশের আবহাওয়া মানচিত্র প্রস্তুত করা হয়।

আবহাওয়া মানচিত্র (Weather Map) বলতে এক্ষেত্রে এমন এক মানচিত্রকে বোঝায় যা কোন দেশের কোন নির্দিষ্ট সময়ের বায়ুমণ্ডলের সামগ্রিক অবস্থাকে নির্দেশ করতে প্রস্তুত করা হয়। বহুবিধ সাঙ্কেতিক চিহ্নের সাহায্যে এই মানচিত্রে দেশের বিভিন্ন স্থানের বায়ুমণ্ডলের বৈচিত্র্যময় অবস্থাকে তুলে ধরা হয়। ভারতীয় আবহাওয়া বিজ্ঞান বিভাগ (Indian Meteorological Department) আমাদের দেশের দৈনন্দিন আবহাওয়ার গতি-প্রকৃতি বিশ্লেষণের প্রয়োজনে প্রত্যেক দিন সকাল সাড়ে আটটা ও বিকেল সাড়ে পাঁচটা এই দু'সময়ে দেশের বিভিন্ন স্থানে পর্যবেক্ষণ চালিয়ে আবহাওয়ার অবস্থাকে দু'টি আওহাওয়া মানচিত্রের মাধ্যমে প্রকাশ করে থাকে। ঐ মানচিত্রকে ইণ্ডিয়ান ডেইলি ওয়েদার রিপোর্ট (Indian Daily Weather Report) বলা হয়।

নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে প্রস্তুত এই ধরণের দৈনন্দিন আবহাওয়া মানচিত্র বিশ্লেষণের মাধ্যমে বিভিন্ন সময়ে দেশের বিভিন্ন অংশে উদ্ভুত আবহাওয়ার প্রকৃতি এবং সময়ের সাথে তার পরিবর্তনের কারণ সম্বন্ধে ক্রমশই সুস্পষ্ট ধারণা জন্মায়। এইরূপ ধারণা বা জ্ঞান ব্যতীত কোন স্থান বা অঞ্চলের আগামী এক-দু দিনের আবহাওয়ার পরিবর্তন সম্পর্কীত সঠিক পূর্বাভাষ দেওয়া সম্ভবপর নয়। এই কারণে আবহ বিজ্ঞানে আবহাওয়া মানচিত্র প্রস্তুত এবং তার যথাযথ পাঠ বা ব্যাখ্যা বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হিসাবে পরিগণিত হয়।

উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি—

- আবহাওয়া মানচিত্রের সংজ্ঞা নির্দেশ করতে পারবেন।
- আবহাওয়া মানচিত্র পাঠের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- আবহাওয়া মানচিত্রে কোন বায়বীয় উপাদানগুলির উল্লেখ প্রাধান্য পায় এবং কেন পায় বোঝাতে পারবেন।
- কিভাবে আবহাওয়া মানচিত্র পাঠ শুরু করতে হয় তার ধারণা দিতে পারবেন।
- সমচাপ রেখার বিন্যাস এবং বায়ুর চাপের তারতম্য কিভাবে কোন স্থানের আবহাওয়াকে প্রভাবিত করে তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- আবহাওয়া মানচিত্র পাঠের মাধ্যমে কিভাবে কোন স্থানের আবহাওয়া প্রকৃতি সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ করা যায় তা বুঝিয়ে দিতে পারবেন।

8.2 আবহাওয়া মানচিত্র এবং তার পকারভেদ

আবহাওয়ার গতি-প্রকৃতি বোঝার জন্য আবহবিদগণ বিভিন্ন ধরণের মানচিত্র প্রস্তুত করে থাকেন, যেমন—

(ক) স্টেশন মডেল ভিত্তিক আবহাওয়া মানচিত্র (Station Model based Weather Maps)।

(খ) স্টেশন মডেল ভিত্তিক নয় এমন আবহাওয়া মানচিত্র (Non-Station Model based Weather Maps)।

(গ) উর্ধ্বস্তরের বায়ুপ্রবাহের ধরণ নির্দেশক মানচিত্র (Upper-air Circulation Maps)।

(ঘ) উপগ্রহ প্রেরিত চিত্র ভিত্তিক আবহাওয়া মানচিত্র (Satellite photo based Weather Maps)।

প্রধান আবহকেন্দ্রগুলিতে শিক্ষণপ্রাপ্ত আবহবিদগণ বিভিন্ন ধরণের তথ্যের ভিত্তিতে সারাদিন ধরে বহুধরণের আবহাওয়া মানচিত্র প্রস্তুত করে থাকেন। অনেক সময় কমপিউটারের সাহায্য নেওয়া হয় যাতে আবহাওয়ার পূর্বাভাষ দেওয়ার কাজ সহজতর হয়।

এই এককের মাধ্যমে আপনারা যে আবহাওয়া মানচিত্র ব্যাখ্যা করতে সমর্থ হবেন তা দ্বিতীয় শ্রেণীভুক্ত স্টেশন 'মডেল ভিত্তিক নয় এমন আবহাওয়া মানচিত্র'। এই ধরণের আবহাওয়া মানচিত্র প্রস্তুতে সংক্ষেপে বায়ুর কতকগুলি উপাদানের অবস্থা, মোটের ওপর আবহাওয়ার অবস্থা এবং সমুদ্রের অবস্থা নির্দেশক কিছু সঙ্কেত চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। 'স্টেশন মডেল ভিত্তিক আবহাওয়া মানচিত্রের' তুলনায় এই মানচিত্র অপেক্ষাকৃত সরল। ভারতীয় দৈনিক আবহাওয়া মানচিত্র (Indian Daily Weather Report) এই শ্রেণীর অন্তর্গত হওয়ায় এই এককে বিভিন্ন ঋতুর বা সময়ের কয়েকটি আই.ডি.ডবলিউ.আর (IDWR) নিয়ে বিস্তৃতভাবে আলোচনা করা হয়েছে। এ ছাড়া এই এককের পরবর্তী অংশ 'স্টেশন মডেল প্রস্তুত ও ব্যাখ্যা' শীর্ষক পর্ব পাঠের মাধ্যমে আপনারা ভারতীয় দৈনিক আহহাওয়া মানচিত্রে ব্যবহৃত সমস্ত ধরণের সঙ্কেত চিহ্নের অর্থ ও ব্যবহার সম্বন্ধে বিশেষভাবে অবহিত হবেন। দৈনিক আবহাওয়া মানচিত্রের ওপরে তারিখ, বার এবং সময় নির্দেশ করা থাকে। ডানদিকের কোণে মানচিত্রে ব্যবহৃত সঙ্কেত চিহ্নসমূহ দেখান হয়। বিভিন্ন আবহাওয়া কেন্দ্রের অবস্থান বোঝাতে একেকটি ছোট বৃত্ত আঁকা থাকে এবং ঐ বৃত্তের মধ্যে মেঘের পরিমাণ দেখান হয়। বৃত্তের বাইরে চিহ্নের মাধ্যমে বায়ুর দিক ও গতি, অধঃক্ষেপণের পরিমাণ ইত্যাদি নির্দেশ করা হয়। বিভিন্ন স্থানে বায়ুর চাপের পরিমাণ বোঝাতে কতকগুলি সমচাপ রেখা অঙ্কিত থাকে। জলভাগের ওপর কিছু স্থানে (প্রয়োজন মত) সমুদ্রের অবস্থা নির্দেশক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়।

8.2.1 আবহাওয়া মানচিত্র ব্যাখ্যায় আলোচিত বিষয়সমূহ :

আবহাওয়া মানচিত্র ব্যাখ্যায় নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সাধারণত আলোচনা করা হয় :

১। বায়ুর চাপ

ক) উচ্চচাপের অবস্থান

খ) নিম্নচাপের অবস্থান

গ) সমচাপরেখা বিন্যাসের ধরণ

ঘ) বায়ুর চাপের ঢাল

২। **বায়ুপ্রবাহ**

ক) বায়ুপ্রবাহের দিক নির্দেশ

খ) বায়ুপ্রবাহের গতি নির্দেশ

৩। **আকাশের অবস্থা**

ক) মেঘের পরিমাণ

খ) অন্যান্য বায়বীয় ঘটনা

৪। **অধঃক্ষেপন**

ক) সাধারণ বণ্টন

খ) ভারী বণ্টনের বিশেষ স্থান

৫। **সাধারণ বা গড় অবস্থা থেকে বায়ুর তাপের পরিবর্তন**

৬। **সমুদ্রের অবস্থা**

৭। **আবহাওয়ার পূর্বাভাস**

উপরোক্ত বিষয়গুলি বা আবহাওয়ার অবস্থা জ্ঞাপক দিক্‌গুলি সব মানচিত্রে কখনই একইরকম সুস্পষ্টরূপে লক্ষ্য করা যায় না। বর্ষা ঋতুর কোন দিনের আবহাওয়া মানচিত্রে বিভিন্ন স্থানে মেঘাচ্ছন্নতা ও অধঃক্ষেপণ যতটা ব্যাপকভাবে দেখা যেতে পারে তা শীতকালের কোন নির্দিষ্ট দিকের মানচিত্রে দেখা যায় না। অর্থাৎ বিভিন্ন সময়ের মানচিত্রে বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য পরিলক্ষিত হয়।

8.3 বিভিন্ন ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্র

ভৌগোলিক অবস্থানের দিক থেকে ভারতবর্ষ মূলতঃ ক্রান্তীয় অক্ষাংশে অবস্থিত হওয়ায় এবং গ্রীষ্ম ও শীতে এই দেশের ওপর দিয়ে দুই বিপরীতমুখী মৌসুমী (ঋতুগত) বায়ু প্রবাহিত হওয়ার কারণে ভারতের জলবায়ুকে ক্রান্তীয় মৌসুমী প্রকৃতির (Tropical Monsoon Type) জলবায়ু হিসাবে চিহ্নিত করা হয়। এই পর্বে গ্রীষ্ম ও শীত এই দুই ভিন্ন ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্র ব্যাখ্যা করা হয়েছে যাতে গ্রীষ্মকালীন দক্ষিণ-পশ্চিম এবং শীতকালীন উত্তর-পূর্ব মৌসুমী বায়ু প্রবাহের গতি-প্রকৃতি বোঝা সম্ভব হয়।

ক্রান্তীয় অক্ষাংশে অবস্থিত হওয়ায় বছরের অধিকাংশ সময় এখানকার আবহাওয়ায় তাপের পরিমাণ অধিক থাকে। মার্চ মাস থেকে উত্তর গোলার্ধে সূর্যের আপাত গতির প্রভাবে ভারতের সর্বত্র তাপমাত্রা বাড়তে শুরু করে। মে মাসে বায়ুর তাপের গড় পরিমাণ সর্বাধিক হয়। এই সময়ে স্থানবিশেষে বিচ্ছিন্নভাবে কিছু বর্ষণ হলেও মোটের ওপর আবহাওয়া উষ্ম ও শুষ্ক থাকে। এই কারণে মার্চ থেকে মে এই তিনমাস সময়কাল ভারতে উষ্ম গ্রীষ্ম ঋতু (Hot Summer Season) নামে অভিহিত। জুন থেকে সেপ্টেম্বর এই চার মাসেও সর্বত্র

গ্রীষ্মকালীন উচ্চ তাপমাত্রা পরিলক্ষিত হয় কারণ সূর্যরশ্মি সেপ্টেম্বর মাস পর্যন্ত উত্তর গোলার্ধের ক্রান্তীয় অক্ষাংশে লম্ব বা প্রায় লম্বভাবে পতিত হয়। কিন্তু এই সময়ে দেশের সর্বত্র দক্ষিণ-পশ্চিম মৌসুমী বায়ু প্রবাহের কারণে ব্যাপকভাবে বর্ষণ শুরু হয়ে যায়। যার ফলে এপ্রিল-মে মাসের তুলনায় তাপমাত্রা কিছুটা হ্রাস পায় এবং বাতাসে আর্দ্রতা বাড়ে।

অতএব বলা যায় আমাদের দেশে দীর্ঘ মেয়াদের গ্রীষ্ম ঋতুর দুটি পর্যায় আছে—(ক) উষ্ম ও শুষ্ক গ্রীষ্ম ঋতু (মার্চ থেকে মে মাস) এবং (খ) আর্দ্র গ্রীষ্ম ঋতু বা গ্রীষ্মকালীন মৌসুমী বায়ুর ঋতু বা দক্ষিণ-পশ্চিম মৌসুমী বায়ুর ঋতু (জুন থেকে সেপ্টেম্বর মাস)। এখানে মৌসুমী বায়ুপ্রবাহ চলাকালীন সময়ের আবহাওয়া ব্যাখ্যা করা হয়েছে।

যেহেতু আমাদের দেশে শীত ঋতুর স্থায়িত্ব কাল কম (ডিসেম্বর থেকে ফেব্রুয়ারী মাস পর্যন্ত) সেইকারণে এই পর্বে ঐ সময়ের একটি মানচিত্র আলোচনা করা হয়েছে।

8.3.1 গ্রীষ্মকালীন মৌসুমী বায়ুর ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্র পাঠ :

মানচিত্র পরিচিতি : আলোচ্য আবহাওয়া মানচিত্রটি 1973 খ্রীস্টাব্দের 12ই জুলাই রবিবার, ভারতীয় প্রমান সময় 0830 ঘণ্টা বা সকাল সাড়ে আটটায় (G.M.T. সময় 0300 ঘণ্টা বা ভোর 3টে) তৈরী করা হয়।

এই মানচিত্রটিতে ভারতে বর্ষাকালের আবহাওয়ার একটি সুস্পষ্ট ছবি লক্ষ্য করা যায়। জুলাই মাসে দক্ষিণ-পশ্চিম মৌসুমী বায়ুর প্রভাবে দেশের সর্বত্র প্রচুর পরিমাণে বৃষ্টিপাত ঘটে থাকে। এ ছাড়া আবহাওয়ার অন্যান্য বৈশিষ্ট্যগুলি নিম্নে আলোচনা করা হল।

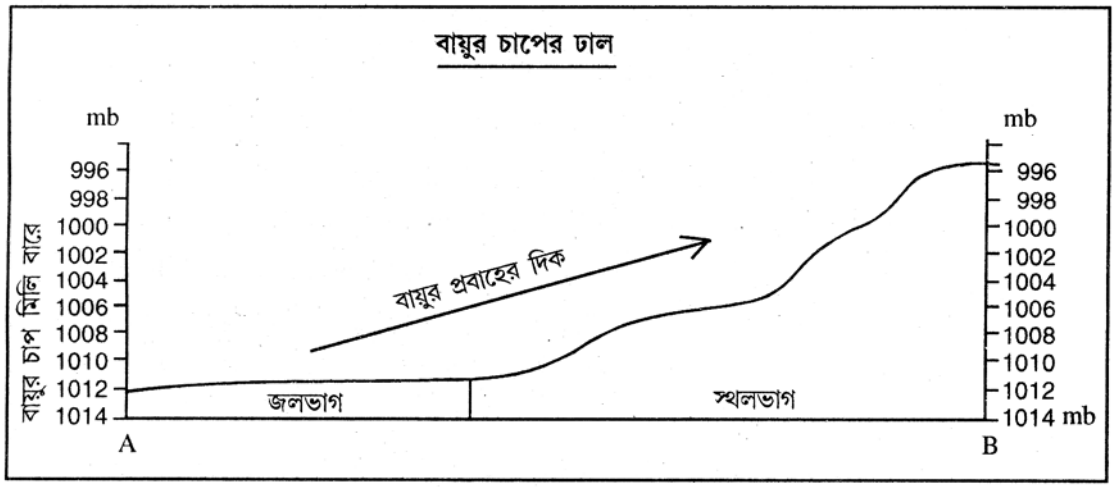
১। **বায়ুর চাপ** :

(ক) **উচ্চ চাপের অবস্থান** : আরব সাগর এবং বঙ্গোপসাগরের দক্ষিণভাগে সর্বাধিক বায়ুর চাপ (1012 মিলিবার) পরিলক্ষিত হয়। জুলাই মাসে সূর্যের অবস্থান এমন থাকে যে স্থলভাগ জলভাগের তুলনায় অধিক উত্তপ্ত থাকে। এর ফলে অপেক্ষাকৃত শীতল বিস্তীর্ণ সমুদ্রভাগের ওপর বায়ুর চাপ বেশী থাকে।

(খ) **নিম্নচাপের অবস্থান** : মানচিত্রে দেশের মধ্যভাগে একটি গভীর নিম্নচাপ বা ডিপ্রেশান-এর অবস্থান লক্ষ্য করা যায়। এ ছাড়া অন্যত্র কোথাও নিম্নচাপ নেই। মধ্যভারতের ডিপ্রেশানটিতে আবদ্ধ সমচাপ রেখার সংখ্যা 3টি এবং কেন্দ্রে বায়ুর চাপের পরিমাণ 996 মিলিবার।

(গ) **সমচাপ রেখা বিন্যাসের ধরণ** : মধ্যভারতের ডিপ্রেশানটিকে কেন্দ্র করে কতকগুলি সমচাপ রেখা বৃত্তাকার ও প্রায় বৃত্তাকারে বিন্যস্ত রয়েছে। অন্যদিকে দক্ষিণ ভারতে এবং আরব সাগর ও বঙ্গোপসাগরের ওপর সমচাপরেখাগুলি মানচিত্রের পশ্চিম প্রান্ত থেকে পূর্ব প্রান্ত পর্যন্ত প্রায় সমান্তরাল ভাবে বিন্যস্ত রয়েছে। ব্যতিক্রম হিসাবে 1010 মিলিবার সমচাপ রেখাটির বিন্যাসের ধরণ উল্লেখ করা যায়। পশ্চিমঘাট পর্বতের অবস্থানের প্রভাবে তাপ ও চাপের পরিবর্তন হেতু এই রেখাটি জলভাগ থেকে স্থলভাগে প্রবেশ করার পর সুস্পষ্টভাবে দক্ষিণদিকে বেঁকে প্রসারিত হয়েছে। স্থলভাগ অতিক্রম করার পর রেখাটি আবার সরলপথে বঙ্গোপসাগরের ওপর প্রসারিত হয়েছে। লক্ষ্যণীয় এই মানচিত্রে জলভাগ ও স্থলভাগে সমচাপ রেখার বিন্যাসের ধরণ একদমই আলাদা। স্থলভাগে (বিশেষত মধ্যভারতে) স্বল্প পরিসর স্থানে অধিক চাপের পার্থক্য হেতু কয়েকটি বৃত্তকার বা প্রায় বৃত্তাকার সমচাপ রেখার অবস্থান তৈরী হয়েছে। কিন্তু জলভাগে সুসমভাবে চাপের পার্থক্য থাকায় সমচাপ রেখাগুলি প্রায় সোজা ও সমান্তরাল।

(ঘ) **বায়ুর চাপের ঢাল** : মানচিত্রে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন চাপের মধ্যে (1012 mb–996 mb) ব্যবধানের পরিমাণ 16 মিলিবার। যে দূরত্বের মধ্যে বায়ুর চাপের এই পার্থক্য ঘটেছে তাতে বায়ুর চাপের ঢালের পরিমাণ উল্লেখযোগ্য বলা যায়। তবে চিত্র 2-এ প্রস্থচ্ছেদ অনুযায়ী দেখা যায় স্থলভাগে তুলনামূলকভাবে কম পরিসর স্থানের মধ্যে বেশী সমচাপ রেখা থাকায় সেখানে বায়ুর চাপের ঢালের পরিমাণ অধিক।



২। **বায়ুপ্রবাহ** :

(ক) **বায়ুপ্রবাহের দিক নির্দেশ** : মধ্য-ভারতের নিম্নচাপকে কেন্দ্র করে চতুর্দিক থেকে বাতাস ঘড়ির কাঁটার বিপরীত ক্রমে (Anti-Clockwise) প্রবাহিত হচ্ছে। এর ফলে নিম্নচাপের পশ্চিম ও পূর্বভাগের বায়ুপ্রবাহের মধ্যে সম্পূর্ণ বিপরীত দিক নির্দেশিত হয়েছে। পশ্চিম ও দক্ষিণ-পশ্চিম ভারতে বায়ু প্রধানত পশ্চিম ও উত্তর-পশ্চিম দিক থেকে প্রবাহিত হচ্ছে। অন্যদিকে পূর্ব ও দক্ষিণ-পূর্ব ভারতে বায়ু প্রবাহের দিক হল দক্ষিণ-পশ্চিম থেকে উত্তর-পূর্বে এবং স্থানবিশেষে দক্ষিণ থেকে উত্তরে।

(খ) **বায়ুপ্রবাহের গতি নির্দেশ** : স্থলভাগে বায়ুপ্রবাহের গতি গড়ে ঘণ্টাপ্রতি 5 থেকে 15 নট। এরূপ গতিসম্পন্ন বাতাসকে মৃদুবায়ু প্রবাহ (Gentle breeze) বলা যায়। জলভাগের ওপর দু-তিন জায়গায় বায়ুর গতি 20 নট লক্ষ্য করা যায়।

৩। **মেঘের পরিমাণ** :

(ক) **মেঘের পরিমাণ** : মধ্য-পশ্চিম ভারত এবং উত্তর-পূর্ব ভারতের পার্বত্য রাজ্য সমূহের অধিকাংশ স্থানে আকাশ পুরোপুরি মেঘাবৃত। দক্ষিণ-পশ্চিম উপকূলবর্তী কিছু স্থানেও (মুম্বাই, রত্নগিরি, ম্যাঙ্গালোর প্রভৃতি) আকাশ মেঘাবৃত। দক্ষিণ-পূর্ব এবং পূর্ব উপকূল অঞ্চলে আকাশ কিছু স্থানে মেঘমুক্ত এবং কিছু স্থানে আংশিক মেঘাচ্ছন্ন। উত্তর ভারতেও একই চিত্র লক্ষ্য করা যায়। মোটের ওপর দেশের অধিকাংশ স্থানে আকাশ অর্ধেক বা তার বেশী পরিমাণে মেঘাচ্ছন্ন রয়েছে। নিম্নচাপ কেন্দ্রের দক্ষিণ ও দক্ষিণ-পশ্চিমভাগেই মেঘের আবরণের পরিমাণ সর্বাধিক।

(খ) **অন্যান্য বায়বীয় ঘটনা** : খুবই বিচ্ছিন্ন ভাবে দু-একটি স্থানে অন্যান্য বায়বীয় ঘটনার চিহ্ন লক্ষ্য করা যায়, যেমন—দিল্লীতে কুজঝটিকা (Haze) বা সুরাটে ঝিরঝিরে বৃষ্টি (Drizzle)।

৪। **অধঃক্ষেপন** :

(ক) **সাধারণ বণ্টন** : যদিও এটি বর্ষাকালের আবহাওয়ার মানচিত্র তথাপি যে নির্দিষ্ট সময়ের পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে এটি প্রস্তুত করা হয়েছে সেই সময়ে দু-একটি অঞ্চল বাদে দেশের অধিকাংশ স্থানেই উল্লেখযোগ্য বৃষ্টিপাত হয় নি। বিচ্ছিন্নভাবে রাজস্থান এবং দক্ষিণ ভারতের কর্ণাটক, তামিলনাড়ু ও অন্ধ্রপ্রদেশের কিছু স্থানে 1 থেকে 5 সেমি মত বৃষ্টি হয়েছে।

(খ) **ভারী বন্টনের বিশেষ স্থান** : মানচিত্রে দুটি অঞ্চলে বেশী বৃষ্টি হওয়ার নিদর্শন রয়েছে। (i) মধ্যভারতের নিম্নচাপ কেন্দ্রের দক্ষিণ ও দক্ষিণ-পশ্চিমাংশে কয়েকটি স্থানে 3 সেমি থেকে সর্বাধিক 16 সেমি পর্যন্ত বৃষ্টিপাত নথিভুক্ত হয়েছে। নিম্নচাপের অবস্থানই এই অঞ্চলে ভারী বর্ষণের মুখ্য কারণ। এছাড়া (ii) উত্তর-পূর্ব ভারতের পার্বত্য রাজ্য সমূহের স্থানে স্থানে ভাল বৃষ্টি হয়েছে। মেঘালয়ের চেরাপুঞ্জীতে অবস্থানগত বৈশিষ্ট্যের কারণে বৃষ্টিপাত বেশী হয়ে থাকে। এক্ষেত্রেও দেখা যাচ্ছে সেখানে সারা দেশের মধ্যে সর্বাধিক 22 সেমি বৃষ্টিপাত হয়েছে।

৫। **স্বাভাবিক অবস্থা থেকে বায়ুর তাপের পরিবর্তন**—এ সম্পর্কীত কোন তথ্য এই মানচিত্রে দেওয়া নেই।

৬। **সমুদ্রের অবস্থা** : আরবসাগর ও বঙ্গোপসাগরের কিছু স্থানে সমুদ্রের অবস্থা খারাপ (very rough)। ঐ সব স্থানে উত্তাল ঢেউ লক্ষ্য করা যায়। বঙ্গোপসাগরের মধ্যভাগে সমুদ্রের অবস্থা মধ্যম।

৭। **আবহাওয়ার পূর্বাভাস** : পর্যবেক্ষণের সময় ডিপ্রেশানটির অবস্থান লক্ষ্য করে বলা যায় যে, আগামী 24 ঘণ্টায় সেটি আরও কিছুটা উত্তর-পশ্চিমে সরে যেতে পারে। কারণ এই ধরণের নিম্নচাপ বা ডিপ্রেসানগুলি বঙ্গোপসাগর থেকে উদ্ভুত হয়ে দেশের অভ্যন্তরে প্রবেশ করে পশ্চিম বা উত্তর-পশ্চিম দিকে এগিয়ে থাকে, যেহেতু এসব অঞ্চলে বায়ুর চাপ কম থাকে। অতএব বলা যায় আগামী 24 ঘণ্টায় পূর্ব রাজস্থান, দিল্লী, পাঞ্জাব-হরিয়ানা, উত্তর মধ্যপ্রদেশে অংশ বিশেষে ভারী বর্ষণের সম্ভাবনা রয়েছে। উত্তর-পূর্ব ভারতে যেরকম মেঘাচ্ছন্ন আছে সেরকমই থাকার সম্ভাবনা বেশী। দেশের বাকি অংশে আকাশ আংশিক মেঘাচ্ছন্ন থাকবে।

উপসংহার :

এই মানচিত্রের একটি উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য হল দক্ষিণ-পশ্চিম বায়ুর প্রভাবে একটি গভীর নিম্নচাপ বা ডিপ্রেশান তৈরী হয়ে দেশের অভ্যন্তরে প্রবেশ করে কিছু স্থানে ভারী বর্ষণ ঘটানোর অবস্থা উপস্থাপিত হওয়া। এ ছাড়া এই মানচিত্রে স্থলভাগ ও জলভাগের মধ্যে বায়ুর চাপের পার্থক্য সুস্পষ্টরূপে প্রকাশিত হয়েছে। মানচিত্রটিতে বর্ষাকালীন আবহাওয়ার পরিষ্কার চিত্র লক্ষ্য করা যায়—সর্বত্র বৃষ্টিপাত না হলেও দেশের অধিকাংশ স্থানে আকাশ পুরোপুরি বা আংশিক মেঘাচ্ছন্ন হয়ে থাকা।

৯.১.2 শীত ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্র পাঠ :

মানচিত্র পরিচিতি : আলোচ্য আবহাওয়া মানচিত্রটি 1985 খ্রীষ্টাব্দের 15ই জানুয়ারী মঙ্গলবার, ভারতীয় প্রমাণ সময় 0830 ঘণ্টা বা সকাল সাড়ে আটটায় (G.M.T. সময় 0300 ঘণ্টা বা ভোর 3টে) প্রস্তুত করা হয়েছে।

এই মানচিত্রটিতে ভারতে শীত ঋতুর একটি নির্দিষ্ট দিন ও সময়ের আবহাওয়ার প্রকৃতি তুলে ধরা হয়েছে। এই সময়ে জলভাগ অপেক্ষা স্থলভাগ অধিকতর শীতল থাকে। এই ঋতুতে বায়ু স্থলভাগের উচ্চচাপ থেকে সমুদ্রভাগের ওপর বিরাজমান নিম্নচাপ অভিমুখে প্রবাহিত হয়। এই বাতাস উত্তর-পূর্ব মৌসুমী বায়ু প্রবাহ নামে পরিচিত। উত্তর-পূর্ব দিক থেকে প্রবাহিত হয়ে এই বাতাস সমুদ্রের ওপর পৌঁছয় এবং সেখান থেকে জলীয় বাষ্প সংগ্রহ করে দক্ষিণ ভারতের বিভিন্ন অংশে (বিশেষতঃ পূর্ব-উপকূলে) বৃষ্টিপাত ঘটায়। এই কারণে ভারতে শীতকালকে উত্তর-পূর্ব মৌসুমী বায়ুর ঋতুও বলা হয়। নিম্নে মানচিত্রটির আবহাওয়ার বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করা হল।

১। **বায়ুর চাপ** :

(ক) **উচ্চ চাপের অবস্থান** : এই মানচিত্রে দেখা যাচ্ছে যে, একটি সুস্পষ্ট উচ্চ চাপ কেন্দ্র উত্তর-পশ্চিমে আফগানিস্তানের ওপর অবস্থান করছে। এই উচ্চ চাপ কেন্দ্রে বায়ুর চাপের পরিমাণ 1020 মিলিবার। এছাড়া উত্তরাঞ্চল ও পশ্চিম নেপালের পার্বত্য ভূমিভাগের ওপর এবং ভারতের উত্তর-পূর্ব সীমান্তের কাছে চীনের কিয়দংশে বায়ুর চাপ বেশী (1020 মিলিবার) রয়েছে।

(খ) **নিম্নচাপের অবস্থান** : মানচিত্রের দক্ষিণভাগে আরব সাগর ও বঙ্গোপসাগরের ওপর বায়ুর চাপ সর্বাপেক্ষা কম (1012 মিলিবার)। যদিও ঐ অঞ্চলে কোন সুস্পষ্ট নিম্নচাপের অবস্থান পরিলক্ষিত হয় না।

(গ) **সমচাপ রেখার বিন্যাসের ধরণ** : মানচিত্রের উত্তর-পশ্চিম ভাগে অবস্থিত উচ্চচাপ কেন্দ্রকে ঘিরে 1018 মিলিবার সমচাপ রেখাটি কিছুটা প্রায় বৃত্তাকার রূপ নিলেও দেশের অন্যত্র এবং সমুদ্রভাগের ওপর স্থিত অন্যান্য সমচাপ রেখাগুলি প্রায় সমান্তরাল ভাবে বিন্যস্ত রয়েছে। একমাত্র ব্যতিক্রম হিসাবে 1014 মিলিবার সমচাপ রেখাটির জলভাগ এবং স্থলভাগের ওপর বিন্যাসের ধরণ উল্লেখযোগ্য। মূলতঃ পশ্চিম ঘাট পর্বতের অবস্থানগত বৈশিষ্ট্যের কারণেই এই সমচাপ রেখাটি স্থলভাগে প্রবেশের পর স্থানীয়ভাবে দক্ষিণ দিকে বেঁকে গেছে।

(ঘ) **বায়ুর চাপের ঢাল** : এই মানচিত্রে সর্বাধিক ও সর্বনিম্ন বায়ুর চাপের মধ্যে পার্থক্যের পরিমাণ 8 উত্তর-পশ্চিমে অবস্থিত আফগানিস্তান থেকে দক্ষিণ-পূর্বে বঙ্গোপসাগর পর্যন্ত যে বিস্তীর্ণ অঞ্চলের ওপর এই চাপের পার্থক্য ঘটেছে তাতে দূরত্বের বিচারে বায়ুর চাপের ঢাল যথেষ্ট মৃদু প্রকৃতির বলা যায়।

২। **বায়ুপ্রবাহ** :

(ক) **বায়ুপ্রবাহের দিক নির্দেশ** : দক্ষিণ ভারতের অধিকাংশ স্থানে বাতাস পূর্ব ও কিছুটা উত্তর-পূর্ব দিক থেকে পশ্চিমগামী হলেও, উত্তর ভারতে বায়ুপ্রবাহের কোন নির্দিষ্ট দিক নির্দেশ করা যাচ্ছে না। উত্তর ও উত্তর-পশ্চিম ভারতে স্থানবিশেষে বাতাস উত্তর-পশ্চিম, উত্তর, পশ্চিম এবং দক্ষিণ-পশ্চিম দিক থেকে প্রবাহিত হচ্ছে। অন্যদিকে উত্তর-পূর্ব ভারতের পার্বত্য অঞ্চলে বায়ু উত্তর-পূর্ব ও উত্তর থেকে দক্ষিণ-পশ্চিম বা দক্ষিণ দিকে প্রবাহিত হচ্ছে।

(খ) **বায়ুপ্রবাহের গতি নির্দেশ** : আরব সাগর ও বঙ্গোপসাগরের কয়েকটি স্থানে বায়ুর গতি ঘণ্টায় 10-20 নট লক্ষ্য করা যায়। স্থলভাগের ওপর বায়ুর গতি খুবই কম, 0-5 নটের মত।

৩। আকাশের অবস্থা :

(ক) মেঘের পরিমাণ : উত্তর-পশ্চিম ভারতের কিছু অংশে আকাশে মেঘের 5-8 অক্টা। মধ্য ও পশ্চিম ভারতে 4-6 অক্টা। পূর্ব ভারতে ও উত্তর-মধ্য ভারতে কোথাও আকাশ পরিষ্কার, কোথাও আংশিক মেঘাচ্ছন্ন। দক্ষিণ ভারতেও একই চিত্র লক্ষ্য করা যায়।

(খ) অন্যান্য বায়বীয় ঘটনা : উত্তর ভারতে পাঞ্জাব, হরিয়ানা, রাজস্থান, মধ্যপ্রদেশ, বিহার প্রভৃতি রাজ্যের বিভিন্ন স্থানে কুজ্ঝটিকা (Haze), কুহেলী (Mist) এবং কুয়াশার (Fog) চিহ্ন রয়েছে। উত্তর-পূর্বে মেঘালয়, ত্রিপুরা, অরুণাচল প্রদেশের স্থানে-স্থানে এবং পশ্চিমবঙ্গ ও উড়িষ্যার অংশ বিশেষে; পশ্চিমে মুম্বাই, পুনে; দক্ষিণে হায়দ্রাবাদ, মাদুরাই প্রভৃতি স্থানেও কুজ্ঝটিকার অবস্থান লক্ষ্য করা যায়। মানচিত্রে মধ্যপ্রদেশের অমরকন্টকের নিকটবর্তী পেন্ড্রা (Pendra) কেন্দ্রের ওপর বজ্রঝড়ের চিহ্ন অঙ্কিত রয়েছে। এছাড়া অন্য কোন উল্লেখযোগ্য বায়বীয় ঘটনার সঙ্কেত নেই।

৪। অধঃক্ষেপন :

যেহেতু এই মানচিত্রের কোথাও অধঃক্ষেপণের কোন পরিমাণ নির্দেশিত হয় নি, অতএব বলা যায় স্থান বিশেষে আকাশ আংশিক বা পুরোপুরি মেঘাচ্ছন্ন থাকলেও বৃষ্টিপাত হয় নি।

৫। স্বাভাবিক অবস্থা থেকে বায়ুর তাপের পরিবর্তন :

সর্বোচ্চ তাপের পরিবর্তনের ক্ষেত্রে দেখা যায় যে, দেশের উত্তর-পশ্চিম ভাগে তাপ 2-4° সেঃ বেড়েছে এবং মধ্য, পূর্ব ও দক্ষিণ ভাগে তাপ অধিকাংশ স্থানে 1-2° সেঃ হ্রাস পেয়েছে।

সর্বনিম্ন তাপের পরিবর্তনের ক্ষেত্রে দেখা যায় যে, প্রায় সর্বত্রই তাপ বেড়েছে। স্থানবিশেষে এই বৃদ্ধির পরিমাণ 0-4° সেঃ।

৬। সমুদ্রের অবস্থা :

যেহেতু মানচিত্রে সমুদ্রের অবস্থা নির্দেশক চিহ্নের কোন ব্যহবার নেই, অতএব বলা যায় সমুদ্রের অবস্থা শান্তই রয়েছে।

৭। আবহাওয়ার পূর্বাভাস :

পর্যবেক্ষণকালীন আবহাওয়ার অবস্থা থেকে অনুমান করা যায় যে আগামী 24 ঘণ্টায় দেশের আবহাওয়া প্রায় একই রকম থাকবে। কারণ বায়ুর চাপের ঢল কম আছে, কোন নির্দিষ্ট গভীর উচ্চতাপ ক্ষেত্রও সৃষ্টি হয় নি। অতএব বলা যায় পূর্ব পাঞ্জাব-হরিয়ানা, উত্তর-পশ্চিম উত্তরপ্রদেশের স্থান বিশেষে আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকতে পারে, বাকি সর্বত্র আংশিক মেঘলা থাকবে। উত্তর ও মধ্যভারতের বিভিন্ন স্থানে কুয়াশা ও কুজ্ঝটিকা বা কুহেলী লক্ষ্য করা যেতে পারে।

উপসংহার .

শীত ঋতুর এই আবহাওয়া মানচিত্রটিতে লক্ষ্যণীয় বিষয় হল আবহাওয়া বিশেষ পরিচ্ছন্ন না হলেও কো স্থানেই বায়ুপ্রবাহ জোড়াল নয় এবং বৃষ্টিপাতের পরিবর্তে কুয়াশা, কুহেলী ও কুজ্ঝটিকা ইত্যাদির প্রাদুর্ভাব

আবহাওয়ার পূর্বাভাস (Weather Forecasting)

আবহ বিজ্ঞান চর্চার অন্যতম প্রধান উদ্দেশ্য হল কোন স্থান বা অঞ্চলের আবহাওয়ার পরিবর্তনের পূর্বাভাস দান। আবহাওয়ার পূর্বাভাস বলতে এক্ষেত্রে কোন স্থান বা অঞ্চলের আবহাওয়ার আগামী সময়ে (দিন বা মাসের বিচারে) উদ্ভূত অবস্থার সঠিক উল্লেখকে বোঝায়। এই পূর্বাভাস দু'ধরণের হতে পারে—(ক) স্বল্প সময়ের জন্য (Short range forecasting) (আগামী 1 থেকে 3 দিনের) এবং/অথবা (খ) দীর্ঘ সময়ের জন্য (Long range forecasting) (আগামী 3 থেকে 6 মাসের/ঋতুভিত্তিক)। সাধারণভাবে স্বল্পমেয়াদী পূর্বাভাস অধিক প্রচলিত হলেও কৃষিকার্য এবং কৃষিভিত্তিক শিল্পের ভবিষ্যৎ সুবিধা-অসুবিধা বিচারের ক্ষেত্রে দীর্ঘমেয়াদী পূর্বাভাসের খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে।

কোন একটি নির্দিষ্ট সময়ের মানচিত্র ব্যাখ্যার মাধ্যমে আবহাওয়ার যথাযথ পূর্বাভাস দেওয়া সম্ভবপর নয়। সঠিক পূর্বাভাস দিতে হলে একই সঙ্গে বিভিন্ন প্রকারের মানচিত্র টানা কয়েক দিন পাঠ করা দরকার হয়। এছাড়া পূর্বাভাস নিখুঁত করার জন্য কোন স্থান বা অঞ্চলের বছরের বিভিন্ন সময়ের জলবায়ুর ঋতুগত বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধেও জ্ঞান থাকা চাই।

এই পাঠে বর্ষা ঋতুর অন্তর্গত 12 জুলাই তারিখের মানচিত্রে নিম্নচাপের কেন্দ্রটি তার বর্তমান অবস্থান থেকে আগামী 24 ঘণ্টায় কোন দিকে কিভাবে এগোতে পারে তার পূর্বাভাস দিতে হলে ঐ নিম্নচাপটির বিগত 48 ঘণ্টার অবস্থান লক্ষ্য করা প্রয়োজন। এ বাদে বায়ুমণ্ডলের উর্ধ্বস্তরের তাপ, চাপ ও বায়ুপ্রবাহ বিশ্লেষণের বিশেষ প্রয়োজন থেকে যায়।

8.4 সারাংশ

যদিও আবহাওয়া বলতে কোন স্থান বা অঞ্চলের বায়ুমণ্ডলের বিভিন্ন উপাদানের বিক্রিয়ার ফলে উদ্ভূত স্বল্পকালীন অবস্থাকে বোঝায়, তথাপি কোন অঞ্চল বা দেশের বিভিন্ন সময়ের আবহাওয়া নির্দেশক মানচিত্র ব্যাখ্যার মাধ্যমে আমরা দীর্ঘ সময়ের ভিত্তিতে ঐ অঞ্চল বা দেশের আবহাওয়ায় বৈচিত্র্য ও রূপান্তর সম্বন্ধে ধারণা লাভ করতে পারি। আবহাওয়া মানচিত্র যথাযথ পাঠের জন্য এই মানচিত্রে ব্যবহৃত চিহ্ন সমূহ সম্পর্কে অবশ্যই জ্ঞান থাকা প্রয়োজন। বিভিন্ন ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্র কোন দেশের বিভিন্ন সময়ের জলবায়ুর বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে আমাদের জানতে সাহায্য করে।

8.5 প্রশ্নাবলী

1) আবহাওয়া মানচিত্র বলতে কি বোঝেন?

2) আবহাওয়া মানচিত্র পাঠের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করুন।

3) আবহাওয়া মানচিত্রে প্রধানতঃ কোন বায়বীয় উপাদানগুলির সঙ্কেতবদ্ধ ব্যবহার লক্ষ্য করা যায়?

4) প্রদত্ত বর্ষা ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্রটির বায়ুর চাপ, বায়ুপ্রবাহ ও বৃষ্টিপাতের ধরণ ব্যাখ্যা করুন।

5) প্রদত্ত শীত ঋতুর আবহাওয়া মানচিত্রটি বিস্তৃতভাবে আলোচনা করুন।

6) বায়ুর চাপের ঢাল বলতে কি বোঝান হয়? প্রদত্ত মানচিত্রগুলির বায়ুর চাপের ঢাল নির্দেশ করুন।

8.6 উত্তর সঙ্কেত

প্রশ্নক্রম :

1) উত্তরের জন্য 8.1 অংশ দেখুন।

2) উত্তরের জন্য 8.1 অংশ দেখুন।

3) উত্তরের জন্য 8.2.1 অংশ দেখুন।

4) উত্তরের জন্য 8.3.1 অংশ দেখুন।

5) উত্তরের জন্য 8.3.2 অংশ দেখুন।

6) উত্তরের জন্য 8.3.1 অংশ দেখুন।

একক 9 □ ভূরূপমিতি (Morphometry)

গঠন

9.0 প্রস্তাবনা

9.1 উদ্দেশ্য

9.2 ভূরূপমিতি ঃ সংজ্ঞা, পদ্ধতি

9.3 পরিলেখ

- 9.3.1 পরিলেখ অঙ্কন পদ্ধতি
- 9.3.2 সারিবদ্ধ পরিলেখ
- 9.3.3 অধ্যারোপিত পরিলেখ
- 9.3.4 বিমিশ্র পরিলেখ
- 9.3.5 অভিক্ষিপ্ত পরিলেখ

9.4 আপেক্ষিক ভূমিরূপ

- 9.4.1 আপেক্ষিক ভূমিরূপ নির্ণয় পদ্ধতি ও প্রয়োজনীয়তা

9.5 ব্যবচ্ছেদনের সূচক

- 9.5.1 ব্যবচ্ছেদনের সূচক নির্ণয় পদ্ধতি
- 9.5.2 ব্যবচ্ছেদনের সূচক নির্ণয়ের প্রয়োজনীয়তা

9.6 নদীর ক্রমবিন্যাস

- 9.6.1 হর্টনের নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি
- 9.6.2 স্ট্রলারের নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি
- 9.6.3 শ্রীভের নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি
- 9.6.4 সেইডেগারকৃত নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি
- 9.6.5 নদীর ক্রমবিন্যাসের প্রয়োজনীয়তা
- 9.6.6 দ্বিধাবিভক্তির হার

9.7 জলনির্গম আভীক্ষ্য

- 9.7.1 জলনির্গম আভীক্ষ্য নির্ণয়ের পদ্ধতি ও প্রয়োজনীয়তা

9.8 জলনির্গম বা নদী ঘনত্ব

- 9.8.1 জলনির্গম ঘনত্ব বা নদী ঘনত্ব নির্ণয়ের পদ্ধতি
- 9.8.2 নদী ঘনত্বের প্রয়োজনীয়তা

9.9 প্রশ্নমালা

9.10 গ্রন্থপঞ্জী

9.0 প্রস্তাবনা

ভূমিরূপ সংক্রান্ত গবেষণায় ও আলোচনায় ভূরূপমিতি উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। তাই ভূগোলের ছাত্রছাত্রী হিসেবে আপনাদের ভূরূপমিতি কাকে বলে, তার পদ্ধতি ও প্রয়োজনীয়তা সম্পর্কে জানা দরকার। স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্রে প্রদত্ত তথ্যাবলীর বিস্তৃত পর্যালোচনা ভূরূপমিতির সাহায্যে সম্ভব।

9.1 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি—

- পরিলেখ অঙ্কন করতে ও বিশ্লেষণ করতে পারবেন।
- সারিবদ্ধ পরিলেখ, অধ্যারোপিত পরিলেখ, বিমিশ্র পরিলেখ ও অভিক্ষিপ্ত পরিলেখ অঙ্কন করতে ও তাদের মধ্যে পারস্পরিক তুলনা করতে পারবেন।
- আপেক্ষিক ভূমিরূপ নির্ণয় ও বিশ্লেষণ করতে পারবেন।
- ব্যবচ্ছেদনের হার নির্ণয় ও বিশ্লেষণ করতে পারবেন।
- নদী আভীক্ষ্য নির্ণয় ও বিশ্লেষণ করতে পারবেন।
- নদী ঘনত্ব নির্ণয় ও বিশ্লেষণ করতে পারেবন।

9.2 ভূরূপমিতি (Morphometry)

ভূরূপমিতি বা Morphometry হল ভূমিরূপ সংক্রান্ত পরিসংখ্যানের চিত্রভিত্তিক রূপান্তর। ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন রূপের আকৃতি ও প্রকৃতিগত গাণিতিক পরিমাপ ও বিশ্লেষণই ভূরূপমিতির বিষয়বস্তু। আয়তন, উচ্চতা, ভূমিঢাল, পরিলেখ এবং নদী ও অববাহিকা অঞ্চলের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যগুলিই প্রধানত এখানে আলোচনা করা হয়। বিশ্লেষণ এবং উপস্থাপনার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয় যেমন লেখচিত্র, মানচিত্র, বিভিন্ন পরিসংখ্যান সূচক ইত্যাদি। G. H. Dury (1952) classes the main groups of techniques as : (i) geometric anslysis, (ii) arithmetric analysis, (iii) volumetric analysis and (iv) clinometric analysis.

বর্তমান শতাব্দীতে ভূপরিমিতির ক্রমবর্ধমান ব্যবহারকে মূলতঃ তিনটি পর্যায়ে ভাগ করা যায়—প্রাথমিক পর্যায়ে ভূপরিমিতির ব্যবহার সীমাবদ্ধ ছিল উল্লেখযোগ্য ও বৃহৎ (Large scale) ভূমিরূপের বিশ্লেষণে যেমন, ঢাল, উপত্যকা, ক্ষয়িত ভূমিরূপ ইত্যাদি। এর পরবর্তী পর্যায়ে এল বড় স্কেলের স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্রের (Large Scale Topographical Maps) সাহায্যে ভূমিরূপের বিশদ পর্যালোচনা। কিন্তু দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর থেকে নদী অববাহিকার বিশ্লেষণই ভূরূপমিতির প্রধান বিষয়বস্তু হয়ে ওঠে এবং এই পদ্ধতিতে নদী অববাহিকার ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র বৈশিষ্ট্যের পর্যালোচনা আরাম্ভ হয়। এই ধরনের সূক্ষ্ম ভূরূপমিতি আলোচনায় (Micro Morphometry) ক্ষেত্রসমীক্ষা ও পরিসংখ্যানের অধিক মাত্রার ব্যবহার প্রয়োজন।

1. Monkhouse, F. J. Maps and Diagrams ; (1989), p. 116.

ভূমিরূপ পর্যালোচনায় ভূরূপমিতির সাফল্য নিয়ে ভূবিদরা ভিন্ন ভিন্ন মত পেষণ করেন। কারুর কারুর মতে ভূমিরূপ পর্যালোচনায় ক্ষেত্র সমীক্ষার কোন বিকল্প নেই। এমনকি Dury যিনি ভূরূপমিতির একজন প্রবর্তক ও সমর্থক তিনিও এই মত পেষণ করেন (Dury, 1952)। এছাড়াও অনেক ভূসমীক্ষক যারা ভূরূপমিতির প্রবর্তক ও সমর্থক তাঁরাও বলেছেন যে ভূরূপমিতির যথার্থ সাফল্য সম্ভব বিস্তৃত ক্ষেত্র সমীক্ষার সহায়তায় (Banner and Strahler, 1956)। তবে স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্র বা Topographical Map-এ প্রাপ্ত তথ্যাদির বিশ্লেষণে ভূরূপমিতি উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। তবে এক্ষেত্রে বিশ্লেষণের সার্থকতা অবশ্যই নির্ভর করে মানচিত্রে প্রাপ্ত তথ্যাদির যাথার্থতার উপর।

ভূরূপমিতির যে বিষয়গুলি এখানে আলোচনা করা হবে সেগুলি হল ঃ

(1) পরিলেখ (Profiles)

(2) আপেক্ষিক ভূমিরূপ (Relative Relief)

(3) ব্যবচ্ছেদণের সূচক (Dissection Index)

(4) নদী আভীক্ষ্ণ্য বা জলনির্গম আভীক্ষ্ণ্য (Drainage Frequency বা Stream Frequency)

(5) নদী ঘনত্ব (Drainage Density)।

9.3 পরিলেখ (Profiles)

কোন অঞ্চলের ভূমিরূপ সম্পর্কে বিস্তারিত জ্ঞানলাভের জন্য ক্ষেত্র সমীক্ষা (Field Work) বা জরিপকার্যের (Survey) কোন বিকল্প নেই। কিন্তু ভূমিরূপ সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা লাভের জন্য সমোন্নতি রেখাসূচক মানচিত্র (Contoured Map) বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। ভারত সরকারের জরিপ বিভাগ কর্তৃক প্রকাশিত ভূসংস্থানিক মানচিত্রে (Topographical sheet) সমোন্নতি রেখার অবস্থান সম্পর্কিত বিশদ তথ্য পাওয়া যায়। পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের এইরূপ নিজস্ব সংস্থা আছে যারা ভূসংস্থানিক মানচিত্র প্রকাশ করে। সমোন্নতি রেখাসূচক মানচিত্র আমাদের কোন অঞ্চলের ভূমিরূপ সম্পর্কে নানা তথ্য ও প্রাথমিক ধারণা দেয় বটে কিন্তু এই ধারণা সবসময় সম্পূর্ণ নয়। পরিলেখ (Profile) একটি মাধ্যম যার সাহায্যে আমরা কোন অঞ্চলের ভূমির ঢাল, উপত্যকা অধিত্যকার অবস্থান ইত্যাদি সম্পর্কে পূর্ণ ধারণা লাভ করতে পারি এবং ভূমিরূপটি মনশ্চক্ষে ফুটিয়ে তুলতে পারি। প্রকৃতপক্ষে পরিলেখ হচ্ছে সমোন্নতি রেখাসূচক মানচিত্রে পরিবেশিত তথ্যের একটি বিশেষ রূপান্তর যার সাহায্যে একটি বিশেষ অঞ্চলের ভূমিরূপ সম্পর্কে আমাদের ধারণা পরিষ্কার হয়। ভূমিরূপ বিজ্ঞানের (Geomorphology) ক্ষেত্রে পরিলেখের প্রয়োজনীয়তা সম্পর্কে বলতে গিয়ে এফ্. জে. মঙ্কহাউস ও এইচ্. আর. উইলকিন্সন্ (F. J. Monkhouse and H. R. Wilkinson) তাদের বিখ্যাত পুস্তক 'ম্যাপস্ এন্ড ডায়াগ্রামস্ (Maps and Diagrams)-এ বলেছেন—"The drawing of a profile from a contour map may be of very great assistance in visualizing the relief, and in the description and explanation of the landforms."[1]

পরিলেখ (Profile) ও প্রস্থচ্ছেদ (Cross Section) এই শব্দ দুটি ব্যবহারিক ক্ষেত্রে বহুসময় বিভ্রান্তির সৃষ্টি করে যা দূর করা একান্ত প্রয়োজন। ছেদ (Section) কথাটির অর্থ হল কর্তিত। অর্থাৎ যেখানে কর্তনের ফলে প্রকাশিত ভূমির বিস্তৃত বিবরণ থাকে সেক্ষেত্রে আমরা ছেদ কথাটি ব্যবহার করি। ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র (Geological

[1] pp. 118, Maps and Diagrams, F. J. Monkhouse and H. R. Wilkinson, 1971.

Map) থেকে অঙ্কিত প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রে অর্থাৎ যেখানে ভূতাত্ত্বিক গঠন (Geological Structure) দেখানো হয় সেখানে প্রস্থচ্ছেদ কথাটির ব্যবহার সঠিক। আর পরিলেখ (Profile) কথাটি ব্যবহার করা হয় সেখানে যেখানে একটি কল্পিত সমতল (Plane of a section) প্রকৃত ভূমিভাগকে ছেদন করে। পরিলেখ দৈর্ঘ্য বরাবর (Longitudinal) বা প্রস্থ বরাবর (Transverse) হতে পারে। তবে দৈর্ঘ্য বরাবর বা প্রস্থ বরাবর পরিলেখ সাধারণত নদীর ক্ষেত্রে করা হয় যার সাহায্যে নদীর পর্যায় ও ক্ষয়চক্র (cycle of erosion) সম্পর্কে ধারণা লাভ করা সম্ভব।

9.3.1 পরিলেখের অঙ্কণ পদ্ধতি ঃ

পরিলেখ অঙ্কণ করতে হলে সর্বপ্রথম মানচিত্রের যে অংশের পরিলেখ অঙ্কণ করার ইচ্ছা সেখানে একটি সরলরেখা অঙ্কণ করতে হবে। তারপর সেই সরলরেখার উপর একটি সাদা কাগজ বসিয়ে সমোন্নতি রেখা, স্থানিক উচ্চতা (Spot heights) ও নদী সরলরেখাটিকে যে যে বিন্দুতে ছেদ করেছে সেগুলি পরিষ্কারভাবে চিহ্নিত করে নিতে হবে। এইবার একটি গ্রাফ পেপারে বা সাদা কাগজে উক্ত রেখাটির সমান দৈর্ঘ্যের একটি ভিত্তিরেখা (Baseline) টানতে হবে। কাগজে অঙ্কিত ছেদবিন্দুগুলিকে এই ভিত্তিরেখা বা Baseline বা ভিত্তিরেখা উভয়প্রান্তে দুটি উলম্ব রেখা অঙ্কণ করে তাতে উলম্ব স্কেল (Vertical scale)-টি দেখাতে হবে। এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে উলম্ব স্কেলটি নির্বাচনের ক্ষেত্রে যথেষ্ট সতর্কতা অবলম্বন করা প্রয়োজন। সাধারণত যে অঞ্চলের পরিলেখ অঙ্কণ করা হচ্ছে সেই অঞ্চলের ভূমির বন্ধুরতা ও উচ্চতার তারতম্যই উলম্ব স্কেল নির্বাচনের মাপকাঠি। এটা মনে রাখতে হবে যে উলম্ব স্কেল সবসময়ই অনুভূমিক স্কেল (Horizontal scale) অপেক্ষা বড় হবে তা না হলে পরিলেখ থেকে ভূমি ঢালের তারতম্য সঠিকভাবে বোঝা যাবে না। আবার উলম্ব স্কেল যদি অনুভূমিক স্কেল অপেক্ষা অধিক বড় হয় তবে ভূমি ঢালের তারতম্য হাস্যস্কররূপে প্রকট হয়ে পড়বে। তাই পরিলেখ অঙ্কণের ক্ষেত্রে উলম্ব স্কেল নির্বাচনটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। তবে উলম্ব স্কেল নির্বাচনের কোন নির্দিষ্ট মানদণ্ড নেই—তাই ব্যক্তিবিশেষে স্কেলের তারতম্য ঘটতেই পারে। উলম্ব স্কেল ও অনুভূমিক স্কেলের সে সম্পর্ক তাকে বলা হয় উলম্ব বৃদ্ধি বা Vertical exaggeration। মনে করা যাক কোন একটি সমোন্নতি রেখা সূচক মানচিত্রের অনুভূমিকা স্কেল 2 সেমি = 1 কিমি, অর্থাৎ, RF হল 1 : 50,000। সেই মানচিত্র থেকে পরিলেখ অঙ্কণের সময় উলম্ব স্কেল নেওয়া হল 1 সেমি = 100 মিটার, অর্থাৎ, RF হল 1 : 10,000। এক্ষেত্রে Vertical Exaggeration হল 5 গুণ $\left(\frac{\text{অনুভূমিক স্কেল}}{\text{উলম্ব স্কেল}}\right)$। অপর একটি উল্লেখযোগ্য বিষয় হল এই যে, উলম্ব স্কেলের বিরতি (intervals)-গুলি পূর্ণ মানে (অর্থাৎ, 10, 20, 30.....বা 20, 40, 60.....বা 100, 200, 300.....ইত্যাদি) হওয়া বাঞ্ছনীয়। তাতে পরিলেখটি অঙ্কণ করতে সুবিধা হয়।

এবার ভিত্তিরেখা বা Baseline-এর চিহ্নিত বিন্দুগুলি থেকে তাদের উচ্চতা অনুসারে উলম্ব স্কেলের সাহায্যে লম্বরেখা টানতে হবে (রেখা না টেনে শুধুমাত্র উচ্চতা সূচক বিন্দুটি লম্বভাবে বসালেও চলবে)। এবার রেখার মাথাগুলি বা চিহ্নিত বিন্দুগলিকে একটি সুষমরেখার (Smooth line) দ্বারা যুক্ত করতে হবে। মনে রাখতে হবে যে কোনক্রমেই স্কেলের সাহায্যে যোগ করা চলবে না। যখন পরিলেখাটি অঙ্কণ করা হচ্ছে তখন নিম্নলিখত বিষয়গুলি লক্ষ্য করা দরকার—

(1) দুটি প্রান্তে সঠিক উচ্চতা থেকে শুরু করা।

(2) দুটি একই মানের সমোন্নতি রেখা পরপর থাকলে তাদের অন্তর্বর্তী স্থানের উচ্চতা সঠিকভাবে চিহ্নিত করা।

(3) শিখর দেশগুলি সমতল না শঙ্কু আকৃতির তা সবিশেষ যত্ন সহকারে অঙ্কণ করা।

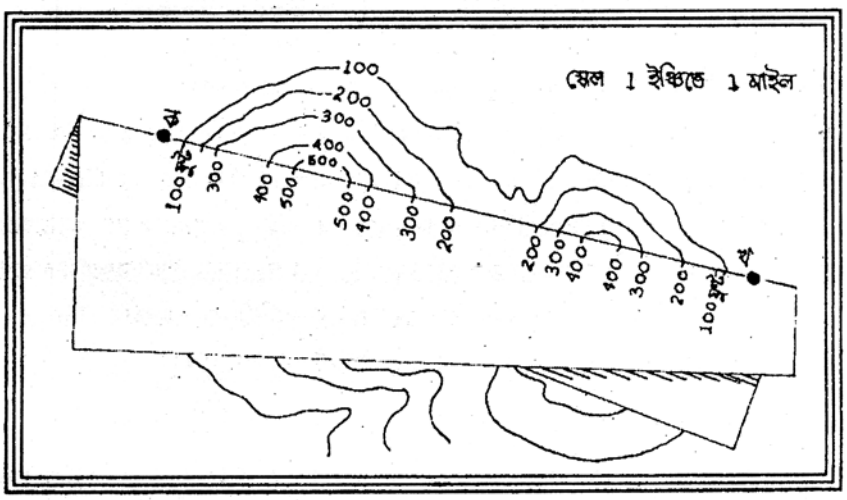
পরিলেখটি অঙ্কণ হয়ে গেলে নির্দিষ্ট রেখাটির দিক (Orientation), গ্রিড মান (Grid value) এবং অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমা (Latitude ও Longitude) উল্লেখ করতে হবে। পরিলেখটির তলায় সুস্পষ্টভাবে উলম্ব ও অনুভূমিক স্কেল ও উলম্ব বৃদ্ধি (Vertical Exaggeration) উল্লেখ করতে হবে। এইভাবে অঙ্কিত একটি পরিলেখ আমাদের সংশ্লিষ্ট অঞ্চলের ভূমিরূপ সম্পর্কে বিস্তারিত ধারণা দিতে সক্ষম।

উদাহরণ ঃ

1 নং চিত্রে একটি সমোন্নতি রেখাযুক্ত মানচিত্র আঁকা হয়েছে। এখানে সমোন্নতি রেখার ব্যবধান 100 ফুট ও অনুভূমিক স্কেল 1 ইঞ্চি = 1 মাইল। এই মানচিত্রে ক ও খ এই দুই বিন্দুর সংযোগকারী রেখার উপর পরিলেখ অঙ্কণ করতে হবে।

1. প্রথমে সাদা কাগজে বা গ্রাফ কাগজে ক-খ রেখার সমান দৈর্ঘ্যের একটি রেখা টানা হল। অর্থাৎ, অঙ্কিত পরিলেখ ও মানচিত্রের অনুভূমিক স্কেল এক থাকবে। এই ভিত্তিরেখার উভয় প্রান্তে দুটি উলম্বরেখা টেনে তাতে নির্ধারিত উলম্ব স্কেলটি (1" = 1,000 ফুট) দেখানো হল।

2. এক টুকরো সাদা কাগজ ভাঁজ করে ক-খ রেখার উপর বসানো হল। এই ভাঁজ করা কাগজটির উপর কখ সরলরেখাকে সমোন্নতি রেখাগুলি যে যে বিন্দুতে ছেদ করেছে সেই বিন্দুগুলিকে দাগ দিয়ে চিহ্নিত করা হল। প্রতিটি ছেদবিন্দুর সঙ্গে সমোন্নতি রেখাগুলির উচ্চতা লিখে নেওয়া বাঞ্ছনীয়। (চিত্র নং 1)



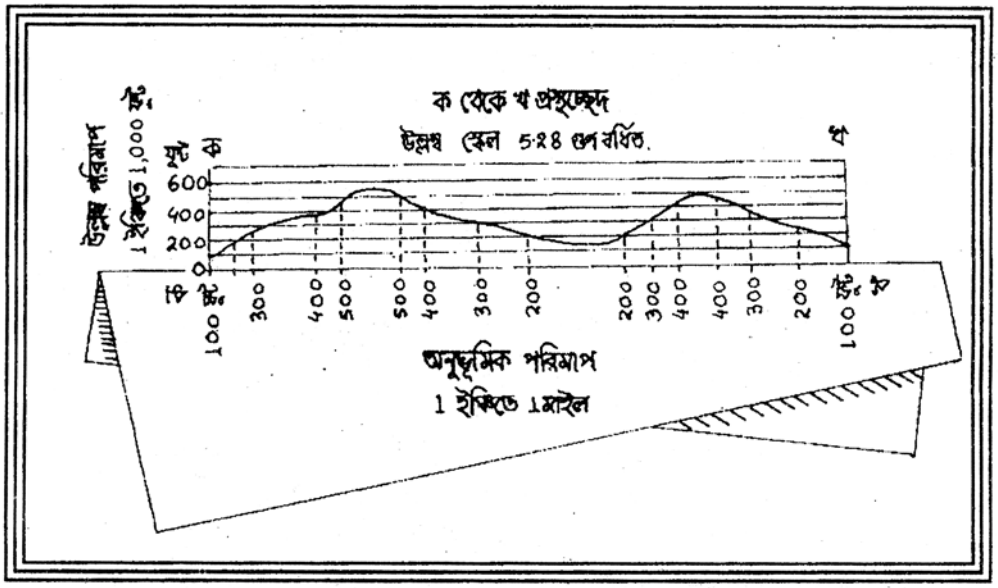
চিত্র : 1

3. এবার ক-খ রেখা বরাবর চিহ্নিত ছেদবিন্দুগুলি গ্রাফ কাগজ বা সাদা কাগজে টানা কখ রেখার উপর বসানো হল।

4. প্রতিটি ছেদবিন্দুর উচ্চতা নির্ধারিত উলম্ব স্কেল অনুযায়ী বসানো হল। উচ্চতাসূচক বিন্দুটি বসানোর সময় লক্ষ্য রাখতে হবে যাতে সেটি কখ রেখায় অঙ্কিত ছেদবিন্দুর ঠিক উপরে। অর্থাৎ, লম্বভাবে থকে। এই উচ্চতাসূচক বিন্দুগুলি থেকে কখ রেখা পর্যন্ত একটি লম্বরেখা টানা যেতে পারে।

5. এবার প্রাপ্ত বিন্দুগুলি একটি সূক্ষ্ম সুষমরেখাদ্বারা যুক্ত করলে যে চিত্রটি পাওয়া যাবে তাকেই পরিলেখ বলা হয়।

6. অঙ্কণের পর যথার্থভাবে অনুভূমিক স্কেল উলম্ব স্কেল ও উলম্ব বৃদ্ধি ও অন্যান্য তথ্যাদি প্রয়োজন অনুসারে উল্লেখ করতে হবে। (চিত্র নং 2)



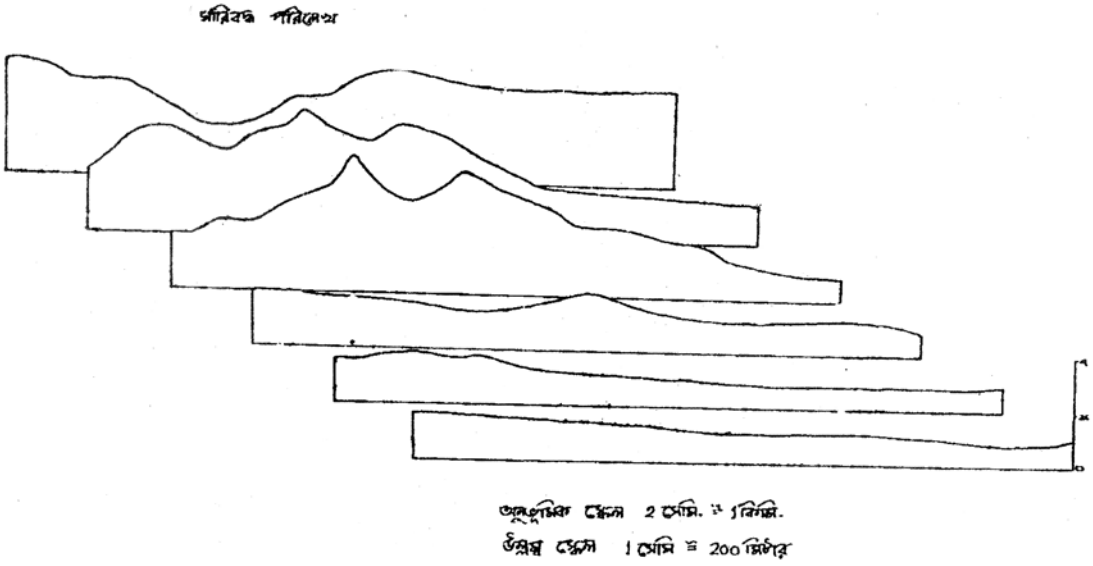
চিত্র : 2

ঠিক একই পদ্ধতি অবলম্বন করে স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র থেকে পরিলেখ অঙ্কণ করা সম্ভব। স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র থেকে পরিলেখ অঙ্কণের সময় স্থান নির্বাচন ও ভিত্তিরেখাটির সঠিক অবস্থান সম্পর্কে যত্নবান হতে হবে। অবশ্যই এমন অঞ্চল পরিলেখ অঙ্কণের জন্য নির্বাচিত করতে হবে যেটি সমগ্র অঞ্চলের প্রতিভূ হিসেবে বিবেচিত হতে পারে এবং অঙ্কিত ভিত্তিরেখাসমূহকে অবশ্যই ভূগঠনের সঙ্গে আড়াআড়ি হতে হবে। পরিলেখ বিভিন্ন ধরনের হতে পারে যেমন সারিবদ্ধ পরিলেখ (Serial Profiles), অধ্যারোপিত পরিলেখ (Super imposed Profile), বিমিশ্র পরিলেখ (Composite Profile) ও অভিক্ষিপ্ত পরিলেখ (Projected Profile)। নিম্নে এই পরিলেখগুলি সম্পর্কে ও তাদের অঙ্কণ পদ্ধতি আলোচনা করা হল।

9.3.2 সারিবদ্ধ পরিলেখ (Serial Profile) ঃ

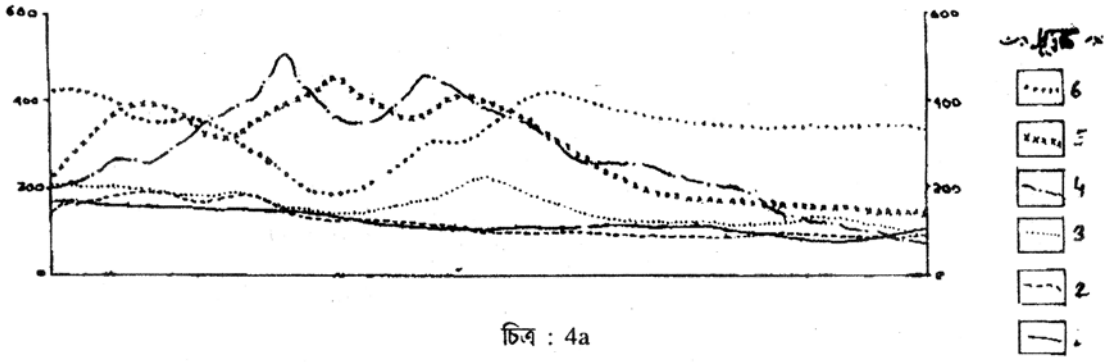
পরিলেখ কোন একটি বিশেষ রেখা (ভিত্তিরেখা) বরাবর ভূমিরূপকে পরিস্ফুট করে তোলে। কিন্তু কোন একটি বিশেষ অঞ্চলের ভূমিরূপকে পরিস্ফুট করে তোলার জন্য একটিমাত্র পরিলেখ যথেষ্ট নয় সেখানে সারিবদ্ধ পরিলেখ অঙ্কণ করা হয়। স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রে নির্বাচিত অঞ্চলটির উপর সমদূরত্বে পর পর বেশ কয়েকটি ভিত্তিরেখা (Baseline) অঙ্কণ করতে হবে। পূর্বোক্ত পদ্ধতি অবলম্বন করে ঐ ভিত্তিরেখাগুলি বরাবর পরিলেখ অঙ্কণ করতে হবে। পরিলেখগুলি একই উলম্ব স্কেল অনুযায়ী একটি কাগজে পর পর সারিবদ্ধভাবে অঙ্কণ করতে হবে। অঙ্কণ করার সময় লক্ষ্য রাখতে হবে যাতে মানচিত্রে অঙ্কিত ভিত্তিরেখার সারিটি রক্ষিত হয়। অর্থাৎ মানচিত্রে যদি দক্ষিণ থেকে উত্তরে পর পর ভিত্তিরেখাগুলি অঙ্কিত হয় তাহলে সারিবদ্ধ পরিলেখেও অনুরূপভাবে পরিলেখগুলি সজ্জিত হবে। এইরূপ সারিবদ্ধ পরিলেখ বিভিন্ন ধরনের ভূমিরূপ পরিস্ফুট করে তুলতে উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। যেমন, মালভূমির প্রান্তভাগ, নদী উপত্যকার আকৃতি, অভিক্ষিপ্ত স্পার ইত্যাদি। ভারত

চিত্র : ৩



9.3.3 অধ্যারোপিত পরিলেখ (Superimposed profile) ঃ

কোন একটি অঞ্চলের ভূমিরূপ সম্পর্কে যথার্থ ধারণা করার জন্য অধ্যারোপিত পরিলেখ একটি বিশেষ সাহায্যকারী পদ্ধতি হিসাবে ব্যবহৃত হয়। এই পদ্ধতিতে একটি বিশেষ অঞ্চলের উপর দিয়ে সমদূরত্বে টানা পরিলেখগুলির মধ্যে পারস্পরিক তুলনা বা সম্পর্ক নির্ধারণ করা হয়। এই সম্পর্ক নির্ধারণের জন্য সমদূরত্বে অঙ্কিত পরিলেখগুলিকে ভিন্ন ভিন্ন ভিত্তিরেখার বদলে একটিমাত্র ভিত্তিরেখার উপর অঙ্কণ করতে হবে, যাতে অঙ্কণের পর মনে হয় একটি পরিলেখের উপর অপরটি এবং তার উপর অন্যটি আরোপিত হয়েছে। (চিত্র ঃ 4a) যদি

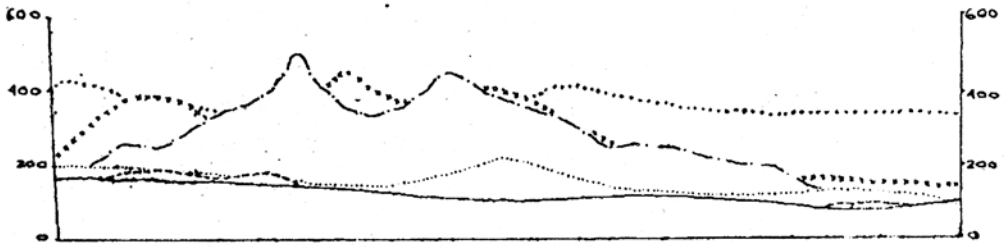


চিত্র : 4a

অঞ্চলটির ভূমিরূপগত সাদৃশ্য থাকে তাহলে অধ্যারোপিত পরিলেখ থেকে যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাদি পাওয়া যেতে পারে। যেমন—সমোর শিখরতল (accordantsumit levels), ক্ষয়প্রাপ্ত সমপ্রায় অধিত্যকা (erosional platform) প্রভৃতি। এইরূপ পরিলেখের সাহায্যে কোন সমধর্মী ভূমিভাগ চিহ্নিত করা সহজ। কিন্তু যদি ভূমিভাগ সমধর্মী না হয় এবং সেখানে কোন সমোচ্চ শিখরতল না থাকে তাহলে বিমিশ্র পরিলেখ একটি গোলমেলে ধারণার সৃষ্টি করে এবং তা থেকে ভূমিরূপ সম্পর্কে কোনই ধারণা করা সম্ভব নয়।

9.3.4 বিমিশ্র বা একীকৃত পরিলেখ (Composite Profile) ঃ

কোন একটি অঞ্চল থেকে দূরবর্তী দিগন্তকে (Skyline) যেমন দেখা যায় বিমিশ্র বা একীকৃত পরিলেখে তা দেখানো হয়। অর্থাৎ, এক্ষেত্রে বিভিন্ন পরিলেখের কেবলমাত্র উচ্চতম অংশটি যেটি দিগন্তরেখা তৈরী করছে সেটি নেওয়া হয়। বিমিশ্র পরিলেখ অঙ্কণ করার দুটি পদ্ধতি আছে। প্রথম এবং একটু দীর্ঘায়ত পদ্ধতিটি হল এক সারি সারিবদ্ধ পরিলেখ অঙ্কণ করে ঐ পরিলেখগুলির সাহায্যে একটি অধ্যারোপিত পরিলেখ অঙ্কণ করতে হবে। তারপর অধ্যারোপিত পরিলেখটির সর্বোচ্চ অংশগুলিকে নিয়ে বিমিশ্র পরিলেখটি অঙ্কণ করতে হবে। (চিত্র ঃ 4b)



চিত্র : 4b

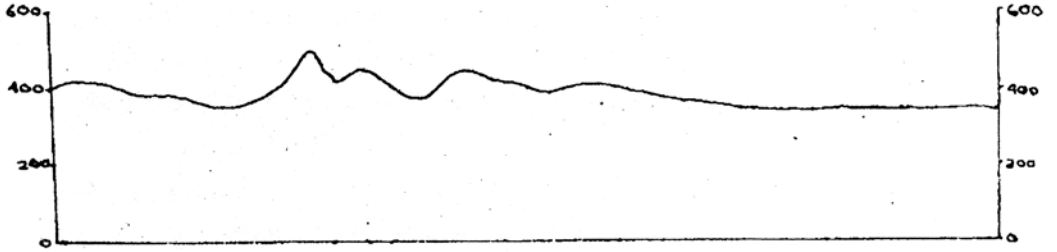
কিন্তু এই পদ্ধতি সময়সাপেক্ষ। আমরা যদি কোন অঞ্চলের শুধুমাত্র বিমিশ্র পরিলেখ অঙ্কণ করতে চাই তাহলে কোন অঞ্চলের ভূগঠনের সঙ্গে আড়াআড়িভাবে কতগুলি পরস্পর সমান্তরাল ভিত্তিরেখা নেওয়া হল। এবার এক টুকরো কাগজ একদম বাইরের সমান্তরাল ভিত্তিরেখার উপর সোজা করে বসিয়ে একটি সেট স্কোয়ার ঐ রেখাটি বরাবর ধীরে ধীরে সরিয়ে প্রত্যেকটি ভিত্তিরেখার উচ্চতম বিন্দুগুলি চিহ্নিত করে তার পাশে উচ্চতাটা লিখে নিতে হবে। এবার উচ্চতম বিন্দুগুলি একটিমাত্র ভিত্তিরেখার উপর বসালেই বিমিশ্র পরিলেখ পাওয়া যাবে।

কোন একটি অঞ্চলের উপর পর পর কতগুলি বিমিশ্র পরিলেখ অঙ্কণ করে তাদের মধ্যে পারস্পরিক তুলনা করা যেতে পারে। কোন একটি অঞ্চলকে কতগুলি অংশে বিভক্ত করে প্রত্যেকটির জন্য একটি করে বিমিশ্র পরিলেখ অঙ্কণ করা যেতে পারে। তারপর ঐ বিমিশ্র পরিলেখ অনুসারে কতগুলি কার্ডবোর্ড কেটে নিলে ঐ অঞ্চলের ভূমিরূপের একটি মডেল প্রস্তুত করা যেতে পারে।

9.3.5 অভিক্ষিপ্ত পরিলেখ (Projected Profile) ঃ

অভিক্ষিপ্ত পরিলেখ প্রকৃতপক্ষে অধ্যারোপিত পরিলেখের অন্যরূপ। এখানে শুধুমাত্র পরিলেখগুলির সেই অংশ অঙ্কণ করা হয় যা দেখতে পাওয়া যায় অর্থাৎ কোন মধ্যবর্তী উচ্চ ভূভাগ দ্বারা পরিলেখগুলি দৃশ্যতঃ বাধাপ্রাপ্ত না হয়। ফলে এর সাহায্যে পারিপার্শ্বের একটি সামগ্রিক ও অবাধ দৃশ্য পাওয়া যায়। (চিত্র ঃ 4C)

বিমিশ্র পরিলেখ



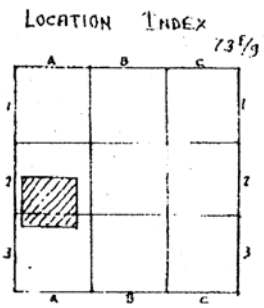
চিত্র : 4c

এখানে একটি কথা উল্লেখ করা প্রয়োজন যে স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র পাঠ করার সময় ভূমিরূপ সংক্রান্ত সঠিক ধারণা লাভের জন্য এই সকল পরিলেখ অঙ্কণ করা হয়। সাধারণতঃ একটি নির্বাচিত অংশের সারিবদ্ধ পরিলেখ, অধ্যারোপিত পরিলেখ, বিমিশ্র পরিলেখ ও অভিক্ষিপ্ত পরিলেখ অঙ্কণ করা হয়। এইভাবে অঙ্কিত পরিলেখসমূহ একটি অঞ্চলের ভূমিরূপ ও ভূমিদৃশ্য সম্পর্কে সঠিক ও প্রয়োজনীয় ধারণা লাভে সাহায্য করে।

9.4 আপেক্ষিক ভূমিরূপ (Relative Relief)

স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র থেকে ভূমিরূপ গঠনের ক্ষেত্রে আপেক্ষিক **ভূমিরূপ** (Relative Relief) উল্লেখযোগ্য ভূমিরূপ গ্রহণ করে। সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন ভূমিরূপের পার্থক্যের মাধ্যমে প্রাপ্ত ভূমিরূপের বিস্তার (amplitude) নির্ধারণ করা হয়। জি. এইচ্. স্মিথ প্রথম ভূমিরূপ বিশ্লেষণে আপেক্ষিক ভূমিরূপের ব্যবহার করেন এবং পরবর্তীকালে বহু ভূমিরূপবিদ্ এই পদ্ধতির সফল ব্যবহার করেন।

9.4.1 আপেক্ষিক ভূমিরূপ নির্ণয়ের পদ্ধতি প্রয়োজনীয়তা ঃ একটি স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্র বা Topo map নেওয়া হল। ঐ মানচিত্রে নির্বাচিত অংশের উপর কতগুলি সমান আকৃতির বর্গাকার গ্রীড কাটা হল। এই গ্রীডগুলি যে কোন মাপেরই নেওয়া যেতে পারে। তবে অবশ্যই গ্রীডের আকৃতি যত ছোট হবে ততই সূক্ষ্ম এবং পুঙ্খানুপুঙ্খ বিশ্লেষণ সম্ভব হবে। সাধারণতঃ টোপো মানচিত্রে 1 sq. km. বা 1 sq. mile আকৃতির বর্গাকার গ্রীড অঙ্কণ করা হয়। এবার প্রত্যেকটি গ্রীডের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন উচ্চতা স্থির করে তাদের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ করা হয়। সমোন্নতি রেখার মান দেখে এটি নির্ণয় করা হয়। অর্থাৎ একটি গ্রীডের মধ্য থেকে যতগুলি সমোন্নতি রেখা গিয়েছে তার সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্নটির মান নেওয়া হয়। একটি সারণীর মধ্যে প্রাপ্ত মানগুলি লিপিবদ্ধ করা যেতে পারে। তারপর এক টুকরো কাগজে অনুভূমিক স্কেল ঠিক রেখে বা বড় করে গ্রীডগুলির মান বসিয়ে নিয়ে সমমানরেখা আঁকা হয়। এই সমমান রেখাগুলি অঞ্চলটিকে কতগুলি অঞ্চলে ভাগ করে যেখানকার **আপেক্ষিক ভূমিরূপ** একই।



চিত্র : 5

এখানে উদাহরণস্বরূপ $73\frac{E}{9}$ টোপো মানচিত্রের একটি অংশের (চিত্র ঃ 5) **আপেক্ষিক ভূমিরূপ** দেখানো হয়েছে এবং চিত্রটি (চিত্র ঃ 6) লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে যে অঞ্চলের ভূপ্রকৃতি অসমতল ও উচ্চ সেখানকার **আপেক্ষিক ভূমিরূপ** অধিক এবং যেখানকার ভূমিরূপ নিম্ন বা সমপ্রায় সেখানকার আপেক্ষিক ভূমিরূপ অল্পমান যুক্ত। অতএব আপেক্ষিক ভূমিরূপের পাঠ থেকে আমরা কোন অঞ্চলের ভূপ্রকৃতি সম্পর্কে ধারণা করতে পারি। তবে এই পদ্ধতির একটাই অসুবিধা হল এই যে, এই পদ্ধতিতে প্রাপ্ত সর্বোচ্চ উচ্চতা ও সর্বনিম্ন উচ্চতা কখনো একটি গ্রীডের দু'প্রান্তে হতে পারে। অর্থাৎ তাদের মধ্যে দূরত্ব সর্বাধিক হতে পারে; আবার যদি ভৃগু (Cliff) হয় তাহলে সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন উচ্চতার মধ্যে দূরত্ব লাও থাকতে পারে। এই বিষয়টি বিশ্লেষণের কোন জায়গা এই পদ্ধতিতে নেই।

কোন একটি অববাহিকা অঞ্চলের **আপেক্ষিক ভূমিরূপ** চিত্র করে অববাহিকার মোট আয়তন ও বিভিন্ন শ্রেণীর আপেক্ষিক ভূমিরূপের অন্তর্গত অঞ্চলের আয়তন নির্ণয় করে শতকরা হিসেবের সাহায্যে বের করা যেতে পারে প্রতিটি শ্রেণীর গুরুত্ব।

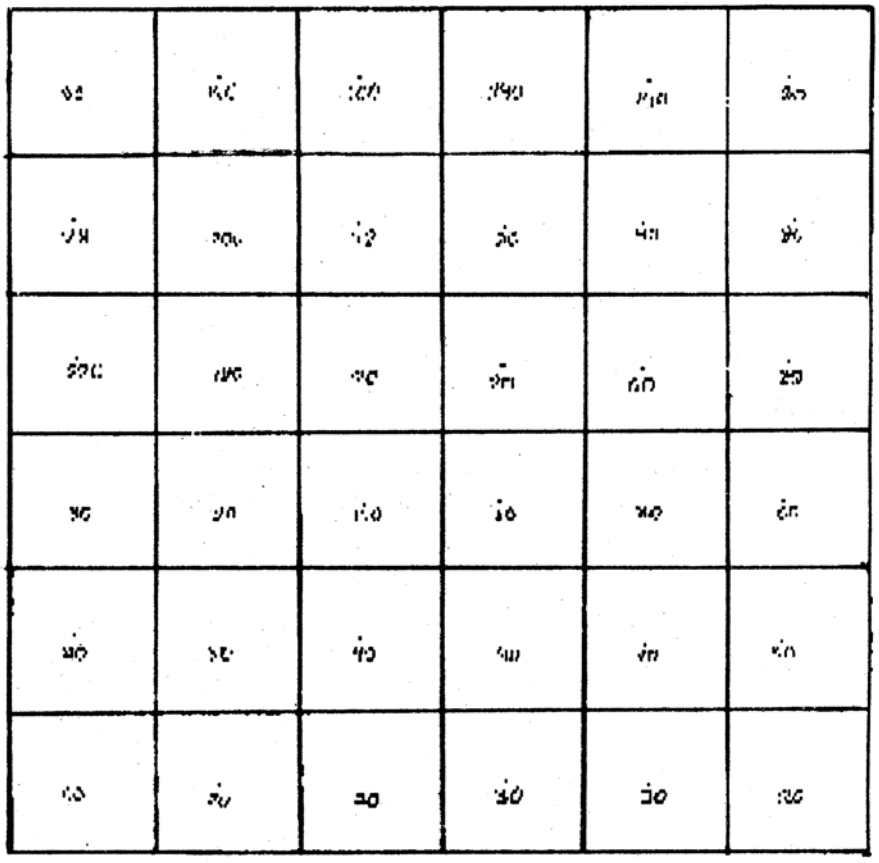
9.5 ব্যবচ্ছেদনের সূচক (Dissection Index)

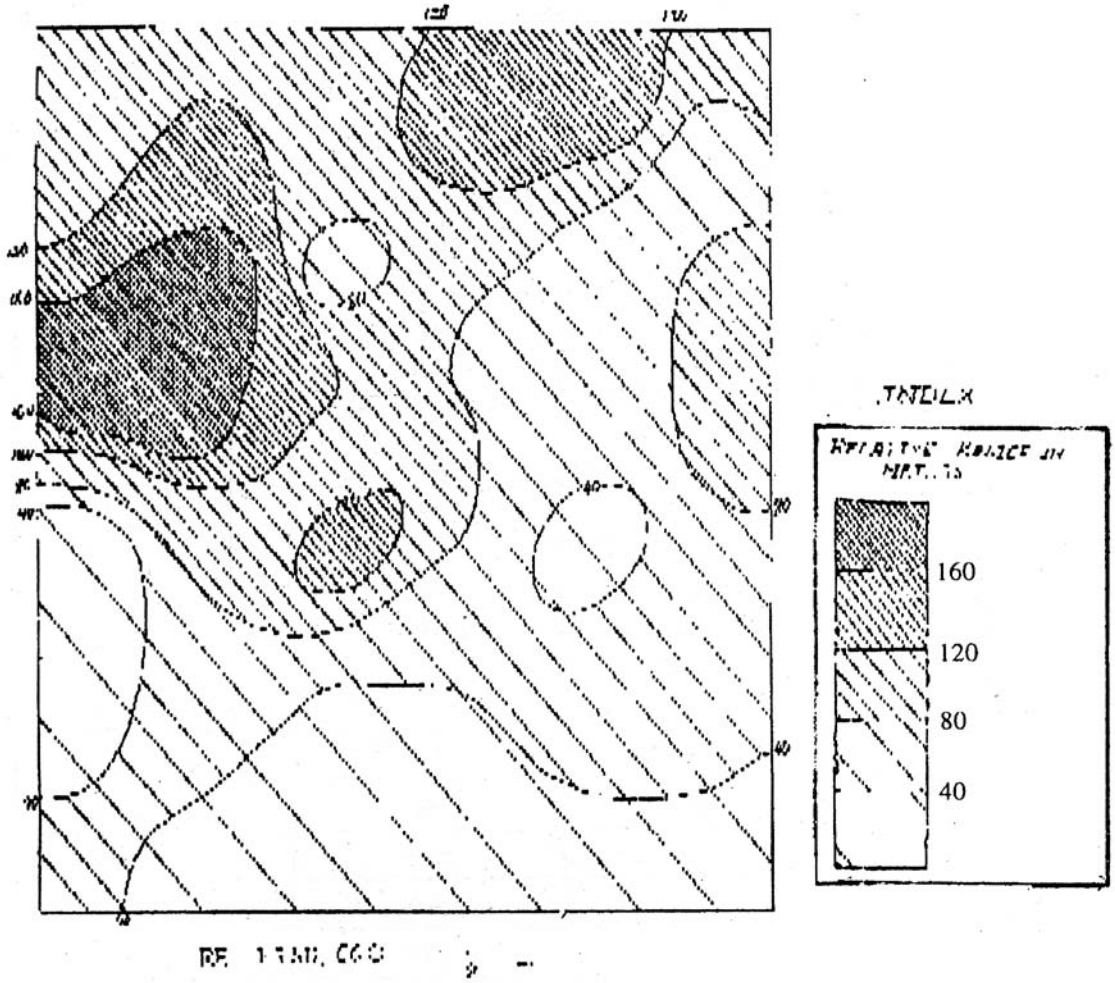
কোন অঞ্চলের ভূমিরূপের পঠন, পাঠন ও বিশ্লেষণে ব্যবচ্ছেদনের সূচক বা dissection index একটি উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। আপেক্ষিক ভূমিরূপ ও সর্বোচ্চ ভূমিরূপের হারকেই বলা হয় ব্যবচ্ছেদনের সূচক। যদিও ব্যবচ্ছেদনের সূচক নির্ণয়ের বিভিন্ন পদ্ধতি বিভিন্ন ভূমিরূপবিদ্‌গণ রেখেছেন তার মধ্যে সর্বাধিক প্রচলিত ডোভ নির (Dov Nir, 1957) কর্তৃক প্রচলিত পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে ব্যবচ্ছেদনের সূচক বার করার সূত্রটি হল—

$$DI = \frac{R_R}{A_R}$$

যেখানে R_R হচ্ছে **আপেক্ষিক ভূমিরূপ** আর A_R হচ্ছে চরম বা **সর্বোচ্চ ভূমিরূপ**। যেহেতু **আপেক্ষিক ভূমিরূপ** (অর্থাৎ, সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন ভূমিরূপের পার্থক্য)-কে **সর্বোচ্চ ভূমিরূপ** দিয়ে ভাগ করা হয়। তাই ব্যবচ্ছেদনের সূচক সবসময়ই 1 এর কম হয় এবং **সর্বোচ্চ** হয় 1। 1 হওয়া তখনই সম্ভব যখন সর্বনিম্ন ভূমিরূপের মান 0 হয় ফলে **আপেক্ষিক ভূমিরূপ** ও চরম বা **সর্বোচ্চ ভূমিরূপের** মান সমান হয়।

আপেক্ষিক ভূমিরূপ





চিত্র : 6

9.5.1 ব্যবচ্ছেদনের সূচক নির্ণয়ের পদ্ধতি ঃ

ব্যবচ্ছেদনের সূচক নির্ণয়ের জন্যও গ্রীড পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্রের নির্বাচিত অংশে বর্গাকার গ্রীড অঙ্কণ করে নিতে হয়। এই গ্রীডগুলি যদিও যে কোন মানেই করা সম্ভব তবুও সাধারণতঃ 1 স্কোয়ার মাইল বা 1 স্কোয়ার কিমি মাপের গ্রীডই সর্বাধিক ব্যবহৃত। এবার প্রত্যেকটি গ্রীডের সমোন্নতি রেখার মানের সাহায্যে আপেক্ষিক ভূরিূপ ও চরম ভূমিরূপ নির্ণয় করে সূত্রানুসারে ব্যবচ্ছেদনের সূচক নির্ণয় করে একটি সারণীতে লিপিবদ্ধ করা হল (সারণী-1)। এক টুকরো কাগজে গ্রীড অঙ্কণ করে প্রত্যেকটি গ্রীডের মধ্যবিন্দুর পরিপ্রেক্ষিতে সূচকটি লিখে নিয়ে সমমান রেখা টানা হল (চিত্র ঃ 7a, b)। চিত্র সাধারণতঃ পাঁচটি শ্রেণী নির্ণয় করা হয়। ব্যবচ্ছেদনের সূচক অত্যন্ত কম (very low) 0-0.1-এর মধ্যে, কম (low) 0.1-0.2-এর মধ্যে, মধ্যম (Moderate) 0.2-0.3-এর মধ্যে, বেশী (High) 0.3-0.4-এর মধ্যে এবং অত্যন্ত বেশী (very high) > 0.4।

সারণি-1

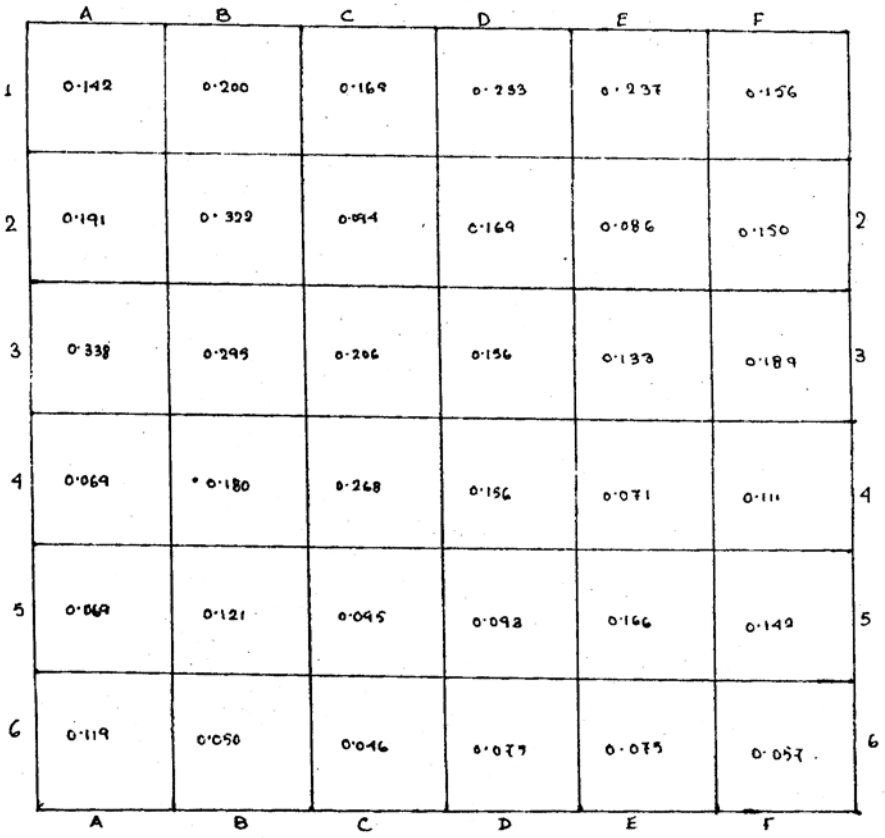
ব্যবচ্ছেদিকরণের সূচক

(Dissection Index)

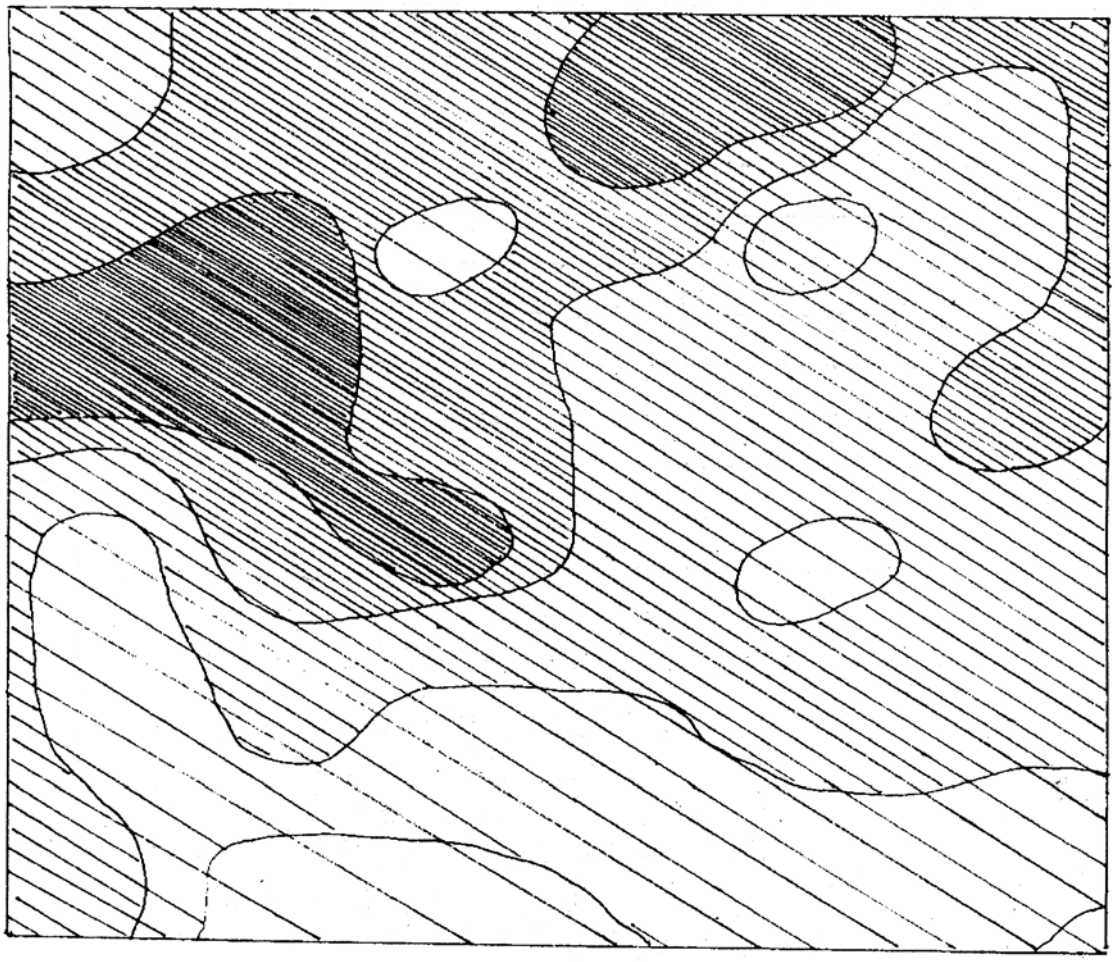
গ্রীড সংখ্যা	আপেক্ষিক ভূমিরূপ	চরম বা সর্বোচ্চ ভূমিরূপ	ব্যবচ্ছেদিকরণের হার
A_1	90	630	0.142
A_2	128	668	0.191
A_3	220	650	0.338
A_4	30	430	0.069
A_5	30	430	0.069
A_6	50	420	0.119
B_1	120	600	0.200
B_2	200	620	0.322
B_3	180	610	0.295
B_4	90	500	0.180
B_5	50	410	0.121
B_6	20	400	0.050
C_1	100	590	0.169
C_2	52	552	0.094
C_3	120	580	0.206
C_4	150	558	0.268
C_5	40	420	0.095
C_6	20	430	0.046
D_1	140	600	0.233
D_2	90	530	0.169
D_3	80	510	0.156
D_4	80	510	0.156
D_5	40	430	0.093
D_6	30	400	0.075
E_1	140	590	0.237
E_2	40	460	0.086

গ্রীড সংখ্যা	আপেক্ষিক ভূমিরূপ	চরম বা সর্বোচ্চ ভূমিরূপ	ব্যবচ্ছেদিকরণের হার
E_3	60	450	0.133
E_4	30	420	0.071
E_5	70	420	0.166
E_6	30	400	0.075
F_1	80	510	0.156
F_2	80	530	0.150
F_3	89	469	0.189
F_4	50	450	0.111
F_5	50	350	0.142
F_6	20	350	0.057

ব্যবচ্ছেদনের সূচক



চিত্র : 7a



চিত্র : 7b

9.5.2 ব্যবচ্ছেদনের সূচকের প্রয়োজনীয়তা ঃ

পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে ভূমিরূপের পঠন-পাঠনে ব্যবচ্ছেদনের সূচক উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। সাধারণবাবে ভূমিরূপের বন্ধুরতা সম্পর্কে সুস্পষ্ট ধারণা লাভ করা যায় এই সূচকের সাহায্যে। ব্যবচ্ছেদনের সূচক যদি নিম্ন হয় তাহলেই বুঝতে হবে ভূমিরূপের বন্ধুরতা কম এবং সূচক যদি বেশী হয় তাহলে বন্ধুরতা বেশী। একটা ভূমিরূপ ক্ষয়চক্রের কোন পর্যায়ে আছে তাও বুঝতে পারা যায় এই ব্যবচ্ছেদনের সূচকের সাহায্যে। সাধারণতঃ 0.1-

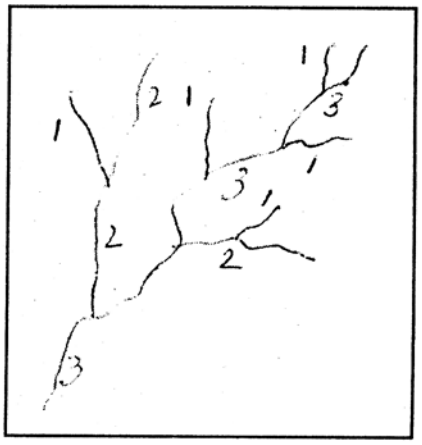
এর কম সূচক ক্ষয়চক্রের বার্ধক্য অবস্থা, 0.1 থেকে 0.3 সূচক ক্ষয়চক্রের প্রবীন অবস্থা এবং 0.3-এর অধিক সূচক ক্ষয়চক্রের যৌবন অবস্থাকে নির্দেশিত করে।

9.6 নদীর ক্রমবিন্যাস (Stream Order)

"Stream Order is defined as a measure of the position of a stream in the hierarchy of tributaries." (L. B. Leopold , M. G. Wobman and J. P. Miller (1969). কোন একটি নদী অববাহিকার নদী ও উপনদীসমূহকে একটি ক্রমানুসারে সজ্জিত করাকেই নদীর ক্রমবিন্যাস বলা হয়। নদী অববাহিকা পর্যালোচনায় এটি উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। নদীর ক্রমবিন্যাসের বিভিন্ন পদ্ধতি আছে। এই পদ্ধতিগুলি সর্বজনগ্রাহ্য এবং বহুল ব্যবহৃত। নিম্নে পদ্ধতিগুলি আলোচনা করা হল।

9.6.1 হর্টনের নদীর ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি (Horton's Scheme of Stream Ordering) ঃ

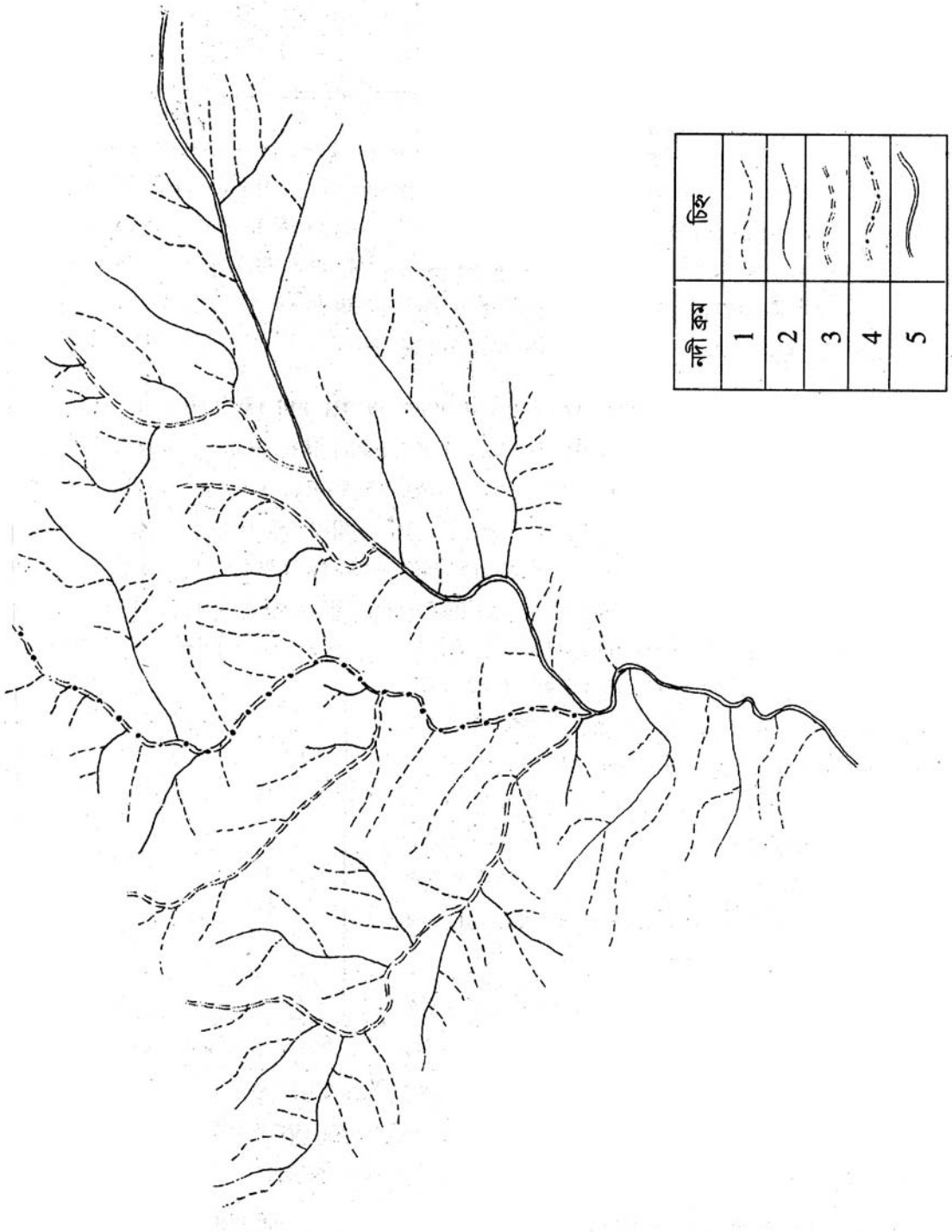
আর. ই. হর্টন (R. E. Horton) একজন আমেরিকান ইঞ্জিনিয়ার। তিনি 1932 ও 1945 খ্রীস্টাব্দে নদীর ক্রমবিন্যাসের একটি পদ্ধতি প্রচলন করেন। এই পদ্ধতিতে প্রথম ক্রমের নদী (1st order stream)। সেগুলিকে বলা হয় যেগুলির কোন উপনদী চাই। দ্বিতীয় ক্রমের নদী হল সেগুলি যারা উপনদী হিসেবে প্রথম ক্রমের নদীগুলিকে পাচ্ছে। অর্থাৎ দু'টি প্রথম ক্রমের নদী মিলিত তৈরী করছে একটি দ্বিতীয় ক্রমের নদী (2nd order stream)। দ্বিতীয় ক্রমের নদীটি চিহ্নিত করার পর একে মস্তকের দিকে বর্ধিত করতে হবে এবং প্রথম ক্রমের নদী দুটির মধ্যে যদি দীর্ঘতম তার উৎস পর্যন্ত এটিকে বর্ধিত করা হবে। আবার দুটি দ্বিতীয় ক্রমের নদী মিলিত হয়ে তৈরী করবে একটি তৃতীয় ক্রমের নদী (3rd order stream এবং এই তৃতীয় ক্রমের নদীটিকেও মস্তকের দিকে বর্ধিত করে দীর্ঘতম দ্বিতীয় ক্রমের নদীর উৎস পর্যন্ত নিয়ে যাওয়া হবে। (চিত্র ঃ 8) এই তৃতীয় ক্রমের নদী উপনদী হিসেবে দ্বিতীয় ও প্রথম ক্রমের নদী পাবে। এই প্রক্রিয়ায় ক্রমিক সংখ্যা বসানো চলতে থাকবে যতক্ষণ পর্যন্ত অববাহিকার দীর্ঘতম নদীটি সর্বাপেক্ষা উচ্চ ক্রমে (highest order) স্থাপিত হচ্ছে।



চিত্র 8 : হর্টনের নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি

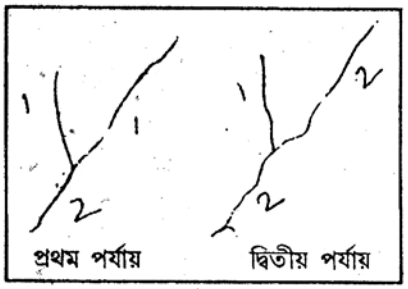
উদাহরণ হিসেবে এখানে ভারতীয় জরিপ বিভাগ কর্তৃক প্রকাশিত $73\frac{E}{9}$ স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রের অন্তর্গত একটি নদী অববাহিকার হর্টনের পদ্ধতি অনুসারে ক্রমবিন্যাস করা হয়েছে (চিত্র ঃ 9)। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে ≃ চিহ্নটি যেটা সর্বোচ্চক্রম দেখাচ্ছে সেটি অববাহিকার দীর্ঘতম নদী। এই পঞ্চম ক্রমের নদীটি (5th order stream) যথাক্রমে চতুর্থ, তৃতীয়, দ্বিতীয় ও প্রথম ক্রমের নদী উপনদী হিসেবে পেয়েছে।

হর্টনের পদ্ধতিটি যদিও বহুল ব্যবহৃত তবুও একথা উল্লেখ করা প্রয়োজন যে পদ্ধতিটি একটু জটিল ও সময় সাপেক্ষ। কারণ এখানে প্রকৃতপক্ষে দুবার ক্রমবিন্যাস করতে হচ্ছে। প্রথম পর্যায়ে প্রথম ক্রমের নদী, দ্বিতীয় ক্রমের



চিত্র 9 : নদীর ক্রমবিন্যাস (হর্টনের পদ্ধতি অনুসারে)

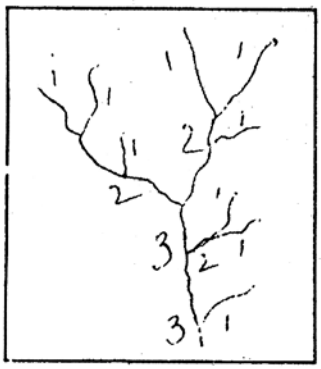
নদী, তৃতীয় ক্রমের নদী ইত্যাদি চিহ্নিত করার পর পরবর্তী পর্যায়ে দৈর্ঘ্য অনুসারে দ্বিতীয়, তৃতীয়, চতুর্থ....ইত্যাদি বিভিন্ন ক্রমের নদীগুলি মস্তকের দিকে বর্ধিত করতে হচ্ছে। (চিত্র 10) এই পুনঃশ্রেণীবিভাগকরণ ও পুনঃগণনা হর্টনের পদ্ধতির একটি অসুবিধা। যেখানে দুটি নদীর দৈর্ঘ্য প্রায় এক সেখানে যে কোন একটির উৎস পর্যন্ত বর্ধিত করা চলে। অর্থাৎ যেখানে দুটি প্রথম ক্রমের নদীর দৈর্ঘ্যর পার্থক্য প্রায় নেই বললেই চলে সেখানে দ্বিতীয় ক্রমের নদীটি মস্তকের দিকে বর্ধিত করার সময় যে কোন একটি উৎস পযন্ত বর্ধিত করলেই চলবে। ফলে একই দৈর্ঘ্য ও বৈশিষ্ট্যযুক্ত দুটি নদী অনেক সময় ভিন্ন ক্রম পর্যায়ভুক্ত হয়ে পড়ে।



চিত্র 10 :

9.6.2 স্ট্রলার কৃত নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি (Strahler's Scheme of Stream Ordering) ঃ

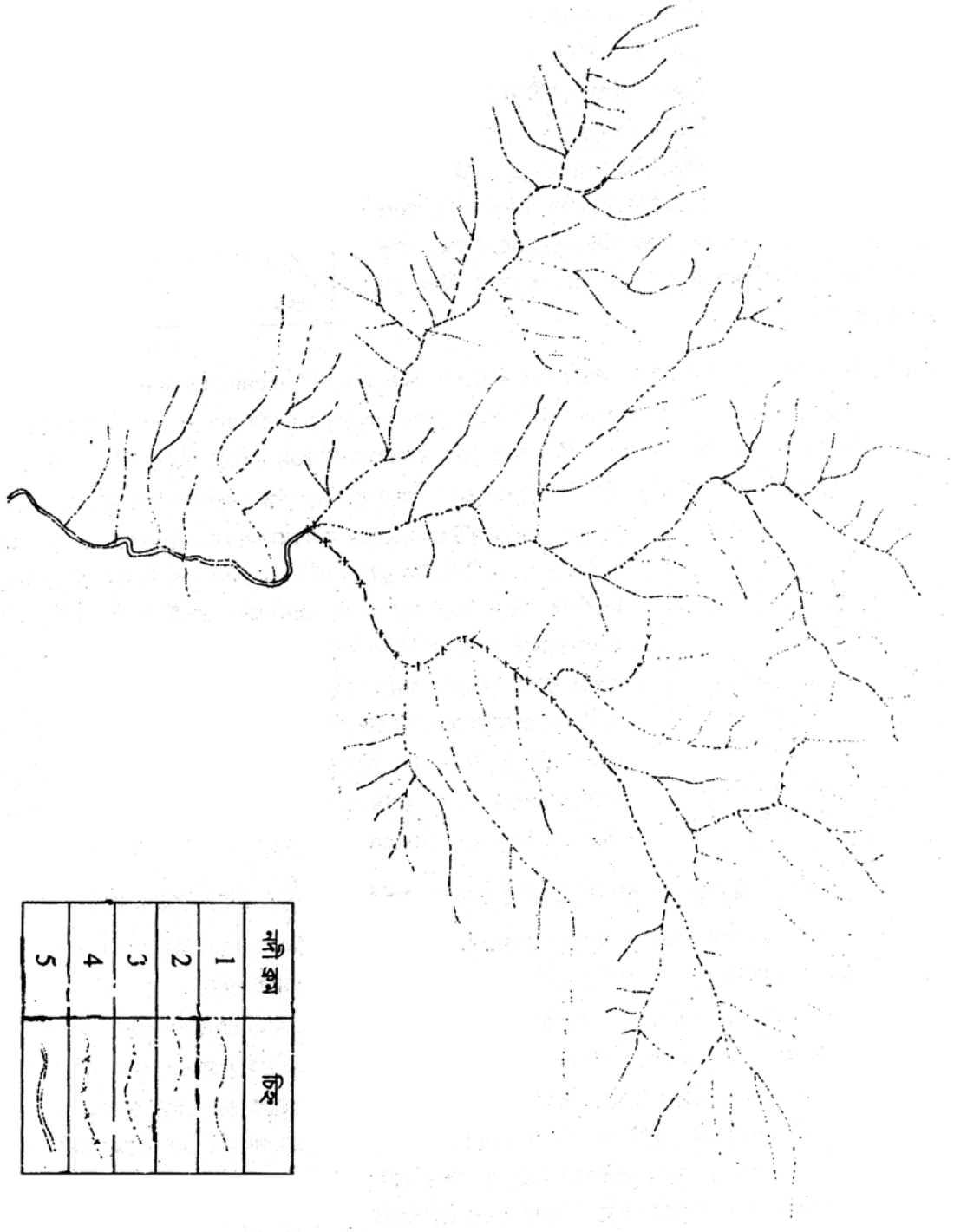
এ. এন. স্ট্রলার (1952, 1953, 1957) নদী ক্রমবিন্যাসের এক নতুন পদ্ধতি ব্যবহার করেন। এই পদ্ধতিতে স্ট্রলার হর্টনকৃত ক্রমবিন্যাসের পর প্রত্যেকটি নদীকে তার নিম্নক্রমের দীর্ঘতম নদীটির উৎস পর্যন্ত বর্ধিত করার রীতিটি ত্যাগ করেন। এছাড়া ক্রমবিন্যাসের পদ্ধতিটি মোটামুটিভাবে হর্টনের অনুরূপ। এখানে দুটি প্রথম ক্রমের নদী (অর্থাৎ যে নদীর কোন উপনীদ নেই) সংযুক্ত হয়ে একটি দ্বিতীয় ক্রমের নদী সৃষ্টি করে এবং দ্বিতীয় ক্রমের নদীটি নিম্নদিকে চলতে থাকে যতক্ষণ না পর্যন্ত অপর একটি দ্বিতীয় ক্রমের নদীর সঙ্গে মিলিত হচ্ছে যে বিন্দুর পর থেকে শুরু হয় তৃতীয় ক্রমের নদী। এই পদ্ধতি চলতে থাকে। অর্থাৎ এই পদ্ধতিতেও একটি তৃতীয় ক্রমের নদী দ্বিতীয় ও প্রথম ক্রমের নদী উপনদী হিসেবে পেতে পারে এবং একটি চতুর্থ ক্রমের নদী তৃতীয় ক্রমের, দ্বিতীয় ক্রমের ও প্রথম ক্রমের নদী উপনদী হিসেবে পেতে পারে। (চিত্র ঃ 11) স্ট্রলারের পদ্ধতিকে সাধারণভাবে 'Stream Segment Method' বলা হয়।



চিত্র 11 : স্ট্রলার কৃত নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি

এখানে উদাহরণ হিসেবে ভারতীয় জরিপ বিভাগ কর্তৃক প্রকাশিত $73\frac{E}{9}$ স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্রের একই অববাহিকার নদী ক্রমবিন্যাস করা হয়েছে স্ট্রলারের পদ্ধতি অনুসারে (চিত্র ঃ 12)। চিত্র ঃ 2 এবং চিত্র ঃ 5-এর পারস্পরিক তুলনা করলে এই পদ্ধতি দুটির পার্থক্য ও মিল সহজেই চোখে পড়ে।

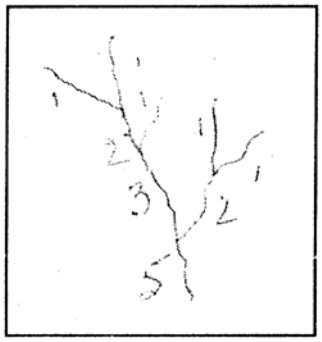
স্ট্রলারের পদ্ধতি অত্যন্ত সরল এবং সহজে প্রয়োগ করা যায়। এখানে মূল নদীটি উৎস থেকে বরাবর একই ক্রমের অন্তর্ভুক্ত হয় না যা সাধারণতঃ হর্টনের পদ্ধতিতে হয়ে থাকে। এখানে নদীর বিভিন্ন অংশ বিভিন্ন ক্রমের অন্তর্ভুক্ত হয়। তবে হর্টন ও স্ট্রলার উভয়ের পদ্ধতিতেই সর্বোচ্চ ক্রমটি একই থাকে তার কোন বদল হয় না। তবে এই পদ্ধতির একটি উল্লেখযোগ্য ত্রুটি হল এই যে কোন ক্রমের নদী যদি তার পরবর্তী উচ্চ ক্রমের নদীর সঙ্গে যুক্ত হয় তাহলে ক্রমসংখ্যার কোন পরিবর্তন ঘটে না। কিন্তু যদি একই ক্রমের নদীর সঙ্গে যুক্ত হয় তাহলে ক্রমসংখ্যার পরিবর্তন করতে সক্ষম। হর্টনের পদ্ধতিতেও এই একই ত্রুটি বিদ্যমান।



চিত্র 12 : নদীর ক্রমবিন্যাস (স্ট্রলারের পদ্ধতি অনুসারে)

9.6.3 শ্রীভকৃত নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি (Shreve's Stream Link Magnitude Method) ঃ

শ্রীভকৃত নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি সাধারণভাবে Stream Link Magnitude Method নামে পরিচিত। এই পদ্ধতিতে একটি নদী অববাহিকার সমস্ত নদীসমূহকে একটি মাত্রা (Magnitude) দেওয়া হয়। এক্ষেত্রে নদীতন্ত্রের সঙ্গে বাইরের সংযোগকারী নদীসমূহকে অর্থাৎ যে প্রবাহগুলি সমগ্র নদী গোষ্ঠীতে জল আনছে তাদের প্রথম ক্রমের নদী বলে চিহ্নিত করা হয় এবং এই নদীগুলিকে 1 মাত্রা দেওয়া হয়। পরবর্তী পর্যায়ের সমস্ত নদীকে যে ক্রমের নদী মিলিত হয়ে নদীটি সৃষ্টি হয়েছে তাদের মাত্রা যুক্ত করে যে মাত্রা পাওয়া যায় সেটি দেওয়া হয়। যেমন যদি প্রথম ক্রমের দুটি নদী যুক্ত হয় তার মাত্রা হবে 2। এরপর তার সাথে যদি একটি প্রথম ক্রমের 1 মাত্রা বিশিষ্ট নদী যুক্ত হয় তাহলে মিলন স্থলের পর থেকে নদীটির মাত্রা হবে 3। যদি দুটি দ্বিতীয় ক্রমের নদী অর্থাৎ যাদের মাত্রা 2 যুক্ত হয় তাহলে মিলিত নদীটির মাত্রা হবে 4 (চিত্র ঃ 13)। অর্থাৎ শেষ পর্যায়ে গিয়ে মূল নদীটির মাত্রা সর্বাধিক হবে এবং সেটি সকল সংযোগকারী নদীর মাত্রার সমষ্ঠি হবে। অর্থাৎ,



চিত্র 13 : শ্রীভ কৃত নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি

$T_1 + T_1 = T_2$ (T_1 = প্রথম ক্রমের নদী

$T_2 + T_1 = T_3$ T_2 = দ্বিতীয় ক্রমের নদী

$T_2 + T_2 = T_4$ T_3 = তৃতীয় ক্রমের নদী

$T_4 + T_1 = T_5$ T_4 = চতুর্থ ক্রমের নদী, T_5 = পঞ্চম ক্রমের নদী)

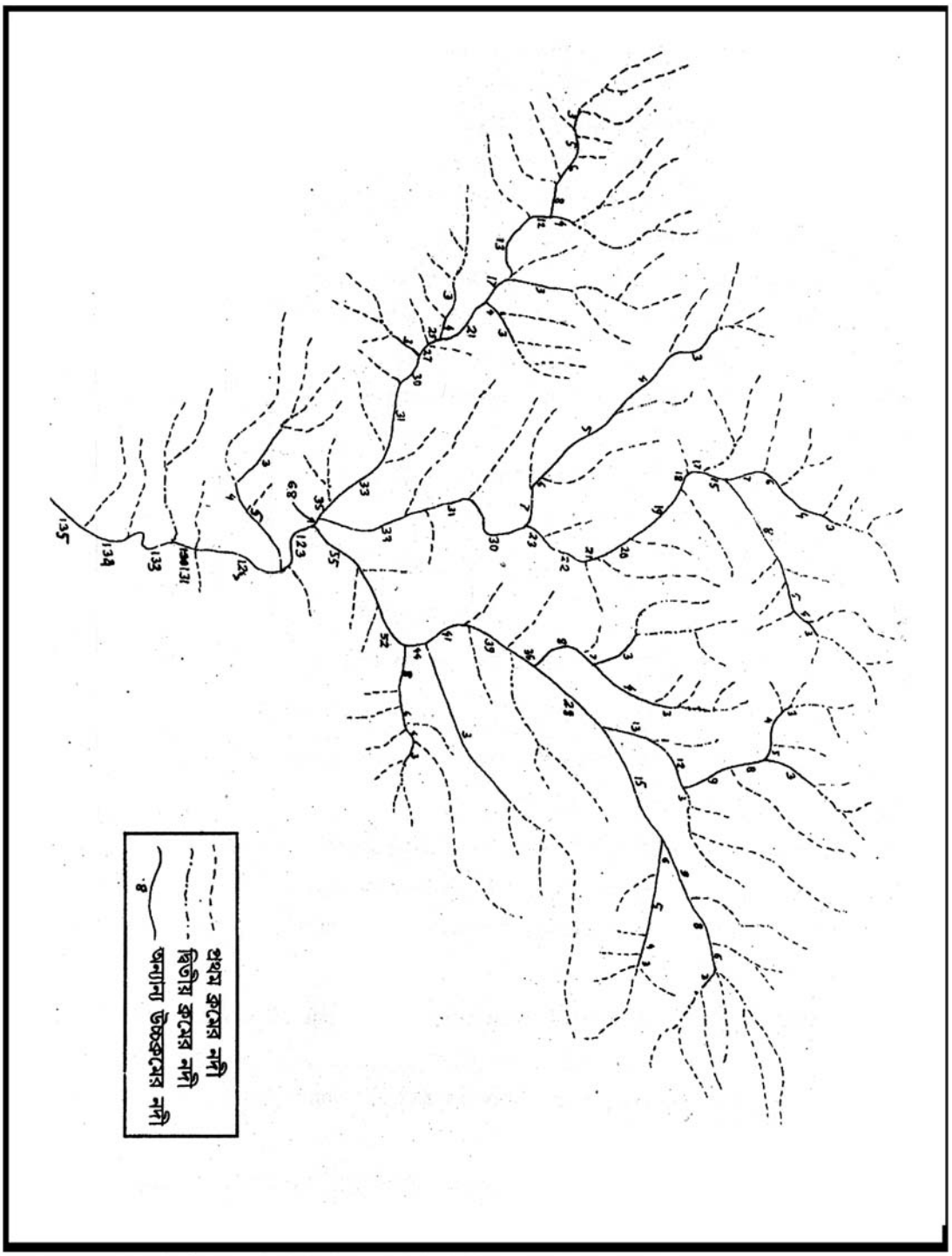
.....এইভাবে চলবে। ফলে একটি নদী গোষ্ঠীর সর্বশেষ সদস্যটির মাত্রা বেশ বেশী হয়। এবং বড় নদী গোষ্ঠী হলে এই প্রক্রিয়া প্রয়োগ করা যথেষ্ট অসুবিধাজনক।

এখানে একই নদী অববাহিকার শ্রীভের পদ্ধতি অনুসারে নদী ক্রমবিন্যাস দেখানো হয়েছে (চিত্র ঃ 14) চিত্র ঃ 2, 5 এবং 7-এর মধ্যে পারস্পরিক তুলনা করলে এই পদ্ধতির সাথে হর্টন এবং স্ট্রলারকৃত পদ্ধতির মিল ও অমিলগুলি সহজে চোখে পড়ে। হর্টন এবং স্ট্রলারে যেখানে সর্বোচ্চ নদী ক্রম হয়েছে 5 সেখানে শ্রীভকৃত পদ্ধতি অনুসারে সর্বোচ্চ নদী ক্রমের মাত্রা হয়েছে 135।

9.6.4 সেইডেগারকৃত নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি (Scheidegger's Scheme of Stream Order) ঃ

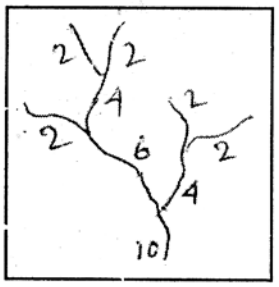
সেইডেগারকৃত নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি প্রকৃতপক্ষে দুটি পর্যায়ে বিভক্ত। এখানে প্রথম পর্যায়ে নদী ক্রম নির্ধারণ করা হয় এবং তারপর নদীরমাত্রা (Magnitude) নির্ধারণ করা হয় দ্বিতীয় পর্যায়ে। অর্থাৎ সেইডেগারের পদ্ধতিকে স্ট্রলার ও শ্রীভ এর পদ্ধতি সমন্বয় বলা যেতে পারে।

প্রথম পর্যায়ে নদীর ক্রম সংখ্যা নির্ধারণ করা হয়। এখানে প্রত্যেকটি প্রথম ক্রমের নদীকে ক্রমসংখ্যা 2 দেওয়া হয়। কারণ সেইডেগার মনে করেন যে, একটিমাত্র জলধারা একটি নদী সৃষ্টি করতে সক্ষম নয়। তাই তিনি প্রথম ক্রমের নদীর সূচকসংখ্যা 2 দিয়েছেন। দুটি প্রথম ক্রমের নদী মিলিত হয়ে সূচক সংখ্যা হবে 4। আবার এই দ্বিতীয়



চিত্র 14 : নদীর ক্রমবিন্যাস (শ্রীভের পদ্ধতি অনুসারে)

ক্রমের নদী (সূচকসংখ্যা 4)-এর সাথে যদি একটি প্রথম ক্রমের নদী যুক্ত হয় তাহলে সূচকসংখ্যা হবে 6। অর্থাৎ ক্রমিকসংখ্যা নির্ধারমের ক্ষেত্রে শ্রীভ ও সেইডেগারের পদ্ধতিগত মিল রয়েছে। (চিত্র 15)। উভয়ক্ষেত্রেই সর্বোচ্চ ক্রমসংখ্যা মূল নদীটি প্রাপ্ত হয় তবে এই সংখ্যাটি সেইডেগারের পদ্ধতি অনুসারে অত্যন্ত বেশী।



চিত্র 15 : সেইডেগার কৃত নদী ক্রমবিন্যাস পদ্ধতি

এখানে উদাহরণ হিসেবে যে চিত্রটি (চিত্র ঃ 16) সংযোজিত হয়েছে সেটি লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে যেখানে শ্রীভকৃত পদ্ধতিতে অববাহিকার মূল নদীটির সংখ্যা হয়েছে 135 সেখানে সেইডেগারকৃত পদ্ধতিতে মূল নদীটির ক্রমসংখ্যা 270।

অববাহিকাটির ক্রমবিন্যাস হয়ে গেলে পর মাত্রা (Magnitude) নির্ধারণ করা হয়। এক্ষেত্রে প্রতিটি সংযোগকারী মাত্রা নির্ধারিত হয় নিম্নলিখিত সূত্র অনুসারে ঃ $M = \log 2^{2M^1}$ যেখানে

M হচ্ছে Desired Magnitude বা কাম্যমাত্রা এবং

M^1 হচ্ছে Magnitude of Exterior Links Considered as 1 বা নদীতন্ত্রের বহির্সংযোগকারী নদীগুলির মাত্রা যা সবসময় 1 ধরা হয়। এইভাবে মাত্রা নির্ধারমের ফলে ক্রমসংখ্যা 2 হয়। 4 হয় 2, 6 হয় 2.59, 10 হয় 3.59 ইত্যাদি।

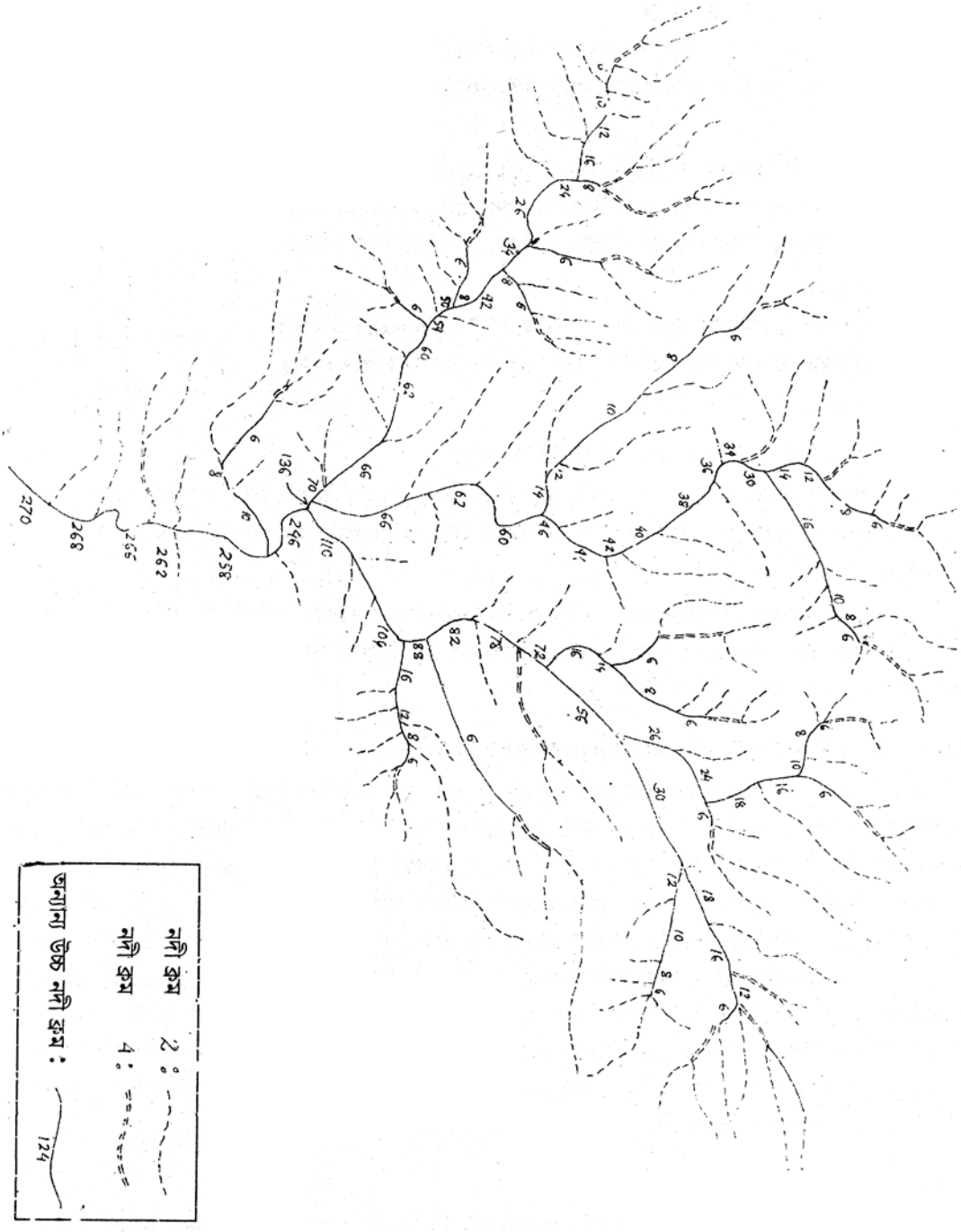
যদিও সেইডেগারকৃত পদ্ধতির সাহায্যে নদীক্রম সম্পর্কে অনেক পরিষ্কার এবং নিখুঁত ধারণা লাভ করা সম্ভব তবুও এটি খুবই কম ব্যবহৃত হয় মূলত এর জটিলতার জন্য। এর সাহায্যে দ্বিধাবিভক্তির হার (bifurcation ratio) নির্ণয় করাও সম্ভব হয়।

9.6.5 নদীর ক্রমবিন্যাসের (Stream Ordering) প্রয়োজনীয়তা ঃ

একটি নদী অববাহিকার অন্তর্গত নদীসমূহের ক্রমবিন্যাসের প্রয়োজনীয়তা রয়েছে। কারণ অববাহিকার বৈশিষ্ট্যসমূহ সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে নদী ক্রমবিন্যাস যথেষ্ট সাহায্য করে। সাধারণভাবে নদীর ক্রমসংখ্যার সঙ্গে কোন একটি বিশেষ ক্রমের অন্তর্গত নদীর সংখ্যার সম্পর্ক ঋণাত্মক। নদীর ক্রমসংখ্যা যত বাড়বে একটি ক্রমের অন্তর্গত নদীর সংখ্যা তত কমবে। তাছাড়া কোন একটি বিশেষ ক্রমের অন্তর্গত নদীর সংখ্যা থেকে ঐ ক্রমের প্রত্যেকটি নদীর অববাহিকার আকার সম্পর্কে ধারণা করা যায়। একটি বিশেষ ক্রমের অন্তর্গত নদীর সংখ্যা যত বেশী হবে সেই ক্রমের অন্তর্গত নদীগুলির অববাহিকার আকৃতি তত ছোট হবে। কোন একটি নদী অববাহিকার ক্রমসংখ্যা (order number) সেই অববাহিকার আকৃতি সম্পর্কে একটি ধারণা দেয়। যেমন যদি ক্রমসংখ্যা কম হয় অববাহিকার আকৃতি লম্বাটে (elongated) হবার সম্ভাবনা আবার যদি ক্রমসংখ্যা বেশী হয় তাহলে ডিম্বাকৃতি (oval) হবার সম্ভাবনা। এছাড়া নদীর ক্রমবিন্যাস থেকে নদী অববাহিকার ভূমিরূপ মৃত্তিকার প্রবেশ্যতা এবং অববাহিকা অঞ্চলের মোট বৃষ্টিপাতের পরিমাণ সম্পর্কেও ধারণা লাভ করা সম্ভব।

.6.6 দ্বিধাবিভক্তির হার (Bifurcation Ratio) ঃ

'Bifurcation ratio' বা দ্বিধাবিভক্তির হার আখ্যাটি হর্টন ব্যবহার করেন কোন একটি বিশেষ ক্রমের নদীর সংখ্যার সঙ্গে তার পরবর্তী নিম্নক্রমের নদীর সংখ্যার সম্পর্ককে বোঝাবার জন্য। দ্বিধাবিভক্তির হারের সূত্রটি নিম্নরূপ ঃ



চিত্র :6 : নদীর ক্রমবিন্যাস (সেইডেগারের পদ্ধতি অনুসারে)

$$R_B = \frac{N_i}{N_i + 1}$$

যেখানে দ্বিধাবিভক্তির হার (Bifurcation Ratio) হচ্ছে R_B

N_i হচ্ছে কোন একটি বিশেষ ক্রমের নদীর সংখ্যা $N_i + 1$ হচ্ছে তার পরবর্তী নিম্নক্রমের নদীর সংখ্যা।

নিম্নে হর্টনের পদ্ধতি অনুসারে করা নদীর ক্রমবিন্যাস অনুসারে দ্বিধাবিভক্তির হার নির্ণয় করা হল।

নদীর ক্রম	নদীর সংখ্যা	দ্বিধাবিভক্তির হার
প্রথম ক্রমের নদী	132	5.08
দ্বিতীয় ক্রমের নদী	26	5.2
তৃতীয় ক্রমের নদী	5	2.5
চতুর্থ ক্রমের নদী	2	2
পঞ্চম ক্রমের নদী	1	

গড় 3.7

নদী অববাহিকার বিশ্লেষণে দ্বিধাবিভক্তির হারের (Bifurcation ratio) ভূমিকা ঃ দ্বিধাবিভক্তির হার থেকে কোন একটি নদী অববাহিকা সম্পর্কে বেশ কিছু পরোক্ষ ধারণা লাভ করা সম্ভব। হর্টনের মতে গড় দ্বিধাবিভক্তির হার 2.0 থেকে 3.0-4.0 পযন্ত হতে পারে। সাধারণত গড়ানো সমতল ভূমির ক্ষেত্রে এটি 2.0 হয় এবং পাহাড়ি বা ব্যবছিন্ন অঞ্চলে এটি 3.0 থেকে 4.0 হয়। (Horton, 1945) সাধারণভাবে গড় দ্বিধাবিভক্তির হার বিভিন্ন অঞ্চলে মোটামুটি একইরকম থাকে, খুব সামান্য পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। দেখা গেছে মোটামুটি একই গঠন ও শিলাযুক্ত অঞ্চলের বিভিন্ন নদী অববাহিকার দ্বিধাবিভক্তির হার মোটামুটি একইরকম ও বিভিন্ন গঠন শিলাযুক্ত অঞ্চলে দ্বিধাভিভক্তির হারের মধ্যে যথেষ্ট পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়।

9.7 জলনির্গম আভীক্ষ্য (Drainage Frequency)

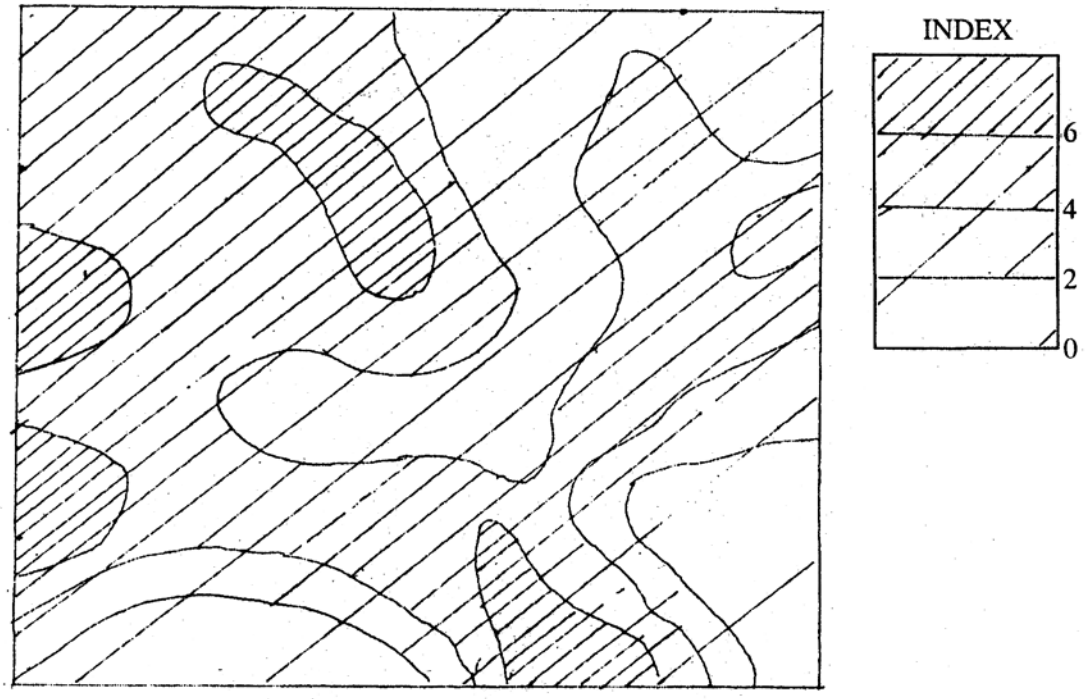
জলনির্গম আভীক্ষ্য (Drainage Frequency) বা নদী আভীক্ষ্য (Stream Frequency) হচ্ছে প্রতি একক পরিমাণ ভূমিতে প্রাপ্ত নদীর সংখ্যা। জলনির্গম আভীক্ষ্য একটি সম্পূর্ণ অববাহিকার জন্য হিসেব করে বিভিন্ন অববাহিকার মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা করা যেতে পারে। আবার বিস্তৃত বিশ্লেষণের জন্য অববাহিকাকে কতগুলি গ্রীডে বা বর্গে (grid) ভাগ করে প্রত্যেকটি গ্রীডের জন্য জলনির্গম আভীক্ষ্য কাজ করা যেতে পারে।

9.7.1 জলনির্গম আভিক্ষ্য নির্ণয় পদ্ধতি প্রয়োজনীয়তা ঃ

বিস্তৃত আলোচনার জন্য টানা গ্রীডগুলি সাধারণত 1 sq. km. বা 1 sq. km. করা হয় এবং প্রাপ্ত নদীর সংখ্যার সাহায্যে প্রতি মাইল বা প্রতি কিমি-তে জলনির্গম আভীক্ষ্য কত তা দেখা হয় ও একটি সারণী প্রস্তুত করে তাতে লিখে নেওয়া হয়। এবার গ্রীড মানগুলি একটি পৃথক কাগজে গ্রীড টেনে বসিয়ে সমমান রেখা (Isopleth) এঁকে বিভিন্ন শ্রেণী নির্ধারণ করা যেতে পারে। তারপরে ছায়াপাত পদ্ধতি (Shading Method)-এর সাহায্যে শ্রেণীগুলি নির্দিষ্ট করা যেতে পারে। (চিত্র ঃ 17a, b) এখানে উদাহরণ হিসেবে $73\frac{E}{9}$ স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্রের একটি অংশের নদী আভীক্ষ্য দেখানো হয়েছে।

	A	B	C	D	E	F
1	6	8	7	5	6	5
2	7	6	10	5	7	6
3	10	6	8	7	6	
4	7	6	5	5	7	5
5	10	7	7	8	4	3
6		3		8	8	3

চিত্র 17a :



চিত্র 17b :

জলনির্গম আভীক্ষ্য-এর সাহায্যে কোন অঞ্চলের বৃষ্টিপাত, বৃষ্টিপাতের কার্যকারীতা, ভূমিরূপ, শিলার প্রকৃতি ও প্রবেশ্যতা, স্বাভাবিক উদ্ভিদের ঘনত্ব প্রভৃতি সম্পর্কে ধারণা করা যায় কিন্তু এই বিশ্লেষণে শুধুমাত্র নদীর সংখ্যা ব্যবহার করা হয় বলে এটি অপেক্ষা অনেক কার্যকরী বিশ্লেষণ হল জলনির্গণের ঘনত্ব (Drainage Density) যেখানে নদীর দৈর্ঘ্য ব্যবহার করা হয়।

9.8 জলনির্গমের ঘনত্ব (Drainage Density)

জলনির্গমের ঘনত্ব বা নদী ঘনত্ব বলতে বোঝায় প্রতি একক ভূমিতে জলপ্রবাহের দৈর্ঘ্য। এই আখ্যাটি প্রথম ব্যবহার করেন হর্টন (1932) এবং সূত্রটি হল ঃ

$$Dd = \frac{L}{A}$$

যেখানে Dd হচ্ছে একটি অববাহিকার জলনির্গমের ঘনত্ব প্রতি একক ভূমিতে

L হচ্ছে সেই অববাহিকার সমস্ত ক্রমের (order) নদীর দৈর্ঘ্য

A হচ্ছে সেই অববাহিকার মোট আয়তন।

জলপ্রবাহের ঘনত্ব একটি অঞ্চলের প্রবাহরেখাগুলির পারস্পরিক নৈকট্যকে বোঝায় অতএব ভূমিপ্রবাহ (Surface Flow) বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে এটি খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

9.8.1 নদী ঘনত্ব নির্ণয়ের পদ্ধতি ঃ

জলপ্রবাহের ঘনত্ব যেমন একটি অঞ্চলের অর্থাৎ, একটি সম্পূর্ণ অববাহিকার জন্য গণনা করা যায় তেমনি বিশদ আলোচনার জন্য একটি অববাহিকার কতগুলি বর্গাকার গ্রীডে ভাগ করে প্রতিটি গ্রীডের জন্য জলপ্রবাহের ঘনত্ব হিসেব করে একটি সারণী প্রস্তুত করে তাতে মানগুলি লিপিবদ্ধ করতে হয়। সাধারণত গ্রীডগুলি 1 sq. km. বা 1 sq. মাইল আকৃতির নেওয়া হয়। তারপর একটি গ্রীডের অন্তর্গত নদীগুলির মোট দৈর্ঘ্য যে কোন দৈর্ঘ্য মাপক স্কেলের সাহায্যে মেপে নিতে হয়। এক্ষেত্রে রোটামিটার (Rotameter) নামক যন্ত্রের ব্যবহার করার হয়। তারপর সেই দৈর্ঘ্য মানচিত্রের অনুভূমিক স্কেল অনুযায়ী পরিবর্তিত করে সারণীতে লিখে নেওয়া হয় এবং প্রাপ্ত দৈর্ঘ্যকে গ্রীডের আয়তন দিয়ে ভাগ করে পাওয়া যায় একক প্রতি ভূমিতে নদী ঘনত্ব, এইবার একটি কাগজে অনুরূপ গ্রীড অঙ্কন করে তার মধ্যে (centre) প্রত্যেকটি গ্রীড়ের জন্য প্রাপ্ত নদী ঘনত্বটি বসালে হয়। এবার সমান রেখা (Isopleth) অঙ্কন করে বিভিন্ন ঘনত্ব অঞ্চল নির্দিষ্ট করা হয়। বিভিন্ন ঘনত্ব অঞ্চলের জন্য ছায়াপাত পদ্ধতিতে রঙ বা রেখার ব্যবহার করা হয়। এখানে ভারতীয় জরিপ বিভাগ কর্তৃক প্রকাশিত $73\frac{E}{9}$ স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্রের একটি অংশের জলপ্রবাহের ছায়াপাত পদ্ধতিতে ঘনত্ব দেখানো হয়েছে। প্রথমে সারণীতে গ্রীড অনুযায়ী মানগুলি লিখে পরে চিত্রটি প্রস্তুত করা হয়েছে (চিত্র ঃ 18a, b)।

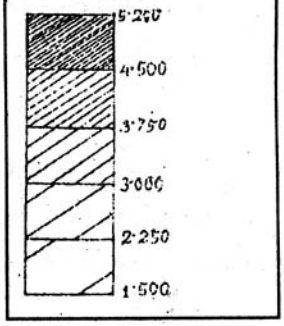
9.8.2 জলপ্রবাহের ঘনত্বের প্রয়োজনীয়তা ঃ

জলপ্রবাহ সংক্রান্ত আলোচনায় জলপ্রবাহের ঘনত্ব এক উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। প্রকৃতপক্ষে কোন অঞ্চলের জলপ্রবাহের খাত (channel) সেই অঞ্চলের বৃষ্টিপাত, শিলার প্রবেশ্যতা ও ভূমি প্রবাহের সমষ্টিগত ফল। যদি বৃষ্টিপাতের একটি বড় অংশ শিলায় অনুপ্রবেশ (infiltrate) করে তাহলে অবশ্যই ভূমিপ্রবাহ কম হবে এবং

	A	B	C	D	E	F	
1	2·35	3·40	4·05	2·60	4·00	2·20	1
2	1·90	2·80	3·40	2·30	3·25	3·10	2
3	3·50	3·75	2·90	3·10	3·40	3·00	3
4	2·60	3·90	4·00	2·75	3·85	2·10	4
5	2·85	2·95	3·65	2·70	3·10	2·00	5
6	1·80	1·90	1·65	3·55	3·35	1·75	6
	A	B	C	D	E	F	

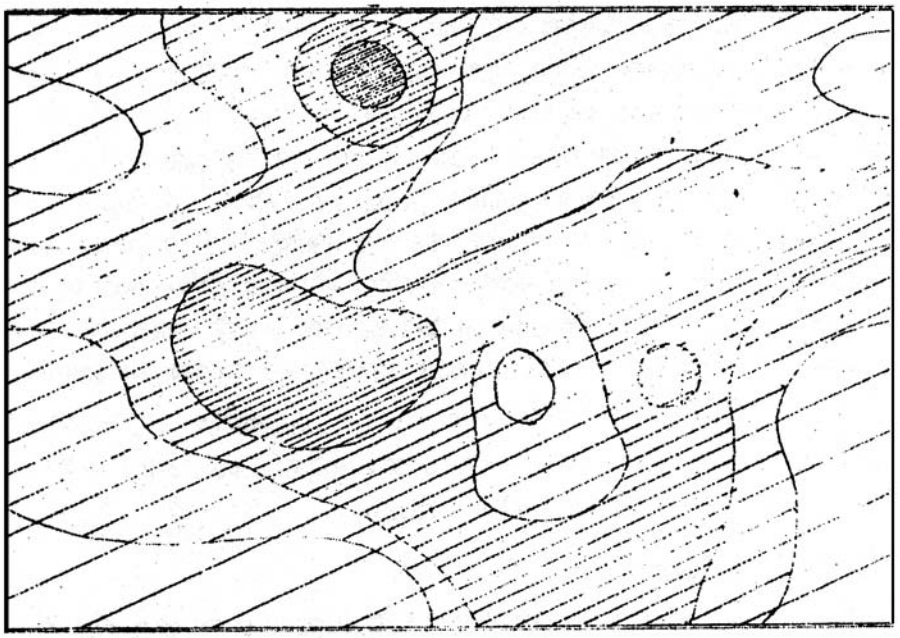
INDEX

জলপ্রবাহের মান



চিত্র 18a :

বিহার/পশ্চিমবঙ্গ



Scale : 1 : 50,000

চিত্র 18b :

জলপ্রবাহের ঘনত্ব সেই অনুপাতে কম হবে। দেখা গেছে বালুকাপ্রধান শিলা বা মৃত্তিকায় জলপ্রবাহের ঘনত্ব কম এবং কর্দমপ্রধান শিলা বা মৃত্তিকায় জলপ্রবাহের ঘনত্ব বেশী। সুতরাং জলপ্রবাহের ঘনত্ব অবশ্যই বৃষ্টিপাতের পরিমাণ প্রবেশ্যতা ও ভূমিপ্রবাহের সূচক।

মেলটন (Melton, 1957) দেখিয়েছেন যে, জলপ্রবাহের ঘনত্বের সাথে বৃষ্টিপাতের কার্যকারীতা (Precipitation effection) অর্থাৎ বাষ্পীভবনের ও বৃষ্টিপাতের পারস্পরিক হার ও স্বাভাবিক উদ্ভিদের ঘনত্ব প্রভৃতির উল্লেখযোগ্য যোগাযোগ রয়েছে। কটন (Cotton, 1964) দেখিয়েছেন বৃষ্টিপাত ও তার উপর ভূমিরূপ, মৃত্তিকা শিলার প্রকৃতি ও স্বাভাবিক উদ্ভিদের প্রভাবের একটি অন্যতম সূচক জলপ্রবাহের ঘনত্ব। অতএব অববাহিকা অঞ্চলের বিভিন্ন প্রকৃতিক পরিবেশ সম্পর্কে ধারণা লাভ করা যায় জলপ্রবাহের ঘনত্বের সাহায্যে।

9.9 প্রশ্নমালা

1. প্রদত্ত স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্র থেকে কতগুলি পরিলেখ অঙ্কন করুন।

2. প্রদত্ত স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্রের একটি নির্বাচিত অংশের সারিবদ্ধ পরিলেখ, অধ্যারোপিত পরিলেখ, বিমিশ্র পরিলেখ ও অভিক্ষিপ্ত পরিলেখ অঙ্কন কর ও ব্যাখ্যা করুন।

3. যে কোন একটি মালভূমি অঞ্চলের স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্র নিন ও একটি অংশ (5' × 5') নিয়ে তার আপেক্ষিক ভূমিরূপ ও ব্যবচ্ছেদনের সূচক নির্ণয় করুন। ভূমিরূপটি বিশ্লেষণে এদের ভূমিকা ব্যাখ্যা করুন।

4. যে কোন একটি স্থানীয় বৈচিত্র্য সূচক মানচিত্র নিয়ে একটি নদী অববাহিকা চিহ্নিত করুন ও হর্টনের পদ্ধতিতে নদীর ক্রমবিকাশ করে দ্বিধাবিভক্তির হার নির্ণয় করুন।

5. নদীর ক্রমবিকাশের বিভিন্ন পদ্ধতিগুলির তুলনামূলক আলোচনা করুন। আপনার মতে সর্বাপেক্ষা গ্রহণযোগ্যটি ব্যাখ্যা করুন।

6. নদী ঘনত্ব নির্ণয়ের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করুন। স্থানীয় বৈচিত্র্যসূচক মানচিত্রে একটি অঞ্চল (36 sq. km.) নির্দিষ্ট করে নদী ঘনত্ব নির্ণয় করুন।

9.10 গ্রন্থপঞ্জী

1. Dury, G. H. 1966 Essays in Geomorphology Heinmann, London.
2. Dury, G. H. 1972 Map Interpretation, Pitman Publishing.
3. King, C. A. M. 1967 Techniques in Geomorphology, Enward Arnold, London.
4. Monkhouse, J. F. and Wilkinson, R. H. (1989) Maps and Diagrams, B. I. Publications Pvt. Ltd.
5. Sarkar, A. (1997) Practical Geography, A Systematic Approach, Orient Longman.
6. Singh, S. (1998) Geomorphology, Prayag Pustak Bhawan.
7. Singh, V. P. (1992) Elementary Hydrology Prentice Hall of India Pvt. Ltd.

NOTE