প্রাক্‌কথন

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

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

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

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

অধ্যাপক (ড.) শুভ শঙ্কর সরকার
উপাচার্য

অষ্টম পুনর্মুদ্রণ ঃ ফেব্রুয়ারি, 2016

বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশনের দূরশিক্ষা ব্যুরোর বিধি অনুযায়ী ও অর্থানুকূল্যে মুদ্রিত।

Printed in accordance with the regulations and financial assistance of the Distance Education Bureau of the University Grants Commission.

পরিচিতি

বিষয় ঃ ভূগোল **সাম্মানিক স্তর**

পাঠৰম ঃ পর্যায় ঃ EGR ঃ 12

রচনা	সম্পাদনা
একক 1 ☐ ড. জ্যোতির্ম্ময় সেন	শ্রীমতী টিঙ্কি কর
একক 2 ☐ অধ্যাপক অলোক কুমার গাঙ্গুলী	ঐ
একক 3 ☐ ড. কাবেরী ব্রহ্ম	ঐ
একক 4 ☐ ড. সোমা ভট্টাচার্য	ঐ
একক 5 ☐ ড. অসিত সরকার	ঐ
একক 6 ☐ ড. অসিত সরকার	ঐ

প্রজ্ঞাপন

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

ড. অসিত বরণ আইচ
কার্যনির্বাহী নিবন্ধক

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

EGR - 12

ব্যবহারিক ভূগোল বিদ্যা - 3

(স্নাতক পাঠক্রম)

একক 1 ❑ ক্ষেত্র সমীক্ষা প্রতিবেদন		7 – 57
একক 2 ❑ স্টেশন মডেল গঠন		58 – 80
একক 3 ❑ শিলা ও খনিজ সনা—করণ		81 – 87
একক 4 ❑ ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পাঠ		88 – 111
একক 5 ❑ দূর সংবেদন		112 – 144
একক 6 ❑ বিমান আলোক চিত্র		145 – 168

একক 1 ❑ ক্ষেত্র সমীক্ষা প্রতিবেদন

গঠন

1.0 ক্ষেত্র সমীক্ষা প্রতিবেদন

1.1 ক্ষেত্র সমীক্ষার পদ্ধতি (Methods of field Survey)

1.2 প্রকৃতি পাঠের ক্ষেত্র সমীক্ষা ঃ প্রাকৃতিক প্রতিবেদন (Field Report on Physical Study)

1.3 ক্ষেত্র সমীক্ষা ঃ পাহাড়ী গ্রাম পুডুং

1.0 ক্ষেত্র সমীক্ষা প্রতিবেদন (Field Report)

ভূগোল ছাত্র-ছাত্রীদের স্থানীয় ভূগোল পাঠ খুব জরুরী। স্থানীয় ভূগোলে কাছাকাছি অঞ্চলের পরিবেশ সম্পর্কে নিখুঁত পর্যবেক্ষণ করা ও শেখা যায়। এর ওপর ভিত্তি করে পরবর্তীকালে দূরবর্তী কোন অঞ্চলের সঙ্গে তুলনা করা যেতে পারে। তখন ছাত্র-ছাত্রীদের মধ্যে অনুপাত, দূরত্ব, দিক প্রভৃতি সম্পর্কে ধারণা জন্মে। এটি তাদের সুষ্ঠ পর্যবেক্ষণ কৌশল ও তা থেকে যুক্তিগ্রাহ্য উপসংহারে পৌঁছাতে সাহায্য করে।

মনে রাখতে হবে ভূগোল শাস্ত্র হল বৈচিত্র্যপূর্ণ সীমাহীন শাস্ত্র যা শুধু পুঁথিগত বিদ্যা পাঠ করলেই শেষ হয় না। তার ব্যবহারিক দিকটা সম্বন্ধেও জ্ঞান থাকতে হবে।

পাহাড়-পর্বত, সমুদ্র, মালভূমি সম্পর্কে কথাগুলি মুখস্থ করা যায়, কিন্তু চাক্ষুষ না দেখলে সমুদ্রের বিশালতা, পার্বত্য প্রকৃতি, মালভূমির তরঙ্গায়িত ভূ-প্রকৃতি অনুধাবন করা যায় না।

পৃথিবীতে দূরবর্তী অঞ্চলসমূহের বহু বস্তুই আমাদের চাক্ষুষ নয়। কুমেরু অঞ্চলের পেঙ্গুইন পাখী, গ্রীনল্যাণ্ডের এস্কিমো, ইতালির বিসুভিয়াস আগ্নেয়গিরি, সুবিশাল আমাজন নদী বা এইরূপ দূরবর্তী বিষয় সম্পর্কে চাক্ষুষ ধারণা আমাদের কয়জনের পক্ষে থাকা সম্ভব।* তাই ভূগোল শাস্ত্রে ক্ষেত্র সমীক্ষার গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা সীমাহীন। মানুষের চারপাশে যে দুটি পরিবেশ রয়েছে অর্থাৎ প্রাকৃতিক পরিবেশ ও সাংস্কৃতিক পরিবেশ, তাদের উপাদানগুলির সমীক্ষাকে **ক্ষেত্র সমীক্ষা** বলে। ক্ষেত্র সমীক্ষার মাধ্যমে মানুষের প্রাকৃতিক পরিবেশের সাথে সাংস্কৃতিক পরিবেশের প্রথম সম্পর্ক স্থাপিত হয়।

তাই Fredrick Ratzel ভূগোল অনুশীলনের ক্ষেত্রে একটি বিখ্যাত উক্তি করেছেন। তা হল— ''I travelled, I sketched, I described.'' ভূগোল অনুশীলন শুধুমাত্র শ্রেণীকক্ষের মধ্যেই সীমাবদ্ধ নয়

---

* তুলনীয়—''বিপুলা এ পৃথিবীর কতটুকু জানি
দেশে দেশে কত না নগর রাজধানী
মানুষের কত কীর্তি রয়ে গেল অগোচরে।''
(ঐকতান, রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর)

এবং তা বাস্তবসম্মত। এর জন্য ভ্রমণের গুরুত্ব কতটা তা তিনি সঠিকভাবেই উপলব্ধি করেছিলেন। ভ্রমণের মানসিকতা এবং অঞ্চলের বিভিন্নতা ভৌগোলিকদের সঠিকভাবে অনুধাবন করতে হয় এবং চিত্রাঙ্কণ ও বিশ্লেষণের মাধ্যমে তা সঠিকভাবে প্রকাশ করতে হয়। বর্তমানকালে ভূগোল অধ্যয়ন শ্রেণীকক্ষ ছেড়ে বাইরের পরিবেশে গিয়ে সঠিকভাবে অনুধাবন করতে হয়। যে কোন ক্ষুদ্র অঞ্চলে (micro-region) গিয়ে ধাপে ধাপে প্রতিটি বিষয়কে অনুধাবন করা হয়। সঠিকভাবে পর্যবেক্ষণ করা হলে তবেই তা সঠিকরূপে প্রকাশিত হয়। যে কোন অঞ্চলের পরিসংখ্যানগত বিশ্লেষণে যেমন জরুরী তেমনই পর্যবেক্ষণগত বিশ্লেষণও সমান গুরুত্বপূর্ণ।

যে কোন স্থানে গিয়ে সেখানকার পরিবেশ অনুধাবন করলে দেখা যায় যে, প্রতিটি অঞ্চল স্বকীয় বৈশিষ্ট্যপূর্ণ। ফলে এক অজানা পরিবেশে উপনীত হলেও ভৌগোলিকগণ নতুন উৎসাহে সেই অঞ্চলের প্রতিটি বিষয় নিজস্ব অনুভূতি দিয়ে অনুধাবন করেন। একটি এলাকা চিহ্নিত হলে এবং সেখানকার বিশ্লেষণ সঠিক হলে পর্যবেক্ষক তার উদ্যমের যথাযথ মর্যাদা পান। এখানেই পর্যবেক্ষকের নিজস্ব ধ্যান ধারণার বিকাশ ঘটে এবং তিনি শিক্ষার খুঁটিনাটি বিষয়গুলির উন্মোচনের সুযোগ পান। পর্যবেক্ষণ এবং বিশ্লেষণ সেইজন্য ছাত্র তথা শিক্ষকদের কাছে অত্যন্ত জরুরী বিষয়। বর্তমানকালে প্রাকৃতিক ভূমিরূপগুলি মানব সভ্যতার দ্রুত বিকাশের ফলে প্রতিনিয়ত পরিবর্তিত হচ্ছে। ফলে এককালের পরিত্যক্ত জমি বর্তমান জনঅধ্যুষিত অথবা এককালের শস্য শ্যামল ভূমি বর্তমান পরিত্যক্ত। যে কোন ধরণের অনুসন্ধানের ক্ষেত্রে ভূমিরূপের উন্নয়ন অথবা ধ্বংস সাধন ভৌগোলিকদের কাছে বিচার্য বিষয়। এটি বাস্তবসম্মত জ্ঞানার্জনের সুযোগ এনে দেয়। শিশু অথবা বয়স্ক, প্রত্যেক ব্যক্তিরই অনুসন্ধিৎসা থাকে। এবং ক্ষেত্র সমীক্ষার (Field work) ক্ষেত্রে এই অনুসন্ধিৎসা একান্ত প্রয়োজন। প্রত্যেক শিক্ষকের ভূমিকা হল ছাত্রদের এই অনুসন্ধিৎসা জাগিয়ে দেওয়া এবং শ্রেণীকক্ষের অনুশীলন যে ধারণার সৃষ্টি করে তা ক্ষেত্রে (Field) যাবার পর বাস্তবসম্মতভাবে ফুটে ওঠে। এই ধরণের চর্চার গুরুত্ব ছাত্র-শিক্ষকের মধ্যে বিষয়গত ঘনিষ্ঠতাও বৃদ্ধি করে। প্রতিটি ছাত্রের পর্যবেক্ষণ ও নিরীক্ষণের নিপুণতা তার বিশ্লেষণকে যথাযথ করে।

বিভিন্ন ভূমিরূপের সঠিক ব্যাখ্যা ভাষাগত নানান বাধায় বিঘ্নিত হয়। ভাষার দৃঢ়তা যত বেশী হয় বিশ্লেষণও তত কার্যকরী হয়। অভিজ্ঞতাই এই সব বিশ্লেষণকে পূর্ণরূপ দেয়। প্রাকৃতিক এবং মানবীয় বিষয়গুলি অভিযাত্রীদের কতটা রোমাঞ্চপ্রদ হয়েছে, কি ধরণের অভিজ্ঞতা লাভ হয়েছে, সব কিছুই সহজ ভাষায় ঠিক মত বিশ্লেষণ হলে কোন একটি অঞ্চলের গঠনগত, ঘটনাগত এবং বিষয়গুলির মধ্যে ঘাত-প্রতিঘাতের মাত্রা কিরূপ তা সহজেই স্পষ্ট হয়ে ওঠে। এছাড়া কৃষির বৈশিষ্ট্যগুলিও উন্মোচিত হয়। অতএব ক্ষেত্র সমীক্ষা ভূগোল বিষয়ের ক্ষেত্রে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এক বিষয়, তাতে সন্দেহ নেই। তা যে দুর্গম অঞ্চলেই হোক বা জন-অধ্যুষিত অতি উন্নত অঞ্চলই হোক।

1.1 ক্ষেত্র সমীক্ষার পদ্ধতি (Methods of Field Survey)

ক্ষেত্র সমীক্ষার পদ্ধতি এক এক অঞ্চলে এক এক প্রকার হয়ে থাকে। গ্রামাঞ্চলে সাধারণত প্রাকৃতিক পরিবেশের ওপর জোর দেওয়া হয়। যেমন—ভূ-প্রকৃতি, নদ-নদী, জলবায়ু, স্বাভাবিক উদ্ভিদ, মৃত্তিকা ইত্যাদি।

কোন অঞ্চলের স্বাভাবিক উদ্ভিদ ও মৃত্তিকা কী ধরণের তা দেখা উচিত। ভূমির উর্বরতা শক্তি মৃত্তিকার ওপর নির্ভর করে। এজন্য মৃত্তিকার বিবরণ সংগ্রহ করা জরুরী। এছাড়া গ্রামাঞ্চলে কিভাবে ভূমির ব্যবহার হচ্ছে তা সচক্ষে দেখতে হয়। সাপ্তাহিক হাট বা বাজার ও মেলা কোন্ স্থানকে কেন্দ্র করে গড়ে উঠেছে তাও পর্যবেক্ষণ করতে হয়। গ্রামাঞ্চলে কোথাও কোথাও আবার মৎস্য চাষ, কাষ্ঠ শিল্প, খনি ও পর্যটন শিল্প দেখা যায়, যা ক্ষেত্র সমীক্ষায় বিশেষ উল্লেখের দাবী রাখে।

অন্যদিকে, নগর অনুধাবনের ক্ষেত্রে একটু পৃথক দৃষ্টিভঙ্গী থাকা দরকার। অবস্থান, ঐতিহাসিক পটভূমিকা, নগরের কর্মধারা অভ্যন্তরীণ পরিবহন ব্যবস্থা, প্রশাসনিক এলাকা, বিভিন্ন ধরণের ভূমি ব্যবহার, স্মৃতিসৌধ, প্রধান বাণিজ্যিক এলাকা, বসতি এলাকা, সামরিক এলাকা প্রভৃতি নগর অনুধাবনের ক্ষেত্রে বিচার করতে হয়। তবে সব থেকে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হল—নগরের কর্মজীবন যা পারিপার্শ্বিক এলাকাকে অর্থনৈতিক বন্ধনে আবদ্ধ করে রাখে।

গ্রামীণ সামাজিক ব্যবস্থা সেরূপ হয়, নগরের ক্ষেত্রে সেই ধরনের পরিস্থিতি না থাকতেও পারে। শহরের এক একটি মহল্লা নিজস্ব বৈশিষ্ট্য বহন করে এবং এভাবে এক সমাজ ব্যবস্থা পরোক্ষভাবে নগরের জীবনকে নিয়ন্ত্রণ করে। শহরের মধ্যে বৃহৎ অথবা ক্ষুদ্রায়তন শিল্পগুলিও এক বিশেষ ভূমি ব্যবহার (land use) সৃষ্টি করে। সাধারণতঃ বৃহদায়তন শিল্পগুলি নিজস্ব শিল্প এবং বসতি এলাকা গঠন করে। অন্য দিকে ক্ষুদ্রায়তন শিল্পগুলি যে কোন অবস্থানে, যেমন বসতি এলাকা, বাণিজ্যিক এলাকা, এমনকি প্রান্তবর্তী এলাকাতেও গড়ে উঠতে পারে।

প্রতিটি নগরের প্রান্তবর্তী এলাকায় গ্রাম অথবা বিচ্ছিন্ন স্বয়ংসম্পূর্ণ বসতি এলাকা দেখা যায়। নগর অনুধাবনের ক্ষেত্রে এ ধরণের নবগঠিত আধুনিক উপনগরগুলিও (Satellite town) নগরায়ণের মানদণ্ডকে সূচিত করে। প্রধানতঃ পরিবহন ব্যবস্থার সুযোগ নিয়ে এই ধরনের কেন্দ্রগুলি স্থাপিত হয়। পরিবহনের গুরুত্ব এবং অবদান বোঝানোর জন্য বিভিন্ন ধরনের যানবাহনের যাওয়া-আসা এবং বিস্তৃতিকে বিচার করা হয়। ফলে নিত্য যাত্রীদের বিস্তার কতদূর পর্যন্ত বা শহরের কর্মজীবনের প্রভাবিত এলাকা কতদূর পর্যন্ত তা জানা সম্ভব হয়।

ভূগোল শাস্ত্রে প্রত্যক্ষ অনুধাবন প্রত্যেকটি বিষয়কে নিয়ে সুচারুরূপে করা হলে যে কোন অঞ্চলের সঠিক পরিস্থিতি উপস্থাপন করা সম্ভব হয়। ভৌগোলিকরা এভাবেই কোনো এলাকা চিহ্নিত করার পর বিভিন্ন বিষয়গুলিকে সঠিকভাবে অনুধাবন করতে সমর্থ হয়। তবে কিছু কিছু বাধা বিঘ্ন যে কোন অঞ্চলের বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে সৃষ্টি হতে পারে। যেহেতু প্রত্যক্ষভাবে অনুধাবন করা হয়, সেজন্য প্রতিটি অঞ্চলের স্বকীয় বৈশিষ্ট্য সহজেই ফুটে ওঠে। এভাবেই প্রাকৃতিক, সামাজিক, আর্থিক, রাজনৈতিক প্রভৃতি বিষয়গুলি অনুধাবন করা সম্ভব হয়।

গ্রাম সমীক্ষার খুঁটিনাটি ঃ

ক্ষেত্র সমীক্ষা করার আগে কতগুলি তথ্য সম্বন্ধে অবগত হওয়া দরকার। এইসব তথ্য District Census Hand-book-এ এবং Village Directory থেকে পাওয়া যায়। এছাড়া এই অঞ্চলের বৈচিত্র্য-সূচক মানচিত্র

(Topographical map), গ্রামের পরচা মানচিত্র (Cadastrial map), জরিপ করার জন্য যন্ত্রপাতি, খাতা, নোট বই, ট্রেসিং কাগজ, রবার, স্কেল প্রভৃতি সংগ্রহ করা দরকার। আবহাওয়া অফিস থেকে ওই অঞ্চলের বৃষ্টিপাত, উষ্ণতা প্রভৃতি জলবায়ু সংক্রান্ত খবরাখবর নেওয়া প্রয়োজন। এই সকল তথ্য সংগ্রহে যারা সাহায্য করবেন তাঁদের প্রতি কৃতজ্ঞতা স্বীকার করা উচিত।

ক্ষেত্র সমীক্ষায় প্রশ্নমালা পদ্ধতির প্রয়োগ ঃ

কোন একটি অঞ্চল, এলাকা গ্রাম বা যেকোন ধরনের প্রশাসনিক এলাকা বা চিহ্নিত অঞ্চলের আর্থ-সামাজিক পরিস্থিতি অনুসন্ধান করার ক্ষেত্রে যে কয়েকটি পদ্ধতি গ্রহণ করা হয় তার মধ্যে একটি উল্লেখযোগ্য পদ্ধতি হল আদর্শ প্রশ্নমালা পদ্ধতি।

এই পদ্ধতির বিশেষ সুবিধা হল যে এতে প্রশ্নগুলি প্রাথমিকভাবে অনুমানভিত্তিক এবং প্রশ্নকর্তা সকলকেই একই প্রকার প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করে উত্তরটি লিপিবদ্ধ করেন। ফলে প্রশ্নের ধরন এক হলেও উত্তরের বৈচিত্র্য বেরিয়ে আসে। প্রশ্নমালা পদ্ধতির সাহায্যে কোন একটি এলাকার প্রত্যক্ষ পর্যবেক্ষণ সম্ভব হয়। বর্তমানে যে কোন ধরনের পর্যবেক্ষণ যথেষ্ট প্রতিকূল হওয়ায় প্রশ্নমালা পদ্ধতির উপর জোর দেওয়া হয়।

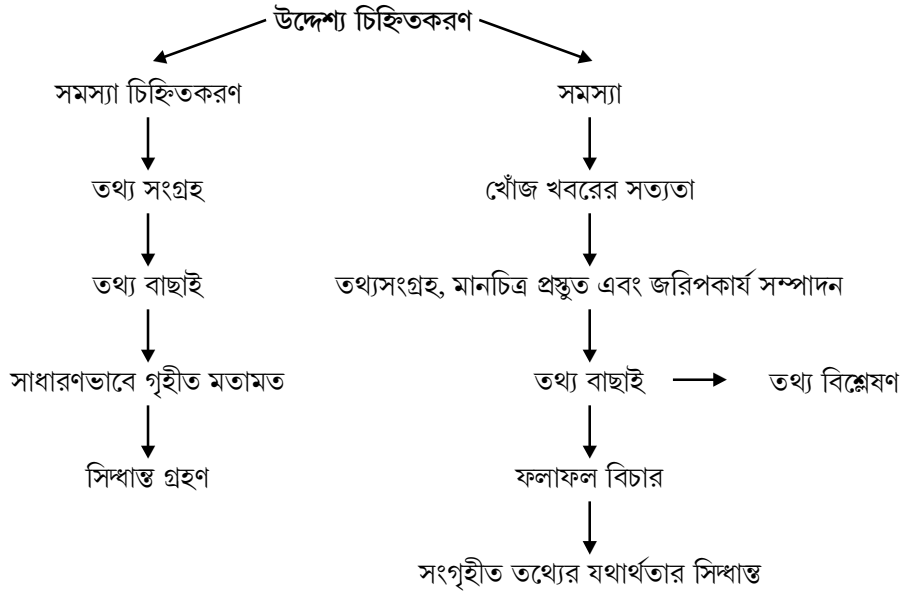
প্রাথমিক তথ্য সংগ্রহে যিনি প্রশ্নমালা প্রস্তুত করবেন তিনি অবশ্যই দক্ষ এবং অভিজ্ঞ ব্যক্তি হবেন এবং অনুসন্ধানের বিষয়বস্তু সম্বন্ধে তাঁর স্পষ্ট ধারণা থাকবে। আদর্শ প্রশ্নমালার খসড়া প্রস্তুতকালে অনুসন্ধানকারী বা ক্ষেত্র সমীক্ষক নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর মনোযোগ দেবেন।

অঞ্চল চিহ্নিতকরণের সময় এই অঞ্চলটি সম্বন্ধে যত ধরনের খোঁজখবর, পুস্তক, সরকারী প্রতিবেদন (Report) বা বিভিন্ন ধরনের গবেষণা পত্রে উল্লিখিত আছে তা সঠিকভাবে পাঠ করা প্রয়োজন, কারণ বইগুলি পর্যবেক্ষককে ঐ অঞ্চলের প্রাথমিক পথ নির্দেশ দেয় এবং এই পথ নির্দেশ অনুসারে পর্যবেক্ষক আদর্শ প্রশ্নমালা রচনায় হাত দেন, কারণ প্রত্যেকটি অঞ্চল তার নিজস্ব বৈশিষ্ট্য বহন করে। কোন একটি অঞ্চল অর্থনৈতিক দিক থেকে অগ্রসর, আবার কোন একটি অঞ্চল প্রধানত আদিবাসী অধ্যুষিত, কোন অঞ্চলে খনিজ বেশী, কোথাও কৃষি সম্পদ খুবই গুরুত্বপূর্ণ, আবার কোথাও অনুর্বর বা উৎপাদনহীন এলাকা। প্রশ্নকর্তা প্রাথমিকভাবেই যে কোন ধরনের পুস্তক বা Report ইত্যাদি থেকে তথ্য সংগ্রহ করতে সমর্থ হন যা প্রশ্নমালা নির্মাণে যথেষ্ট সাহায্য করে।

প্রশ্নমালা পদ্ধতি এলাকার সুনির্বাচিত কয়েকটি গৃহে বা সমগ্র এলাকায়(সামগ্রিকভাবে) করা যেতে পারে। এখানে মনে রাখা প্রয়োজন আবাসগৃহের ধরনকে জীবনযাত্রার মাপকাঠি হিসাবে চিহ্নিত করা যেতে পারে। এলাকাটির সকল বাসগৃহ যদি একই প্রকার হয় তবে অর্থনৈতিক মানদণ্ডে প্রাথমিকভাবে তা একই শ্রেণীভুক্ত করা যেতে পারে এবং সেক্ষেত্রে যদি সমস্ত পরিবারের তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব না হয়, তবে কয়েকটি মাত্র নির্বাচিত বাসগৃহকে চিহ্নিত করলে অনুসন্ধান করা সহজ হয়। তাছাড়া অনেক সময় দেখা যায় উত্তরদাতা আংশিক উত্তর দেওয়ার পর কিছু প্রশ্নের ব্যাপার গররাজী বা ক্ষোভ প্রকাশ করে উত্তরদানে বিরত থাকেন। এই ধরনের পরিস্থিতিতে প্রশ্নকর্তা যত বেশী সম্ভব গৃহে অনুসন্ধান করবেন, তত বেশী তিনি ঐ এলাকার মোটামুটি একটি চিত্র উপস্থাপন করতে পারবেন।

সামাজিক-অর্থনৈতিক সমীক্ষা ঃ

বর্তমানেকালে আর্থ-সামাজিক পরিস্থিতি অত্যন্ত জটিল হওয়ায় এবং মানুষের জীবিকা কোন একটি বিশেষ কার্যে সীমাবদ্ধ না থাকায় আর্থ-সামাজিক অনুসন্ধান বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই ব্যয়বহুল হয়ে পড়েছে এবং এতে আসল চিত্র পরিস্ফুট হয় না। এছাড়া, মানুষের ভ্রাম্যমানতা, বাস্তুত্যাগ ও বাস্তু গ্রহণ, পরিবর্তন ইত্যাদি হঠাৎ কোন একটি অঞ্চলের বিপুল পরিবর্তন সাধন করে। কোন ক্ষেত্রে অস্বাভাবিক প্রাকৃতিক পরিস্থিতিগুলি যেমন—মহামারী, বন্যা, দুর্ভিক্ষ, খরা ইত্যাদি পরিস্থিতি স্বাভাবিক আর্থ-সামাজিক অবস্থাকে জটিল করে তোলে। এইভাবে আর্থসামাজিক অনুসন্ধানগুলি ব্যর্থ হয়। অতএব একটি আঞ্চলিক আর্থ সামাজিক অনুসন্ধান করার ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলি পর্যায়ক্রমে গ্রহণ করা হয়—



আলোচিত এই বিষয়গুলির ভিত্তিতে যে কোন ক্ষেত্রে সমীক্ষার কাজে প্রাথমিক তথ্য প্রস্তুত করা যায়। তবে প্রাথমিক তথ্য সংগ্রহের কয়েকটি বিশেষ অসুবিধা থাকতে পারে। যেমন—অর্থ, সময় ইত্যাদি ব্যাপারগুলি।

নিচে সামাজিক-অর্থনৈতিক গবেষণার একটি পূর্ণাঙ্গ প্রশ্নমালা দেওয়া হল—

গৃহ সমীক্ষা

(১) গ্রামের নাম (২) থানা (৩) জেলা (৪) রাজ্য (৫) বাসগৃহের সংখ্যা

(৬) পরিবহন মাধ্যম ঃ রেল, পাকা সড়ক, কাঁচা সড়ক, (টিক চিহ্ন দিতে হবে)

(৭) পরিবেশ ঃ কৃষি এলাকা, খনি এলাকা, নদী তীর, সমুদ্র তীর, পাহাড় অঞ্চল, অরণ্য সংলগ্ন অঞ্চল (টিক চিহ্ন দিতে হবে)

পরিবারের প্রধানের নাম ও তার পরিবারের অন্যান্য সদস্যরা (স্ত্রী, পুরুষ, কন্যা) নাম	বিবাহিত কিনা	শিক্ষাগত যোগ্যতা	জাতি	পরিবারের প্রধানের আদিনিবাস

(৮) বাড়ির গঠন ঃ কাঁচা/পাকা।

(৯) ছাদ ঃ খড়/টালি/টিন/পাকাছাদ

গৃহের ঘরের সংখ্যা ও ব্যবহার সংখ্যা উল্লেখ কর। শোবার ঘর ( ) রান্না ঘর ( ) গোয়াল ঘর ( ) বৈঠকখানা ( ) পায়খানা ( )

(১০) বাড়িটির পলেস্তোরা—হ্যাঁ/না।

(১১) বাড়িটি রং করা/চিত্র বিচিত্র করা—হ্যাঁ/না।

(১২) পানীয় জলের ব্যবস্থা-কুয়ো/টিউবওয়েল—হ্যাঁ/না।

(১৩) জানালার ব্যবস্থা আছে? হ্যাঁ/না।

(১৪) আপনার প্রধান বৃত্তি কি?

(১৫) আপনার গৌণ বৃত্তি কি?

(১৬) পরিবারের কয়জন সদস্য উপার্জনশীল ও কি কি বৃত্তিধারী?

(১৭) বাৎসরিক আয় কত?

(১৮) আপনার জমি আছে কিনা? হ্যাঁ/না।

(১৯) থাকলে কয় বিঘা আছে? ধানের জমি ( ) বাঁশ বাগান ( )

(২০) জমিতে জলসেচ করেন কিনা? হ্যাঁ/না।

(২১) জলসেচের উৎস কি?

(২২) জলসেচের ব্যবস্থা কি নিজেই করেন না ভাড়া হিসাবে নেন?

(২৩) চাষ করতে কি কি যন্ত্রপাতি ব্যবহার করেন?

গৃহভিত্তিক সমীক্ষার উদ্দেশ্য ঃ ভূগোল শাস্ত্রে মানুষ এক গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। প্রাকৃতিক অবস্থার পরিপ্রেক্ষিতে মানবীয় ক্রিয়াকলাপ ও তার বিস্তার এবং সমীক্ষা গুরুত্বপূর্ণ। বস্তুতপক্ষে প্রাকৃতিক অবস্থার সঙ্গে মানুষের সাংস্কৃতিক ক্রিয়াকলাপের সম্পর্ক নির্ধারণই এই শাস্ত্র পাঠের মুখ্য উদ্দেশ্য।

কোন জায়গার গৃহভিত্তিক সমীক্ষার সাথে সাথে সেই অঞ্চলের ভূতত্ত্ব, উল্লেখযোগ্য ভূমিরূপ, জলবায়ু, অঞ্চলটির মোট জনসংখ্যা, পরিবারের সদস্যসংখ্যা, বয়স ও লিঙ্গভিত্তিক পরিসংখ্যান, তাদের জীবিকা ও তাদের শিক্ষাগত অবস্থা প্রভৃতি বিষয়গুলি নিয়ে আলোচনা করতে হবে। প্রাকৃতিক অবস্থার ওপর ভিত্তি করে সেই অঞ্চলের অর্থনৈতিক পরিকাঠামো কিভাবে গড়ে উঠেছে তা ব্যাখ্যা করতে হবে। প্রাকৃতিক পরিবেশের সঙ্গে সামাজিক ও সাংস্কৃতিক পরিবেশের মেলবন্ধন সুন্দর বর্ণনার মাধ্যমে তুলে ধরতে হবে।

(২৪) জমিতে কি ধরনের সার প্রয়োগ করেন? (জৈব/রাসায়নিক)

(২৫) নিজের জমি নিজেই চাষ করেন/জমি অন্যকে বর্গায় চাষবাসের জন্য দিয়েছেন/অপরের জমিতে বর্গায় চাষ করেন। (টিক দাও)

(২৬) বছরে কয়টি ফসল চাষ করেন? (তাদের নাম)

(২৭) বিঘা প্রতি উৎপাদন কত?

(২৮) গৃহপালিত পশুর নাম ও সংখ্যা?

(২৯) ১০ বছর পূর্বে আপনার জমি কত ছিল?

(৩০) বর্তমানে জমি কম/বেশী হওয়ার কারণ কি?

(৩১) গত ১০ বছরে বৃত্তিতে পরিবর্তন হয়েছিল কিনা? হ্যাঁ/না।

(৩২) যদি হয় তবে কেন হয়েছিল?

(৩৩) বাড়ির আসবাবপত্র কি কি?

(৩৪) রেডিও, টেপরেকর্ডার বা টি. ভি. আছে কি?

(৩৫) থাকলে কি কি আছে?

(৩৬) আপনার কি পুকুর আছে? হ্যাঁ/না।

(৩৭) ফোন আছে কি ?

(৩৮) পুকুরে কি মাছ ব্যবসায়িক ভাবে চাষ করেন। হ্যাঁ/না।

(৩৯) আপনার বাৎসরিক আয় কত?

(৪০) আপনি কত টাকা কর দেন?

খরচের উৎস ঃ

(৪১) খাদ্য (চাল/ডাল/মসলা/সঃ তেল/মাছ/মাংস/শাকসব্জী)

(৪২) জ্বালানী (কাঠ/পাটকাঠি/কেরোসিন তেল/মোমবাতি/কয়লা)

(৪৩) কাপড়/গামছা/নারকেল তেল।

(৪৪) গৃহের রক্ষণাবেক্ষণের জন্য ব্যয়।

(৪৫) স্বাস্থ্য, ওষুধ ডাক্তারের জন্য ব্যয়।

(৪৬) শিক্ষাখাতে ব্যয়।

(৪৭) আচার অনুষ্ঠানে চাঁদা প্রদান ও আমোদ প্রমোদের জন্য ব্যয়।

(৪৮) গৃহপালিত পশুর জন্য ব্যয়।

ঋণী হলে কোথা থেকে ঋণ পেয়েছেন—

(৪৯) বন্ধুবান্ধব/আত্মীয়স্বজন।

(৫০) গ্রামীণ ব্যাঙ্ক।

(৫১) অন্যান্য ব্যাঙ্ক।

(৫২) D.R.D.A.

(৫৩) কৃষক সমিতি।

কিসের জন্য ঋণ হয়েছে?

(৫৪) গরু/ষাঁড় ক্রয়।

(৫৫) বীজ/সার/কীটনাশক ক্রয়।

(৫৬) বাড়ীর রক্ষণাবেক্ষণের জন্য ব্যয়।

(৫৭) মেয়ের বিয়ে।

(৫৮) ডাক্তার ও ওষুধ।

(৫৯) বস্ত্র/খাদ্য অন্যান্য দ্রব্যের জন্য ব্যয়।

(৬০) গ্রামটিতে কি কি প্রধান সমস্যা আছে?

(৬১) ঐ সকল সমস্যা সমাধানের উপায় কি?

সমীক্ষকের স্বাক্ষর

তাং

1.2 প্রকৃতিপাঠের ক্ষেত্র সমীক্ষা ঃ প্রাকৃতিক প্রতিবেদন (Field Report on Physical Study)

ঊনবিংশ শতাব্দীতে জনৈক ফরাসী ভৌগোলিক বলেছেন "I travelled, I sketched, I described" তার এই মন্তব্য আজকের দিনেও সমভাবে প্রযোজ্য। কারণ ভৌগোলিকেরা একাধারে চিত্রকর, অন্যদিকে পর্যবেক্ষক। ভৌগোলিকদের ক্ষেত্র সমীক্ষার ক্ষেত্রে বিশেষ করে প্রাকৃতিক পাঠের ক্ষেত্রে এদুটি সম্পর্কে জ্ঞান থাকা প্রয়োজন।

যে কোন ক্ষেত্র সমীক্ষার মত প্রাকৃতিক পাঠের ক্ষেত্রে আমরা দুভাবে এগোতে পারি। (ক) প্রাথমিক পরিসংখ্যান সংগ্রহ ও (খ) গৌণ পরিসংখ্যান সংগ্রহ।

এক্ষেত্রে গৌণ পরিসংখ্যান হল Topomap সংগ্রহ ও সেই এলাকা সম্বন্ধে প্রাকাশিত রচনা সংগ্রহ। Topomap থেকে আমরা অঞ্চলটির উচ্চতা ও ভূ-প্রকৃতি সম্বন্ধে সাধারণ জ্ঞান পাই।

প্রাকৃতিক পাঠ ঃ

কোন অঞ্চলের প্রাকৃতিক পাঠ নিতে গেলে ঔ অঞ্চলের ভূতত্ত্ব সম্বন্ধে সাধারণ জ্ঞান থাকা খুব দরকার, কারণ Davis এর ভাষায় ''Landscape is a function of structure, process & stage''. Structure বা ভূগঠন হল কোন অঞ্চলের শিলার অবস্থান, প্রবেশ্যতা, অপ্রবেশ্যতা ইত্যাদি বিষয়।

নদী গঠিত অঞ্চলের ভূ-প্রাকৃতিক ক্ষেত্র সমীক্ষা ঃ

এবার আমরা একটি বিশেষ অঞ্চলের ক্ষেত্র সমীক্ষার কথা আলোচনা করব। তা হলো নদী গঠিত অঞ্চলের ভূ-প্রাকৃতিক পাঠ। এক্ষেত্রে আমরা যে বিষয়গুলোর ওপর জোর দিতে পারি তা হল—(i) নদী, (ii) পলির আকৃতি, (iii) জলস্তরের উচ্চতা, (iv) মাটির নমুনা সমীক্ষা (v) আবহাওয়া সম্বন্ধে তথ্য সংগ্রহ ইত্যাদি। কোন অঞ্চলের প্রাকৃতিক ক্ষেত্র সমীক্ষার কাজটি অতি সময় সাপেক্ষ ব্যাপার। কোন একটি সময়ের সমীক্ষা থেকে ঐ অঞ্চলের পূর্ণাঙ্গ চিত্র অঙ্কন করা মোটেই সমীচীন হবে না। Davis-এর কথার সূত্র ধরে আবার বলা যায় Process & Stage ভূমিরূপ বিবর্তনে এক বিশেষ ভূমিকা নেয়। Process হল কি কি প্রক্রিয়া ভূমিরূপ গঠনে অংশ নিচ্ছে। এ ক্ষেত্রে অবশ্য Subaerial বা অবায়বীয় উপাদানের ভূমিকাই উল্লেখযোগ্য। নদীর কার্য ছাড়াও উত্তাপ, বৃষ্টিপাতও কম গুরুত্বপূর্ণ নয়। উত্তাপ ও বৃষ্টিপাত সংক্রান্ত পরিসংখ্যান নিকট আবহাওয়া Office থেকে সংগ্রহ করা যেতে পারে। বৃষ্টিপাতের পরিমাণের ওপর নদীর জলপ্রবাহ নির্ভর করে। আবার ভূমিক্ষয় বিষয়টিও জলপ্রবাহের উপর নির্ভরশীল। উত্তাপ বাষ্পীভবনে সাহায্য করে। উষ্ণ অঞ্চলে নদীর জল বিশেষ করে শীতের সময় তাড়াতাড়ি শুকোতে থাকে। এ সময় নদীর অস্তিত্ব রক্ষা করাই কঠিন হয়ে পড়ে। ভূ-অভ্যন্তরস্থ জলপ্রবাহ এক্ষেত্রে নদীর জলপ্রবাহ ধারাকে সামান্য হলেও বজায় রাখতে চেষ্টা করে।

জলস্তর পর্যবেক্ষণ ঃ

এবার ভূ-অভ্যন্তরস্থ জল বা ground water level সম্বন্ধেও পর্যবেক্ষককে সচেতন হতে হবে। এ বিষয়ে প্রাথমিক তথ্যাদি অর্থাৎ ভূ-অভ্যন্তরস্থ জলের সীমা সম্বন্ধে একটা প্রাথমিক জ্ঞান সরকারী দপ্তর থেকে সংগ্রহ করতে হবে। ক্ষেত্র সমীক্ষক নিজেও কূয়োর জলস্তর বিভিন্ন সময় পরিমাপ করতে পারেন। বছরের বিভিন্ন সময়ে জলস্তরের পরিমাপ থেকে অঞ্চলটির ভূ-গর্ভস্থ জল সম্পদ সম্পর্কে একটা স্বচ্ছ ধারণা করা যেতে পারে। শুধু তাই নয় দীর্ঘ বারো বছরের অনুসন্ধান থেকে বর্তমান জল সম্পদ ব্যবহার ও আগামী দিনের জল সম্পদ ব্যবহার সম্পর্কে পরিসংখ্যান পাওয়া যেতে পারে যা পরিকল্পনাবিদ্ (Planner) ও সরকারী মহলে খুব কাজে লাগে।

পলির প্রকৃতি ঃ

এবার পলির প্রকৃতি নিয়ে (Nature of sediment) আলোচনায় আসা যাক, প্রথমে পলির শ্রেনীবিভাগ সম্বন্ধে পর্যবেক্ষকের একটি সাধারণ জ্ঞান থাকা দরকার। বর্ষার পর পরই নদী কতটা পরিমাণ পলি সঞ্চয় করেছে প্রথমে সেটি লক্ষ্য করতে হবে। এক্ষেত্রে পর্যবেক্ষক ক্ষেত্রে (Field) কিছু নিদর্শন (Specimen) রেখে আসতে পারেন। ধরা যাক, একটি লাঠিকে মাঠে উন্মুক্ত স্থানে পুঁতে দিতে পারেন। লাঠিটিতে ইঞ্চি বা সেন্টিমিটার ইত্যাদি Scale থাকবে। বর্ষার পর সেটিকে পর্যবেক্ষণ করতে হবে। কয়েক বছরের পর্যবেক্ষণ থেকে বলা যাবে অঞ্চলটিতে পলি সঞ্চয় হচ্ছে কিনা, হলে সঞ্চয়ের পরিমাণ কতটা, ইত্যাদি। সঞ্চয়ের পরিমাণের হ্রাস বৃদ্ধি থেকে মোটামুটিভাবে বলা যেতে পারে কোন ধরণের পার্থক্য হচ্ছে। এর সঙ্গে নদীবাহিত পদার্থের পরিমাণের সম্পর্ক আছে কিনা। সবশেষে কি ধরনের পলি সঞ্চয় হচ্ছে তা লক্ষ্য করা দরকার। এক্ষেত্রে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, নদীবাহিত অঞ্চলের ভূমিভাগ গঠনে পলি প্রধান ভূমিকা নেয়।

ভূমিরূপের প্রকৃতি ঃ

যদিও সমভূমি অঞ্চলটি আমাদের বিচারে মোটামুটিভাবে সমতল হওয়া উচিত তবুও সূক্ষ্ম বিচারে অনেক ক্ষেত্রেই ভূ-প্রকৃতির পার্থক্য ঘটে। আমাদের সাধারণ জ্ঞান থেকে আমরা জানি যে নদীর কাছাকাছি অঞ্চলে প্রতিবছরই পলি সঞ্চিত হচ্ছে, (উত্তর ভারতে যা খাদার নামে পরিচিত) এবং নদী থেকে দূরে পলি সঞ্চয়ের অভাবে মৃত্তিকা ক্ষয় একটি চির পরিচিত ব্যাপার, (উত্তর ভারতে যা ভাঙ্গার পলিমৃত্তিকা নামে পরিচিত) শুধু তাই নয় কোন একটি ছোট অঞ্চলেও উঁচু, মধ্যম, উঁচু-নিচু ভূমিভাগ থাকতে পারে। শস্যফলনের ক্ষেত্রেও ঐ তিন প্রকার ভূমিভাগের একটি ভূমিকা আছে। যেমন ডাঙ্গা জমিতে পাট বা আউশ ধান ভালো হয়। কারণ ঐ দুটি ফসলে জল লাগে কম। নীচু জমি আমন ধানের পক্ষে যথোপযুক্ত। ভৌগোলিককে এই সব বিষয়গুলির উপর নজর দিতে হবে। পরিশেষে Dumpy level যন্ত্রের সাহায্য নেওয়া যেতে পারে। বিষয় শিক্ষকের নেতৃত্বে ছাত্র-ছাত্রীরা এ বিষয়টি নিয়ে অনুসন্ধান করতে পারে। সবশেষে আর একটি কথা বলা দরকার তা হল এ অঞ্চলটিতে একটি Block diagram প্রস্তুত করা, কারণ এ থেকে ঐ অঞ্চলটি সম্বন্ধে একটি মোটামুটি ধারণা করতে পারি।

ক্ষেত্র সমীক্ষায় প্রাথমিক ও গৌণ পরিসংখ্যানের ভূমিকা (Role of Primary and Secondary data in field survey) ঃ

প্রাকৃতিক এবং সাংস্কৃতিক বিষয়ে জ্ঞান অর্জন করার জন্য প্রয়োজন গবেষণা। গবেষণার জন্য প্রাথমিকভাবে প্রয়োজন পরিসংখ্যান। কোন বিষয়ে প্রাপ্ত পরিসংখ্যান দুপ্রকারের হয়ে থাকে। যথাঃ (i) প্রাথমিক বা Primary এবং গৌণ বা Secondary.

প্রাথমিক পরিসংখ্যান হল নতুন অর্থাৎ আনকোরা বা Fresh পরিসংখ্যান। এগুলি হল গবেষণার মূল (base) পরিসংখ্যান, পক্ষান্তরে, গৌণ পরিসংখ্যান বা Secondary data হল অন্যের দ্বারা সংগৃহীত তথ্য। এই পরিসংখ্যানকে সংকলন পরিসংখ্যানও বলা হয়। গবেষক বিচার করবেন তিনি কি পদ্ধতিতে বা কি ধরনের পরিসংখ্যান তার বিশ্লেষণে তথ্য হিসেবে ব্যবহার করবেন।

প্রাথমিক পরিসংখ্যান সংগ্রহ পদ্ধতি (Method of collecting primary data) ঃ

পরীক্ষামূলক গবেষণা চলাকালীন প্রাথমিক সংগ্রহ করার জন্য প্রয়োজন বিশদভাবে পরীক্ষা-নিরীক্ষা। তার বর্ণনামূলক বা সমীক্ষার কাজের জন্য প্রয়োজন পর্যবেক্ষণ এবং প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে তথ্যাদি সংগ্রহ। মনে রাখতে হবে প্রাথমিক পরিসংখ্যান যেহেতু সমীক্ষার ভিত্তিতে করা হয়ে থাকে তাই এটি অধিক গ্রহণযোগ্য। তা সত্বেও সমীক্ষকের উপস্থিত বুদ্ধি ও দক্ষতা এ বিষয়ে খুব গুরুত্বপূর্ণ।

যাই হোক বর্ণনামূলক বা সমীক্ষার ক্ষেত্রে প্রাথমিক পরিসংখ্যান সংগ্রহের পদ্ধতি নানা ধরনের হতে পারে যেমন—পর্যবেক্ষণ, সাক্ষাৎকার, প্রশ্নাবলী ইত্যাদি। পরিসংখ্যান সংগ্রহের ক্ষেত্রে গবেষককে কতগুলি পদ্ধতি প্রয়োগ করতে হবে। অভিজ্ঞ ব্যক্তিগণের সহযোগিতায় গবেষকগণ পর্যবেক্ষণকালে যে সব প্রাথমিক প্রশ্নোত্তর সংগ্রহ করতেন সেগুলো হল ঃ

(i) কোথায় এবং কিভাবে তথ্য সংগ্রহ করা যাবে?

(ii) সংগৃহীত তথ্যগুলি কি পদ্ধতি অনুসারে এবং কিভাবে উপস্থাপিত করা যাবে?

(iii) সংগৃহীত পরিসংখ্যান সমূহের বিশ্লেষণ কি পদ্ধতিতে করা হবে?

(iv) সংগৃহীত তথ্যাবলীর সাহায্যে কিভাবে উল্লিখিত অঞ্চলের সর্বশেষ মত প্রদান করা যেতে পারে?

পর্যবেক্ষণ পদ্ধতি ঃ

পর্যবেক্ষণ পদ্ধতি বলতে আমরা বুঝি যে, পারস্পরিক বিভিন্ন বাস্তুসমূহকে যা আমরা দেখি কিন্তু এই ধরনের পর্যবেক্ষণ ভূগোলবিদ্যায় গ্রহণীয় নয়। কাজেই বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিকোণ থেকে পর্যবেক্ষণ তখনই বলব যখনই একটি সুনির্দিষ্ট পরিকল্পনা নিয়ে উপস্থিত হতে পারবে।

(i) পর্যবেক্ষণ পদ্ধতিতে সমীক্ষণের নিজস্ব তথা প্রত্যক্ষ পর্যবেক্ষণ গুরুত্ব পেয়ে থাকে অর্থাৎ উত্তরদাতার তেমন ভূমিকা থাকে না। এই পদ্ধতির সুবিধা হল নিরপেক্ষ দৃষ্টিভঙ্গী।

(ii) চলতি বিষয়গুলি পদ্ধতির আওতায় এসে পরে। অতীতের ঘটনা বা ভবিষ্যতের অনভিপ্রেত ব্যাপার সমূহ এখানে গুরুত্ব পায় না। আবার যে কোন কারণেই হোক না কেন,বহু উত্তরদাতা উত্তর দেন না বা অধিক উত্তর দিতে চান না। এই সব ক্ষেত্রে এই পদ্ধতির কিছুটা সীমাবদ্ধতা আছে—(i) এই পদ্ধতিতে যে সব তথ্য পাওয়া যায় তা গবেষণার কাজে পর্যাপ্ত নয়। (ii) এটি একটি ব্যয়বহুল পদ্ধতি, (iii) এমনও হতে পারে যে, পর্যবেক্ষণের আকাঙ্খিত ব্যক্তির অনুপস্থিতি যথোপযুক্ত পরিসংখ্যান সংগ্রহের ক্ষেত্রে বাধার সৃষ্টি করে।

উপরিউক্ত পদ্ধতি প্রয়োগের পূর্বে গবেষকদের কতগুলি বিষয় স্মরণ করা উচিত। যথা—পর্যবেক্ষণের বিষয় কি? কিভাবে পর্যবেক্ষণের বিষয়গুলি লিপিবদ্ধ করা হবে ইত্যাদি। এছাড়া আরো কতগুলি প্রশ্ন এসে যায়। যেমন কি ধরনের পরিসংখ্যান সংগ্রহ করা হবে ইত্যাদি। এই বিষয়গুলি যদি সঠিকভাবে পর্যবেক্ষণ ও নিরীক্ষণ করা যায় তবে একে Structural Observation বা কাঠামোভিত্তিক পর্যবেক্ষণ বলা হয়। পর্যবেক্ষকদের স্থানীয় অধিবাসীদের সাথে মিশে গিয়ে তথ্য সংগ্রহ করার কৌশল আয়ত্ত করতে হবে। এতে সুবিধা হল পর্যবেক্ষক সেই স্থানের অধিবাসীদের স্বাভাবিক আচরণবিধি লিপিবদ্ধ করতে পারেন।

সাক্ষাৎকার পদ্ধতি ঃ

সমীক্ষক এবং উত্তর দাতা পরস্পরের মুখোমুখি সাক্ষাৎকার কখনো কখনো প্রত্যক্ষ অনুসন্ধানের মাধ্যমে হতে পারে। এই পদ্ধতি সাধারণত সেই সমস্ত ব্যক্তির সাথে হয়ে থাকে যেখানে যোগাযোগের সুবিধা রয়েছে।

সাধারণত ব্যক্তিগত সাক্ষাৎকার পদ্ধতিতে সংগৃহীত তথ্য একটি নির্দিষ্ট প্রশ্নাবলীর মাধ্যমে করা হয়ে থাকে। প্রাথমিক স্তরে কাঠামোবিহীন সাক্ষাৎকারের প্রশ্নের স্বচ্ছতা অনেক বেশী থাকে, কারণ প্রশ্নকর্তা অনেক বেশী স্বচ্ছন্দভাবে প্রশ্ন করতে পারেন।

উপরিউক্ত সাক্ষাৎকার ছাড়াও আরো অনেক প্রকার সাক্ষাৎকার আছে। যথা—লক্ষ্যভিত্তিক সাক্ষাৎকার ও অপ্রত্যক্ষ সাক্ষাৎকার ইত্যাদি। সাক্ষাৎকারের পদ্ধতি বিভিন্ন স্তরে, বিভিন্ন সময়ে এবং বিভিন্ন অবস্থার পরিপ্রেক্ষিতে নানা প্রকার হতে পারে। কিন্তু যে ভাবেই সাক্ষাৎকার ঘটুক না কেন, এতে কয়েকটি সুবিধা তথা অসুবিধা রয়েছে। যেমন—

(i) পর্যাপ্ত তথ্য পাওয়ার সাথে তথ্যের গভীরে পৌঁছানো যায়।

(ii) উত্তর দাতা কোন প্রশ্নের উত্তর দিতে পারেন বা না পারেন উত্তর অস্পষ্ট হলে সমীক্ষক তার নিজের ক্ষমতার সাহায্যে তা সহজেই কাটিয়ে উঠতে পারেন।

(iii) এই পদ্ধতিতে ব্যক্তিগত তথ্য সহজেই পাওয়া যায়।

(iv) সমীক্ষক নিজের পছন্দমতো সঠিক উত্তরদাতার বয়ন করতে পারেন।

(v) এই পদ্ধতিতে পারিপার্শ্বিক অবস্থা সম্পর্কেও যে বিবরণ পাওয়া যায় তা গবেষককে উৎসর্গ করে।

তবে এই পদ্ধতির ক্ষেত্রে কিছু সীমাবদ্ধতা আছে। যথা—(ক) পদ্ধতিটি যেমন ব্যয়বহুল তেমনই সময় সাপেক্ষ। তাছাড়া, (খ) সঠিক উত্তর দাতার কাল্পনিক কতগুলি ঘটনাও এসে পড়ে, যা গবেষণার কাজকে কিছুটা বিঘ্নিত করে।

চিত্রভিত্তিক প্রশ্নাবলী ঃ

এই পদ্ধতির প্রয়োগে উত্তর দাতা কিছুটা উৎসাহিত হয়, তবে নিরক্ষর ব্যক্তিগণের কাছে এটি সমাদৃত হয়ে থাকে।

প্রশ্নাবলী পদ্ধতি ঃ

সমীক্ষক তার গবেষণার কাজে যে প্রশ্নাবলী প্রস্তুত করবেন তাতে কতগুলি বিষয়ের ওপর বিশেষভাবে নজর দেওয়া প্রয়োজন, যেমন—আর্থ সামাজিক, অর্থনৈতিক, ভূ-প্রকৃতি, ভূ-ত্ত্ব, জাতি ইত্যাদি নানা বিষয়ে কিছু প্রশ্নাবলী তালিকায় লিপিবদ্ধ করা প্রয়োজন।

প্রয়োজন নানা ধরনের হতে পারে, যেমন—Structural questionnaire বা কাঠামোভিত্তিক প্রশ্নাবলী। যাতে তা উন্মুক্ত বা সীমাবদ্ধ প্রশ্নসমূহ থাকবে। উন্মুক্ত বা Open form প্রশ্নগুলিতে উত্তরদাতার উত্তরের নির্দিষ্ট কোন সীমা থাকবে না। পক্ষান্তরে, সীমাবদ্ধ প্রশ্নাবলীর ক্ষেত্রে উত্তরদাতাকে কয়েকটি নির্দিষ্ট উত্তর দিতে হয়।

1.3 ক্ষেত্র সমীক্ষা ঃ পাহাড়ী গ্রাম পুডুং

গ্রাম পরিচিতি ঃ

একটি পাহাড়ী গ্রামের আর্থ-সামাজিক অবস্থা প্রত্যক্ষ করার জন্য আমরা 1996 সালের ফেব্রুয়ারী মাসে দার্জিলিং জেলার কালিম্পং থানার অধীন পুডুং খাসমহল (জে. এল. নং 46) গ্রামটি সমীক্ষা করেছিলাম। কালিম্পং শহর থেকে 6 কি. মি. দূরে অবস্থিত এটি দার্জিলিং জেলার এক ক্ষুদ্রতম গ্রাম পঞ্চায়েত (381·69 হেক্টর)। কালিম্পং শহর থেকে এই গ্রামটিতে জীপে করে পৌঁছানো যায়। আপার পুডুং-এ একটি জীপ ষ্ট্যাণ্ডও রয়েছে। গ্রামটির উত্তর দিকে রয়েছে ডঃ গ্রাহামস্ মৌজা (জে. এল.নং 28), দক্ষিণ দিকে কাকিবঙ খাসমহল (42) ও ওকপ্রিনটাম খাসমহল (58), পূর্বদিকে এচে খাসমহল (45) ও লোলো খাসমহল (44) এবং পশ্চিম দিকে সিন্দে খাসমহল (47)।

প্রাকৃতিক পরিবেশ ঃ

পূর্বদিক ছাড়া গ্রামটিকে তিনদিক দিয়ে ঘিরে আছে পাহাড়। এই এলাকাটি নিম্ন হিমালয়ের একটি উপত্যকা বিশেষ। পাহাড়ের উচ্চতা 960 মিটার থেকে 1180 মিটারের মধ্যে। এই এলাকাটি পশ্চিম থেকে পূর্বদিকে ঢালু হয়ে গেছে। রিল্লী নদী গ্রামটির পূর্বদিক দিয়ে বয়ে যাচ্ছে। এলাকাটির বেশীর ভাগ জায়গা জুড়ে রয়েছে লাল দোঁয়াশ মাটি। কোথাও কোথাও আবার মাটিতে বালির ভাগ বেশী। যেহেতু এই এলাকাটি ঘিরে আছে

পাহাড়, তাই বৃষ্টিপাত বেশী নয় (বাৎসরিক প্রায় 225 সে. মি.)। জুন মাসে সবচেয়ে গরম পড়ে, উষ্ণতা তখন 30° সেন্টিগ্রেড ছুঁই ছুঁই করে। আবার ডিসেম্বর মাসে উষ্ণতা 9° সেন্টিগ্রেডে নেমে যায়। ফেব্রুয়ারী-মার্চ মাসে পার্বত্য বায়ু বয়। এখানকার উদ্ভিদ অনেকটা সমতলের মতন। সমতলের সব গাছ, এমনকি বাঁশও এখানে জন্মায়।

গ্রামের বিবর্তন ঃ

গ্রামটির নাম মাহাত্ম্যের মধ্যেই ছড়িয়ে আছে এর উৎপত্তির ইতিহাস। লেপচা ভাষায় ''পু'' (Pu)-র মানে হল যেখানে মানুষজন জড়ো হন (এখানে বসবাস স্থান) এবং ''ডুং''-ছোট পাহাড় (Hillock)। অতএব, পুডুং-এর অর্থ হল উঁচুতে অবস্থিত মানুষের বাসস্থান। খাসমহল এলাকার রাজস্ব সরকার প্রজাদের (কেবলমাত্র পাহাড়ী বাসিন্দা) কাছ থেকে সরাসরি আদায় করতেন। 1865 সালে সিঞ্চুলা চুক্তির ফলে নেপাল ও সিকিম থেকে বহু বাসিন্দা এখানে বসবাসের জন্য চলে আসেন। ফলে রাজস্ব আদায়ের পরিমাণও বেড়ে যায়। ড. অশোক মিত্র তাঁর দার্জিলিং সেনসাস হ্যান্ডবুকে (1951 জনগণনা) আরো লিখেছেন যে এখানকার অধিকাংশ আগন্তুকরা (Immigrant) কৃষিকাজে পটু ছিলেন এবং স্থানীয়ভাবে প্রচলিত ''ঝুম'' চাষের বদলে স্থায়ী কৃষির সূচনা করেছিলেন।

প্রায় পঞ্চাশ ছুঁই ছুঁই গ্রাম পধান শ্রী কে. এস. রাই আমাদের জানালেন যে তাঁর দাদু একশো বছরের বেশী আগে নেপাল থেকে এই গ্রামে এসেছিলেন। তিনি আরো জানালেন যে তাঁর প্রতিবেশীরা ঐ একই সময়ে নেপাল থেকে এখানে এসেছিলেন। আরামদায়ক জলবায়ু ও প্রচুর জমি পাবার সম্ভাবনা তাঁদের যে এখানে টেনে এনেছিল তা জানাতে শ্রী রাই ভুললেন না। প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য যে গ্রামের আদি বাসিন্দারা কেউই জমি কেনেন নি। প্রায় দেড়শো বছর ছুঁই ছুঁই এক বুদ্ধ মন্দির ছাড়া গ্রামে প্রাচীন ঐতিহাসিক দ্রষ্টব্য বস্তু কিছু নেই।

ক্ষেত্র সমীক্ষার সময় জানা গেছিল যে গ্রামটির অবস্থানের দরুণ এখানে গত কয়েক দশক যাবৎ বাইরে থেকে কোন ব্যক্তি আসেন নি। অবসরের পর কিছু সামরিক বাহিনীর কর্মী তাদের পরিবার নিয়ে এখানে চলে এসেছেন। গত চল্লিশ বছরে (1951-91 সময়ের মধ্যে) এখানে লোকসংখ্যা বেড়েছে 22·1 শতাংশ, যদিও এই বৃদ্ধির হার একই ছন্দে ঘটে নি। কারণ 1951-61 দশকে যেখানে বৃদ্ধির হার ছিল 15·8 শতাংশে, 1960-71 দশকে তা গিয়ে দাঁড়াল 5·8, 1971-81- এ 21·8 এবং পরবর্তী দশকে (1981-91) প্রায় 12 শতাংশ। এ থেকে বলা যায় গ্রাম থেকে বহিঃপ্রব্রজন ঘটেছে। পরিবারের সংখ্যা থেকেও গ্রামের জনবৃদ্ধির হারের একটা চিত্র পাওয়া যেতে পারে। 1951-র জনগণনায় গ্রামে 238টি পরিবার ছিল, 1961-তে তা গিয়ে দাঁড়াল 236 (1 শতাংশ কম), 1971-এ 227 (4 শতাংশ কম), 1981-তে 290 (পূর্বের চেয়ে 22 শতাংশ বেশী), এবং 1991-তে 257 (11 শতাংশ কম)। আমাদের ক্ষেত্র সমীক্ষা থেকে জানতে পারলাম যে কিছু কিছু যুবক চাকরী পেয়ে সিকিম ও সমতলের অন্যত্র চলে গেছেন, অবশ্য ছুটির সময় তারা গ্রামে আসেন। কয়েকজন পরিবার স্থায়ীভাবে গ্রাম ত্যাগ করে গেছেন।

গ্রামটির তিনদিক পাহাড় দিয়ে ঘেরা থাকলেও এখানে ধ্বস নামার সমস্যা নেই। অবশ্য লোয়ার পুডুং-এর কিছু অংশ নদী ক্ষয়ের শিকার হয়েছে। প্রায় 17 বছর আগে যে ভূমিকম্প হয়েছিল, তাতে গ্রামের কিছু বাড়ীতে ফাটল ধরেছিল। সরকার থেকে বাড়ীঘর সারানোর জন্য কিছু টাকা পাওয়া গিয়েছিল। 1962 সালে গ্রামে পৌঁছানোর জন্য একটা পাকা রাস্তা (রেইলী রোড) তৈরী হয়েছে। গ্রামটি পুরোপুরি বিদ্যুতায়েত হয়নি। বিশুদ্ধ পানীয় জলের ব্যবস্থা গ্রামের সবখানে করা সম্ভব হয়নি। বস্তুতপক্ষে, এটাই গ্রামের সবচেয়ে বড় সমস্যা। অন্য গ্রাম পঞ্চায়েত থেকে জল আনতে হয়। গ্রামে ঝোরা থাকলেও তা শুকিয়ে যায়। প্রায় 15 বছর আগে গ্রামে একটি চিকিৎসা কেন্দ্র খোলা হয়েছে। সীমিত আর্থিক সাহায্য নিয়ে গ্রাম পঞ্চায়েত থেকে টাট্টু রাস্তা Ponny Road, ক্ষুদ্র জলসেচ প্রকল্প ও সামাজিক বনসৃজন করা হয়েছে।

জনমিতি প্রেক্ষাপট ঃ

সমীক্ষিত পরিবারগুলির মধ্যে নয় শতাংশ তফসিলী জাতি, একুশ শতাংশ তফসিলী উপজাতি এবং সত্তর শতাংশ অন্যান্য জাতি। লিঙ্গ অনুপাত বিশ্লেষণ করলে দেখা যায় যে গ্রামটিতে প্রতি 1000 পুরুষে মহিলার সংখ্যা হল 1120 জন। বয়সপুঞ্জের (Age group) বিশ্লেষণ (প্রতি পাঁচ বছরের ব্যবধান) দেখায় যে 5-7 বয়সপুঞ্জে শিশুর সংখ্যা কম কিন্তু 20-24 বয়সপুঞ্জে জনতার সংখ্যা বেশী। এরপর 35-39 বয়সপুঞ্জ পর্যন্ত লোকসংখ্যা কম। পুনরায় 40-44 এবং 45-49 বয়সপুঞ্জের লোকসংখ্যা বেশী। এরপর পরবর্তী দুটি বয়সপুঞ্জে লোকসংখ্যা কম। কিন্তু 60 বছরের ঊর্ধ্বে বেশী। পুডুং-এর বয়স-লিঙ্গ পিরামিড (Age sex pyramid) ভারতের চিরাচরিত বয়স-লিঙ্গ পিরামিড থেকে আলাদা। কারণ এদেশের পিরামিড চিত্র নিচের দিকে চওড়া থাকলেও তা ক্রমশ উপরের দিকে শরু হয়ে গেছে। এবার সমীক্ষিত পরিবারের ব্যক্তিদের যদি তিনটি বয়স গোষ্ঠীতে (তরুণ 0-14 বছর পর্যন্ত, প্রাপ্তবয়স্ক 15-59 বছর পর্যন্ত এবং বৃদ্ধ 60 ও তার বেশী) ভাগ করি তবে দেখতে পাব যে 23 শতাংশ তরুণ, 67 শতাংশ প্রাপ্তবয়স্ক এবং 10 শতাংশ বৃদ্ধের দলে। মনে রাকা দরকার যে প্রাপ্তবয়স্করা তরুণ ও বৃদ্ধদের দায়িত্ব নেন। সেদিক দিয়ে পুডুং সৌভাগ্যবান, কারণ এই গ্রামে প্রাপ্তবয়স্কদের সংখ্যা বেশী। সমীক্ষিত পরিবারের সদস্য সংখ্যা বিশ্লেষণ করলে দেখা যায় যে এখানে ছোট পরিবারের (3 থেকে 5 সদস্যের) সংখ্যা বেশী, এরপর রয়েছে বড় বা যৌথ পরিবারের সংখ্যা (6 থেকে 9 সদস্যের) এখানে একটি মাত্র একক পরিবার রয়েছে। পরিবারের সদস্য কম হওয়ার কারণ হল বিয়ের পর পুত্র পিতামাতা থেকে আলাদা থাকেন। বেশীর ভাগ ক্ষেত্রে ছেলেমেয়েরা নিজেদের জীবন সঙ্গী বেছে নেন।

বসতি ও ঘরবাড়ী ঃ

পুডুং বসতিটি তিনটি এলাকায় বিস্তার লাভ করেছে—আপার পুডুং, সুনডুং ও খাদালি। শেষের দুটি আবার দুভাগে বিভক্ত, যথা সুনডুং এক, সুনডুং দুই, খাদালি এক, খাদালি দুই। 'খাদালি' মানে নীচু অংশ। এই রকম নামকরণের কারণ হল স্থানটি নীচু জায়গায় অবস্থিত। খাড়া ঢাল বলে আপার পুডুং-এ কম মানুষ বাস করেন (প্রায় 30টি পরিবার)। মাঝারি ঢালের জন্য 'খাদালি'-তে বেশী সংখ্যক পরিবার বাস করেন। পুডুং-এর 267 পরিবারের জন্য 125টি পরিবার গ্রামের এই অংশে বাস করেন।

সমীক্ষিত গৃহের কুড়ি শতাংশ পাকা বাড়ী। এখানকার বাড়ী তৈরীর বৈশিষ্ট্য হল এই যে বাড়ী তৈরীতে পেরেক ব্যবহার করা হয় না। বাড়ীর দেওয়াল তৈরীতে ইঁট, পাথর ও বাঁশ স্থানীয়ভাবে সংগ্রহ করা হয়। ইঁটের তৈরী দেওয়ালে মাটি দিয়ে প্রলেপ দেওয়া হয়। আবার বাঁশের তৈরী দেওয়ালে বাঁশের ওপর মাটি দিয়ে প্রলেপ দেওয়া হয়। সমীক্ষিত বাড়ীগুলির এক-চতুর্থাংশের ছাদ খড়ে ছাওয়া। বাড়ীর ছাউনিতে ব্যবহৃত লম্বা খড় স্থানীয়ভাবেই মেলে, বাকী ছাদ টিনের তৈরী। অধিকাংশ বাড়ীর ছাদ চার চালা। বাড়ীর মেঝে স্থানীয় পাথরে তৈরী, তার ওপর মাটি দিয়ে প্রলেপ দেওয়া হয়।

বাড়ীগুলো একতলা। কয়েকটি পাকা বাড়ী দোতলা। পাকা বাড়ী তৈরীতে স্থানীয় ইঁট ব্যবহার করা হয়। বাড়ী তৈরীর অন্যান্য মালমশলা শহর থেকে আনা হয়। অবস্থাপন্নদের বাড়ীতে বৈঠকখানা আছে। যাদের চাষের জমি আছে তাদের ধান গোলাও আছে। এঁদের গোয়াল ঘরও আছে। শূয়োর থাকলে শূয়োরের খোঁয়াও বাড়ীতে থাকে। কয়েকজন ছাড়া, প্রত্যেকটি বাড়ীতে পলেস্তারা ও রঙ করা। বাড়ীতে জানলার ব্যবস্থা আছে। একটু অবস্থাপন্নদের বাড়ীর জানলাগুলো কাঁচের। বাড়ীর থেকে কিছুটা উঁচুতে বিশেষভাবে তৈরী করা মেঝে বাক্সে হাঁস ও মুরগী রাখা হয়। বস্তুতপক্ষে, পুডুং-এর বাড়ীগুলোর সাথে সমতলের বাড়ীগুলোর সাদৃশ্য আছে, বিশেষ করে খড়ে ছাওয়া ঘরের ক্ষেত্রে।

অর্থনৈতিক ও সামাজিক দিক ঃ

পুডুং-এর বাসিন্দারা প্রধানত কৃষিজীবী। ক্ষেত্র সমীক্ষাতে দেখা গেছে যে শতকরা 74টি পরিবার কৃষিজীবী, কর্মজীবী 17 শতাংশ, বাকী 9 শতাংশ কৃষিশ্রমিক। সমীক্ষিত পরিবারের মধ্যে একজন করে ব্যাঙ্ক সামরিক বাহিনী, পৌরসভায় ও স্কুল শিক্ষকতায় নিয়োজিত আছেন। সমীক্ষিত পরিবারগুলির মধ্যে 52 শতাংশের প্রধান বৃত্তি ছাড়াও গৌণ বৃত্তি রয়েছে। কর্মজীবী পরিবারের প্রত্যেকেরই গৌণ বৃত্তি হিসেবে কৃষি কর্ম রয়েছে। বৃত্তির দিক থেকে এই গ্রামে বৈচিত্র্য কমই আছে। এর কারণ হল এখানকার আদি বাসিন্দারা বিনা মূল্যেই জমি পেয়েছিলেন। তাছাড়া প্রাকৃতিক বাধার জন্য (বিচ্ছিন্ন ও অববাহিকা-আকৃতির) ও এখানে বহুবিধ কর্মধারা বিকাশ লাভ করতে পারে নি। যারা কৃষিকাজ করেন, তাঁরা অফ সিজিনে বড় জোতদারের অধীনে কৃষিশ্রমিকের কাজ করেন।

ক্ষেতি জমি ঃ

একনজরে জমির আয়তনের দিকে তাকালে দেখা যায় যে বেশীর ভাগ পরিবারের 1·01 থেকে 2·00 একর (0·40 হেক্টর থেকে 1·19 হেক্টর) পর্যন্ত জমি আছে, বড় জমির মালিকের সংখ্যা হাতে গোনা। জমির পরিমাণ কম হবার কারণ হল গ্রাম সৃষ্টির প্রথম পর্যায়ে বিনামূল্যে জমি দেওয়া হয়েছিল। গত দশ বছরে মাত্র দুটি পরিবার জমির পরিমাণ সামান্য হলেও (যথাক্রমে 0·13, 0·26 হেক্টর) বাড়াতে পেরেছেন। 4 জন জমি কিনেছেন। বাকীদের জমির পরিমাণ একই রয়ে গেছে।

আয়-ব্যয় ঃ

সমীক্ষিত পরিবারের আয়-ব্যয়ের হিসাব থেকে দেখা যাচ্ছে যে প্রায় অর্ধেক পরিবারের উদ্বৃত্ত বাজেট রয়েছে, বাকী অর্ধেক পরিবারের কাজে টান পড়ে। উদ্বৃত্ত বাজেটের পরিমাণের পার্থক্য দাঁড়ায় 6·00 টাকা থেকে 37,300 টাকা, আর ঘাটতি বাজেটের পরিমাণের পার্থক্য দাঁড়ায় 708 টাকা থেকে 14,687 টাকা পর্যন্ত। ক্ষেত্রসমীক্ষা থেকে জানা গেল যে পুডুং-এর অনেক পরিবারই গরীব। তারা ঋণগ্রস্ত। পুডুং-এর অনেক পরিবারের একটা সাধারণ অভ্যেস হল প্রায় প্রতিমাসেই বন্ধু ও ব্যাঙ্ক থেকে ধার নেওয়া। প্রধানত পরিবার প্রতিপালন করতে, বীজ কিনতে এবং মেয়ের বিয়ে দেবার জন্য ধার করা হয়। অবশ্য তারা সময়মতো ধার শোধ করে দেন। ক্ষেত্র সমীক্ষার আরো দেখা গেছে যে সব পরিবারে 2 বা 3 জন উপার্জনশীল ব্যক্তি রয়েছেন, তারা আর্থিক দিকে স্বচ্ছল। এই পরিবারে পিতা হলেন কৃষক, কিন্তু ছেলেরা হয় সামরিক বিভাগে কাজ করেন অথবা সূত্রধর।

জমির ব্যবহার ঃ

গ্রামের মোট ভৌগোলিক জমির 76 শতাংশ নীট কর্ষিত জমি, 11 শতাংশ অ-কৃষি জমি, 13 শতাংশ পতিত ও অনাবাদী জমি। নীট কর্ষিত জমির 60 শতাংশ ঝোরা ও পাইপের সাহায্যে জলসিঞ্চিত হয়। পুডুং-এর কৃষিকাজ এখনো সনাতনী প্রথায় চলছে। এর কারণ হল জলসেচের অপ্রতুলতা, তথা সার বীজ কেনার অক্ষমতা। পাহাড়ী এলাকা বলে জমি ধাপ ধাপ করে কেটে চাষ করা হয়। এজন্য জমিতে যন্ত্র ব্যবহার করা যায় না। কৃষকরা জমিতে স্থানীয় বীজ ও গোবর সার ব্যবহার করেন। যে সব ধাপের (Terrace) ঢাল কম, সেখানে লাঙল ব্যবহার করা যায়, কিন্তু সরু ধাপে কোদাল ব্যবহার করা হয়। পুডুং-এর উচ্চতায় ধান, ভুট্টা, গম, শাকসব্জী, আলু, তৈলবীজ ও আদা চাষে উপযোগী। গরমকালে ধান, মারুয়া, শাকসব্জী এবং শীতকালে বোরো ধান, আলু, গম, আদা ও তৈলবীজ জন্মায়। ধান ও ভুট্টা এই গ্রামের দুটি প্রধান ফসল। এখানে একরে 130 থেকে 200 কেজি ভুট্টা উৎপাদিত হয়। পানীয় ও গোখাদ্য হিসেবে ব্যবহৃত হয়। একে পুড়িয়েও খাওয়া হয়। এদিকে এদিয়ে কটিও তৈরী হয়। বিশে ফেব্রুয়ারীর মধ্যে এর রোপনকাজ শেষ করতে হয়। জুন মাসের মধ্যে ফসল কাটা হয়। ধানের (স্থানীয় নাম কৃষ্ণভোগ) জন্য জমি মার্চ মাস থেকে প্রস্তুত করতে হয়। বীজ বোনা হয় পনেরোই জুলাই-র মধ্যে এবং পনেরোই নভেম্বরের মধ্যে ধান কাটা শেষ হয়ে যায়। একর প্রতি 300 থেকে 400 কেজি ধান উৎপাদিত হয়। বাজারে বিক্রীর জন্য ধান কিছু অবশিষ্ট থাকে না। খুব বেশী জমির মালিকরাই ধান বিক্রি করেন। নভেম্বরের শেষ সপ্তাহ থেকে ডিসেম্বরের প্রথম সপ্তাহের মধ্যে গমের বীজ পোঁতা হয়, আর মার্চের মধ্যে গম কাটা হয়ে যায়। যাদের বেশী জমি আছে তারাই গমের চাষ করেন। গম চাষের পাশাপাশি বোরো ধানেরও চাষ হয়। এজন্য বীজ তোলার জন্য একখণ্ড জমি আলাদা করে রাখা হয়। মার্চের মধ্যে বীজতোলা, ক্ষেতে পোঁতা করা হয় এবং মে মাসের প্রথম সপ্তাহে বোরো ধান কাটা হয়। শাকসব্জীর মধ্যে বাঁধাকপিই প্রধান।

শিক্ষা ঃ

গ্রামে একটি সরকারী সাহায্যপ্রাপ্ত প্রাথমিক বিদ্যালয় আছে। একটি ইংরেজী মাধ্যমের বেসরকারী প্রাথমিক স্কুলও আছে। পুডুং ও সিন্ডিবোং-র সীমায় একটি মাধ্যমিক স্কুল আছে। সাধারণভাবে মহিলা ও পুরুষদের মধ্যে শিক্ষার হার হল 85 শতাংশ। বৃদ্ধরা লিখতে, পড়তে পারেন না। পুডুং-এর বয়স্ক স্কুলও নেই। গ্রামের সব বাচ্চারাই স্কুলে যায়। গ্রামের পঞ্চাশ শতাংশ মহিলার শিক্ষার মান সপ্তম শ্রেণী ও তার নিচে, 10 শতাংশ মাধ্যমিক উত্তীর্ণ এবং 30 শতাংশ গ্রাজুয়েট।

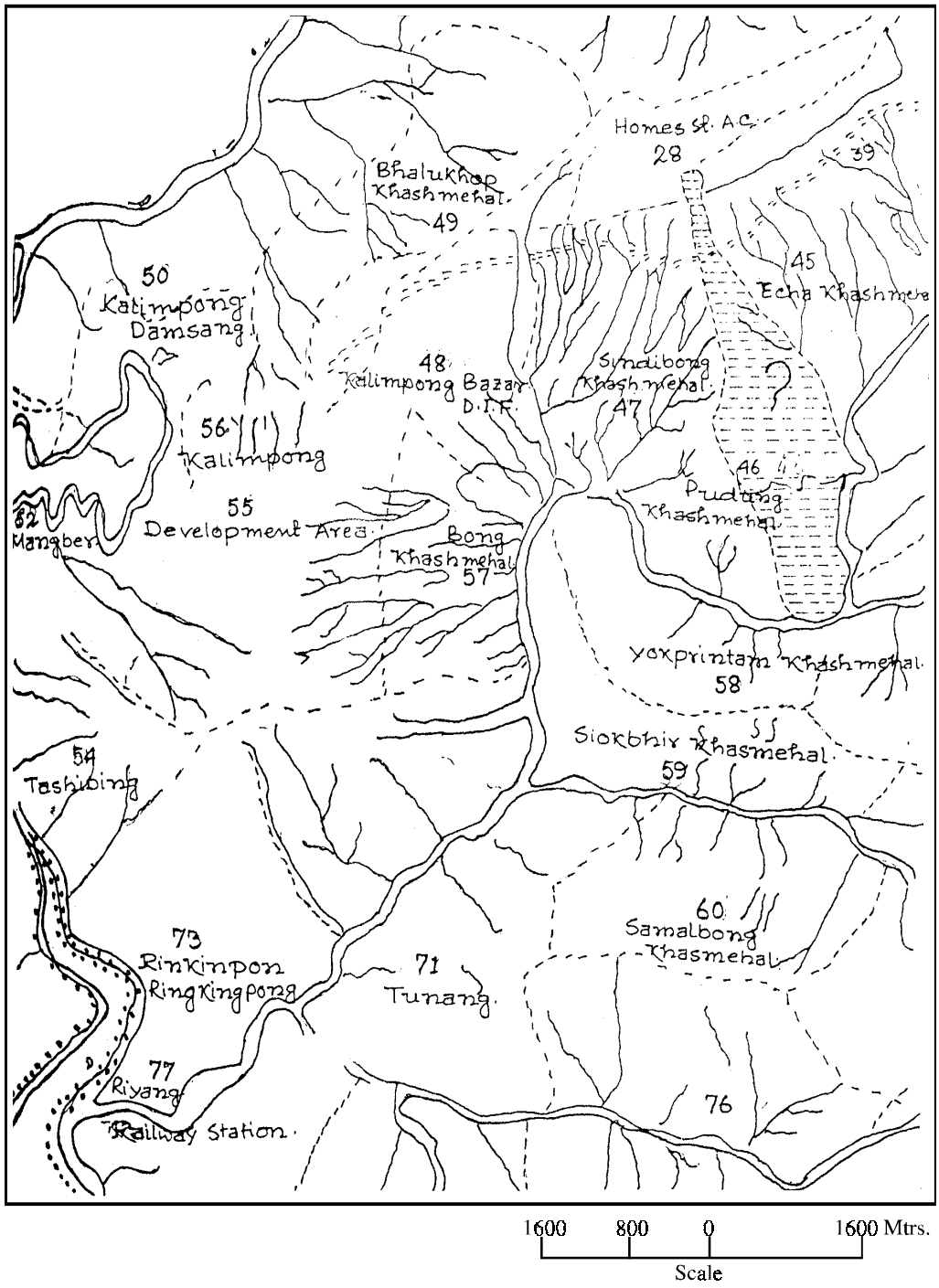
উৎসব ঃ

গ্রামটিতে নেপালী, ভুটিয়া, লেপচা, শেরপা ও খ্রীষ্টান সম্প্রদায়ের বসবাস। অবশ্য মোট জনসংখ্যার পনেরো শতাংশ খ্রীষ্টান। সব সম্প্রদায়ের উৎসবই জাঁকজমকের সাথে অনুষ্ঠিত হয়। গ্রামে একটি কৃষ্ণ মন্দির, চার্চ ও গুম্ফা রয়েছে। উৎসবের মধ্যে বৈশাখ মাসে বুদ্ধজয়ন্তী (বুদ্ধের জন্মদিন উপলক্ষে), আশ্বিন মাসে দশেরা (অক্টোবর), কার্তিক (অক্টোবর-নভেম্বর মাসে) দেওয়ালী, বড়দিন, মাঘ মাসে মাঘী-সংক্রান্তি, চৈত্র মাসে (মার্চ-এপ্রিল) চৈত্র দশাই এবং সানি সংক্রান্তি উল্লেখযোগ্য। এছাড়া লেপচা দশাই, লোসার এবং কৃষ্ণষ্টমীও পালিত হয়। মাঘ সংক্রান্তিতে দু'দিনের জন্য সাংস্কৃতিক অনুষ্ঠান হয়। প্রায় এক থেকে দেড় হাজার লোক এই উৎসবে যোগ দেন।

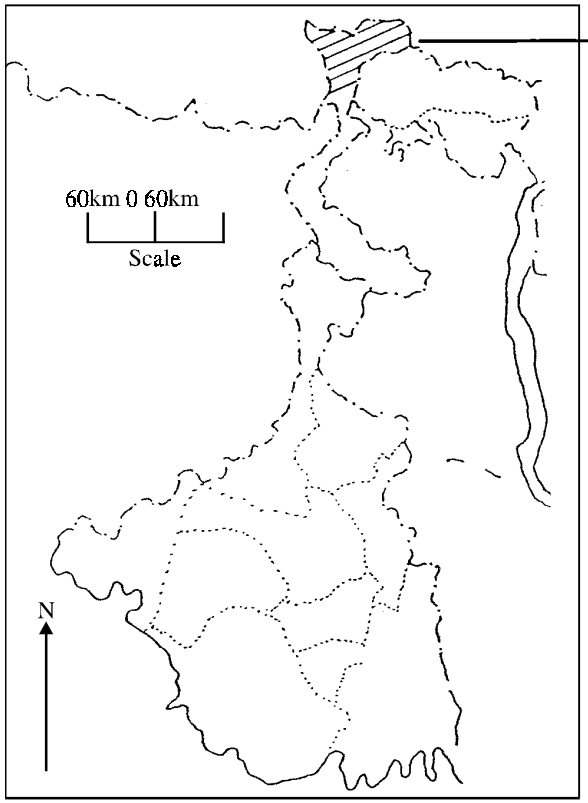
উপসংহার ঃ

প্রকৃতির কোলে লালিত দার্জিলিং জেলার এই ছোট্ট জনপদটি বেশ শান্ত। এর প্রাকৃতিক শোভা বেশ মনোরম। গ্রামের মাঝখান দিয়ে পাকা রাস্তা চলে গেছে। পায়ে চলার পথের ধারে ধারে বসতিগুলি গড়ে উঠেছে। গ্রামটির প্রাকৃতিক পরিবেশ পশ্চিমবঙ্গের যে কোন সমতলের গ্রামের মতন। সমতলের কলা গাছ থেকে শুরু বাঁশঝাড় পর্যন্ত সব কিছুই এই পাহাড়ীয়া গ্রামে রয়েছে। এককথায় সমতল ও পাহাড়ের মেলবন্ধন ঘটেছে এই গ্রামে। গ্রামবাসীরা ঋণী হলেও ঋণ শোধ করেন। এঁরা সৎ ও আত্মনির্ভর। গ্রামটি উন্নতির পথেই এগিয়ে চলেছে।

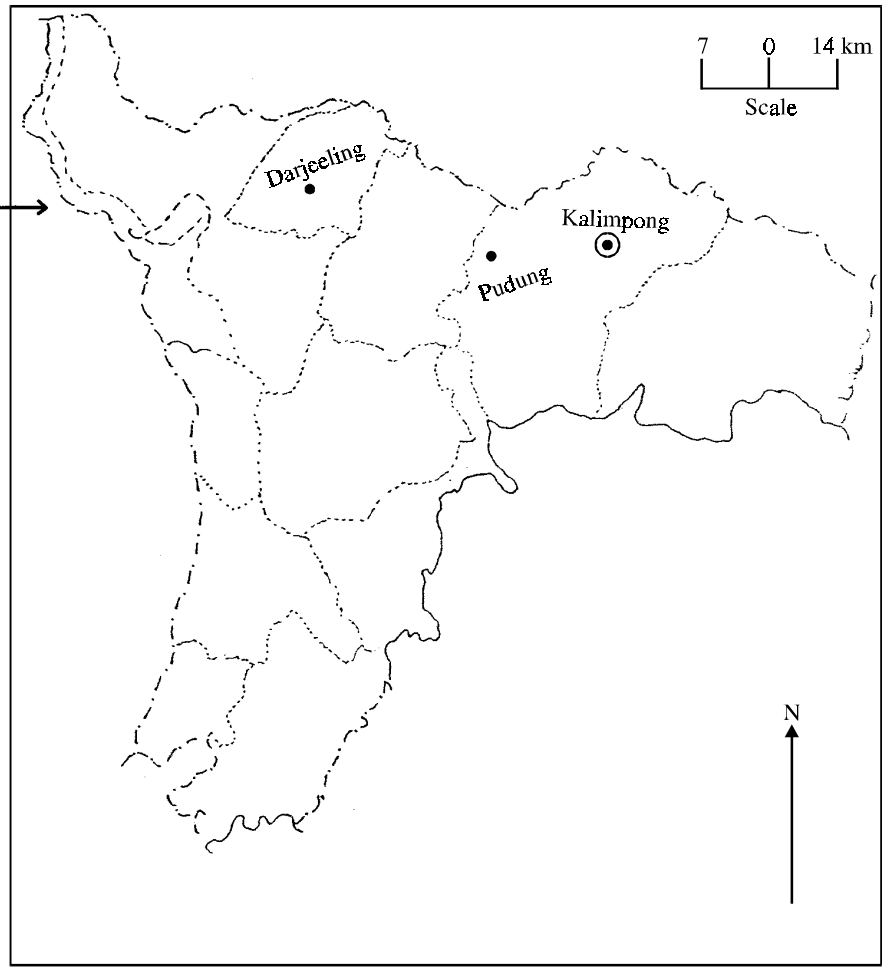
Pudung and its neighbouring areas



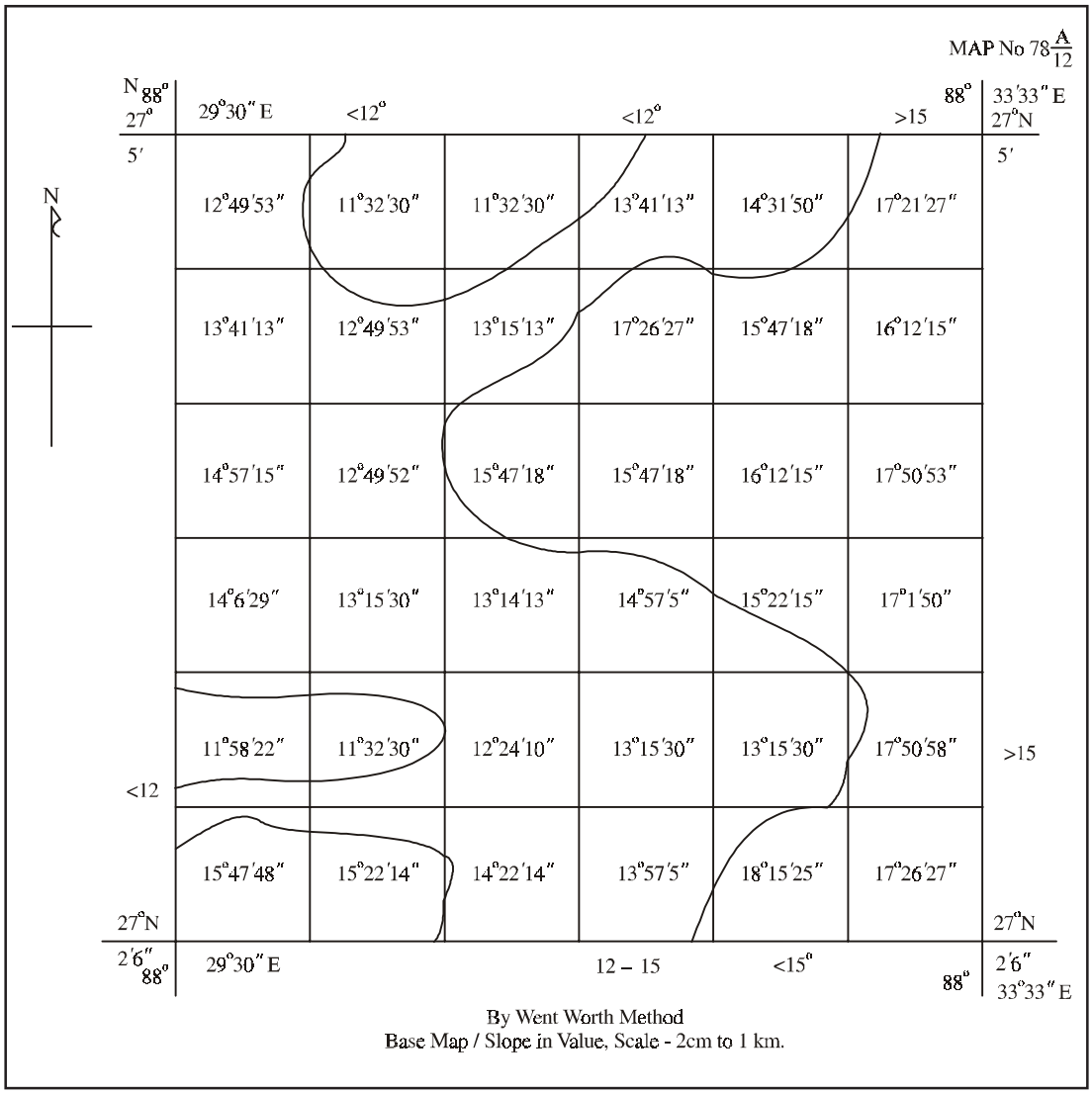
Location of Darjeeling District in West Bengal.



Pudung in Darjeeling District

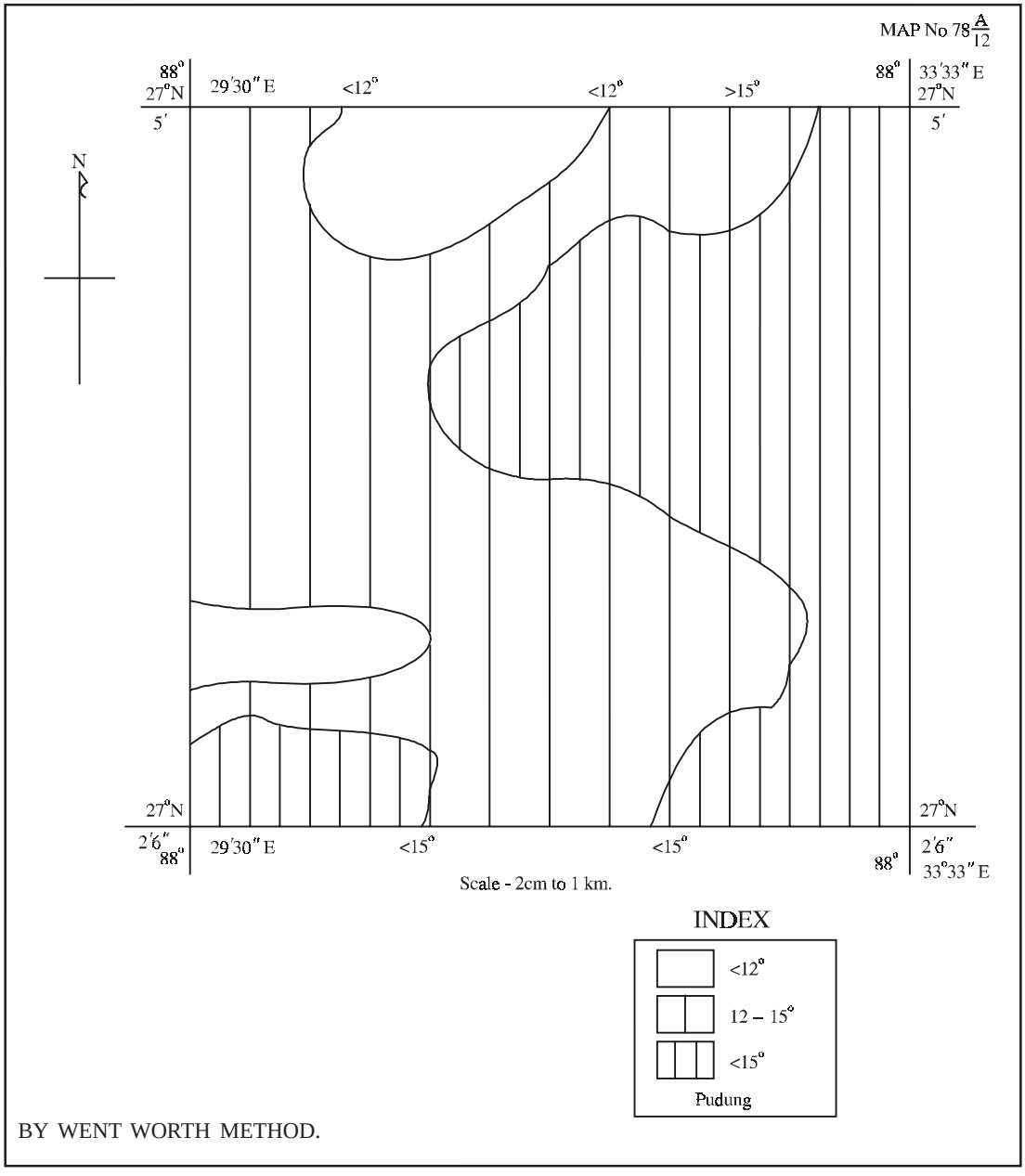


SLOPE ANALYSIS



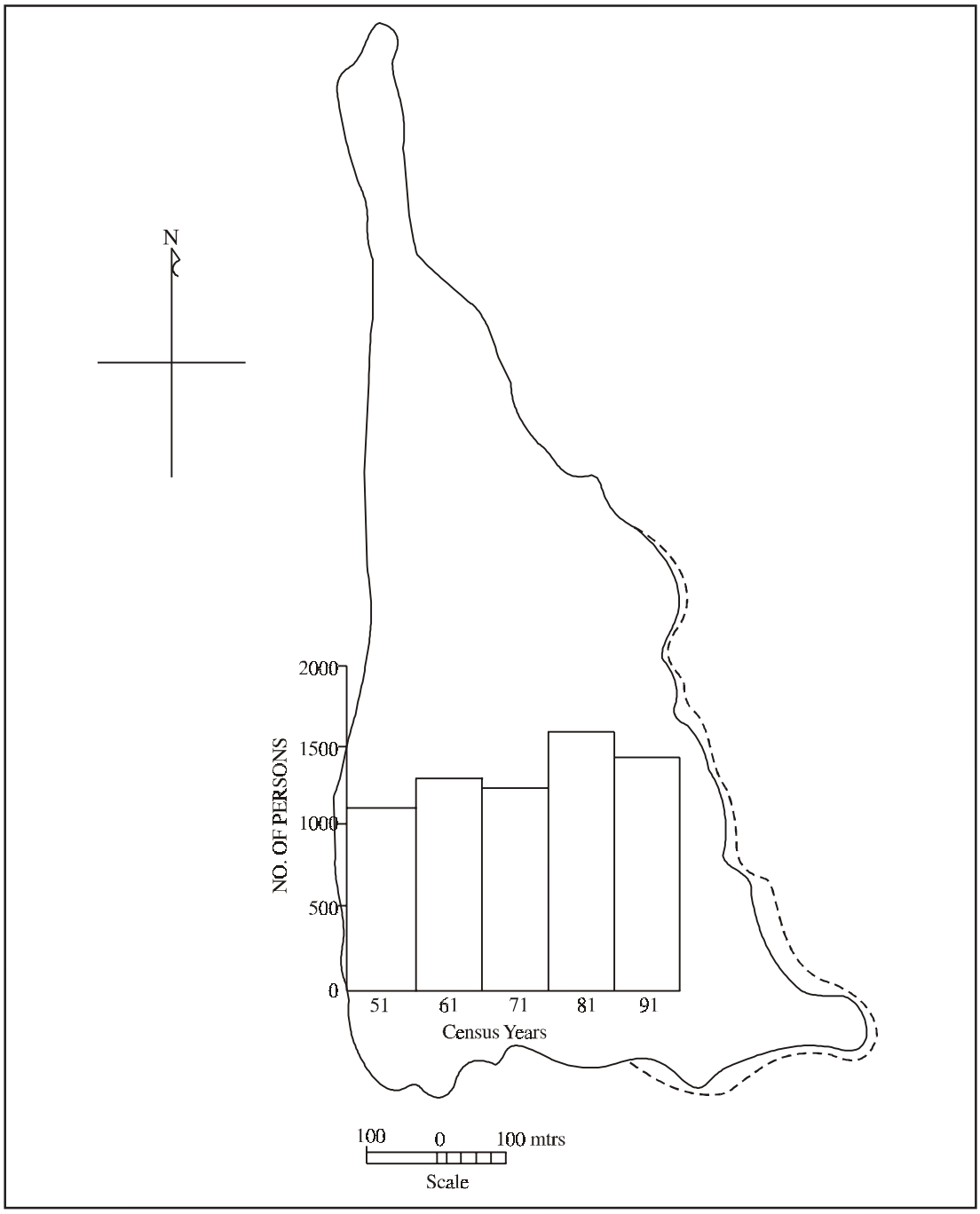
By Went Worth Method
Base Map / Slope in Value, Scale - 2cm to 1 km.

SLOPE OF PUDUNG

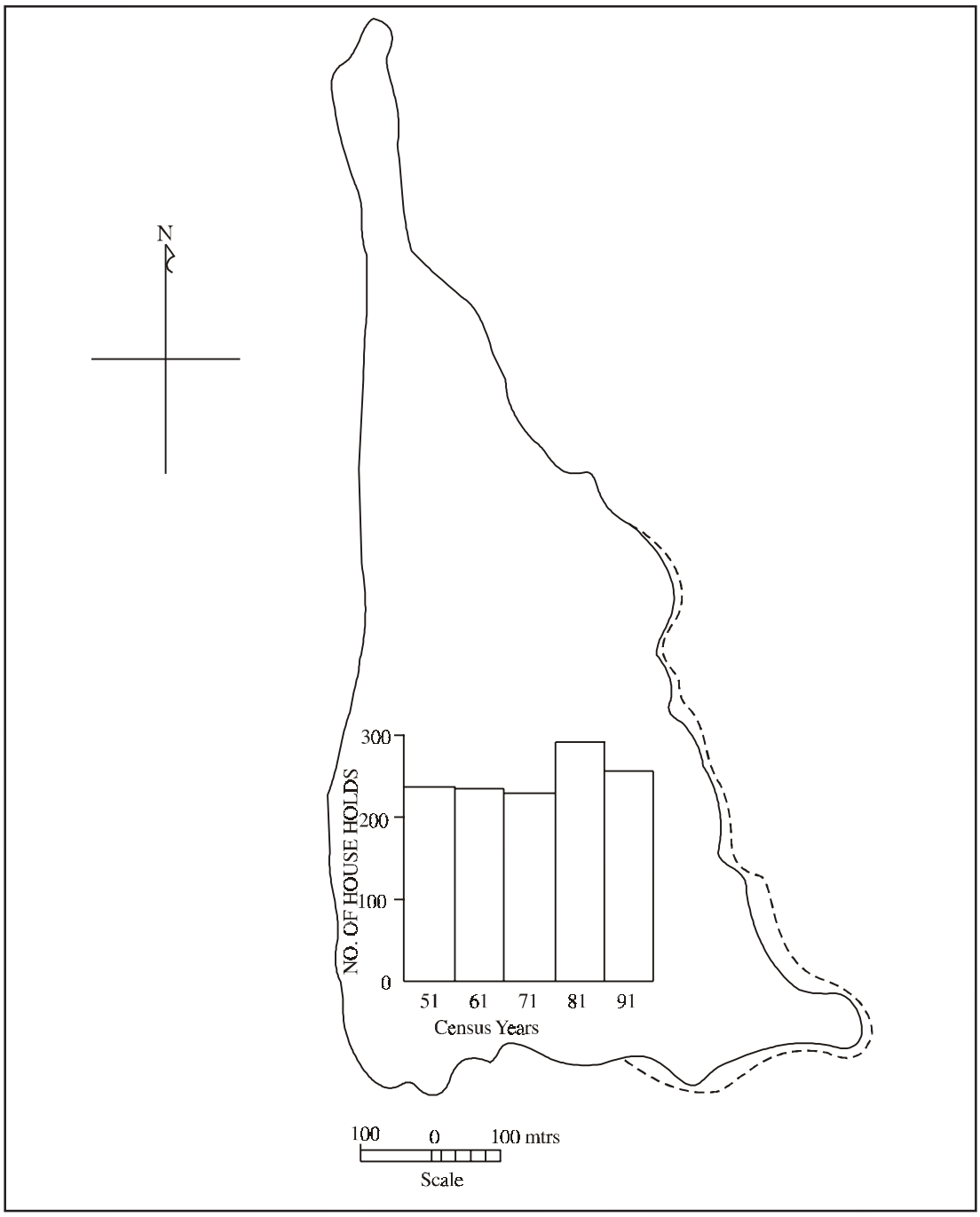


BY WENT WORTH METHOD.

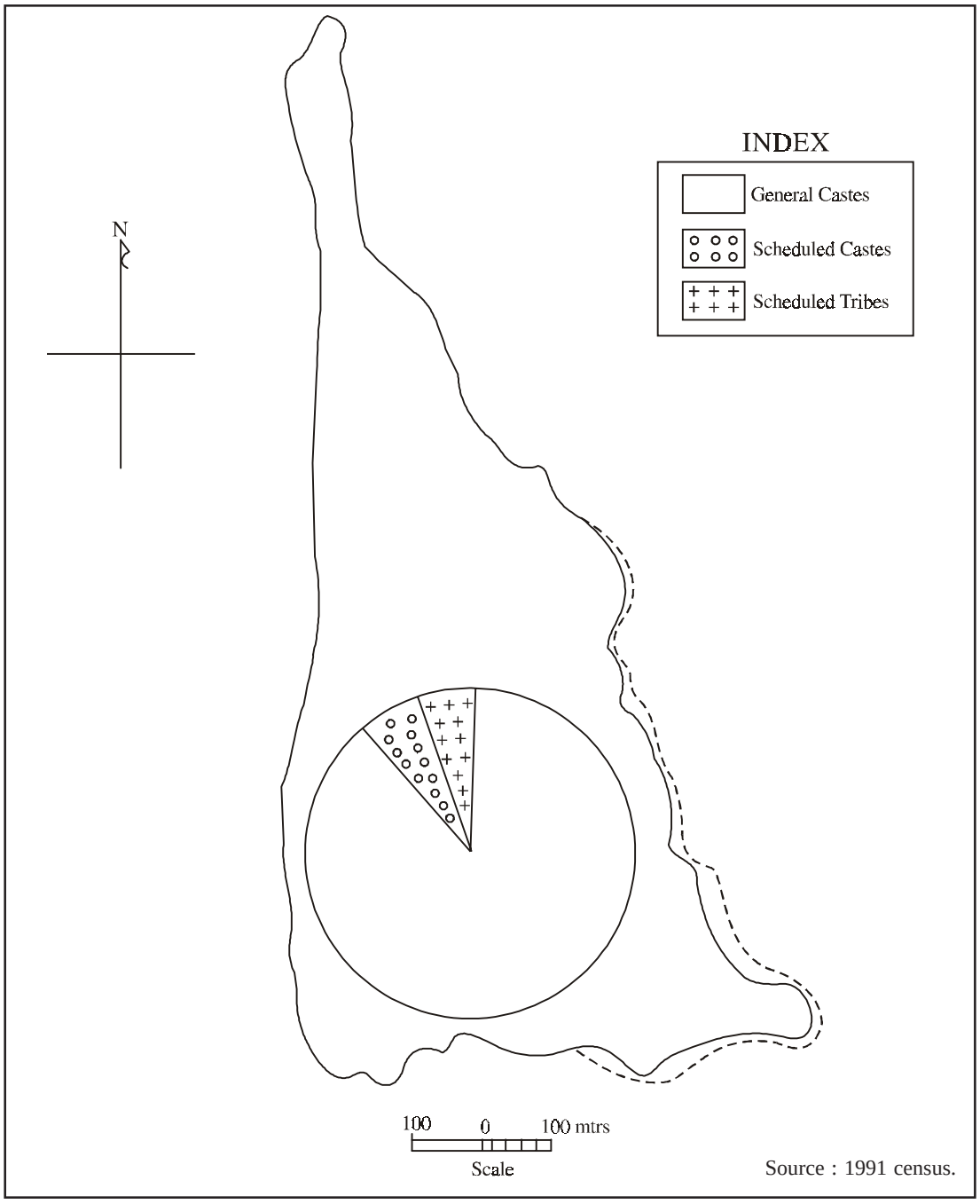
VARIATION OF POPULATION
1951 - 1991



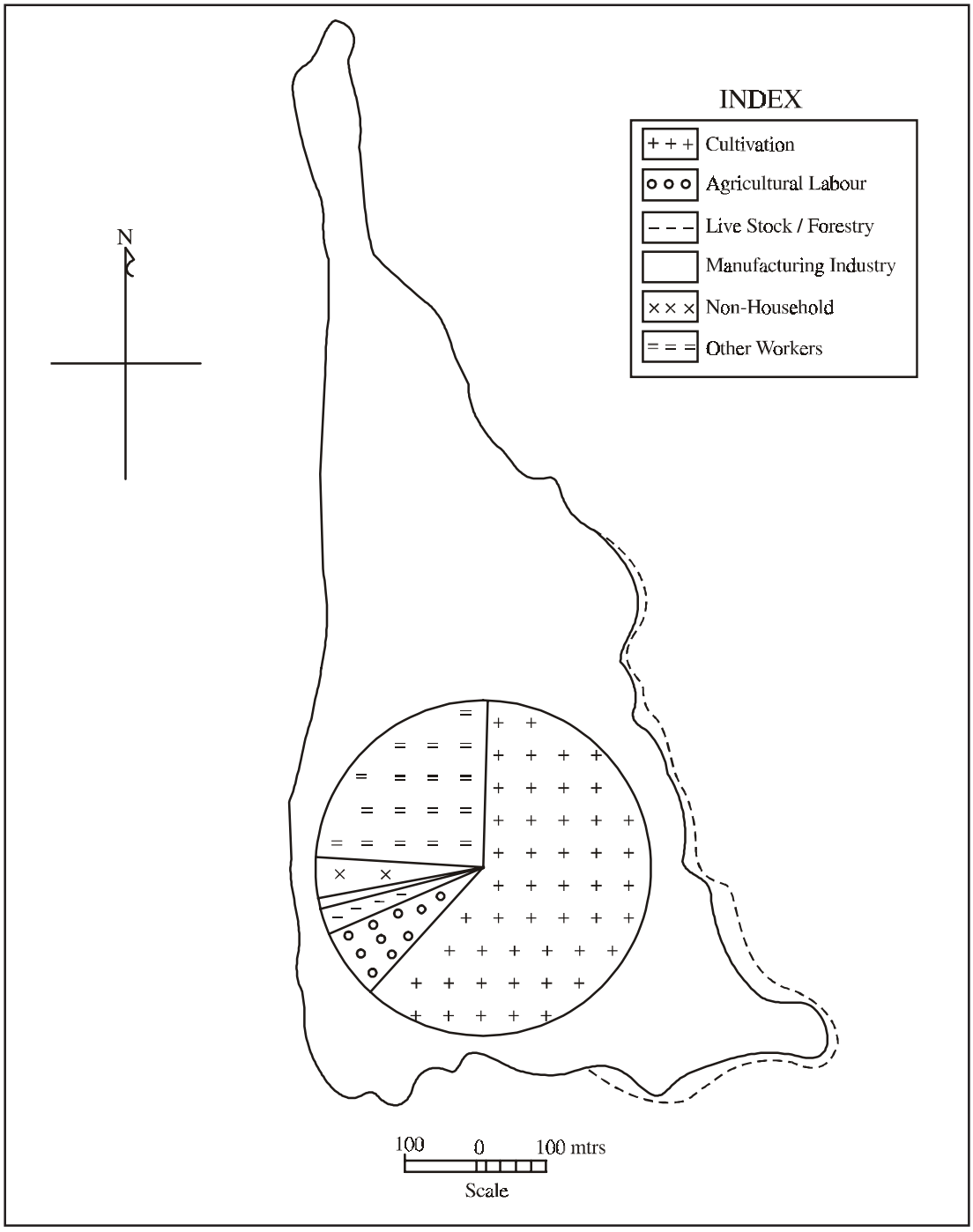
VARIATION OF HOUSEHOLDS
1951 - 1991



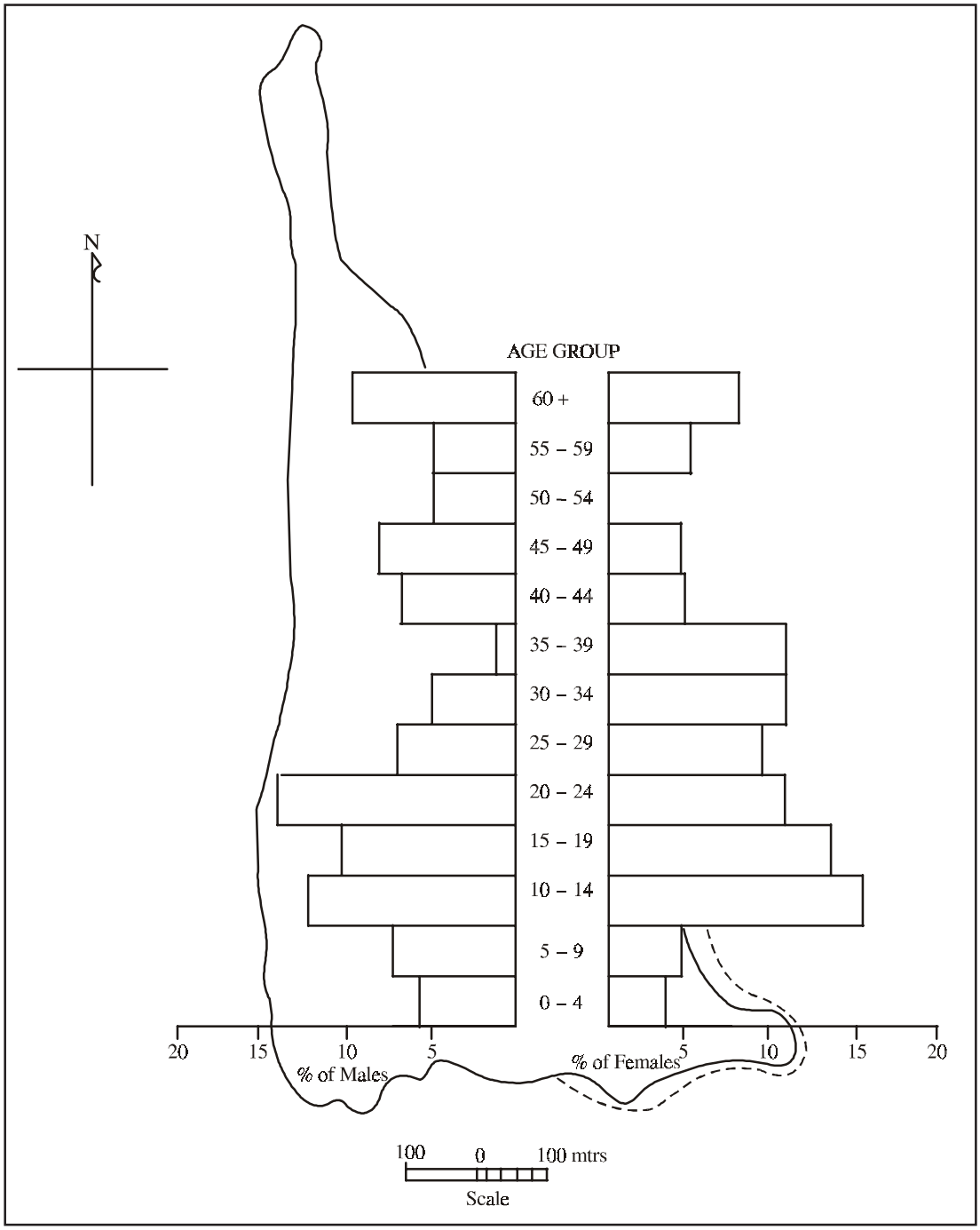
DISTRIBUTION OF POPULATION
1991



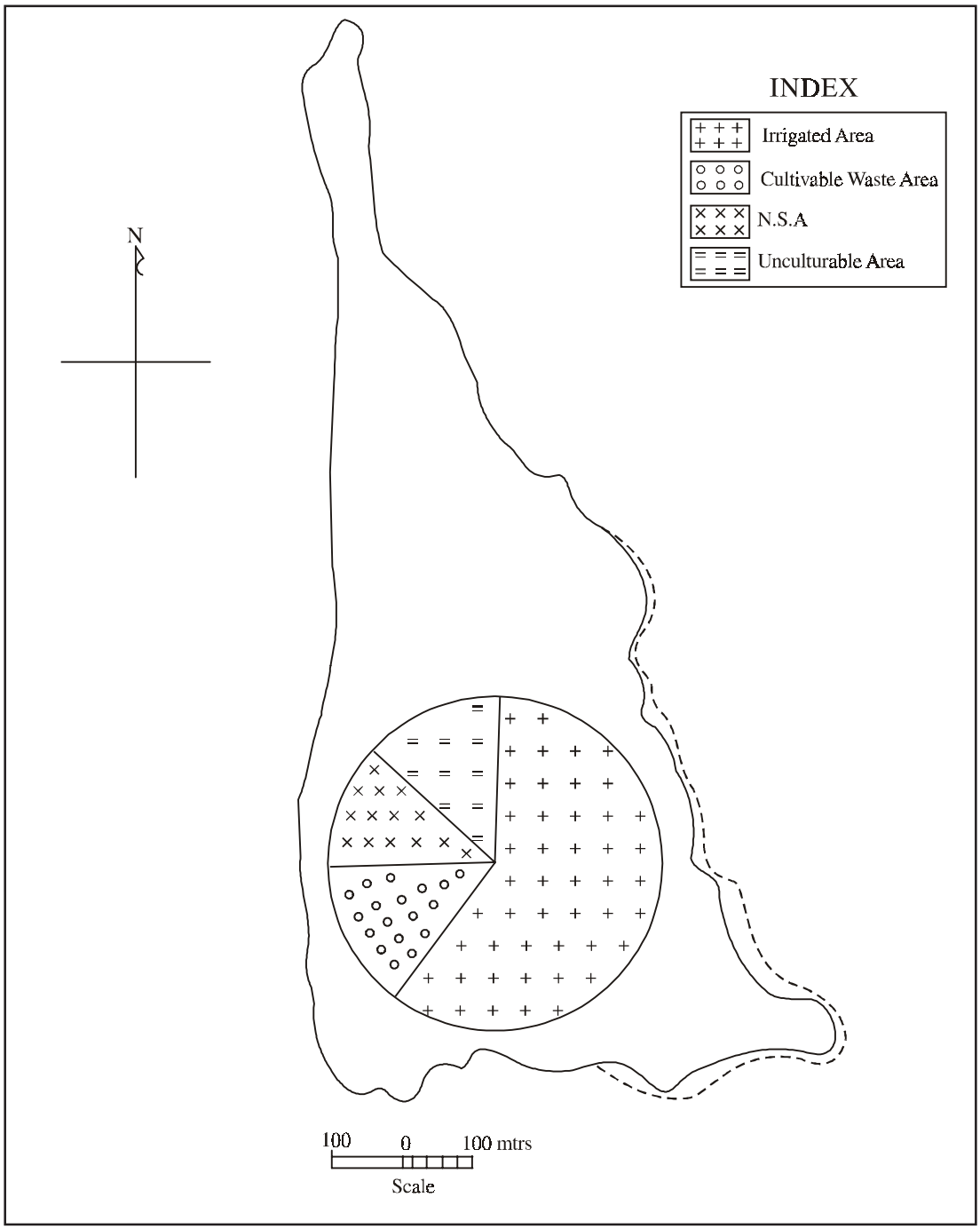
DISTRIBUTION OF OCCUPATION
1991



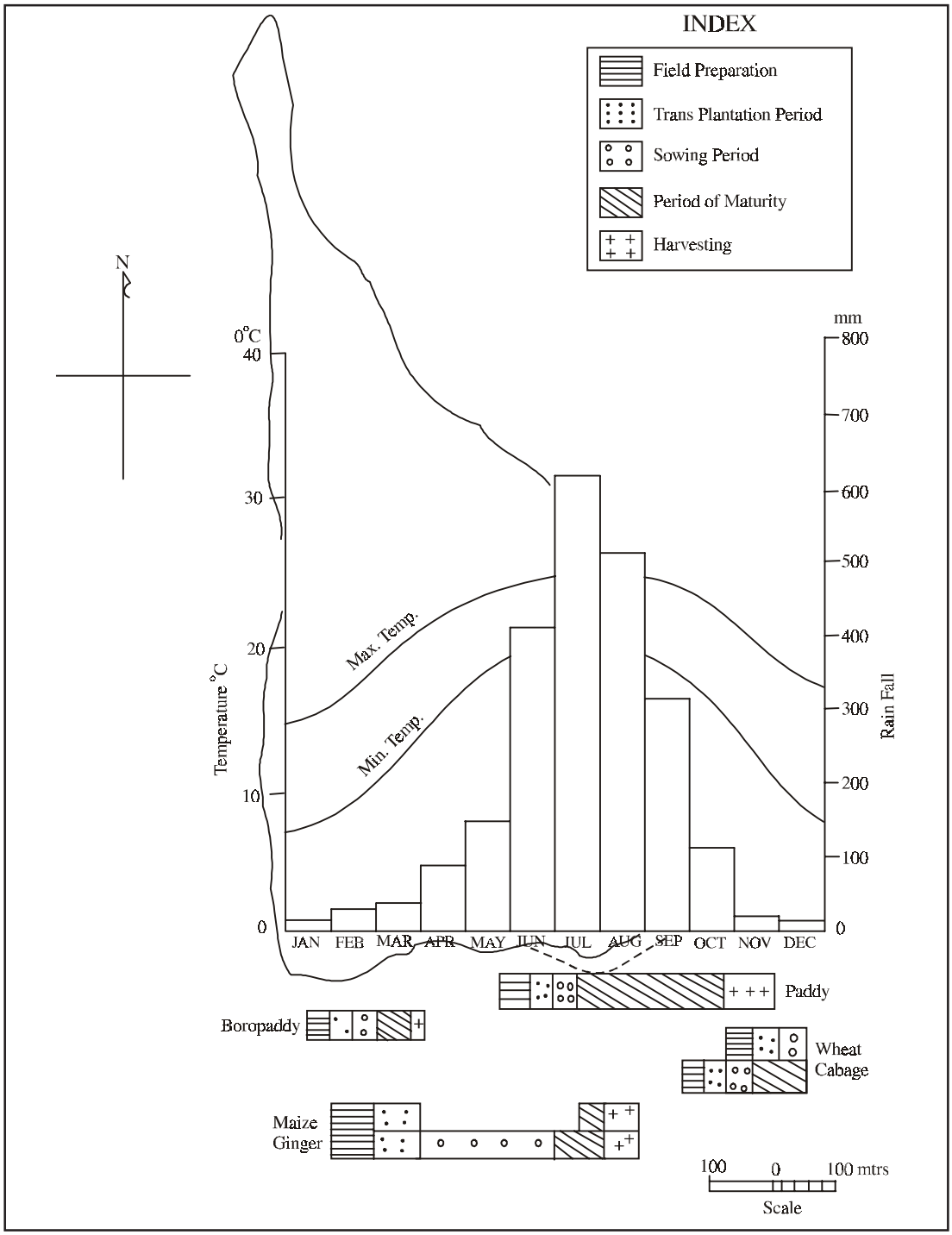
AGE PYRAMID


N
AGE GROUP
60 +
55 – 59
50 – 54
45 – 49
40 – 44
35 – 39
30 – 34
25 – 29
20 – 24
15 – 19
10 – 14
5 – 9
0 – 4
20
15
10
5
% of Males
% of Females
5
10
15
20
100
0
100 mtrs
Scale

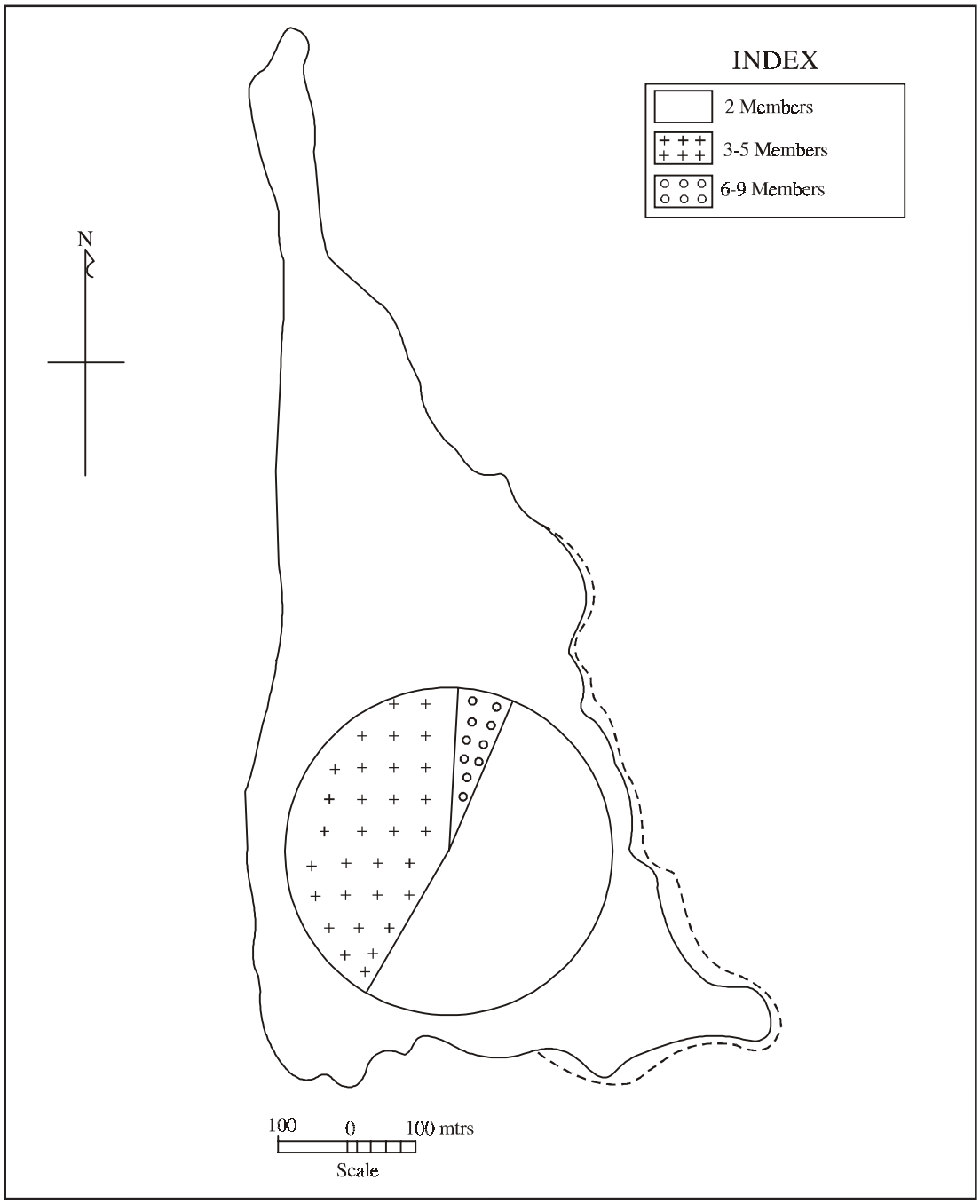
LAND USE
1996



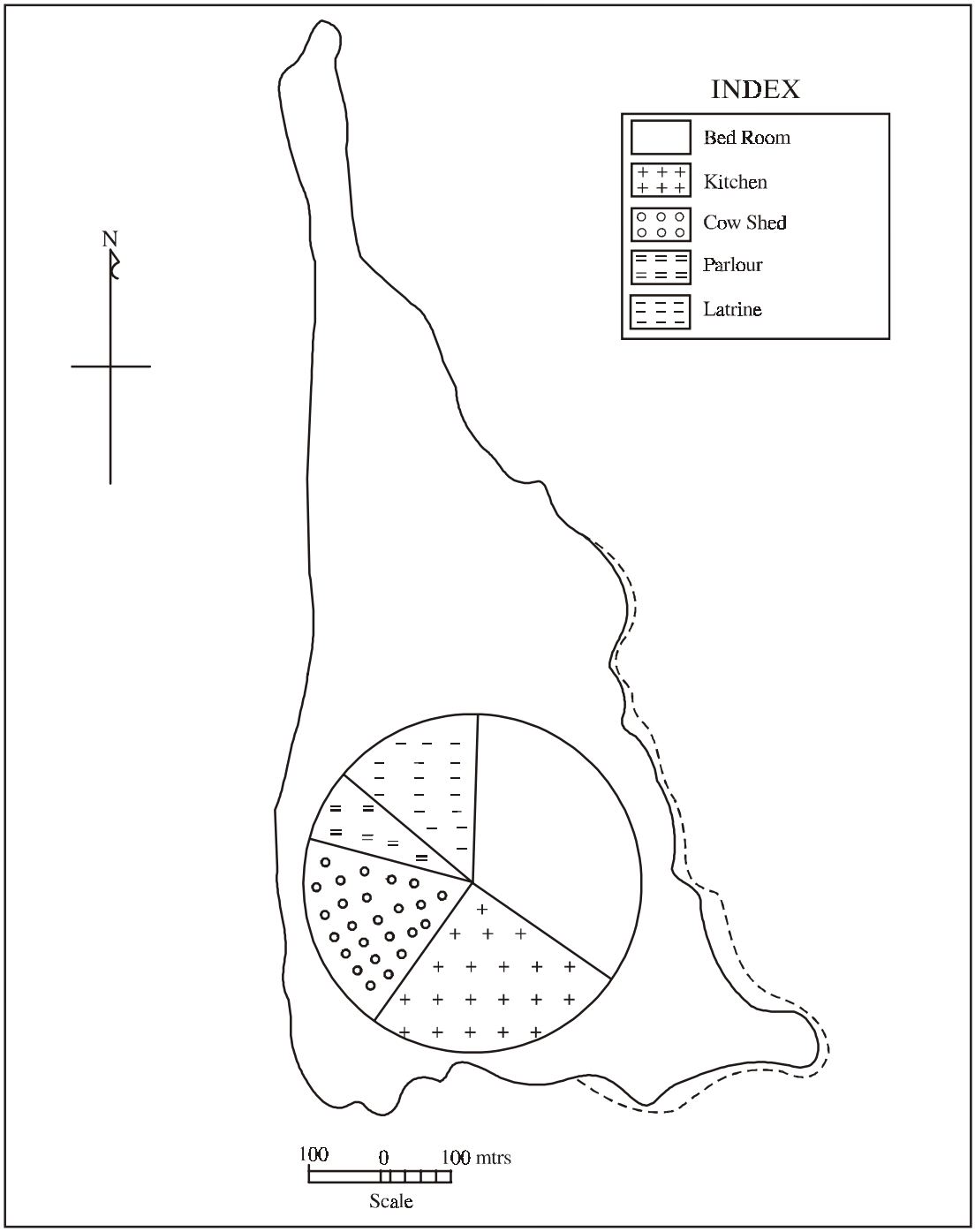
ERGO GRAPH


INDEX
Field Preparation
Trans Plantation Period
Sowing Period
Period of Maturity
Harvesting
N
0°C
40
30
20
10
0
mm
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Temperature °C
Rain Fall
Max. Temp.
Min. Temp.
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
Paddy
Boropaddy
Wheat
Cabage
Maize
Ginger
100 0 100 mtrs
Scale

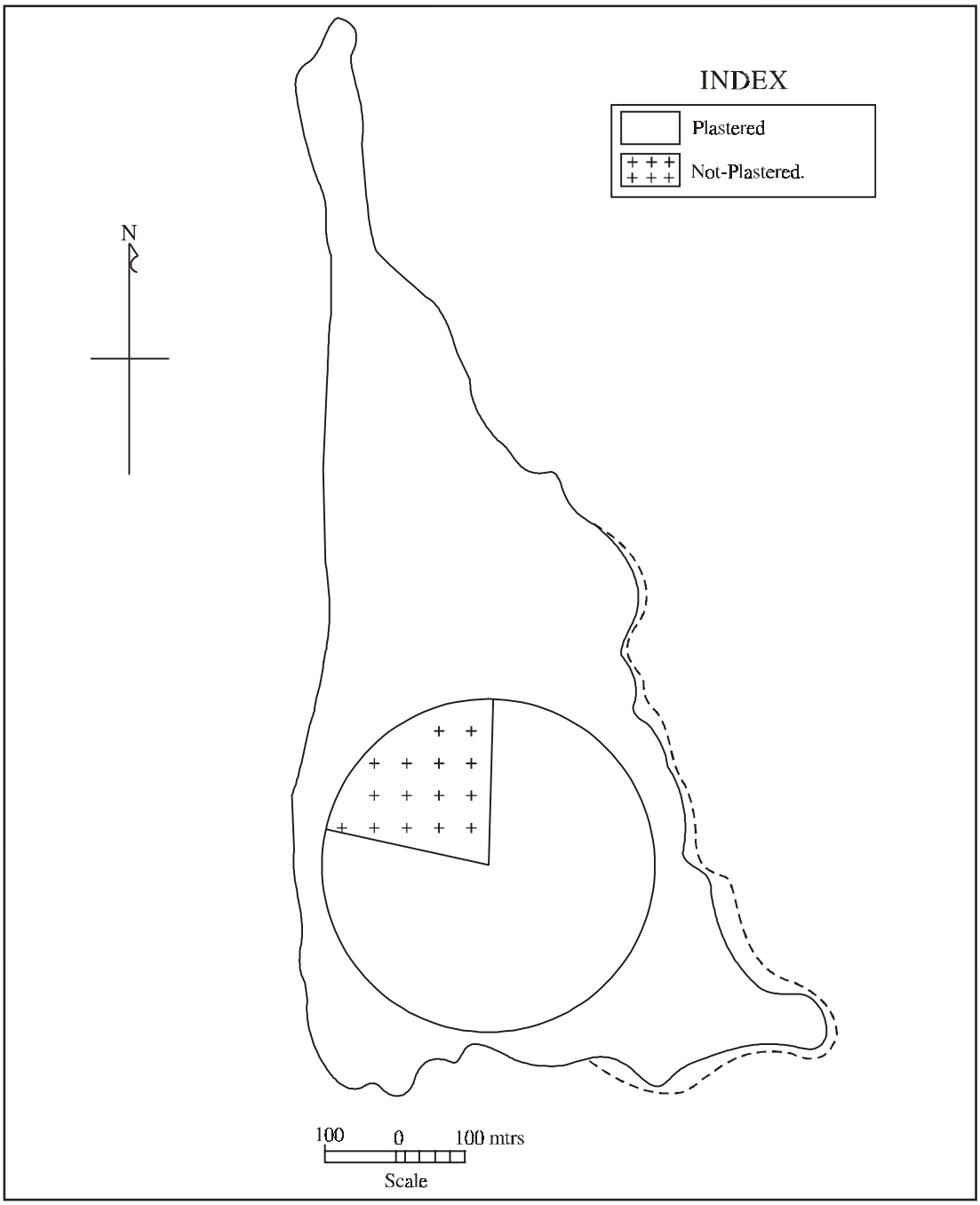
DISTRIBUTION OF FAMILIES



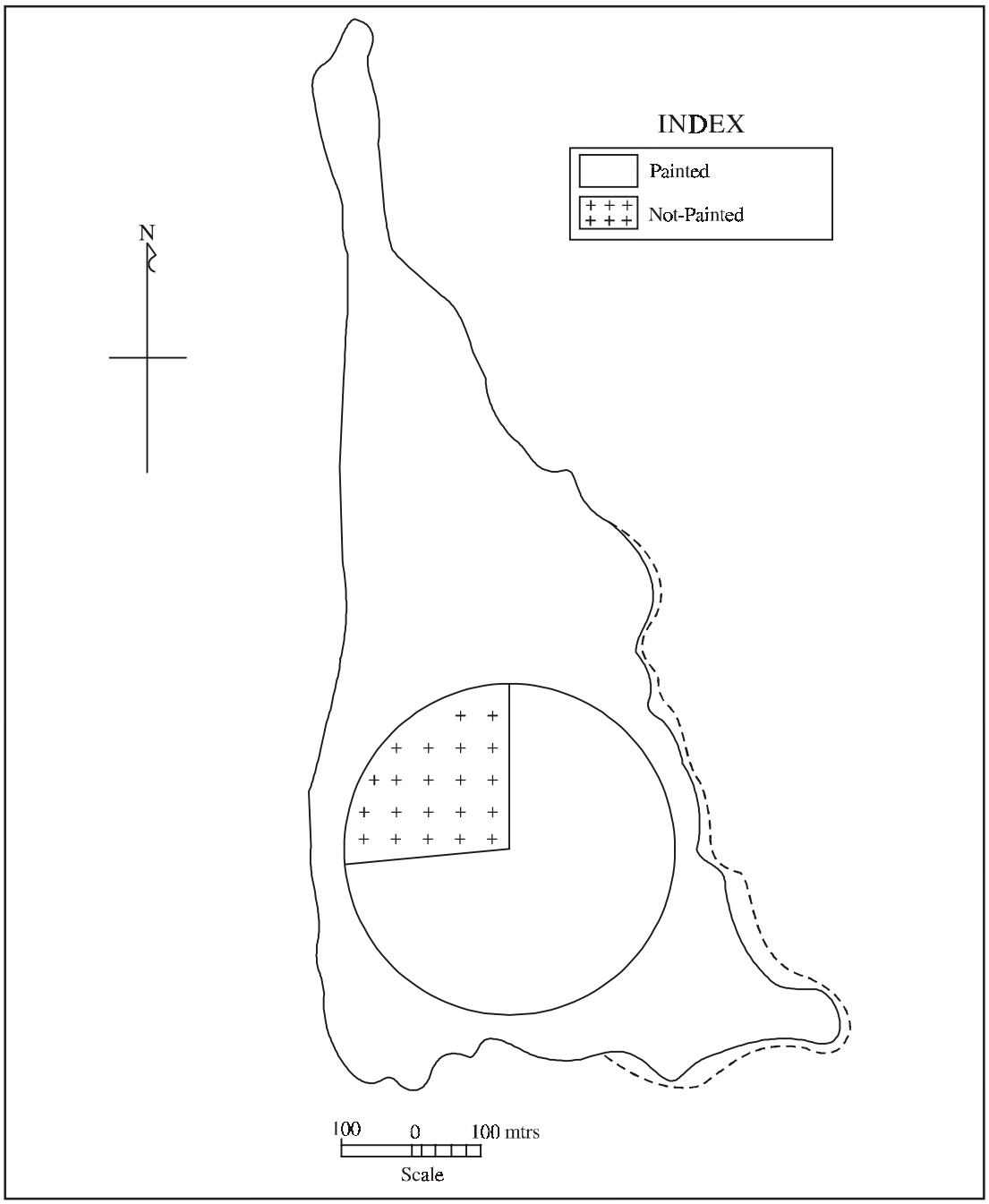
DISTRIBUTION OF ROOMS



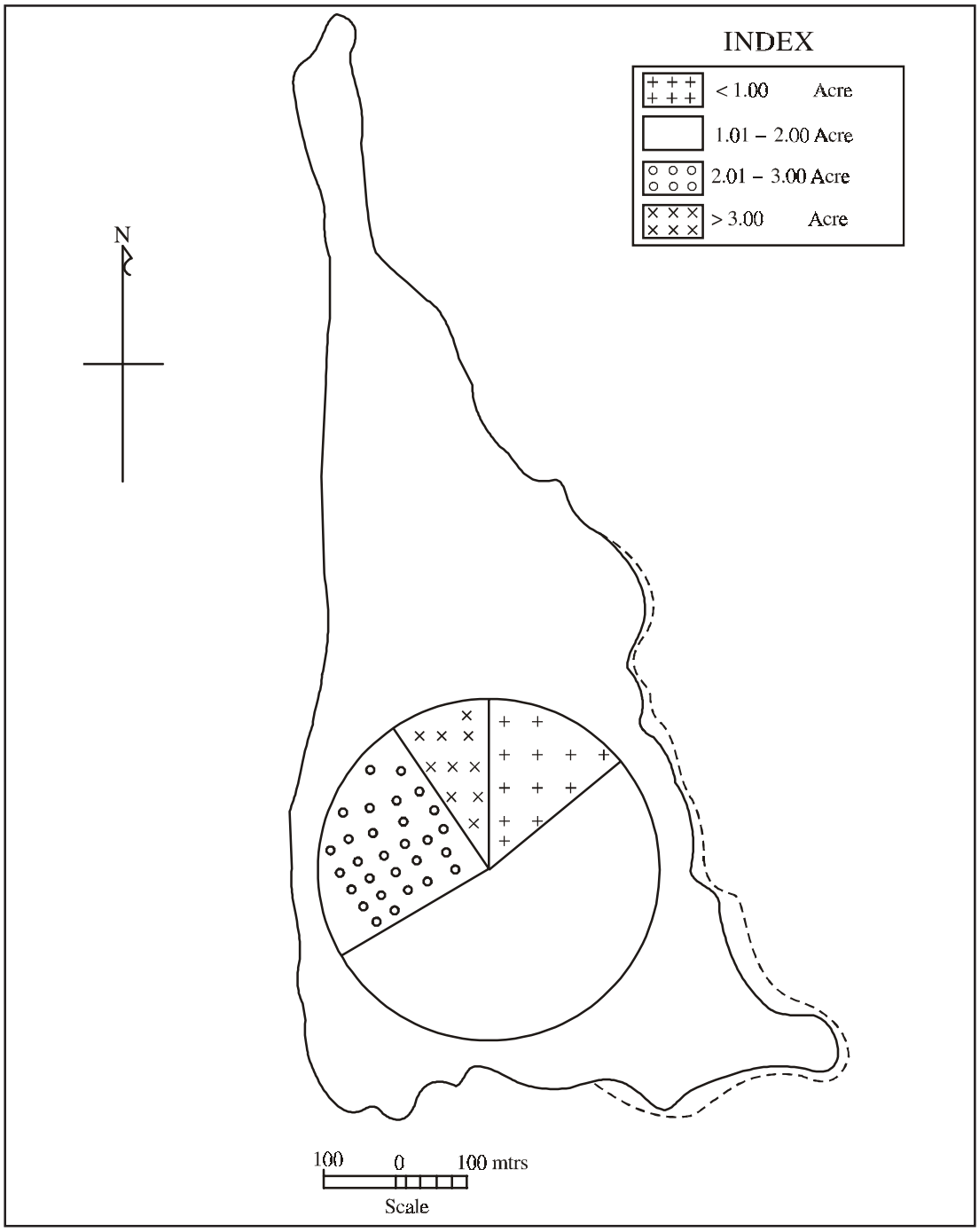
HOUSE
PLASTERED//NOT-PLASTERED



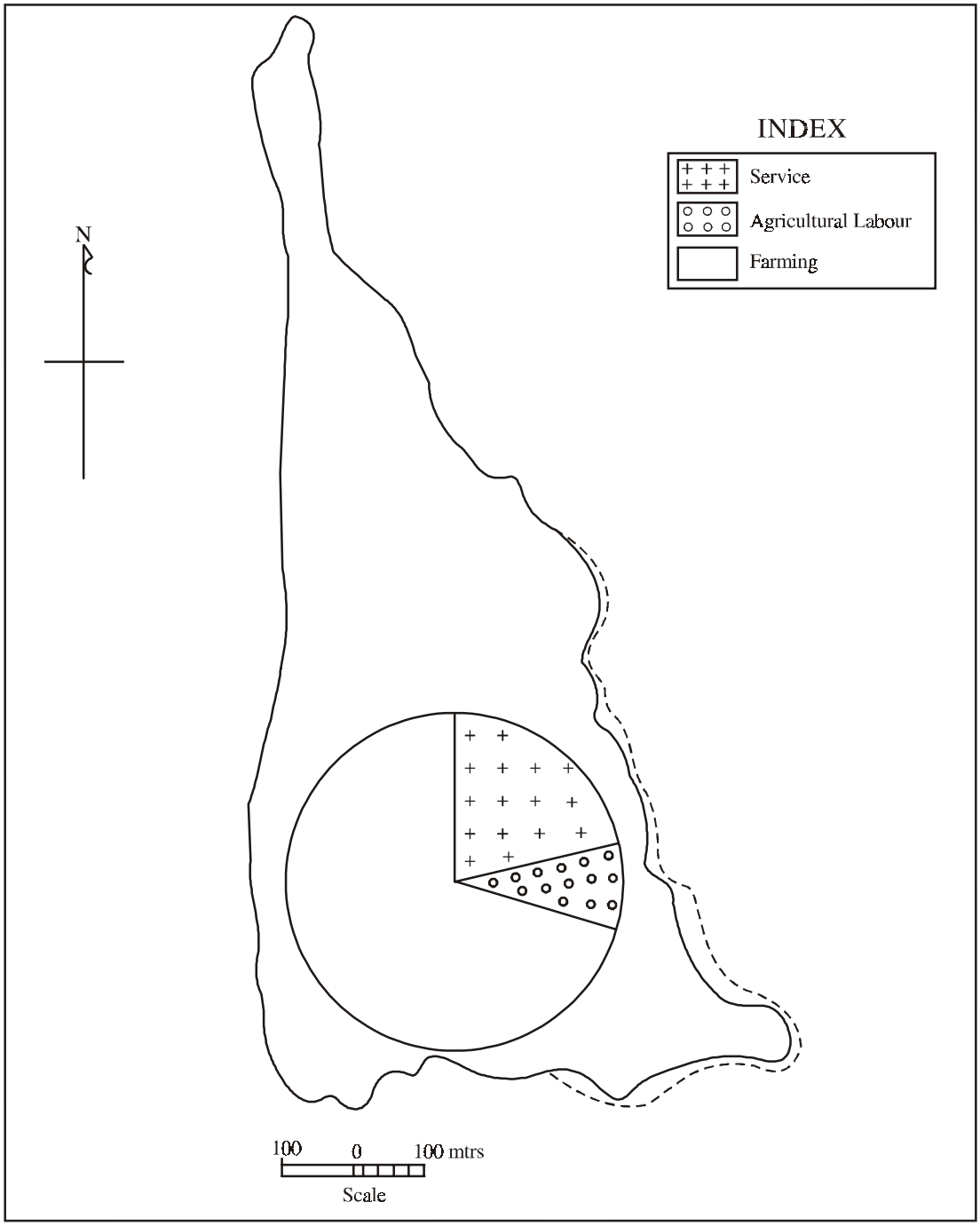
HOUSES
PAINTED//NON-PAINTED



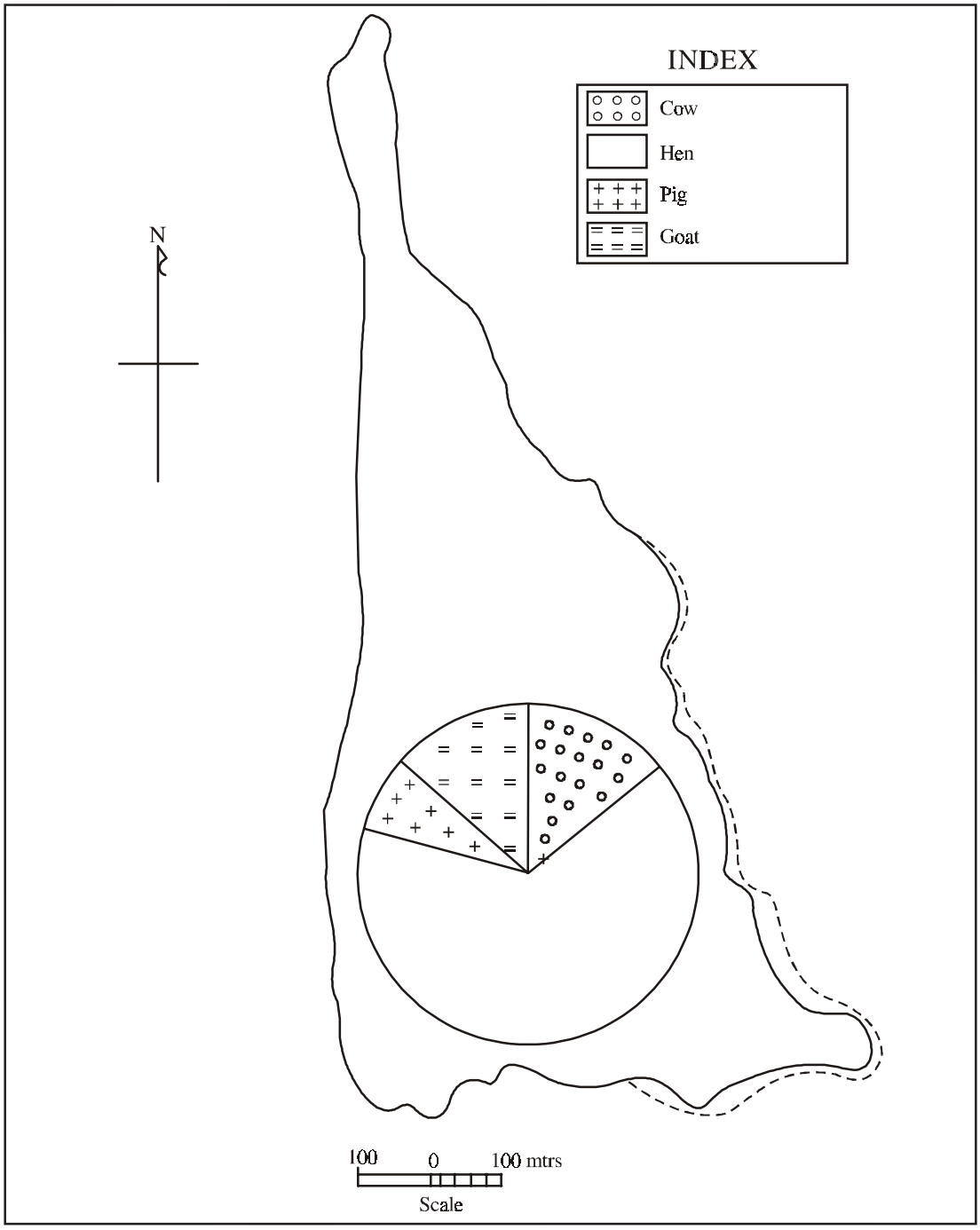
LAND HOLDING



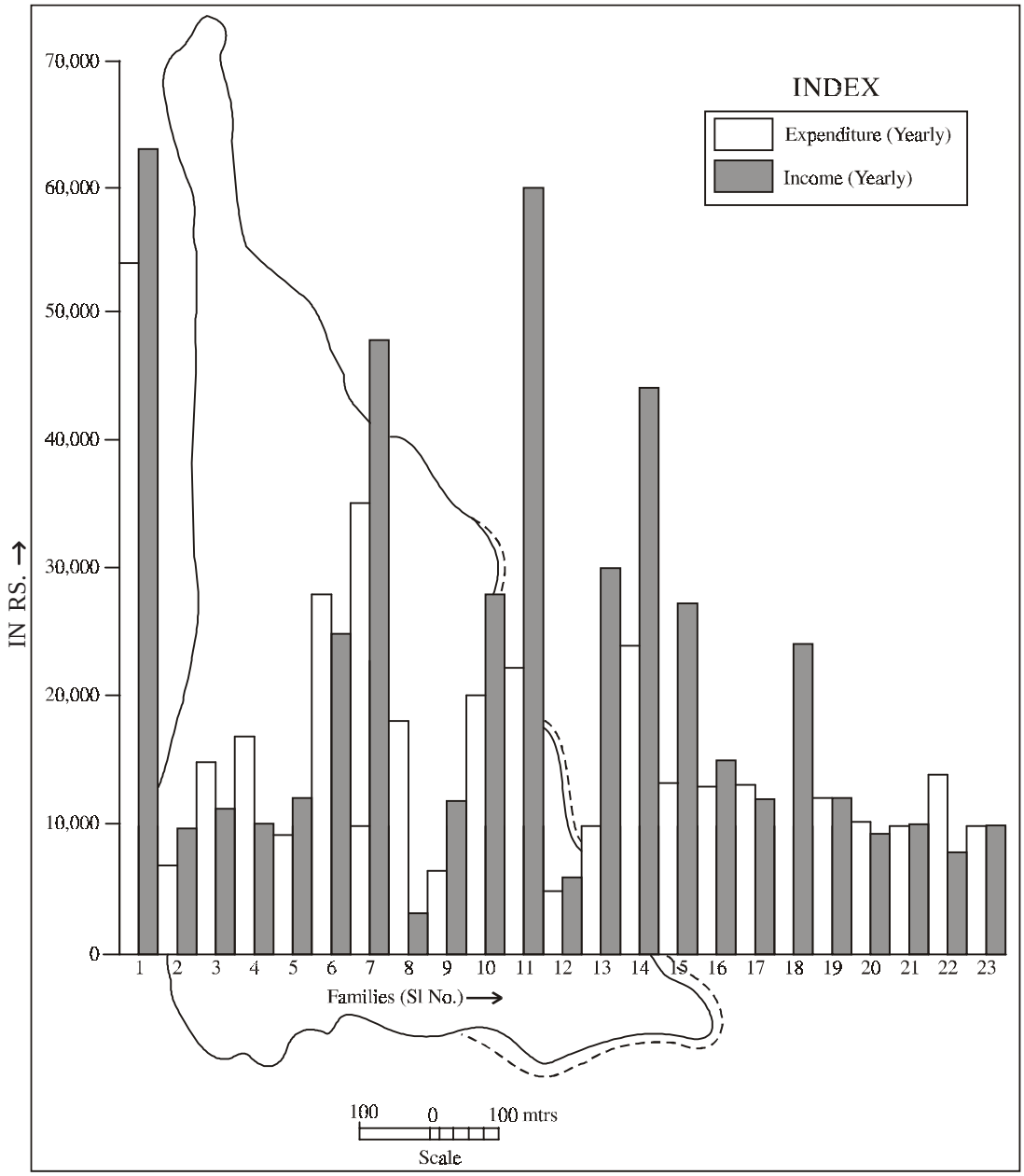
OCCUPATION


INDEX
Service
Agricultural Labour
Farming
N
100
0
100 mtrs
Scale

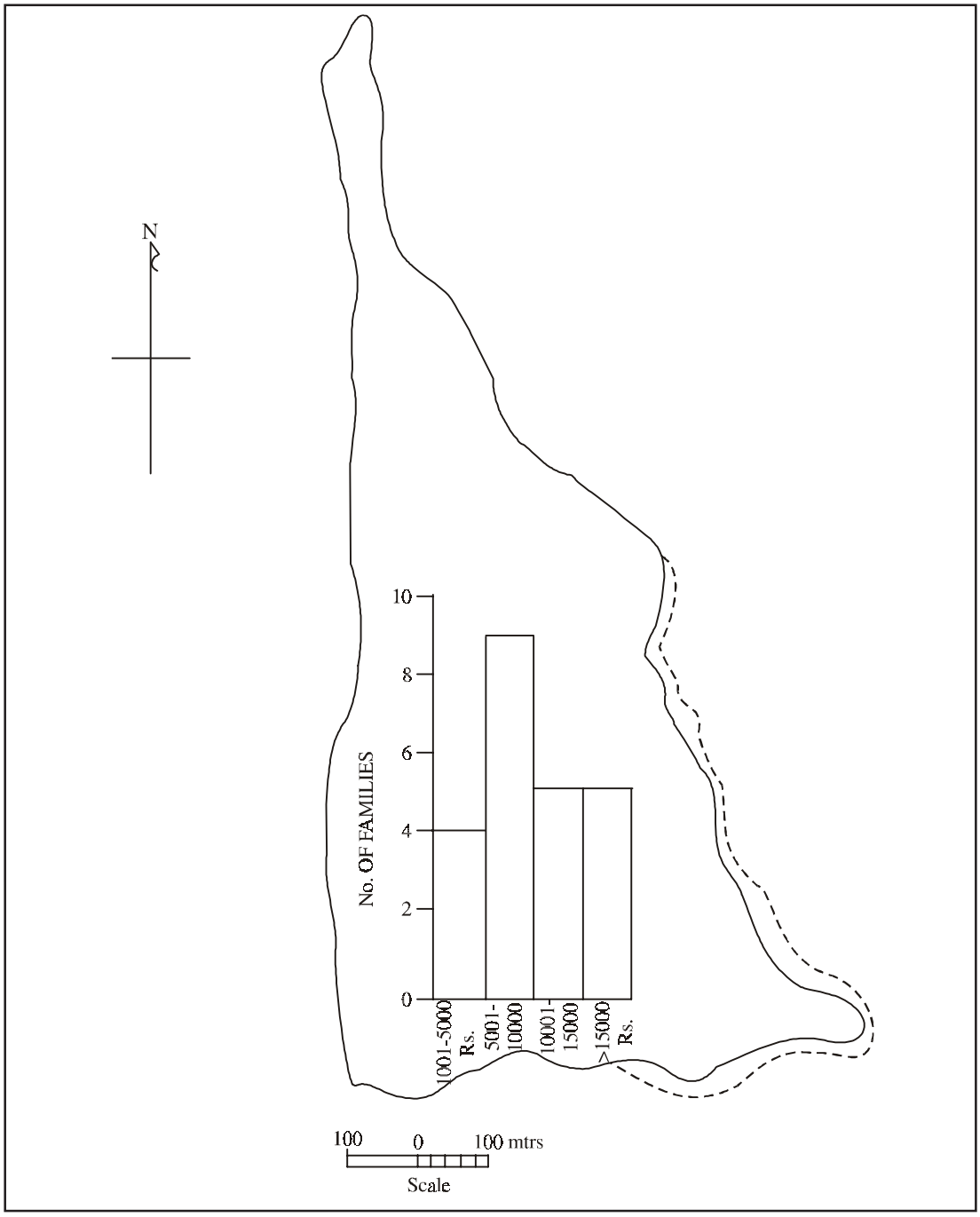
LIVESTOCK



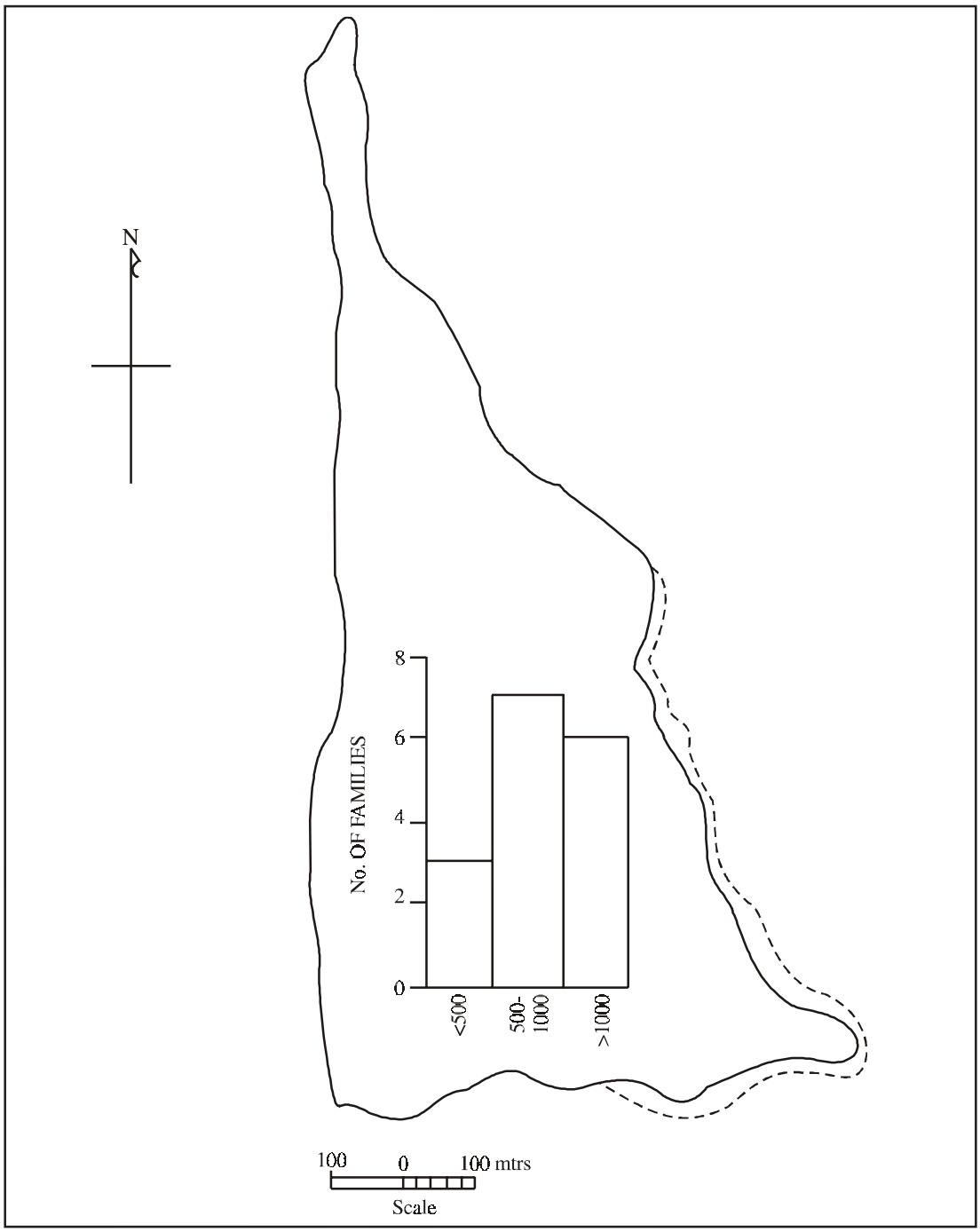
INCOME AND EXPENDITURE OF FAMILIES
(IN RS.)



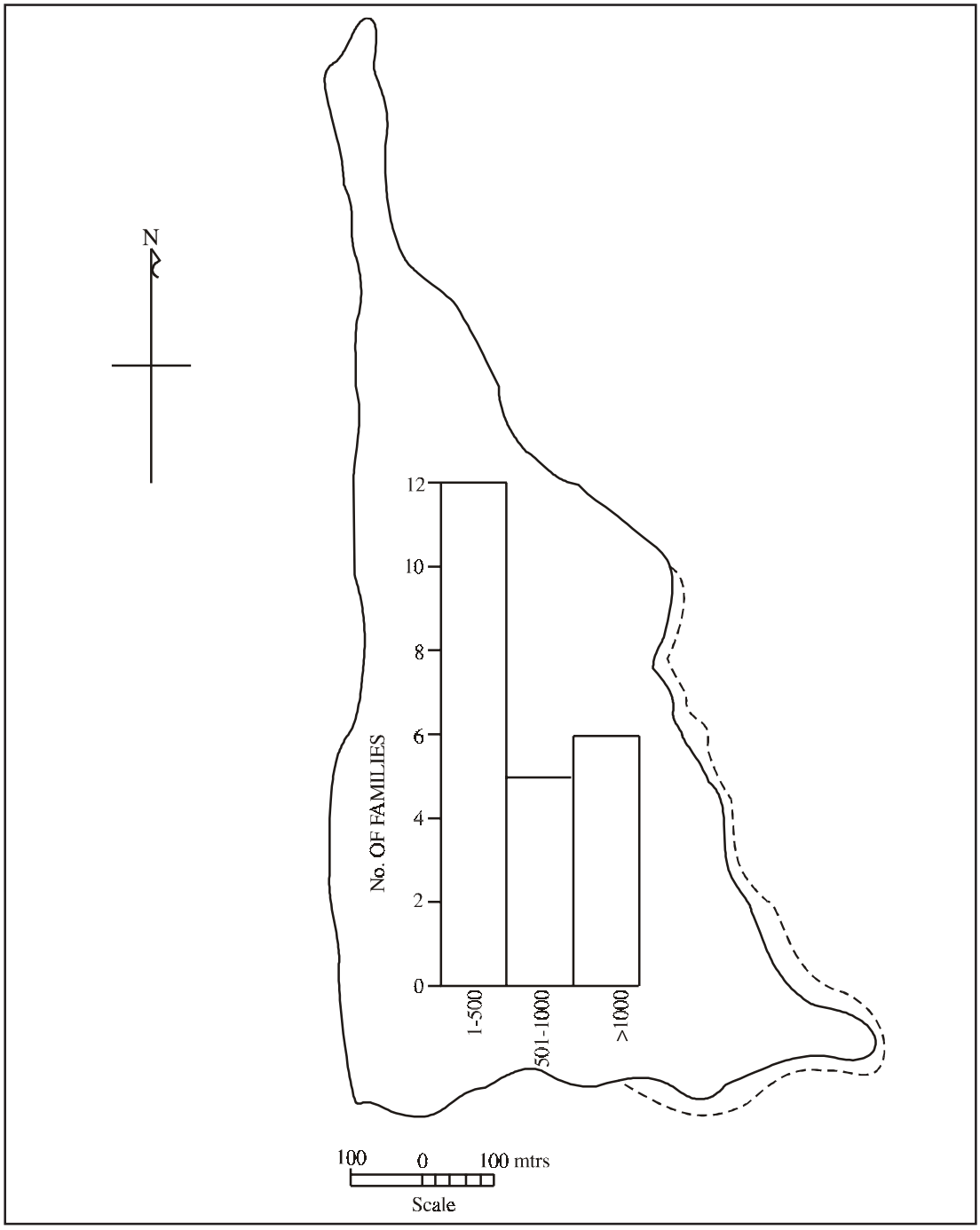
EXPENDITURE ON FOOD
(IN RS.) (Yearly)



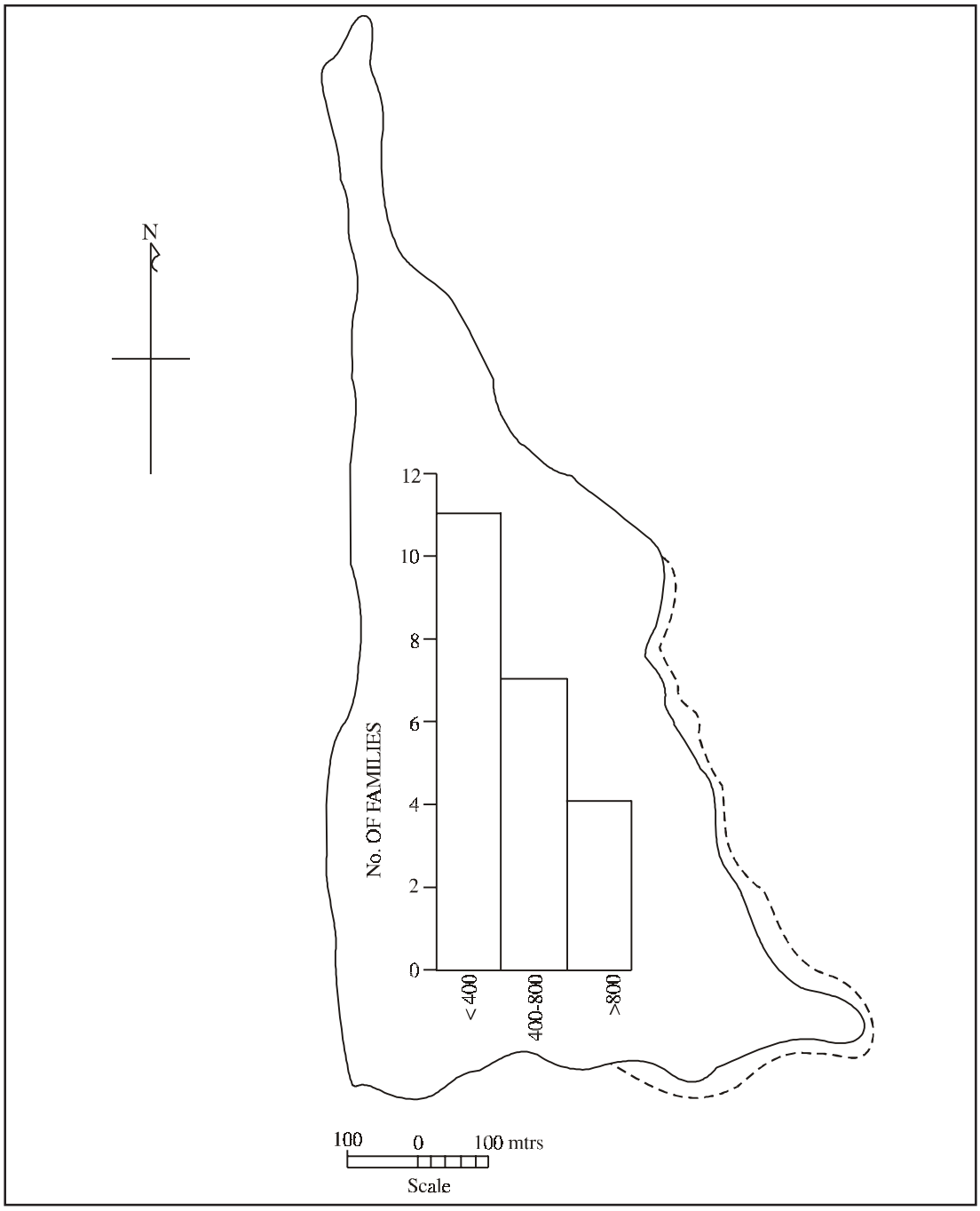
EXPENDITURE OF FUEL
(IN RS.)



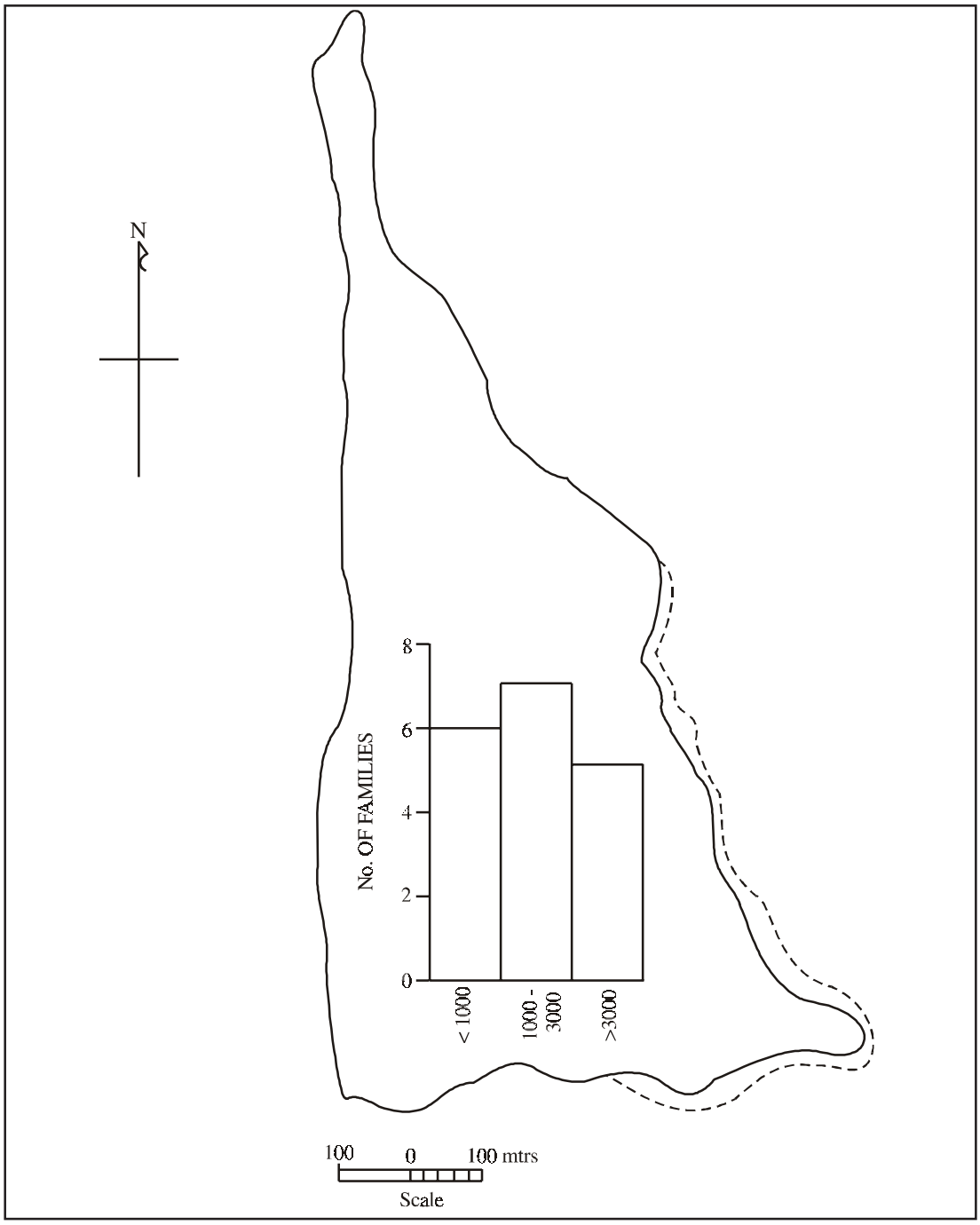
EXPENDITURE ON CLOTH (Yearly)
(IN RS.)



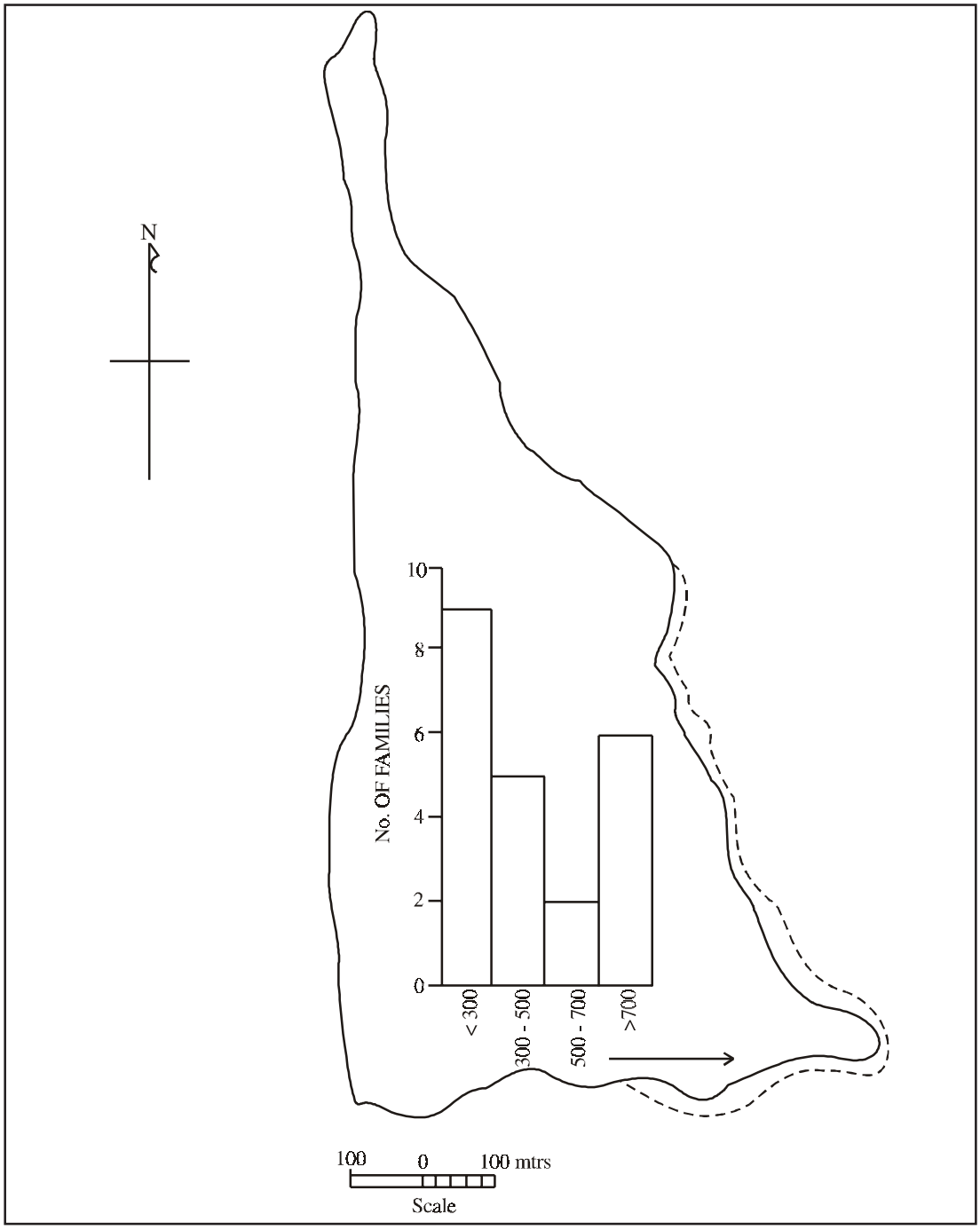
EXPENDITURE ON HEALTH (Yearly)
(IN RS.)



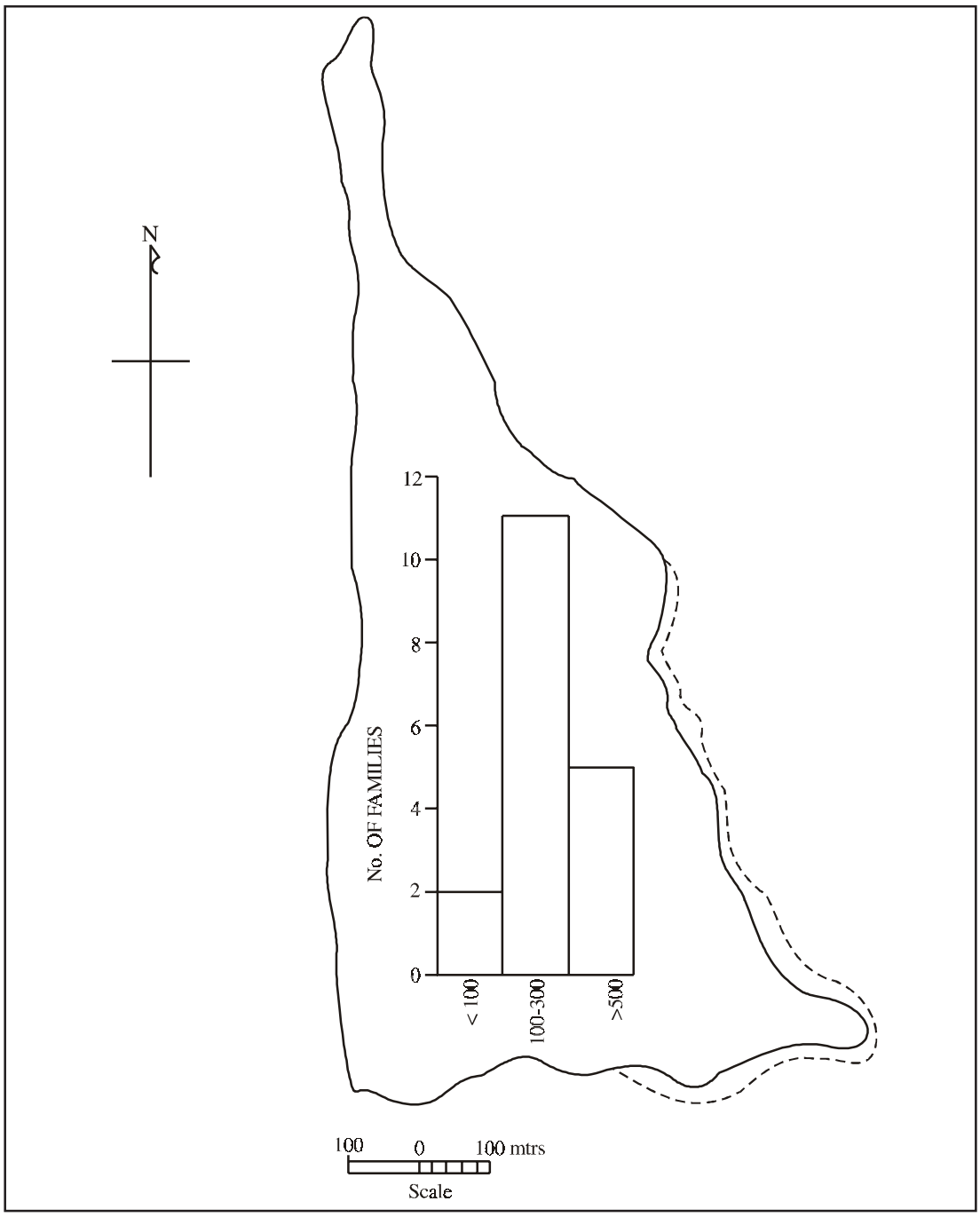
EXPENDITURE ON EDUCATION (Yearly)
(IN RS.)



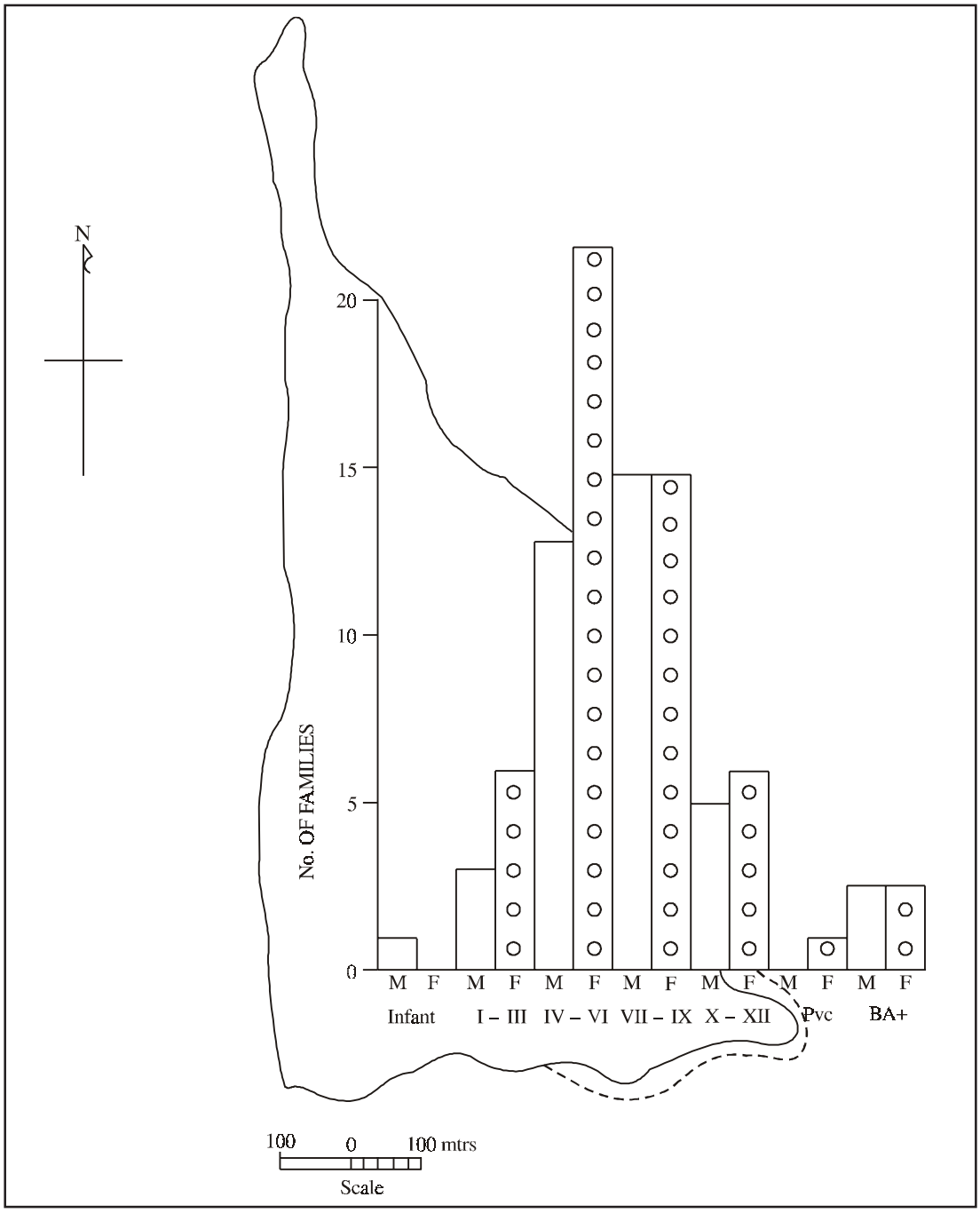
EXPENDITURE ON HOMESTEAD MAINTENANCE (Yearly)
(IN RS.)



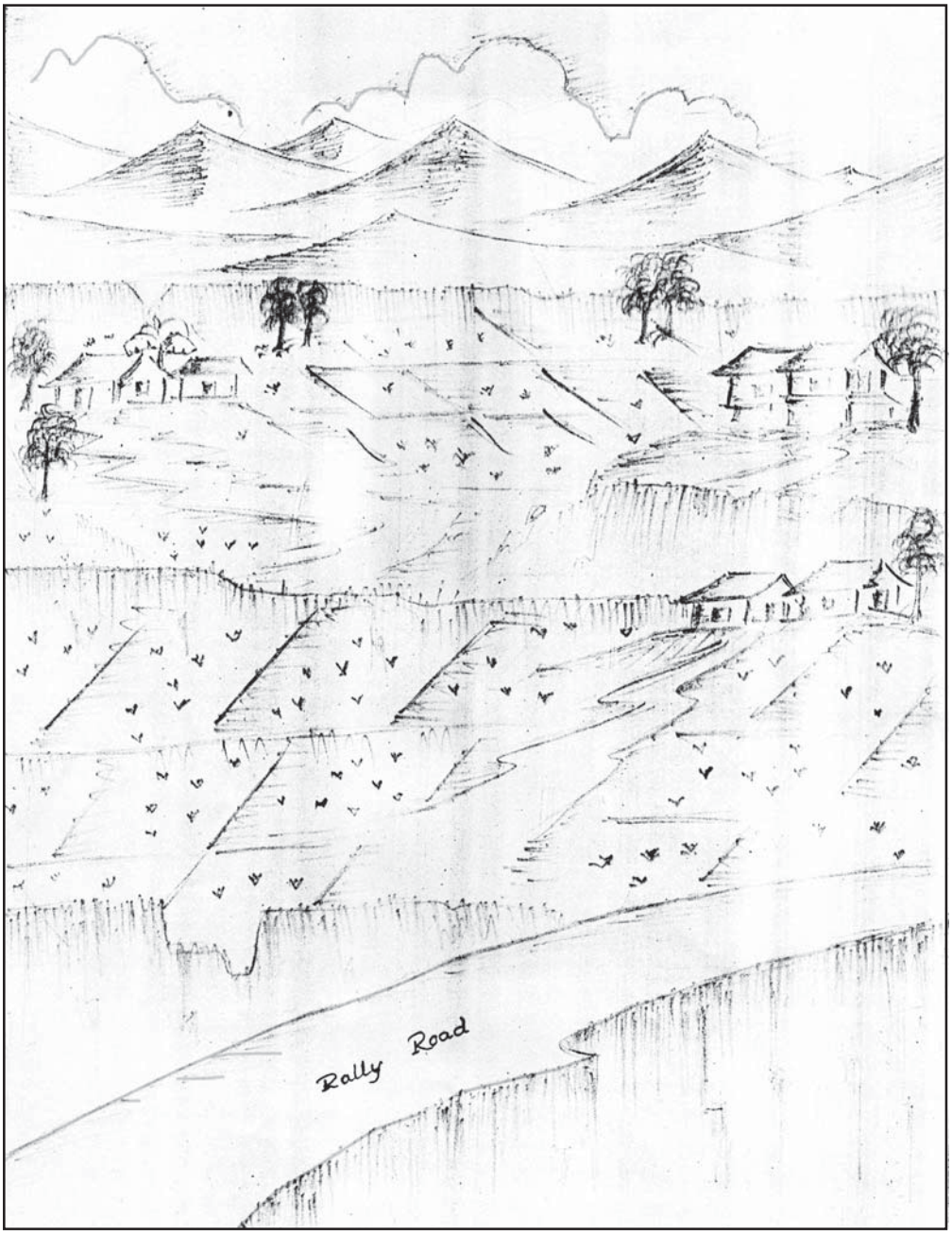
EXPENDITURE ON MSCELLANEOUS ITEMS
(IN RS.)



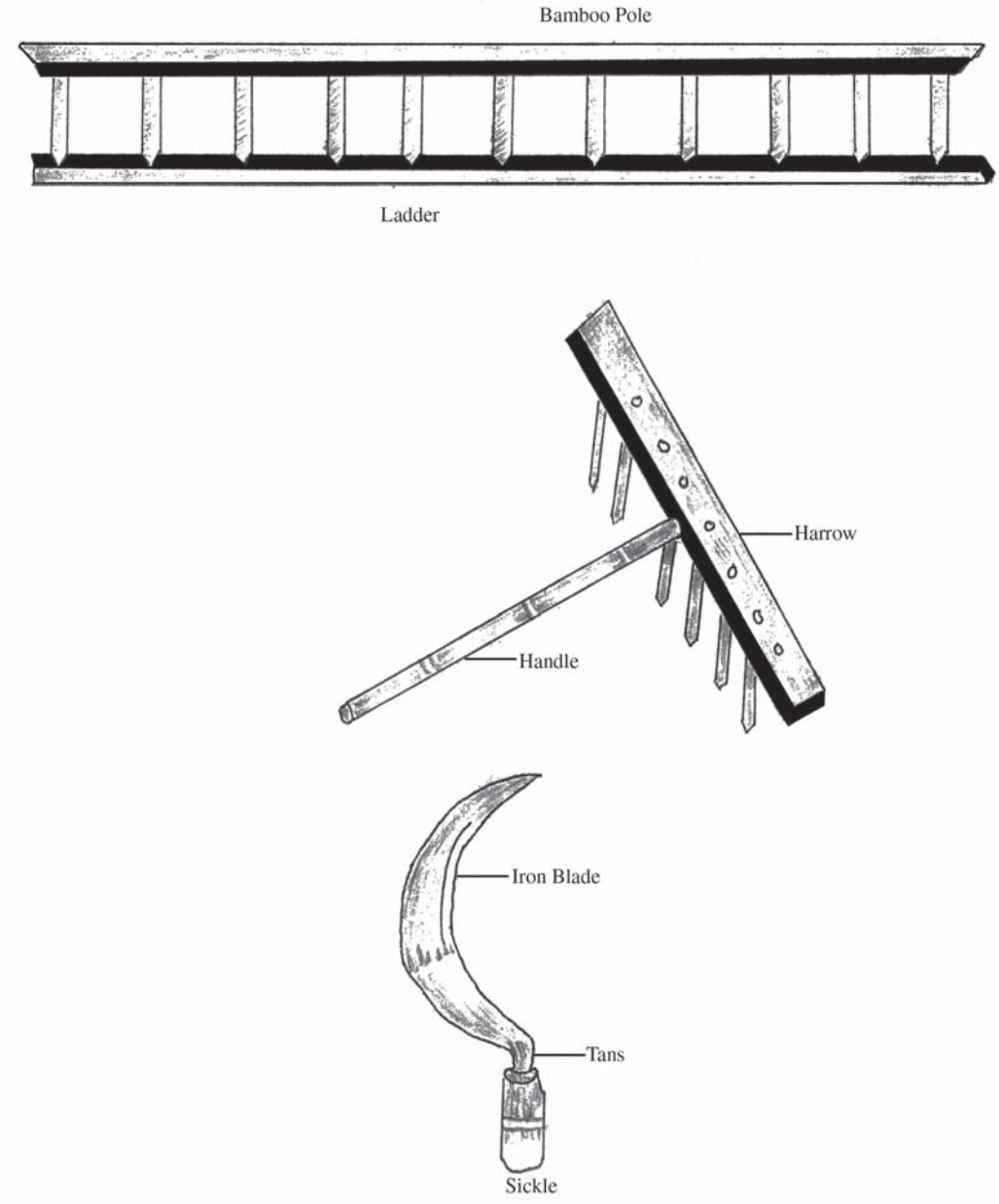
EDUCATIONAL ATTAINMENT



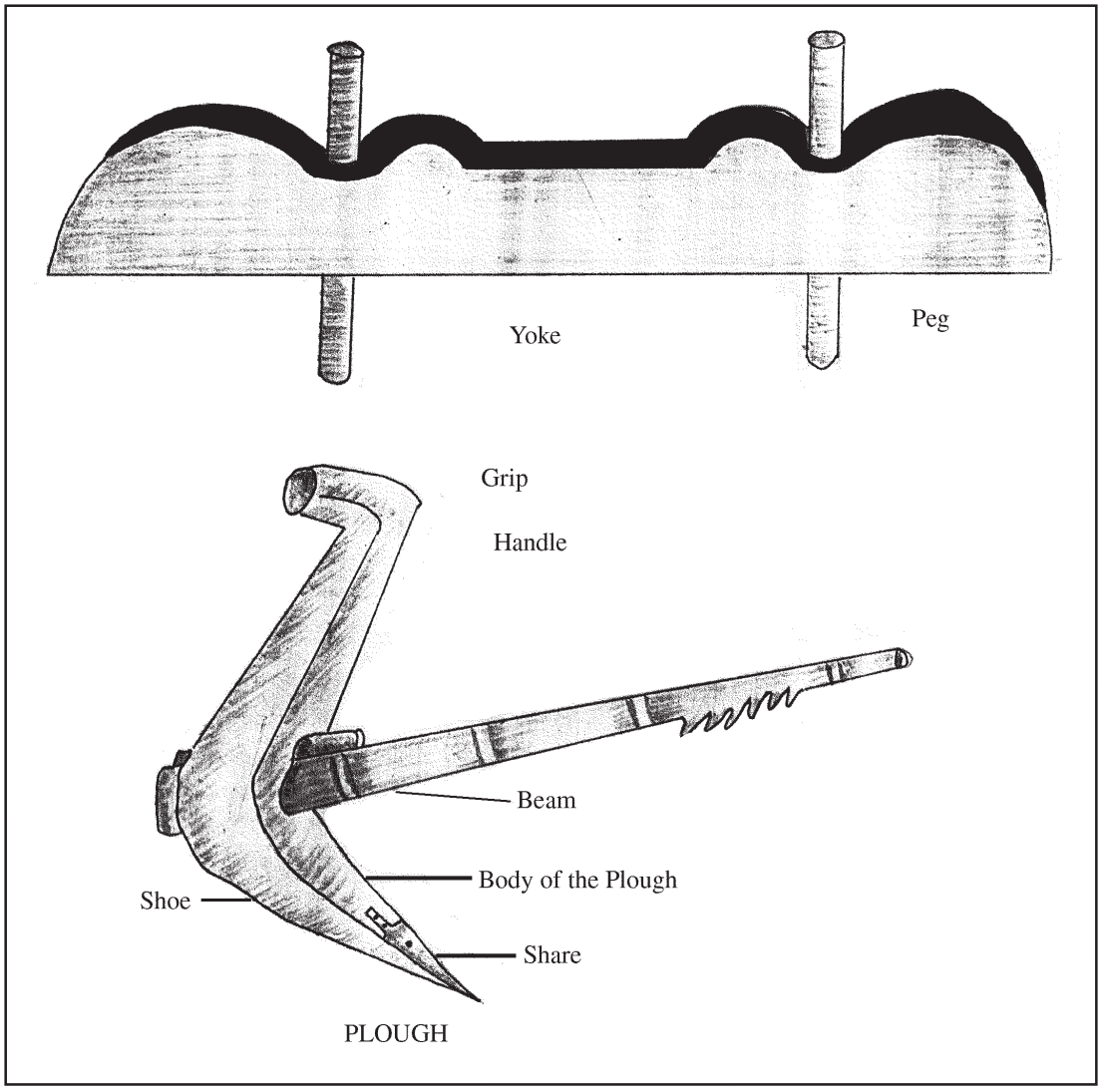
Sketch Map of Pudung



AGRICULTURAL TOOLS

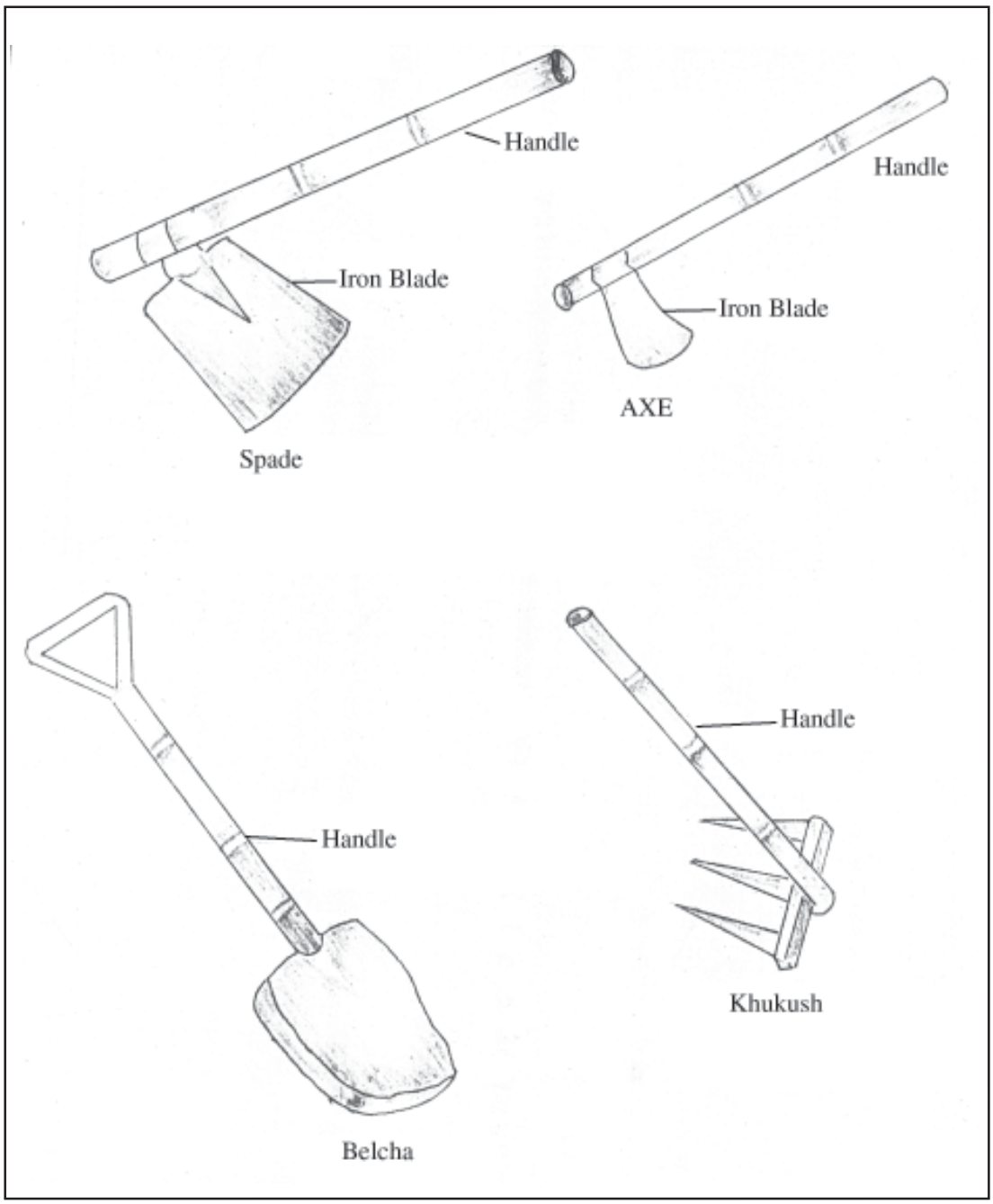


AGRICULTURAL TOOLS

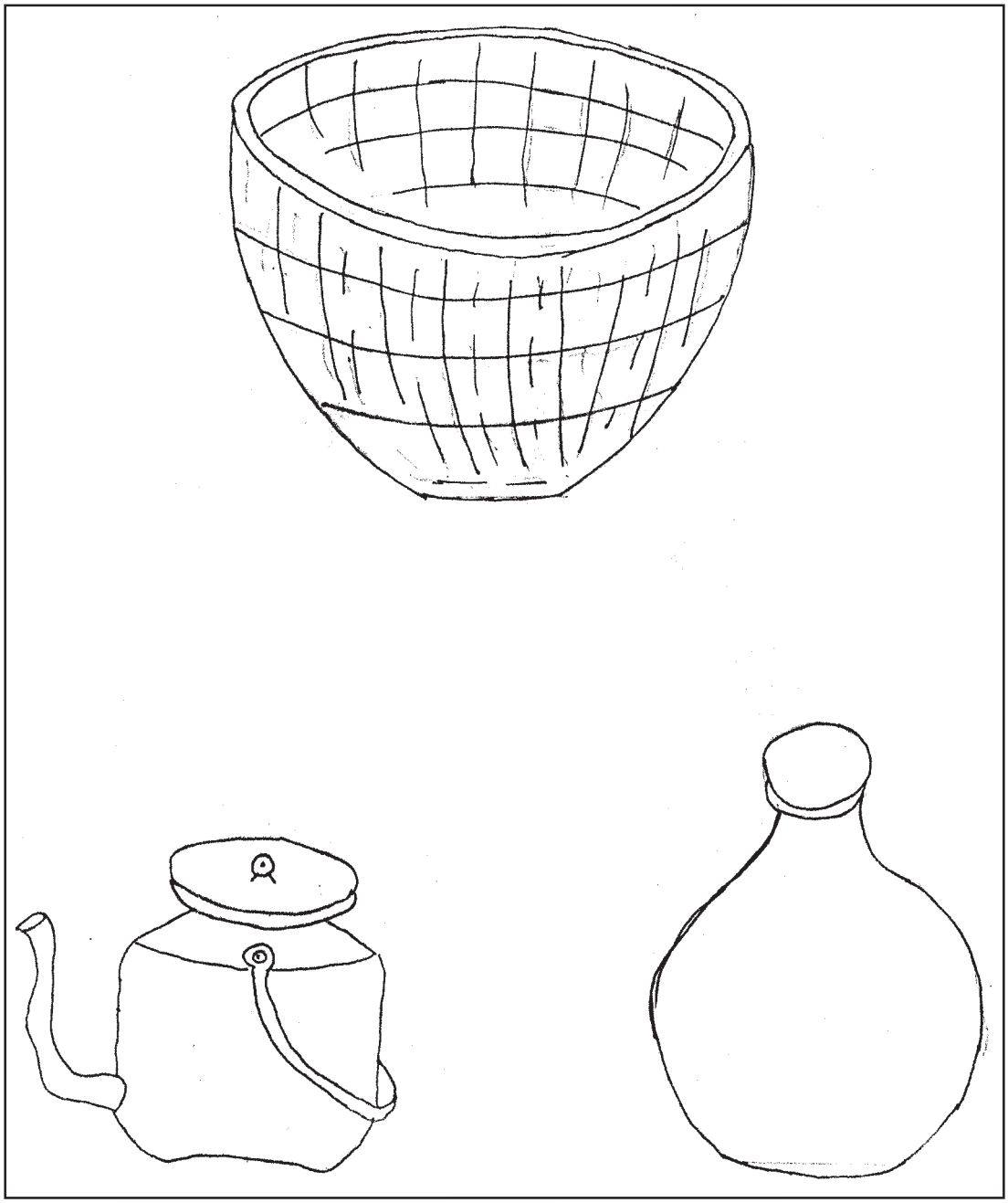


PLOUGH

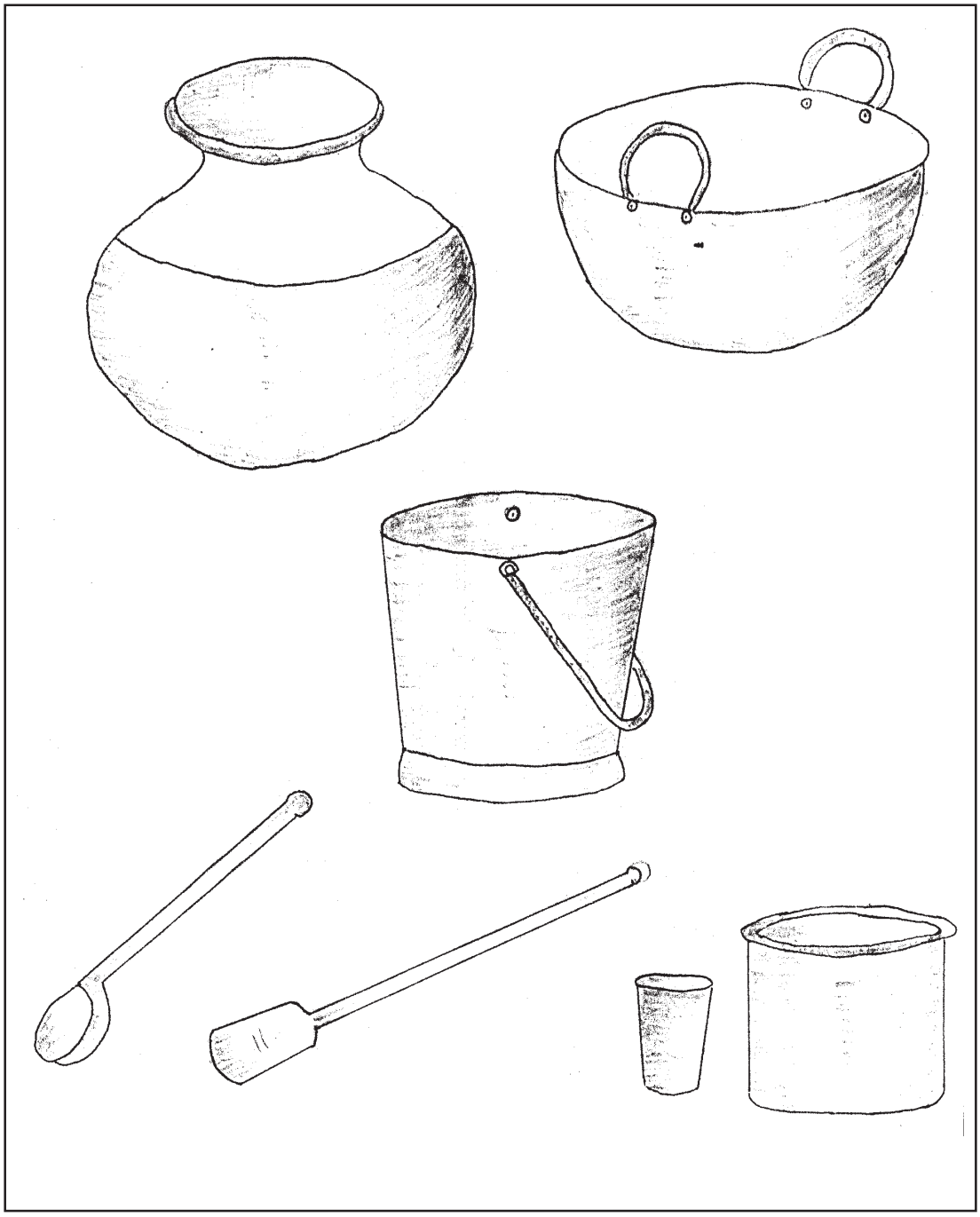
AGRICULTURAL TOOLS



HOUSEHOLD IMPLEMENTS



HOUSEHOLD IMPLEMENTS



একক 2 ❑ স্টেশন মডেল গঠন

গঠন

2.1 স্টেশন মডেল ব্যাখ্যা

2.2 স্টেশন মডেলের রূপ

2.3 স্টেশন মডেলে ব্যবহৃত এবং তার ব্যাখ্যা

2.4 সঙ্কেত বার্তা থেকে স্টেশন মডেল গঠন

2.1 স্টেশন মডেল ব্যাখ্যা

স্টেশন মডেলের অর্থ ও গুরুত্ব ঃ

যে কোন দেশেই আবহাওয়ার দৈনন্দিন অবস্থা পর্যবেক্ষণের জন্য বিভিন্ন স্থানে বেশ কিছু আবহাওয়া পর্যবেক্ষণ কেন্দ্র (Weather Observation Stations) গড়ে তোলা হয়। ভারতবর্ষে শতাধিক এই রূপ স্টেশন বা কেন্দ্র দেশের সর্বত্র এমনভাবে ছড়িয়ে রয়েছে যাতে ঐ সমস্ত কেন্দ্রের প্রাপ্ত তথ্যাদির ভিত্তিতে দেশের আবহাওয়ার একটি সামগ্রিক চিত্র পাওয়া যায়।

আবহাওয়া কেন্দ্রগুলিকে এক-একটি ছোট বৃত্ত দ্বারা নির্দেশ করা হয় এবং ঐ বৃত্তগুলির চারপাশে আবহাওয়া কেন্দ্র থেকে পর্যবেক্ষণলব্ধ তথ্যাদি নির্দিষ্ট কিছু সঙ্কেত চিহ্নের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এইরূপ সঙ্কেত চিহ্ন সমন্বিত কোন কেন্দ্রকে স্টেশন মডেল বলা হয়। এবং এই ধরনের বহু কেন্দ্রে নির্দেশিত মানচিত্রকে স্টেশন মডেল ভিত্তিক আবহাওয়া মানচিত্র বলা হয়।

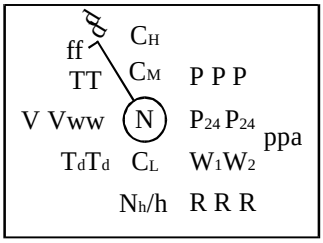
দেশের বিভিন্ন স্থানের আবহাওয়ার বিশ্লেষণ ও পরিবর্তনের ধরন সম্পর্কিত পূর্বাভাষ দানের ক্ষেত্রে আবহবিদ্যায় স্টেশন মটেলভিত্তিক মানচিত্র প্রস্তুত এবং তার যথাযথ ব্যাখ্যার যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে। স্টেশন মডেল ছাড়া কোন কেন্দ্রের আবহাওয়ার প্রকৃত অবস্থাকে সঠিকভাবে প্রকাশ করা যায় না।

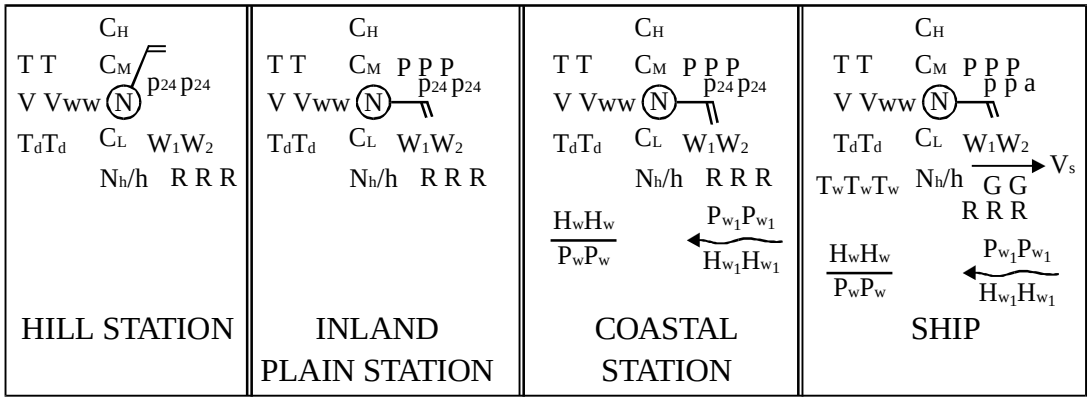
স্টেশন মডেল প্রস্তুত বা ব্যাখ্যা করতে হলে প্রথমেই আবহাওয়ার বিভিন্ন অবস্থা নির্দেশক বহুবিধ সঙ্কেত চিহ্ন, তাদের অর্থ এবং যথাযথ ব্যবহার সম্বন্ধে পরিষ্কার ধারণা থাকা আবশ্যক। এরপর চিহ্নগুলি কোন স্টেশনের চারপাশে কি নিয়মে প্রদর্শন করা হয় সে সম্বন্ধে জানতে হয়। সাধারণতঃ স্টেশন মডেলে যেসব চিহ্ন ব্যবহার করা হয় তার অধিকাংশই স্থলভাগ ও জলভাগের ক্ষেত্রে একই রকমের। শুধুমাত্র উপকূলভাগের কেন্দ্র সমূহের জন্য কিছু পৃথক চিহ্ন ক্ষেত্র বিশেষে ব্যবহার করা হয়। এই পাঠে স্টেশন মডেলে ব্যবহৃত অধিক প্রচলিত মুখ্য চিহ্নগুলি সম্পর্কে বিস্তৃতভাবে আলোচনা করা হল।

2.2 স্টেশন মডেলের রূপ

কোন দেশের স্টেশন মডেল ভিত্তিক আবহাওয়া মানচিত্র প্রস্তুত করার কাজে দেশের বিভিন্ন অংশ যথা— সমভূমি, উপকূলভাগ, পার্বত্য অঞ্চল ও জলভাগ বা সমুদ্র ভাগের বিভিন্ন স্থান থেকে আবহাওয়ার তথ্য সংগ্রহ করা হয়। সমুদ্রভাগে চলাচলকারী নানান জাহাজ থেকে বিভিন্ন অংশের আবহাওয়ার তথ্য পাওয়া যায়। অন্যান্য ক্ষেত্রগুলোতে (অর্থাৎ সমভূমি, উপকূল বা পার্বত্য অংশে) অবস্থিত বিভিন্ন আবহাওয়া কেন্দ্রসমূহ সাঙ্কেতিক ভাষায় (coded language) তাদের পর্যবেক্ষণলব্ধ তথ্যাদি ছয় বা বার ঘণ্টা অন্তর আঞ্চলিক প্রধান আবহাওয়া কেন্দ্রে পাঠিয়ে থাকে। প্রধান আবহাওয়া কেন্দ্রগুলোতে সাঙ্কেতিক ভাষায় প্রাপ্ত তথ্যাদি বিভিন্ন সাঙ্কেতিক চিহ্নে রূপান্তরিত করে মানচিত্রে নির্দেশিত বিভিন্ন আবহাওয়া কেন্দ্রের চারপাশে নিয়মানুসারে বসিয়ে স্টেশন মডেল অঙ্কন করা হয়। সমভূমি এবং পার্বত্য অঞ্চলের জন্য নির্দিষ্ট স্টেশন মডেলের রূপ প্রায় একই রকমের। উপকূল অংশের আবহাওয়া কেন্দ্রের স্টেশন মডেলের ক্ষেত্রে কিছু বাড়তি তথ্য সংযোজন করা হয়। নিম্নে স্টেশন মডেলের যে রূপটি তুলে ধরা হল তা বিশ্ব আবহাওয়া সংস্থা কৃত স্টেশন মডেলের সাধারণ রূপ। ভারতেও একইভাবে স্টেশন মডেল অঙ্কন করা হয়।

স্টেশন মডেলের রূপ





STATION MODELS

ওপরে প্রদর্শিত স্টেশন মডেলে বায়ুর দিক নির্দেশক dd এবং গতি নির্দেশক ff দেখানোর জন্য কোন নির্দিষ্ট অবস্থান নেই। এ ক্ষেত্রের (ওপরের মডেলটি লক্ষ্য করুন) বায়ু উত্তর-পশ্চিম দিক থেকে প্রবাহিত

হচ্ছে ধরে নিতে হবে। বায়ু যদি পূর্ব দিক থেকে প্রবাহিত হত তাহলে dd ও ff-এর জন্য নির্দেশিত চিহ্নটি স্টেশন মডেলের মধ্যস্থ কেন্দ্রের পূর্ব দিকে আঁকা হত।

2.3 স্টেশন মডেলে ব্যবহৃত চিহ্ন এবং তার ব্যাখ্যা

বিশ্ব আবহাওয়া সংস্থা (World Meteorological Organization) ১৯৮২ সালের জানুয়ারী মাসে সব দেশের জন্য যে আন্তর্জাতিক সিনপ্‌টিক সঙ্কেত সারণী (Synoptic Code Chart) প্রস্তুত করে দিয়েছেন এবং যা ভারতবর্ষেও চলছে সেই সারণী নিম্নে তুলে ধরা হল—

চিহ্ন	ব্যাখ্যা	মন্তব্য
YY	মাসের কোন্ দিন নির্দেশক।	প্রত্যেক সারণীতে পাঁচটি সংখ্যা থাকে।
GG	মূল মধ্যরেখা অনুযায়ী সময়, কাছাকাছি ঘণ্টায়।	
i_w	পর্যবেক্ষণলব্ধ বায়ুর গতির ধরন ও তার পরিমাপ।	অ্যানিমোমিটার যন্ত্রের সাহায্যে মাপা হয় এবং নটের হিসাবে প্রকাশ করা হয়।
lliii	আবহাওয়া কেন্দ্রের আন্তর্জাতিক সূচক সংখ্যা।	
i_R	অধঃক্ষেপনের তথ্য যুক্ত/বিযুক্ত হওয়া নির্দেশ করে।	
i_X	স্টেশন কোন ধরনের + আবহাওয়ার বর্তমান ও পূর্বাবস্তা জানান হল কি না নির্দেশ করে।	
h	সর্বনিম্নস্তরের মেঘের উচ্চতা (ভূমিভাগ থেকে)।	সঙ্কেত ক্রম—11
VV	দৃশ্যমানতার পরিমাণ।	সঙ্কেত ক্রম—25
N	আকাশে মোট মেঘের পরিমাণ (অক্টায়)।	সঙ্কেত ক্রম—14
dd	বায়ুর দিক (ডিগ্রীর হিসাবে)।	সঙ্কেত ক্রম—5
ff	বায়ুর গতি (নটের/কিমির হিসাবে)।	সঙ্কেত ক্রম—10
1	লাইনের শীর্ষক (header)।	
S_n	উত্তাপের চিহ্ন—উত্তাপের পরিমাণ ধনাত্মক (positive) হলে উত্তাপ নঞর্থক (negative) হলে 1 চিহ্ন।	0 দেখানো হয় আর দেখানো হয়।

চিহ্ন	ব্যাখ্যা	মন্তব্য
TTT এবং TT	উত্তাপের পরিমাণ (0.1° সেঃ) দেখানোর সময় দশমাংশ বাদ দিয়ে কাছাকাছি ডিগ্রীর হিসাবে প্রদর্শিত।	ধরা থাক উত্তাপের পরিমাণ 27.2° সেঃ তাহলে TT হবে 27 আর 27.7° সেঃ হলে 28।
2	লাইনের শীর্ষক	
TdTdTd এবং TdTd	শিশিরাঙ্ক উষ্ণতা (TTT-র মত করে প্রদর্শিত)।	TdTd-ওপরে প্রদর্শিত TT-র মত লেখা হবে।
3, 4, 5, 6, 7, 8	এই সবগুলি বিভিন্ন লাইনের শীর্ষক (header)।	
$P_OP_OP_OP_O$	আবহাওয়া কেন্দ্রের তল বরাবর বায়ুর চাপের পরিমাণ (মিলিবারের) দশমাংশে প্রদর্শিত হবে।	সঙ্কেত ক্রম 16(a)।
P P P P এবং P P P	সমুদ্রতল বরাবর বায়ুর চাপের পরিমাণ।	সঙ্কেত ক্রম—16।
ppa	বিগত তিন ঘণ্টায় বায়ুর চাপের পরিবর্তনের পরিমাণ (a-এর সঙ্কেত চিহ্ন তালিকা দেখুন) বায়ুর চাপ বাড়ছে কি কমছে এবং কিভাবে বাড়া-কমা করছে তা নির্দেশ করে।	একই সঙ্কেত ক্রম—16। শুধুমাত্র জাহাজ থেকে প্রাপ্ত হয়।
P_{24} P_{24}	গত ২৪ ঘণ্টায় আবহাওয়া কেন্দ্রতলে বায়ুর চাপের পরিবর্তনের পরিমাণ।	সঙ্কেত ক্রম—17।
R R R	মিলিমিটার ও তার ভগ্নাংশে অধঃক্ষেপনের পরিমাণ।	
w w	আবহাওয়ায় বর্তমান অবস্থা।	সঙ্কেত ক্রম—27।
W_1W_2	গত ২৪ ঘণ্টায় আবহাওয়ার সাধারণ অবস্থা।	W_1-এর মান w_2-এর থেকে বেশী হতে হবে। সঙ্কেত ক্রম—26।
N_h	নিম্নস্তরের মেঘের পরিমাণ (অক্টার হিসাবে)।	সঙ্কেত ক্রম—14।
C_h	নিম্নস্তরের মেঘের রূপ।	সঙ্কেত ক্রম—2।
C_M	মধ্যস্তরের মেঘের রূপ।	সঙ্কেত ক্রম—3।
C_H	উচ্চস্তরের মেঘের রূপ।	সঙ্কেত ক্রম—4।

নিম্নে স্টেশন মডেলে ব্যবহৃত সাঙ্কেতিক বার্তারূপ অক্ষর বা চিহ্নগুলি কিরূপ ক্রমে সাজান হয় তা দেখান হল। মনে রাখবেন এখানে যে সমস্ত চিহ্ন দেখান হয়েছে তা বাদেও কিছু চিহ্ন আছে (যেমন P_{24} P_{24}) যা ক্ষেত্রবিশেষে দেখান হয়। এ ছাড়া জানা দরকার যে, এখানে দেখান সাজানর ক্রমও উপকূলভাগ ও জলভাগের জন্য এক থাকে না। অনেক আবহাওয়া কেন্দ্র থেকে এই সারণী অনুসারে সব তথ্যও পাওয়া যায় না।

i_R	i_X	h	V	V
N	d	d	f	f
1	Sn	T	T	T
2	Sn	T_d	T_d	T_d
3	P_O	P_O	P_O	P_O
4	P	P	P	P
5	a	p	p	p
6	R	R	R	/
7	w	w	W_1	W_2
8	N_h	C_L	C_M	C_H

ওপরে প্রদর্শিত সাঙ্কেতিক অক্ষরগুলিকে পৃথক পৃথক সঙ্কেত চিহ্নের মাধ্যমে বিস্তৃত ভাবে চিহ্নিত করণ ও ব্যাখ্যা করা হয়। নিম্নে বিভিন্ন সঙ্কেত ক্রমের ব্যাখ্যা দেওয়া হল যার দ্বারা আপনারা স্টেশন মডেল অঙ্কন করতে পারেন এবং ব্যাখ্যা করতে পারেন।

সঙ্কেত ক্রম—2 (Code no.—2) নিম্নস্তরের মেঘের রূপ—C_L

সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	মেঘের রূপ	মেঘের বিবরণ
1		সিরো-স্ট্রাটাস (CIRRO-STRATUS)	ছোট ও চ্যাপ্টা আকৃতির স্তূপ মেঘ। ভালো আবহাওয়া থাকাকালীন দেখা যায়।
2		সিরো-কিউমিউলাস (CIRRO-CUMULUS)	মাঝারি উচ্চতার গম্বুজ বা স্তম্ভের আকৃতিতে গঠিত স্তূপ মেঘ।
3		অল্টো-কিউমিউলাস (ALTO-CUMULUS)	উঁচু স্তূপ মেঘ বা বাদল বা বজ্রগর্ভ মেঘে (কিউমিউলো নিম্বাস) পরিণত হতে চলেছে।
4		অল্টো-স্ট্রাটাস (ALTO-STRATUS)	স্তূপ মেঘ (কিউমিউলাস) ছড়িয়ে গিয়ে স্তর-স্তূপ (স্ট্রাটো-কিউমিউলাস) মেঘে পরিণত হয়েছে। একই সাথে কিছু স্তূপ মেঘও থাকতে পারে।

সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	মেঘের রূপ	মেঘের বিবরণ
5		নিম্বো-স্ট্রাটাস (NIMBO-STRATUS)	স্তূপ মেঘ ছড়িয়ে না গিয়েও যদি স্তর স্তূপ মেঘ সৃষ্টি হয়।
6		স্ট্রাটো-কিউমিউলাস (STRATO-CUMULUS)	খারাপ আবহাওয়ার সময় যে ধরনের বিচ্ছিন্ন স্তর মেঘ দেখা যায় তা না হয়ে যদি অবিচ্ছিন্ন পাতের ন্যায় স্তর মেঘ অবস্থান করে।
7		স্ট্রাটাস (STRATUS)	খারাপ আবহাওয়ার সময় যে বিচ্ছিন্ন স্তর বা স্তূপ বা উভয় ধরনের মেঘ দেখা যায়। খারাপ আবহাওয়া বলতে সেই অবস্থাকে বোঝায় যা বৃষ্টিপাতের ঠিক পূর্বে, বৃষ্টিপাত চলাকালীন ও বৃষ্টিপাতের অব্যবহিত পরে লক্ষ্য করা যায়।
8		কিউমিউলাস (CUMULUS)	স্তূপ বা স্তর-স্তূপ মেঘ দৃশ্যমান। স্তর-স্তূপ ছাড়া অন্য মেঘ থাকলে স্তূপ মেঘের নিম্নতল অন্য ধরনের মেঘ থেকে ভিন্ন উচ্চতায় অবস্থান করবে।
9		কিউমিউলো-নিম্বাস (CUMULO-NIMBUS)	বাদল মেঘ বা বজ্রগর্ভ মেঘ (কিউমিউলো-নিম্বাস) দৃশ্যমান, যার অংশবিশেষ পাতলা হয়ে কামারের নেহাইয়ের (anvil) মত প্রসারিত।

সঙ্কেত ক্রম—3 (Code no.—3) মধ্যস্তরের মেঘের রূপ—C_M

সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	মেঘের রূপ	মেঘের বিবরণ
1		অল্টো স্ট্রাটাস (ALTO STRATUS)	অর্ধ স্বচ্ছ মধ্যম উচ্চতার স্তর মেঘ, যার মধ্য দিয়ে সূর্য বা চাঁদকে দেখা যায়।
2		অল্টো স্ট্রাটাস অথবা নিম্বো স্ট্রাটাস (ALTRO STRATUS OR NIMBO STRATUS)	মধ্যম উচ্চতার ঘন স্তর মেঘ যার মধ্য দিয়ে সূর্য বা চাঁদকে দেখা যায় না।
3		অল্টো কিউমিউলাস (ALTO CUMULUS)	অর্ধ স্বচ্ছ স্তূপ মেঘ যার কোন অংশই বিশেষ পুঞ্জীভূত হয় নি।

সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	মেঘের রূপ	মেঘের বিবরণ
4		অল্টো কিউমিউলাস (ALTO CUMULUS)	বিভিন্ন উচ্চতায় স্থিত পরিবর্তনশীল অল্টোস্তূপ মেঘ। এই ধরনের মেঘগুলো বহুলাংশে অর্ধ স্বচ্ছ প্রকৃতির।
5		অল্টো কিউমিউলাস (ALTO CUMULUS)	স্তূপ মেঘ যা শ্রেণীবদ্ধ অবস্থায় বিরাজমান এবং যা ক্রমশই অধিকতর ঘনীভূত হতে হতে আকাশ ছেয়ে ফেলছে।
6		অল্টো কিউমিউলাস (ALTO CUMULUS)	নিম্নস্তরের কিউমিউলাস মেঘ যখন ছড়িয়ে পড়ে মধ্য স্তরের কিউমিউলাস মেঘে পর্যবসিত হয়।
7		অল্টো কিউমিউলাস এবং অল্টো স্ট্রাটাস অথবা নিম্বো স্ট্রাটাস (ALTO CUMULUS & ALTO STRATUS OR NIMBO STRATUS)	নিম্নের উল্লেখিত যে কোন একটির ক্ষেত্রেঃ (ক) বিভিন্ন উচ্চতায় স্থিত স্তূপ মেঘ যার অংশবিশেষ অস্বচ্ছ। (খ) অস্বচ্ছ স্তর বিশিষ্ট স্তূপ মেঘ যা বিস্তৃতি লাভ করছে না। (গ) স্তূপ মেঘ ও স্তর মেঘ অথবা নিম্বোষ্ট্রাটাস মেঘ একই সঙ্গে দৃশ্যমান।
8		অল্টো কিউমিউলাস (ALTO CUMULUS)	অল্টোস্তূপ মেঘ যা ছোট ছোট গম্বুজের আকৃতি ধারণ করেছে।
9		অল্টো কিউমিউলাস (ALTO CUMULUS)	বিভিন্ন উচ্চতায় অল্টোস্তূপ মেঘের অবস্থান সেইসঙ্গে ঘন সিরাস বা অলক মেঘও পরিদৃশ্যমান।

সঙ্কেত ক্রম—৪ (Code No—4)

ঊর্ধ্ব স্তরের মেঘের রূপ—C_H

সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	মেঘের রূপ	মেঘের বিবরণ
1		সিরাস (CIRRUS)	পাতলা সিরাস বা অলক মেঘ বা তন্তুসদৃশ সিরাস মেঘ।
2		সিরাস	ঘন অলক মেঘ যা স্থান বিশেষে আঁটির মত বন্ধ।

সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	মেঘের রূপ	মেঘের বিবরণ
3		সিরাস	কামারের নেহাই-এর ন্যায় আকৃতি বিশিষ্ট ঘন অলক মেঘ।
4		সিরাস	বঁড়শি বা তন্তুর আকৃতি বিশিষ্ট অলক মেঘ।
5		সিরাস	শ্রেণীবদ্ধ ভাবে যে অলক মেঘ আকাশ ছেয়ে ফেলছে কিন্তু যা দিগন্ত থেকে কৌণিক ভাবে ৪৫ ডিগ্রীর নীচে অবস্থিত।
6		সিরাস	শ্রেণীবদ্ধ ভাবে যে অলক মেঘ আকাশ ছেয়ে ফেলছে এবং ঘনীভূত হচ্ছে এবং যা দিগন্ত থেকে ৪৫°-র ওপরে দৃশ্যমান।
7		সিরোস্ট্রাটাস (CIRRO STRATUS)	স্তরের আকৃতি বিশিষ্ট অলক মেঘ যা পর্দার ন্যায় আকাশ আবৃত করে রেখেছে।
8		সিরোস্ট্রাটাস	একই ধরনের মেঘ কিন্তু যা আকাশকে আবৃত করে নি।
9		সিরো কিউমিউলাস (CIRRO CUMU-LUS)	ঊর্ধ্ব স্তরের স্তূপ মেঘ এককভাবে থাকতে পারে অথবা ঐ উচ্চতায় স্তর মেঘ যুক্ত হয়ে থাকতে পারে।

সঙ্কেত ক্রম—৫ (Code No.—5)

বায়ুপ্রবাহের দিক নির্দেশ—**dd**

ভৌগোলিক উত্তর থেকে শুরু করে সারা পৃথিবীর কৌণিক ব্যাপ্তি ৩৬০°-কে ১০ সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে একটি মাপক (স্কেল) প্রস্তুত করা হয় যাতে ০ থেকে ৩৬ পর্যন্ত সংখ্যা থাকে। এই স্কেলের সাহায্যে ভূ-পৃষ্ঠের ওপর প্রবাহিত বায়ুর প্রকৃত দিক নির্দিষ্ট সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। কোন কৌণিক পরিমাপ যদি এমন হয় ২৬৬°, সেক্ষেত্রে ঐ সংখ্যাকে কাছাকাছি পূর্ণ সংখ্যায় প্রকাশ করা হয় অর্থাৎ ২৭০° বা স্কেল অনুযায়ী ২৭।

বায়ুর দিক নির্দেশের ক্ষেত্রে দিকনির্ণয় যন্ত্র বা কম্পাস-এ যে ১৬টি নির্দিষ্ট দিক নির্দেশকারী চিহ্ন ব্যবহার করা হয় তা নিম্নের সারণীতে দেখান হল।

বায়ুপ্রবাহের দিক—	শান্ত	উউপূ (NNE)	উপূ (NE)	পূউপূ (ENE)	পূ (E)	পূদপূ (ESE)	দপূ (SE)	দদপূ (SSE)	দ (S)
সঙ্কেত চিহ্ন—	00	02	05	07	09	11	14	16	18

বায়ুপ্রবাহের দিক—	দদপ (SSW)	দপ (SW)	পদপ (WSW)	প (W)	পউপ (WNW)	উপ (NW)	উউপ (NNW)	উ (N)
সঙ্কেত চিহ্ন—	20	23	25	27	29	32	34	36

সঙ্কেত ক্রম—৭ (Code No.—7)

নিম্ন ও মধ্যস্তরের মেঘের দিক নির্দেশ—D_L D_M

সঙ্কেত চিহ্ন	মেঘের দিক
0	আকাশ মেঘমুক্ত অথবা মেঘ গতিহীন অবস্থায় রয়েছে।
1	মেঘ উত্তর-পূর্ব দিক থেকে অগ্রসর হচ্ছে।
2	মেঘ পূর্ব দিক থেকে অগ্রসর হচ্ছে।
3	মেঘ দক্ষিণ-পূর্ব দিক থেকে অগ্রসর হচ্ছে।
4	মেঘ দক্ষিণ দিক থেকে অগ্রসর হচ্ছে।
5	মেঘ দক্ষিণ-পশ্চিম দিক থেকে অগ্রসর হচ্ছে।
6	মেঘ পশ্চিম দিক থেকে অগ্রসর হচ্ছে।
7	মেঘ উত্তর-পশ্চিম দিক থেকে অগ্রসর হচ্ছে।
8	মেঘ উত্তর দিক থেকে অগ্রসর হচ্ছে।
9	মেঘের কোন নির্দিষ্ট দিক নির্দেশ করা যাচ্ছে না।

সঙ্কেত ক্রম—১০ (Code No.—10)

ভূ-পৃষ্ঠের ওপর বায়ুর গতি—ff

বিউফোর্ট স্কেল (Beaufort Scale) অনুযায়ী

ক্রমিক সংখ্যা	বায়ু প্রবাহের ধরন	ভূ-পৃষ্ঠ থেকে ওপরে বায়ু ঘণ্টায় নট প্রতি	১০ মিটার গতি ঘণ্টায় কিমি প্রতি	সঙ্কেত চিহ্ন	বায়ু প্রবাহের বৈশিষ্ট্য
0	কাম (Calm)	<1	<1		শান্ত অবস্থা। যখন কোন চিমনী থেকে নির্গত ধোঁয়া সোজা ওপরে ওঠে।
1	লাইট এয়ার (Light air)	1–3 2	1–5 3	—	হাল্কা বায়ু। এরূপ অবস্থায় ধোঁয়া সোজা না উঠে বায়ুপ্রবাহের দিক অনুসরণ করে বেঁকে যাবে।
2	লাইট ব্রীজ (Light breeze)	4–6 5	6–11 9	⟍	হাল্কা বায়ুপ্রবাহ। পাতা নড়বে, মুখের ত্বকে বাতাস অনুভব করা যাবে।
3	জেন্টল ব্রীজ (Gentle breeze)	7–10 9	12–19 16	⟍—	মৃদু বায়ুপ্রবাহ। গাছের পাতা ও খুব ছোট ডালপালা এক নাগাড়ে নড়বে বা দুলবে।
4	মডারেট ব্রীজ (Moderate breeze)	11–16 13	20–28 24	⟍—	মাটি থেকে ধূলো, কাগজ ইত্যাদি উড়বে। মোটামুটি ছোট ডাল দুলতে থাকবে।
5	ফ্রেশ ব্রীজ (Fresh breeze)	17–21 19	29–38 34	⟍—	ছোট গাছ দুলতে থাকবে। বড় নদী বা হ্রদের জলে ছোট ছোট ফেনা যুক্ত ঢেউ উঠবে।
6	স্ট্রং ব্রীজ (Strong breeze)	22–27 24	39–49 44	⟍—	বড় বড় ডাল দুলবে। টেলিগ্রাফ তার থেকে শিস দেওয়ার মত শব্দ শোনা যাবে। ছাতা ব্যবহার করতে অসুবিধা হবে।
7	নিয়ার গেল (Near gale)	28–33 30	50–61 55	⟍—	বড় গাছ পর্যন্ত দুলে উঠবে। এরূপ বায়ুপ্রবাহের বিরুদ্ধে হাঁটা-চলা করা অসুবিধাজনক হবে।
8	গেল (Gale)	34–40 37	62–74 68	⟍—	গাছের ডাল ভেঙে পড়বে। এ অবস্থায় চলা-ফেরা করা বাধাপ্রাপ্ত হবে।

ক্রমিক সংখ্যা	বায়ু প্রবাহের ধরন	ভূ-পৃষ্ঠ থেকে ওপরে বায়ু ঘণ্টায় নট প্রতি	১০ মিটার গতি ঘণ্টায় কিমি প্রতি	সঙ্কেত চিহ্ন	বায়ু প্রবাহের বৈশিষ্ট্য
9	স্ট্রং গেল (Strong gale)	41–47 44	75–88 82		কিছু কিছু বাড়ীর কাঠামোগত ক্ষতি হতে পারে, প্লেট বা টালির চালের বাড়ীর চাল নষ্ট হবে।
10	স্টর্ম (Storm)	48–55 52	89–102 96		এরূপ ঝড়ের গতি সম্পন্ন বায়ুপ্রবাহ গাছপালা উৎপাটন করার ক্ষমতা রাখে। কাঁচা বাড়ী ভেঙে পড়বে। পাকা বাড়ীরও ক্ষতি হতে পারে।
11	ভায়লেন্ট স্টর্ম (Violent storm)	53–63 58	103–117 110		এ ধরণের ঝড় সংখ্যায় কমই হয়। হলে বিরাট ক্ষতি হয়ে থাকে। বড় গাছপালা থেকে শুরু করে বাড়ী টেলিগ্রাফ পোষ্ট ইত্যাদি ভূমিস্যাৎ হয়। মানুষ ও পশু-পক্ষীর ব্যাপক জীবন হানি ঘটে।
12	হারিকেন (Hurricane)	64 বা তারও বেশী	118 বা তারও বেশী		এই ধরনের মারাত্মক ঝড় সাধারণত সমুদ্রের ওপরই সীমাবদ্ধ থাকে। এর প্রভাবে সারা সমুদ্রের জল ফেনায় ভর্ত্তি হয়ে সাদা দেখতে লাগে। কিছুই দৃষ্টিগোচর হয় না। বড় বড় ঢেউ সৃষ্টি হয়।

সঙ্কেত ক্রম—১১ (Code No.–11)

ভূমি থেকে সর্বনিম্নে অবস্থিত মেঘের তলদেশের উচ্চতা—h

(এ ক্ষেত্রে উর্ধ্ব স্তরের মেঘকে ধরা হবে না)

সঙ্কেত চিহ্ন	আবহাওয়া কেন্দ্র থেকে মেঘের তলদেশের উচ্চতা
0	0 – 49 (metres)
1	50 – 99 ,,
2	100 – 199 ,,
3	200 – 299 ,,

সঙ্কেত চিহ্ন	আবহাওয়া কেন্দ্র থেকে মেঘের তলদেশের উচ্চতা
4	300 – 599 ,,
5	600 – 999 ,,
6	1000 – 1499 ,,
7	1500 – 1999 ,,
8	2000 – 2500 ,,
9	2500 মিটারের নীচে কোন মেঘ নেই। পাহাড়ে অবস্থিত কোন কেন্দ্রের ক্ষেত্রে যদি দেখা যায় মেঘের তলদেশ কেন্দ্র থেকে নীচে এবং মেঘের উপরিভাগ কেন্দ্র থেকে উঁচুতে অবস্থিত। অন্যান্য কেন্দ্রের ক্ষেত্রে এই চিহ্ন ব্যবহার করা হয় যখন অল্প কালের জন্য মেঘের তলদেশ বোঝা যায় না।

সঙ্কেত ক্রম—১৪ (Code No.–14)

মেঘের পরিমাণ—N এবং N_h

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ
1		1 অক্টা (Okta) অর্থাৎ আকাশের ১/৮ ভাগ মেঘ দ্বারা আবৃত।
2		2 অক্টাস (Oktas) অর্থাৎ আকাশের ২/৮ ভাগ মেঘাবৃত।
3		3 অক্টাস (Oktas) অর্থাৎ আকাশের ৩/৮ ভাগ মেঘাবৃত।
4		4 অক্টাস (Oktas) অর্থাৎ অর্ধেক আকাশ মেঘাবৃত।
5		5 অক্টাস (Oktas) অর্থাৎ ৫/৮ ভাগ আকাশ মেঘাবৃত।
6		6 অক্টাস (Oktas) অর্থাৎ আকাশের ৩/৪ ভাগ মেঘাবৃত।
7		7 অক্টাস (Oktas) অর্থাৎ আকাশের ৭/৮ ভাগ মেঘাবৃত।
8		8 অক্টাস (Oktas) অর্থাৎ আকাশ পরিপূর্ণ মেঘাবৃত।
9		আকাশ পরিষ্কার নয় অথবা মেঘের পরিমাণ সুনির্দিষ্ট ভাবে বলা যাচ্ছে না।
0		আকাশ একেবারেই মেঘমুক্ত।

সঙ্কেত ক্রম—১৬ (Code No.–16)

ব্যারোমিটার যন্ত্রে বায়ুর চাপ—P P P P এবং P P P

১। ব্যারোমিটার যন্ত্রে বায়ুর চাপের পাঠ নেওয়ার সময় খেয়াল রাখতে হবে তা যেন ইনডেক্স-এরার (Index error) বা সূচক ত্রুটি মুক্ত হয়। চাপের পরিমাণ মিলিবারের দশমাংশে প্রকাশ করতে হবে। এছাড়া অনুমোদিত মাপ অনুসারে চাপের পরিমাণকে উষ্ণতা, মাধ্যাকর্ষণ ও উচ্চতার পার্থক্যের নিরীখে সংশোধন করে শেষে মিলিবারের প্রথম দশমিক ভগ্নাংশ পর্যন্ত শুদ্ধ করে নিয়ে মিলিবারের মাপে প্রকাশ করতে হবে। 1000.6 মিলিবার চাপ হলে প্রথম 10 সংখ্যা বাদ গিয়ে 0006 হিসাবে অথবা ধরা যাক 998.2 মিবাঃ চাপ হলে 998.2 মিবাঃ চাপ হলে 9982 হিসাবে প্রকাশ করতে হবে। PPP-এর প্রথম দিকের ক্ষেত্রে একটি করে সংখ্যা কম দেখান হবে।

২। (ক) যে সমস্ত আবহাওয়া কেন্দ্রের উচ্চতা সমুদ্রতল থেকে 800 মিটারের নীচে তাদের ক্ষেত্রে বায়ুর চাপ রিপোর্ট করার সময় সমুদ্রতল বরাবর যে চাপ হতে পারে সেই চাপের পরিমাণ জানাতে হবে।

(খ) 800 মিটারের ওপরে কিন্তু 2300 মিটারের নীচে অবস্থিত কোন কেন্দ্রের ক্ষেত্রে 850 মিলিবার চাপ তলের বায়ুর চাপ রিপোর্ট করতে হবে।

(গ) 2300 মিটারের ওপরে কিন্তু 3700 মিটারের নীচে অবস্থিত কোন কেন্দ্রের ক্ষেত্রে 700 মিলিবার চাপ তলের বায়ুর চাপ রিপোর্ট করতে হবে।

(ঘ) 3700 মিটারের ওপরে অবস্থিত কোন কেন্দ্রের ক্ষেত্রে 500 মিলিবার চাপ তলের বায়ুর চাপ রিপোর্ট করতে হবে।

সঙ্কেত ক্রম—১৬(এ) Code No. 16(a)

আবহাওয়া কেন্দ্রতলের বায়ুর চাপের পরিমাণ—$P_oP_oP_oP_o$

আবহাওয়া কেন্দ্রতলের বায়ুর চাপ যদি 1000 মিবাঃ বা তারও বেশী হয় তাহলে P_o P_o P_o P_o-এর প্রথম P_o-কে ৩ সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করতে হয়; যথা—1002.5 মিবাঃ বায়ুর চাপ রিপোর্ট করতে লিখতে হবে 3025। যদি চাপের পরিমাণ 1000 মিবাঃর কম হয়, যথা—998.5 মিবাঃ সেক্ষেত্রে লিখতে হবে 9985।

সঙ্কেত ক্রম—১৭ (Code No. 17)

গত ২৪ ঘণ্টায় আবহাওয়া কেন্দ্রতলের বায়ুর চাপের পার্থক্যের পরিমাণ—$P_{24}P_{24}$

সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ
00	কোন পরিবর্তন হয়নি।
01	বায়ুর চাপ 0.1 মিবাঃ বেড়েছে।
02	বায়ুর চাপ 0.2 মিবাঃ বেড়েছে।

সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ
10 এইভাবে	বায়ুর চাপ 1.0 মিবাঃ বেড়েছে।
49 এইভাবে	বায়ুর চাপ 4.9 মিবাঃ বেড়েছে।
51	বায়ুর চাপ 0.1 মিবাঃ কমেছে।
52 এইভাবে	বায়ুর চাপ 0.2 মিবাঃ কমেছে।
70 এইভাবে	বায়ুর চাপ 2.0 মিবাঃ কমেছে।
99	বায়ুর চাপ 4.9 মিবাঃ কমেছে।
50	বায়ুর চাপ 4.9 মিবাঃ-এর বেশী বেড়েছে বা কমেছে।

সঙ্কেত ক্রম—২৫ (Code No.–25)

দৃষ্টিগ্রাহ্যতা (Visibility)—vv

সঙ্কেত চিহ্ন	দূরত্বের বিচারে দৃষ্টিগ্রাহ্যতার পরিমাণ
90	50 মিটারের কম
91	50 মিটার
92	200 মিটার
93	1/4 নটিকাল মাইল (500 মিঃ)
94	1/2 নটিকাল মাইল (1000 মিঃ)
95	1 নটিকাল মাইল (2000 মিঃ)
96	2 নটিকাল মাইল (4000 মিঃ)
97	5 নটিকাল মাইল (10 কিমিঃ)
98	10 নটিকাল মাইল (20 কিমিঃ)
99	25 নটিকাল মাইল (50 কিমিঃ)

সঙ্কেত ক্রম—২৬ (Code No.–26)

গত ২৪ ঘণ্টায় আবহাওয়ার অবস্থা—W_1W_2

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ
0		পরিষ্কার আকাশ
1	☾	আকাশ আংশিক মেঘাচ্ছন্ন।
2	◯	আকাশ মেঘাচ্ছন্ন।

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ
3		বালির বা ধূলোর ঝড় অথবা তুষার ঝড়।
4		কুয়াশা, ধোঁয়া বা ধূলোর কারণে অস্পষ্টতা।
5		গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি।
6		বৃষ্টিপাত।
7		তুষারপাত অথবা বৃষ্টি ও তুষারপাত মিশ্রভাবে।
8		জোড়ালো বৃষ্টিপাত/ভারী বর্ষণ।
9		বজ্রবিদ্যুৎসহ ঝড় বা বৃষ্টিপাত।

সঙ্কেত ক্রম—২৭ (Code No.–27)

আবহাওয়ার বর্তমান অবস্থা—ww

(Present weather)

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ	
00		আকাশে মেঘ তৈরী হতে দেখা যায় নি।	গত এক ঘণ্টায় আকাশের অবস্থার বৈশিষ্ট্যগত পরিবর্তন।
01		মেঘ ক্রমশই মিলিয়ে যাচ্ছে।	
02		আকাশের অবস্থা একইরকম আছে।	
03		আকাশে মেঘ তৈরী হচ্ছে।	
04		এমনি ধোঁয়া বা কলকারখানা থেকে নির্গত ধোঁয়া, দাবানল, আগ্নেয়গিরি থেকে নির্গত ছাই ইত্যাদির কারণে দৃশ্যমানতা হ্রাস পাওয়াকালীন অবস্থা।	
05		হেজ (Haze) বা কুজ্‌ঝটিকা। সূক্ষ্ম ধূলো, ধোঁয়া বা জলীয় বাষ্পের কারণে কুজ্‌ঝটিকার সৃষ্টি হয় এবং দৃশ্যমানতা কমে যায়।	
06		আবহাওয়া পর্যবেক্ষণ কালীন যদি বায়ু দ্বারা উত্তোলিত না হয়েও বাতাসে ভাসমান অবস্থায় প্রচুর ধূলোকণা থাকে।	
07		পর্যবেক্ষণ কালীন আবহাওয়া কেন্দ্রের কাছে বায়ু দ্বারা ধূলো বা বালি উত্তোলিত হলেও তা ধূলো বা বালির ঘূর্ণিতে পরিণত হয় নি।	
08		উপরোক্ত একই প্রকারের অবস্থায় যদি ধূলো বা বালির ঝড় বা ঘূর্ণির সৃষ্টি হয়।	

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ
09		গত এক ঘণ্টায় বা পর্যবেক্ষণের সময় ধূলো বা বালির ঝড় পরিলক্ষিত হয়েছে।
10		মিষ্ট (Mist) বা কুহেলী যা জলকণা সমৃদ্ধ মেঘ বিশেষ। ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন হয়ে ছেয়ে থাকায় দৃষ্টি স্বচ্ছতা হ্রাস পায়।
11		বিচ্ছিন্ন বা টুকরো টুকরো ভাবে। আবহাওয়া কেন্দ্রের নিকট স্থলভাগের ওপর 2 মিটারের বেশী গভীর নয় আর সাগর/সমুদ্র থাকলে 10 মিটারের বেশী গভীর নয় এমন কুয়াশা স্তর (জলকণা অথবা বরফ কণায় সৃষ্ট) যদি অবস্থান করে।
12		মোটামুটি অবিচ্ছিন্নভাবে।
13		বিদ্যুৎ চমকিত হচ্ছে কিন্তু বজ্রনির্ঘোষ শোনা যাচ্ছে না।
14		অধঃক্ষেপন হতে দেখা গেলেও যখন তা মাটিতে বা সমুদ্র পৃষ্ঠে পৌঁছায় না।
15		আবহাওয়া কেন্দ্র থেকে দূরে (প্রায় 5 কিমি) বৃষ্টি বা তুষারপাত হচ্ছে এবং ভূ-পৃষ্ঠ পর্যন্ত পৌঁছচ্ছে।
16		ঠিক কেন্দ্রের ওপর নয় কিন্তু কাছাকাছি অধঃক্ষেপন হতে দেখা যাচ্ছে এবং তা মাটি বা জলস্তরের ওপর পৌঁছচ্ছে।
17		বজ্রঝঞ্ঝা (Thunder storm) হচ্ছে কিন্তু পর্যবেক্ষণ কালীন অধঃক্ষেপন হতে দেখা যাচ্ছে না।
18		স্কোয়াল (Squall) বা আকস্মিক প্রবল বেগে প্রবাহিত ঝোড়ো বাতাস। আবহাওয়া কেন্দ্রের ওপর বা কাছাকাছি পরিলক্ষিত। পর্যবেক্ষণের সময় বা তার পূর্বের এক ঘণ্টার মধ্যে দৃষ্ট হয়েছে।
19		ফানেল (Funnel) বা কুপি সদৃশ মেঘ টর্নাডো বা জলস্তম্ভের কারণে সৃষ্ট।

ww 20-29 পর্যবেক্ষণ কালীন বা তার পূর্বের এক ঘণ্টার মধ্যে (আবহাওয়া কেন্দ্রের ওপর) দৃষ্ট অধঃক্ষেপন, কুয়াশা, তুষারপাত বা বজ্রঝঞ্ঝা। (Precipitation, fog, ice or thunder storm at the station during preceding hour or at the time of observation)

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ	
20		ড্রিজল (Drizzle) বা গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি (যা জমে যাওয়া অবস্থায় নয়) অথবা বরফের কণাসমূহ।	20-24 সংখ্যক অধঃক্ষেপনের ধরন যা পরে বর্ষণে পরিণত হয় নি।
21		বৃষ্টি জমে যাওয়া অবস্থায় নয়।	
22		তুষার।	
23		বৃষ্টি এবং তুষারপাত অথবা ছোট ছোট গুলির আকারে বরফ পড়া।	
24		জমাটবন্ধ গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি বা বৃষ্টিপাত (অপেক্ষাকৃত বড় আকারের জল কণায়)।	
25		জলকণার বর্ষণ।	
26		তুষার বর্ষণ বা জলকণা ও তুষার মিশ্রিত অবস্থায় বর্ষণ।	
27		শুধু হিমশিলা (হেইল = Hail) বর্ষণ অথবা বারিপাতসহ শিলাবৃষ্টি।	
28		জলকণা বা তুষার কণায় সৃষ্ট কুয়াশা।	
29		বজ্রঝঞ্ঝা (জলকণা/তুষার কণা সহযোগে বা ব্যাতিরেকে।	

ww 30-39 ধূলিঝঞ্ঝা, বালুকাঝঞ্ঝা, সঞ্চরণশীল বা বেগে প্রবাহিত তুষার (Dust-storm, Sand-storm, Drifting or Blowing snow)

30			গত এক ঘণ্টায় হ্রাস পেয়েছে।
31		মৃদু অথবা মধ্যম	গত এক ঘণ্টায় বিশেষ পরিবর্তন হয় নি।
32		বেগে প্রবাহিত ধূলি বা বালির ঝড়।	গত এক ঘণ্টার মধ্যে শুরু হয়েছে বা তার তীব্রতা বৃদ্ধি পেয়েছে।
33		তীব্র ধরনের	গত এক ঘণ্টায় হ্রাস পেয়েছে।
34		ধূলি বা বালির ঝড়।	গত এক ঘণ্টায় বিশেষ পরিবর্তন হয় নি।
35			গত এক ঘণ্টার মধ্যে শুরু হয়েছে বা তার তীব্রতা বৃদ্ধি পেয়েছে।

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ	
36		মৃদু অথবা মধ্যম পরিমাণে সঞ্চরণশীল তুষার।	সাধারণভাবে চক্ষুতলের নীচ দিয়ে সঞ্চরণশীল।
37		প্রচুর পরিমাণে সঞ্চরণশীল তুষার।	
38		মৃদু ও মধ্যম পরিমাণে প্রবাহিত তুষার।	সাধারণভাবে চক্ষুতলের ওপর দিয়ে প্রবাহিত।
39		প্রচুর পরিমাণে প্রবাহিত তুষার।	

ww 40-49 পর্যবেক্ষণকালীন জলকণা বা বরফকণা দ্বারা সৃষ্ট কুয়াশা (Fog or ice fog at the time of observation)

40		পর্যবেক্ষণকালীন কেন্দ্র থেকে স্বল্প দূরত্বে থাকা জল বা বরফ কণায় সৃষ্ট কুয়াশা যা গত এক ঘণ্টায় কেন্দ্রের ওপর ছিল না। বর্তমানে এই কুয়াশা পর্যবেক্ষকের দৃষ্টিতলের ওপর ছড়িয়ে আছে।	
41		উপরোক্ত ধরণের কুয়াশা বিচ্ছিন্নভাবে পরিলক্ষিত।	গত এক ঘণ্টায় কুয়াশা পাতলা হয়ে এসেছে।
42		কুয়াশা রয়েছে কিন্তু আকাশ দেখা যাচ্ছে।	
43		কুয়াশার কারণে আকাশ অদৃশ্যমান।	
44		কুয়াশা রয়েছে কিন্তু আকাশ দেখা যাচ্ছে।	গত এক ঘণ্টায় অবস্থার বিশেষ পরিবর্তন হয় নি।
45		কুয়াশার কারণে আকাশ অদৃশ্যমান।	
46		কুয়াশা রয়েছে কিন্তু আকাশ দেখা যাচ্ছে।	গত এক ঘণ্টায় কুয়াশা সৃষ্টি হয়েছে বা ঘন হয়েছে।
47		কুয়াশার কারণে আকাশ অদৃশ্যমান।	
48		শীতল কুয়াশা থেকে তুহিন বা দানার আকারে তুষার সঞ্চিত হচ্ছে কিন্তু আকাশ দৃশ্যমান।	
49		শীতল কুয়াশা থেকে তুহিন বা দানার আকারে তুষার সঞ্চিত হচ্ছে এবং আকাশ অদৃশ্যমান।	

ww 50-59 পর্যবেক্ষণ কালীন আবহাওয়া কেন্দ্রের ওপর সংঘটিত অধঃক্ষেপনের ধরন (Precipitation at the station at the time of observation)

50		বিচ্ছিন্নভাবে গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি (Drizzle)।	পর্যবেক্ষণের সময় পরিমাণে খুবই কম।
51		অবিচ্ছিন্নভাবে গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি।	

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ	
52		বিচ্ছিন্নভাবে গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি।	পর্যবেক্ষণের সময়
53		অবিচ্ছিন্নভাবে গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি।	পরিমাণে মধ্যম রকমের।
54		বিচ্ছিন্নভাবে গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি।	পর্যবেক্ষণের সময় প্রচুর
55		অবিচ্ছিন্নভাবে গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি।	পরিমাণে পতিত।
56		স্বল্প পরিমাণে হিমায়িত বা জমে যাওয়া অবস্থায় গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি।	
57		মধ্যম বা বেশী রকমের হিমায়িত বা জমে যাওয়া অবস্থায় গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি।	
58		স্বল্প পরিমাণে গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টির সাথে বড় জলকণার বৃষ্টি (Rain)।	
59		মধ্যম বা অধিক পরিমাণে গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টির সাথে বড় জলকণার বৃষ্টি (Rain)।	

ww 60-69 বৃষ্টি (Rain)

60		হিমায়িত নয় এমন বৃষ্টিপাত, বিচ্ছিন্নভাবে।	পর্যবেক্ষণের সময়
61		হিমায়িত নয় এমন বৃষ্টিপাত, অবিচ্ছিন্নভাবে।	পরিমাণে খুবই কম।
62		হিমায়িত নয় এমন বৃষ্টিপাত, বিচ্ছিন্নভাবে।	পর্যবেক্ষণের সময়
63		হিমায়িত নয় এমন বৃষ্টিপাত, অবিচ্ছিন্নভাবে।	পরিমাণে মধ্যম রকমের।
64		হিমায়িত নয় এমন বৃষ্টিপাত, বিচ্ছিন্নভাবে।	পর্যবেক্ষণের সময় প্রচুর
65		হিমায়িত নয় এমন বৃষ্টিপাত, অবিচ্ছিন্নভাবে।	পরিমাণে পতিত।
66		স্বল্প পরিমাণে হিমায়িত অবস্থায় বৃষ্টিপাত।	
67		মধ্যম বা বেশী রকমের হিমায়িত অবস্থায় বৃষ্টিপাত।	
68		বৃষ্টি বা গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি এবং স্বল্প পরিমাণে তুষারপাত।	
69		বৃষ্টি বা গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি এবং মধ্যম বা অধিক পরিমাণে তুষারপাত।	

ww 70-79 বর্ষণরূপে নয় এমন কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত অধঃক্ষেপন (Solid precipitation not in showers)

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ	
70	*	বিচ্ছিন্নভাবে পাতলা স্তরের ন্যায় বরফের টুকরো পড়া।	পর্যবেক্ষণের সময়
71	**	অবিচ্ছিন্নভাবে ঐ একই ধরনের বরফের টুকরো (Snow flakes) পড়া।	পরিমাণে কম।
72	* *	বিচ্ছিন্নভাবে পাতলা স্তরের ন্যায় বরফের টুকরো পড়া।	পর্যবেক্ষণের সময়
73	* * *	অবিচ্ছিন্নভাবে পাতলা স্তরের ন্যায় বরফের টুকরো পড়া।	মধ্যম পরিমাণে।
74	* * *	বিচ্ছিন্নভাবে পাতলা স্তরের ন্যায় বরফের টুকরো পড়া।	পর্যবেক্ষণের সময়
75	* * *	অবিচ্ছিন্নভাবে পাতলা স্তরের ন্যায় বরফের টুকরো পড়া।	প্রচুর পরিমাণে।
76	⟷	কুয়াশা সহ বা বিযুক্ত অবস্থায় বরফের সমান ও সমান্তরাল বহুভূজ (prism)।	
77	⧋	কুয়াশা সহ বা বিযুক্ত অবস্থায় বরফের কণা বা দানা সমূহ।	
78	⧟	কুয়াশা সহ বা বিযুক্ত অবস্থায় বিচ্ছিন্নভাবে তারা সদৃশ বরফের স্ফটিক (crystals)।	
79	⧋	গোল বা গোলকাকার বরফের দানা (ice pellets)।	

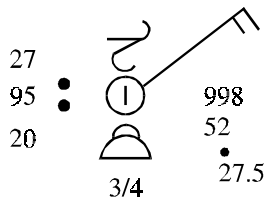
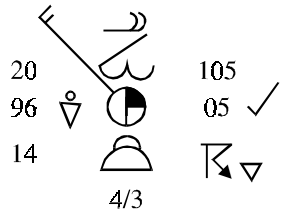
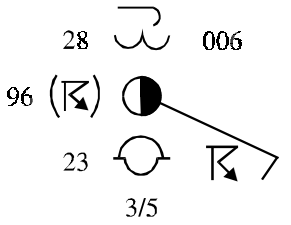
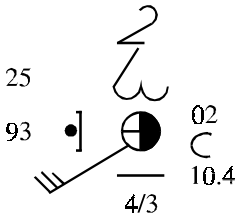
ww 80-99 বর্ষণের ন্যায় অধঃক্ষেপন অথবা বজ্রঝঞ্ঝা সহ অধঃক্ষেপন (Showery precipitation or precipitation with thunder storm)

80	▽	স্বল্প পরিমাণে বর্ষণ (Rain)।	
81	▽	মধ্যম বা ভারী বর্ষণ।	
82	▽	প্রবল বর্ষণ।	
83	▽	স্বল্প পরিমাণে তুষার মিশ্রিত অবস্থায় বর্ষণ।	
84	▽	মধ্যম বা অধিক পরিমাণে তুষার মিশ্রিত অবস্থায় বর্ষণ।	
85	▽	স্বল্প পরিমাণে তুষার বর্ষণ (Snow)।	
86	▽	মধ্যম বা অধিক পরিমাণে তুষার বর্ষণ।	
87	▽	জলকণা অথবা জলকণা ও তুষার কণা মিশ্র বা	স্বল্প পরিমাণে।
88	▽	অবিমিশ্রিত অবস্থায় গোল বা গোলকাকার তুষার অথবা বরফ বর্ষণ।	মধ্যম বা প্রচুর পরিমাণে।

সঙ্কেত সংখ্যা	সঙ্কেত চিহ্ন	বিবরণ	
89		বজ্রনির্ঘোষ ব্যতিরেকে জলকণা অথবা জলকণা ও তুষার কণা মিশ্র বা অবিমিশ্র অবস্থায় হিমশিলা (hail) বর্ষণ।	স্বল্প পরিমাণে।
90			মধ্যম বা প্রচুর পরিমাণে।
91		পর্যবেক্ষণের সময় স্বল্প পরিমাণে বৃষ্টিপাত।	পর্যবেক্ষণকালীন নয়। তার পূর্বের এক ঘণ্টার মধ্যে সংঘটিত বজ্রঝঞ্ঝা।
92		পর্যবেক্ষণের সময় মধ্যম বা প্রচুর পরিমাণে বৃষ্টিপাত।	
93	বা	পর্যবেক্ষণের সময় স্বল্প পরিমাণে তুষার অথবা জলকণা ও তুষার কণা বা হিমশিলা পাত।	
94	বা	পর্যবেক্ষণের সময় মধ্যম বা প্রচুর পরিমাণে তুষার অথবা জলকণা ও তুষার কণা বা হিমশিলা পাত।	
95	বা	হিমশিলা ব্যতিরেকে জল ও তুষার কণা সহ মৃদু বা মধ্যম তীব্রতার বজ্রঝঞ্ঝা।	পর্যবেক্ষণের সময় বজ্রঝঞ্ঝা চলছে।
96		হিমশিলা সহ মৃদু বা মধ্যম তীব্রতার বজ্রঝঞ্ঝা।	
97		হিমশিলা ব্যতিরেকে জল/তুষার কণা মিশ্রিত প্রবল প্রকৃতির বজ্রঝঞ্ঝা।	
98		ধূলি বা বালুকাঝঞ্ঝা মিশ্রিত বজ্রঝঞ্ঝা।	পর্যবেক্ষণের সময় বজ্রঝঞ্ঝা চলছে।
99		হিমশিলা সহ প্রবল প্রকৃতির বজ্রঝঞ্ঝা।	

2.4 সঙ্কেত বার্তা থেকে স্টেশন মডেল গঠন

পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে সঙ্কেত বার্তারূপ অক্ষর বা চিহ্নসকল কোন স্টেশন মডেল তৈরীর সময় কিভাবে একটি আবহাওয়া কেন্দ্রের চারপাশে বসান হয়। নিম্নে কয়েকটি স্টেশন মডেল গঠন করে দেখান হল—

1	N d d f f Sn T T h V V 1 0 5 1 5 0 2 7 4 9 5 P P P T_d T_d P_{24} P_{24} R R R 9 9 8 2 0 5 2 2 7 5 w w W_1 W_2 N_h C_L C_M C_H 6 2 6 0 3 2 4 1	
2	N d d f f V V w w W_1 W_2 3 3 2 2 0 9 6 8 0 9 8 P P P T T N_h C_L h C_M C_H 1 0 5 2 0 4 2 3 5 2 T_d T_d a p p 2 1 4 3 0 5 2	
3	N d d f f S_n T T T 4 4 1 4 1 0 0 2 7 8 4 T_d T_d T_d P P P P h V V 2 3 2 0 0 0 6 5 9 6 w w W_1 W_2 N_h C_L C_M C_H 1 7 9 0 3 4 3 3	
4	h V V N d d f f S_n T T T 3 9 3 5 2 5 2 5 0 2 4 6 P_O P_O P_O P_O P_{24} P_{24} 5 R R R 9 9 8 5 0 2 5 1 0 4 w w W_1 W_2 N_h C_L C_M C_H 2 1 2 0 4 6 5 6	

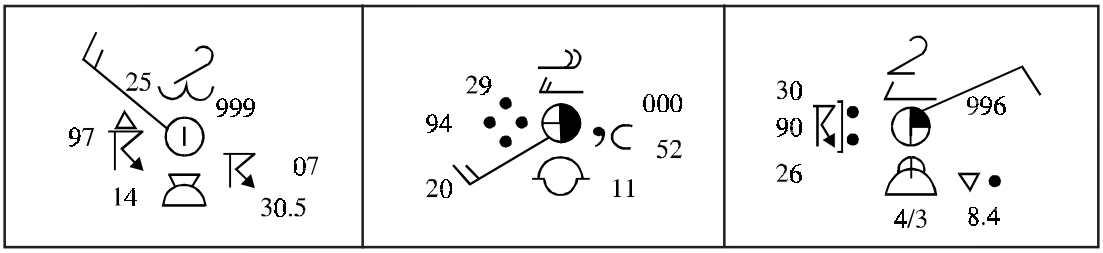
2.5 প্রশ্নাবলী

1. স্টেশন মডেল বলতে কি বোঝেন? আবহাওয়া মানচিত্রে স্টেশন মডেল কিভাবে ব্যবহার করা হয়?
2. একটি সাধারণ স্টেশন মডেলের রূপ এঁকে দেখান।
3. প্রদত্ত সঙ্কেত বার্তাগুলি থেকে স্টেশন মডেল অঙ্কন করুন।

স্টেশন (Station)	N	d	d	f	f	Sn	T_d	T_d	T_d	h	V	V	P_{24}	P_{24}	T	T	w	w	W_1	W_2	N_h	C_L	C_M	C_H
ক	7	0	9	0	5	0	3	2	6	4	9	1	0	1	2	8	6	7	6	1	4	3	2	4
খ	6	2	1	0	0	0	2	7	1	5	9	6	5	3	2	1	5	3	5	2	6	6	3	2
গ	2	1	8	1	5	1	1	9	0	3	9	4	5	4	3	2	3	7	3	0	2	4	5	3

4. প্রদত্ত স্টেশন মডেলগুলিকে সঙ্কেতবার্তায় রূপান্তরিত করুন।

(ক) (খ) (গ)



একক 3 ❑ শিলা ও খনিজ সনাক্তকরণ (Megascopic Identification of Rocks and Minerals)

গঠন

3.1 খনিজের সংজ্ঞা (Definition of Minerals)

3.2 খনিজের বিবরণ (Description of Minerals)

3.3 শিলা (Rocks)

3.1 শিলা ও খনিজ সনাক্তকরণ (Megascopic Identification of Rocks and Minerals)

পৃথিবীর বহিরাবরণীকে ভূত্বক বলে। ভূত্বক যেসব উপাদান দিয়ে গঠিত তাকে শিলা বলে। শিলা বিভিন্ন খনিজের সমন্বয়ে গঠিত হয়।

খনিজের সংজ্ঞা ঃ প্রকৃতি প্রদত্ত অজৈব কঠিন পদার্থ যাদের মধ্যে কতগুলো প্রাকৃতিক বৈশিষ্ট্য এবং নির্দিষ্ট রাসায়নিক সংযুক্তি থাকে তাদেরই খনিজ পদার্থ বলে। খনিজের একটি পারমানবিক গঠন আছে। খনিজ সমসত্ত্ব, কেলাসিত অজৈব পদার্থ। খনিজ কোন মৌলিক উপাদানে গঠিত হতে পারে যেমন সোনা, রূপো, হীরে। কিন্তু অধিকাংশ খনিজ দুই বা তার বেশী মৌলিক উপাদান এর যৌগ এর ফলে যা রাসায়নিক সংমিশ্রণে গঠিত।

খনিজ স্ফটিকাকার, বা কেলাসিত, বা অকেলাসিত হতে পারে। খনিজ কতগুলো বিশেষ জ্যামিতিক আকার যেমন প্রিজম, কিউব, ঘনক, অষ্ট তলক, চতুস্তলক, ষড়ভুজাকৃতি হতে পারে। খনিজের আকৃতি তন্তুর মতো, স্তম্ভাকৃতি, কর্ণাময়, অভ্রময় হতে পারে। ফাটল বা চিড় খাওয়ার ধরন দেখে খনিজ চেনা যায়। খনিজের বর্ণ, কাঠিন্য ও আপেক্ষিক গুরুত্ব বিভিন্ন রকমের হয়।

3.2 খনিজের বিবরণ (Description of Minerals)

(১) অভ্র (MICA) ঃ সাধারণত দুধরনের অভ্র দেখা যায়।

(ক) শ্বেতবর্ণের অভ্র, মাসকোভাইট (white mica/Muscovite)

$(KAl_2 (Si_3Al)o_{10} (OH)_2$

(খ) কৃষ্ণাভ অভ্র, (Black mica/Biotite)

$(K(MgFe)_3\ (Si3Al)_{10}\ (OH)_2$

(ক) শ্বেত অভ্র ঃ (Potassium and aluminium Silicate) শ্বেত অভ্র বহুশিলায় মিশ্রিত থাকে। গ্রানাইট শিলায় শ্বেত অভ্র দেখা যায়। কোন পেগমাটাইট ডাইক থাকলে শ্বেত অভ্র পাওয়া যেতে পারে। এই অভ্রকে পাতলা পাতের আকারে ভাঙা যায়। এর সম্ভেদ বা ফাটলের চিহ্ন সুস্পষ্ট। নিম্নতল অনুসারে সম্পূর্ণ। শ্বেত অভ্র স্বচ্ছ ও বর্ণহীন। পুরু অভ্র অস্বচ্ছ। এর কাঠিন্য 2 থেকে 2·5, আপেক্ষিক গুরুত্ব 2·7 থেকে 3, এর স্ফটিন যন্মিতি বা একনত।

(খ) কৃষ্ণাভ অভ্র ঃ (Potassium, magnessium, iron, aluminium Silicate) গ্রানাইট নাইস ও শিস্ট শিলায় দেখা যায়। এই অভ্রে ফাটলের চিহ্ন অস্পষ্ট। এর কেলাস প্রিজম আকৃতির, দানাগুলি বিভিন্ন ভাবে থাকে। এর আকৃতি অনেকটা মাছের আঁশের ন্যায়। এর ক্লিভেজ পাতলা পাতের ন্যায় ভাঙা যায়। এর বর্ণ সবুজ, বাদামী ও কালো। কাঠিন্য—2·5-3, আপেক্ষিক গুরুত্ব—3।

(২) গ্যালেনা (Galena) (pbs) (lead sulphide) ঃ

গ্যালেনা হল সীসার (lead) আকর। এর বর্ণ ধূসর কালো। এর কেলাস কিউব বা ঘন আকৃতির বা সম আকৃতির। আবার কর্ণাময় (Granular) ও হতে পারে। এর দ্যুতি উজ্জ্বল ধাতব। গ্যালেনার ভগ্ন অংশ অসম। কাঠিন্য 2·5 (নরম)। আপেক্ষিক গুরুত্ব প্রায় 7·5 গ্যালেনা খুব ভারী খনিজ।

(৩) **কোয়ার্টজ** (Si O_2, Silicon dioxide) ঃ গ্রানাইট ও বেলেপাথরে কোয়ার্টজ দেখা যায়। অনেক শিলার কোয়ার্টজ শিরা বা vein এর মত অবস্থান করে। গ্রানাইট শিলায় কোয়ার্টজকে কাঁচের মত মনে হয়। এর আকৃতি স্ফটিকাকার (ষড়ভুজাকৃতি) কোয়ার্টজ বর্ণহীন, সাদা, গোলাপী, ধোঁয়াটে প্রভৃতি নানা প্রকারের হয়। এর উজ্জ্বলতা বা দ্যুতি কাঁচের মত। এটি স্বচ্ছ ও অস্বচ্ছ দুইরকমেরই হয়। এর কাঠিন্য-7। খনিজ চূর্ণের বর্ণ (Streak) নেই অথবা সাদা। এর ভগ্নঅংশ-উঁচু নিচু। আপেক্ষিক গুরুত্ব 2·65। এতে কোন ফাটল বা সম্ভেদ নেই।

(৪) **চ্যালকোপাইরাইট** (Chalcopyrite) (CuFe S_2) (copper iron sulphide) ঃ চ্যালকোপাইরাইট তামার আকর। এর আকৃতি চতুস্তলক বা স্তূপাকৃতি স্ফটিক। এর বর্ণ ব্রোঞ্জ বা সোনালী হলুদ। দ্যুতি-ধাতব, অস্বচ্ছ। এই খনিজ কোন সম্ভেদ নেই। কাঠিন্য 3·5। খনিজ চূর্ণের বর্ণ সবুজ কালো। ভগ্ন অংশ—উঁচু নিচু। আপেক্ষিক গুরুত্ব 4·2 নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয়।

(৫) **ফেলস্পার ঃ** গ্রানাইট শিলায় ফেলস্পার দেখা যায়। এর আকৃতি স্ফটিকাকার (প্রিজমের মত)। বর্ণ-সাদা গোলাপী, বা ধূসর। কাঁচের মত দ্যুতি বা উজ্জ্বলতা। এই খনিজের দুটি নির্দিষ্ট সম্ভেদ বা ফাটল আছে। একটি অপরটির সমকোণে থাকে। এর কাঠিন্য 6। এর খনিজের চূর্ণের বর্ণ নেই। ভগ্নাংশ—অসম, ছোট ছোট টুকরো। আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·8-3।

(৬) **হেমাটাইট** (Haematite) Fe_3O_3 ঃ সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য লৌহ আকরিক হল হেমাটাইট। এটি রক্ত বর্ণের এবং লৌহের পরিমাণ 70%. Rhombohedral বা Rhombus (রম্বাস) আকৃতির কেলাস

দেখা যায় যা দানাযুক্ত বড় আয়তনের কেলাস দেখা যায়। Band বা দাগও দেখা যায়। এর লাল, কালো বা ইস্পাত ধূসর বর্ণ। এর দ্যুতি ধাতব থেকে মেটে। দাগযুক্ত (banded) বা নিম্নতল অনুযায়ী সমান্তরাল সম্ভেদ বা ফাটল দেখা যায়। হেমাটাইটের কাঠিন্য 5·5 থেকে 6·5। খনিজ চূর্ণের বর্ণ লাল অথবা বাদামী। এটি Hydrochloric acid এ দ্রবীভূত হয়। চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়।

(৭) **ম্যাগনেটাইট** (Magnetite) ($Fe\ Fe_2O_4$) ঃ

হেমাটাইটের ন্যায় ম্যাগনেটাইট একটি লৌহের আকর। এই খনিজটার আকৃতি দানাযুক্ত। এর কেলাস অষ্টতলক বিশিষ্ট। এর বর্ণ কালো, খনিজ চূর্ণের বর্ণ কালো। কাঠিন্য 5·6-6·5। এই খনিজটি চৌম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়। ভঙ্গুর, অস্বচ্ছ, এর দ্যুতি ধাতব থেকে ধূসর বর্ণের। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয়। আপেক্ষিক গুরুত্ব 5·10।

3.3 শিলা (Rocks)

গ্রানাইট (Granite) ঃ

গ্রানাইট একটি উদ্‌ভেদী আগ্নেয় শিলা। ভূ-গর্ভের গলিত পদার্থ ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছতে না পেরে ভূ-গর্ভের মধ্যেই অনেক নিচে ধীরে ধীরে কঠিন হয়ে গ্রানাইট শিলায় পরিণত হয়েছে।

বৈশিষ্ট্য ঃ কোয়ার্টজ, ফেলসপার ও অভ্র এই তিনটি খনিজ নিয়ে গ্রানাইট গঠিত। **অভ্র** চেনা যায় কারণ পাতলা পাতের ন্যায় উঠে আসে বা আঁশের ন্যায় উঠে আসে। **কোয়ার্টজ** চেনা যায় ষড়ভুজাকৃতি দেখে। ফেলস্‌পার এর দ্যুতি হয় কাঁচের মত। ম্যাগমা যখন শীতল হয় তখন সবার আগে আলাদা হয় **অভ্র** তারপর ফেলস্‌পার সবশেষে কোয়ার্টজ, যে কারণে কোয়ার্টজ সুন্দর ভাবে গঠিত হয় না। গ্রানাইট শিলায় > 60% সিলিকা থাকে বলে একে আম্লিক শিলা বলে।

সনাক্তকরণের উপায় ঃ

আকৃতি = স্ফটিকাকার

বর্ণ = গোলাপী, সাদা ও ছিট ছিট দাগ

উপাদান = ফেলসপার, অভ্র, কোয়ার্টজ

আপেক্ষিক গুরুত্ব = 2·5

ব্যাসল্ট ঃ ব্যাসল্ট নিঃসারী আগ্নেয় শিলা। আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাতের ফলে ভূ-অভ্যন্তর থেকে গলিত পদার্থ (লাভা) ভূ-পৃষ্ঠে এসে ঠাণ্ডা বায়ুর সংস্পর্শে এসে শীতল ও কঠিন হয়ে ব্যাসল্ট শিলায় পরিণত হয়।

বৈশিষ্ট্য ঃ ব্যসাল্ট শিলায় লোহা, অলিভাইন, ইল্‌মেনাইট হর্নব্লেন্ড প্রভৃতি খনিজ এতে দেখা যায়। ব্যাসল্ট শিলায় আবহবিকার হলে স্তম্ভাকৃতি দারুণ স্পষ্ট হয়ে ওঠে। ব্যাসল্ট শিলায় সিলিকার অংশ (45%-65%) বলে একে ক্ষারকীয় শিলা বলে।

সনাক্তকরণ উপায় ঃ

আকৃতি = সূক্ষ্ম কেলাসযুক্ত বা অনুজ্জ্ব অকেলাসিত

বর্ণ = গাঢ় ধূসর, কালো, কালচে সবুজ

বুনন = সূক্ষ্ম

আপেক্ষিক গুরুত্ব = 2·8

পেগ্‌মাটাইট ঃ পেগমাটাইট হল আগ্নেয়শিলা। এর দানা খুব মোটা। এটি একটি কঠিন শিলা। ডাইক এর মধ্যে পেগমাটাইট দেখা যায়। এই শিলা প্রধানত কোয়ার্টজ, ফেলস্‌পার, টুরমেলিন, টোপাজ দ্বারা গঠিত। অনেক শিলায় দাগ দেখা যায়। শিলা মধ্যবর্তী অংশ ফেলস্‌পার ও ধারে কালো বর্ণ খনিজ দেখা যায়।

আপেক্ষিক গুরুত্ব—মধ্যম,

দানা—খুব মোটা।

বেলেপাথর (Sandstone) ঃ পাললিক শিলার অন্তর্ভুক্ত। এই শিলা বালির কণা জমাট বেঁধে সৃষ্টি।

বৈশিষ্ট্য ঃ বালির কণাগুলি কোয়ার্টজ বা কোন কঠিন পদার্থ দিয়ে গঠিত। বালির কণা সাধারণত গোলাকার হয়। এর বুনন হয় মিহি থেকে মোটা দানা ($\frac{1}{16}$ মিমি—2 কিমি)। বেলেপাথরে হাত দিলে মসৃণ অনুভূতি হয়। এর উপাদান হল কোয়ার্টজ, লোহা।

আকৃতি—স্তূপের ন্যায় ও অকেলাসিত।

বর্ণ—ধূসর, লালচে খয়েরী।

আপেক্ষিক গুরুত্ব—2·5।

চুনাপাথর (Limestone) ঃ

সামুদ্রিক কীট যেমন ফোরমিনিফেরা, প্রবাল, সমুদ্রের জল থেকে Calcium Carbonate নিয়ে তাদের খোলা তৈরী করে। এসব কীট মরে গেলে তাদের খোলা সমুদ্রের তলদেশে সঞ্চিত হয়ে চুনাপাথরে পরিণত হয়।

বৈশিষ্ট্য ঃ হালকা Hydrochloric acid এ চুনাপাথরে বুদ্‌বুদ্ ওঠে। এর প্রধান উপাদান হল ক্যালসিয়াম কার্বনেট (Orthorhombic) এবং ক্যালসাইট (rhombohedral) চুনাপাথর যথেষ্ট নরম (ছুরি দিয়ে বা নখ দিয়ে আঁচড় কাটা যায়)। বিভিন্ন রঙের স্তর বা layer দেখা যায়।

বুনন = অসংঘাত, নুড়ি আকৃতির দানা (মিহি)

আপেক্ষিত গুরুত্ব = 2·5-2·8.

বর্ণ = ধূসর বর্ণ।

কাদাপাথর (Shale) ঃ আদি সূক্ষ্ম পলি বা কাদা জমে যান্ত্রিক উপায়ে যে পাললিক শিলা তৈরী হয় তাকে shale বা কাদাপাথর বলে। কাদাপাথর ইলাইট, মন্টমোরিলোনাইট, কেয়োলিনাইট (চীনে মাটি) ইত্যাদি

খনিজ দ্বারা গঠিত। বিভিন্ন রঙের Band এই শিলায় দেখা যেতে পারে। কাদাপাথরের উপরিভাগ খুব মসৃণ ও তৈলাক্ত ভাব যুক্ত।

বর্ণ = কালো বা বাদামী

আপেক্ষিক গুরুত্ব = কম

বুনন = অতি সূক্ষ্ম

কাঠিন্য = নরম (নখ দিয়ে আঁচড় কাটা যায়)

কংগ্লোমারেট (Conglomerate) ঃ বিভিন্ন আকৃতির গোলাকার নুড়ি পাথর জমাট বাঁধলে তাকে কংগ্লোমারেট বলে। কোয়ার্টজ, ফেলস্পারের কণা নদী গর্ভ বা সমুদ্র সৈকতে জমা হলে এবং বালি দিয়ে তাদের মধ্যে যোগসূত্র হলে এই শিলার সৃষ্টি হয়। মৃদু Hydrochloric acid এ ক্রিয়াশীল।

আকার—মোটাদানা = 4-64 মিমি

সূক্ষ্ম দানা = 2 মিমি

বর্ণ—বিভিন্ন রং দেখা যায়।

আপেক্ষিক গুরুত্ব = মধ্যম থেকে উচ্চ

কোয়ার্টজাইট ঃ বেলে পাথর রূপান্তরিত হলে কোয়ার্টজাইটে পরিণত হয়। কোয়ার্টজ নামক খনিজ পদার্থ থাকে। এই শিলা অত্যন্ত মসৃণ ও চকচকে। কোয়ার্টজাইট বেলে পাথরের চেয়ে অনেক শক্ত এবং দৃঢ়। এই শিলায় কোন পত্রায়ণ দেখা যায় না। কোন সম্ভেদ দেখা যায় না।

বর্ণ = ধূসর, বাদামী, হালকা কালো।

আকার = সূক্ষ্ম দানা ও ঘন সন্নিবিষ্ট।

আপেক্ষিক গুরুত্ব = কম থেকে মাঝারি।

বুনন = Granoblastic. গ্র্যানোব্লাস্টিক।

মার্বেল (Marble) ঃ চুনাপাথর বা ডলোমাইট রূপান্তরিত হয়ে মার্বেলে পরিণত হয়েছে। মার্বেলে ক্যালসাইট প্রধানত দেখা যায়। Hydrochloric acid এ ক্রিয়াশীল। দ্যুতিযুক্ত Graphili এর সমান্তরাল অবস্থানের জন্য পত্রায়ণ দেখা যেতে পারে। মার্বেলের দানা খুবই সূক্ষ্ম ও ঘন সন্নিবিষ্ট। মার্বেল স্ফটিকাকার বা কেলাসিত শিলা।

কাঠিন্য = কম (নরমশিলা)

বর্ণ = সাদা, লাল, গোলাপী, হলুদ, কালো

আপেক্ষিত গুরুত্ব = মধ্যম

নিস (Gneiss) ঃ গ্রানাইট শিলা রূপান্তরিত হলে নাইসে পরিণত হয়। নাইসের প্রধান উপাদান ফেলস্পার কোয়ার্টজ ও অভ্র। তাছাড়া হর্ণব্লেন্ড ও টুরমেলিন দেখা যায়। নাইস শিলা গ্রানাইট মত শক্ত নয়। এই

শিলার মধ্যে হালকা সাদা অর্থাৎ কোয়ার্টজ ও ফেলস্পারের স্তর, এবং হর্ণব্লেন্ড ও অগাইট (augite) এর ফিকে কালো স্তর পরস্পর সমান্তরালভাবে সজ্জিত থাকে।

কাঠিন্য = বেশী

আপেক্ষিক গুরুত্ব = 2·7

আকৃতি = স্তূপাকার (massive)

দানা = মোটা দানা

শিস্ট (Schist) ঃ গ্রানাইট রূপান্তরিত হলে প্রথমে নাইস, তারপর ফিলাইট এবং সবশেষে শিস্ট পরিণত হয়। আবার কাদাপাথর বা শেল প্রথমে শ্লেট তারপর ফিলাইট এবং সবশেষে শিস্টে পরিণত হয়। শিস্টে পত্রায়ন খুব ভালভাবে দেখা যায়। এই শিলাকে পাতলা আঁশের মত তোলা যায়। যে খনিজের প্রাধান্য তার নামানুসারে নাম হয়। যেমন—অভ্র বেশী থাকলে মাইকাশিস্ট।

আকৃতি = Prism ও তন্তুআকৃতি (Fibroun) amplibale দেখা যায়।

রঙ = হালকা

কাঠিন্য = খুব কম

দানা = মধ্যম মান

ফিলাইট (Phyllite) ঃ (Granite) গ্রানাইট রূপান্তরিত তার মধ্যে তরঙ্গায়িত হয়ে থাকলে ফিলাইটে পরিণত হয়। এর মধ্যে অভ্র ও Chlorite পত্রায়ন তল সৃষ্টি করে। ভাঙা তলে অভ্র এর জন্য দ্যুতি দেখা যায়।

বুনন = Phyllitic.

বর্ণ = রূপালি (অভ্রের উপস্থিতির জন্য, নীলাভ chlorite এর উপস্থিতি)

দানা = সূক্ষ্ম

কাঠিন্য = কম

আপেক্ষিক গুরত্ব = মধ্যম

খনিজ সনাক্তকরণের উপায়

খনিজ	আকৃতি	বর্ণ	দ্যুতি	সম্ভেদ ফাটল	কাঠিন্য	খনিজ চূর্ণের বর্ণ	ভগ্ন অংশ	আপেক্ষিক গুরত্ব
অভ্র	পাতলা পাতের মত	শ্বেত, কালো, গোলাপী, হলুদ	কাঁচ বা মুক্তোর মত	ফাটল চিহ্ন স্পষ্ট	2-2·5	সাদা	অসমান	2·76-3
গ্যালেনা	সমমাত্রিক কেলাস	ধূসর থেকে কালো	উজ্জ্বল ধাতব	তিনটি তলের ফাটল, একটি অপরটির সঙ্গে সমকোণে	2·5 (নরম)	ধূসর কালো	অসম	7·5 খুব ভারী
কোয়ার্টজ	স্ফটিকাকার ষড়ভুজাকৃতি	সাদা গোলাপী	কাঁচের মত	নেই	কঠিন	সাদা	উঁচু নিচু	2·65
চ্যালকো পাইরাইট	স্তূপাকার বা সমমাত্রিক (স্ফটিকাকার)	ব্রোঞ্জ-এর মত সোনালী	ধাতব অস্বচ্ছ	নেই	3·5	সবুজ কালো	উঁচু নিচু	4·2
ফেলস্পার	স্ফটিকাকার প্রিজমের মত	সাদা, গোলাপী, ধূসর	কাঁচের মতো	দুটি নির্দিষ্ট সম্ভেদ একটি অপরটির সঙ্গে সমকোণে	6	বর্ণহীন	অসম ছোট ছোট টুকরো	2·80
হেমাটাইট	বড় আয়তনের দানাযুক্ত বা দাগযুক্ত (Banded)	লাল থেকে কালো	ধাতব থেকে মেটে	দাগযুক্ত তলের সমান্তরাল	5·5-6·5	লাল অথবা বাদামী	অসমান	4·0 থেকে 6·3

একক 4 ❑ ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পাঠ

গঠন

4.0 ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র (Geological Map)

4.1 ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রের পরিভাষা

4.2 ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পাঠ

4.0 ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পাঠ

একথা অনস্বীকার্য যে কোন অঞ্চলের ভূমিরূপ এবং ভূতাত্ত্বিক গঠন অঙ্গাঙ্গীভাবে জড়িত। প্রখ্যাত ভূমিরূপবিদ (Geomorphologist) W.M. Davis-এর বহুল প্রচলিত উক্তিটি এখানে ব্যবহার করা যায় যে ''Land form is a function of structure.....'' কোন অঞ্চলের বর্তমান ভূমিরূপ এবং ভূমিরূপ উদ্ভবের ইতিহাস জানতে হলে সেই অঞ্চলের ভূতাত্ত্বিক গঠন জানা একান্ত প্রয়োজন। তাই ভূমিরূপবিদ্‌দের কাছে ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রের (Geological Map) প্রয়োজনীয়তা অসীম।

ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র হল ভূমিরূপের পরিপ্রেক্ষিতে কোন অঞ্চলের শিলালক্ষণ (Lithology) এবং গঠনের (Structure) একটি দ্বিমাত্রিক চিত্র। এইরূপ মানচিত্রে শিলার উদ্‌বেধ (outcrop) একটি ভূমিরূপ বিষয়ক ভিত্তি মানচিত্রের (Topographic Base map) উপর দেখানো হয় যার সঠিক পাঠ (interpretation) এবং পর্যালোচনার মাধ্যমে আমরা সেই অঞ্চলের আভ্যন্তরীণ শিলালক্ষণ, শিলার গঠন, আগ্নেয় উদ্‌বেধের অবস্থান ও ভূমিরূপের উপর উপরোক্ত বিষয়সমূহের প্রভাব ইত্যাদি সম্পর্কে বিস্তৃত জ্ঞান লাভ করা যায়। তাই ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পঠনকে প্রকৃতপক্ষে দুটি পর্যায়ে ভাগ করা যায়।

প্রথম পর্যায়ে ঃ সমোন্নতি রেখার অবস্থান ও বৈচিত্র্য পঠন। তার উপর ভিত্তি করে প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন ও ভূমিরূপ পর্যালোচনা।

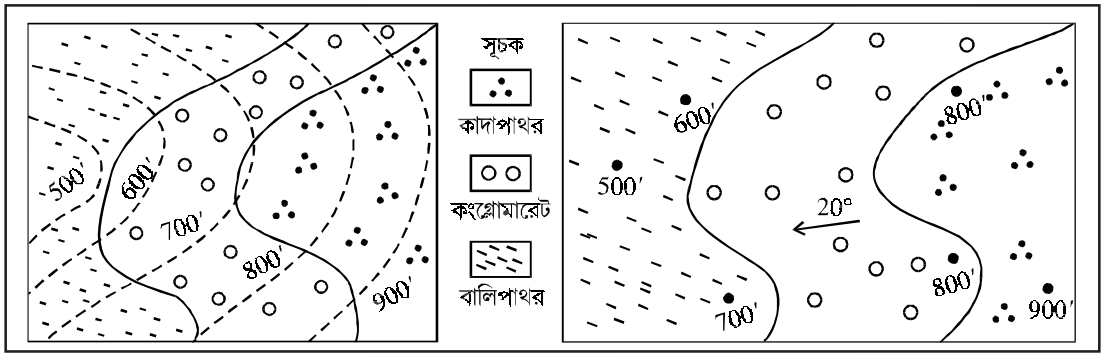
দ্বিতীয় পর্যায়ে ঃ ভূতাত্ত্বিক গঠন ও শিলালক্ষণ পাঠ ও তার প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন।

প্রথম পর্যায়ে যে বিষয়গুলির উল্লেখ করা হয়েছে ভূগোলের ছাত্র-ছাত্রীদের এ বিষয়ে অন্যত্র পাঠ নেওয়া হয়ে থাকে। তাই এখানে মূলতঃ দ্বিতীয় পর্যায়ভুক্ত বিষয়সমূহ ও ভূমিরূপের সঙ্গে তাদের আলোচনা করা হবে। ভূমিরূপের উপর ভূতাত্ত্বিক গঠন ও শিলালক্ষণের প্রভাব সঠিক নির্ণয়ের উপর নির্ভর করে ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পঠনের সার্থকতা।

4.1 ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র (Geological Map)

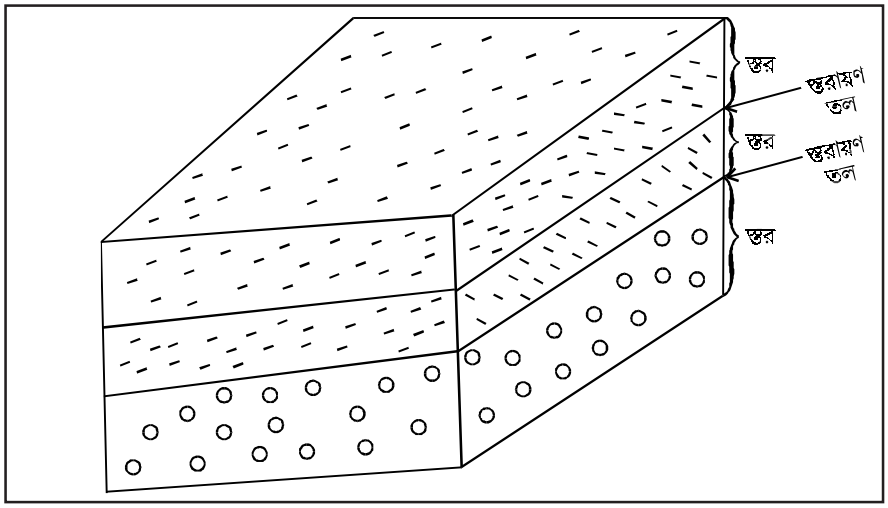
ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পাঠ করার পূর্বে নিম্নলিখিত পরিভাষাগুলি ও তাদের সংজ্ঞা জানা একান্ত প্রয়োজন।

সমোন্নতি রেখা (Contour Lines) ঃ ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রের একটি প্রয়োজনীয় অঙ্গ সমোন্নতি রেখা। সমান উন্নতি বা উচ্চতা বিশিষ্ট স্থানসমূহকে মানচিত্রে যে কাল্পনিক রেখা দ্বারা সংযুক্ত করা হয় তাকে সমোন্নতি রেখা বলে। ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রে ভগ্ন রেখা (Broken lines) দ্বারা সমোন্নতি রেখা দেখানো হয়। প্রত্যেকটি রেখার সাপেক্ষে মান মিটারে বা ফুটে দেখানো থাকে যা উচ্চতা নির্দেশ করে (চিত্র 1a)। কখনো কখনো ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রে উচ্চতা সমোন্নতি রেখার সাহায্যে না দেখিয়ে spot height বা স্থানিক উচ্চতার সাহায্যে দেখানো হয়। (চিত্র 1b)



চিত্র 1a চিত্র 1b

স্তর (Beds) ঃ সাধারণতঃ পাললিক শিলা পাতের আকৃতিতে পরতে পরতে বা থাকে থাকে সঞ্চিত হয়। এগুলিকেই স্তর বলে। পাললিক শিলায় স্তর নানাভাবে নির্দিষ্ট করা হয়—বর্ণের তারতম্য, শিলা কণিকার

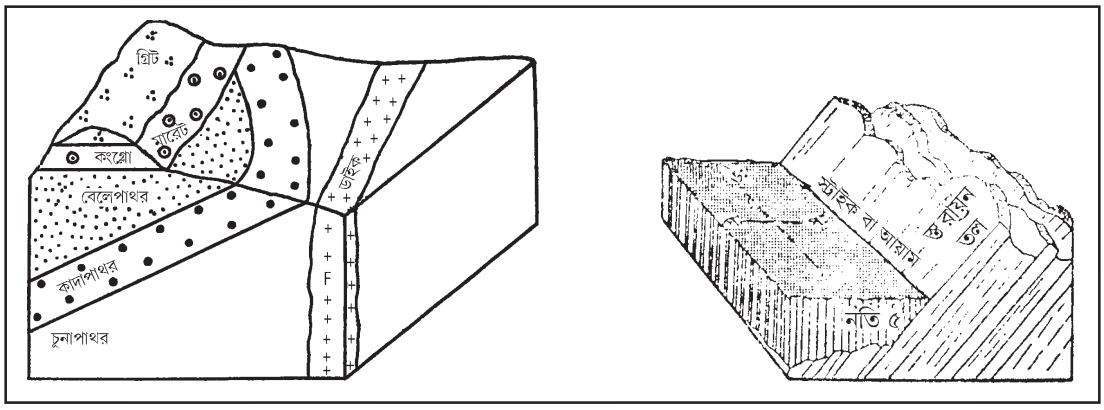


চিত্র 2

আকার ও আকৃতিগত তারতম্য ও উপাদানের তারতম্য। ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রে সাধারণতঃ বিভিন্ন স্তর বিভিন্ন চিহ্নের সাহায্যে দেখানো হয় ও স্তরের নাম একটি সূচকের (Index) সাহায্যে দেখানো থাকে (চিত্র 1 ও 2)। বিভিন্ন স্তরের বেধ (Thickness) বিভিন্ন হয়।

স্তরায়ন তল (Bedding Plane) ঃ দুটি স্তরের মধ্যবর্তী তলকে স্তরায়ন তল বলা হয়। অর্থাৎ একটি স্তরায়ন তল একটি স্তরের শেষ ও অপর স্তরের আরম্ভ নির্দেশ করে। ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রে অভগ্ন রেখার সাহায্যে স্তরায়ন তল দেখানো হয় (চিত্র 1 ও 2)। ভূতাত্ত্বিক প্রস্থচ্ছেদে একটি স্তরায়নতলে নিচের স্তরটি উপরের স্তর অপেক্ষা প্রাচীন হয়। (চিত্র 2)

উদ্‌বেধ (Out crop) ঃ ভূ-পৃষ্ঠে শিলাস্তরের উন্মুক্ত অংশ উদ্‌বেধ নামে পরিচিত। কোন অঞ্চলের উদ্‌বেধের বিন্যাস সেই অঞ্চলের ভূ-প্রকৃতি ও শিলার গঠনের উপর নির্ভর করে। ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রে যে

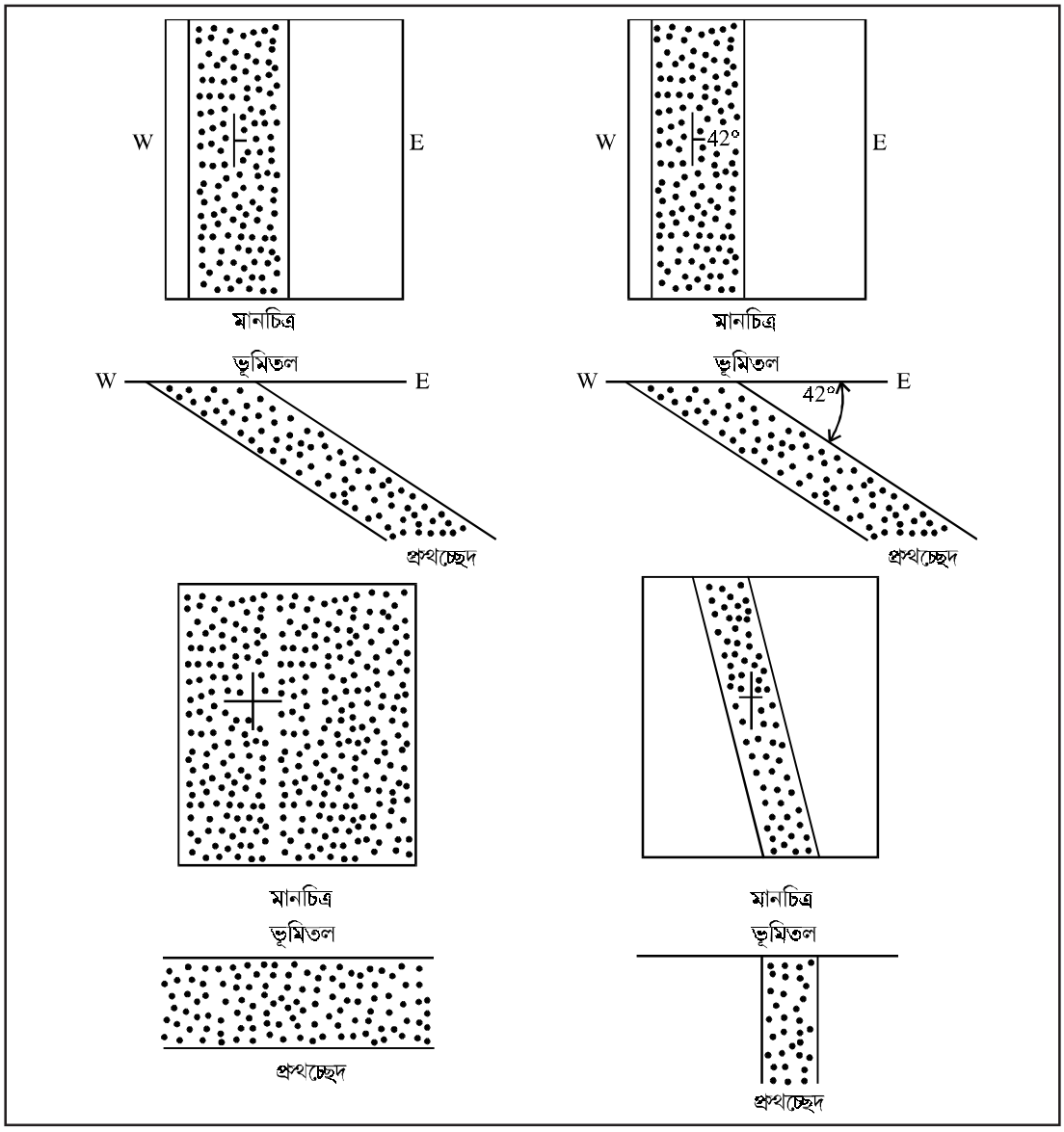


চিত্র 3 চিত্র 4

দুটি তথ্য সাধারণতঃ পরিবেশিত হয় তা হল কোন অঞ্চলের ভূ-প্রকৃতি (সমোন্নতি রেখা বা স্থানিক উচ্চতার সাহায্যে) ও উদ্‌বেধের বিন্যাস। এই দুটি পরিবেশিত তথ্যের উপর নির্ভর করেই অন্যান্য তথ্য বিশ্লেষণ ও পর্যালোচনা করা হয়। 3 নং চিত্রে একটি ত্রিমাত্রিক চিত্রের সাহায্যে একটি অঞ্চলের ভূতাত্ত্বিক গঠন ও ভূ-পৃষ্ঠে তার উদ্‌বেধ দেখানো হয়েছে। চিত্রে চুনাপাথর (Limestone), কাদাপাথর (Shale), বেলেপাথর (Sandstone), কংগ্লোমারেট (Conglomerate) ও গ্রিট (Grit) পাললিক শিলাস্তর সমষ্টি ও ডাইক (Dyke) একটি আগ্নেয় উদ্‌বেধ দেখানো হয়েছে।

নতি ও আয়াম (Dip and Strike) ঃ পাললিক শিলাস্তরের সংস্থাপন বা বৈশিষ্ট্য যে দুটি ধর্মের সাহায্যে বোঝা যায় তা হল শিলাস্তরের নতি ও আয়াম (চিত্র 5)। কোন হেলানো বা ঢালু তল (Inclined surface) অনুভূমিক তলের (Horizontal surface) সঙ্গে যে কোণে হেলে থাকে তাকে সেই তলের নতি বা Dip বলা হয়। কোন কোন সময়ে পাললিক শিলা অনুভূমিক তলের সঙ্গে সমান্তরাল থাকে বটে তবে বেশীর ভাগ সময়েই পাললিক শিলা অনুভূমিক তলের সঙ্গে অবনত বা হেলানো অবস্থায় থাকে। একেই শিলার নতি বলে। তাহলে নতির দুটি ধর্ম। 1. নতির দিক ও 2. নতির পরিমাণ।

1. **নতির দিক** (Direction of dip) ঃ কোন ঢালু বা হেলানো তল যে দিকে হেলে থাকে তাকে নতির দিক বলা হয়। কোন অবনত পাললিক শিলার স্তরায়ন তলের উপর যেদিকে সর্বাধিক ঢাল হয়



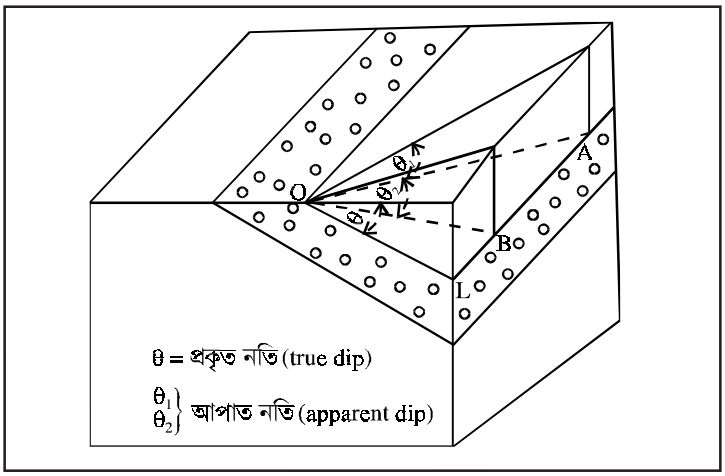
চিত্র 5

সেই দিকটিকে প্রকৃত নতির দিক (True dip direction) বলা হয়। এই প্রকৃত নতির দিক আয়াম তলের (Strise) সঙ্গে উল্লম্ব ভাবে অবস্থান করে। প্রকৃত নতি ছাড়া অন্যান্য দিকে যে নতি পাওয়া যায় তাকে আপাত নতির দিক (Apparent dip direction) বলা হয়। যদি অন্যভাবে উল্লেখ করা না থাকে তাহলে

নতির দিক বলতে প্রকৃত নতির দিককেই বোঝানো হয়। যদি পাললিক শিলাস্তর অনুভূমিক তলের সঙ্গে সমান্তরাল বা উল্লম্ব হয় তাহলে দিক উল্লেখ করবার প্রয়োজন হয় না। কিন্তু অন্যান্য ক্ষেত্রে দিক উল্লেখ করা হয়।

ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রে সমান্তরাল শিলাস্তর ''$+$'' এইরূপ চিহ্নের সাহায্যে ও উল্লম্ব শিলাস্তর ''$\dagger$'' এইরূপ চিহ্নের সাহায্যে দেখানো হয়। এছাড়া অন্যান্য ক্ষেত্রে প্রকৃত নতির দিক অনেক সময় তীর চিহ্ন $\rightarrow$ বা ''$\vdash$'' এইরূপ চিহ্নের সাহায্যে দেখানো হয়। (চিত্র 5)

2. **নতির পরিমাণ** (Amount of Dip) ঃ কোন হেলানো বা অবনত তল অনুভূমিক তলের সাথে যত ডিগ্রী কোনে হেলে থাকে তাকেই ঐ হেলানো তলের নতির পরিমাণ বলা হয়। ফলে একনত বা



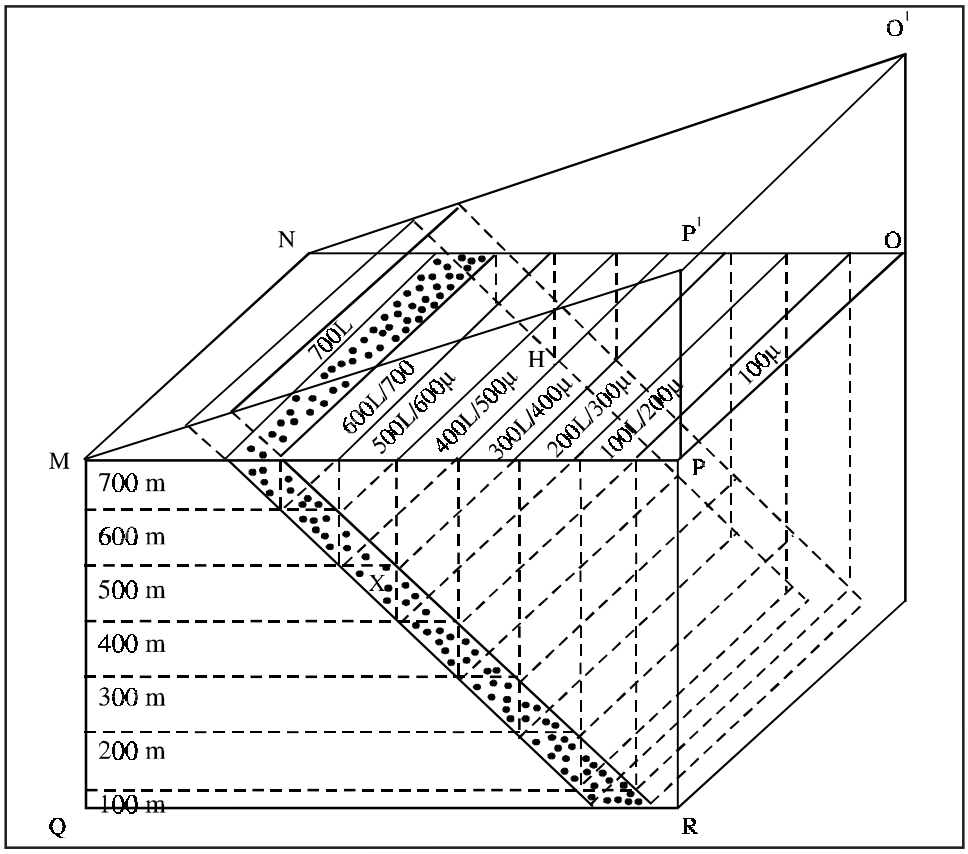
চিত্র 6

ভাঁজযুক্ত পাললিক শিলাস্তর অনুভূমিক তলের সঙ্গে যে কোন রচনা করে সেটাই হল ঐ শিলাস্তরের নতির পরিমাণ (Amount of dip)। শিলাস্তর যে দিকে সর্বাধিক হেলে থাকে অর্থাৎ প্রকৃত নতির দিকে যে কৌণিক মাপ পাওয়া যায় তাকে প্রকৃত নতির পরিমাণ (True dip amount) বলা হয়। এছাড়া অন্যান্য দিকে প্রাপ্ত নতির পরিমাণকে (Apparent dip amount) বলা হয়। 6 নং চিত্রে θ হচ্ছে প্রকৃত নতি কোণ ও θ_1, θ_2 ইত্যাদি অন্যান্য নতি কোণ। সমান্তরাল শিলাস্তরের ক্ষেত্রে নতির পরিমাণ হল 0° ও উল্লম্ব শিলাস্তরের ক্ষেত্রে নতির পরিমাণ 90° (চিত্র 5)।

আয়াম সঙ্গে (Strike) = অনুভূমিক তলের সঙ্গে স্তরায়ন তল যে রেখা বরাবর ছেদ করে তাকে আয়াম বা strike বলা হয়। শিলাস্তরের আয়াম সর্বদা প্রকৃত নতির দিকের সঙ্গে সমকোণে অবস্থান করে।

আয়াম রেখা (Strike lines) = হেলানো বা নত পাললিক শিলাস্তরের স্তরায়ন তল বরাবর উচ্চতার পার্থক্য ঘটে (চিত্র 7)। আয়াম রেখা হল স্তরায়ন তলের উপর বিভিন্ন উচ্চতায় অঙ্কিত রেখা যারা পরস্পরের সমান্তরাল ও আয়ামের সঙ্গে সমান্তরাল হয় বলেই এই রেখাসমূহ আয়াম রেখা (Strike lines) নামে

পরিচিত। নতি নির্ণয় ও শিলাস্তরের বেধ (Thickness) নির্ণয়ের ক্ষেত্রে আয়াম রেখা বা Strike line উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। 7 নং চিত্রে MNOP অনুভূমিক তল ও MPQR উল্লম্বতল MNO^1P^1 হচ্ছে হেলানো ভূ-পৃষ্ঠ (Inclined ground surface) + চিত্রে × একটি আনত স্তর যার উর্ধ্ব স্তরায়ন তল ও নিম্ন স্তরায়ন তল যথাক্রমে u ও L এর সাহায্যে দেখানো হয়েছে। এখানে লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে নিম্ন স্তরায়ন তল থেকে প্রক্ষিপ্ত 100m সমোন্নতি রেখা উর্ধ্ব স্তরায়ন তলকে 200m সমোন্নতি রেখা ছেদ বিন্দুতে স্পর্শ করছে।



চিত্র 7

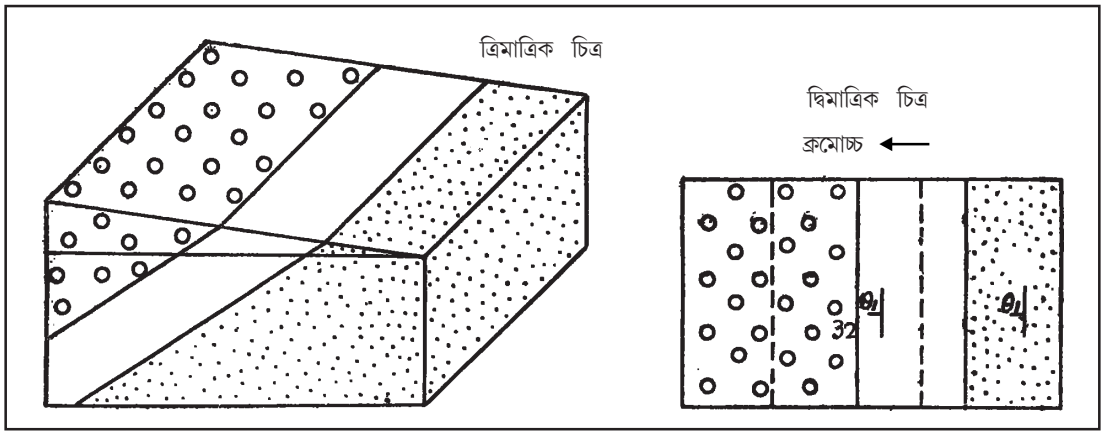
শ্রেণী (Series) ঃ স্তরবিদ্যায় (Stratigraphy) গোষ্ঠীর এক একটি ভাগকে শ্রেণী বলে। এক একটি ভূতাত্ত্বিক যুগের অন্তর্গত সঞ্চয়কে একেকটি শ্রেণী বলে। ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রে একটি শ্রেণীর অন্তর্গত একযুগীয় পলল বা দ্বি বা ত্রিযুগীয় পলল সঞ্চয় দেখা যায়।

বিষম বিন্যাস (Unconformity) ঃ বিভিন্ন যুগের অন্তর্গত পলল সঞ্চয়ের বৈশিষ্ট্য বিভিন্ন। ফলে বিভিন্ন শ্রেণীর বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য যুক্ত শিলাস্তর একেকটি বিভাজন রেখা দ্বারা বিযুক্ত থাকে। এই বিভাজনকেই বিষম বিন্যাস বলা হয়। এবং শিলাস্তরকে বিষম বিন্যস্ত (Unconformable) বলা হয়।

4.2 ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পাঠ

ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রের মাধ্যমে আমরা সাধারণতঃ দুটি বিষয়ে তথ্য পাই। একটি হল শিলার উদ্‌বেধ ও অপরটি হল ভূমিরূপ। ভূমিরূপ সমোন্নতি রেখার মাধ্যমে (মানচিত্রে মানযুক্ত ভগ্ন রেখা) ও উদ্‌বেধ অভগ্নরেখার মাধ্যমে দেখানো হয়। কিন্তু এই দুয়ের পারস্পরিক সম্পর্কের মাধ্যমে আমরা দুটি জিনিস সম্পর্কে অবহিত হই—ভূতাত্ত্বিক গঠন, স্তর ক্রম ও শ্রেণী ক্রম।

ভূতাত্ত্বিক গঠন ঃ বিভিন্ন প্রকার ভূতাত্ত্বিক গঠনের মধ্যে একনত ও ভাঁজযুক্তই আমরা এখানে আলোচনা করবো। কোন অঞ্চলের কোন শ্রেণীর শিলাস্তর যদি একটি দিকে একই কোণে নত থাকে তাহলে তাকে



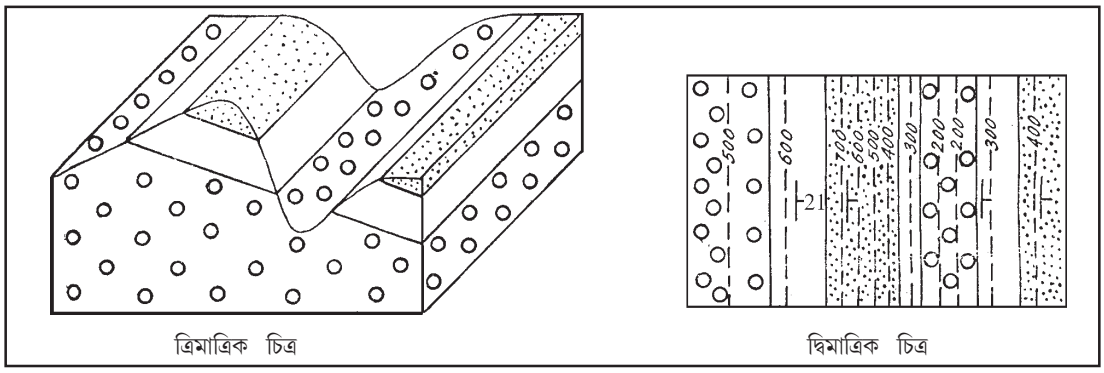
চিত্র 8

একনত গঠন বলা হয়। যদি প্রদত্ত মানচিত্রে শিলাস্তরগুলি পর পর কোন পুনরাবৃত্তি ছাড়া সজ্জিত থাকে ও অঙ্কিত আয়াম রেখাগুলি একই অনুক্রমে থাকে (অর্থাৎ যে কোন একদিকে উচ্চতা ক্রমাগত বাড়বে) তাহলে বুঝতে পারা যাবে যে অঞ্চলটির গঠন একনত (চিত্র 8)। কোন অঞ্চলের গঠন একনত কিনা তা বুঝতে হলে মানচিত্রে নিম্নলিখিত জিনিসগুলি লক্ষ্য করতে হবে—

1. স্তরায়ন তলগুলি পরস্পর সমান্তরাল বা প্রায় সমান্তরাল হবে।
2. কোন স্তরের পুনরাবৃত্তি থাকবে না।
3. সমস্ত স্তরের আয়াম ও নতি একই দিকে হবে।
4. প্রত্যেকটি স্তরের নতির মান সমান (Homoclinal) বা অল্প পার্থক্যযুক্ত হবে (Uniclinal)।

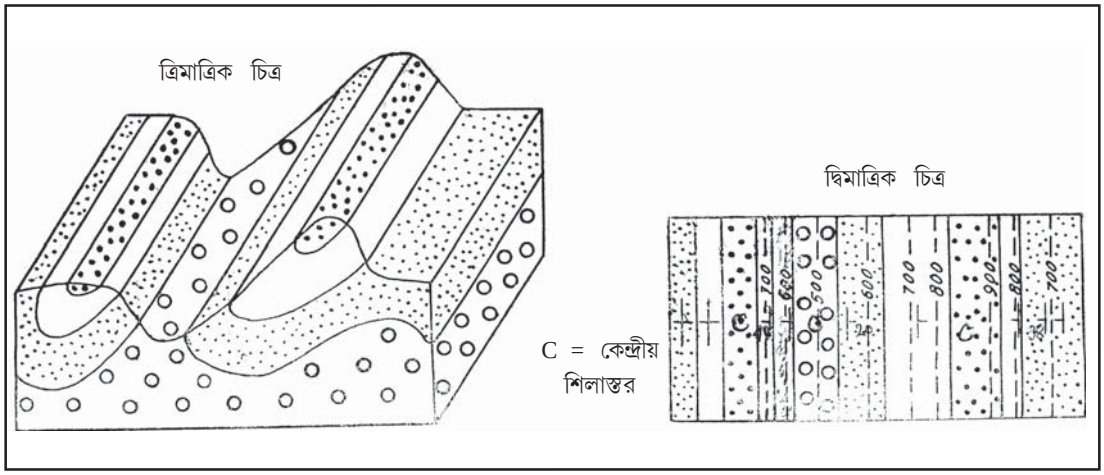
(অনুশীলনী 1 লক্ষ্যণীয়)।

তবে একথা উল্লেখ্য যে কখনো কখনো ক্ষয়ের বিভিন্নতার জন্য মানচিত্রে আপাত পুনরাবৃত্তির সৃষ্টি হয় (চিত্র 9)। (অনুশীলনী 2 লক্ষ্যণীয়)।



চিত্র 9

ভাঁজযুক্ত গঠন = আমরা জানি যে ভূ-আলোড়নের সময় পার্শ্বচাপ যদি পরস্পর মুখী হয় তাহলে শিলাস্তরে যে ঢেউ-এর মতো ভাঁজের সৃষ্টি হয় তাকে ভাঁজযুক্ত গঠন বা Folded structure বলা হয়। কোন অঞ্চল ভাঁজযুক্ত কিনা তা বোঝা যায় মানচিত্রে স্তরায়ন তলের ও সমোন্নতি রেখার পারস্পরিক অবস্থানের সাহায্যে। মানচিত্রে শিলা স্তরের একই ক্রম অনুসারে বারংবার পুনরাবৃত্তি ও আয়ামরেখাগুলির কোন ক্রম না মেনে



চিত্র 10

অবস্থান সাধারণতঃ ভাঁজযুক্ত গঠনকে নির্দেশ করে। কোন অঞ্চল ভাঁজযুক্ত কিনা তা বুঝতে হলে মানচিত্রে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি লক্ষ্য করুন (চিত্র 10)।

1. শিলাস্তরের পুনরাবৃত্তি বা বারংবার পুনরাবৃত্তি আছে কিনা।

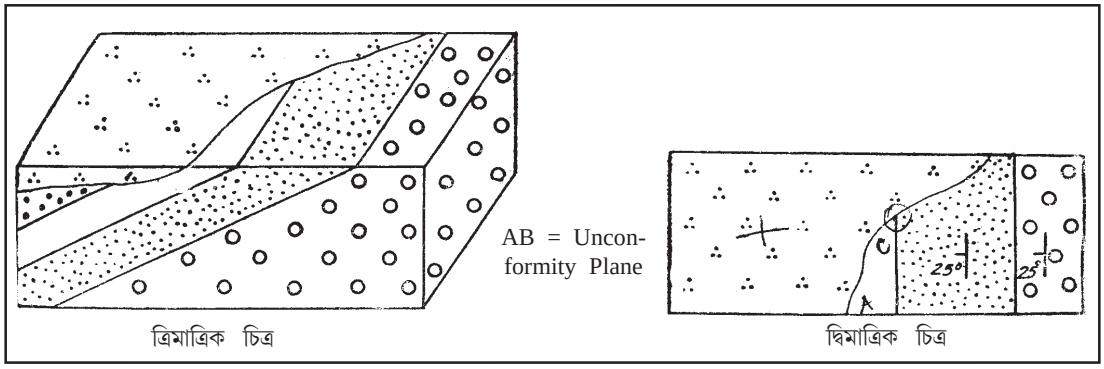
2. এই পুনরাবৃত্তি কোন অনুক্রম অনুসারে আছে কিনা। অর্থাৎ একটি শিলাস্তরের দুদিকে একই রকম পুনরাবৃত্তি ঘটছে কিনা। যেমন 10নং চিত্রে C লিখিত কেন্দ্রীয় শিলাস্তরগুলির দুদিকে একই রকম পুনরাবৃত্তি রয়েছে। এগুলি ভাঁজে বিভিন্ন বাহুকে নির্দেশ করে।

3. শিলাস্তরগুলির নতি ও আয়ামের দিক বিভিন্ন। সাধারণতঃ কেন্দ্রীয় শিলাস্তরগুলির উভয়পার্শ্বে আয়াম ও নতির দিক বিভিন্নতা হয়।

4. ভাঁজের বিভিন্ন বাহুতে নতির পরিমাণ বিভিন্ন হবে।

5. স্তরায়ন তলগুলি কিন্তু সমান্তরাল বা প্রায় সমান্তরাল হবে। অর্থাৎ (অনুশীলনী 3 লক্ষ্যণীয়) কেউ কাউকে ছেদ করবে না।

বিষম বিন্যাস যুক্ত মানচিত্র (Unconformity) ঃ কোন কোন অঞ্চলে পাললিক শিলাস্তরগুলি একটি ভূতাত্ত্বিক যুগেই সঞ্চিত হয়। আবার কোন কোন অঞ্চলে দেখা যায় যে পাললিক শিলাস্তরগুলি দুটি বা তারও অধিক যুগের অন্তর্গত। এইরূপ শিলাস্তরকে বিষমবিন্যস্ত শিলাস্তর বলে। বিষম বিন্যাস যুক্ত মানচিত্রে



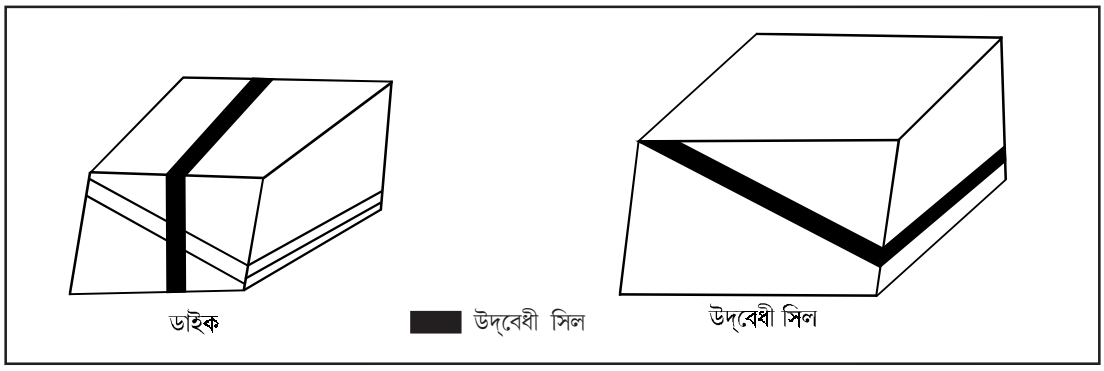
চিত্র 11

অর্থাৎ যে মানচিত্রে শিলাস্তর একযুগীয় নয় দুটি বা তিনটি যুগের অন্তর্গত সেখানে স্তরায়ন তল পরস্পর সমান্তরাল হবে না। কোন একটি বিশেষ তলে কিছু কিছু তল ছেদ করবে এবং কিছু তল আবার ঐ বিশেষ তলটির সাথে সমান্তরাল হবে। এই বিশেষ তলটিকে বিষম বিন্যাস তল বা Unconformity plane বলা হয়। যে শিলাস্তরগুলি এই তলে এসে ছেদ করে তারা প্রাচীন যুগীয় ও যে শিলাস্তরগুলি এই তলটির সমান্তরালে সজ্জিত হয় তারা নবীন যুগীয়। অবশ্যই বিভিন্ন যুগের শিলাস্তরের আয়াম, নতি, নতির পরিমাণ, গঠন বিভিন্ন হয়। চিত্র নং 11 তে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি যত্ন সহকারে লক্ষ্য করুন ঃ

1. স্তরায়ন তলগুলি আগেকার দেওয়া দ্বিমাত্রিক চিত্রগুলির মত সমান্তরাল নয়। AB রেখায় বা তলে তারা ছেদ করেছে। এটিই Unconformity line বা বিষম বিন্যাস স্তর।

2. C ছেদ বিন্দুটি লক্ষ্য করুন যার চারপাশে তিনটি বিভিন্ন শিলাস্তর রয়েছে।

3. AB তলকে যে স্তর দুটি ছিদ করেছে ত্রিমাত্রিক চিত্রে লক্ষ্য করে দেখুন তারা প্রাচীন যুগীয়।



চিত্র 12 আগ্নেয় শিলা

4. দুটি যুগের শিলাস্তরগুলির আয়াম, নতি ও নতি কোণ বিভিন্ন। (অনুশীলনী 4 লক্ষ্যণীয়)।

আগ্নেয় উদ্‌বেধ (Igneous intrusion) ঃ পাললিক শিলাস্তরে আগ্নেয় উদ্‌বেধের অবস্থান প্রায়শই লক্ষ্য করা যায়। যে সমস্ত আগ্নেয় পদার্থ—লাভা ভূ-অভ্যন্তরেই বিভিন্ন আকৃতিতে জমা হয় ও ধীরে ধীরে শীতল ও কঠিন হয় তাকে আগ্নেয় উদ্‌বেধ বা উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলা বলে। দীর্ঘদিন ক্ষয়ের ফলে এরা ভূ-পৃষ্ঠে প্রকাশিত হয়। বিভিন্ন ধরনের উদ্‌বেধী আগ্নেয় শিলার মধ্যে ডাইক ও সিল-ই সর্বাপেক্ষা দেখা যায়। যে আগ্নেয় উদ্‌বেধ পাললিক শিলাস্তরকে উল্লম্ব ভাবে ছেদ করে তাকে ডাইক ও যে উদ্‌বেধী পাললিক শিলাস্তরের সঙ্গে সমান্তরাল থাকে তাকে সিল বলে। মানচিত্রে এটি নির্দিষ্ট দেখানো থাকে।

(অনুশীলনী 5 লক্ষ্যণীয়)

ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র থেকে প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন—ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র থেকে জ্ঞাতব্য বিষয় সমূহ মানে শিলালক্ষণ, শিলার গঠন ও ভূমিরূপের উপর শিলার গঠন ও প্রকৃতির প্রভাব ইত্যাদি সম্পর্কে পরিষ্কার ধারণা করার জন্য ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র থেকে নির্দিষ্ট রেখা বরাবর এক বা একাধিক প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন করা হয়। নিম্নে আমরা প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কনের পদ্ধতি পর্যায়ক্রমে আলোচনা করবো।

প্রথম পর্যায়—

প্রস্থচ্ছেদ রেখা (Section line) = প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কনের জন্য সর্বপ্রথম মানচিত্রের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্ত পর্যন্ত প্রসারিত একটি রেখা নির্দিষ্ট করা প্রয়োজন। রেখাটি নির্দিষ্ট করার সময় লক্ষ্য রাখতে হবে যে—(ক) রেখাটি যাতে আয়ামরেখার সমান্তরাল না হয়ে যায়। অর্থাৎ ঐ অঞ্চলের শিলা গঠনকে যাতে আড়াআড়ি ভাবে বিস্তৃত থাকে।

(খ) অঞ্চলটির শিলালক্ষণ, স্তরক্রম, গঠন, ভূতাত্ত্বিক ক্রমবিকাশ ইত্যাদি সম্পর্কে সর্বাধিক ধারণা করা যায়।

দ্বিতীয় পর্যায়—

পরিলেখ অঙ্কন (Profile) = ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র অঙ্কনের দ্বিতীয় ও একটি গুরুত্বপূর্ণ পর্যায় হল পরিলেখ অঙ্কন। প্রস্থচ্ছেদ রেখা ও সমোন্নতি রেখার ছেদবিন্দুগুলি প্রস্থচ্ছেদ রেখা বরাবর একটি নির্দিষ্ট উল্লম্ব স্কেলের সাহায্যে বসিয়ে যে বিন্দুগুলি পাওয়া যায় তাদের সংযোগকারী রেখাটিই ওই প্রস্থচ্ছেদ রেখা বরাবর ভূমিরূপকে নির্দিষ্ট করে। একে ভূমিরেখা বলা যেতে পারে। যেমন অনুশীলনী 1-এ NNW-E রেখাটি ভিত্তি রেখা। ও তার উপর অঙ্কিত রেখা ভূমিরেখা। অনেক সময় মানচিত্রে সমোন্নতি রেখা থাকে না। তার বদলে স্থানিক উচ্চতা (Spot heights) থাকে। সেক্ষেত্রে প্রস্থচ্ছেদ রেখার সাপেক্ষে স্থানিক উচ্চতাগুলি থেকে উল্লম্ব রেখা অঙ্কন করা হয়। এই উল্লম্ব রেখাগুলি প্রস্থচ্ছেদ রেখাকে যে বিন্দুতে ছেদ করে ধরে নেওয়া হয় ঐ বিন্দুটির উচ্চতা সংশ্লিষ্ট স্থানিক উচ্চতার সমান। যদি অনেক বিন্দুর উচ্চতা দেওয়া থাকে তাহলে কেবলমাত্র প্রস্থচ্ছেদ রেখার নিকটবর্তী স্থানিক উচ্চতাগুলিকে গণ্য করা হয়। তারপর একই পদ্ধতিতে নির্দিষ্ট উল্লম্ব স্কেলের সাহায্যে পরিলেখটি অঙ্কন করা হয়।

তৃতীয় পর্যায়—

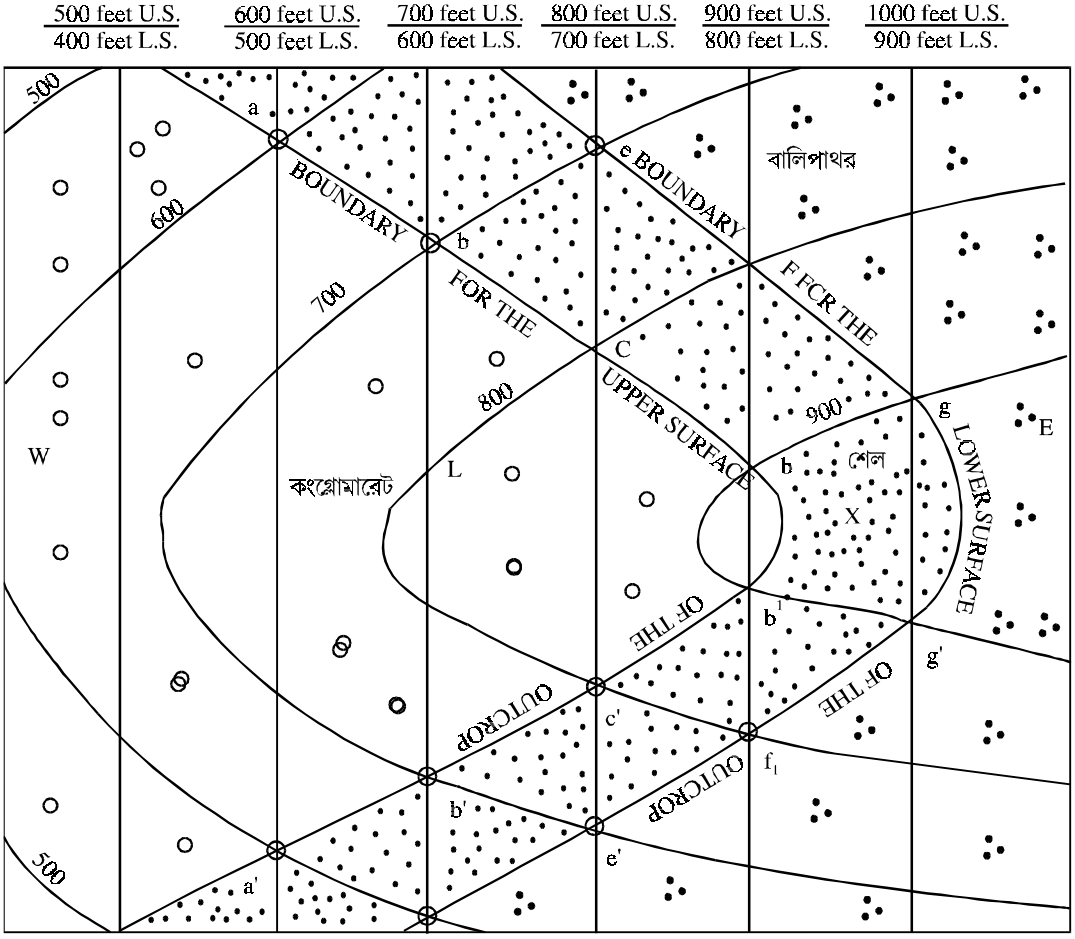
আয়ামরেখা অঙ্কন—তৃতীয় পর্যায়ের কাজ হল আয়ামরেখা অঙ্কন। পূর্বেই বলা হয়েছে আয়ামরেখা হল আয়ামের সমান্তরালে বিভিন্ন উচ্চতায় অঙ্কিত রেখা। আয়ামরেখার সাহায্যে নতি ও আয়ামের দিক, নতির পরিমাণ, শিলাস্তরের গঠন ও শিলাস্তরের বেধ (Thickness) ইত্যাদি জানতে পারা যায়। ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র আমরা সাধারণতঃ দুরকম পাই। কিছু মানচিত্রে উচ্চতা স্থানিক উচ্চতা (Spot height) এর সাহায্যে দেখানো থাকে যেখানে মানচিত্রে প্রকৃত নতির পরিমাণ ও দিক দেখানো থাকে। এক্ষেত্রে প্রকৃতি নতির সাপেক্ষে সমকোণে একটি রেখা অঙ্কন করলেই আয়ামরেখা পাওয়া যাবে। কারণ নতি ও আয়াম সর্বদাই সমকৌণিক অবস্থানে থাকে।

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রে নতির দিক ও পরিমাণ দেখানো থাকে না, শুধুমাত্র সমোন্নতি রেখা দেখানো হয়। তখন আয়ামরেখা অঙ্কনের জন্য নিম্নলিখিত পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পাঠের ক্ষেত্রে আয়ামরেখা অঙ্কন অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। আয়ামরেখা অঙ্কন সম্পূর্ণ না হলে নতি নির্ণয় করা যাবে না এবং নতি নির্ণয় করা না হলে ভূতাত্ত্বিক প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন সম্ভব নয়।

পদ্ধতি—সর্বপ্রথম একটি স্তরায়ন তল নির্দিষ্ট করে ধরা হয়। এবার ঐ স্তরায়ন তলকে প্রতিটি সমোন্নতি রেখা যে দুটি বা অধিক বিন্দুতে ছেদ করেছে তাদের চিহ্নিত করতে হবে। এবার প্রতিটি সমোন্নতি রেখার জন্য ঐ ছেদবিন্দুগুলির সংযোগকারী যে রেখা পাওয়া যাবে—সেগুলি ঐ নির্দিষ্ট উচ্চতার আয়ামরেখা। শিলাস্তর যদি একনত (Uniclinal) হয় তাহলে আয়ামরেখাগুলি পরস্পরের সমান্তরাল হয় এবং যে কোন একটি নির্দিষ্ট দিকে তাদের মান বাড়ে বা কমে। কিন্তু এক্ষেত্রে আয়ামরেখাগুলি সমদূরত্বে অবস্থিত নাও হতে পারে। কিন্তু যদি সমনত (Homoclinal) হয় তাহলে সমান্তরালও হবে ও সমদূরত্বে অবস্থিত হবে।

..... নং চিত্র লক্ষ্যণীয়। চিত্রে ভগ্নরেখার সাহায্যে 500′, 600′, 700′, 800′, 900′ সমোন্নতি রেখা অঙ্কন করা হয়েছে এবং তিনটি শিলাস্তর দেখানো হয়েছে যারা দুটি স্তরায়ন তল দ্বারা পৃথক।

শিলাস্তরগুলি যথাক্রমে কংগ্লোমারেট, শেল ও বালিপাথর। এবার কংগ্লোমারেট-শেল স্তরায়ন তল ও শেল-বালিপাথর স্তরায়ন তল এর মধ্যে যে কোন একটি স্তরায়ন তল ধরা হল। মনে করা যাক আমরা কংগ্লোমারেট-শেল স্তরায়ন তলটি ধরলাম। এই স্তরায়ন তলকে 600′ সমোন্নতি রেখা a, a′; 700′ সমোন্নতি রেখা b, b′; 800′ সমোন্নতি রেখা c, c′ এবং 900′ সমোন্নতি রেখা d, d′ বিন্দুতে ছেদ করেছে। এবার a, a′ / b, b′ / c, c′ এবং d, d′ বিন্দুগুলির মধ্য দিয়ে সংযোগকারী রেখা aa′, bb′, cc′ ও dd′ টানা হল। এই রেখাগুলিই আয়ামরেখা যা বিভিন্ন উচ্চতা বরাবর অঙ্কিত। লক্ষ্য করুন যে আয়ামরেখা গুলি সমান্তরাল এবং পূর্ব থেকে পশ্চিমদিকে উচ্চতার ক্রম অবনমন হয়েছে।



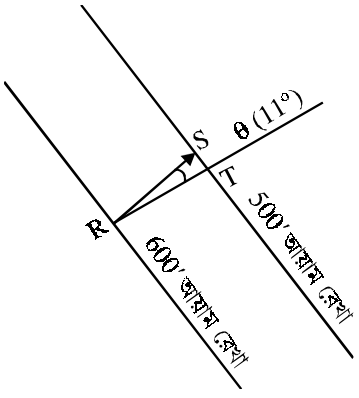
চিত্র 13

নতি নির্ণয়ের জন্য কমপক্ষে দুটি আয়ামরেখার প্রয়োজন। এক্ষেত্রে দুটি সন্নিহিত (Consecutive) আয়ামরেখা গ্রহণ করা হয়ে থাকে। যেমন—600-700 বা 700-800 ইত্যাদি। অনেক সময় দেখা যায়

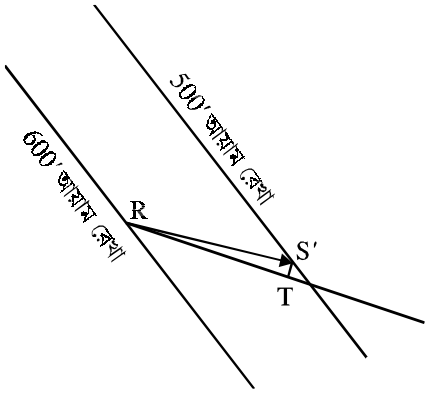
যে প্রদত্ত মানচিত্রে কেবলমাত্র একটি সমোন্নতি রেখা পাওয়া যাচ্ছে যা স্তরায়ন তলকে দুটি বা অধিক বিন্দুতে ছেদ করছে। অপর সমোন্নতি রেখাগুলি কেবলমাত্র একটি বিন্দুতে ছেদ করছে। সেক্ষেত্রে যে সমোন্নতি রেখা স্তরায়ন তলকে দুটি বা অধিক বিন্দুতে ছেদ করেছে তাদের সংযোগকারী রেখাটি প্রথমে অঙ্কন করে অপর রেখাটি একটি ছেদবিন্দুর মধ্য দিয়ে অঙ্কিত রেখার সমান্তরাল করে আঁকা হয়। অনুশীলনী 3-এর x y আয়ামরেখাটি লক্ষ্যণীয়।

তৃতীয় পর্যায়—

নতির পরিমাণ ও দিক নির্ণয়—পূর্বেই বলা হয়েছে যে নতি দুই প্রকার। প্রকৃত নতি ও আপাত নতি। প্রকৃত নতি হল শিলা স্তরের সর্বাধিক ঢাল এবং যে দিকে এই ঢাল হয় তাকে প্রকৃত নতির দিক বলা হয়। এই সর্বাধিক ঢালের দিক ছাড়া অন্যান্য যে কোন দিকে নির্ণিত নতির পরিমাণ ও দিক হল আপাত নতির পরিমাণ ও দিক। দুটি সন্নিহিত আয়ামরেখার সঙ্গে সমকোণে যে রেখা অঙ্কন করা যায় সেটিই নতির দিক নির্দেশ করে (অবশ্যই উচ্চমান থেকে নিম্ন মানের দিকে)। এই দিক সর্বদাই উত্তর রেখা (North line)-এর সাপেক্ষে নির্দেশ করা হয়। অনুশীলনী—1 নং-এ PQ ও XY যথাক্রমে 700′ ও 600′ আয়ামরেখা। অতএব এদের সঙ্গে সমকোণে অঙ্কিত RS রেখা নতির দিক নির্দেশ করছে। এখন R বিন্দু থেকে একটি উত্তর রেখা বা North line অঙ্কন করা হল। এই উত্তর রেখার সঙ্গে RS রেখা 40° কোণ উৎপন্ন করলে প্রকৃত নতির দিক হবে N 40° E যেহেতু RS লাইনটি North line-এর সাপেক্ষে উত্তর-পূর্ব বা North East Sector-এ রয়েছে। যদি এটি দক্ষিণ-পূর্ব অংশে থাকত তাহলে S E এই ভাবে লেখা হত। অর্থাৎ সর্বদাই উত্তর-দক্ষিণ বিস্তৃত রেখার পরিপ্রেক্ষিতে পূর্ব না পশ্চিম অংশে রয়েছে তার সাপেক্ষে প্রকৃত নতির দিক নির্ণয় করা হয়। আপাত নতির দিক উপরিল্লিখিত পদ্ধতিতে নির্ণয় করা



চিত্র (ক) ঃ প্রকৃত নতি নির্ণয়



চিত্র (খ) ঃ আপাত নতি নির্ণয়

যেতে পারে অথবা যে প্রস্থচ্ছেদ রেখার পরিপ্রেক্ষিতে আপাত নতি নির্ণয় করা হয়েছে সেই প্রস্থচ্ছেদ রেখার দিকও উল্লেখ করে দেওয়া যেতে পারে। যেমন—পূর্ব উল্লিখিত চিত্রে প্রস্থচ্ছেদ রেখাটি NNW (উত্তর উত্তর-পূর্ব) থেকে E (পূর্বদিকে) বিস্তৃত। অর্থাৎ এই রেখা বরাবর আপাত নতিটির দিক হল উত্তর উত্তর-পশ্চিম দিক থেকে পূর্ব দিকে।

নতির পরিমাণ নির্ণয় অপর একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। পূর্বেই বলা হয়েছে যে অনুশীলনী—1-এ RS রেখা নতির দিক নির্দেশ করছে। R বিন্দুটি 600′ আয়ামরেখার উপর ও S বিন্দুটি 500′ আয়ামরেখার উপর অবস্থিত। অর্থাৎ নতির ঢাল R থেকে S-এর দিকে। এখন S বিন্দু অর্থাৎ নিম্ন উচ্চতার সমোন্নতিরেখা যে বিন্দুতে আছে সেখানে 0.1″ (অর্থাৎ দুটি আয়ামরেখার উচ্চতার পার্থক্য মানচিত্রে প্রদত্ত উল্লম্ব স্কেল অনুযায়ী)। একটি উল্লম্ব রেখা টানতে হবে তারপর R বিন্দুটিকে ওই রেখার অপর প্রান্তের সঙ্গে সংযুক্ত করলে যে মান পাওয়া যাবে তাই নতির পরিমাণ।

সংশ্লিষ্ট চিত্র অনুসারে শিলাস্তরের প্রকৃত নতি 11°।

একই পদ্ধতিতে নতি ত্রিকোণমিতি সূত্রের সাহায্যেও নির্ণয় করা যায়। যেমন ধরা হোক RST একটি সমকোণী ত্রিভুজ যার RS = ভূমি, ST = লম্ব ও RT = অতিভুজ। নির্ণেয় নতি কোণ অর্থাৎ $\angle SRT$ হল θ। তাহলে

$$\tan\theta = \frac{ST}{RS}$$

এখানে ST হল দুটি আয়ামরেখার উল্লম্ব দূরত্ব (স্কেল অনুযায়ী) আর RS হল দুটি আয়ামরেখার মধ্যে অঙ্কিত উল্লম্বরেখার রৈখিক দূরত্ব।

$$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{ST}{RS}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{100'}{RS}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{.1''}{.5''}\right)$$

$$= 11.3°$$

$$= 11°$$

আপাত নতি নির্ণয়ের জ্যামিতিক ও ত্রিকোণমিতি সূত্র একই কেবলমাত্র আপত নতি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে আমরা দুটি আয়ামরেখা বরাবর উল্লম্ব রৈখিক দূরত্ব গ্রহণ না করে প্রদত্ত প্রস্থচ্ছেদ রেখা বরাবর দূরত্ব গ্রহণ করি। এখানে NNW–E প্রস্থচ্ছেদ রেখা বরাবর নির্ণীত নতি হল 5°।

চতুর্থ পর্যায়—

স্তরায়ন তল অঙ্কন—নতির পরিমাণ ও দিক নির্ধারণের পর যে প্রয়োজনীয় কাজটি আপনাদের শিখতে হবে সেটি হল পূর্বে অঙ্কিত পরিলেখ (Profile)-এর উপর স্তরায়ন তল অঙ্কন। প্রস্থচ্ছেদ রেখা (অনুশীলনী—1) NNW–E স্তরায়ন তলগুলিকে যে যে বিন্দুতে ছেদ করছে সেই বিন্দুগুলি পরিলেখের ভিত্তি রেখার (Base line) উপর প্রথম বসিয়ে নিতে হবে। তারপর তাদের ঠিক উল্লম্ব ভাবে ভূমিরেখার উপর বসিয়ে নিয়ে প্রাপ্ত নতির মানের সাহায্যে পরস্পর সমান্তরাল রেখা টানতে হবে। এই রেখাগুলি

ভূমিরেখাকে কতগুলি নির্দিষ্ট বিন্দুতে ছেদ করবে যা ভূমিরূপের উপর শিলাস্তরের উদ্‌বেধকে নির্দেশ করবে। (অনুশীলনী—1 দ্রষ্টব্য) এবার ঐ প্রস্থচ্ছেদ রেখা বরাবর বিভিন্ন শিলাস্তরকে উদ্‌বেধ ধরে চিহ্নিত করতে হবে ও তাদের একটি স্তরায়ন প্রস্তুত করতে হবে। প্রস্থচ্ছেদের সর্বনিম্ন স্তরটি অবশ্যই স্তরায়নে সব থেকে নিচে থাকবে ও এটি প্রাচীনতম শিলাকে নির্দেশ করবে। তারপর ক্রমানুসারে অন্যান্য স্তর বসাতে হবে ও সর্বোপরি লিখিত স্তরটি নবীনতম শিলাকে নির্দেশ করবে।

অঙ্কিত প্রস্থচ্ছেদের নিচে উল্লম্ব স্কেলটি নির্দেশ করতে হবে। এইভাবে প্রস্থচ্ছেদটি আঁকা সম্পূর্ণ হবে। (অনুশীলনীর মানচিত্র ও সংশ্লিষ্ট প্রস্থচ্ছেদ দ্রষ্টব্য)।

বিশেষ দ্রষ্টব্য—

১। কখনো কখনো সমস্ত শিলাস্তর প্রস্থচ্ছেদ রেখাকে ছেদ করে না। সেক্ষেত্রে শিলাস্তরগুলি যদি প্রস্থচ্ছেদে অঙ্কিত শিলাস্তর অপেক্ষা নবীন হয় তাহলে কোন অসুবিধা নেই কারণ কোন একটি অঞ্চলের নবীন শিলাস্তর বিষম ক্ষয়ের জন্য কোথাও থাকতে পারে আবার কোথাও না থাকতে পারে। কিন্তু যে শিলাস্তরগুলি প্রস্থচ্ছেদ রেখাকে ছেদ করল না তারা যদি অঙ্কিত শিলাস্তরগুলি থেকে প্রবীন হয় তাহলেই অসুবিধা। তখন কতগুলি বিশেষ পদ্ধতির সাহায্যে ঐ শিলাস্তর অঙ্কন করা হয়। কারণ একথা মনে রাখতে হবে যে কোন একটি অপেক্ষাকৃত নবীন শিলাস্তর আছে আর প্রবীনটি নেই এটা কোনভাবেই হওয়া সম্ভব নয়। এক্ষেত্রে সাধারণতঃ যে পদ্ধতিগুলি অবলম্বন করা হয় সেগুলি নিম্নরূপ ঃ—

(ক) যে স্তরায়ন তলটি আসেনি সেই স্তরায়ন তলের উপর পূর্ব লিখিত নিয়ম অনুসারে দুটি সন্নিহিত মানের আয়ামরেখা অঙ্কন করতে হবে। এই আয়ামরেখা দুটি প্রস্থচ্ছেদ রেখাকে যে বিন্দুতে ছেদ করবে সেই বিন্দু দুটিকে আয়ামরেখার মান অনুসারে উল্লম্ব স্কেলের সাহায্যে বসিয়ে যে সংযোগকারী রেখা পাওয়া যাবে সেই রেখাটিই ওই স্তরায়ন তলকে নির্দেশ করবে।

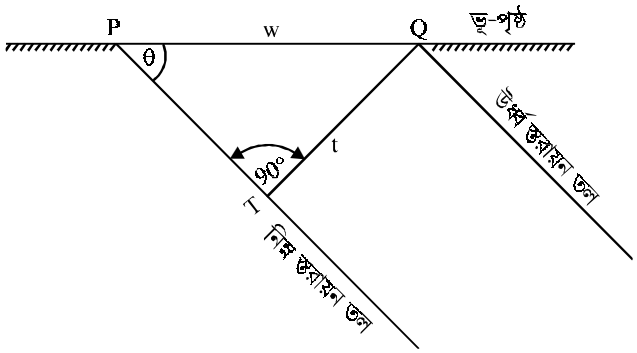
(খ) যদি কোন স্তরের উপরের স্তরায়ন তলটি আসে আর নিম্ন স্তরায়ন তলটি না আসে তাহলে বেধ নির্ণয় করে উপরের স্তরায়ন তল থেকে প্রাপ্ত বেধ (Thickness) বসিয়ে নিম্ন স্তরায়ন তলটি পাওয়া যাবে। অতএব স্তরটি সম্পূর্ণ হবে। বেধ নির্ণয়ের বিভিন্ন পদ্ধতি পরে আলোচিত হবে।

(গ) যদি ভাঁজযুক্ত গঠনে কোন স্তর ভাঁজের এক বাহুতে আসে কিন্তু অপর বাহুতে আসে না তখন উপরে উল্লিখিত যে কোন পদ্ধতি অবলম্বন করে স্তরায়ন সম্পূর্ণ করা সম্ভব। আর তা যদি করা না যায় তাহলে ভাঁজের এক বাহুতে যে স্তর সমূহ এসেছে তাদের বেধ (Thickness) অপর বাহুতে বসিয়ে স্তরায়ন সম্পূর্ণ করা সম্ভব।

(ঘ) যদি উপরে উল্লিখিত কোন পদ্ধতিই মানচিত্রে প্রয়োগ করা সম্ভব না হয় তাহলে অপরাপর স্তরায়ন তলের বিস্তৃতি অনুসারে স্তরায়ন তলটি প্রস্থচ্ছেদ রেখা পর্যন্ত বিস্তৃত করতে হবে। তারপর প্রাপ্ত ছেদ বিন্দু থেকে অপরাপর তলের সমান্তরাল করে স্তরায়ন তলটি আঁকতে হবে।

২। শিলাস্তরের বেধ বা Thickness নির্ণয় ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পঠনের অপর উল্লেখযোগ্য পদক্ষেপ। কোন শিলাস্তরের উপরের স্তরায়ন তল থেকে নিম্ন স্তরায়ন তল পর্যন্ত বিস্তৃত উল্লম্ব দূরত্ব ঐ শিলাস্তরের বেধ বা Thickness।

কোন কোন মানচিত্রে আয়ামরেখা অঙ্কনের সময় দেখা যায় যে কোন একটি নির্দিষ্ট আয়ামরেখা নিম্ন স্তরায়ন তলে 600′ সমোন্নতি রেখা ও উর্ধ্ব স্তরায়ন তলকে 700′ সমোন্নতি রেখাকে ছেদ করেছে। (চিত্র নং ..... bb′ আয়ামরেখা।) তার অর্থ হল স্তরটি 100′ পুরু। যদি নিম্ন স্তরায়ন তলে 600′ সমোন্নতি



চিত্র 14

রেখা ও উর্ধ্ব স্তরায়ন তলে 800′ সমোন্নতি রেখাকে আয়ামরেখা ছুঁয়ে থাকে তবে বুঝতে হবে স্তরটির বেধ 200′। যেমন অনুশীলনী ২-এ লাইমস্টোন স্তরের বেধ 200′।

উপরোক্ত পদ্ধতি ছাড়া শিলাস্তরের উদ্‌বেধের বিস্তৃতির সাহায্যেও শিলা স্তরের বেধ নির্ণয় করা সম্ভব। শিলাস্তরের উদ্‌বেধ, নতি ও শিলাস্তরের বেধ পরস্পর সম্পর্ক যুক্ত।

..... নং চিত্রে PQ(w)= শিলাস্তরের উদ্‌বেধ

QR(t) = শিলাস্তরের বেধ

θ = শিলাস্তরের নতি

PQR একটি সমকোণি ত্রিভুজ হলে $\sin\theta = \frac{QR}{PQ}$ or $\frac{t}{w}$

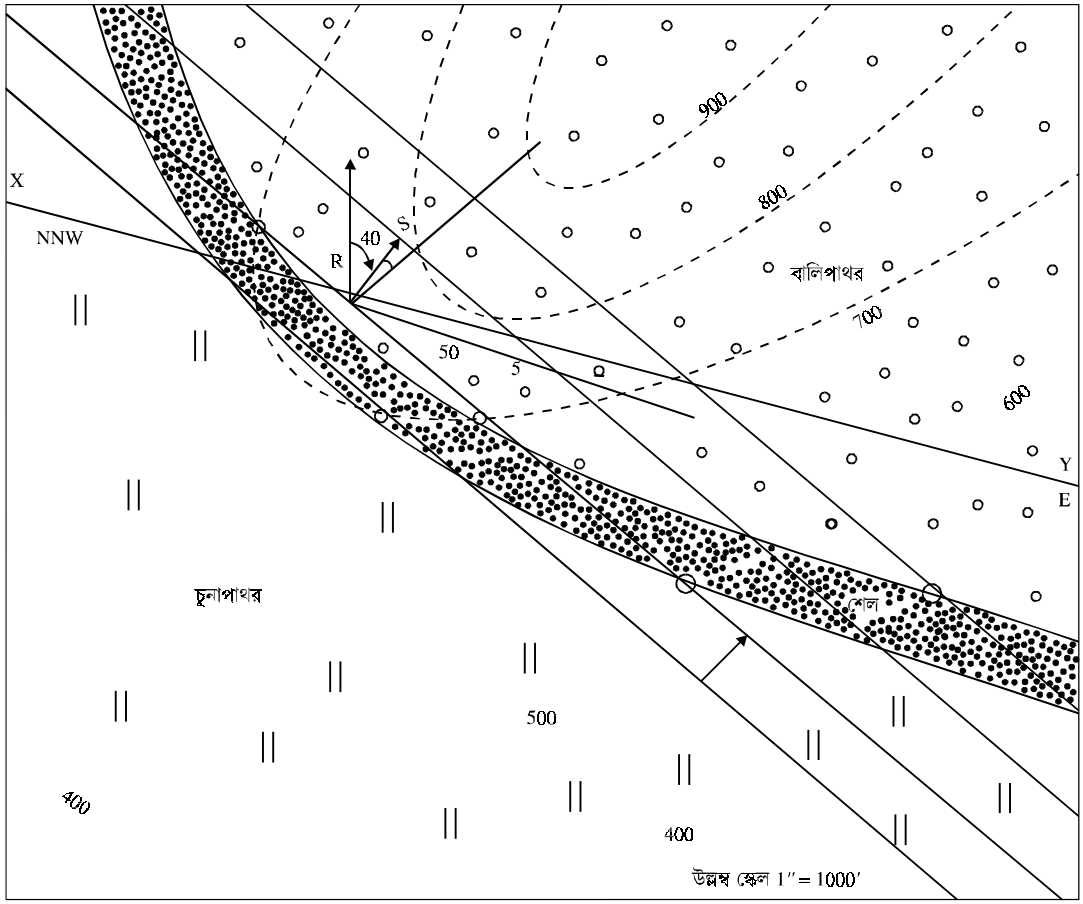
$$\text{or } t = w \sin\theta$$

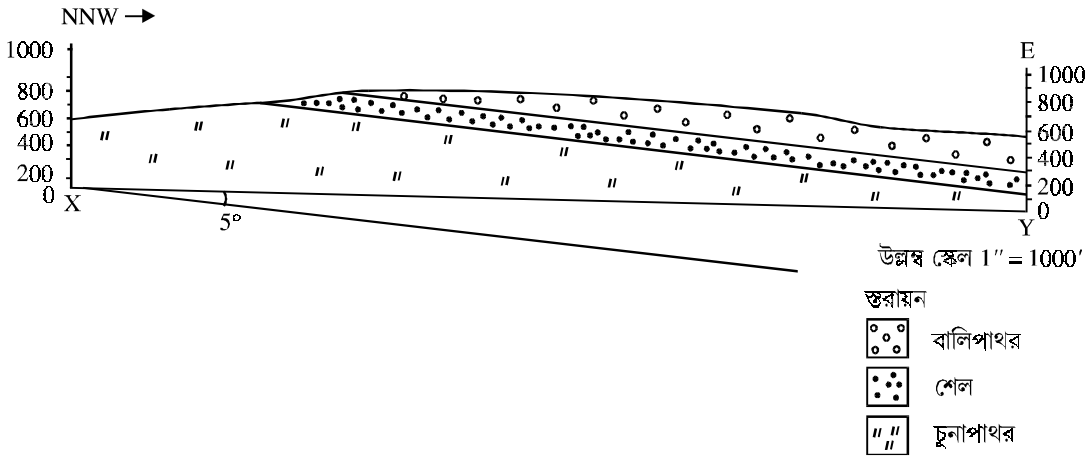
তাই এই তিনটি মাত্রার মধ্যে যে কোন দুটি জানা থাকলে অপরটি নির্ণয় করা সম্ভব।

প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কনের পর যে কোন শিলাস্তরের উর্ধ্ব স্তরায়নতল ও নিম্ন স্তরায়ন তলের মধ্যবর্তী উল্লম্ব দূরত্ব নির্ণয় করে শিলাস্তরের বেধ চিহ্নিত করতে হয়। এক্ষেত্রে মনে রাখা প্রয়োজন যে, যে স্তরের স্তরায়নতল দুটি নির্দিষ্ট নয় সেই স্তরের বেধ নির্ণয় করা যাবে না। যেমন—প্রাচীনতম শিলা বা নবীনতম শিলা ও আনকন্‌ফরমিটি তলের নিম্ন স্তরটি।

প্রস্থচ্ছেদের সাহায্যে ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পঠনের নিয়মাবলী ঃ (Inter pretation of geological maps with the help of cross section)—ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র থেকে প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন করে তা নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে পাঠ করতে হয়।

অনুশীলনী 1





স্তরায়ন

বালিপাথর

শেল

চুনাপাথর

সূচনা (Introduction) ঃ মানচিত্র পাঠের সূচনা পর্বে মানচিত্রটি কোন প্রস্থচ্ছেদ রেখার সাহায্যে আঁকা হয়েছে, প্রস্থচ্ছেদ রেখাটি কোনদিক হতে কোনদিকে বিস্তৃত এবং প্রস্থচ্ছেদের উল্লম্ব স্কেলটি বিবৃত করা প্রয়োজন।

স্তর বিন্যাস (Succession or Sequence of rock beds) ঃ এই পর্বে মানচিত্রটির শিলাস্তরের যুগ ও স্তরক্রম উল্লেখ করতে হবে। ভূতাত্ত্বিক মানচিত্র পাঠ করার সময় একথা মনে রাখা প্রয়োজন যে সবসময় প্রাচীনতম স্তরের উল্লেখ আগে করতে হবে এবং নবীনতম স্তরের উল্লেখ পরে করতে হবে। যদি মানচিত্র দ্বিযুগীয় শিলাস্তরের দ্বারা গঠিত হয় তবে আগে প্রাচীন যুগীয় শিলাস্তরগুলির উল্লেখ করে পরে নবীনযুগীয় শিলাস্তরগুলির উল্লেখ করতে হবে। যদি মানচিত্রে কোন আগ্নেয় উদ্‌বেধ থাকে তাহলে তাও এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন।

স্তরায়ন অনেক সময় একটি সারণীর সাহায্যে উল্লেখ করা যায়। যেখানে শিলাস্তরের যুগ, স্তরক্রম ও বেধ উল্লেখ করা যেতে পারে। যেমন অনুশীলনী 4 অনুসারে—

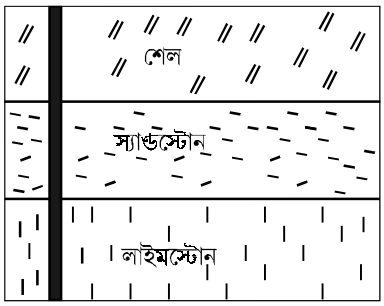
যুগ	শিলাস্তর	বেধ
নবীন যুগীয়	স্যান্ডস্টোন (নবীনতম)	নির্ণয় সম্ভব নয় >100′
	লাইমস্টোন	300′
প্রাচীন যুগীয়	শেল	নির্ণয় সম্ভব নয় >100′
	কংগ্লোমারেট	100′
	গ্রিট (প্রাচীনতম)	নির্ণয় সম্ভব নয় >350′
	আগ্নেয় উদ্‌বেধ (ডাইক)	

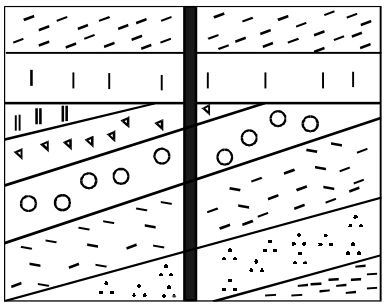
গঠন (Structure) ঃ গঠন সমান্তরাল, একনত বা ভাঁজযুক্ত হতে পারে। প্রথমে প্রাচীন যুগীয় শিলাস্তরের গঠন উল্লেখ করে পরে নবীন যুগীয় শিলাস্তরের গঠন উল্লেখ করতে হবে। গঠন যদি সমান্তরাল হয় তাহলে কোন সমস্যা নেই কিন্তু গঠন যদি একনত হয় তাহলে নতির পরিমাণ ও দিক উল্লেখ করতে হবে। ভাঁজযুক্ত গঠনে প্রতিটি উর্ধ্বভঙ্গ ও অধোভঙ্গে শিলাস্তরের নতির দিক ও পরিমাণ উল্লেখ করতে হবে। ডাইক বা সিল থাকলে তাও উল্লেখ করতে হবে। এটিও সারণীর সাহায্যে উল্লেখ করা যেতে পারে।

ভূ-প্রকৃতি ও আভ্যন্তরীন গঠনের সঙ্গে তার সম্পর্ক (Topography and its relation to underlying structure) ঃ প্রস্থচ্ছেদ, সমোন্নতি রেখার বিস্তৃতি বা স্থানিক উচ্চতা (Spot Height)-এর অবস্থান লক্ষ্য করে মানচিত্রটির কোন অংশ উঁচু বা নিচু তা উল্লেখ করতে হবে। সর্বোচ্চ উচ্চতা, সর্বনিম্ন উচ্চতা এবং ভূমির ঢালের (Surface gradient) দিক উল্লেখ করতে হবে। সর্বোচ্চ স্থানটির নিচে কোন শিলাস্তর অবস্থান করছে এবং সর্বনিম্ন স্থানটির নিচে কোন শিলাস্তর অবস্থান করছে তার উল্লেখ করতে হবে। নদী উপত্যকার অবস্থান (যদি মানচিত্রে চিহ্নিত না থাকে সমোন্নতি রেখার বিস্তৃতি লক্ষ্য করে) উল্লেখ করতে হবে। সম্ভব হলে নদী শিলাস্তরের নতিকে অনুগমন করছে কিনা তাও উল্লেখ করতে হবে।

এরপর ভূ-প্রকৃতির উপর শিলাস্তরের গঠন এবং প্রকৃতির প্রভাব কতটা তা উল্লেখ করতে হবে। অনেক সময় দেখা যায় যে নরম শিলা অধিক মাত্রায় ক্ষয় প্রাপ্ত হয় আবার দেখা যায় কোন কোন স্থানে কঠিন শিলা অসমান ভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে উঁচুনিচু ভূমিরূপের সৃষ্টি করে। ভাঁজযুক্ত অঞ্চলে আভ্যন্তরীণ গঠন ভূমিরূপের উপর সর্বাধিক প্রবাব বিস্তার করে। যদি উর্ধ্বভঙ্গ উচ্চ অঞ্চল ও অধোভঙ্গ মধ্যবর্তী উপত্যকা গঠন করে থাকে তাহলে বুঝতে হবে যে আভ্যন্তরীণ গঠন ভূমিরূপকে বিশেষভাবে প্রভাবিত করেছে। কিন্তু অনেক সময়েই দেখা যায় যে উর্ধ্বভঙ্গ উপত্যকা ও অধোভঙ্গ সন্নিহিত উচ্চ অঞ্চল গঠন করেছে। সেক্ষেত্রে বুঝতে হবে যে ভূমিরূপের উপর আভ্যন্তরীণ গঠনের কোন প্রভাব নেই (অনুশীলনী 3-এর প্রশ্থচ্ছেদ লক্ষ্যণীয়) একে বৈপরীত্য ভূমিরূপ (inversion of topography) বলে। আবার নদী যদি নতির অনুগামী হয় তাহলে নদী আভ্যন্তরীণ গঠনের সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ। কিন্তু তা যদি না হয় তাহলে বুঝতে হবে যে নদীর সঙ্গে আভ্যন্তরীণ গঠনের কোন সামঞ্জস্য নেই।

ভূতাত্ত্বিক ইতিহাস (Geological History) ঃ এরপর প্রশ্থচ্ছেদের সাহায্যে আমাদের প্রদত্ত অঞ্চলটির একটি সম্ভাব্য ভূতাত্ত্বিক ইতিহাস রচনা করতে হবে। অর্থাৎ ঘটনাক্রমকে প্রবীনত্ব অনুযায়ী পর পর সাজাতে হবে। যেহেতু ভূতাত্ত্বিক মানচিত্রে কেবলমাত্র পাললিক শিলাই থাকে তাহলে অবশ্যই এই শিলাস্তর সমূহ কোন অবনমিত অঞ্চলে সঞ্চিত হয়েছে। অবশ্যই নিম্নযুগীয় শিলাস্তর পূর্বে সঞ্চিত হয়েছে এবং পূর্ব উল্লিখিত স্তরায়ন বা অনুক্রম (Sequence) অনুসারেই সঞ্চিত হয়েছে। কারণ Law of Super position অনুসারে যে স্তরটি নিচে থাকবে সেটি উপরের শিলা স্তর অপেক্ষা প্রাচীন ও পূর্বে সঞ্চিত। চিত্র নং ..... অনুসারে অবশ্যই লাইম স্টোন সর্বপ্রথম সঞ্চিত হয়েছে এবং তারপর স্যাণ্ডস্টোন ও শেল সঞ্চিত হয়েছে। তারপর ভূ-আলোড়নের ফলে শিলাস্তর উত্থিত হয় এবং একনত বা ভাঁজযুক্ত গঠন তৈরি করে। যদি এর মধ্যে কোন আগ্নেয় উদ্‌বেধ ডাইক বা সিল থাকে তাহলে অবশ্যই সেটি সব থেকে পরে ঘটেছে অর্থাৎ শিলা স্তর উত্থিত হবার পর বা সময় আগ্নেয় উদ্‌বেধ প্রবেশ করে। Law of cross cutting relationship অনুসারে কোন শিলাস্তরের মধ্যে কোন আগ্নেয় উদ্‌বেধ প্রবেশ করলে অবশ্যই শিলাস্তর অপেক্ষা আগ্নেয় উদ্‌বেধটি নবীন। চিত্র নং ..... লক্ষ্যণীয়। এরপর অঞ্চলটি বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় ক্ষয়প্রাপ্ত হয় ও পরবর্তী যুগীয় শিলাস্তর (যদি থাকে) অনুক্রম অনুসারে সঞ্চিত হয় এবং পুনরায় অঞ্চলটি উত্থিত ও কোন বিশেষ গঠনপ্রাপ্ত হয়। যদি আগ্নেয় উদ্‌বেধ দুটি যুগের শিলাস্তরকে ভেদ করে তাহলে বুঝতে হবে যে আগ্নেয় উদ্‌বেধটি এই অঞ্চলের সর্বাপেক্ষা নবীনতম ঘটনা। (চিত্র নং ..... পুনরায় ক্ষয় ও ভূমিরূপ গঠন চলতে থাকে।





উদাহরণ ঃ (অনুশীলনী 1 অনুসারে) সূচনা (Introduction) = প্রদত্ত মানচিত্রে উত্তর উত্তর-পশ্চিম (NNW) দিক থেকে পূর্ব (E) দিকে বিস্তৃত X Y প্রস্থচ্ছেদ রেখা বরাবর প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন করা হয়েছে। উল্লম্ব স্কেল 1″ = 1000′। অঙ্কিত প্রস্থচ্ছেদ থেকে আমরা নিম্নলিখিত বিষয়সমূহ সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করতে পারি।

স্তরায়ন (Sequence of beds) = মানচিত্রের শিলাস্তরগুলি একযুগীয় অর্থাৎ সবকটি শিলাস্তর একটিমাত্র ভূতাত্ত্বিক যুগে সঞ্চিত হয়েছে। চুনাপাথর প্রাচীনতম শিলা তার উপর শেল ও বালিপাথর সঞ্চিত আছে। বালিপাথর অঞ্চলটির নবীনতম শিলা।

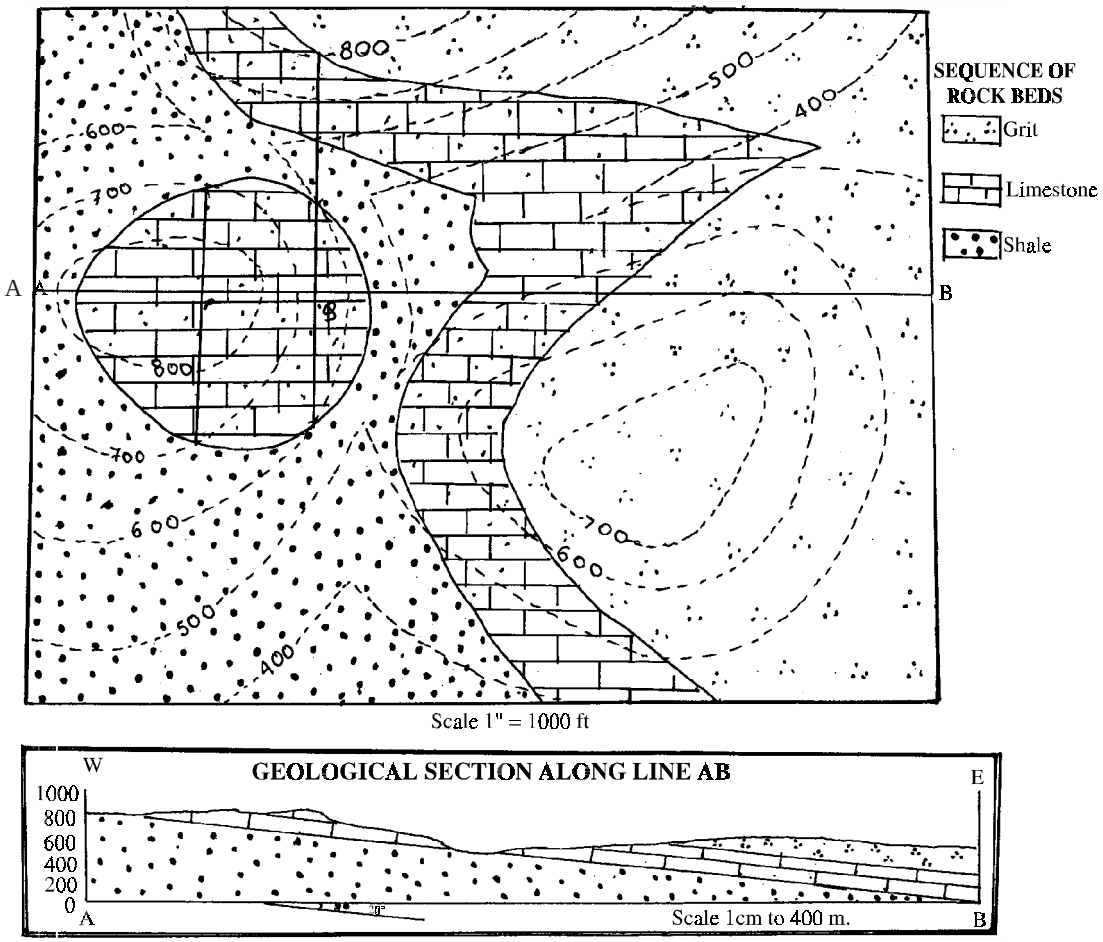
যুগ	শিলাস্তর	বেধ
	বালিপাথর (নবীনতম)	>250′
একযুগীয়	শেল	
	চুনাপাথর (প্রাচীনতম)	>600′

গঠন (Structure) = অঞ্চলটির গঠন একনত। শিলাস্তরের প্রকৃত নতি 11° ও নতির দিক N 40° E। ও শিলাস্তরের আপাত নতি 5° উত্তর উত্তর-পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে।

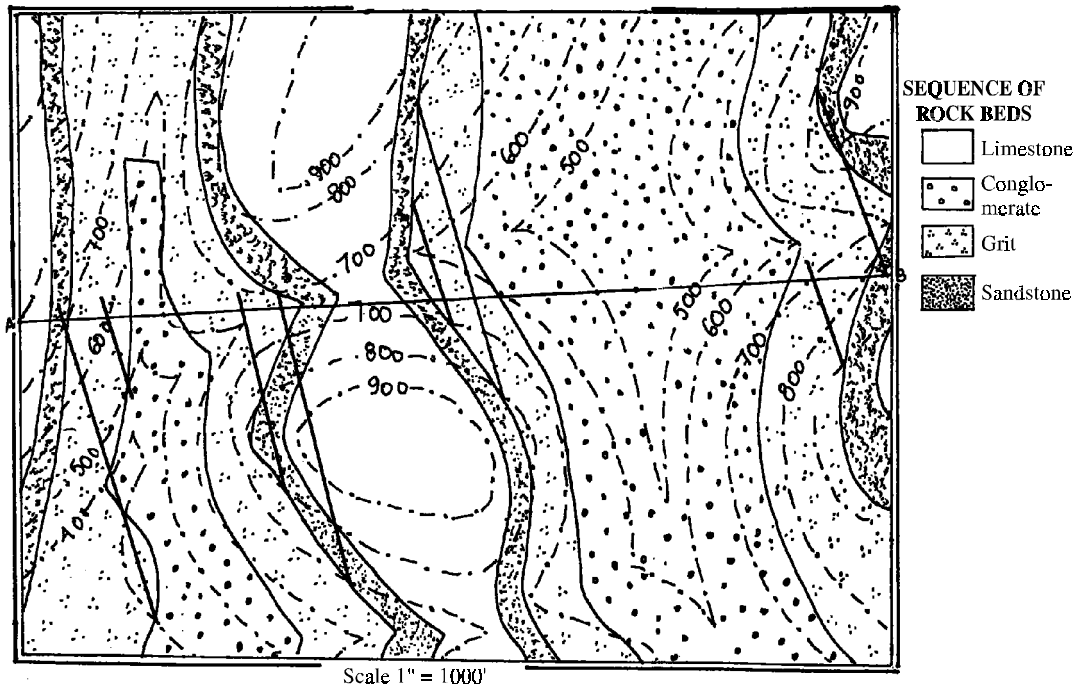
ভূ-প্রকৃতি ও গঠনের সঙ্গে ভূ-প্রকৃতির সম্পর্ক (Topography and its relation with structure) ঃ অঞ্চলটি উত্তর ও উত্তর-পূর্বদিক থেকে ক্রমশ দক্ষিণ ও দক্ষিণ-পশ্চিম দিকে ক্রমশঃ ঢালু হয়ে গিয়েছে। প্রস্থচ্ছেদে মধ্যভাগ কিছুটা উঁচু ও উভয়দিক ক্রম অবনত। সর্বোচ্চ অঞ্চলে প্রবীনতম শিলা সঞ্চিত। অঞ্চলটির সমোন্নতি রেখার গঠন দেখে মনে হয় যে এখানে কোন নদী উপত্যকা গঠিত হয় নি।

ভূতাত্ত্বিক ইতিহাস (Geological History) ঃ এই অঞ্চলের শিলাস্তর সমূহ একযুগীয়। যেহেতু শিলাগুলি পাললিক এরা কোন অবনমিত অঞ্চলে সঞ্চিত হয়েছে। চুনাপাথর সর্বাপেক্ষা প্রাচীন বলে সবার আগে ও তারপর শেল ও বালিপাথর সঞ্চিত হয়েছে। তারপর কোন ভূ-আলোড়নের ফলে অঞ্চলটি উত্থিত হয় ও একনত গঠন ধারণ করে। তারপর বিভিন্ন ভূ-প্রাকৃতিক শক্তি সমূহের দ্বারা অঞ্চলটি ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে বর্তমান ভূমিরূপ ধারণ করে।

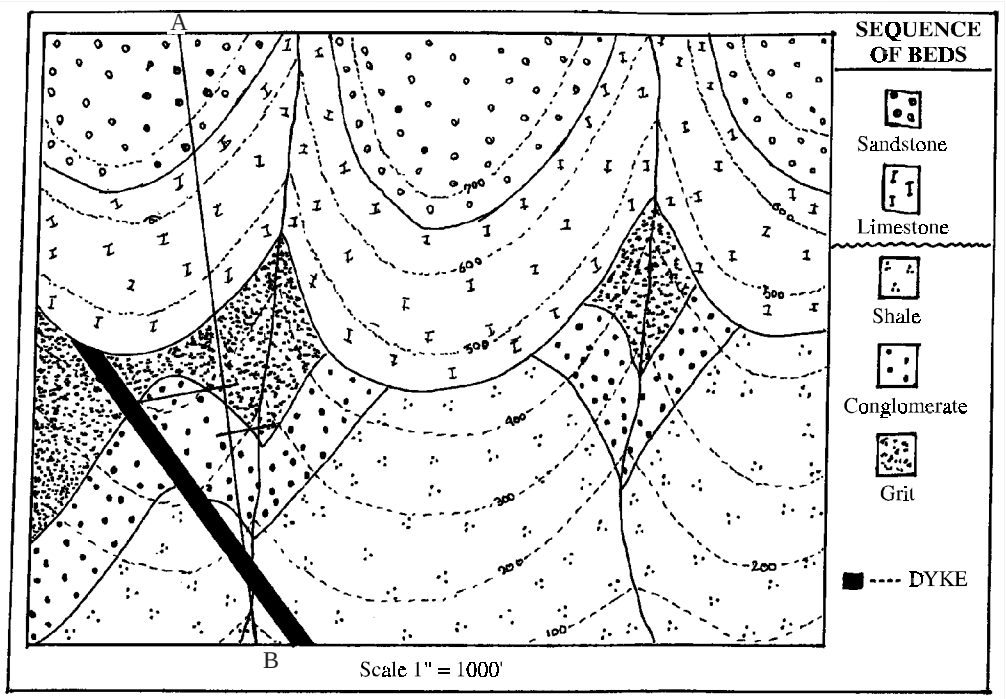
অনুশীলনী 2

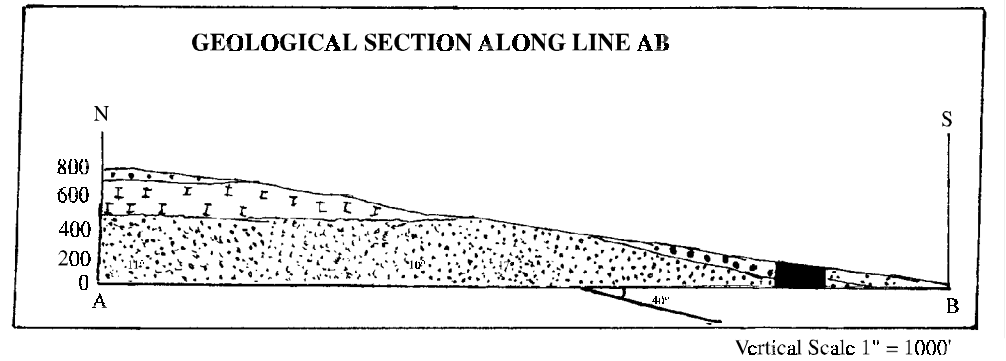

800
500
400
600
700
800
700
600
500
400
700
600
A
B
SEQUENCE OF ROCK BEDS
Grit
Limestone
Shale
Scale 1" = 1000 ft
GEOLOGICAL SECTION ALONG LINE AB
W
E
1000
800
600
400
200
0
A
B
Scale 1cm to 400 m.

অনুশীলনী 3

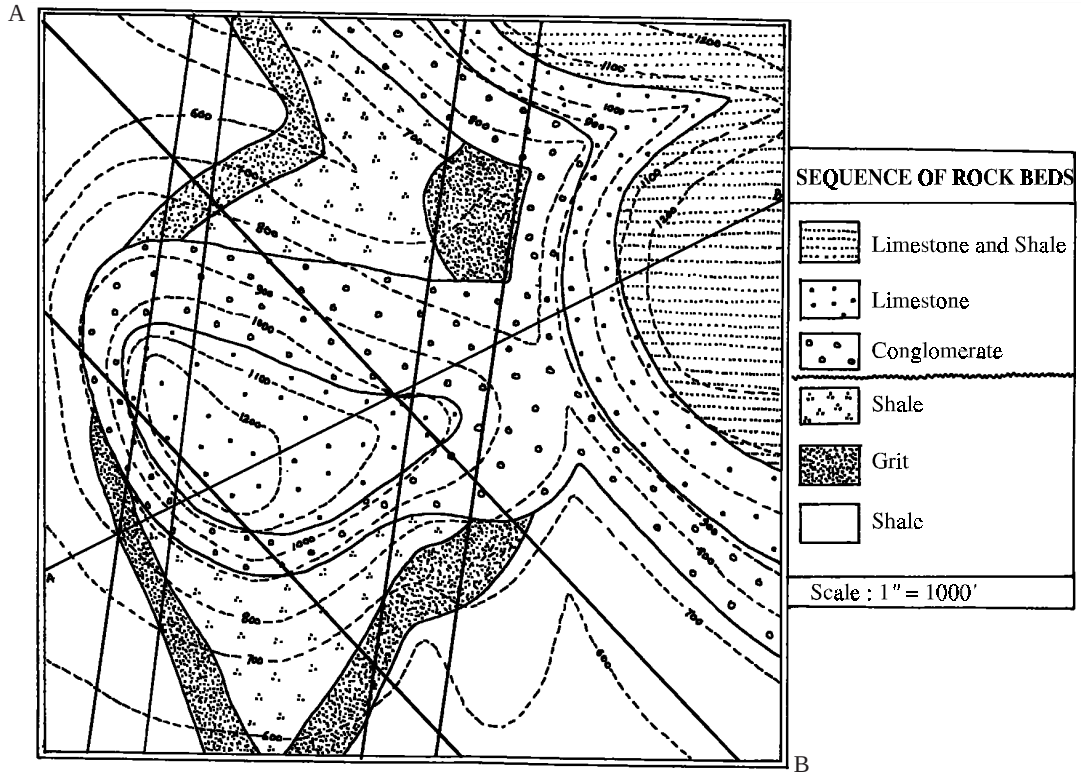

SEQUENCE OF ROCK BEDS
Limestone
Conglo-merate
Grit
Sandstone
Scale 1" = 1000'
GEOLOGICAL SECTION ALONG LINE AB
W
E
800
600
400
200
0
A
B
Vertical Scale 1" = 1000'

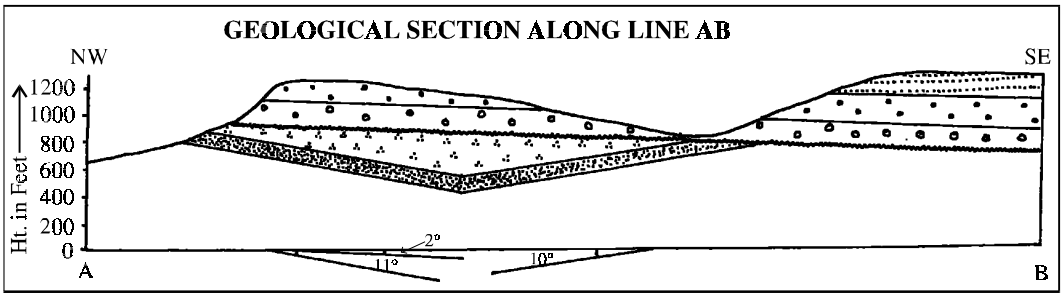
অনুশীলনী 4


A
B
SEQUENCE OF BEDS
Sandstone
Limestone
Shale
Conglomerate
Grit
DYKE
Scale 1" = 1000'


GEOLOGICAL SECTION ALONG LINE AB
N
S
800
600
400
200
0
A
B
Vertical Scale 1" = 1000'

অনুশীলনী 5


A
B
SEQUENCE OF ROCK BEDS
Limestone and Shale
Limestone
Conglomerate
Shale
Grit
Shale
Scale : 1" = 1000'


GEOLOGICAL SECTION ALONG LINE AB
NW
SE
Ht. in Feet
1200
1000
800
600
400
200
0
2°
11°
10°
A
B

একক 5 ❑ দূর সংবেদন ঃ প্রাথমিক ধারণা ও মুখ্য ব্যবহার (Remote Sensing)

গঠন

5.0 প্রস্তাবনা

5.1 উদ্দেশ্য

5.2 দূর সংবেদনের সংজ্ঞা

5.3 দূর সংবেদনের গুরূত্ব

5.4 রাষ্ট্রপুঞ্জে গৃহীত সিদ্ধান্ত

5.5 তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তি এবং দূর সংবেদন

- **5.5.1** তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তি
  - **5.5.1.1** তরঙ্গ এবং আলোকানু
  - **5.5.1.2** তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তির উৎস
  - **5.5.1.3** তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালী
  - **5.5.1.4** সক্রিয় এবং পরোক্ষ দূর সংবেদন
- **5.5.2** বায়ুমণ্ডলে শক্তির মিথষ্ক্রিয়া
  - **5.5.2.1** শোষণ এবং প্রেরণ
  - **5.5.2.2** বায়ুমণ্ডলীয় বিচ্ছুরণ
    - **5.5.2.2.1** র‍্যালে বিচ্ছুরণ
    - **5.5.2.2.2** মাই বিচ্ছুরণ
    - **5.5.2.2.3** অনির্বাচিত বিচ্ছুরণ
- **5.5.3** ভূ-পৃষ্ঠে শক্তির মিথষ্ক্রিয়া
  - **5.5.3.1** বর্ণালীর প্রতিফলন
    - **5.5.3.1.1** উদ্ভিদ
    - **5.5.3.1.2** অনাবৃত মৃত্তিকা
    - **5.5.3.1.3** জল

5.6 সংজ্ঞাবহ

- **5.6.1** পরোক্ষ সংজ্ঞাবহ
  - **5.6.1.1** গামা রশ্মি বর্ণমাপক
  - **5.6.1.2** আকাশীয় ক্যামেরা

5.6.1.3 দূরেক্ষণ ক্যামেরা
5.6.1.4 বহুবর্ণালীর ক্রমবীক্ষণ
5.6.1.5 তাপীয় ক্রমবীক্ষণ
5.6.1.6 তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ মাপক
5.6.2 সক্রিয় সংজ্ঞাবহ
5.6.2.1 লেজার ক্রমবীক্ষণ
5.6.2.2 রেডার
5.7 বাহন/মঞ্চ
5.8 উপগ্রহের প্রকারভেদ
5.8.1 ভূ-সমালয় উপগ্রহ
5.8.2 সূর্য সমন্বয়ী উপগ্রহ
5.9 উপগ্রহ চিত্রের প্রান্তীয় তথ্যাবলী
5.10 ল্যান্ডস্যাট
5.11 স্পট
5.12 আই.আর.এস.
5.13 আইকনস
5.14 কুইকবার্ড
5.15 উপগ্রহ দূর সংবেদনের মুখ্য ব্যবহার
5.15.1 ভূমি ব্যবহার/ভূমির বহিরাবরণ সম্পর্ক সমীক্ষা
5.15.2 ভূ-তত্ত্ব/খনিজ সম্পদ আহরণ
5.15.3 কৃষিজ সম্পদ
5.15.4 বনজ সম্পদ
5.15.5 মৎসানুসন্ধান
5.15.6 জলাভূমির সংরক্ষণ
5.15.7 শহরের বিস্তার
5.15.8 তুষার সমীক্ষা
5.15.9 ভূমিরূপ
5.15.10 জলবায়ু
5.16 সারাংশ
5.17 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী
5.18 উত্তরমালা

5.0 প্রস্তাবনা

পৃথিবী জুড়ে নানা বস্তুর অবস্থান। বিশাল পর্বতমালা অথবা মহাসমুদ্র থেকে শুরু করে ক্ষুদ্রতম বৃক্ষরাজি পর্যন্ত নানা বস্তুকে আমরা পর্যবেক্ষণ করতে চাই। তার অবস্থান নির্দেশ করতে চাই। তাকে চিত্র অথবা চিত্রসম কোন কিছুর মাধ্যমে বরাবরের জন্য ধরে রাখতে চাই। যুগে যুগে এই প্রচেষ্টার ক্রমোন্নতি হয়েছে। আদিম কালে শিল্পীর তুলিতে যা ধরা থাকতো, পরবর্তীকালে জরিপের নানা পদ্ধতির মাধ্যমে তাকে আরো সুনির্দিষ্টভাবে ধরে রাখা সম্ভব হয়েছে। আধুনিককালে আলোকচিত্রের মাধ্যমে বিভিন্ন বস্তু সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব। অত্যাধুনিক যুগে কৃত্রিম উপগ্রহযানে সংস্থাপিত সংজ্ঞাবহের মাধ্যমে আমরা ভূ-পৃষ্ঠের নানা বস্তু সম্পর্কে সঠিক তথ্য আহরণ করতে পারি এবং সেই তথ্যের সাহায্যে নানা প্রকারের বিষয়ভিত্তিক মানচিত্র প্রণয়ণ করতে পারি।

পৃথিবীকে কেন্দ্র করে মহাকাশে নানা প্রকারের কৃত্রিম উপগ্রহ সদা সর্বদা তথ্যাদি আহরণ করে চলেছে। এই সব উপগ্রহের সাহায্যে একদিকে যেমন বিশ্বের যে কোন জায়গায় অনুষ্ঠিত অনুষ্ঠানের টেলিভিশন প্রচার অন্য জায়গায় সরাসরি সম্প্রচার করা সম্ভব, অন্যদিকে উপগ্রহে সংস্থাপিত সংজ্ঞাবহের মাধ্যমে ভূ-পৃষ্ঠের স্থলভাগ, জলভাগ এমন কি বায়ুমণ্ডলের নানা তথ্য আহরণ করা যায়। বিজ্ঞান এবং প্রযুক্তির অগ্রগতির সঙ্গে সঙ্গে সংজ্ঞাবহের বিভাজনের যথেষ্ট উন্নতি হয়েছে। ফলে ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত তুলনামূলকভাবে ক্ষুদ্রতর বস্তুসমূহকেও উপগ্রহ চিত্রে সনাক্ত করা যায়। উপগ্রহের মাধ্যমে ঘন দৃক যুগল সংগ্রহ করা যায়। প্রযুক্তির এই বিভাগে ভারতের উন্নতি বিশ্বের যে কোন উন্নত দেশের তুলনায় সমতুল অথবা উন্নততর হিসাবে স্বীকৃতি লাভ করেছে।

দূর সংবেদন পদ্ধতির মাধ্যমে যে সব তথ্য সংগ্রহ করা হয় তা থেকে কৃষিজ সম্পদ, বনজ সম্পদ, খনিজ সম্পদ, জলজ সম্পদ এমনকি বায়ুমণ্ডলের নানা উপাদান সম্পর্কে নানাবিধ সমীক্ষা করা সম্ভব। এইসব তথ্য পরিকল্পনা রূপায়ণের কাজে ব্যবহৃত হয়। দেশ গঠনের কাজে এদের ভূমিকা অনস্বীকার্য।

5.1 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করলে আপনারা নিম্নলিখিত বিষয়গুলি জানতে পারবেন ঃ

- দূর সংবেদনের সংজ্ঞা এবং এতদ্‌সংক্রান্ত রাষ্ট্রপুঞ্জের সতর্কীকরণ
- শক্তির উৎস ও বিকিরণ পদ্ধতি এবং তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তির অর্থ
- তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণলীর প্রকারভেদ
- তড়িৎ চুম্বকীয় বিকীরণ পদ্ধতি, শক্তির বিক্ষেপণ ও বিকিরণ
- বায়ুমণ্ডলীয় গবাক্ষের প্রয়োজনীয়তা এবং বর্ণালী পদ্ধতির ব্যবহার
- সক্রিয় এবং পরোক্ষ দূর সংবেদন পদ্ধতি

- বায়ুমণ্ডল এবং ভূ-পৃষ্ঠে শক্তির মিথষ্ক্রিয়া
- বর্ণালীর প্রতিফলন
- সংজ্ঞাবহ ও বাহন/মঞ্চ
- উপগ্রহের প্রকারভেদ
- উপগ্রহ চিত্রের প্রান্তীয় তথ্যাবলী
- বিদেশী সম্পদ উপগ্রহ
- ভারতীয় সম্পদ উপগ্রহ
- দূর সংবেদন উপগ্রহের মুখ্য ব্যবহার

5.2 দূর সংবেদনের সংজ্ঞা (Definition of Remote Sensing)

দূর সংবেদন বা Remote Sensing শব্দের মধ্যেই তার অর্থ নিহিত আছে। ''দূর'' শব্দের অর্থ হল দূরত্ব বজায় রাখা, অর্থাৎ কোনো বস্তুর সঙ্গে সরাসরি সংযোগ স্থাপন না করা। অন্যদিকে ''সংবেদন'' শব্দের অর্থ হল অনুধাবন বা অনুভব করা। অর্থাৎ কোনো বস্তু, ক্ষেত্র বা পদার্থের সরাসরি সংস্পর্শে না এসে যে বৈজ্ঞানিক ও কলাপদ্ধতির মাধ্যমে ঐ বস্তু, ক্ষেত্র বা পদার্থকে দূর থেকে অনুভব করা যায়, সেই পদ্ধতিকে দূর সংবেদন বা দূর অনুভব পদ্ধতি বলা হয়।

কোনো বস্তুর অস্তিত্ব পঞ্চইন্দ্রিয়ের মাধ্যমে অনুভব করা যায়; অর্থাৎ চক্ষু, কর্ণ, নাসিকা, জিহ্বা এবং ত্বকের মাধ্যমে বিভিন্ন বস্তুকে যথাক্রমে দেখা যায়, শোনা যায়, ঘ্রাণ সংগ্রহ করা যায়, স্বাদ গ্রহণ করা যায় এবং অস্তিত্ব অনুভব করা যায়। আমরা যখন এই লেখাগুলি পড়ি, তখন প্রকৃতপক্ষে এই লেখাগুলির ওপর প্রতিফলিত আলো আমাদের চক্ষু নামক ইন্দ্রিয়কে সংবেদনের কাজে লাগায়।

ব্যাপক অর্থে আলোকচিত্র এবং অ-আলোকচিত্র, উভয়কেই দূর সংবেদন পদ্ধতির অন্তর্ভুক্ত করা হয়। কিন্তু আধুনিককালে কেবলমাত্র মহাকাশে অবস্থানকারী উপগ্রহ মারফৎ গৃহীত তথ্যকেই দূর সংবেদন পদ্ধতির মাধ্যমে সংগৃহীত তথ্য হিসাবে গণ্য করা হয়।

5.3 দূর সংবেদনের গুরুত্ব (Importance of Remote Sensing)

দূর সংবেদনের গুরুত্ব বহুবিধ। বিজ্ঞানের এই অত্যাধুনিক প্রয়োগ পদ্ধতির সাহায্যে অতি দ্রুততার সঙ্গে বিভিন্ন সম্পদের পরিমাণ নির্ধারণ করা যায়। তাদের অবস্থানগত বিষয়গুলি সম্পর্কে সম্যক ধারণা করা

যায়। এটি একটি বিজ্ঞানসম্মত জরীপ পদ্ধতি এবং তুলনামূলকভাবে কম ব্যয়সাপেক্ষ। এই পদ্ধতির সাহায্যে বিস্তীর্ণ অঞ্চলের বহুবিধ তথ্য আহরণ করা সম্ভব। পুনঃদৃশ্যযোগ্যতা (Repitativity) এর আর একটি বৈশিষ্ট্য। তদুপরি এই পদ্ধতির মাধ্যমে বিভিন্ন সময়ে গৃহীত তথ্যের মধ্যে সঙ্গতি পরিলক্ষিত হয়।

5.4 রাষ্ট্রপুঞ্জে গৃহীত সিদ্ধান্ত (Resolution adopted by United Nations)

দূর সংবেদন পদ্ধতির সাহায্যে পৃথিবীর যাবতীয় তথ্য সংগ্রহ করা যায়। একদিকে উন্নয়ন প্রকল্পের জন্য সম্পদের সমীক্ষা যেমন এই পদ্ধতির মাধ্যমে সম্পন্ন করা সম্ভব, অন্যদিকে গোয়েন্দা উপগ্রহের মাধ্যমে এই পদ্ধতিকে কাজে লাগিয়ে শত্রুদেশের গোপন তথ্য সংগ্রহ করা যায়। রাষ্ট্রপুঞ্জ এই ব্যাপারে যথেষ্ট সচেতন। এই বিশ্বসংস্থায় গৃহীত সিদ্ধান্ত অনুযায়ী দূর সংবেদন পদ্ধতিকে কেবলমাত্র প্রাকৃতিক সম্পদের উন্নয়ন, ভূমিব্যবহার এবং পরিবেশের সংরক্ষণের কাজে ব্যবহার করা যাবে। অর্থাৎ মানবজাতির উন্নতির জন্য এই পদ্ধতির ব্যবহার কাম্য, ধ্বংসের জন্য নয়।

5.5 তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তি এবং দূর সংবেদন (Electromagnetic Energy & Remote Sensing)

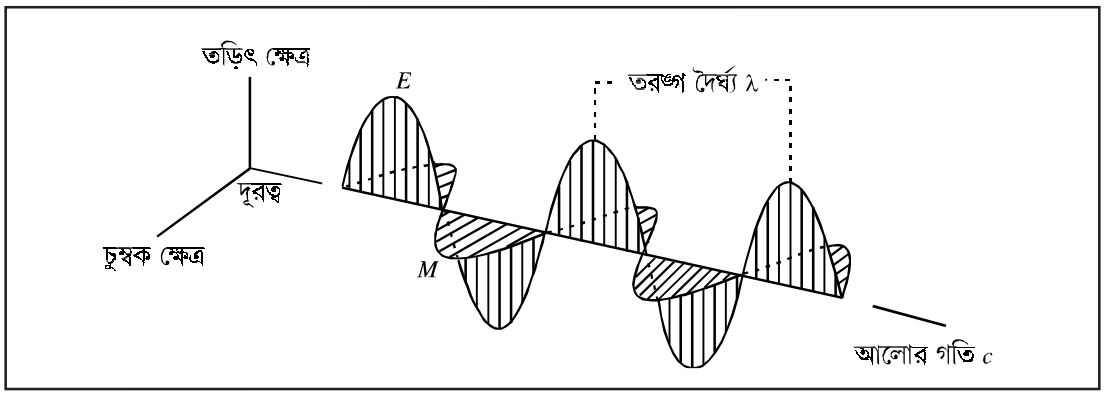
দূর সংবেদন শক্তি তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তি পরিমাপের ওপর নির্ভরশীল। তড়িৎচুম্বকীয় শক্তির নানারূপ বিদ্যমান, ভূ-পৃষ্ঠে এই শক্তির প্রধান উৎস হল সূর্য, যেখান থেকে (দৃশ্যমান) আলো, তাপ এবং অতিবেগুনী রশ্মি (Ultraviolet Rays) প্রভৃতি পাওয়া যায়। দূর সংবেদনের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত বিভিন্ন সংজ্ঞাবহ (Sensor) সূর্যালোকের প্রতিফলন পরিমাপ করে। আবার কোনো কোনো সংজ্ঞাবহ পৃথিবী থেকে বিচ্ছুরিত শক্তি নিরূপণ করে অথবা নিজ শক্তি প্রয়োগ করে ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত বস্তুসমূহ সম্পর্কে তথ্যাদি সংগ্রহ করে।

5.5.1 তড়িৎচুম্বকীয় শক্তি (Electromagnetic Energy) ঃ

5.5.1.1 তরঙ্গ এবং আলোকাণু (Wave and Photon) ঃ

তড়িৎচুম্বকীয় শক্তিকে দুভাবে দেখা যায় ঃ তরঙ্গের (Wave) আকারে অথবা শক্তির আলোকাণু (Photon) আকারে। তরঙ্গরূপের ক্ষেত্রে তড়িৎচুম্বকীয় শক্তি তরঙ্গিত (sinuoidal) রূপে প্রবাহিত হয়। এইরূপ তরঙ্গের দুটি ক্ষেত্র থাকে; তড়িৎক্ষেত্র (Electrical field : E) এবং চুম্বকীয় ক্ষেত্র (Magnetic field : M), যারা একে অন্যের সঙ্গে লম্বভাবে (Perpendicular) অবস্থান করে। এই কারণেই একে

তড়িৎচুম্বকীয় শক্তি নামে চিহ্নিত করা হয়। এই শক্তিদ্বয় পরস্পরের সমকোণে কম্পমান অবস্থায় ধাবিত হয় (চিত্র 1)। এর গতি আলোর গতির সমতুল (3×10^8 মিটার/সেকেন্ড -1)। এই কম্পনকে তরঙ্গ



চিত্র 1 ঃ তড়িৎ চুম্বক তরঙ্গের উপাদান সমূহ ঃ তরঙ্গিত তড়িৎ (E) এবং চুম্বক (M) তরঙ্গ পরস্পরের সমকোণে প্রসারিত হয়।

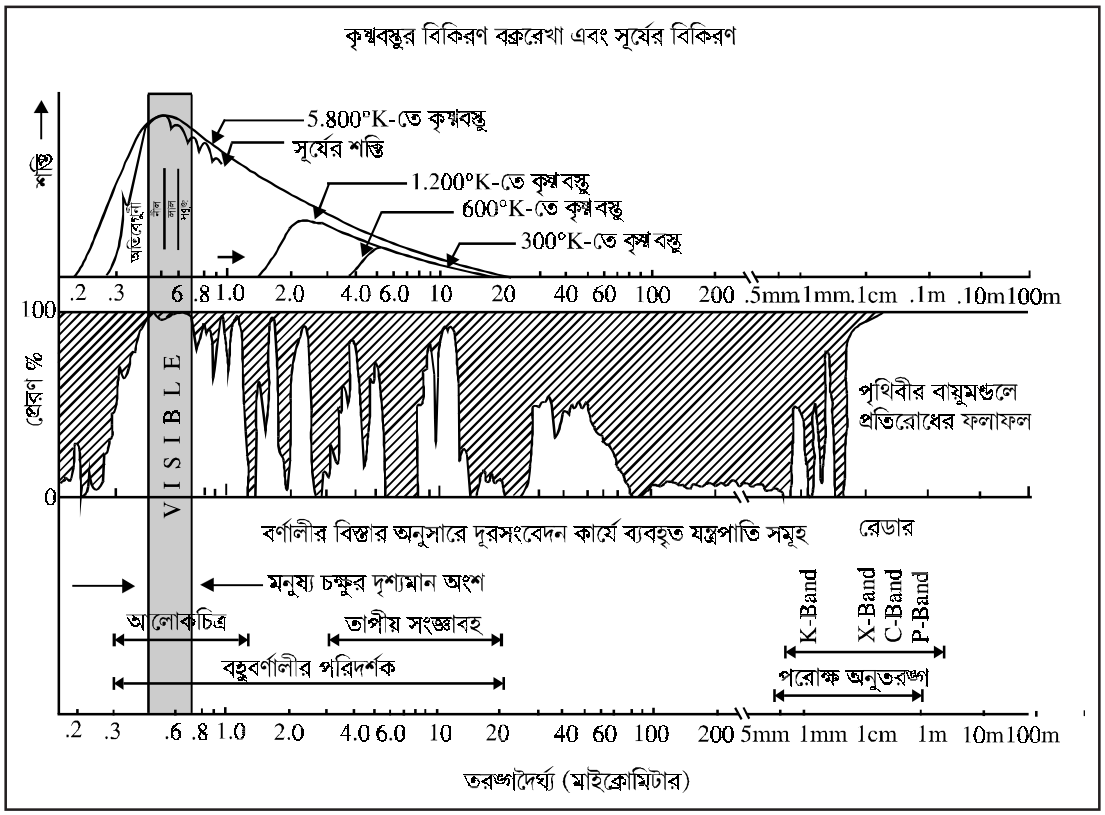
দৈর্ঘ্য (Wave length) অথবা কম্পন সংখ্যা (Frequency) হিসাবে চিহ্নিত করা যায়। এক তরঙ্গ শীর্ষ থেকে অপর তরঙ্গ শীর্ষ পর্যন্ত দূরত্বকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলা হয়। অন্যাদিকে কম্পন সংখ্যার অর্থ হল নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে নির্দিষ্ট স্থানে কম্পমান তরঙ্গের সংখ্যা। অর্থাৎ তরঙ্গদৈর্ঘ্য যত ছোট হবে, কম্পন সংখ্যা তত বেশী হবে। অন্যভাবে বলা যায়, তরঙ্গদৈর্ঘ্য যত বড় হবে, কম্পন সংখ্যা তত কম হবে।

অধিকাংশ ক্ষেত্রে তড়িৎচুম্বকীয় শক্তির বৈশিষ্ট্য ''তরঙ্গের'' ব্যাখ্যা দ্বারা বর্ণনা করা যায়। অবশ্য কোনো কোনো ক্ষেত্রে তড়িৎচুম্বকীয় শক্তির বৈশিষ্ট্য নিরূপণের জন্য কণিকাতত্ত্বের (Particle theory) সাহায্য নিতে হয়। সেক্ষেত্রে আলোকাণুর (Photons) একককে ব্যবহার করা হয়। বিশেষ করে বহু বর্ণালীয় সংজ্ঞাবহের (Multispectral sensor) শক্তি নিরূপণের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়।

5.5.1.2 তড়িৎচুম্বকীয় শক্তির উৎস (Sources of electromagnetic energy)ঃ

প্রতিটি বস্তু, যার তাপমান নিরপেক্ষ শূন্যের (Absolute zero = 0°k) উর্দ্ধে, আনবিক আন্দোলনের কারণে তড়িৎচুম্বকীয় শক্তি বিকিরণ করে। সূর্য, পৃথিবী প্রভৃতি সব বস্তুই তরঙ্গের আকারে শক্তি বিকিরণ করে। কৃষ্ণ বস্তু (Black body) হল এমন একটি আদর্শ বস্তু যা শোষণ এবং বিকিরণের মাধ্যম হিসাবে পরিগণিত হয়। এটিকে একটি কাল্পনিক বস্তু হিসাবে চিহ্নিত করা যায় যার বাস্তবে অস্তিত্ব সম্ভব নয়।

কোনো বস্তু কি পরিমাণ শক্তি বিকিরণ করবে তা নির্ভর করে বস্তুটির নিরপেক্ষ তাপমান (Absolute temperature), এবং বিচ্ছুরণের ক্ষমতার ওপর, যা তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্রিয়াকলাপের ফলস্বরূপ প্রকাশ পায়। পদার্থবিদ্যায় এই নীতিটি Plank's Law নামে পরিচিত। একটি কৃষ্ণ বস্তু এক নাগাড়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিকিরণ করে। চিত্রে (চিত্র 2) একটি কৃষ্ণ বস্তু বিভিন্ন তাপমানে কি রকম বিকিরণ বিচ্ছুরণ করে তা দেখানো হয়েছে।

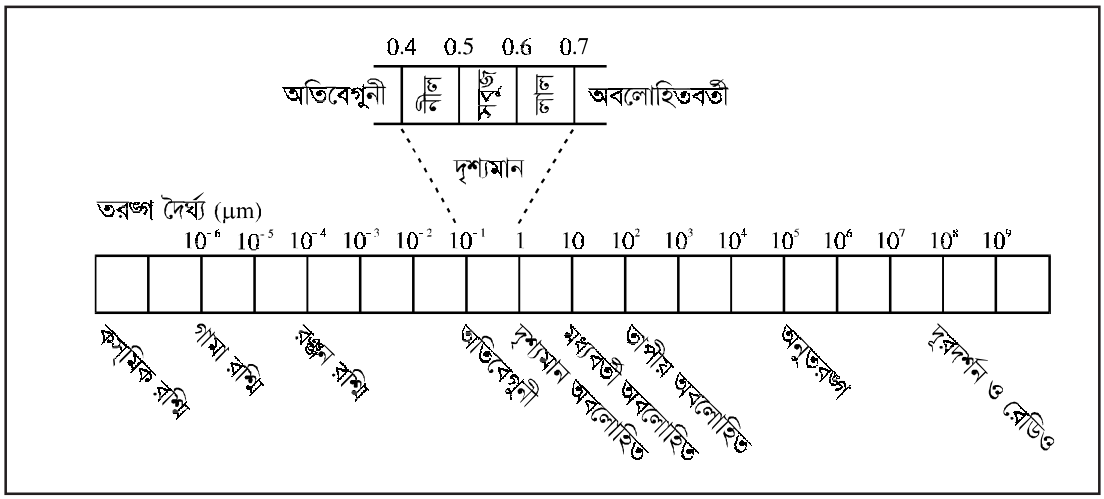


চিত্র 2 ঃ তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালী ঃ কৃষ্ণবস্তুর তাপ সংক্রান্ত শক্তির বন্ধনী, শক্তির বক্ররেখা এবং দূর সংবেদনের জন্য প্রয়োজনীয় গবাক্ষের অবস্থান ও বিস্তার

5.5.1.3 তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালী (Electromagnetic Spectrum) ঃ

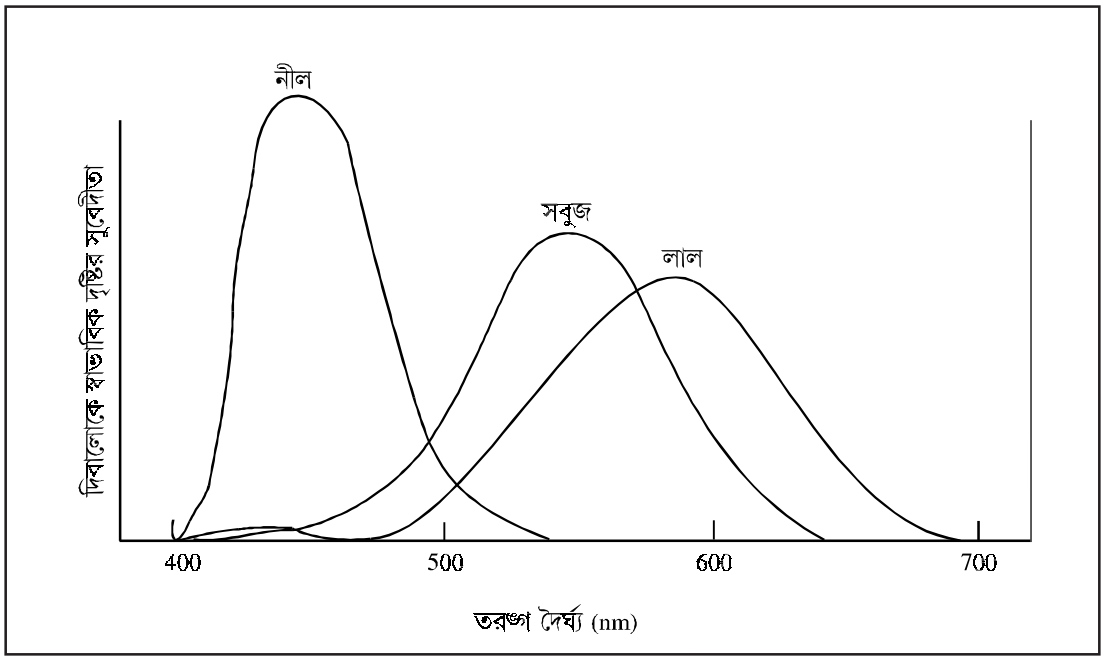
সমস্ত বস্তু তার নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের নানা প্রকারের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিকিরণ করে। তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এই সম্পূর্ণ শ্রেণীবিন্যাসকে সাধারণভাবে তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালী হিসাবে নির্দেশ করা হয়। এটি গামারশ্মি থেকে রেডিও তরঙ্গ পর্যন্ত বিস্তৃত। (চিত্র 3)।

দূর সংবেদন তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালীর বিভিন্ন অংশে কাজ করে। তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালীর আলোক অংশ হলো সেই অংশ যেখানে আলোকবিদ্যা সংক্রান্ত নিয়মাবলী প্রয়োগ করা যায়। এই আলোক অংশটি রঞ্জন রশ্মি (X-ray : 0·02 μ m) থেকে শুরু করে দৃশ্যমান বর্ণালীর (Visible spectrum : 0·4-0·7μ m) হয়ে দূর অবলোহিত (far infrared : 1000μ m) পর্যন্ত বিস্তৃত। বর্ণালীর অতিবেগুনী (Ultraviolet) অংশে দূর সংবেদনের জন্য প্রয়োজনীয় ক্ষুদ্রতম তরঙ্গদৈর্ঘ্য অবস্থিত। ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত বস্তুসমূহ, প্রাথমিক শিলা ও খনিজ পদার্থ প্রভৃতি অতিবেগুনী রশ্মির সাহায্যে আলোকিত করলে দৃশ্যমান আলো প্রতিদীপ্ত করে বা বিচ্ছুরণ করে। অণুতরঙ্গের (Microwave) বিস্তার 1 মিলিমিটার থেকে 1 মিটার পর্যন্ত।



চিত্র 3 ঃ তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালী

দৃশ্যমান বর্ণালীকে (Visible spectrum) সাধারণভাবে ''আলো'' হিসাবে চিহ্নিত করা হয়। সম্পূর্ণ তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালীর একটি অতিক্ষুদ্র অংশ এর দখলে। বর্ণালীর এই অংশটুকুই বর্ণের ধ্যানধারণার সঙ্গে যুক্ত। নীল, সবুজ এবং লাল—এই তিনটি হলো প্রাথমিক বর্ণ, যা দৃশ্যমান বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশেষ (চিত্র 4)।

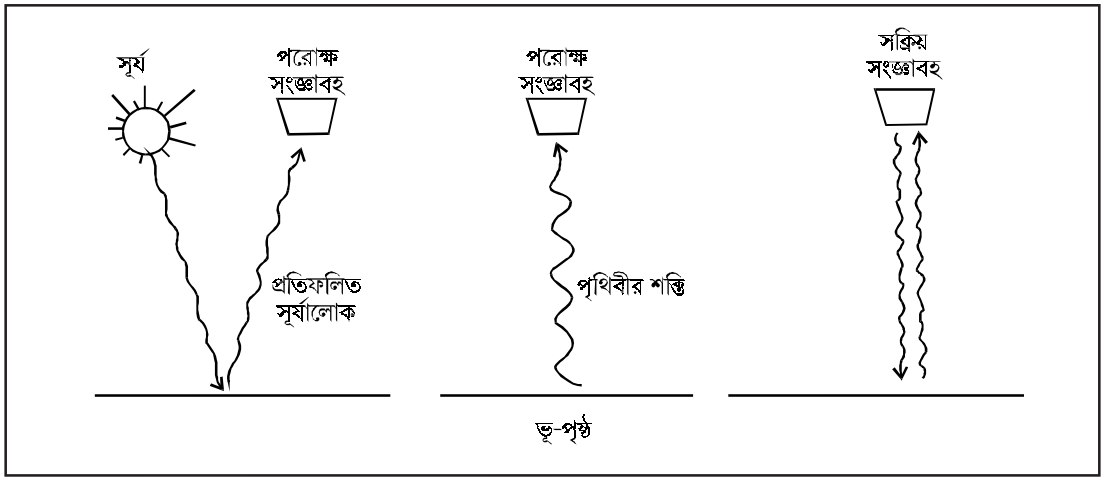


চিত্র 4 ঃ ত্রিবর্ণের সম্ভাব্য সুবেদীতা

দূর সংবেদনের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অবস্থান তাপীয় অবলোহিত (Thermal infrared) এবং অণুতরঙ্গ (Microwave) অঞ্চলে। তাপীয় অবলোহিতের মাধ্যমে বস্তুর উপরিভাগের (Surface) উত্তাপ নিরূপণ করা যায়। এইরূপ উত্তাপের সাহায্যে শিলাখণ্ডের অভ্যন্তরে অবস্থিত খনিজ পদার্থ অথবা উদ্ভিদের অবস্থা সম্পর্কে তথ্য আহরণ করা যায়। অণুতরঙ্গের মাধ্যমে বস্তুর উপরিভাগের কর্কশতা (Roughness), জলের অস্তিত্ব ও পরিমাপ প্রভৃতি বিষয়ে অনুসন্ধান করা যায়। এমনকি অণুতরঙ্গ পদ্ধতি অবলম্বন করে অতীতকালের নদীর প্রবাহ সম্পর্কে তথ্যানুসন্ধান করা সম্ভব।

5.5.1.4 সক্রিয় এবং পরোক্ষ দূর সংবেদন (Active and Passive Remote Sensing) ঃ

দূর সংবেদন পদ্ধতিতে সংজ্ঞাবহ শক্তির পরিমাণ পরিমাপ করে। এক্ষেত্রে সক্রিয় (Active) এবং পরোক্ষ (Passive) উভয় প্রকার পদ্ধতির সাহায্য নেওয়া হয়। পরোক্ষ দূর সংবেদন পদ্ধতির ক্ষেত্রে প্রাকৃতিক শক্তি, যেমন সূর্যকে ব্যবহার করা হয়। সক্রিয় দূরদর্শন পদ্ধতির ক্ষেত্রে, যেমন রেডার (Radar) অথবা লেসার (Laser) এর নিজস্ব শক্তির উৎস থাকে। সক্রিয় সংজ্ঞাবহ নিয়ন্ত্রিতভাবে আলোকশক্তি (Beam of energy) নির্দিষ্ট বস্তুর ওপর নিক্ষেপ করে এবং পরবর্তীকালে সংজ্ঞাবহে প্রত্যর্পিত শক্তির পরিমাপ করে। (চিত্র 5)।

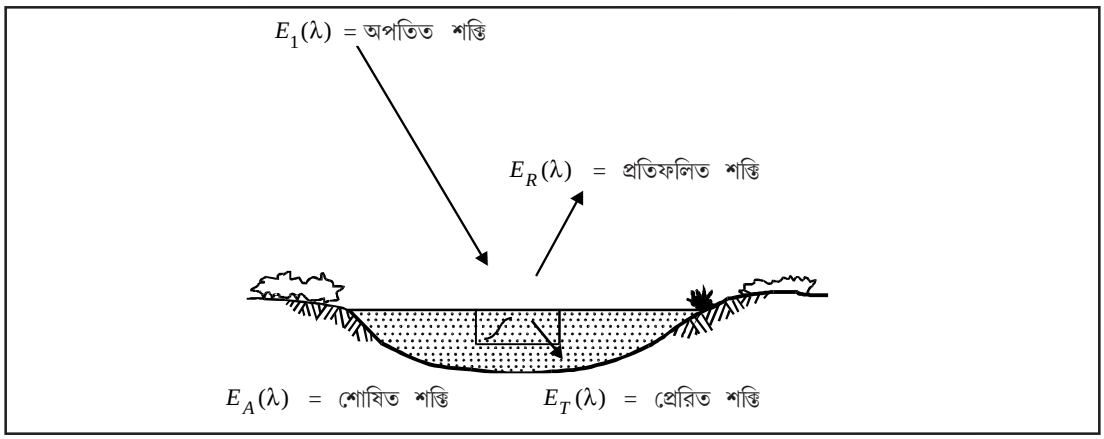


চিত্র 5 ঃ একটি দূর সংবেদন-সংজ্ঞাবহ প্রতিফলিত অথবা বিচ্ছুরিত শক্তির পরিমাণ নিরূপণ করে। একটি সক্রিয় সংজ্ঞাবহের নিজস্ব শক্তির উৎস থাকে।

পরোক্ষ সংজ্ঞাবহ যেহেতু সূর্যের শক্তি ব্যবহার করে, ফলে সেগুলি কেবলমাত্র দিনের আলোয় কাজ করতে পারে। অবশ্য পরোক্ষ সংজ্ঞাবহ যখন পৃথিবীর উত্তাপ সংক্রান্ত ব্যাপারে দীর্ঘ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য পরিমাপ করে তখন সূর্যালোকের প্রয়োজন হয় না এবং দিবারাত্র যে কোন সময় ব্যবহার করা যায়।

5.5.2 বায়ুমণ্ডলে শক্তির মিথষ্ক্রিয়া (Energy interaction in the atmosphere) ঃ

শক্তির অন্যতম প্রধান উৎস সূর্য। সৌরশক্তি ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছোবার আগেই বায়ুমণ্ডলে তিন প্রকার মিথষ্ক্রিয়ার সম্ভাবনা দেখা যায়। শোষণ (Absorption), প্রেরণ (Transmission) এবং বিক্ষেপণ (Scattering)।



চিত্র 6 ঃ তড়িৎ-চুম্বকীয় শক্তি এবং ভূ-পৃষ্ঠের বস্তুসমূহের মধ্যে মৌলিক মিথষ্ক্রিয়া

পরবর্তীকালে পরিবাহিত শক্তি ভূ-পৃষ্ঠের বস্তুসমূহ দ্বারা প্রতিফলিত (Reflected) অথবা শোষিত (Absorbed) হয় (চিত্র 6)।

5.5.2.1 শোষণ ও প্রেরণ (Absorption and Transmission) ঃ

তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তি বায়ুমণ্ডলের ভিতর দিয়ে বিচরণের সময় বিভিন্ন অণুকণার দ্বারা আংশিকভাবে শোষিত হয়। ওজন (O_3), জলীয়বাষ্প (H_2O) এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইড (CO_2) সৌর বিকিরণের সবচেয়ে কার্য্যকারী শোষক। প্রকৃতপক্ষে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের যে অংশে সৌরশক্তি বায়ুমণ্ডলকে ভেদ করতে পারে অথবা যেখানে ওণুকরণ (Attenuation) সবচেয়ে কম তাদের বলা হয় বায়ুমণ্ডলীয় গবাক্ষ (Atmospheric window)। এই অংশগুলি দূর সংবেদনের তথ্য সংগ্রহে কাজে লাগে।

5.5.2.2 বায়ুমণ্ডলীয় বিচ্ছুরণ (Atmospheric Scattering) ঃ

বায়ুমণ্ডলে অবস্থিত অণু, ক্ষুদ্রকণা, গ্যাসীয় কণা প্রভৃতি তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের গতিপথকে পরিবর্তিত পথে পাঠিয়ে দেয়। ফলে বায়ুমণ্ডলীয় বিচ্ছুরণ ঘটে। এই বিচ্ছুরণকে তিনভাগে ভাগ করা যায় ঃ (ক) র‍্যালে বিচ্ছুরণ (Rayleigh Scattering), (খ) মাই বিচ্ছুরণ (Mie scattering) এবং অনির্বাচিত বিচ্ছুরণ (Non-selective scattering)।

5.5.2.2.1 র‍্যালে বিচ্ছুরণ (Rayleigh Scattering) ঃ

যখন বায়ুমণ্ডলে অবস্থিত ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র কণা যার ব্যাস বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য থেকে ক্ষুদ্রতর হয় তখন র‍্যালে বিচ্ছুরণ ঘটে। এইসব ক্ষুদ্রকণার উদাহরণ হল ঃ ক্ষুদ্র ধূলিকণা, নাইট্রোজেন (NO_2) এবং অক্সিজেন (O_2)-এর কণা। এক্ষেত্রে দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপেক্ষা হ্রস্ব তরঙ্গদৈর্ঘ্য অধিকমাত্রায় বিচ্ছুরিত হয়।

বায়ুমণ্ডলের অণুকণার অনুপস্থিতিতে অথবা বিচ্ছুরণ ক্রিয়া না ঘটলে, আকাশের রঙ হতো কালো। কিন্তু দিনের বেলায় সূর্যরশ্মি আবহাওয়া মণ্ডলে কম দূরত্ব অতিক্রম করে। ফলে র‍্যালে বিচ্ছুরণের কারণে স্বচ্ছ আকাশ নীলাকাশ হিসাবে প্রতিভাত হয়; কারণ মানুষের চোখ এই হ্রস্বতম তরঙ্গদৈর্ঘ্যকে দেখতে পায়। অন্যদিকে, সূর্যোদয় এবং সূর্যাস্তের সময় সূর্যরশ্মিকে পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের অনেকটা পথ অতিক্রম করে ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছাতে হয়। কিছুপথ পরিক্রমণের পর তুলনামূলকভাবে হ্রস্ব তরঙ্গদৈর্ঘ্যগুলি বিচ্ছুরিত হয়ে যায়, এবং কেবলমাত্র দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্যগুলি ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছাতে পারে। ফলে আকাশ কমলা অথবা লাল রঙের দেখায়।

দূর সংবেদনের ক্ষেত্রে র‍্যালে বিচ্ছুরণের ফলে উপগ্রহ চিত্রে অস্পষ্টতা দেখা যায় এবং ছবির সাদা কালোর তারতম্যে বিঘ্ন ঘটায়।

5.5.2.2.2 মাই বিচ্ছুরণ (Mie Scattering) ঃ

বায়ুমণ্ডলে অবস্থিত অণু, কণা প্রভৃতির ব্যাস যখন বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান হয়, তখন এই ধরনের বিচ্ছুরণ ঘটে। গ্যাসীয় পদার্থ, জলীয় বাষ্প এবং ধূলিকণা এর কারণ। মেঘাচ্ছন্ন অবস্থায় এর প্রতিক্রিয়া হিসাবে উপগ্রহ চিত্রে মেঘের আস্তরণ দেখা যায়।

5.5.2.2.3 অনির্বাচিত বিচ্ছুরণ (Non-selective scattering) ঃ

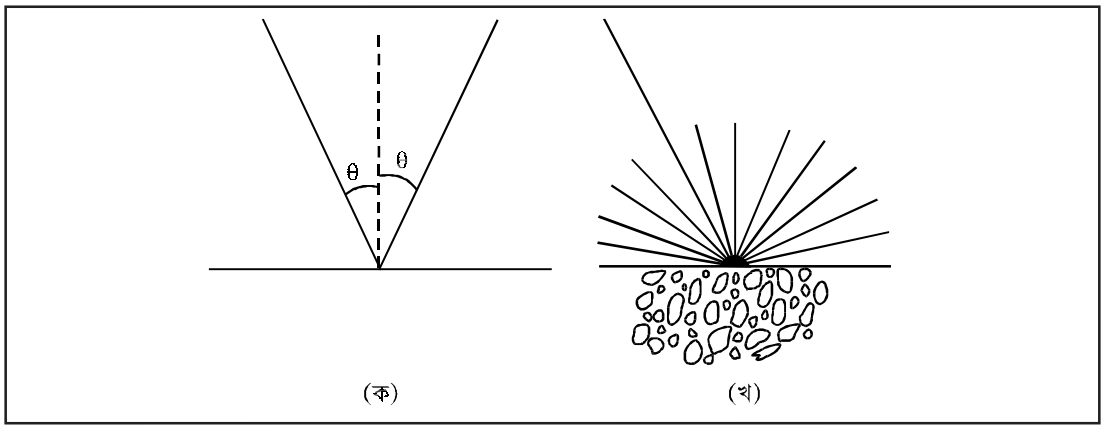
অণুকণার ব্যাস যখন বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য থেকে বড় হয়, তখন এই ধরনের বিচ্ছুরণ ঘটে। জলকণা, বৃহৎ ধূলিকণা প্রভৃতি এই ধরনের বিচ্ছুরণ ঘটায়।

অনির্বাচিত বিচ্ছুরণ তড়িৎ তরঙ্গ নিরপেক্ষ, ফলে এক্ষেত্রে সব রকমের তড়িৎ তরঙ্গ সমভাবে বিচ্ছুরিত হয়। যেহেতু মেঘে জলকণা থাকে তাই মেঘের ক্ষেত্রেও ঐ বিচ্ছুরণ ঘটতে দেখা যায়। সব তরঙ্গদৈর্ঘ্য সমভাবে বিচ্ছুরিত হওয়ার জন্য মেঘকে সাদা দেখায়। উপগ্রহ চিত্রে কুয়াশাকেও সাদা দেখায়। আলোক দূর সংবেদন মেঘের ভেতরে প্রবেশ করতে পারে না। ফলে গৌণ প্রতিক্রিয়া হিসাবে ভূ-পৃষ্ঠে মেঘের ছায়ার আবির্ভাব হয়।

5.5.3 ভূ-পৃষ্ঠে শক্তির মিথষ্ক্রিয়া (Energy interactions with the earth's surface) ঃ

ভূমিভাগ এবং জলভাগে দূর সংবেদনের প্রয়োগের ক্ষেত্রে প্রতিফলিত বিকিরণ সম্পর্কে আমরা বেশীমাত্রায় আগ্রহ প্রকাশ করি, কারণ তার থেকে আমরা ভূ-তলের চরিত্র অনুধাবন করতে পারি। যখন কোনো নিশানা

থেকে বিকিরণ ফিরে এসে অন্যদিকে ধাবিত হয় তখন তা প্রতিফলিত (Reflection) হয়েছে বলে গণ্য করা হয়। যখন কোনো নিশানা বিকিরণকে শুষে নেয়, তখন তাকে শোষণ ক্রিয়া (Absorption) বলা হয়। যখন বিকিরণ নিশানার ভিতর দিয়ে চলে যায়, তখন তাকে প্রেরণ ক্রিয়া (Transmission) বলে। এর প্রতিফলন দুই প্রকারের হয় ঃ (ক) দর্পণ-পৃষ্ঠীয় প্রতিফলন (Specular reflection) এবং (খ) ব্যাপ্ত প্রতিফলন (Defused reflection) (চিত্র 7)। প্রকৃতপক্ষে এই দুইশ্রেণীর সমন্বয়ে সবকিছু ঘটে।



চিত্র 7 ঃ দর্পণ পৃষ্ঠীয় (ক) এবং ব্যাপ্ত (খ) প্রতিফলন

দর্পণ-পৃষ্ঠীয় প্রতিফলন তখনই ঘটে, যখন ভূ-তল যথেষ্ট মসৃণ হয় এবং এক্ষেত্রে প্রায় সমগ্র শক্তি ভূ-তল থেকে একদিকে প্রতিফলিত হয়। সূর্য ঊর্ধ্বাকাশে থাকলে এ ধরনের প্রতিফলন ঘটে। জলতল অথবা কাঁচঘরের ছাদ থেকে দর্পণ-পৃষ্ঠীয় প্রতিফলন ঘটে। ফলে মহাকাশ চিত্রে একটি উজ্জ্বল বিন্দুর (উত্তপ্ত বিন্দু ঃ Hot spot নামেও পরিচিত) অবস্থান দেখা যায়।

অন্যদিকে ব্যাপ্ত প্রতিফলন তখনই ঘটে যখন ভূ-তল অমসৃণ বা কর্কশ হয় এবং প্রতিফলন সমানভাবে চতুর্দিকে ছড়িয়ে পড়ে। কোনো নির্দিষ্ট নিশানা থেকে দর্পণ-পৃষ্ঠীয় প্রতিফলন হবে অথবা ব্যাপ্ত প্রতিফলন হবে নাকি এর মধ্যবর্তী প্রতিফলন হবে তা নির্ভর করে ভূ-তলের মসৃণতা/কর্কশতা এবং আগত বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্যের উপর।

5.5.3.1 বর্ণালী প্রতিফলন (Spectral reflectance) ঃ

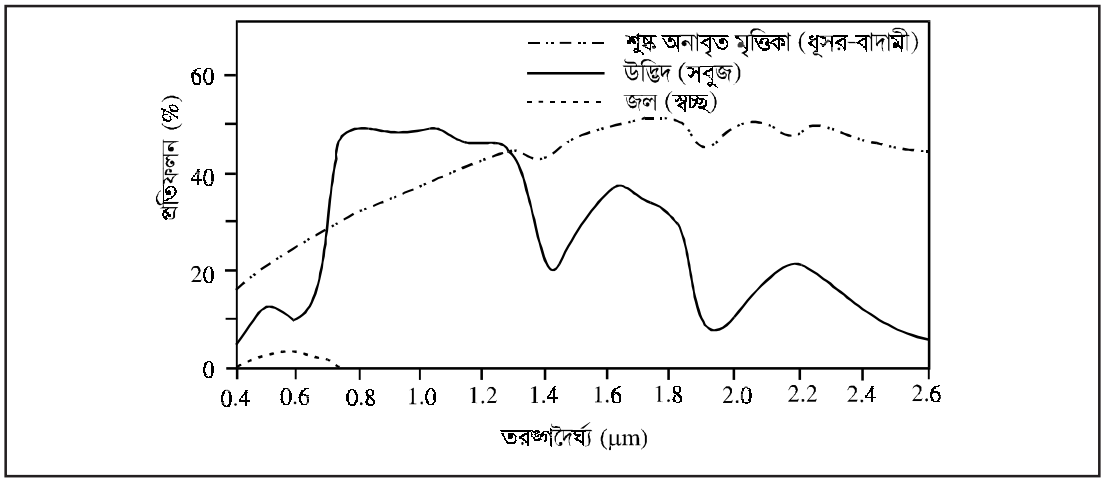
ভূতলের উপরিভাগ বিভিন্ন পদার্থ দ্বারা গঠিত হতে পারে। এই স্থানে যে শক্তি এসে পৌঁছায় তাকে দীপ্তি (Irradiance) বলে। এবং ঐ তল থেকে শক্তির যে প্রতিফলন হয় তাকে রশ্মি বিকিরণ (Radiance) বলে। প্রত্যেক বস্তুর জন্য একটি নির্দিষ্ট প্রতিফলাংক বক্ররেখা (Reflectance curve) তৈরী করা যায়। এইরূপ বক্ররেখার সাহায্যে আপতিত বিকিরণের (Incident radiation) অংশবিশেষকে প্রকাশ করা যায়। এটি আসলে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্রিয়াকলাপের প্রতিফলন। প্রত্যেক তরঙ্গদৈর্ঘ্যর প্রতিফলনের পরিমাণ এই

বক্ররেখার মাধ্যমে প্রকাশিত হয়। অধিকাংশ দূর সংবেদন সজ্ঞাবহ দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্য অঞ্চলে সুবেদী (Sensitive) এবং এই বক্ররেখাকে ঐ অঞ্চলের প্রতিফলাংক পরিমাপের কাজে ব্যবহার করা যায়।

5.5.3.1 উদ্ভিদ (Vegetation) ঃ

উদ্ভিদের প্রতিফলাংকের (Reflectance) চরিত্র নির্ভর করে পত্রের বৈশিষ্ট্য, যেমন পত্রটির দিক্ স্থাপন (Orientation), পত্রচূড়ার (Leaf canopy) গঠন প্রণালী (Structure) প্রভৃতির ওপর।

বর্ণালীর বিভিন্ন অংশ থেকে প্রতিফলিত বিকিরণের পরিমাণ নির্ভর করে বৃক্ষপত্রের বর্ণ, বেধ, গঠন, পত্রকোষের জলধারণের ক্ষমতা প্রভৃতি বৈশিষ্ট্যের ওপর। চিত্রে (চিত্র 8) সুস্থ উদ্ভিদের আদর্শ প্রতিফলাংক বক্ররেখা দেখানো হয়েছে। দৃশ্যময় বর্ণালীর অংশে নীল এবং লাল রঙের প্রতিফলন তুলনামূলকভাবে কম



চিত্র 8 ঃ উদ্ভিদ, মৃত্তিকা এবং জলের প্রতিফলনের আদর্শ বক্ররেখাসমূহ

কারণ। এই অংশটিকে বৃক্ষ সালোকসংশ্লেষের জন্য শোষণ করে নেয়। উদ্ভিদ তুলনামূলকভাবে সবুজ আলো অধিক পরিমাণে প্রতিফলন করে। অবলোহিতবর্তী (Infrared) অংশের প্রতিফলন সর্বাধিক, অবশ্য সেটাও নির্ভর করে পত্রের উন্নতি এবং পত্রকোষের গঠনের ওপর। মধ্যবর্তী অবলোহিত (Middle infrared) অংশে প্রতিফলন নির্ভর করে পত্রকোষের মুক্ত জলের (Free water) ওপর, মুক্ত জল যত বেশী হবে প্রতিফলন তত কম হবে। সেজন্য এটি জলশোষক বন্ধনী (Water absorption bands) নামে পরিচিত। যখন গাছের পাতা শুকিয়ে যায়, যেমন ফসল তোলার সময়, তখন গাছের রঙের পরিবর্তন হয় (হরিদ্রা বর্ণের হয়)। এসময় কোনোরকম সালোকসংশ্লেষ হয় না, বর্ণালীর লাল অংশের প্রতিফলন বেশী হয়। পাতা শুকিয়ে গেলে মধ্যবর্তী অবলোহিত অংশের প্রতিফলন বেশী হয়, অন্যদিকে অবলোহিতবর্তী অংশে প্রতিফলন কমে যায়। এইভাবে, দূর সংবেদন পদ্ধতির মাধ্যমে সংগৃহীত তথ্যের সাহায্যে গাছের শ্রেণী নির্ধারণ, তাদের স্বাস্থ্য প্রভৃতি সংক্রান্ত তথ্যাদি সংগ্রহ করা যায়।

5.5.3.1.2 অনাবৃত মৃত্তিকা (Bare Soil) ঃ

অনাবৃত মৃত্তিকা পৃষ্ঠ থেকে প্রতিফলন মৃত্তিকার নানা উপাদানের ওপর নির্ভরশীল। ফলে মৃত্তিকার একটি নির্দিষ্ট প্রতিফলন বক্ররেখা পাওয়া যায় না। মৃত্তিকার প্রতিফলনকে যেসব উপাদান নিয়ন্ত্রণ করে সেগুলি হলো—মৃত্তিকার বর্ণ, আর্দ্রতার পরিমাণ, অঙ্গা রাল্লের (Carbonates) উপস্থিতি, আয়রণ অক্সাইডের পরিমাণ প্রভৃতি।

5.5.3.1.3 জল (Water) ঃ

উদ্ভিদ এবং মৃত্তিকার তুলনায় জলের প্রতিফলন অনেক কম। যেখানে উদ্ভিদের প্রতিফলন 50% পর্যন্ত, মৃত্তিকার প্রতিফলন 30% থেকে 40% পর্যন্ত, সেখানে জলের প্রতিফলন সাধারণত 10% বেশী হয় না। জল তড়িৎচুম্বকীয় শক্তির দৃশ্যমান বর্ণালী এবং অবলোহিতবর্তী অংশকে প্রতিফলিত করে। কিন্তু $1{\cdot}2\mu m$ এর পরের শক্তিকে শোষণ করে নেয়। অবশ্য অস্বচ্ছ বা কর্দমাক্ত জলে (Turbid water) এবং ক্লোরোফিল যুক্ত উদ্ভিদপূর্ণ জলে প্রতিফলন সর্বাধিক।

5.6 সংজ্ঞাবহ (Sensor)

সংজ্ঞাবহ (Sensor) এমন একটি যন্ত্রবিশেষ (Device) যার সাহায্যে তড়িৎচুম্বকীয় শক্তির পরিমাপ করা যায়। সংজ্ঞাবহকে দুই শ্রেণীতে ভাগ করা যায় ঃ (ক) পরোক্ষ সংজ্ঞাবহ (Passive sensor) (খ) সক্রিয় সংজ্ঞাবহ (Active sensor)।

পরোক্ষ সংজ্ঞাবহের ক্ষেত্রে শক্তি সরবরাহের জন্য বহিরাগত কোনো কিছুর ওপর নির্ভর করতে হয়। সাধারণতঃ সূর্য থেকে এই শক্তি পাওয়া যায়। ক্যামেরা পরোক্ষ সংজ্ঞাবহের একটি উদাহরণ। সক্রিয় সংজ্ঞাবহের নিজস্ব শক্তি থাকে। এই শ্রেণীর সংজ্ঞাবহ নিজেকে অনেক বেশী নিয়ন্ত্রণ করতে পারে, কারণ এক্ষেত্রে দীপনের তারতম্য ঘটে না। রেডার সক্রিয় সংজ্ঞাবহের অন্যতম উদাহরণ।

5.6.1 পরোক্ষ সংজ্ঞাবহ (Passive Sensor) ঃ

5.6.1.1 গামা-রশ্মি বর্ণালী মাপক (Gama-ray spectrometer) ঃ

গামা-রশ্মি বর্ণালী মাপক যন্ত্রের সাহায্যে মৃত্তিকার উপরিভাগ এবং শিলাস্তরের তেজষ্ক্রিয় ক্ষয়সাধনের পরিমাপ করা যায়। নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য বন্ধনীতে শক্তিকে পরিমাপ করে নির্দিষ্ট খনিজ সম্পদ সম্পর্কে তথ্য আহরণ করা যায়। ফলে খনিজ সম্পদ সন্ধানের জন্য এরূপ সংজ্ঞাবহ ব্যাপকভাবে ব্যবহার করা হয়।

5.6.1.2 আকাশীয় ক্যামেরা (Aerial Camera) ঃ

বিমান চিত্র সংগ্রহের জন্য নির্দিষ্ট বিমানপোতে পরকলা (Lens) এবং পাত (Film) যুক্ত ক্যামেরা রাখা থাকে। ভূপৃষ্ঠ থেকে কম উচ্চতায় পরিক্রমরত উপগ্রহ, নাসা প্রেরিত মহাকাশযান (Space shuttle) প্রভৃতি ক্ষেত্রেও প্রথাগত ক্যামেরা পদ্ধতির সাহায্য নেওয়া হয়।

5.6.1.3 দূরেক্ষণ ক্যামেরা (Video Camera) ঃ

কখনও কখনও প্রতিবিম্ব (Image) সংক্রান্ত তথ্য-সাংখ্যিক (Data) সংগ্রহের জন্য দূরেক্ষণ ক্যামেরা ব্যবহার করা হয়। এগুলি অধিকাংশ ক্ষেত্রে কেবলমাত্র দৃশ্যমান বর্ণালী অঞ্চলে সংবেদনশীল হয়, অবশ্য কখনও কখনও অবলোহিতবর্তী (Near Infrared) অংশের চিত্রগ্রহণে এই ক্যামেরা সক্ষম। সাধারণতঃ অন্য কোনো সংজ্ঞাবহের সাহায্যে সংগৃহীত তথ্যের পরিপূরক তথ্য এই পদ্ধতির মাধ্যমে সংগ্রহ করা হয়।

5.6.1.4 বহু বর্ণালীয় ক্রমবীক্ষক (Multispectral scanner) ঃ

বহুবর্ণালীয় ক্রমবীক্ষক এমন একটি যন্ত্র যা মূলতঃ সূর্যরশ্মির আলোকীয় অংশের প্রতিফলনকে পরিমাপ করতে পারে। একটি ক্রমবীক্ষক নিয়মানুকভাবে ভূপৃষ্ঠকে বিশ্লেষণ করে এবং অবলোহিত অংশের প্রতিফলিত শক্তি পরিমাপ করে। বিভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বন্ধনীতে একযোগে এই কাজ করা হয় বলে একে বহু বর্ণালীয় নামে অভিহিত করা হয়। একটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বন্ধনীর অর্থ হলো তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালীর ''ফাঁক'' বিশেষ, যেখান থেকে শক্তির গড় প্রতিফলন পরিমাপ করা হয়। একাধিক নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বন্ধনীর পরিমাপের কারণ হলো, সেক্ষেত্রে প্রতিটি বন্ধনী ভূপৃষ্ঠের সুনির্দিষ্ট বস্তুর চরিত্র সংক্রান্ত তথ্য সরবরাহ করে। উদাহরণ হিসাবে বলা যায়, ''নীল'' আলোর প্রতিফলন খনিজ পদার্থ সংক্রান্ত তথ্য পরিবেশন করে, অন্যদিকে ''অবলোহিত' আলো নিরোগ উদ্ভিদ সম্পর্কে খবরাখবর জানায়।

5.6.1.5 তাপীয় ক্রমবীক্ষক (Thermal scanner) ঃ

তাপীয় ক্রমবীক্ষকের সাহায্যে তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালীর $10–14\,\mu m$ অঞ্চলের উত্তাপ সংক্রান্ত তথ্য সংগ্রহ করা যায়। এই অংশের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বস্তুর তাপমানের সঙ্গে সরাসরিভাবে যুক্ত। মেঘ, ভূতল ও সাগরজলের উপরিভাগের তাপমাত্রা প্রভৃতি সংক্রান্ত তথ্য আবহাওয়ার পূর্বাভাষ জানানোর জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এ কারণে আবহাওয়া বিজ্ঞান সংক্রান্ত উপগ্রহগুলিতে একটি তাপীয় ক্রমবীক্ষক যুক্ত করা হয়। এই সংজ্ঞাবহের মাধ্যমে জলের সংকোচনের ফলে কৃষিভূমিতে খরা পরিস্থিতি সংক্রান্ত তথ্য সংগ্রহ করা যায়। এছাড়া তাপশক্তি কেন্দ্রের শীতলিকরণের জন্য ছাড়া জলের তাপমাত্রা পরিমাপ করা, কয়লাখনিতে অবস্থিত আগুনের সন্ধান প্রভৃতি কাজেও তাপীয় ক্রমবীক্ষককে ব্যবহার করা হয়।

5.6.1.6 (তড়িৎচুম্বকীয়) বিকিরণ মাপক (Radio meter) ঃ

ভূপৃষ্ঠ এবং ভূগর্ভের উপরিভাগে অবস্থিত মৃত্তিকা এবং শিলাস্তর থেকে দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের (1–100 সে.মি.) আকারে তড়িৎচুম্বকীয় শক্তির বিচ্ছুরণ হয়। ঐ মৃত্তিকা ও শিলাস্তরে জলের পরিমাণ, সেগুলি কোন পদার্থ দিয়ে গঠিত প্রভৃতির ওপর শক্তির বিচ্ছুরণের গভীরতা নির্ভর করে। সংগৃহীত তথ্য থেকে খনিজ সম্পদের সন্ধান, মৃত্তিকা সংক্রান্ত মানচিত্র প্রণয়ণ, মৃত্তিকার আর্দ্রতার পরিমাপ নিরূপণ প্রভৃতি কার্য সম্পাদন করা হয়।

5.6.2 সক্রিয় সংজ্ঞাবহ (Active Sensor) ঃ

5.6.2.1 লেজার ক্রমবীক্ষক (Laser Scanner) ঃ

বিমানে সংযুক্ত লেজার ক্রমবীক্ষক লেজার রশ্মির (অবলোহিত রশ্মি) সাহায্যে বিমান থেকে ভূ-পৃষ্ঠের কোনো নির্দিষ্ট বস্তুর দূরত্ব পরিমাপ করে। এই দূরত্বের সঙ্গে অন্যান্য তথ্য যেমন বিমানের অবস্থান প্রভৃতিকে যুক্ত করে ভূখণ্ডের উচ্চতা নিরূপণ করা হয়। এই পদ্ধতির মাধ্যমে উচ্চ বিভাজনের Digital Terrain Model (DTM) গঠন করা সম্ভব, যা পরবর্তীকালে ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র প্রণয়ণের (Topographical mapping) কাজে ব্যবহার করা হয়। এছাড়া বর্তমানে এই পদ্ধতি ব্যবহার করে বনভূমির উচ্চতার পরিমাপ করা হয় এবং শহরের বাড়ীর ত্রিমাত্রিক মডেল তৈরী করা হয়।

5.6.2.2 রেডার (Radar) ঃ

রেডার শব্দটির পূর্ণরূপ হলো Radio Detection and Ranging. এই সক্রিয় সংজ্ঞাবহটি তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের 1–100 সে.মি. অংশে কাজ করে। এই পদ্ধতির মাধ্যমে নির্দিষ্ট বস্তুর দিকে শক্তি নিক্ষেপ করা হয় এবং পরবর্তীকালে সেই শক্তি সংজ্ঞাবহে ফিরে আসে। এই ফিরে আসাটা নির্ভর করে দীপ্ত ভূ-ভাগের প্রকৃতি এবং দীপন সংকেতের ওপর। যেহেতু এটি একটি সক্রিয় সংজ্ঞাবহ এবং মেঘের মধ্যে অনুপ্রবেশ করতে পারে, তাই এর মাধ্যমে দিবারাত্র এবং সব ধরনের আবহাওয়ার তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব।

5.7 বাহন/মঞ্চ (Platform)

দূর সংবেদনের ক্ষেত্রে সংজ্ঞাবহটিকে কোনো এক বাহন বা মঞ্চের ওপর সংস্থাপন করা হয়। সাধারণভাবে বিমান, উপগ্রহ প্রভৃতি যানকে বাহনের কাজে ব্যবহার করা হয়।

বাহন অথবা মঞ্চকে অবস্থানগত কারণে দুই শ্রেণীতে ভাগ করা যায় ঃ (ক) বিমান বাহিত (Air borne) এবং (খ) মহাকাশ বাহিত (Space borne)। আকাশ থেকে বিমানের সাহায্যে আলোকচিত্র সংগ্রহের জন্য বিশেষভাবে নির্ম্মিত বিমানকে ব্যবহার করা হয়, যার মধ্যে সংজ্ঞাবহটিকে সঠিকভাবে সংস্থাপন করা যায়। কখনও কখনও অতি হালকা যান (Ultra light vehicle), বেলুন, ঘুড়ি প্রভৃতিকে বায়ুমণ্ডলের বাহন হিসাবে ব্যবহার করা হয়। বায়ুমণ্ডল বাহিত যানগুলিকে ভূপৃষ্ঠ থেকে 100 মিটার — 30/40 কিলোমিটার উচ্চতায় স্থাপন করা হয়।

অন্যদিকে মহাকাশবাহিত দূর সংবেদনের ক্ষেত্রে উপগ্রহকে বাহন হিসাবে ব্যবহার করা হয়। মহাকাশে রকেটের সাহায্যে উপগ্রহকে উৎক্ষেপণ করা হয়। পৃথিবীকে নিরীক্ষণ করার জন্য উপগ্রহগুলিকে 150-36,000 কিলোমিটার দূরত্বে কক্ষপথে স্থাপন করা হয়। পৃথিবী থেকে কক্ষপথের দূরত্ব নির্ভর করে উপগ্রহটিকে কি কাজে ব্যবহার করা হবে তার ওপর; বিস্তীর্ণ অঞ্চল সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করা হবে নাকি অপক্ষেকৃত ক্ষুদ্র অঞ্চল থেকে বিস্তৃত তথ্য সংগ্রহ করা হবে।

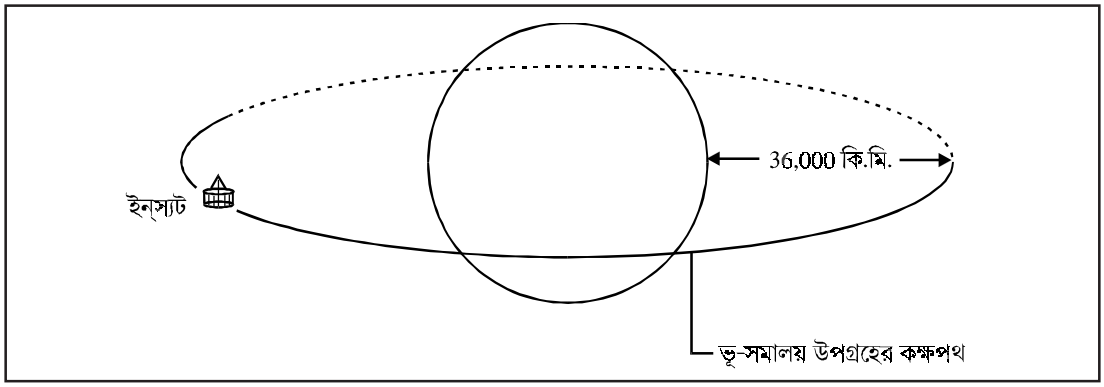
5.8 উপগ্রহের প্রকারভেদ

যে সব বস্তু নির্দিষ্ট কক্ষপথে কোন গ্রহের চতুর্দিকে আবর্তিত হয়, তাকে উপগ্রহ বলে। যেমন—চাঁদ পৃথিবীর একটি উপগ্রহ। এটিকে স্বাভাবিক উপগ্রহ (Natural satellite) হিসাবে চিহ্নিত করা হয়।

অন্যদিকে মনুষ্যসৃষ্ট যে সব উপগ্রহকে মহাকাশে উৎক্ষেপণ করা হয়, তারাও ভূপৃষ্ঠ থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে নির্দিষ্ট কক্ষপথে পৃথিবীকে আবর্তন করে। এগুলিকে কৃত্রিম উপগ্রহ (Artificial satellite) বলে। ইন্স্যট্ গোষ্ঠীর উপগ্রহ অথবা আই.আর.এস গোষ্ঠীর উপগ্রহ কৃত্রিম উপগ্রহের উদাহরণ।

5.8.1 ভূ-সমালয় উপগ্রহ (Geostationary Satellite) ঃ

এই ধরনের উপগ্রহগুলির গতি ও পরিক্রমণ পথ পৃথিবীর গতি ও পরিক্রমণ পথের সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ থাকে। ফলে এগুলিকে পৃথিবীর সাপেক্ষে আপাতদৃষ্টিতে স্থির (Stationary) বলে মনে হয়। পৃথিবী থেকে



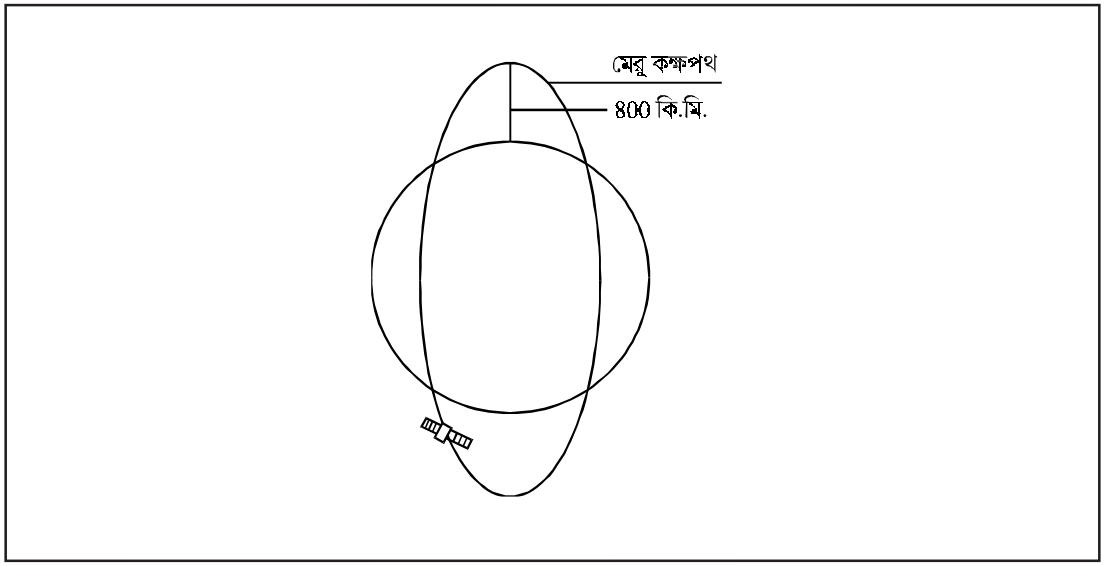
চিত্র 9 ঃ ভূ-সমালয় কক্ষপথ

এই উপগ্রহগুলির দূরত্ব 36,000 থেকে 41,000 কিলোমিটারের মধ্যে হয়। এই ধরনের এক একটি উপগ্রহ ভূপৃষ্ঠের একটি নির্দিষ্ট অবস্থান সম্পর্কে সর্বদা নজর রাখে, অর্থাৎ এর মাধ্যমে 24 ঘণ্টা তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব হয়। এই শ্রেণীর উপগ্রহ আবহাওয়ার বিভিন্ন উপাদান সম্পর্কে নিরীক্ষা, যোগাযোগ ব্যবস্থা, দূরদর্শন সম্প্রসারণ প্রভৃতি কাজে ব্যবহার করা হয়। ভারতীয় উপগ্রহ 'ইন্স্যট' এই শ্রেণীর উপগ্রহ। মহাকাশে ভূ-সমালয় কক্ষপক্ষে (Geostationary orbit) এই শ্রেণীর উপগ্রহগুলিকে সংস্থাপন করা হয় (চিত্র 9)। ফলে এই শ্রেণীর উপগ্রহগুলি ভূ-সমালয় উপগ্রহ নামে পরিচিত।

5.8.2 সূর্য সমন্বয়ী উপগ্রহ (Sun synchronous satellite) ঃ

এই ধরনের উপগ্রহগুলি পৃথিবীকে উত্তর-দক্ষিণে প্রদক্ষিণ করে (চিত্র 10)। সাধারণতঃ উভয় মেরুর 600-1000 কিলোমিটার উচ্চতায় উত্তর-দক্ষিণে কক্ষপথ ধরে এগুলি পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে। ফলে এই

ধরনের উপগ্রহগুলির কক্ষপথ মেরু কক্ষপথ (Polar orbit) নামে পরিচিত। এগুলি নিরক্ষরেখাকে নির্দিষ্ট স্থানীয় সময়ে অতিক্রম করে। সম্পদ অনুসন্ধানকারী উপগ্রহগুলি (Resource satellite) এই শ্রেণীর



চিত্র 11 ঃ সূর্য-সমন্বয়ী উপগ্রহের মেরু কক্ষপথ

অন্তর্গত। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের ল্যান্ডস্যট (Landsat), ফরাসী স্পট (SPOT), ভারতীয় আই.আর.এস. (IRS) প্রভৃতি শ্রেণীর উপগ্রহগুলি সূর্য সমন্বয়ী উপগ্রহের পর্যায়ে পড়ে।

5.9 উপগ্রহ চিত্রের প্রান্তীয় তথ্যাবলী (Marginal information in satellite imagery)

উপগ্রহ চিত্রে সাধারণভাবে নিম্নরূপ প্রান্তীয় তথ্যাবলী দেখতে পাওয়া যায় ঃ

- উৎপন্ন দ্রব্যের শ্রেণী (Product type)
- তথ্য সংগ্রহের তারিখ ও সময় (Data acquisition date & time)
- সংবেদনের নাম (Name of the sensor)
- উপদৃশ্য (Sub scene)
- বন্ধনীর সংজ্ঞা (Band No.)
- পরিবর্ধনের রকমফের (Gain setting)

- পরিক্রমণের পথ ও সারি সংখ্যা (Path No. & Row No.)
- ফরম্যাটের কেন্দ্রভাগের অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ (Format centre : Lat & long)
- সূর্যের উপান্ত ও দিগাংশ (Sun elevation & azimuth)
- উৎপাদনের সংখ্যা (Generation ID)
- উৎপাদনের দিন (Date of generation)
- উৎপাদকের নাম (Generarion agency)
- উৎপাদনের স্থান (Place of generation)
- উপগ্রহের নাম (Name of the satellite)
- অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ (Geocoded চিত্রের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য) (Latitude & longitude)

5.10 ল্যান্ডস্যাট (Landsat)

মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের ল্যান্ডস্যাট পর্যায়ের উপগ্রহ সর্বপ্রথম ভূ-পৃষ্ঠের পুঙ্খানুপুঙ্খ প্রতিবিম্ব নিয়মিতভাবে যোগান দেওয়ার কাজ শুরু করে। ল্যান্ডস্যাট-1 (প্রথমাবস্থার নাম ERTS-1 : Earth Resources Technology Satellite-1) 1972 খ্রীষ্টাব্দের 23 জুলাই মহাকাশে উৎক্ষেপণ করা হয়। পরবর্তীকালে ল্যান্ডস্যাট 7 পর্যন্ত উপগ্রহ উৎক্ষেপণ করা হয়েছে, যদিও ল্যান্ডস্যাট-6 পর্যায়ের উপগ্রহটির উৎক্ষেপণ অসফল ছিল।

ল্যান্ডস্যাট-1 এর বিভাজন (Resolution) মাত্রা ছিল 80 মিটার; পরবর্তীকালে অবশ্য বিভাজনের ব্যাপক উন্নতি হয়েছে। ল্যান্ডস্যাট উপগ্রহের মাধ্যমে বহু বর্ণালীর (Multispectral) বন্ধনী (Band) থেকে তথ্য সংগ্রহ করার সুযোগ থাকায় ভূ-পৃষ্ঠের সম্পদ সংক্রান্ত নানা তথ্য আহরণ করা সম্ভব হয়েছে। এক্ষেত্রে উল্লেখযোগ্য, একটি নির্দিষ্ট বর্ণালীর মাধ্যমে তথ্য সংগ্রহের সময় যত তথ্য সংগ্রহ করা যায়, বহু বর্ণালীর পরিদর্শকের (Multispectral scanner) মাধ্যমে তার থেকে অনেক বেশী তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব।

ল্যান্ডস্যাট পর্যায়ের উপগ্রহগুলির কক্ষপথ সাধারণতঃ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 705-920 কিলোমিটার উচ্চতায় নির্দেশিত ছিল। এই পর্যায়ের প্রথম তিনটি উপগ্রহে মোটামুটি এক ধরনের সংজ্ঞাবহ ছিল, অর্থাৎ চারটি করে বহুবর্ণালীয় পরিদর্শক। এগুলি দৃশ্যমান বর্ণালী ছাড়াও অবলোহিত অঞ্চলের তথ্য সংগ্রহ করতে পারতো। ল্যান্ডস্যাট পর্যায়ের বহুবর্ণালীয় পরিদর্শকের মুখ্য ব্যবহার নিম্নরূপ ঃ

সারণি **1** ঃ **Landsat MSS**-এর বিভিন্ন বর্ণালী বন্ধনীর বিস্তার ও মুখ্য ব্যবহার ঃ

বর্ণালী বন্ধনীর সংখ্যা	তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বিস্তার (μm)	মুখ্য ব্যবহার
4	0·5-0·6	প্রবেশ্যজলের প্রতিরূপ সংগ্রহ, কর্দমাক্ত জলের সনাক্তকরণ, ভূমিভাগের সবুজ উদ্ভিদকে আলাদা করে সনাক্তকরণ, ভূতাত্ত্বিক গঠনের বিভিন্ন রূপকে সনাক্ত করা।
5	0·6-0·7	সাংস্কৃতিক এবং ভূ-সংস্থানিক উপাদানের সনাক্তকরণ, উদ্ভিদের শ্রেণীবিভাগ এবং তাদের ভূমিভাগের বিস্তার নিরূপণ, জলের কর্দমতার পার্থক্য নিরূপণ।
6	0·7-0·8	জলতলের মানচিত্র প্রণয়ন, পর্ণমোচী এবং সরলবর্গীয় বনভূমির পৃথকীকরণ, উদ্ভিদ জগতে সবুজ বায়োমাসের উপস্থিতি নির্ধারণ।
7	0·8-1·1	স্থল এবং জলভাগের সীমা নির্ধারণ, মৃত্তিকা এবং কৃষির পার্থক্য নিরূপণ, আর্দ্রমৃত্তিকা এবং মুক্ত জলরাশির পৃথকীকরণ, রোগগ্রস্ত এবং পোকামাকড়ে আক্রান্ত শস্যক্ষেত্রের নির্জীব অবস্থা সনাক্তকরণ।

ল্যান্ডস্যাট-3 এর ক্ষেত্রে 10·4-12·00 μm অঞ্চলের উপযোগী একটি তাপীয় বন্ধনীকে (Thermal band) যুক্ত করা হয় যার বিভাজন (spatial resolution) 80 মিটার। এর এক একটি দৃশ্য এককভাবে 188 কিলোমিটার অঞ্চলের চিত্র গ্রহণ করতে সক্ষম এবং প্রতি 16 দিন অন্তর একই জায়গার ছবি গ্রহণ করতে পারতো।

ল্যান্ডস্যাট-4 এবং 5-এর ক্ষেত্রে একটি নতুন সংজ্ঞাবহ যুক্ত করা হয়, যার নাম বিষয়ভিত্তিক মানচিত্রণ (Thematic mapper)। ভূপৃষ্ঠ থেকে এই উপগ্রহের উচ্চতা 705 কিলোমিটার। এর সংজ্ঞাবহের মাধ্যমে সাতটি বর্ণালী বন্ধনী থেকে তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব। এক্ষেত্রে বিভাজনেরও যথেষ্ট উন্নতি পরিলক্ষিত হয় (30 মিটার)। অবশ্য তাপীয় বন্ধনীর বিভাজন ছিল 120 মিটার।

সারণি **2** ঃ **Landsat Thematic Mapper**-এর বিভিন্ন বর্ণালী বন্ধনীর বিস্তার ও মুখ্য ব্যবহার ঃ

বর্ণালী বন্ধনীর সংখ্যা	তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বিস্তার (μm)	মুখ্য ব্যবহার
1	0·45-0·52	জলভাগে অনুপ্রবেশ ঃ ফলে তটবর্তী অংশের জলসম্পদের মানচিত্র প্রণয়নের ক্ষেত্রে বিশেষ উপযোগী। মৃত্তিকা এবং উদ্ভিদের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণের সুবিধা এবং অরণ্যের শ্রেণীবিভাগ এবং তদ্‌সংক্রান্ত মানচিত্র প্রণয়ন।

2	0·52-0·60	উদ্ভিদের সবুজ রং-এর প্রতিফলনের পরিমাপ নিরূপণের উপযোগী করে তৈরী করা হয়েছে। উদ্ভিদের শ্রেণীবিভাগ এবং তাদের সতেজতা নিরূপণের জন্য ব্যবহার করা হয়।
3	0·63-0·69	পত্রহরিৎ (Chlorophyll) শোষণের ক্ষেত্রে সংবেদনশীল। বৃক্ষের প্রজাতি নিরূপণের ক্ষেত্রে সাহায্য করে।
4	0·76-0·90	বৃক্ষের শ্রেণীবিভাগ, সতেজতা এবং বায়োমাসের পরিমাণ নির্ধারণ; জলভাগের সীমারেখা নির্ধারণ এবং মৃত্তিকায় আর্দ্রতার পরিমাণ নিরূপণের ব্যাপারে উপযোগী।
5	1·55-1·75	উদ্ভিদ এবং মৃত্তিকার আর্দ্রতা নিরূপণের উপযোগী। তুষার এবং মেঘের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ করতে পারে।
6	10·4-12·5	উদ্ভিদের সতেজ বা নিস্তেজ ভাবকে বিশ্লেষণ করতে সহায়ক। মৃত্তিকায় আর্দ্রতার প্রভেদ নিরূপণ করতে পারে এবং তাপীয় মানচিত্র প্রণয়নের ব্যাপারে ব্যাপকভাবে ব্যবহার করা হয়।
7	2·08-2·35	খনিজ পদার্থ এবং শিলা শ্রেণীর প্রভেদ নির্ণয় করতে পারে। উদ্ভিদের আর্দ্রতার পরিমাণ সম্পর্কে সংবেদনশীল।

1993 খ্রীষ্টাব্দের 5 অক্টোবর উৎক্ষেপিত ল্যান্ডস্যট-6 একটি অসফল অভিযান, যদিও এই উপগ্রহের অষ্টম বন্ধনীটি সর্ববর্ণীয় (Panchromatic) পরিবর্ধিত বিষয়ভিত্তিক মানচিত্রণ (Enhanced Thematic Mapper) হিসাবে যুক্ত করা হয়। অবশ্য পরবর্তীকালে 1999 খ্রীষ্টাব্দের 15 এপ্রিল উৎক্ষেপিত ল্যান্ডস্যট-7 এ সমরূপ সংজ্ঞাবহ যুক্ত করা হয়। এক্ষেত্রে বিভাজনের মাত্রা 15 মিটারে (সর্ববর্ণীয়) উন্নত করা হয়। অবশ্য অন্যান্য ছটি বন্ধনীর (দৃশ্যমান, অবলোহিতবর্তী এবং মধ্যবর্তী অবলোহিত অংশের) বিভাজন 30 মিটার। ETR+-এর অন্তর্গত সপ্তম তাপীয় বন্ধনীর বিভাজন 60 মিটারে উন্নত করা হয়, যদিও পূর্ববর্তী TM পর্যায়ে এর মাত্রা ছিল 120 মিটার।

5.11 স্পট (Spot)

1986 সালের 22 ফেব্রুয়ারী উৎক্ষেপিত স্পট উপগ্রহটিকে নানা কারণে উন্নতমানের উপগ্রহ হিসাবে চিহ্নিত করা হয়। SPOT শব্দের পূর্ণরূপ হল ঃ System Polyvant D'observation De La Terra. তখনকার দিনে এর বিভাজন ছিল উৎকৃষ্টতম (সর্ববর্ণীয় 10 মিটার এবং বহুবর্ণালীয় 20 মিটার)। এই উপগ্রহের মাধ্যমে সর্বপ্রথম ঘন দৃক যুগল চিত্র সংগ্রহ করা সম্ভব হয়, যা ভূমিরূপ বিশ্লেষণের জন্য ভীষণ প্রয়োজনীয়। এর Push broom সংজ্ঞাবহ রৈখিক পংক্তি (Linear array) পদ্ধতিতে তথ্য সংগ্রহ করে। এক্ষেত্রে বহু সংখ্যক

অনুসন্ধায়ীকে (detector) যুক্ত করে রেখা পিছু 10,000 আলাদা আলাদা সন্ধানীকে কাজে লাগান যায়। এই শ্রেণীর সংজ্ঞাবহে কম শক্তির প্রয়োজন হয় এবং এদের কার্যক্ষমতার মেয়াদ অনেক বেশী।

1998 খ্রীষ্টাব্দের মার্চ মাসে উৎক্ষেপিত SPOT-4 উপগ্রহে HRVIR সংজ্ঞাবহ যুক্ত করা হয়, ফলে এই পর্যায়ে তিনটির পরিবর্তে চারটি বন্ধনী যুক্ত হয়। এছাড়া এক্ষেত্রে Vegetation instrument যুক্ত করা হয়, যা ভূ-পৃষ্ঠের পরিদর্শন কার্য যথাযথভাবে এবং দ্রুততার সঙ্গে সম্পাদন করতে পারে।

সারণি 3 ঃ স্পট গোষ্ঠীর উপগ্রহের সংজ্ঞাবহসমূহ ঃ

সংজ্ঞাবহ সংখ্যা	উপগ্রহের ক্রমিক সংখ্যা	তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিস্তার (μm)	বিভাজন (মিটার)
এইচ.আর.ভি. (HRV)	1,2,3	0·51-0·73	10
		0·50-0·59	20
		0·61-0·68	20
		0·79-0·89	20
এইচ.আর.ভি. আই.আর (HRVIR)	4	0·61-0·68	10
		0·50-0·59	20
		0·61-0·68	20
		0·79-0·89	20
		0·58-1·75	20
ভেজিটেশান ইন্সট্রুমেন্ট (Vegetation instrument)	4	0·43-0·47	1000
		0·61-0·68	1000
		0·79-0·89	1000
		1·58-1·75	20

5.12 ভারতীয় দূরসংবেদন উপগ্রহ (Indian Remote Sensing Satellite)

ভারতের প্রথম পরীক্ষামূলক দূর সংবেদন উপগ্রহ হল ভাস্কর-1 (Bhaskara-1)। ভারতীয় মহাকাশ গবেষণা সংস্থার (ISRO : Indian Space Research Organisation)-এর তত্ত্বাবধানে 1973 খ্রীষ্টাব্দে এটির নির্মাণ কার্য শুরু হয়, এবং 1979 খ্রীষ্টাব্দের জুন মাসে এটিকে তখনকার সোভিয়েত যুক্তরাষ্ট্রের উৎক্ষেপণ যানের সাহায্যে সেই দেশ থেকে মহাকাশে উৎক্ষেপণ করা হয়। অতঃপর 1981 খ্রীষ্টাব্দের 20 নভেম্বর সোভিয়েত যুক্তরাষ্ট্র থেকে ভাস্কর-2 (Bhaskara-2) উৎক্ষেপণ করা হয়। এই উপগ্রহের মাধ্যমে ভারতের

ভূমিভাগের প্রায় 1000 মহাকাশে চিত্রসংগ্রহ করা হয়। এক্ষেত্রে দৃশ্যমান এবং অহলোহিতবর্তী বন্ধনীর উপযুক্ত সংজ্ঞাবহ ব্যবহার করা হয়। এই উপগ্রহ থেকে সংগৃহীত তথ্য প্রধানতঃ ভূতত্ত্ব এবং ভূমির বহিরাবরণ সংক্রান্ত সমীক্ষার কাজে ব্যবহার করা হয়েছিল।

প্রকৃত অর্থে প্রথম ভারতীয় সম্পদ উপগ্রহ (Resource satellite) দুটি হলো ঃ **আই.আর.এস.-1A (IRS-1A : Indian Remote Sensing-1A)** এবং **আই.আর.এস.-1B (IRS-1B)**। উপগ্রহ দুটি যথাক্রমে 1988 খ্রীষ্টাব্দের 17 মার্চ এবং 1991 খ্রীষ্টাব্দের 29 অগষ্ট উৎক্ষেপণ করা হয়। এই উপগ্রহ দুটি পৃথিবীকে প্রতি 103 মিনিটে একবার করে পরিক্রমণ করত। পর্যায়ক্রমে 22 দিনে এরা পূর্বতন কক্ষপথে ফিরে আসত। এই পর্যায়ের উপগ্রহে দুটি LISS (Linear Imaging Self Scanning Sensor) সংজ্ঞাবহ ছিল, যা দৃশ্যমান এবং অবলোহিতবর্তী অঞ্চলের তথ্য সংগ্রহ করত। এদের বিভাজন যথাক্রমে 72·5 মিটার এবং 36·25 মিটার।

এই পর্যায়ের দ্বিতীয় প্রজন্মের উপগ্রহ দুটি হলো ঃ **আই.আর.এস.-IC (IRS-IC)** এবং **আই.আর.এস.-ID (IRS-ID)**। উপগ্রহ দ্বয় যথাক্রমে 1995 খ্রীষ্টাব্দের 26 ডিসেম্বর এবং 1997 খ্রীষ্টাব্দের 29 সেপ্টেম্বর মহাকাশে উৎক্ষেপণ করা হয়। এই পর্যায়ে বিভাজন মাত্রার যথেষ্ট উন্নতি সাধন করা হয়, যেমন ঃ সর্ববর্ণীয় 5·8 মিটার ও বহুবর্ণালীয় 70 মিটার। এছাড়া 188 মিটার বিভাজন সম্পন্ন WiFS (Wide Field Sensor) নামে একটি নতুন সংজ্ঞাবহ যুক্ত করা হয়, যার দৃশ্যগ্রহণের ব্যপ্তি (Swath) 810 কিলোমিটার। PAN সংজ্ঞাবহটি উন্নতমানের বিভাজন (5·8 মিটার) ক্ষমতা সম্পন্ন এবং এর দৃশ্য গ্রহণের ব্যপ্তি 70 কিলোমিটার। LISS-III সংজ্ঞাবহটি বহুবর্ণীয় বন্ধনী থেকে তথ্য সংগ্রহ করে (বন্ধনী সংখ্যা 4), যার দুটি দৃশ্যমান (0·52-0·59 μm এবং 0·62-0·68 μm), একটি অবলোহিতবর্তী (0·77-0·86μm) এবং একটি হ্রস্ব তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অবলোহিত (1·55-1·70 μm) অঞ্চলের অন্তর্গত। দৃশ্যমান অবলোহিতবর্তী বন্ধনীর বিভাজন ও দৃশ্য গ্রহণের ব্যপ্তি যথাক্রমে 23·5 মিটার এবং 141 কিলোমিটার। অন্যদিকে হ্রস্ব দৈর্ঘ্যের অবলোহিত বন্ধনীর বিভাজন ও দৃশ্য গ্রহণের ব্যপ্তি যথাক্রমে 70·5 মিটার এবং 148 কিলোমিটার। WiFS সংজ্ঞাবহটি দুটি বর্ণালী বন্ধনী থেকে তথ্য সংগ্রহ করে ঃ দৃশ্যমান (0·62-0·86 μm) এবং অবলোহিতবর্তী (0·77-0·86μm)। ফলে এর সাহায্যে অপ্রকৃতবর্ণ প্রতিরূপ তৈরীর জন্য একটি বন্ধনীকে দুবার ব্যবহার করা প্রয়োজন। এই উপগ্রহ দুটিকে কৃষি, মৃত্তিকা, ভূমিরূপ, ভূমি ব্যবহার, জল সম্পদ, বনজ সম্পদ, খরা ও বন্যা, মানচিত্র প্রণয়ন, নগর পরিকল্পনা, তটরেখার সমীক্ষা প্রভৃতি কাজে ব্যবহার করা হয়। এই উপগ্রহ থেকে প্রাপ্ত ঘন ছদ্‌ক যুগলের সাহায্যে ভূমির উচ্চতা নির্ধারণ করা যায় এবং ভূমিরূপের গঠন সংক্রান্ত নানা চিত্র অবলোকন করা যায়।

রিসোর্সস্যট-1 (Resourcesat-1) উপগ্রহটি 2003 খ্রীষ্টাব্দের 17 অক্টোবর মহাকাশে উৎক্ষেপণ করা হয়। এটি **আই. আর. এস.-P6 (IRS-P6)** নামেও পরিচিত। এটি এই গোষ্ঠীর পূর্ববর্তী উপগ্রহগুলির উত্তরসূরী। এর LISS-III সংজ্ঞাবহটিকে উন্নত করা ছাড়া LISS-IV নামক একটি নতুন সংজ্ঞাবহকে যুক্ত করা হয়েছে। এই উপগ্রহের অধিভারের (payload) অন্তর্গত AWiFS (Advanced Wide Field Sensor) সংজ্ঞাবহটির চারটি বর্ণালী বন্ধনী আছে। AWiFS-এর বিভাজনমাত্রা 56 মিটার এবং দৃশ্যগ্রহণের ব্যপ্তি 740 কি.মি.। এর উচ্চ বিভাজন ক্ষমতা সম্পন্ন সংজ্ঞাবহ কৃষিক্ষেত্রের আরো সুনির্দিষ্ট তথ্য সংগ্রহ করতে পারে। এছাড়াও বন্যা পরিস্থিতি, উদ্ভিদের সতেজতা ইত্যাদি নির্ধারণের ক্ষেত্রেও এর ব্যবহার ব্যাপক।

ওশ্যানস্যট-1 (Oceansat-1) উপগ্রহটি 1999 খ্রীষ্টাব্দের 26 শে মে মহাকাশে উৎক্ষেপণ করা হয়। এটি আই.আর.এস-P4 (IRS-P4) নামেও পরিচিত। এই উপগ্রহের উল্লেখযোগ্য সংজ্ঞাবহ দুটি হলো ঃ ও.সি.এম (OCM : Ocean Colour Monitor) এবং এম.এস.এম.আর. (M.S.M.R : Multi-frequency Scanning Microwave Radiometer)। ও.সি.এম. এর কাজ হল সাগর জলের বর্ণের পরিবর্তন দেখে পলি সঞ্চয়, সামুদ্রিক উদ্ভিদের অবস্থান প্রভৃতি নিরূপণ করা। সামুদ্রিক উদ্ভিদের অবস্থান দেখে মাছের ঝাঁকের উপস্থিতি সম্পর্কে আগাম বার্তা পৌঁছে দেওয়া যায়। অন্যদিকে, এম.এস.এম.আর-এর সাহায্যে বায়ুমণ্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ, সমুদ্রজলের উপরিভাগের বায়ুর গতি, মেঘের জলীয় অংশ, সমুদ্রের উপরিভাগে বৃষ্টির পরিমাণ, তুষার অথবা বরফের আস্তরণ প্রভৃতি সম্পর্কে বিস্তারিত তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব।

কার্টোস্যট-1 (Cartosat-1) উপগ্রহটি 2005 খ্রীষ্টাব্দের 5 মে মহাকাশে উৎক্ষেপণ করা হয়। এটি আই.আর.এস-P5 (IRS-P5) নামেও পরিচিত। এই উপগ্রহটিকে এমনভাবে তৈরী করা হয়েছে, যাতে উচ্চ বিভাজন এবং প্রায় তাৎক্ষণিক দৃক যুগল সংক্রান্ত তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব হয়। এর দুটি সংজ্ঞাবহ (PAN Aft এবং PAN Fore) সমকোণী প্রতিবিম্ব (Ortho image) তৈরী করতে এবং বৃহৎমান (Large scale) মানচিত্র প্রণয়ন করতে সাহায্য করে। এই উপদগ্রহের মুখ্য ব্যবহার হল ঃ নগর পরিকল্পনা, ভূতত্ত্ব, খনিজ সম্পদ এবং তৈল সম্পদ সম্পর্কে তথ্য আহরণ, বিপর্যয় সংক্রান্ত পর্যালোচনা, সামরিক তথ্য সংগ্রহ প্রভৃতি।

5.13 আইকনস (IKONOS)

1999 খ্রীষ্টাব্দের 27 এপ্রিল আইকনস-1 এর অসফল যাত্রার পরে ঐ বছরের শেষের দিকে আইকনস-2 কে মহাকাশে উৎক্ষেপণ করা হয়। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের Space Image-এর সূর্য সমন্বয়ী এই উপগ্রহটি ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 682 কিলোমিটার উচ্চতায় পৃথিবীকে পরিক্রমণ করে। প্রতি 11 দিন অন্তর এটি পূর্বের কক্ষপথে ফিরে আসে। এর এক একটি চিত্র দৃশ্য ভূ-পষ্ঠের 11 কিলোমিটার × 11 কিলোমিটার অংশের চিত্র সংগ্রহ করে। চারটি বহুবর্ণালীয় বন্ধনীতে এটি তথ্য সংগ্রহ করে—যার বিভাজন মাত্রা 4 মিটার। অন্যদিকে সর্ববর্ণীয় বন্ধনীতে এর বিভাজন 1 মিটার। ঐ সময়ে এটিই সর্বোৎকৃষ্ট বিভাজন সম্পন্ন সংজ্ঞাবহ হিসাবে স্বীকৃতি লাভ করে।

সারণী 4 ঃ আইকনস-2 উপগ্রহের সংজ্ঞাবহ ব্যবস্থা ঃ

সংজ্ঞাবহ	বর্ণালী বন্ধনীর বিস্তার **(μm)**	বিভাজন (মিটার)
সর্ববর্ণীয়	0·45-0·90	1
বহুবর্ণালীয়	0·45-0·52	4
	0·52-0·60	
	0·63-0·89	
	0·76-0·90	

5.14 কুইক বার্ড (Quick Bird)

মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের Digital Globe সংস্থার কুইক বার্ড উপগ্রহটি 2001 খ্রীষ্টাব্দের 18 অক্টোবর মহাকাশে উৎক্ষেপণ করা হয়। এই সূর্য সমন্বয়ী উপগ্রহটি ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 450 কিলোমিটার উচ্চতায় পৃথিবীকে পরিক্রমণ করে চলেছে। এর সর্ববর্ণীয় বন্ধনীর বিভাজন 0·61 মিটার—যা আজ পর্যন্ত বিশ্বের শ্রেষ্ঠতম বিভাজন হিসাবে স্বীকৃত। এই উপগ্রহের বহুবর্ণালীয় বন্ধনীর বিভাজন 2·44 মিটার।

সারণী 5 ঃ কুইক বার্ড উপগ্রহের সংজ্ঞাবহ ব্যবস্থা

সংজ্ঞাবহ	বর্ণালী বন্ধনীর বিস্তার **(μm)**	বিভাজন
সর্ববর্ণীয়	0·45-0·90	0·61 (কুবিন্দুতে)
বহুবর্ণালীয়	0·45-0·52	2·44 (কুবিন্দুতে)
	0·52-0·60	
	0·63-0·69	
	0·76-0·90	

5.15 উপগ্রহ দূর সংবেদনের মুখ্য ব্যবহার (Principal applications of satellite remote sensing)

5.15.1 ভূমি ব্যবহার/ভূমির বহিরাবরণ সম্পর্কে সমীক্ষা ঃ

ভূমি ব্যবহার (Land use) এবং ভূমির বহিরাবরণ (Land cover) সর্বেক্ষণের কাজে উপগ্রহ চিত্র সর্বাধিক পরিমাণে ব্যবহার করা হয়। এরূপ সমীক্ষার ক্ষেত্রে প্রথাগত সর্বেক্ষণ প্রক্রিয়া যথেষ্ট সময় সাপেক্ষ, অন্যদিকে দূর সংবেদন পদ্ধতিতে অতি দ্রুত এই কাজ সম্পন্ন করা যায়। প্রথাগত সমীক্ষা শুধু সময় সাপেক্ষই নয়, উপরন্তু খরচ সাপেক্ষও বটে। এছাড়া ভিন্ন ভিন্ন জরীপ পদ্ধতি অবলম্বনের ফলে তথ্যে নানা অসঙ্গতিও দেখা যায়। সেই হিসাবে দূর সংবেদন পদ্ধতিতে সংগৃহীত তথ্যে তুলনামূলকভাবে সঙ্গতিপূর্ণ তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব। ভূমি ব্যবহার সংক্রান্ত ব্যাপারে পূর্বের পরিস্থিতি, বর্তমান পরিস্থিতি, পরিবর্তিত পরিস্থিতি—এ সব কিছুই উপগ্রহ চিত্রকে বিশ্লেষণ করে জানতে পারা যায়।

ভূপৃষ্ঠে অবস্থিত বিভিন্ন বস্তুর প্রতিফলাংক এবং শোষণ ক্ষমতা ভিন্নতর হয়। ফলে উপগ্রহ চিত্রে তারা নিজস্ব বর্ণলী পরিচিত (Spectral signature) বহন করে। এই প্রক্রিয়ায় অতি সহজে বস্তুটিকে সনাক্ত করা যায়। কৃষিজ ভূমি, বনভূমি, জলাভূমি, শহর ও গ্রামীণ আবাসন, রেলপথ, সড়কপথ, নদী, খাল প্রভৃতি প্রতিটি বস্তুকে আলাদা আলাদা ভাবে চিহ্নিত করা যায় এবং সেগুলিকে মানচিত্রে রূপ দেওয়া যায়।

পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে ভূমি ব্যবহারের মানচিত্র প্রণয়নের জন্য দূর সংবেদন ব্যবস্থায় ভিন্ন ভিন্ন সময়ের তথ্য আহরণ করা প্রয়োজন। এক্ষেত্রে খারিফ এবং রবি মরশুমের আলাদা আলাদা উপগ্রহ চিত্র সঠিক ভূমি ব্যবহারকে নির্ধারণ করে। উপগ্রহ চিত্রের সাহায্য নিয়ে শিল্প স্থাপন, নগরায়ণ প্রভৃতি পরিকল্পনা রূপায়ণ এবং বাস্তবায়ন করা সম্ভব। সে ক্ষেত্রে জমির চরিত্র বিশ্লেষণ করে জমি অধিগ্রহণ সংক্রান্ত সমীক্ষা করা যায়।

5.15.2 ভূ-তত্ত্ব/খনিজ সম্পদ আহরণ (Geology/Exploration of minerals) ঃ

দূর সংবেদন পদ্ধতিকে ব্যবহার করে ভূতত্ত্ব এবং খনিজ সম্পদ সংক্রান্ত সমীক্ষার কাজে নানা অন্তরায় বর্তমান। ভূমিভাগে উদ্ভিদের আস্তরণ শিলাস্তরকে আড়াল করে রাখে। এছাড়া শিলার প্রতিফলন বৈশিষ্ট্যে ব্যপক পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়। ফলে বর্ণালী পরিচিতির (Spectral signature) মাধ্যমে নির্দিষ্ট শিলাকে চিহ্নিত করা যথেষ্ট দূরূহ কাজ। অবশ্য বহুবর্ণালী সংবেদন (Hyderspectral sensing) পদ্ধতির মাধ্যমে ভূ-বিদ্যা সংক্রান্ত নানাবিধ তথ্য সংগ্রহ করা যায়। এই পদ্ধতিতে বহুসংখ্যক সংকীর্ণ বন্ধনী (Narrow band) থাকায় ভূমিভাগের খনিজবিদ্যা, জলের গুণাগুণ, ভূ-বিদ্যা সংক্রান্ত সমস্যা প্রভৃতি বিষয়ে একে কাজে লাগান হয়। ভূতাত্ত্বিক গঠনের সীমারেখা নির্ধারণের জন্য দূর সংবেদন পদ্ধতিকে ব্যবহার করা হয়। এই সব গঠন যেমন—ভাঁজ (Fold), চ্যুতি (Fault), ভাঙ্গন (Fracture), রৈখিক দুর্বলতা (Lineament) প্রভৃতি মহাকাশ চিত্রে অতি সহজে চিহ্নিত করা যায় এবং মানচিত্রে চিত্রায়িত করা যায়। এছাড়া গামা-রশ্মি বর্ণালী মাপক যন্ত্রের সাহায্যে শিলাস্তরের তেজস্ক্রিয় ক্ষয়সাধন পরিমাপ করে নির্দিষ্ট খনিজ সম্পদ সম্পর্কে তথ্য আহরণ করা যায়।

5.15.3 কৃষিজ সম্পদ (Agricultural resources) ঃ

কৃষিজ সম্পদ নিরূপণের জন্য দূর সংবেদন উপগ্রহ থেকে প্রাপ্ত তথ্যকে ব্যপকভাবে ব্যবহার করা হয়। উপগ্রহ চিত্র থেকে একদিকে যেমন সেচযোগ্য/অসেচযোগ্য ভূমির পার্থক্য নিরূপণ করা যায়, অন্যদিকে বিভিন্ন ফসলকে চিহ্নিত করা যায়। বিভিন্ন ফসলের অধীনে জমির পরিমাণ নির্ধারণ করা যায়। ফলনের পরিমাণ নিরূপণ করা যায়, অর্থাৎ একক পিছু কোন্ ফসলের উৎপাদন কতটা হবে তাও নির্ধারণ করা সম্ভব হয়। ফলে মোট ফসলের পরিমাণ অনুমান করে ফসলের ঘাটতি হবে অথবা উদ্বৃত্ত ফসল হবে তা নিরূপণ করে সেই অনুযায়ী পরিকল্পনা রচনা করা যায়।

এছাড়া কৃষিক্ষেত্রে নানা প্রকারের বিপর্যয় সংক্রান্ত তথ্য উপগ্রহ চিত্র থেকে পাওয়া যায়। পঙ্গপালের আক্রমণ এবং এর ফলে শস্যহানির পরিমাণ নির্ধারণ করা সম্ভব হয়। খরা অথবা বন্যার ফলে ফসল হানির পরিমাণ নির্ধারণের জন্য উপগ্রহ চিত্র বিশ্বস্ত তথ্য সরবরাহ করে। কীট-পতঙ্গের আক্রমণে ফসলহানির পরিমাণও উপগ্রহ চিত্রকে বিশ্লেষণ করে জানা যায়।

5.15.4 বনজ সম্পদ (Forest resources) ঃ

গভীর অরণ্যে প্রবেশ করে বনজ সম্পদ সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করা খুবই অসুবিধাজনক কাজ, তাই এক্ষেত্রে দূর সংবেদন একমাত্র কার্যকর পদ্ধতি। উপগ্রহ চিত্রের মাধ্যমে আমরা বনভূমির বর্তমান পরিস্থিতি সম্পর্কে নানা প্রকার তথ্য সংগ্রহ করতে পারি। বনজ সম্পদের পরিবর্তিত পরিস্থিতি সংক্রান্ত সমীক্ষার জন্য ভিন্ন ভিন্ন সময়ের উপগ্রহ চিত্র সংগ্রহ করা একান্ত প্রয়োজন। প্রাকৃতিক উদ্ভিদ, বিশেষ করে বিভিন্ন প্রজাতির গাছপালার সঠিক অবস্থান, বনভূমির সীমা নির্ধারণ, বনভূমির অন্তর্গত উন্মুক্ত অঞ্চল চিহ্নিতকরণ, বনভূমির ক্ষয় এবং সঙ্কোচন প্রভৃতি কারণে পরিবর্তন, দাবানলের কারণে বনভূমির ক্ষয়ক্ষতি প্রভৃতি সংক্রান্ত তথ্য উপগ্রহ চিত্রের মাধ্যমে সংগ্রহ করা যায়।

উপগ্রহ চিত্রকে বিশ্লেষণ করে বনভূমির ঘনত্ব সম্পর্কে সম্যক ধারণা করা যায়। রোগগস্ত বৃক্ষরাজি চিহ্নিত করা যায়। মাত্রাধিক গাছ কাটার তথ্য সংগ্রহ করা যায়। অরণ্যভূমিতে ঝুম চাষের বিভিন্ন পর্যায় পর্যালোচনা করা যায়। বর্ণ এবং কৃষ্ণভবর্ণের পার্থক্য থেকে কোথায় চাষের জন্য জঙ্গল কেটে পরিষ্কার করা হয়েছে, কোথায় বা তা জ্বালিয়ে দেওয়া হয়েছে, কোথায় বা বনভূমি ঝুম চাষের পর পরিত্যক্ত হয়েছে, উপগ্রহ চিত্র বিশ্লেষণ করে সব কিছু বোঝা যায়। এই সমীক্ষা আমাদের পরবর্তীকালে বনজ সম্পদ সম্পর্কে পরিকল্পনা রচনা করতে সাহায্য করে।

5.15.5 মৎসানুসন্ধান (Location of fish shoal) ঃ

ভারতের সমুদ্র তটরেখা 7,500 কিলোমিটার দীর্ঘ, কিন্তু সমগ্র বিশ্বের সামুদ্রিক মৎস্য সংগ্রহের মাত্র 2% ভারতের দখলে। দূর সংবেদন পদ্ধতিকে কাজে লাগিয়ে এ দেশের মৎস্য উৎপাদনে যথেষ্ট উন্নতি সাধন করা সম্ভব। আসলে উপগ্রহের মাধ্যমে প্রাপ্ত তথ্য কাজে লাগিয়ে সম্ভাব্য মৎস্য উৎপাদক অঞ্চলকে চিহ্নিত করা যায়, এবং তার থেকে এতদ্‌সংক্রান্ত পরিকল্পনা রচনা এবং রূপায়ণ করা সম্ভব।

ভারতে নোয়া-2 (NOAA-II) উপগ্রহকে কাজে লাগিয়ে আরব সাগর এবং বঙ্গোপসাগরের জলের উপরিভাগের উত্তাপ (SST : Sea Surface Temperature), ঘূর্ণিঝড়ের অবস্থান, সমুদ্র স্রোতের সীমারেখা, তাপের ঢাল (Temperature gradient) প্রভৃতি সংক্রান্ত তথ্য বিশ্লেষণ করে সম্ভাব্য মৎস্যাঞ্চল (PFZ : Potential Fish Zone) সম্পর্কে পূর্বাভাষ দেওয়া হয়। এইসব তথ্য বিশ্লেষণ করে মানচিত্রের আকারে অথবা সাংখ্যিকী পরিসংখ্যানের রূপে ব্যবহারকারীকে সরবরাহ করা হয়।

বর্তমানে ভারতের নিজস্ব উপগ্রহ IRS-P4 (অথবা Oceansat-1)-কে এই কাজে ব্যবহার করা হচ্ছে। Oceansat-1-এর অন্যতম সংজ্ঞাবহ OCM (Ocean Colour Monitor)-এর মাধ্যমে সাগর জলের বর্ণের বৈচিত্র্য পরিলক্ষিত হয়। সাগর জলের সবুজ রঞ্জক পদার্থ (Chlorophyll-a), যা একটি সালোকসংশ্লেষকারী রঞ্জক পদার্থ (Photosynthetic pigment), তার অবস্থান থেকে সমুদ্রে অবস্থিত ক্ষুদ্র জলজ উদ্ভিদ (Phytoplankton)-এর পরিমাণ নির্ধারণ করা যায়। সম্ভাব্য মৎসাঞ্চলের সঙ্গে এর সম্পর্ক অঙ্গাঙ্গিভাবে জড়িত। ফলে এই পদ্ধতির মাধ্যমে ধীবর সমাজকে মাছের ঝাঁকের সম্ভাব্য অবস্থান সম্পর্কে আগাম বার্তা পৌঁছে দেওয়া সম্ভব হচ্ছে।

5.15.6 জলাভূমির সংরক্ষণ (Wetland protection/management) ঃ

জলাভূমি পরিবেশকে বহুলাংশে নিয়ন্ত্রণ এবং প্রভাবিত করে। জলাভূমিতে নানাবিধ গাছপালা এবং প্রাণী জগতের বৈচিত্র্য দেখা যায়। মৎস্যকূল, পক্ষীসমূহ, নানা প্রজাতির কচ্ছপ, কুমীর প্রভৃতির বাসস্থল এই জলাভূমি। বহু বিরল প্রজাতির প্রাণী যেমন—মণিপুরের লোকতাল হ্রদের বাদামী হরিণের (Brown Antlered Deer) বাস জলাভূমি। এছাড়া পরিযায়ী পাখীরা বহু দূর দেশ থেকে নির্দিষ্ট ঋতুতে জলাভূমিতে এসে হাজির হয়। তাই প্রাণী বৈচিত্র্যের আধার এইসব জলাভূমি। কিন্তু জলাভূমির অবৈজ্ঞানিক এবং অপরিমিত ব্যবহার পরিবেশের ভারসাম্য নষ্ট করে দিচ্ছে।

উপগ্রহ দূর সংবেদনের বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে পুনঃ দৃশ্যযোগ্যতা, বিস্তৃত দৃশ্য, বহুবর্ণালীয় পদ্ধতির সুযোগ প্রভৃতি অন্যতম। এই পদ্ধতিগুলিকে ব্যবহার করে জলাভূমিসমূহকে নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করা, তথ্যের তালিকা প্রস্তুত করা এবং ঐ তথ্যের ভিত্তিতে মানচিত্র প্রণয়ন করা সম্ভব। প্রকৃতপক্ষে উপগ্রহ চিত্রের সাহায্যে জলাভূমির জলরাশির প্রসার ও সংকোচন, জলের কর্দমাক্ততা, জলজ উদ্ভিদের প্রকৃতি ও পরিমাণ প্রভৃতি বিষয়ে অনুসন্ধানের কাজ তুলনামূলকভাবে কম খরচ করা সম্ভব।

একটি অপ্রকৃতবর্ণ প্রতিরূপে জলাভূমির জলপূর্ণ অংশকে, জলের গভীরতা এবং তলানি বস্তুসমূহের প্রকৃতি অনুযায়ী ভিন্ন ভিন্ন নীল বর্ণে দেখা যায়। যদি জলের উপরিভাগ কচুরিপানা জাতীয় উদ্ভিদ পূর্ণ হয়, তাহলে চিত্রে তাকে গোলাপী লাল রং-এ দেখা যায়। জলতলের উদ্ভিদ বাদামী রং-এ প্রতিভাত হয়। এছাড়া জলস্তরের মাত্রা জলাভূমির সীমানা নির্ধারণে সাহায্য করে।

এখানে উল্লেখযোগ্য, আমাদের দেশের জলাভূমির সীমানা চিহ্নিতকরণ এবং শ্রেণী বিভাগের জন্য IRS-1A এবং 1B-র LISS-1 এবং LISS-II সংজ্ঞাবহের সাহায্যে অপ্রকৃতবর্ণ প্রতিরূপ তৈরী করা হয়েছিল (1992/93)। দূর সংবেদন পদ্ধতিকে ব্যবহার করে জলাভূমির সীমানা নির্ধারণ সংক্রান্ত এই কার্যক্রম সাফল্যের সঙ্গে সম্পাদন করা সম্ভব হয়েছে।

5.15.7 শহরের বিস্তার (Urban sprawl) ঃ

ভারতের মত উন্নয়নশীল দেশের লোকজনদের গ্রাম থেকে শহরে এসে বসবাস করার প্রবণতা লক্ষ্য করা যায়। ফলে শহরের উপকণ্ঠে অপরিকল্পিতভাবে জনবসতি গড়ে ওঠে, যেখানে যথাযথ এবং পরিপূর্ণ নাগরিক সুযোগ সুবিধার যোগান দেওয়া অসম্ভব হয়ে দাঁড়ায়। এক্ষেত্রে উপগ্রহ চিত্র প্রভূত সাহায্য করতে পারে। উচ্চ বিভাজনের উপগ্রহ চিত্র শহরের ভূমি ব্যবহার থেকে শুরু করে বিবিধ নাগরিক পরিকাঠামো সংক্রান্ত তথ্যাদি সরবরাহ করে। শহরের আশেপাশের খালি জমি-জমার সন্ধান দেয়। এসব তথ্যের উপর ভিত্তি করে শহরের উপকণ্ঠে পরিকল্পিতভাবে নতুন নতুন আবাসন প্রকল্পের রূপদান করা সম্ভব। নবগঠিত এই সব উপনগরীর পরিকাঠামো রূপায়ণের জন্য উপগ্রহ চিত্র থেকে প্রাপ্ত তথ্য প্রভূত সাহায্য করে।

5.15.8 তুষার সমীক্ষা (Snow study) ঃ

হিমালয় অঞ্চলের সুউচ্চ পর্বতমালায় তুষারের আবরণকে প্রাকৃতিক সম্পদ বলে গণ্য করা হয়। তাপমাত্রার তারতম্য হেতু বরফ গলে গেলে তা নদীর জলপ্রবাহকে প্রভাবিত করে। এমনকি এর ফলে সেচ ব্যবস্থা, জলবিদ্যুৎ উৎপাদন প্রভৃতি বিষয়গুলিও প্রভাবিত হয়। এ কারণে হিমালয় অঞ্চলে তুষারাঞ্চল সমীক্ষার জন্য নানাবিধ দূর সংবেদন পদ্ধতিকে কাজে লাগানো হয়। বিভিন্ন সংজ্ঞাবহ, যেমন LISS-I, LISS-II, LISS-III, WiFS, AWiFs, AVHRR প্রভৃতির সাহায্যে তুষারের গতি প্রকৃতি সম্পর্কে প্রতিনিয়ত অনুসন্ধানের কাজ করা হয়।

এক্ষেত্রে মেঘ ও ছায়া নানা প্রকারের প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করে। কখনও কখনও মেঘ এবং তুষারাবৃত অঞ্চলের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ করা কষ্টসাধ্য হয়। অভিজ্ঞতায় দেখা গেছে, সাংখ্যিক পদ্ধতির (Digital technology) পরিবর্তে অবলোকন পদ্ধতির (Visual technique) প্রয়োগ এক্ষেত্রে সফলতা আনে। অপ্রকৃতবর্ণ প্রতিরূপ (False colour image) বিশ্লেষণ করে হিমবাহের সীমানা, গ্রাবরেখার অবস্থান, গ্রাবরেখার বাধায় তৈরী হ্রদ প্রভৃতি সম্পর্কে নানা তথ্য আহরণ করা যায়। হিমবাহের পশ্চাৎ অপসরণ পরিবেশের ওপর নানা প্রভাব বিস্তার করে। উপগ্রহ চিত্র বিশ্লেষণের মাধ্যমে এর সঠিক চরিত্র নির্ধারণ করা সম্ভব।

5.15.9 ভূমিরূপ (Landform) ঃ

ভূ-পৃষ্ঠে বিভিন্ন প্রকারের ভূমিরূপ দেখতে পাওয়া যায়। উপগ্রহ দূর সংবেদন পদ্ধতির মাধ্যমে আমরা সেগুলির বিশ্বস্ত চিত্ররূপ সংগ্রহ করতে পারি। বর্তমানে বিভিন্ন প্রকারের উপগ্রহের মাধ্যমে, যেমন SPOT, IRS-1C, IRS-ID প্রভৃতি ঘন দৃক যুগল সংগ্রহ করা যায়—এবং এগুলি ত্রিমাত্রিক চিত্র প্রস্তুত করতে সাহায্য করে, যা ভূমিরূপ সমীক্ষার কাজে ভীষণ প্রয়োজন। উপগ্রহ চিত্র বিশ্লেষণ করে আমরা নদীর প্রকৃতি, নদীর ভাঙন, নদীর গতিপথের পরিবর্তন, নদীর মোহনার বিস্তার, নদী সঞ্চয়, বিভিন্ন ভূমিরূপ গঠন, ব-দ্বীপ গঠন, সমভূমি এবং প্লাবনভূমির বিস্তার প্রভৃতি সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করতে পারি।

5.15.10 আবহাওয়া (Weather) ঃ

উপগ্রহ চিত্র থেকে মেঘের অবস্থান, নিম্নচাপ কেন্দ্রের অবস্থান, ঘূর্ণিঝড়ের উৎপত্তি, অবস্থান ও অগ্রগতি এবং এতদ্‌সংক্রান্ত ক্ষয়ক্ষতির সম্ভাবনা সম্পর্কে নানাবিধ তথ্য সংগ্রহ করা যায়। এইসব তথ্য বিশ্লেষণ করে অতি সহজেই আবহাওয়ার পূর্বাভাষ দেওয়া যায় এবং সম্ভাব্য দুর্যোগের মোকাবিলা করার জন্য অগ্রিম পরিকল্পনা রচনা করা যায়।

5.16 সারাংশ

দূর সংবেদন পদ্ধতিকে ব্যবহার করে ভূপৃষ্ঠের নানাবিধ তথ্য সংগ্রহ করা যায়। এইসব সংগৃহীত তথ্যের ওপর ভিত্তি করে সম্পদের পরিমাণ নির্ধারণ করা যায় এবং তদ্‌সংক্রান্ত পরিকল্পনা রচনা করা যায়।

দূর সংবেদনের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির প্রধান উৎস হল সূর্য। অবশ্য কোন কোন সংজ্ঞাবহের নিজস্ব শক্তি থাকে। সৌরশক্তি পূর্ণ মাত্রায় ভূ-পৃষ্ঠে এসে পৌঁছাতে পারে না—আবহাওয়া মণ্ডলে কিছুটা বিচ্ছুরণ ঘটে, অথবা শোষিত হয়। অতঃপর ভূ-পৃষ্ঠে সৌরশক্তির অবশিষ্ট যে অংশটি এসে পৌঁছায়, বিভিন্ন বস্তুসমূহ থেকে তাদের ভিন্ন ভিন্ন প্রকারের প্রতিফলন হয় ঃ অনাবৃত মৃত্তিকার প্রতিফলন বেশী, অন্যদিকে জলের প্রতিফলন কম, কিন্তু শোষণ বেশী। এইভাবে বিভিন্ন বস্তুর প্রতিফলন, শোষণ প্রভৃতির ভিন্নতা হেতু তাদের পৃথক সত্ত্বা সনাক্ত করা সম্ভব।

দূর সংবেদনের জন্য বিভিন্ন প্রকারের সংজ্ঞাবহ ব্যবহার করা হয়, যার কোনটা পরোক্ষ, কোনটা সক্রিয়। এই সংজ্ঞাবহগুলিকে বিভিন্ন প্রকারের বাহন বা মঞ্চে প্রতিস্থাপন করা হয়।

বর্তমানে কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে বহুবিধ তথ্য সংগ্রহ করা হয়। উপগ্রহগুলিকে দুটি শ্রেণীতে ভাগ করা যায়—ভূ-সমালয় উপগ্রহ এবং সূর্য সমন্বয়ী উপগ্রহ। প্রথম শ্রেণীর উপগ্রহ আবহাওয়ার পূর্বাভাষ। টেলি যোগাযোগ, দূরদর্শনের সরাসরি সম্প্রচার প্রভৃতি কাজে ব্যবহৃত হয়। অন্যদিকে দ্বিতীয় শ্রেণীর উপগ্রহের সাহায্যে ভূপৃষ্ঠের এবং জলভাগের সম্পদ সম্পর্কে নানাবিধ তথ্য আহরণ করা হয়।

ল্যান্ডস্যাট সর্বপ্রথম কার্যকারী সম্পদ উপগ্রহ। স্পট, আইকনস, কুইকবার্ড প্রভৃতি অন্যান্য উল্লেখযোগ্য সূর্য সমন্বয়ী উপগ্রহ। ভারত উপগ্রহ গবেষণার ক্ষেত্রে বিশ্বে গুরুত্বপূর্ণ স্থান দখল করে আছে। আই.আর.এস. গোষ্ঠীর ভারতীয় সম্পদ উপগ্রহগুলি একযোগে ভিন্ন ভিন্ন সংজ্ঞাবহের মাধ্যমে নানা মাত্রায় তথ্য সংগ্রহ করে। সম্পদ উপগ্রহের মাধ্যমে প্রাপ্ত তথ্যের মুখ্য ব্যবহার হল ঃ ভূমি ব্যবহার এবং তদ্‌সংক্রান্ত মানচিত্র প্রণয়ন, খনিজ সম্পদ, কৃষিজ সম্পদ, বনজ সম্পদ প্রভৃতি সংক্রান্ত সমীক্ষা, মৎসানুসন্ধান ইত্যাদি।

5.17 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. দূর সংবেদনের সংজ্ঞা নিরূপণ করুন।
2. দূর সংবেদন সম্পর্কে রাষ্ট্রপুঞ্জে গৃহীত সিদ্ধান্ত সম্পর্কে যাহা জানেন লিখুন।
3. সক্রিয় এবং পরোক্ষ সংজ্ঞাবহের পার্থক্য নিরূপণ করুন।
4. বায়ুমণ্ডলে শক্তির মিথষ্ক্রিয়ার ফলে কিরূপ প্রতিক্রিয়া দেখা যায়?
5. ভূপৃষ্ঠে শক্তির মিথষ্ক্রিয়া সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত বিবরণ দিন।
6. উদ্ভিদ, অনাবৃত মৃত্তিকা এবং জলের প্রতিফলক কিরূপ?

7. সংজ্ঞাবহ এবং বাহন বা মঞ্চের কাজ কি?
8. কৃত্রিম উপগ্রহের শ্রেণীবিভাগ করুন। সূর্য সমন্বয়ী উপগ্রহ সম্পর্কে যাহা জানেন লিখুন।
9. উপগ্রহ চিত্রের প্রান্তীয় তথ্যাবলী কি কি?
10. কুইকবার্ড কি? ইহার সংজ্ঞাবহের বিভাজন কিরূপ?
11. সম্পদ উপগ্রহের মূল ব্যবহার কি কি?
12. উপগ্রহের সাহায্যে কিভাবে মৎসানুসন্ধান করা হয়?
13. জলাভূমি সংরক্ষণে উপগ্রহ চিত্রকে কিভাবে কাজে লাগান যায়?
14. তুষার সমীক্ষার জন্য উপগ্রহ চিত্রের প্রয়োজন কি?
15. আই.আর.এস (IRS) গোষ্ঠীর উপগ্রহগুলি কি কি? ইহাদের সংজ্ঞাবহের সংক্ষিপ্ত পরিচয় দিন।

সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন ঃ

1. র‍্যালে বিচ্ছুরণ কাকে বলে?
2. মাই বিচ্ছুরণের ফলে উপগ্রহ চিত্রে কিরূপ প্রতিক্রিয়া দেখা যায়?
3. গামা-রশ্মি বর্ণমাপক কাকে বলে?
4. দূরেক্ষণ ক্যামেরার কাজ কি?
5. তাপীয় ক্রমবীক্ষণ কাকে বলে?
6. তড়িৎচুম্বকীয় বিকিরণ মাপকের কাজ কি?
7. লেজার ক্রমবীক্ষক কিরূপ যন্ত্র?
8. তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালীর কোন অংশে রেডার কাজ করে?
9. বাহন বা মঞ্চের সংজ্ঞা নিরূপণ করুন।
10. ভূ-সমালয় কক্ষপথ কাকে বলে?
11. স্পট (SPOT)কি?
12. আইকনস-এর সংজ্ঞাবহের বিভাজন কিরূপ?
13. উপগ্রহের কোন কোন তথ্যের ওপর নির্ভর করে আবহাওয়ার পূর্বাভাষ দেওয়া যায়?
14. উপগ্রহ চিত্র থেকে খনিজ সম্পদ সম্পর্কে তথ্য আহরণ কিভাবে করা যায়?

5.18 উত্তরমালা

1. 5.2 অংশ দেখুন।
2. 5.4 অংশ দেখুন।
3. 5.5.1.4 অংশ দেখুন।
4. 5.5.2 অংশ দেখুন।
5. 5.5.3 অংশ দেখুন।
6. 5.5.3.1.1, 5.5.3.1.2 এবং 5.5.3.1.3 অংশগুলি দেখুন।
7. 5.6 এবং 5.7 অংশ দুটি দেখুন।
8. 5.8.1 এবং 5.8.2 অংশ দুটি দেখুন।
9. 5.9 অংশ দেখুন।
10. 5.14 অংশ দেখুন।
11. 5.15.1 থেকে 5.15.10 অংশগুলি দেখুন।
12. 5.15.5 অংশ দেখুন।
13. 5.15.6 অংশ দেখুন।
14. 5.15.8 অংশ দেখুন।
15. 5.12 অংশ দেখুন।

সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন ঃ

1. 5.5.2.2.1 অংশ দেখুন।
2. 5.5.2.2.2 অংশ দেখুন।
3. 5.6.1.1 অংশ দেখুন।
4. 5.6.1.3 অংশ দেখুন।
5. 5.6.1.5 অংশ দেখুন।
6. 5.6.1.6 অংশ দেখুন।
7. 5.6.2.1 অংশ দেখুন।
8. 5.6.2.2 অংশ দেখুন।
9. 5.7 অংশ দেখুন।

10. 5.8.1 অংশ দেখুন।

11. 5.11 অংশ দেখুন।

12. 5.13 অংশ দেখুন।

13. 5.15.10 অংশ দেখুন।

14. 5.15.2 অংশ দেখুন।

গ্রন্থপঞ্জী

1. Remote Sensing and Image Interpretation–T.M. Lillesand, and R.V. Kiefer–1979
2. Fundamentals of Remote–George Joseph–2005
   Sensing
3. Remote Sensing and its–L.R.A. Narayan–1999
   Applications

একক 6 ❑ বিমান আলোক চিত্র ঃ পরিচিতি ও পঠন পাঠন (Aerial Photography)

গঠন

6.0 প্রস্তাবনা

6.1 উদ্দেশ্য

6.2 বিমান আলোকচিত্রের সংজ্ঞা

6.3 আলোকচিত্র এবং অ-আলোকচিত্র দূর সংবেদন পদ্ধতি

6.4 আলোক চিত্রমিতি এবং বিমান আলোকচিত্র বিশ্লেষণ

6.5 বিমান আলোকচিত্রের সুবিধা ও অসুবিধা / সীমাবদ্ধতা

6.6 আকাশীয় ক্যামেরা

6.7 বিমানচিত্রের ঐতিহাসিক পটভূমিকা

6.8 আলোকচিত্রের পরকলা

6.9 বিচ্যুতি

6.10 আলোক চিত্রের প্রকারভেদ

- **6.10.1** উল্লম্ব আলোকচিত্র
- **6.10.2** অনুভূমিক আলোকচিত্র
- **6.10.3** তির্যক আলোকচিত্র
- **6.10.4** অভিসারী আলোকচিত্র
- **6.10.5** ত্রিমিতিকোণ আলোকচিত্র

6.11 কৌণিক বিস্তার অনুসারে আলোকচিত্রের শ্রেণী বিভাগ

6.12 বিমান আলোকচিত্রের জ্যামিতি

- **6.12.1** সমান্তরাল অভিক্ষেপ
- **6.12.2** সমকোণীয় অভিক্ষেপ
- **6.12.3** কেন্দ্রীয় অভিক্ষেপ

6.13 স্কেল নিরূপণ

6.14 ঘন দৃক যুগল

6.15 ঘনবীক্ষণ যন্ত্র

- **6.15.1** পকেট ঘনবীক্ষণ যন্ত্র
- **6.15.2** দর্পণ ঘনবীক্ষণ যন্ত্র

6.16 বিমান আলোকচিত্রের প্রান্তীয় তথ্যাবলী
6.17 প্রতিবিম্ব বৈশিষ্ট্যের মাধ্যমে আলোকচিত্রের বস্তু সনাক্তকরণ
6.18 মুখ্যবিন্দু, অনুবন্ধ বিন্দু ও কার্যকারী অঞ্চল সনাক্তকরণ
6.19 দ্রুত আলোকচিত্র বিন্যস্তকরণ
6.20 সতর্কতার সঙ্গে আলোকচিত্র বিন্যস্তকরণ
6.21 সারাংশ
6.22 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী
6.23 উত্তরমালা

6.0 প্রস্তাবনা

বিমান আলোকচিত্রের মাধ্যমে ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত বিভিন্ন বস্তুর পরিচয় বিশ্বস্ততার সঙ্গে সংগ্রহ করা যায়। যদিও পূর্বে এই ধরনের আলোকচিত্র গ্রহণের জন্য নানা মাধ্যম, যেমন ঘুড়ি, পাখী প্রভৃতির সাহায্য নেওয়া হত, কিন্তু বর্তমানে মূলত বিমানপোতে স্থাপিত ক্যামেরার সাহায্যে আলোকচিত্র সংগ্রহ করা হয়। সেই কারণে এই পদ্ধতিকে বিমান আলোকচিত্র হিসাবেই চিহ্নিত করা হয়। বিজ্ঞান ও কারিগরী পদ্ধতির উন্নতি এবং অগ্রগতির সঙ্গে সঙ্গে মহাকাশ যানে স্থাপিত সংজ্ঞাবহের মাধ্যমে আমরা ভূ-পৃষ্ঠের নানা তথ্য সংগ্রহ করতে পারি, তথাপি সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম বিষয় সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহের ক্ষেত্রে আজও বিমান আলোকচিত্রের কোনো বিকল্প নেই।

যদিও বিমানবাহিত ক্যামেরার সাহায্যে গৃহীত আলোকচিত্র ভূ-পৃষ্ঠের সম্পদ সমীক্ষার ক্ষেত্রে প্রভূত সাহায্য করে, কিন্তু এই আলোকচিত্র নিরীক্ষণ করার জন্য এবং সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম তথ্য সংগ্রহের জন্য নানাবিধ যন্ত্রের সাহায্য নিতে হয়। এই সব যন্ত্র একদিকে আলোকচিত্রে ধৃত বস্তুসমূহের প্রতিবিম্ব বহুলাংশে আকারে বড় করে দেখায়, অন্যদিকে এর সাহায্যে ত্রি-মাত্রিক ছবি দেখার সুযোগ হয়। আলোকচিত্র থেকে বিভিন্ন বস্তুকে চিহ্নিত করার জন্য নানা নির্দেশিকাও আছে। এইভাবে আমরা আলোকচিত্রের সঠিক পাঠ থেকে নানা গুপ্ত তথ্য আহরণ করতে পারি।

6.1 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করলে আপনারা এই বিষয়গুলি অনুধাবন করতে পারবেন ঃ

- বিমান আলোকচিত্রের সংজ্ঞা।
- আলোকচিত্র সংগ্রহের জন্য প্রয়োজনীয় সংজ্ঞাবহ ও বাহন / মঞ্চ।
- বিমান আলোকচিত্রের ঐতিহাসিক পটভূমিকা।

- বিমান আলোকচিত্রের প্রকারভেদ।
- বিমান আলোকচিত্রের রহস্য উৎঘাটনের জন্য বিভিন্ন যন্ত্রের ব্যবহার।
- বিমান আলোকচিত্রের প্রান্তীয় তথ্যাবলী।
- আলোকচিত্রে উপস্থিত বস্তুসমূহের সনাক্তকর পদ্ধতি।
- আলোকচিত্র পঠন পাঠন পদ্ধতি।

6.2 বিমান আলোকচিত্রের সংজ্ঞা (Definition of Aerial Photograph)

আলোকচিত্র বা Photography দুটি শব্দের সমন্বয়ে গঠিত ঃ আলোকরশ্মির (Photo) সাহায্যে যে রেখচিত্রটি (Graph) নির্মাণ করা হয় তাকে আলোকচিত্র (Photograph) বলে। বিমানে অবস্থিত ক্যামেরার সাহায্যে যখন আলোকচিত্র সংগ্রহ করা হয়। তখন তাকে বিমান আলোকচিত্র বা Aerial Photograph হিসাবে চিহ্নিত করা হয়। এক্ষেত্রে বিমানটি বায়ুমণ্ডলে অবস্থান করে।

6.3 আলোকচিত্র এবং অ-আলোকচিত্র দূর সংবেদন (Photographic and non photographic Remote Sensing)

আলোকচিত্র নির্মাণের পদ্ধতি হল ঃ কোনো বস্তুর ওপর প্রতিফলিত আলোকরশ্মি রাসায়নিক প্রলেপ যুক্ত পাতের (Film) ওপর ঐ বস্তুর প্রতিবিম্ব (Image) তৈরি করে। অন্যদিকে অ-আলোকচিত্র (Non photographic) দূর-সংবেদন পদ্ধতিতে কোনো বস্তুর ওপর শক্তির অনুভূতি প্রতিফলন বা বিচ্ছুরণের মাধ্যমে সাংখ্যিক রেকর্ডারে সংকেত হিসাবে সংগৃহীত হয় এবং পরবর্তীকালে তার থেকে চিত্রসম প্রতিবিম্ব তৈরি করা হয়।

এছাড়া বিমানের সাহায্যে আলোকচিত্র সংগ্রহের ক্ষেত্রে বিমানবাহিত ক্যামেরা আবহমণ্ডলে (Air borne) অবস্থান করে। অন্যদিকে উপগ্রহ চিত্রের ক্ষেত্রে সংজ্ঞাবহসহ উপগ্রহটি মহাকাশে (Space borne) অবস্থান করে।

এখানে উল্লেখ্য, আলোকচিত্র পদ্ধতির মাধ্যমে তড়িৎ-চুম্বকীয় বর্ণালীর 0.2 থেকে 1.2 mm পর্যন্ত তথ্য সংগ্রহ করা যায়। কিন্তু আলোকচিত্র অঞ্চলের (Photographic region) বাইরের তথ্য সংগ্রহ করতে হলে অ-আলোকচিত্র দূর সংবেদন পদ্ধতির সাহায্য নিতে হয়।

6.4 আলোকচিত্রমিতি এবং বিমান আলোকচিত্র বিশ্লেষণ (Photogrammetry and Aerial Photo Interpretation)

বিমান আলোকচিত্রের মাধ্যমে আমরা দু'ধরনের তথ্য সংগ্রহ করতে পারি ঃ

(১) **মেট্রিক তথ্য (Metric information)** ঃ অর্থাৎ কোনো বস্তুর ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থান সম্পর্কিত তথ্য। বস্তুটির সঠিক অবস্থান তার রৈখিক পরিমাপ থেকে নির্ণয় করা যায়। যেমন—দূরত্ব, কৌণিক অবস্থান ইত্যাদি। এটি আলোকচিত্রমিতির বিষয়বস্তু।

(২) **সিম্যান্টিক্ তথ্য (Semantic information)** ঃ অর্থাৎ বস্তুটির প্রকৃতি বা নিজস্বতা সম্পর্কীয় তথ্য। অন্যভাবে বলা যায় কোনো বস্তুর সঠিক যে চরিত্রটি বিমান আলোকচিত্রের মাধ্যমে প্রতিবিম্ব হিসাবে ধরা পড়ে সেটি বিমান আলোকচিত্র বিশ্লেষণের বিষয়বস্তু।

এখানে মনে রাখা দরকার, বিমান আলোকচিত্রে সমস্ত রকমের সিম্যান্টিক্ তথ্য দেখতে পাওয়া যায় না, যার সাহায্যে আমরা ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র (Topographic map) তৈরি করতে পারি। যেমন—অ-প্রাকৃতিক সীমারেখা, স্থানবিশেষের নাম, কোনো গৃহের নির্দিষ্ট প্রকৃতি—এগুলি বিমান মানচিত্রের তথ্য হিসাবে সংগ্রহ করা যায় না। অর্থাৎ বিমান আলোকচিত্রকে আমরা তথ্য সংগ্রহের একমাত্র পদ্ধতি হিসাবে গ্রহণ করতে পারি না।

6.5 বিমান আলোকচিত্রের সুবিধা ও অসুবিধা / সীমাবদ্ধতা (Advantages and disadvantages of aerial photography)

বিমান আলোকচিত্রের সুবিধা ঃ

(১) এটি পদ্ধতি ও প্রযুক্তির দিক থেকে অতি সহজ ও সরল।

(২) এই পদ্ধতিটি তুলনামূলকভাবে কম ব্যয়সাপেক্ষ।

(৩) এর মাধ্যমে আমরা কোনো বস্তুর অবস্থানগত বিস্তৃত তথ্য এবং জ্যামিতিক বস্তুনিষ্ঠতা সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করতে পারি। যথাযথ যন্ত্র ব্যবহার করে আলোকচিত্র থেকে নির্দিষ্ট বস্তুর দৈর্ঘ্য, উচ্চতা, আয়তন প্রভৃতি নিরূপণ করা যায়।

(৪) দুর্গম অঞ্চলের তথ্য সংগ্রহ করা যায়, যা অন্যান্য প্রচলিত জরীপ প্রণালীর সাহায্যে সংগ্রহ করা কষ্টকর বা অসম্ভব।

(৫) ফোকাল দৈর্ঘ্য এবং বিমানের উড্ডয়ন উচ্চতা পরিবর্তন করে বিমান আলোকচিত্রের স্কেলের পরিবর্তন করা সম্ভব।

বিমান আলোকচিত্রের অসুবিধা/সীমাবদ্ধতা ঃ

(১) বর্ণালীর সীমাবদ্ধতা।

(২) ক্রমাঙ্ক-প্রমীতকরণ (Calibration potentiality) অপেক্ষাকৃত কম।

(৩) বৈদ্যুতিন মাধ্যমে তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব নয়।

(৪) মেঘ, বৃষ্টি, কুয়াশা প্রভৃতি আবহাওয়াগত কারণ বিমান আলোকচিত্র সংগ্রহের ক্ষেত্রে অন্তরায় সৃষ্টি করে।

(৫) উপগ্রহচিত্র সংগ্রহ পদ্ধতিতে প্রতিনিয়ত তথ্য সংগ্রহ করার সুযোগ রয়েছে, কিন্তু বিমান আলোকচিত্র সংগ্রহের জন্য প্রতিবার নতুন করে উড্ডয়ন পরিকল্পনা করতে হয়। প্রতিটি সমীক্ষার জন্য ব্যয়ভার বহন করতে হয়। সেই হিসাবে বিমান আলোকচিত্র সংগ্রহ পদ্ধতিটি যথেষ্ট খরচসাপেক্ষ।

6.6 আকাশীয় ক্যামেরা (Aerial Camera)

আকাশীয় ক্যামেরা হাতে ধরা ক্যামেরা থেকে নানাভাবে স্বতন্ত্র। যেমন আকার, অবস্থান, নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা প্রভৃতি। এই ক্যামেরাগুলি বিমানে বসাবার জন্য বিশেষভাবে তৈরি করা হয়। ক্যামেরা হল সম্পূর্ণ আলোক নিরোধক বাক্স বা খোল যেখানে বাইরের কোনো বস্তুর প্রতিবিম্ব সংবেদনশীল পাত (Film) বা প্লেটের ওপর সংগ্রহ করা হয়। পদ্ধতিটি কার্যক্ষম করার জন্য এটিকে খোলা এবং বন্ধ করার ব্যবস্থা রাখতে হয় এবং এটির সাথে যুক্ত থাকে পরকলা (Lens), রোধনী (Shutter) এবং পর্যায়ক্রমে ছোটোবড়ো করা যায় এমন রন্ধ্র (Variable aparture)। সাধারণত 120 মিটার পর্যন্ত এর পাত ধারণের ক্ষমতা থাকে। রোধনীটি দুটি পরকলার মধ্যবর্তী স্থানে অথবা ফোকাসতলে (Focus plane) অবস্থান করে।

আকাশীয় ক্যামেরাকে প্রধানতঃ দুইভাগে ভাগ করা হয়। (১) প্রাথমিক পর্যবেক্ষণ (Reconnaissance), (২) মানচিত্র প্রণয়ন (Mapping)। প্রথমটিতে ফোকাল দৈর্ঘ্যের পরিমাণ তুলনামূলকভাবে দীর্ঘ থাকে এবং কৌণিক বিস্তার স্বাভাবিক (67°) থাকে। দ্বিতীয়ক্ষেত্রে ফোকাল দৈর্ঘ্য তুলনামূলকভাবে ছোটো হয় এবং কৌণিক বিস্তার 90°-র অধিক হয়।

বিমান আলোকচিত্র সংগ্রহের জন্য অধিকাংশ ক্ষেত্রে বিশেষ ধরনের আকাশীয় ক্যামেরা ব্যবহার করা হয়। সাধারণভাবে বহুবন্ধনী (Multiband) ক্যামেরায় চার থেকে নয়টি পরকলা থাকে এবং এক অথবা একাধিক পাতকোষ (Film cassette) থাকে। নানাবিধ পাত এবং পরিস্রাবকের (Filter) রকমভেদের মাধ্যমে একযোগে বিভিন্ন বর্ণালী থেকে আলোকচিত্র গ্রহণ করা হয়। একাধিক ক্যামেরা একটি এককের মধ্যে রেখে অনুরূপ ফল পাওয়া যায়।

ক্যামেরায় সাধারণতঃ ফোকাল দৈর্ঘ্য হয় 15.25 সে.মি., 21 সে.মি., 30.50 সে.মি. এবং 61.00 সে.মি., যদিও 244 সে.মি. পর্যন্ত ফোকাস দৈর্ঘ্য ব্যবহার করতে দেখা যায়। এখানে উল্লেখযোগ্য ফোকাল দৈর্ঘ্যের নির্বাচন নির্ভর করে আলোকচিত্রের স্কেল এবং বিভাজনের ওপর।

আমাদের দেশে সাধারণত যেসব আকাশীয় ক্যামেরা ব্যবহার করা হয় সেগুলি হল Wild RC-5(a), RC-8, RC-8 (Universal), Zeiss RMK 'A', Eagle IX ইত্যাদি।

6.7 বিমান আলোকচিত্রের ঐতিহাসিক পটভূমিকা (Historical background of aerial photography)

1839 খ্রীষ্টাব্দে Niēpee এবং তাঁর সহকর্মীরা সর্বপ্রথম আলোকচিত্র পদ্ধতিকে জনসমক্ষে নিয়ে আসেন। পরবর্তী বছরে প্যারিস মানমন্দিরের নির্দেশক Argo ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র (Topographic map) তৈরির ক্ষেত্রে আলোকচিত্রের প্রয়োজনীয়তার কথা প্রচার করেন। 1858 খ্রীষ্টাব্দে প্যারিসবাসী আলোকচিত্র শিল্পী যিনি Nadir নামেও পরিচিত, বেলুনের সাহায্যে Bievre অঞ্চলের 80 মিটার উচ্চতা থেকে ছবি তোলেন, তাকে প্রথম আকাশীয় আলোকচিত্র হিসাবে চিহ্নিত করা হয়। 1860 খ্রীষ্টাব্দে James Willance Black নামক আলোকচিত্র শিল্পীর Boston-এর ওপর থেকে তোলা বেলুন আলোকচিত্রটি প্রাচীনতম আলোকচিত্র, যার অস্তিত্ব আজও বিদ্যমান। 1482 সাল নাগাদ আবহাওয়া সংক্রান্ত তথ্য সংগ্রহের জন্য ঘুড়ির সাহায্যে আকাশে ক্যামেরা তোলার কাজ শুরু হয়। 1890 সালে ঘুড়ির সাহায্যে প্রথম আকাশীয় আলোকচিত্রটি তোলেন ইংরাজ আবহাওয়াবিদ E. D. Archibalds. অতঃপর 1903 সালে বিমানপোতের আবিষ্কার হলেও ক্যামেরাকে বাহন হিসাবে প্রথমে ব্যবহার করা হয়নি। 1905 সালে Wilber wright প্রথম হাতে ধরা ক্যামেরার সাহায্যে ইটালীর ওপর থেকে আলোকচিত্র গ্রহণ করেন। মার্কিন আলোকচিত্র শিল্পী G. R. Lawrence 1906 সালে 18ই এপ্রিল ঘুড়ির সাহায্যে আলোকচিত্র সংগ্রহের মাধ্যমে আকাশীয় আলোকচিত্রের ব্যবহার সম্পর্কে জনসাধারণের মনে রেখাপাত করেন। এই আলোকচিত্রের সাহায্যে পূর্ববর্তী মাসে সানফ্রান্সিসকোয়ে সংঘটিত ভয়াবহ ভূমিকম্প এবং তদ্‌সংক্রান্ত ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ নিরূপণের চেষ্টা করা হয়। অবশেষে, 1915 খ্রীষ্টাব্দে বিমান আলোকচিত্র গ্রহণের জন্য বিশেষভাবে নির্মিত ক্যামেরার সাহায্যে বিমানকে বাহন বা মঞ্চ (Platform) হিসাবে ব্যবহার করে আলোকচিত্র সংগৃহীত হয়। প্রথম বিশ্বযুদ্ধের সময় সামরিক প্রয়োজনে বিমান আলোকচিত্রের ব্যাপক ব্যবহার পরিলক্ষিত হয়। প্রথম এবং দ্বিতীয় এই দুটি বিশ্বযুদ্ধের সময় বিমান আলোকচিত্র সংক্রান্ত গবেষণার ক্ষেত্রে প্রভূত উন্নতি পরিলক্ষিত হয়। ঐ সময়ে ক্যামেরা বহনের জন্য উন্নত শ্রেণীর বিমান, বিভিন্ন প্রকারের ক্যামেরা, পরিস্রাবক (Filter), পাতের অবদ্রব বা প্রলেপ (Film emulsion) প্রভৃতি ক্ষেত্রে নিত্য নূতন সামগ্রীর উৎপাদন শুরু হয়।

6.8 আলোকচিত্রের পরকলা (Photographic lens)

আলোকচিত্রের মূল বিষয়টি হল ঃ অভিসারী পরকলা পদ্ধতির (Converging lens system) মাধ্যমে সুবেদী তলের (Sensitized surface) ওপর বিভিন্ন বস্তুর প্রতিবিম্ব (Image) অভিক্ষেপিত (Projected) হয়। অতঃপর তাকে প্রতিস্ফুটিত এবং স্থিরকরণ (Developed and fixed) করা হয়।

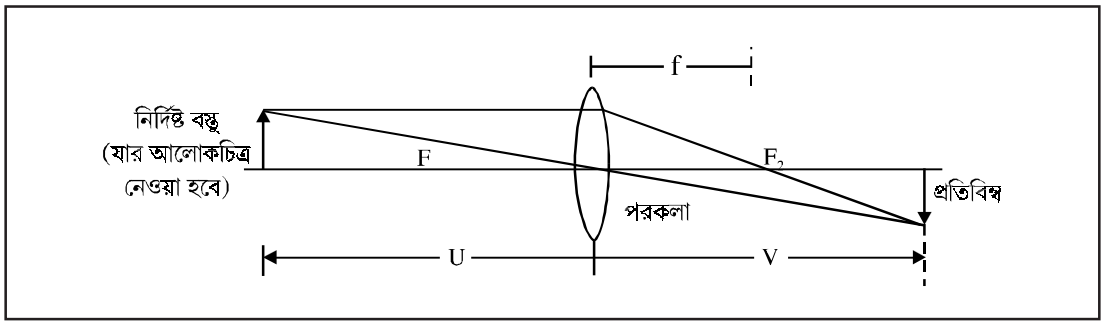
ক্যামেরার পরকলার কাজ হল বস্তুর সুস্পষ্ট প্রতিবিম্ব একটি ঋণপাত (Negative) তলে প্রতিস্থাপন করা; অর্থাৎ ফোকাসতলের অবদ্রব (Emulsion) যুক্ত পাতের ওপর প্রতিবিম্বটি নিজ আকার ধারণ করে।

পরকলার সমীকরণটি হল ঃ $\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f}$

যেখানে u-এর অর্থ হল পরকলা থেকে বস্তুটির দূরত্ব।

v-এর অর্থ হল পরকলা থেকে প্রতিবিম্বটির দূরত্ব, এবং

f-এর অর্থ হল পরকলার ফোকাস দৈর্ঘ্য। (চিত্র ঃ 1)

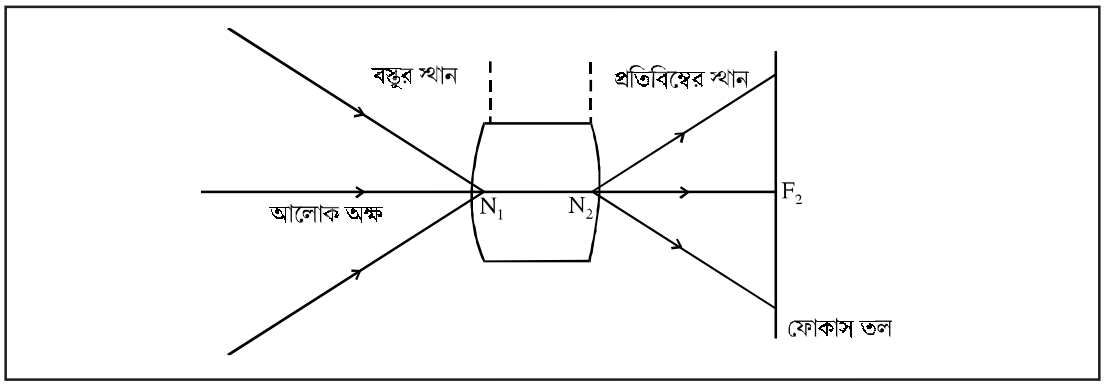


চিত্র 1 ঃ পরকলার কার্য পদ্ধতি

সাধারণ ক্যামেরায় ঋণপাত তলকে সুবিন্যস্ত ক'রে অর্থাৎ v-কে সুবিন্যস্ত করে প্রতিবিম্বকে একটি সুস্পষ্ট ফোকাসে আনা যায়। কিন্তু বিমান আলোকচিত্রের জন্য জরীপ কাজে ব্যবহৃত ক্যামেরার ক্ষেত্রে f-এর তুলনায় u যথেষ্ট দীর্ঘ হয়। (উদাহরণস্বরূপ $f = 6''$; $u = 30{,}000'$) —বলা যেতে পারে v-এর তুলনায় অসীম বা অনন্ত (Infinity) দূরত্ব । ফলে v এবং f-কে আনুমানিক সমদূরত্বে ধরা হয়। ফলে ক্যামেরায় ফোকাসের কোনরকম ব্যবস্থা থাকে না, অন্যভাবে বলা যায় ক্যামেরাটি স্থায়ী ফোকাস সম্বলিত হয়। প্রতিবিম্বগুলি ফোকাসতলে তৈরি হয়, যেগুলি পশ্চাৎ মুখ্য ফোকাস বিন্দু (Rear principal focal point) অর্থাৎ F_2-র ভিতর দিয়ে যায় এবং আলোক অক্ষের (Optical axis) সঙ্গে লম্বভাবে অবস্থান করে। এই তলটিকে ঋণপাত তল বা ফোকাল তল বলে।

বিমান আলোকচিত্রের ক্ষেত্রে বস্তু থেকে প্রতিফলিত রশ্মিগুলি মুখ্য অক্ষ (Principal axis)-এ যেখানে মিলিত হয় তাকে অগ্র পর্বকেন্দ্র (Front node : N_1) বলে। সেখান থেকে রশ্মিগুলি পশ্চাৎ পর্বকেন্দ্র (Rear node : N_2) হিসাবে প্রতিবিম্ব তলের দিকে সমান্তরাল রেখা বরাবর চলে যায়। অর্থাৎ কোন N_1-এ অভিসারী হিসাবে এলে তা N_2-এ অপসারী হিসাবে চলে যায়। (চিত্র ঃ 2)

অগ্র পর্বকেন্দ্রকে (Front node : N_1) সাধারণতঃ বহিঃ চিত্রানুপাতিক কেন্দ্র (External perspective centre) এবং পশ্চাৎ পর্বকেন্দ্রকে (Rear node : N_2) অন্তঃ চিত্রানুপাতিক কেন্দ্র (Internal perspective



চিত্র 2 ঃ পরকলা পদ্ধতি

centre) হিসাবে চিহ্নিত করা হয়। এই বিন্দু দুটি যুক্ত করলে যে রেখা পাওয়া যায় তাকে পরকলা ব্যবস্থার আলোক অক্ষ (Optical axis) বা মুখ্য অক্ষ (Principal axis) বলে।

6.9 বিচ্যুতি (Aberration)

একটিমাত্র পরকলা সর্বাঙ্গ সুন্দর প্রতিবিম্ব তৈরি করতে পারে না; সেক্ষেত্রে বস্তুমুখী বিন্দুটি বিন্দু হিসাবে প্রতিষ্ঠিত না হয়ে অস্পষ্ট রূপ ধারণ করে। এই ধরনের ত্রুটিযুক্ত প্রতিবিম্ব তৈরি হ'লে তাকে বিচ্যুতি হিসাবে গণ্য করা হয়। এই ধরনের বিচ্যুতি বা অপেরণকে ছয় ভাগে ভাগ করা যায়; যথা ঃ

(ক) গোলীয় অপেরণ (Spherical aberration)

(খ) কুহেলী (বিচ্যুতি) (Coma)

(গ) বর্ণীয় বিচ্যুতি (Chromatic aberration)

(ঘ) বিষম দৃষ্টি (Astigmatism)

(ঙ) (পরকলার) ক্ষেত্র বক্রতা (Curvature of the Field)

(চ) পরকলা বিকৃতি (Lens distortion)

আলোক চিত্রমিতি এবং বিমান আলোকচিত্র বিশ্লেষণের জন্য উৎকৃষ্টমানের আলোকচিত্রের প্রয়োজন হয়। এরূপ আলোকচিত্র সংগ্রহের জন্য বিভিন্নমানের পরকলার কাঁচকে যুক্ত করা হয়, অর্থাৎ বিভিন্ন প্রতিসরণ সূচীর পরকলার সাহায্য নেওয়া হয়। এর ফলে সার্বিক অথবা আংশিক বিচ্যুতিমুক্ত আলোকচিত্র সংগ্রহ করা সম্ভব হয়।

পরিশেষে ফোকাস দৈর্ঘ্যের (Focal length) নিম্নরূপ সংজ্ঞা নির্ধারণ করা যায় ঃ নিকটবর্তী চিত্রানুপাতিক কেন্দ্র (Internal perspective centre) এবং ঋণপাত তলের (Negative plane) মধ্যবর্তী দূরত্বকে ফোকাল দৈর্ঘ্য (Focal plane) বলে।

6.10 আলোকচিত্রের প্রকারভেদ (Types of aerial photograph)

ক্যামেরা অক্ষের অবস্থানের ভিন্নতাহেতু আলোকচিত্রকে মুখ্যতঃ তিনভাগে ভাগ করা যায়।

(ক) উল্লম্ব আলোকচিত্র (Vertical photograph)

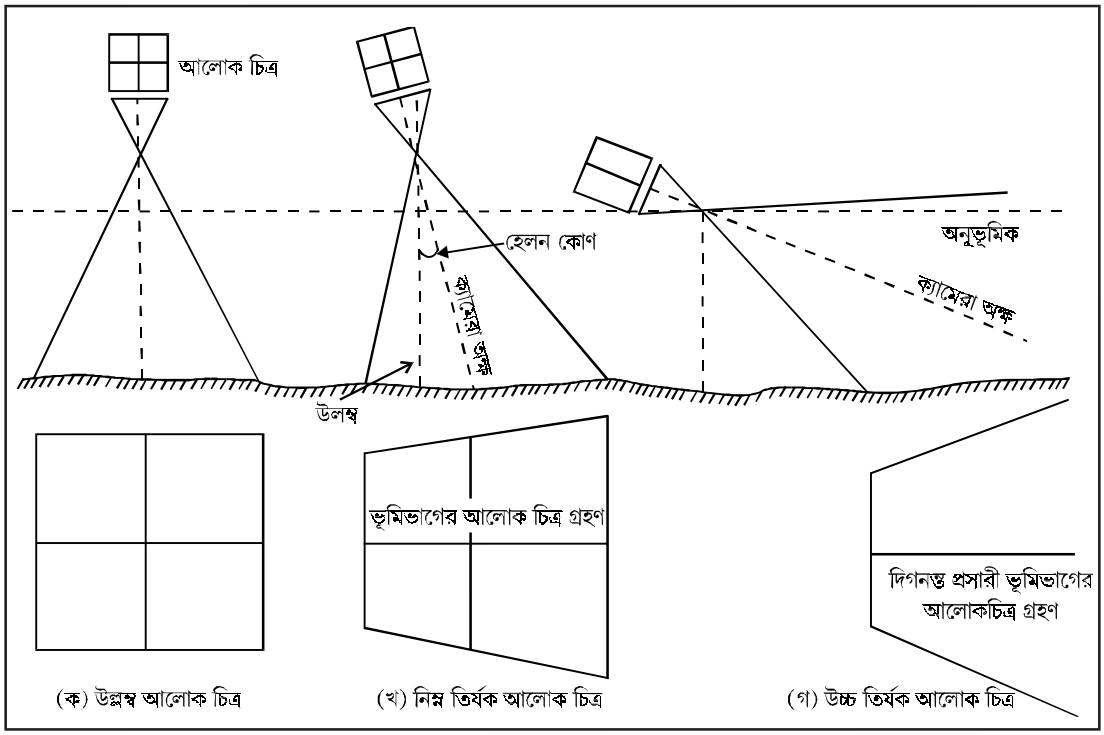
(খ) অনুভূমিক আলোকচিত্র (Horizontal photograph)

(গ) তির্যক আলোকচিত্র (Oblique photograph)

এখানে উল্লেখযোগ্য উল্লম্ব অথবা অনুভূমিক আলোকচিত্র ক্যামেরা অক্ষের অবস্থানকে নির্দেশ করে।

6.10.1 উল্লম্ব আলোকচিত্র (Vertical photograph) ঃ

এক্ষেত্রে আকাশীয় ক্যামেরার অক্ষ উল্লম্বভাবে অথবা প্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থান করে (চিত্র ঃ ৩ (ক))। উল্লম্ব আলোকচিত্র মানচিত্র সদৃশ হয় এবং আবরণগত দিক থেকে সমতা আনে। যেহেতু এই ধরনের আলোকচিত্রের ক্ষেত্রে হেলানো ভাব অপেক্ষাকৃতভাবে কম থাকে তাই মানচিত্র প্রণয়ন এবং আকাশীয় আলোকচিত্রের পঠন পাঠনের ক্ষেত্রে এর উপযোগিতা সর্বাধিক।



চিত্র 3 ঃ উল্লম্ব ও তির্যক আলোকচিত্র

6.10.2 অনুভূমিক আলোকচিত্র (Horizontal photograph) ঃ

ভূমিতে অবস্থানকারী ক্যামেরা স্টেশনে অবস্থিত ক্যামেরা থিওডোলাইটের সাহায্যে অনুভূমিক আলোকচিত্র সংগৃহীত হয়। এক্ষেত্রে ক্যামেরার অক্ষপথ সমান্তরালভাবে অবস্থান করে তাই একে অনুভূমিক (Horizontal) বা পার্থিব আলোকচিত্র (Terrestrial photograph) বলা হয়। এরূপ আলোকচিত্র কোন বস্তুর উচ্চতা বা উপান্ত (Elevation view) নির্দেশক বলে চিহ্নিত করা যায়। এই শ্রেণীর আলোকচিত্র প্রধানতঃ স্থপতিবিদ্যা ও পুরাতত্ত্বের ক্ষেত্রে বস্তুর কাঠামো, স্মারকস্তম্ভ প্রভৃতির জরীপের ক্ষেত্রে সাহায্য করে। স্বাভাবিক উন্নতমানের ক্যামেরার সাহায্যে গৃহীত অনুভূমিক আলোকচিত্র উল্লম্ব আলোকচিত্র বর্ণনার ক্ষেত্রে (Photo interpretation) পরিপূরক (Supplementary) আলোকচিত্র হিসাবে পরিগণিত হয়। এই শ্রেণীর আলোকচিত্র প্রধানতঃ ভূ-বিদ্যা, বনভূমি, মৃত্তিকা প্রভৃতির জরীপের জন্য ব্যবহৃত হয়, যেখানে প্রস্থচ্ছেদের বিশ্লেষণ সংক্রান্ত পঠন পাঠন বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ।

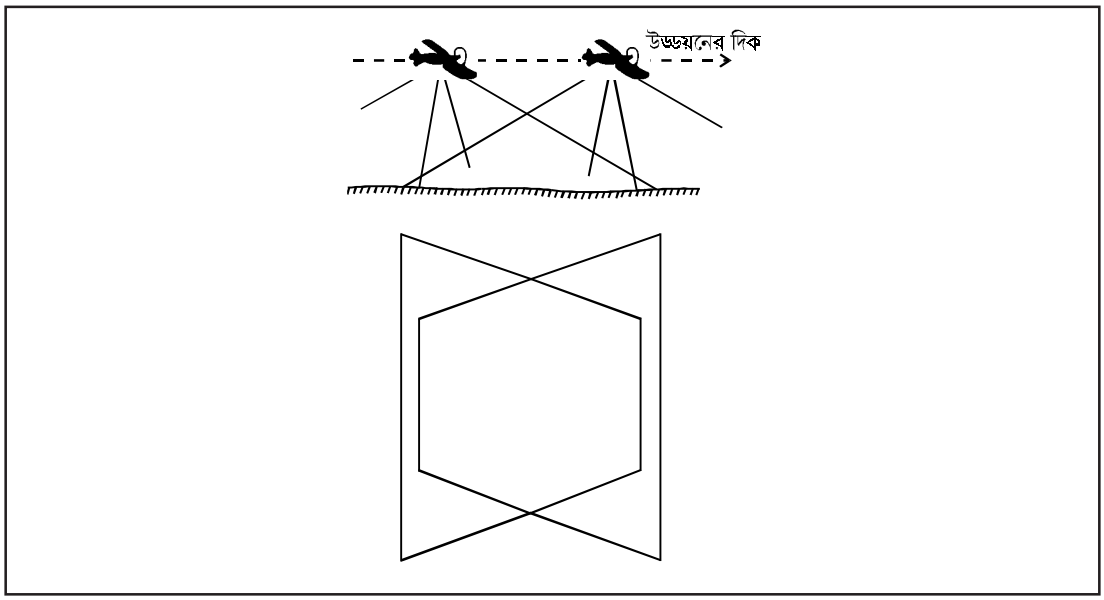
6.10.3 তির্যক আলোকচিত্র (Oblique photograph) ঃ

এক্ষেত্রে বিমানবাহিত ক্যামেরার আলোক অক্ষ বা optical axis উল্লম্ব অবস্থান থেকে হেলানো থাকে। এই শ্রেণীর আলোকচিত্রে ভূমিভাগের বিস্তীর্ণ অঞ্চল দৃশ্যমান হয়; কিন্তু প্রান্তবর্তী অঞ্চলের বিষয়বস্তু বিশদভাবে দেখা যায় না। যেসব ক্ষেত্রে বিমান আলোকচিত্রে দিগন্ত দেখা যায় না তাদের নিম্ন তির্যক আলোকচিত্র (Low oblique photograph) বলা হয় (চিত্র ঃ 3(খ), (গ))। এইসব আলোকচিত্র দুর্গম স্থানের প্রাথমিক পর্যবেক্ষণ (Reconnaissance) মানচিত্র প্রণয়নের ক্ষেত্রে সাহায্য করে। অন্যদিকে উচ্চ-তির্যক (High oblique) আলোকচিত্রের ক্ষেত্রে ক্যামেরার অক্ষ যথেষ্ট হেলানো থাকে যাতে দিগন্ত দৃশ্যমান হয়। এই শ্রেণীর আলোকচিত্র অতীতে তলমিতিগ (Planimetric) এবং উচ্চতা নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে (Height control) ব্যবহার করা হত কারণ সেক্ষেত্রে ভূ-তলীয় নিয়ন্ত্রণ (Ground control) অপর্যাপ্ত হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় যথা-যথথা (Accuracy) সীমিত থাকত। বর্তমানে এই ধরনের আলোকচিত্র খুব একটা ব্যবহার করা হয় না।

উপরি বর্ণিত আলোকচিত্র পদ্ধতির সমন্বয় সাধন করে অভিসারী আলোকচিত্র (Convergent photograph) এবং ত্রিমিতিকোণ আলোকচিত্র (Trimetrogon photograph) নির্মাণ করা সম্ভব।

6.10.4 অভিসারী আলোকচিত্র (Convergent photograph) ঃ

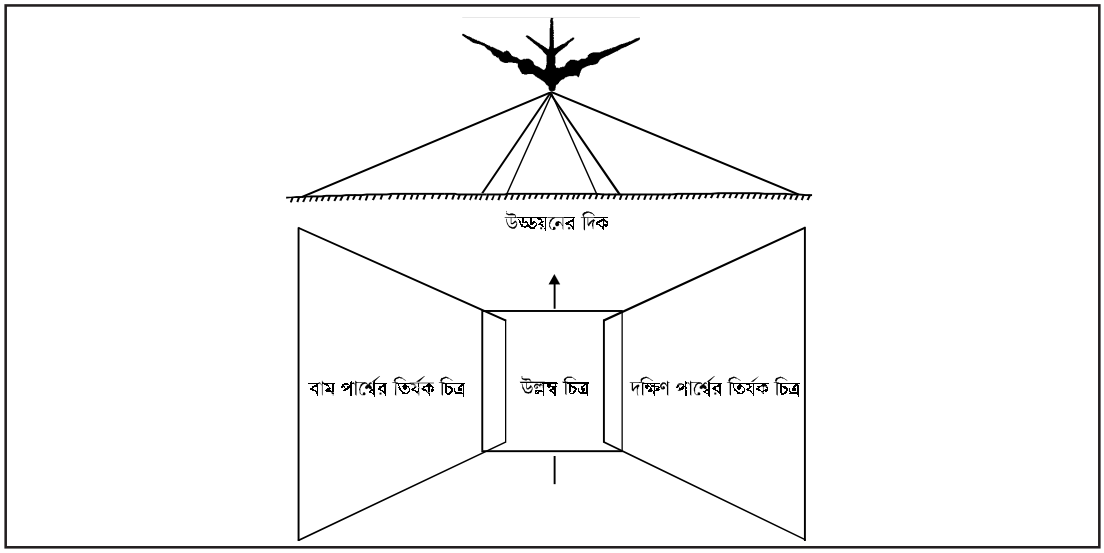
অভিসারী আলোকচিত্র নিম্ন তির্যক (Low oblique) আলোকচিত্রের একটি প্রকারভেদ। এক্ষেত্রে দুটি ক্যামেরা একযোগে অলোকন কেন্দ্রগুলি (Exposure station) থেকে পরপর চিত্র গ্রহণ করে। ক্যামেরার অক্ষরেখা লম্ব সাপেক্ষে একটি নির্দিষ্ট মাত্রায় হেলানো থাকে। উড্ডয়ন রেখার দিক বরাবর বিপরীতমুখী অবস্থায় এমনভাবে চিত্রগ্রহণ করা হয় যাতে প্রথম কেন্দ্রের পূর্ব আলোকনের সঙ্গে পরবর্তী কেন্দ্রের পশ্চাৎ আলোকন একটি ঘন দৃকযুগল তৈরি করতে পারে (চিত্র ঃ 4)। অভিসারী আলোকচিত্র থেকে ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র নির্মাণের জন্য বিশেষ ধরনের অঙ্কন যন্ত্রের প্রয়োজন হয়।



চিত্র 4 ঃ অভিসারী আলোকচিত্র

6.10.5 ত্রিমিতি কোণ আলোকচিত্র (Trimetrogon photograph) ঃ

দুই প্রান্তে দুটি তির্যক আলোকচিত্র এবং মধ্যভাগে একটি উল্লম্ব আলোকচিত্রের সমন্বয়ে একটি ত্রিমিতি কোণ আলোকচিত্র গঠন করা হয় (চিত্র ঃ 5)। প্রাথমিক পর্যবেক্ষণ সংক্রান্ত মানচিত্র (Reconnaissance map) দ্রুততার সঙ্গে প্রণয়নের জন্য এইরূপ আলোকচিত্র ব্যবহার করা হয়।



চিত্র 5 ঃ ত্রিমিতিকোণ আলোকচিত্র

6.11 কৌণিক বিস্তার অনুসারে শ্রেণীবিভাগ (Classification according to angle of coverage)

কৌণিক পরিমাণের ওপর নির্ভর করে আলোকচিত্রকে নিম্নলিখিত শ্রেণীতে ভাগ করা সম্ভব।

(১) স্বাভাবিক কৌণিক অথবা প্রমাণ কোণী আলোকচিত্রণ (Standard or normal angle photography) ঃ আবরণ কোণের বিস্তার (Angle of coverage) ঃ কম বেশি 60°।

পরিমাপ ঃ (ক) 16 সে.মি. × 18 সে.মি.; ফোকাস দৈর্ঘ্য = 21 সে.মি.

এবং (খ) 23 সে.মি. × 23 সে.মি.; ফোকাস দৈর্ঘ্য = 30 সে.মি.।

(২) চওড়া কোণী আলোকচিত্রণ (Wide angle photography) ঃ আবরণ কোণের বিস্তার (Angle of coverage) ঃ কম বেশি 90°।

পরিমাপ ঃ (ক) 18 সে.মি. × 18 সে.মি.; ফোকাস দৈর্ঘ্য = 11.5 সে.মি.

(খ) 23 সে.মি. × 23 সে.মি. ; ফোকাস দৈর্ঘ্য = 15 সে.মি.।

(৩) অতি চওড়া কোণী আলোকচিত্রণ (Super wide / ultra wide angle photography) ঃ আবরণ কোণের বিস্তার (Angle of coverage) ঃ কম বেশি 120°।

পরিমাপ ঃ (ক) 18 সে.মি. × 18 সে.মি.; ফোকাস দৈর্ঘ্য 70 মি.মি.

(খ) 23 সে.মি. × 23 সে.মি. ; ফোকাস দৈর্ঘ্য 88 মি.মি.।

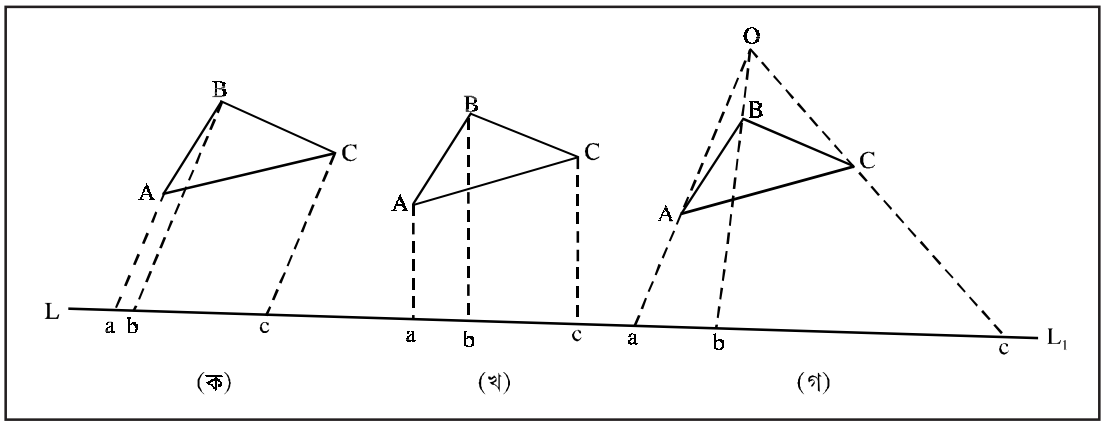
(৪) সরু কোণী আলোকচিত্রণ (Narrow angle photography) ঃ আবরণ কোণের বিস্তার (Angle of coverage) ঃ 50°-র কম।

6.12 বিমান আলোকচিত্রের জ্যামিতি (Geometry of Aerial Photograph)

অভিক্ষেপ (Projection) ঃ আলোকচিত্রের জ্যামিতিক গুণাগুণ সম্পর্কে সম্যক ধারণা নির্ধারণের আগে জ্যামিতির ক্ষেত্রে অভিক্ষেপ (Projection) কাকে বলে তা জেনে নেওয়া প্রয়োজন। নিম্নের উদাহরণে *ABC* ত্রিভুজটিকে LL_1 রেখার ওপর অভিক্ষেপ করা হয়েছে এবং এরা উভয়ই এক সমতলে অবস্থিত।

6.12.1 সমান্তরাল অভিক্ষেপ (Parallel Projection) ঃ

এক্ষেত্রে যে রশ্মিগুলি অভিক্ষেপ করা হয়, তারা সমান্তরালভাবে অবস্থান করে। *ABC* ত্রিভুজটিকে LL_1 রেখার ওপর *abc* হিসাবে অভিক্ষেপ করা হয়েছে। এক্ষেত্রে *Aa, Bb* এবং *Cc*—এই অভিক্ষেপের রশ্মিগুলি একে অন্যের সঙ্গে সমান্তরালভাবে অবস্থান করে (চিত্র 6(ক))।



চিত্র 6 ঃ অভিক্ষেপ ঃ সমান্তরাল (ক), সমকোণীয় (খ), কেন্দ্রীয় (গ)

6.12.2 সমকোণীয় অথবা পরস্পর লম্বী অভিক্ষেপ (Orthogonal Projection) ঃ

এক্ষেত্রে যে সব রশ্মিকে অভিক্ষেপ করা হয়েছে তারা LL_1 রেখার ওপর লম্ব (Perpendicular) অবস্থান করছে (চিত্র 6(খ))। একে সমান্তরাল অভিক্ষেপের একটি বিশেষ রূপ হিসাবে চিহ্নিত করা যায়। মানচিত্রকে ভূমিরূপের সমকোণীয় বা পরস্পর লম্বী অভিক্ষেপ হিসাবে গণ্য করা হয়। এই অভিক্ষেপের সবচেয়ে বড় সুবিধা হল সমতলে অবস্থিত বস্তুসমূহের দূরত্ব, কৌণিক অবস্থান অথবা আয়তনের ক্ষেত্রে উচ্চতার তারতম্যে কোন বিঘ্ন ঘটায় না।

6.12.3 কেন্দ্রীয় অভিক্ষেপ (Central Projection) ঃ

এই ধরনের অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে *Aa, Bb* এবং *Cc* অভিক্ষেপের এই রশ্মিত্রয় *O* বিন্দুর ভিতর দিয়ে অতিক্রম করে। *O* বিন্দুকে অভিক্ষেপের কেন্দ্র (Projection Centre) বা চিত্রানুপাতিক কেন্দ্র (Perspective Centre) বলে।

পরকলা পদ্ধতির মাধ্যমে প্রতিবিম্বের যে অভিক্ষেপ হয় তাকে কেন্দ্রীয় অভিক্ষেপ (Central Projection) হিসাবে গণ্য করা হয় (চিত্র ঃ 6(গ))। অবশ্য নির্দিষ্টভাবে তা বলা যায় না, কারণ পরকলা আদৌ একটি বিন্দু নয়।

6.13 স্কেল নিরূপণ (Determination of Scale)

মানচিত্র অথবা বিমান আলোকচিত্রে বস্তুসমূহের অবস্থানগত দূরত্বের সম্পর্ককে স্কেল বলা হয়। স্কেল দু'ভাগে দেখানো যায়।

(ক) বিভিন্ন এককের মাধ্যমে ; যেমন 1″-তে 1 মাইল

(খ) R. F. বা সমানুপাতিক হারে; যেমন 1 : 10,000

স্কেল নিরূপণের পদ্ধতি ঃ

(১) আলোকচিত্র এবং ভূমিভাগের মধ্যে দুটি নির্দিষ্ট স্থানের সম্পর্ক স্থাপনের মাধ্যমে

$$\text{R. F.} = \frac{\text{আলোকচিত্রের দূরত্ব}}{\text{ভূমিভাগের দূরত্ব}}$$

(২) আলোকচিত্র এবং ভূমিভাগের সম্পর্কের ওপর নির্ভর করে এবং অন্য উৎসের মানচিত্রের সাহায্য নিয়ে ঃ

যদি আলোকচিত্রের দুটি নির্দিষ্ট বিন্দুর দূরত্ব কোন মানচিত্রে চিহ্নিত করা যায়, তাহলে সহজেই সেই দূরত্বকে পরিমাপ করা সম্ভব হয়। এই অনুভূমিক পরিমাপ (Horizontal measurement) দুটি একটি অনুপাত তৈরি করে। সেই অনুপাতকে মানচিত্রের R.F. দ্বারা গুণ করে আলোকচিত্রের R.F. নিরূপণ করা যায়। যদি 'g' ভূমির দুই বিন্দুর দূরত্ব, 'm' মানচিত্রের সমবিন্দুদ্বয়ের দূরত্ব এবং 'p' আলোকচিত্রের বিন্দুদ্বয়ের দূরত্ব হয়, তাহলে মানচিত্রের R.F. হল m/g এবং আলোকচিত্রের R.F. হল p/g।

$$\frac{\text{আলোকচিত্রের R.F.}}{\text{মানচিত্রের R.F.}} = \frac{p/g}{m/g} = \frac{p}{m}$$

$$\therefore \text{ আলোকচিত্রের R.F.} = \frac{p}{m} \times \text{ মানচিত্রের R.F.}$$

(৩) ফোকাস দৈর্ঘ্য এবং উড্ডয়নের উচ্চতার সম্পর্ক নির্ণয়ের মাধ্যমে ঃ

$\frac{f}{H}$(f : ফোকাস দৈর্ঘ্য; H : উড্ডয়নের উচ্চতা।

যদি ভূমিভাগ সমতল না হয়, তাহলে আলোকচিত্রের স্কেল সর্বত্র সমান হবে না। যে ভূমিভাগের আলোকচিত্র গ্রহণ করা হচ্ছে তার উড্ডয়নের গড় উচ্চতাকে H_m ধরা হলে; আলোকচিত্রের গড় স্কেল হবে f / H_m।

6.14 ঘন দৃক যুগল (Stereopair)

বিমান আলোকচিত্র গ্রহণ পদ্ধতিতে যখন বিমান বাহিত বিশেষ আকাশীয় ক্যামেরার সাহায্যে ভূ-পৃষ্ঠের আলোকচিত্র গ্রহণ করা হয়, তখন বিমানটি একটি সরলরেখা বরাবর আলোকচিত্র তুলতে থাকে। এইভাবে ক্রমান্বয়ে ঘুরে ফিরে একাধিক ক্রমরেখা (run) বরাবর বা চিত্রক্রমে (strip) ছবি তোলা হয়। এবং এই পদ্ধতিতে বিমান আলোকচিত্রের মাধ্যমে কোনো স্থানের খণ্ড খণ্ড রূপে পূর্ণ আলোকচিত্র গ্রহণ করা সম্ভব।

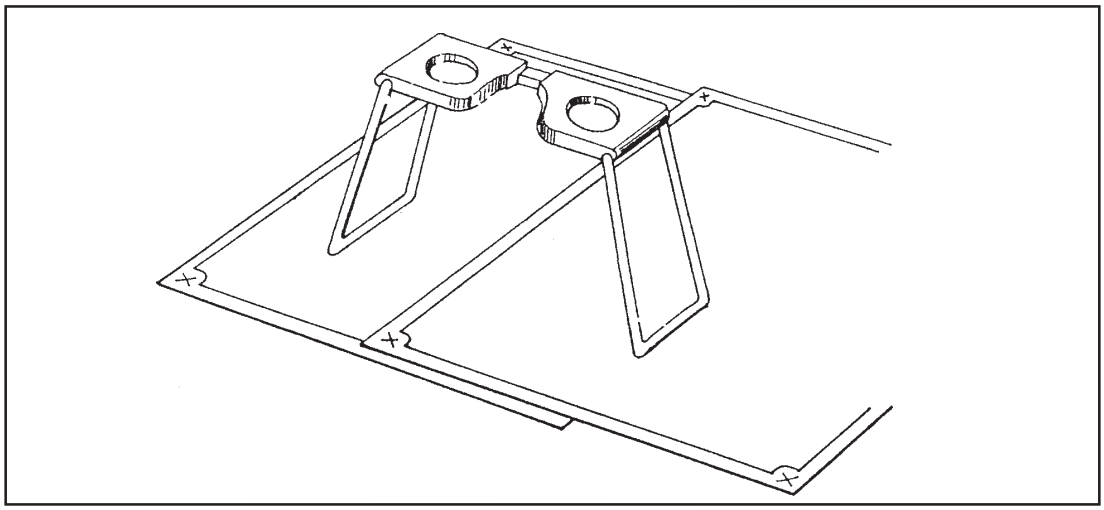
এই পদ্ধতিতে আলোকচিত্র গ্রহণের সময় পর পর দুটি আলোকচিত্রে মধ্যবর্তী স্থানের কিছু অংশের পুনঃপ্রকাশ দেখা যায়। উভয় আলোকচিত্রে প্রাপ্ত এই সাধারণ (Common) এলাকাটিকে উপরিপাত বা প্রাবরণ (Overlap) এলাকা বলা হয়। সাধারণতঃ বিমানের অগ্রগমনের সময় সামনের ছবির বা পিছনের ছবির মধ্যে কমবেশি 60% প্রাবরণ অঞ্চল থাকে। একে পূর্ব প্রাবরণ (Forward lap) বা প্রান্ত প্রাবরণ (End lap) বলে। অন্যদিকে পার্শ্ববর্তী আলোকচিত্র দুটির মধ্যে কমবেশি 10% প্রাবরণ থাকে। একে পার্শ্ব প্রাবরণ (Side lap) বলে। এই প্রাবরণ যুক্ত এক জোড়া বিমান আলোকচিত্রকে ঘন দৃক যুগল (Stereopair) বলে। এরূপ ঘন দৃক যুগলকে দর্পন ঘনবীক্ষণের নীচে রেখে যথার্থ সংযোজন (Fusion) করতে পারলে ত্রিমাত্রিক ভূমিরূপ দেখতে পাওয়া যায়। আসলে এটি একটি মানসিক প্রক্রিয়া, যার দ্বারা দুটি চিত্রানুপাতিক প্রতিরূপ অক্ষিপটে প্রতিফলনের ফলে একটি ঘন প্রতিমূর্তি প্রতীয়মান হয়।

6.15 ঘনবীক্ষণ যন্ত্র (Stereoscope)

যে সব যন্ত্রপাতি বিমান আলোকচিত্র পাঠে একান্ত প্রয়োজনীয়, সেগুলির মধ্যে প্রথমেই উল্লেখ করতে হয় ঘনবীক্ষণ যন্ত্রের (Stereoscope) কথা। ঘনবীক্ষণ যন্ত্র মূলতঃ দুই প্রকারের—পকেট ঘনবীক্ষণ যন্ত্র (Pocket Stereoscope) এবং দর্পন ঘনবীক্ষণ যন্ত্র (Mirror stereoscope)।

6.15.1 পকেট ঘনবীক্ষণ যন্ত্র (Pocket Stereoscope) ঃ

একজোড়া বিমান আলোকচিত্রের কেবলমাত্র উপরিপাত (Overlap) অংশ থেকে তৈরি ঘন (যুগ্ম) চিত্র (Stereogram)-কে পকেট ঘনবীক্ষণ যন্ত্রের (চিত্র 7) সাহায্যে অবলোকন করা হয়। এই যন্ত্রে কেবলমাত্র

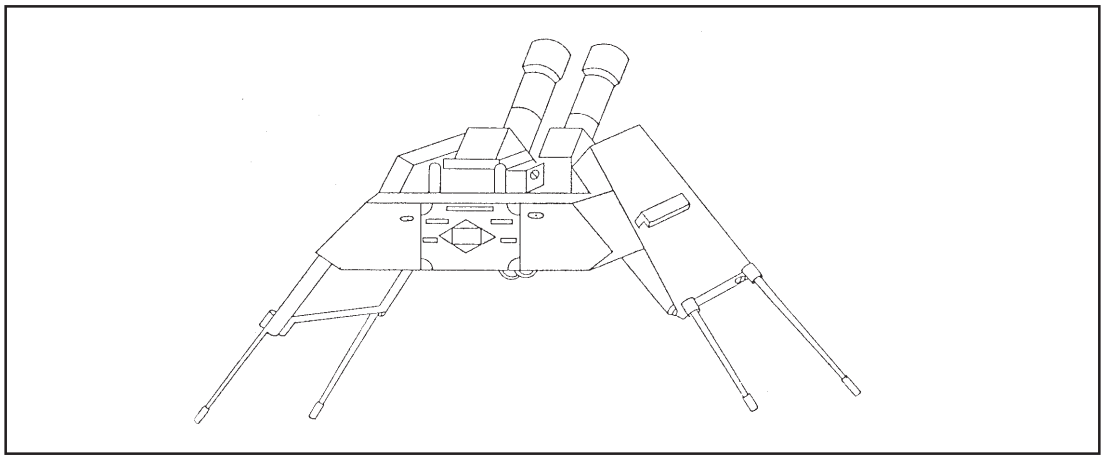


চিত্র 7 ঃ পকেট ঘনবীক্ষণ যন্ত্র

দুটি পরকলা (Lens) থাকে—যা আলোকচিত্র বড় করে (Magnify) দেখায়। একটি দণ্ডের ওপর পরকলা দুটি অবস্থান করে এবং সে দুটিকে স্থানচ্যুত করে ঘনচিত্রটিকে (Stereogram) সংযোজন (Fusion) করা হয়।

6.15.2 দর্পন ঘনবীক্ষণ যন্ত্র (Mirror Stereoscope) ঃ

অন্যদিকে দর্পন ঘনবীক্ষণ যন্ত্রে (চিত্র 8) দুদিকে দুটি দর্পণ বা আয়না থাকে। আয়নার বিপরীতে দুটি পরকলা থাকে এবং উপরিভাগে দুটি অভিনেত্র (Eye piece) থাকে। যন্ত্রের নীচে একজোড়া ঘন দৃকযুগল (Stereo pair) রাখা হয়। আলোকচিত্রের প্রতিবিম্ব আয়না-পরকলা-অভিনেত্রের মাধ্যমে দৃষ্টিগোচর হয়। প্রয়োজনে ঘন



চিত্র 8 ঃ দর্পন ঘনবীক্ষণ যন্ত্র

দৃকযুগল স্থানচ্যুত করে সংযোজন (Fusion) করা হয়। আলোকচিত্রের বিভিন্ন বস্তুকে বড়ো করে দেখার জন্য এই যন্ত্রে দ্বিনেত্রের (Binocular) সংযোজন করা সম্ভব।

6.16 বিমান চিত্রের প্রান্তীয় তথ্যাবলী (Marginal information in aerial photograph)

বিমান চিত্রের প্রান্তীয় তথ্যাবলী নিম্নরূপ ঃ

● **ন্যস্ত চিহ্ন** (Fiducial mark) ঃ যার সাহায্যে আলোক চিত্রের মুখ্য বিন্দু (Principal point) নির্ণয় করা যায়।

● **উচ্চতা মাপক যন্ত্রের পাঠ** (Altimetre recording) ঃ যার সাহায্যে বিমানের আলোকচিত্র সংগ্রহের সময় সমুদ্রতল থেকে উড্ডয়ন উচ্চতা নিরূপণ করা যায়।

● **ঘড়ি** (Watch) ঃ এটি আলোকনের (Exposure) সময় নির্দেশ করে।

- লেভেল বাবল (Level bubble) ঃ ক্যামেরা অক্ষের (Axis) হেলান (Tilt) নির্দেশ করে।
- মুখ্য দূরত্ব (Principal distance) ঃ আলোকচিত্রের স্কেল নিরূপণের জন্য প্রয়োজন হয়।
- আলোকচিত্রের সংখ্যা **(No. of Photograph),** কার্য সংখ্যা **(Job/Task no.)** চিত্র ক্রম **(Run/Row/Strip no)** এবং স্বতন্ত্র সংখ্যা **(Specification no)** ঃ যার সাহায্যে সূচী মানচিত্র প্রণয়ন করা যায় এবং সহজ আলোকচিত্র সংক্রান্ত কাজকর্ম পরিচালনা করা যায়।
- ক্যামেরার সংখ্যা ঃ যার সাহায্যে ক্যামেরার ক্রমাঙ্ক প্রমিতকরণ (Calibration) করা সম্ভব।
- আলোকচিত্র সংগ্রহের তারিখ।

6.17 প্রতিবিম্ব বৈশিষ্ট্যের মাধ্যমে আলোকচিত্রের বস্তু সনাক্তকরণ (Identification of objects through image characteristics)

সাদা-কালো সর্ব্ববর্ণীয় (Black & White Panchromatic) পাতের (Film) সাহায্যে আলোকচিত্রের মাধ্যমে ভূমিভাগে অবস্থিত বস্তুসমূহের বৈশিষ্ট্যসমূহ লিপিবদ্ধ করা হয়। এইসব বস্তুকে চিহ্নিত করা বা বস্তুর প্রকৃত পরিচয়ের রহস্য উন্মোচনের নানা উপায় আছে। বস্তুসমূহকে নির্দিষ্টভাবে সনাক্ত করার এই উপায়গুলি হল ঃ কৃষ্ণভক্রম, গ্রথন, প্রতিকৃতি, আকৃতি, পরিমাপ, ছায়া, অবস্থান এবং বিভাজন বা বিশ্লেষণ ও বর্ণালীর সুবেদীতা।

কৃষ্ণভক্রম (Tone)

আলোকচিত্রে কৃষ্ণভক্রমের অর্থ হল সাদা-কালোর তারতম্য বা সর্বাধিক এবং সর্বনিম্ন কৃষ্ণভক্রমের ব্যবধান। অর্থাৎ সর্ব্ববণীয় (Panchromatic) চিত্রে ধূসর মাপনীর (Gray scale) তারতম্য। কোনো বস্তু আলোকচিত্রে কতটা সাদা বা কালো দেখাবে তা নির্ভর করে নির্দিষ্ট বস্তু থেকে কতটা আলো ক্যামেরায় এবং সেখান থেকে পাতে প্রতিফলিত হচ্ছে তার ওপর। বেশি মাত্রায় আলোর প্রতিফলন হলে বস্তুটির কৃষ্ণভক্রম হালকা হবে, অন্যদিকে আলোর কম প্রতিফলন হলে বা বেশি শোষণ হলে বস্তুটির কৃষ্ণভক্রম গাঢ় হবে। এখানে উল্লেখ্য ঃ

(ক) জলভাগ সাধারণভাবে গাঢ় কৃষ্ণবর্ণ হিসাবে আলোকচিত্রে দেখতে পাওয়া যায়। কিন্তু জল যদি অগভীর হয় অথবা কর্দমাক্ত হয়, সেক্ষেত্রে আলোকচিত্রে তাকে হালকা কৃষ্ণবর্ণে দেখা যাবে।

(খ) বৃক্ষহীন শুষ্ক বালুকাভূমি সাধারণত সাদাটে দেখায়।

(গ) পাকা রাস্তা সাধারণত হালকা কৃষ্ণভক্রমে দেখা যায়।

(ঘ) রেলপথ সাধারণত গাঢ় কৃষ্ণভক্রমে দেখা যায়।

এক্ষেত্রে বলে রাখা প্রয়োজন, উপরের উদাহরণগুলি উদাহরণমাত্র—এবং বিভিন্ন ক্ষেত্রে এর ব্যতিক্রমও দেখতে পাওয়া যায়। উপরন্তু প্রস্ফুটন এবং মুদ্রণ পদ্ধতির পার্থক্যের জন্য একই চিত্রের বিভিন্ন মূদ্রণে কৃষ্ণভক্রমের তারতম্য লক্ষ্য করা যায়।

গ্রথন (Texture)

সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম বস্তুর বুনট বা গঠন পদ্ধতিকে গ্রথন বলে। বাস্তবে ভিন্ন ভিন্ন বস্তুকে সম্পূর্ণ আলাদাভাবে চিহ্নিত করার পদ্ধতিই গ্রথন। এক্ষেত্রে এক বস্তু থেকে অন্য বস্তুর কৃষ্ণভক্রমের স্বাতন্ত্র স্পষ্টত প্রতীয়মান। বনভূমি এর একটা ভাল উদাহরণ। দীর্ঘ স্কেলের আলোকচিত্রে বড় বড় গাছকে স্থূল গ্রথন (Coarse texture) হিসাবে চিহ্নিত করা যায়, অন্যদিকে হ্রস্ব স্কেলের আলোকচিত্রে সেই গাছকে সূক্ষ্ম গ্রথন (Fine texture) হিসাবে দেখা যায়।

প্রতিকৃতি/বিন্যাস (Pattern)

প্রতিকৃতি বা বিন্যাসের অর্থ হল ভূমিভাগে বিভিন্ন বস্তুর অবস্থানের ক্রম। যেমন বাগিচা ঃ এক্ষেত্রে বৃক্ষরাজি সারিবদ্ধভাবে সজ্জিত থাকে। আমাদের দেশে কৃষিভূমি আল দ্বারা ভিন্ন ভিন্ন খণ্ডে বিভক্ত থাকে। তাই আল দ্বারা বিভক্ত ভূমির বিন্যাসের (Field pattern) সাহায্যে আলোকচিত্রে কৃষিভূমিকে সহজে চিহ্নিত করা যায়। প্রতিকৃতি বা বিন্যাসের অন্যান্য উদাহরণ হ'ল ঃ বৃক্ষরূপী (Dendritic), জাফরীরূপী (Trellis), কেন্দ্রবিমুখ (Radial) প্রভৃতি নদী বিন্যাস।

আকৃতি (Shape)

আকৃতির অর্থ হল ভূমিভাগে বস্তু সমূহের জ্যামিতিক গঠন বা প্রকাশ যা আমরা আলোকচিত্রে দ্বিমাত্রিক প্রতিবিম্ব হিসাবে দেখতে পাই। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়—আয়তকার বাড়ীঘর, গোলাকার শস্যগোলা বা ভূমিভাগ থেকে উচ্চে অবস্থিত জলাধার ইত্যাদি। আলোকচিত্রে আপাতদৃষ্টিতে নদী, খাল এবং রাস্তাকে এক রকম দেখায়। কিন্তু ভালোভাবে বিশ্লেষণ করলে এদের জ্যামিতিক আকৃতির ভিন্নতা লক্ষ্য করা যায় এবং তদানুসারে নির্দিষ্ট বস্তুটিকে সনাক্ত করা যায়। অনুরূপ কারণে বিধাননগর অথবা চিত্তরঞ্জন শহরদুটির বৈশিষ্ট্যপূর্ণ জ্যামিতিক আকৃতি তাদের সনাক্ত করতে সাহায্য করে।

পরিমাপ (Size)

ত্রিমাত্রিক ঘনদৃক আলোকচিত্র মডেলে (Three dimentional stereo photo model) কোনো নির্দিষ্ট বস্তু যে জায়গাটা দখল করে থাকে সেটাই তার পরিমাপ নির্দেশ করে। এই পরিমাপের ওপর ভিত্তি করে বিভিন্ন বস্তুকে সনাক্ত করা যায়। যেমন স্কুল বাড়ী, অফিস বাড়ী, কারখানা প্রভৃতি বস্তুকে তাদের পরিমাপ গত ভিন্নতা দ্বারা চিহ্নিত করা যায়।

ছায়া **(Shadow)**

কখনও কখনও ছবি তোলার সময় নির্দিষ্ট বস্তুটি অন্য বস্তুর দ্বারা আড়াল হয়ে যায়। ফলে যদিও আলোকচিত্রে নির্দিষ্ট বস্তুটিকে আমরা দেখতে পাই না কিন্তু অনেক সময় তার ছায়া বস্তুটিকে সনাক্ত করতে সাহায্য করে। একটি বাড়ীর ছায়া থেকে একটি গাছের ছায়া ভিন্ন; অন্যদিকে ভূ-পৃষ্ঠের উচ্চে অবস্থিত গোলাকার জলাধার অথবা স্তম্ভাকার তেলের আধারের ছায়া ভিন্নতর এবং ছায়ার এই ভিন্নতার সাহায্যে আমরা সুনির্দিষ্ট বস্তুটিকে সহজে সনাক্ত করতে পারি।

অবস্থান **(Situation)**

বিভিন্ন বস্তুর পারস্পরিক অবস্থান থেকে আমরা সুনির্দিষ্ট বস্তুটিকে চিনে নিতে পারি। যেমন রেলপথের ধারে বড়সড় লম্বাটে বাড়ী থাকলে তাকে সাধারণতঃ রেলস্টেশন হিসাবে চিহ্নিত করা হয়।

বিভাজন/বিশ্লেষণ ও বর্ণালীয় সুবেদীয়তা **(Resolution and Spectral sensivity)**

আলোকচিত্রে ব্যবহৃত পাত (Film), পাতের রাসায়নিক প্রলেপ বা অবদ্রব (Chemical emulsion) অর্থাৎ সর্ববর্ণীয় (Panchromatic) না অবলোহিত (Infrared) পাত—এই সব কিছুই বস্তুটিকে সনাক্ত করতে সাহায্য করে। কারণ এদের সংবেদনশীলতার (Sensitivity) মধ্যে পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়। বিভাজন/বিশ্লেষণের (Resolution) অর্থ হল ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র বস্তুকে আলাদা আলাদা ভাবে চিহ্নিত করা বা সনাক্ত করা এবং তা নির্ভর করে পাতের গুণাগুণ এবং ক্যামেরার পরকলা (Lens) পদ্ধতির ওপর। আলোকচিত্রে বস্তুসমূহের সুস্পষ্ট (Sharp) প্রতিবিম্ব প্রাপ্তি একান্ত কাম্য। এক ইঞ্চিতে কতগুলো বিন্দু বা রেখা (Dot/line per inch : dpi) দেখানো যাবে তার ওপর বিভাজন বা বিশ্লেষণের ক্ষমতা নিরূপণ করা যায়। বিভাজনের ক্ষমতা কম (Low resolution) হলে অপ্রতুল তথ্য পাওয়া যায়, সেক্ষেত্রে ক্ষুদ্রতর বস্তুকে আলোকচিত্রে সনাক্ত করা যায় না। অন্যদিকে বিভাজনের ক্ষমতা বেশী (High resolution) হলে অধিকতর তথ্য সংগ্রহ করা যায়, অর্থাৎ তুলনামূলকভাবে সূক্ষ্মতর বস্তুকে চিহ্নিত করা যায়।

বিভিন্ন প্রকারের রাসায়নিক প্রলেপ বা অবদ্রবের সাহায্যে পাত তৈরি করা হয়। ভিন্ন ভিন্ন ধরনের অবদ্রব বিদ্যুৎ চুম্বকীয় বর্ণালীর ভিন্ন ভিন্ন ধরনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে সংবেদনশীল। বিভিন্ন অবদ্রবের নিজস্ব বর্ণালী সংক্রান্ত সংবেদনশীলতা আছে।

বিমান আলোকচিত্র সংগ্রহের ক্ষেত্রে সাধারণতঃ দু শ্রেণীর সাদা-কালো পাত ব্যবহার করা হয়।

(ক) সর্ব বর্ণীয় (Panchromatic) পাত যা দৃশ্যমান বর্ণালীর সব তরঙ্গদৈর্ঘ্যের প্রতি সংবেদনশীল।

(খ) অবলোহিত (Infrared) পাত যা দৃশ্যমান বর্ণালীর বেগুনী, নীল এবং লাল আলো এবং অবশ্যই অবলোহিত আলোর প্রতি সংবেদনশীল। জলভাগ অবলোহিত আলো অনেক বেশী শোষণ করতে পারে এবং পাতের ওপর সাধারণতঃ গাঢ় কৃষ্ণভক্রম (Dark tone) হিসাবে প্রকাশ পায়। ফলে শাখা-প্রশাখাসহ

নদীসমূহ, জোয়ার ভাঁটায় জলস্তরের পরিবর্তনশীল জলাভূমি, তটরেখা, খাল প্রভৃতিকে অতি সহজে সনাক্ত করা যায় এবং তার থেকে মানচিত্র প্রণয়ন করা সম্ভব হয়। অবলোহিত পাতের সাহায্যে মৃত্তিকার আর্দ্রতার পরিমাণ সহজে নিরূপণ করা যায়, কারণ সেক্ষেত্রে আলোকচিত্রে কৃষ্ণভক্রমের পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়।

6.18 মুখ্য বিন্দু, অনুবন্ধ মুখ্য বিন্দু ও কার্যকারী অঞ্চল (Principal point, conjugate principal point and effective area)

বিমান আলোকচিত্র কেন্দ্রীয় অভিক্ষেপের (Central projection) পর্যায়ভুক্ত হওয়ার জন্য আলোকচিত্রের কেবলমাত্র কেন্দ্রভাগে জ্যামিতিক যথার্থতা (Geometric accuracy) পরিলক্ষিত হয় এবং কেন্দ্রভাগ থেকে দূরবর্তী অংশে জ্যামিতিক যথার্থতা আর থাকে না। প্রান্তবর্তী ন্যস্ত চিহ্নের সংযুক্তিকরণের মাধ্যমে মুখ্যবিন্দু নির্ণয় করা সম্ভব এবং এই মুখ্যবিন্দুতে সর্বাধিক জ্যামিতিক যথার্থতা পরিলক্ষিত হয়। ফলে বিমান আলোক চিত্রের সাহায্যে মানচিত্র প্রণয়নের সময় প্রথমেই প্রতিটি আলোকচিত্রের মুখ্যবিন্দু সনাক্তকরণ আবশ্যিক। অতঃপর উভয় পার্শ্বের আলোকচিত্রের মুখ্যবিন্দু মধ্যবর্তী আলোকচিত্রে স্থানান্তরকরণ প্রয়োজন। এ কাজে দর্পণ ঘনবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্য নিতে হয়। স্থানান্তরিত (Transferred) মুখ্য বিন্দুকে অনুবন্ধ মুখ্য বিন্দু (conjugate principal point) বলে। মুখ্যবিন্দু এবং অনুবন্ধ মুখ্যবিন্দুর সংযোগকারী রেখাটি উড্ডয়ন রেখা (Flight line) নামে পরিচিত। মুখ্যবিন্দুর উভয় দিকে অবস্থিত অনুবন্ধ মুখ্যবিন্দু দিয়ে দুটি লম্ব অঙ্কণ করলে তার মধ্যবর্তী অংশকে কার্যকরী অঞ্চল নামে চিহ্নিত করা হয়। এই অংশটিতে জ্যামিতিক যথার্থতা মানচিত্র প্রণয়নের উপযোগী।

6.19 দ্রুত আলোকচিত্র বিন্যস্তকরণ (Rapid adjustment)

- ঘনবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে দৃক যুগলকে (Stereopair) সঠিকভাবে উপস্থাপন করতে হবে। লক্ষ্য রাখতে হবে যে, দৃশ্যমান ছায়া যেন পর্যবেক্ষকের দিকে থাকে।
- ডান এবং বাম দিকের ছবির ওপর নির্দিষ্ট স্থানে যথাক্রমে ডান এবং বাম তর্জনী স্থাপন করতে হবে।
- ঘনবীক্ষণ যন্ত্রের মাধ্যমে দেখার সময়, দুহাত দিয়ে আলোকচিত্র দুটিকে সরাতে হবে যতক্ষণ না দুটো আঙ্গুল এক হয়ে যায়। এবার আঙ্গুল দুটো তুলে নিতে হবে।

- আলোকচিত্র দুটিকে সামান্য আবর্তন (Rotate) করে অথবা রৈখিক আন্দোলন করে (Linear movement) দেখতে হবে ঘনদর্শীয় প্রতিরূপ (Stereo imagery) যেন সর্বত্র দেখা যায়।
- অতঃপর ছবি দুটো আটকে দিতে হবে।

6.20 সতর্কতার সঙ্গে আলোকচিত্র বিন্যস্তকরণ (Careful adjustment)

- ঘনবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে ঘন দৃক যুগলকে এমনভাবে রাখতে হবে যাতে আলোকচিত্র দুটির উপরিপাত (Overlap) অংশদ্বয় পরস্পরের নিকটবর্তী থাকে। এ ক্ষেত্রেও লক্ষ্য রাখতে হবে যে, আলোকচিত্রে দৃশ্যমান ছায়া যেন পর্যবেক্ষকের দিকে থাকে।
- অতঃপর মুখ্য বিন্দুদ্বয়কে সনাক্ত করে আলোকচিত্রে চিহ্নিত করতে হবে। এর জন্য বিপরীত ন্যস্ত চিহ্নদের স্কেল জাতীয় ঋজু দণ্ডের সাহায্যে যুক্ত করতে হবে।
- উপরিপাত যুগলের মুখ্য বিন্দুদের স্থানান্তরিত করতে হবে। মুখ্যবিন্দু এবং অনুবন্ধ মুখ্যবিন্দুকে যুক্ত করলে উড্ডয়ন রেখা পাওয়া যাবে।
- অতঃপর স্কেল জাতীয় ঋজু দণ্ডকে আলোকচিত্রের ওপর এমনভাবে রাখতে হবে যাতে মুখ্যবিন্দু এবং অনুবন্ধ মুখ্যবিন্দু একই সরলরেখায় অবস্থান করে। অবশেষে বাঁদিকের আলোকচিত্রটি আটকে দিতে হবে।
- দর্পণ ঘনবীক্ষণ যন্ত্রকে এবার এমনভাবে ঘন দৃক যুগলের ওপর স্থাপন করতে হবে, যাতে ঘন দর্শীয় পরকলার (stereoscopic lens) কেন্দ্র দ্বয়ের সংযোগকারী রেখা এবং উড্ডয়ন রেখা সমান্তরাল ভাবে অবস্থান করে।
- এখন যদিও আলোকচিত্র দ্বয়ের মাধ্যমে ত্রিমাত্রিক মডেল দেখা যাবে, কিন্তু দৃক যুগলকে সামান্য বিন্যস্ত করার প্রয়োজন হতে পারে। ফলে ডান দিকের আলোকচিত্রটি সামান্য সরাবার প্রয়োজন হতে পারে যাতে পরিশেষে স্বস্তির সঙ্গে ঘন দর্শন প্রতীয়মান হয়। এখানে উল্লেখযোগ্য, সঠিক এবং স্বস্তির সঙ্গে ঘন দর্শনের জন্য অক্ষিপট (Eye base), ঘন দর্শীয় পরকলা কেন্দ্রদের যুক্তকারী সরলরেখা, যন্ত্রের তল (Instrument base) এবং আলোকচিত্র ভূমি (Photo base)—সবগুলিকে সমান্তরাল রেখায় অবস্থান করাতে হবে।

6.21 সারাংশ

বিমান বাহিত ক্যামেরার সাহায্যে আলোকচিত্র সংগ্রহ করে ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত বিভিন্ন বস্তু সংক্রান্ত নানা তথ্য সংকলন করা যায়। সাধারণ ভাবে দৃশ্যমান বর্ণালীর তিনগুণ বেশী তথ্য আলোকচিত্রের মাধ্যমে সংগ্রহ করা যায়।

বিমান আলোকচিত্র নানা প্রকারের হয়। যেমন—উল্লম্ব আলোকচিত্র, অনুভূমিক আলোকচিত্র, তির্যক আলোকচিত্র প্রভৃতি। এ ছাড়াও বিভিন্ন আলোকচিত্রের মধ্যে সমন্বয় সাধন ক'রে অভিসারী এবং ত্রিমিতি কোণ আলোকচিত্র নির্মাণ করা যায়। অবশ্য আলোকচিত্র পঠন পাঠন এবং মানচিত্র প্রণয়নের ক্ষেত্রে উল্লম্ব আলোকচিত্রের ব্যবহার অধিক।

অভিক্ষেপ পদ্ধতি পর্যালোচনা করলে দেখা যায় আলোকচিত্র কেন্দ্রীয় অভিক্ষেপের পর্যায়ভুক্ত। যেহেতু আলোকচিত্রের মধ্যভাগের জ্যামিতিক বিশ্বস্ততা সর্বাধিক, তাই আগের এবং পরের আলোকচিত্রের মুখ্যবিন্দু দুটিকে মধ্যবর্তী আলোকচিত্রে অনুবন্ধ মুখ্যবিন্দু হিসাবে স্থানান্তরিত করে কার্যকারী অঞ্চল চিহ্নিত হয়।

আলোকচিত্রে উপস্থিত বস্তুসমূহের সঠিক সনাক্তকরণ যথেষ্ট কঠিন কাজ। সাধারণভাবে সনাক্তকরণের উপায়গুলি হল—কৃষ্ণাভক্রম, গ্রথন, প্রতিকৃতি, আকৃতি, পরিমাপ, ছায়া, অবস্থান এবং বিভাজন ও বর্ণালীর সুবেদীতার চরিত্র বিশ্লেষণের দ্বারা।

6.22 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. বিমান আলোকচিত্রের সংজ্ঞা নিরূপণ করুন।
2. বিমান আলোকচিত্রের সুবিধা কি কি? এই পদ্ধতির সীমাবদ্ধতা সম্পর্কে যাহা জানেন লিখুন।
3. আকাশীয় ক্যামেরার বিস্তৃত বিবরণ দিন।
4. আলোকচিত্রের বিচ্যুতি কাকে বলে? এই ধরনের বিচ্যুতিকে কয় ভাগে ভাগ করা যায় এবং তারা কি কি?
5. বিমান আলোকচিত্রের ঐতিহাসিক প্রেক্ষাপট সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত বিবরণ দিন।
6. আলোকচিত্রকে প্রধানতঃ কয় ভাগে ভাগ করা যায় এবং তারা কি কি? উল্লম্ব আলোকচিত্রের কি কি ব্যবহার আছে?
7. কেন্দ্রীয় অভিক্ষেপ কাকে বলে?
8. ঘন দৃক যুগল কাকে বলে?

9. ঘনবীক্ষণ যন্ত্র কয় প্রকার ও কি কি?
10. বিমান আলোকচিত্রের প্রান্তীয় তথ্যাবলী লিপিবদ্ধ করুন।
11. কি কি উপায়ে আলোকচিত্রে উপস্থিত বস্তুসমূহকে সনাক্ত করা যায়?
12. সতর্কতার সঙ্গে আলোকচিত্র বিন্যস্তকরণ পদ্ধতি বর্ণনা করুন।
13. আলোকচিত্রে স্কেল নিরূপণ পদ্ধতিগুলি কি কি?

সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন ঃ

1. আলোকচিত্র বর্ণালীর বন্ধনীর পরিমান কত?
2. মেট্রিক তথ্য কাকে বলে?
3. পার্শ্ব প্রাবরণ কাকে বলে?
4. পকেট ঘনবীক্ষণ যন্ত্র কি?
5. ন্যস্ত চিহ্ন কি?
6. নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে যাহা জানেন লিখুন ঃ
    (ক) কৃষ্ণভক্রম
    (খ) গ্রথণ
    (গ) বিন্যাস
    (ঘ) আকৃতি
    (ঙ) ছায়া

6.23 উত্তরমালা

1. 6.2 অংশ দেখুন।
2. 6.5 অংশ দেখুন।
3. 6.6 অংশ দেখুন।
4. 6.9 অংশ দেখুন।
5. 6.7 অংশ দেখুন।

6. 6.10 এবং 6.10.1 অংশ দেখুন।

7. 6.12.3 অংশ দেখুন।

8. 6.14 অংশ দেখুন।

9. 6.15 অংশ দেখুন।

10. 6.16 অংশ দেখুন।

11. 6.17 অংশ দেখুন।

12. 6.20 অংশ দেখুন।

13. 6.13 অংশ দেখুন।

সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন ঃ

1. 6.3 অংশ দেখুন।

2. 6.4 অংশ দেখুন।

3. 6.14 অংশ দেখুন।

4. 6.15.1 অংশ দেখুন।

5. 6.16 অংশ দেখুন।

6. (ক) 6.17 অংশ দেখুন।

   (খ) 6.17 অংশ দেখুন।

   (গ) 6.17 অংশ দেখুন।

   (ঘ) 6.17 অংশ দেখুন।

   (ঙ) 6.17 অংশ দেখুন।

* গ্রন্থপঞ্জী

1. Aerial Photo Ecology—John A. Howard—1970