

দূর-সংবেদন ব্যবস্থা [Remote Sensing]



□ **সূচনা (Introduction) :** বিগত বেশ কিছু দশক ধরে দূর-সংবেদন প্রযুক্তিতে একটা বিশেষ পরিবর্তন ছাড়া যে, বর্তমানে সম্পূর্ণ পৃথিবীর পরিবেশ জানার একমাত্র উপকরণটি হল এটি ব্যবস্থাপনা। 1900-এর আগে পৃথিবী, সূর্য, নক্ষত্র, গ্রহ, উপগ্রহ প্রভৃতি চাক্ষুষ করার ক্ষমতা আমাদের খয়ং পর্যবেক্ষণ ও দৃশ্য প্রকাশের দ্বারা গৃহীত আলোকচিত্র পর্যন্ত সীমিত ছিল। এইসময় দূরে অবস্থিত কোনো স্থান বা পদার্থ দেখার জন্য আমাদের কোনো দূরবীণ কিংবা বায়ুযান দ্বারা গৃহীত আলোকচিত্রের ওপর নির্ভর করতে হত। কিন্তু বর্তমানে দূর-সংবেদন বিজ্ঞানের মাধ্যমে আমরা এমন উপাদান পাই যাতে দৃশ্য আলোর নানা তরঙ্গ ব্যবহার করে সম্পূর্ণ বিশ্ব মহাকাশকে দেখতে পাই।

□ **সংজ্ঞা (Definition) :** দূর-সংবেদন হল কোনো বস্তু, ক্ষেত্র বা উপাদানকে স্পর্শ করে না এমন কোনো পদ্ধতিতে সংগৃহীত রাশিতথ্যের বিশ্লেষণের মাধ্যমে ওই বস্তু, ক্ষেত্র বা উপাদান সম্পর্কে তথ্য আহরণের বিজ্ঞান ও কলা বিশেষ।

দূর-সংবেদন-এর বিভিন্ন ওয়েভল্যান্ডের বিভিন্ন রঙের আলোর তরঙ্গের মাধ্যমে নানা প্রতিবিম্ব পাওয়া যায় এবং ওইসব প্রতিবিম্বের সহায়তায় মানচিত্র অঙ্কন সহজ হয়।

□ **ধারণা (Concept) :** বইপড়া এক ধরনের দূর-সংবেদন। বইয়ের পাতা থেকে যে-আলো প্রতিফলিত হয়, তাতে সাদা দেওয়ার মাধ্যমে চোখ সংবেদনের কাজ করে। পাতার কালো ও সাদা অংশ থেকে যে-পরিমাণ আলো প্রতিফলিত হয় তাতে চোখ যেভাবে সাদা দেয়, তাইই হল সংগৃহীত 'তথ্য'। মন কম্পিউটার (Mental Computer) ওই 'তথ্য' বিশ্লেষণ করে একজনকে পাতার কালো অংশগুলি যে শব্দগঠনকারী একগুচ্ছ অক্ষর তা ব্যাখ্যা করতে সহায়তা করে। এরপর একজন বুঝতে পারে যে ওই শব্দগুলি বাক্য গঠন করছে এবং সবশেষে ওই বাক্যগুলি কী অর্থ বা তথ্য বহন করছে তা ব্যাখ্যা করে।

দূর থেকে বা স্পর্শ না করে রাশিতথ্য একাধিক উপায়ে সংগ্রহ করা যেতে পারে। যেমন, মাধ্যাকর্ষণ শক্তির বন্টনের তারতম্য মাধ্যাকর্ষণ মিটারে পরিমাপ করা হয়। শব্দতরঙ্গ বন্টনের তারতম্য Sonar যন্ত্রে ধরা পড়ে। Electromagnetic শক্তির বন্টনের তারতম্য মানুষের চোখে ধরা পড়ে।

বর্তমানে পৃথিবীর সম্পদের সমীক্ষা, তার ভিত্তিতে মানচিত্র গঠন ও পরিকল্পনার কাজে সাহায্য করার জন্য বাতাসে বা শূন্যে ভাসমান প্রাচীরে electromagnetic শক্তি গ্রাহক sensor পরিচালনা করা হচ্ছে। ভূপৃষ্ঠস্থ বিভিন্ন উপাদান বা বৈশিষ্ট্য যখন electromagnetic শক্তি নির্গত ও প্রতিফলিত করে তখন এই sensor-গুলি রাশিতথ্য সংগ্রহ করে। এই রাশিতথ্য বিশ্লেষণ করে যে-সম্পদ সম্পর্কে অনুসন্ধান করা হচ্ছে তার সম্পর্কে তথ্য পাওয়া যায়।

Electromagnetic শক্তির সাহায্যে ভূসম্পদের দূর-সংবেদনের দুটি মৌলিক প্রক্রিয়া হল—

1. রাশিতথ্য আহরণ (Data collection) এবং

2. রাশিতথ্য বিশ্লেষণ (Data interpretation)।

রাশিতথ্য আহরণ প্রক্রিয়ার উপাদানগুলি হল—

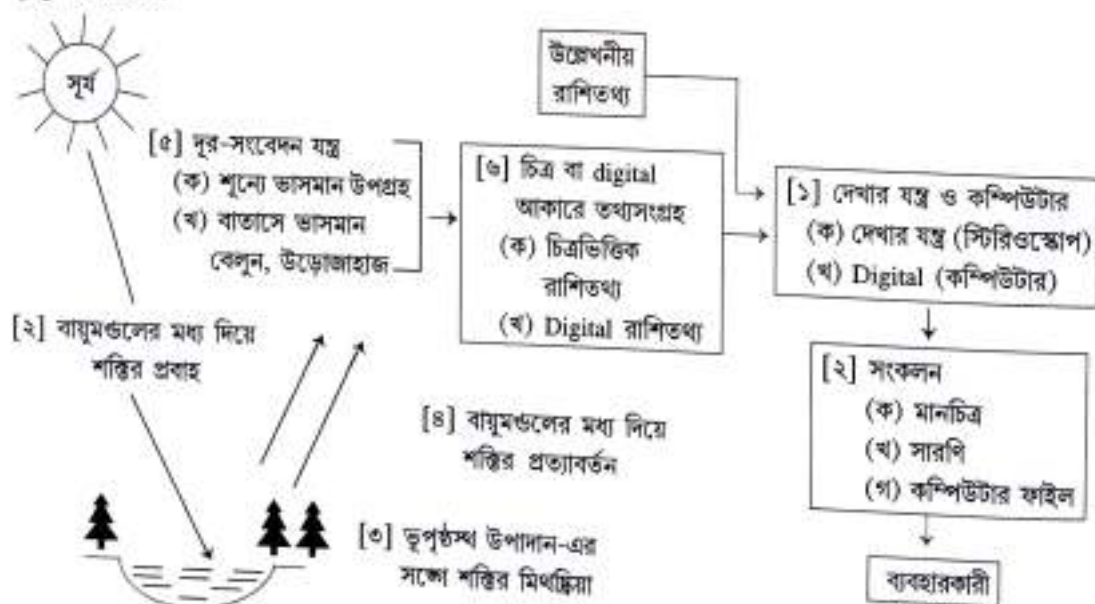
- (i) শক্তির উৎস,
- (ii) বায়ুমণ্ডলের মধ্য দিয়ে শক্তির প্রবাহ,
- (iii) ভূপৃষ্ঠস্থ বস্তুর সঙ্গে শক্তির মিথস্ক্রিয়া,
- (iv) বায়ুমণ্ডলের মধ্য দিয়ে শক্তির প্রত্যাবর্তন,
- (v) বাতাস বা শূন্যে ভাসমান দূর-সংবেদন যন্ত্র,
- (vi) চিত্র বা digital আকারে তথ্য নথিভুক্ত করা।

রাশিতথ্য বিশ্লেষণের ধাপগুলি হল—

- (i) চিত্রভিত্তিক রাশিতথ্য বিশ্লেষণের জন্য বিভিন্ন প্রকার দেখার যন্ত্র বা digital রাশিতথ্য বিশ্লেষণের জন্য কম্পিউটারের ব্যবহার।
- (ii) মানচিত্র ও সারণি গঠন বা computer ফাইল তৈরি করা, পরে বা অন্যান্য তথ্যের সঙ্গে সমন্বয়ের মাধ্যমে Geographical Information System গঠনে সাহায্য করে।
- (iii) ব্যবহারকারীকে তথ্যপ্রদান ও সিদ্ধান্তগ্রহণ প্রক্রিয়ায় এর প্রয়োগ।
- (iv) যে-সম্পদ সম্পর্কে অনুসন্ধান করা হচ্ছে তার সম্পর্কে যদি অতিরিক্ত উল্লেখনীয় রাশিতথ্য (Reference data) পাওয়া যায় তবে রাশিতথ্য বিশ্লেষণে তার ব্যবহার করা। উল্লেখনীয় রাশিতথ্যের সাহায্যে বিশ্লেষণকারী সম্পদের প্রকার, অবস্থান, বিস্তার, অবস্থা ইত্যাদি সম্পর্কে অতিরিক্ত তথ্য আহরণ করতে পারেন।

← রাশিতথ্য আহরণ → রাশিতথ্য বিশ্লেষণ

[১] শক্তির উৎস



চিত্র 1.1 ভূসম্পদের electromagnetic শক্তির দ্বারা দূর-সংবেদন

- Remote Sensing-এর data-সংগ্রহের জন্য প্রাথমিক ভাবে platform ও sensor-এর প্রয়োজন হয়।
 - (i) Platform হল এমন একটি স্থান যেখান থেকে দূর-সংবেদন করা হয়ে থাকে। এগুলি তিন প্রকার :
 - (a) Groundborne (ভূমিভিত্তিক) Platform : ভূমির ওপর চালিত কোনো যান থেকে এভাবে প্রতিবিশ্ব নেওয়া হয়।
 - (b) Airborne (আবহমণ্ডলভিত্তিক) Platform : বায়ুমণ্ডল থেকে এই পদ্ধতিতে বেলুন বা বিমানের সাহায্যে প্রতিবিশ্ব নেওয়া হয়।

Balloon-based platform দুই প্রকার, যথা— ether baloon এবং free baloon। দুই ক্ষেত্রেই ১০০ ফুট উচ্চতা থেকে প্রতিবিশ্ব নেওয়া হয়।
Air-based platform-এর ক্ষেত্রে বিমান থেকে প্রতিবিশ্ব নেওয়া হয়। ভারতে এই কাজে চার ধরনের বিমান ব্যবহার করা হয় যথা—

বিমান	উচ্চতা	গতিবেগ
Dakota	5.6 to 6.2 km	minimum 240 km/hr
Avro	7.8 km	minimum 240 km/hr
Cessna	9 km	minimum 350 km/hr
Canberra	14 km	minimum 560 km/hr

(c) Space borne (মহাকাশভিত্তিক) platform : উপগ্রহের সাহায্যে 220 km থেকে 36,000 km উচ্চতা থেকে এই পদ্ধতিতে প্রতিবিশ্ব নেওয়া হয়। উপগ্রহ দুই প্রকার যথা—

Geostationary Satellite : ভূপৃষ্ঠ থেকে প্রায় 35,000 km থেকে 36,000 km উচ্চতা থেকে এই ধরনের উপগ্রহ প্রতিবিশ্ব নেয়। যেমন— Insat 1A এবং Insat 1B।

Sunsynchronous Satellite : ভূপৃষ্ঠ থেকে 600 km থেকে 900 km উচ্চতা থেকে এই উপগ্রহ প্রতিবিশ্ব নেয়। এগুলি উত্তর থেকে দক্ষিণে আবার দক্ষিণ থেকে উত্তরে আবর্তন করে, যেমন— Landsat 4 এবং 5 প্রতি 16 দিন অন্তর একই জায়গার ছবি তোলে এবং Spot-প্রতি 26 দিন অন্তর একই জায়গার ছবি তোলে।

(ii) **Sensor (সংগ্রাহক)** : দূর সংবেদনের জন্য অতিপ্রয়োজনীয় উপাদান হল Sensor অর্থাৎ যে ক্যামেরার সাহায্যে চিত্রগ্রহণ করা হয়।

একটি আদর্শ দূর সংবেদন ব্যবস্থা (An Ideal Remote Sensing System)

- [১] একটি সুযম শক্তির উৎস : এই শক্তির উৎস সময় ও কাল ব্যতিরেকে সকল তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং স্থির অথচ জাত হারে শক্তি প্রদান করবে।
- [২] বাধা প্রদান করেনা এমন বায়ুমণ্ডল : এটি এমন এক ধরনে বায়ুমণ্ডল যা উৎস থেকে আগত শক্তিকে কোনোভাবেই রূপান্তরিত করে না; এই শক্তি ভূপৃষ্ঠ থেকে বায়ুমণ্ডলে আসতে পারে অথবা বায়ুমণ্ডল থেকে ভূপৃষ্ঠের দিকে যেতে পারে। আদর্শ অবস্থায় এই শর্ত যে-কোনো তরঙ্গদৈর্ঘ্য, সময়, স্থান এবং Sensor-এর উচ্চতার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।
- [৩] ভূপৃষ্ঠে শক্তি/পদার্থ অধ্বিতীয় মিথষ্ক্রিয়া : এই ধরনের মিথষ্ক্রিয়া এমন প্রতিকলিত সিগন্যাল সৃষ্টি করে যা কেবল তরঙ্গদৈর্ঘ্য অনুযায়ী Selective-ই নয়, প্রত্যেক ভূপৃষ্ঠস্থ বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী অপরিবর্তনীয় এবং অধ্বিতীয়।
- [৪] সুপার Sensor : এটি এমন এক ধরনের Sensor যা সকল প্রকার তরঙ্গদৈর্ঘ্যের প্রতি প্রচণ্ড স্পর্শকাতর কোনো দৃশ্য থেকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য অনুসারে প্রাপ্ত নিরপেক্ষ উজ্জ্বলতার ভিত্তিতে দৈনিক বিশদ রাশিতথ্য প্রদান করে এবং বর্ণালীর সকল অংশে সক্রিয়ভাবে কাজ করে।
- [৫] প্রকৃত সময় (তৎক্ষণিক) রাশিতথ্য গ্রহণ পদ্ধতি : এই পদ্ধতিতে যখনই কোনো ভূপৃষ্ঠস্থ বস্তুর ওপর তরঙ্গদৈর্ঘ্য/প্রতিকলন মিথষ্ক্রিয়া সংঘটিত হয়, তখনই তা ব্যাখ্যা করা যায় এমন রূপে। কাঠামোতে রূপান্তরিত হয় এবং যে-বস্তুর ক্ষেত্রে তা অধ্বিতীয় বলে স্বীকৃত হয়। এই ধরনের প্রক্রিয়াকরণ প্রায় তৎক্ষণাৎ (প্রকৃতসময়) ঘটে। ফলে সময়মত তথ্য পাওয়া যায়। শক্তি/বস্তুর মিথষ্ক্রিয়া যেহেতু নিরবচ্ছিন্নভাবেই ঘটে, তাই এই ধরনের বিশ্লেষণ কোনোরকম Reference data-র প্রয়োজন হয় না। প্রাপ্ত রাশিতথ্য প্রত্যেক বস্তুর/বৈশিষ্ট্যের ভৌত-রাসায়নিক জৈব স্থিতি সম্পর্কে অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে।

[৬] বিভিন্ন রাশিতথ্য ব্যবহারকারী : এই ধরনের ব্যক্তিদের তাদের নিজস্ব বিষয় এবং Remote Sensing দ্বারা রাশিতথ্য গ্রহণ ও বিশ্লেষণ পদ্ধতি সম্পর্কে গভীর জ্ঞান থাকে। একই রাশিতথ্য বিভিন্ন ব্যবহারকারীর ক্ষেত্রে বিভিন্ন তথ্য প্রদান করে, কারণ যে-বিশেষ পার্থিব সম্পদ সম্পর্কে রাশিতথ্য গ্রহণ করা হচ্ছে সে সম্পর্কে তাদের জ্ঞানের ভাঙার অফুরন্ত। অন্যান্য যে-কোনো পদ্ধতি অপেক্ষা এই পদ্ধতিতে অপেক্ষাকৃত দ্রুত হারে, কম খরচে এবং বিস্তৃততর অঞ্চলের তথ্য পাওয়া যায়। এই তথ্যের সাহায্যে বিভিন্ন ব্যবহারকারী পার্থিব সম্পদকে সবচেয়ে ভালোভাবে কীভাবে ব্যবহার করা যায় সে-সম্পর্কে সুচিন্তিত সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে পারে।

দূর্ভাগ্যবশত, ওপরে বর্ণনা করা আদর্শ Remote Sensing পদ্ধতি বাস্তবে দেখা যায় না। প্রকৃত Remote Sensing পদ্ধতি বস্তুত আদর্শ Remote Sensing পদ্ধতির থেকে প্রতিটি ক্ষেত্রেই আলাদা।

□ দূর-সংবেদনের প্রয়োজনীয়তা (Necessity of Remote Sensing) :

দূর-সংবেদন ব্যবস্থার প্রয়োজনীয়তা নিম্নরূপ—

- এর দ্বারা প্রাপ্ত ছবি থেকে কোনো একটি অঞ্চলকে পর্যবেক্ষণ করা যায়।
- ওই অঞ্চলের বিশ্লেষণ, অবস্থান সম্পর্কে সঠিক ধারণা অর্জন করা যায়।
- ওই অঞ্চলের natural resource, land use, socio-economic condition এবং infrastructural facility সম্বন্ধে জ্ঞান অর্জন করা যায়।
- অনেক কম সময়ে, নিখুঁতভাবে, বিস্তৃত অঞ্চলের তড়িৎ-চুম্বকীয় তথ্য সংগ্রহ করা যায়।
- ওই চিত্র থেকে সেই অঞ্চলের সমস্যা-সম্ভাবনার চিত্র পরিস্ফুট করা যায়।

□ দূর-সংবেদনের সুবিধা (Advantages of Remote Sensing) :

- বিস্তীর্ণ অঞ্চল পরিদর্শন।
- কোনো একটি অঞ্চলের অবস্থার পুনঃপরিবর্তন অবলোকন।
- একই ধরনের data বিশ্লেষণ করে বিভিন্ন উদ্দেশ্যে ও বিভিন্ন ভাবে ব্যবহার করা।
- প্রাপ্ত তথ্যগুলি কম্পিউটার দ্বারা নিখুঁতভাবে এবং দ্রুতগতিতে বিশ্লেষণ করা।
- দুর্গম বা অগম্যস্থানের তথ্য সংগ্রহ।
- শত্রুর অবস্থান জানার জন্য Spy Satellite ব্যবহার।
- জনসম্পদ, খনিজ সম্পদ, বনজ সম্পদ প্রভৃতি নির্ধারণ করে আহরণের প্রচেষ্টা।

বিমান চিত্র ব্যবস্থা (Aerial Photography)

□ ভূমিকা : দূর সংবেদন একটি প্রয়োগকৌশল হল বিমান চিত্র। এটি ভূমিখণ্ডের এমন এক আলোকচিত্র যা উড়োজাহাজে রাখা ক্যামেরার সাহায্যে তোলা হয় এবং এমন এক সচিত্র প্রমাণ যার মাধ্যমে সাংস্কৃতিক ও প্রাকৃতিক বৈশিষ্ট্যসমূহ নির্ভুলভাবে সংগ্রহ করা যায়।

ফালি (Strip) বরাবর আলোকচিত্র তোলা হয়। দুটো সন্নিহিত আলোকচিত্রের অবশ্যই সামান্য সাধারণ এলাকা থাকে। এরূপ আলোকচিত্রকে (এইসকল অঞ্চল বা এলাকার) overlapping চিত্র বলা হয়।

একই ফালি বরাবর বিমান চিত্রের মধ্যে overlap করা অংশকে বলা হয় Forward overlap। এই overlap-এর পরিমাণ $60 \pm 0.5\%$ পরিসরের মধ্যে। পাশাপাশি ফালি বিমান চিত্রগুলির মধ্যে overlap করা অংশকে Lateral overlap বলা হয়। এর পরিমাণ $20 \pm 10\%$ পরিসরের মধ্যে। ত্রিমাত্রিক ফল পাওয়ার জন্য বিমান চিত্র overlapping পদ্ধতির সাহায্যে তোলা হয়।

বিমান চিত্র হল দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপ। কারণ একটি বিন্দুর মধ্যে দিয়ে সব আলোকরশ্মি অতিক্রম করে।

বিমান চিত্রে যে-সব তথ্য লিপিবদ্ধ থাকে সেগুলি হল—

- [১] প্রত্যেকটি চিত্রে এমনভাবে Fiducial বা Collimating চিহ্ন থাকে যেগুলি লাইন দিয়ে যোগ করা যায় ও এদের ছেদকারী বিন্দুকে Principal Point বলা হয়।
- [২] ক্যামেরার focal length।
- [৩] উড়োজাহাজের উড়ান-উচ্চতা।
- [৪] ফটো তোলা সময়।
- [৫] ফটো তোলা তারিখ।
- [৬] ক্যামেরার নাম।
- [৭] আলোকচিত্র গ্রহণের নির্দিষ্ট একটি নম্বর।
- [৮] ফটোর ফালি (Strip) নম্বর।
- [৯] ফটোর নম্বর।

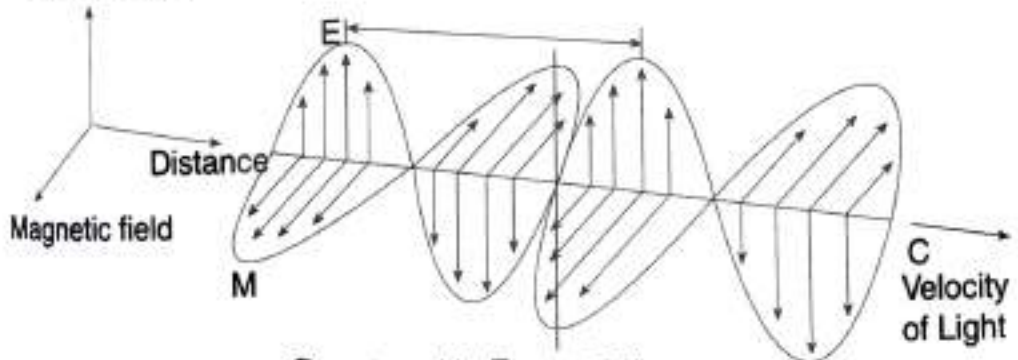
বিমান চিত্রের আকার ১৮ সেমি × ১৮ সেমি বা ২৩ সেমি × ২৩ সেমি বা ২৪ সেমি × ২৪ সেমি হয় এবং চিত্রের স্কেল পরিবর্তিত হয় ১ : ৫,০০০ থেকে ১ : ৬০,০০০-এর মধ্যে।

বিমান চিত্রের শ্রেণিবিভাগ (Types of Air Photography) :

বিমান চিত্র দুরকম পদ্ধতির সাহায্যে তোলা যায়—

- [১] উল্লম্বভাবে (vertical) এবং
- [২] তির্যকভাবে (oblique)

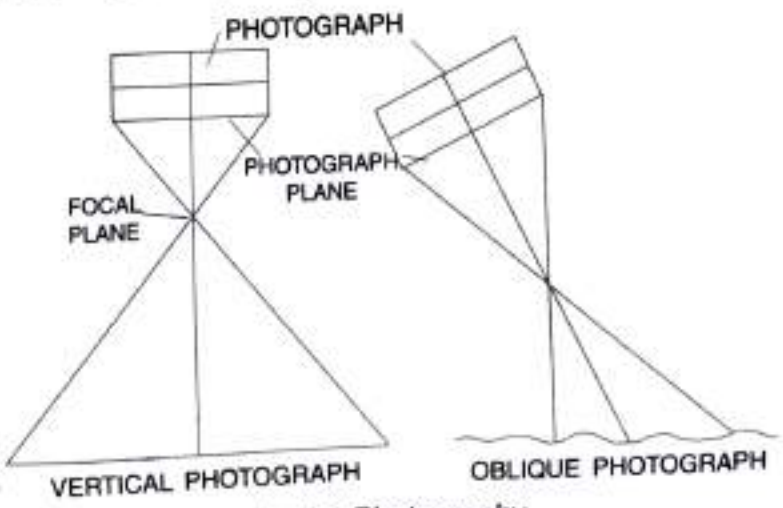
Electric field



চিত্র 1.2 $V = \text{Frequency}$

[১] উল্লম্বভাবে (Vertical) :

এক্ষেত্রে ক্যামেরার অক্ষকে নির্দিষ্টভাবে নীচের দিকে উল্লম্বভাবে রাখা হয়। এই ফটোগ্রাফির মাধ্যমে প্রায় নির্ভুলভাবে মানচিত্র প্রস্তুত করা যায়। যেহেতু এ ধরনের আলোকচিত্রে স্কেলের পার্থক্য সামান্য হয় ও কোনো অঞ্চলই লুক্কায়িত থাকে না, তথাপি চিত্রের সমস্ত অংশ সহজেই সনাক্ত করা সম্ভবপর হয় না, কারণ কিছু কিছু দৃশ্য চোখে অপরিচিত থাকে।



Aerial Photography

চিত্র 1.3

[২] তির্যকভাবে (Oblique) :

এক্ষেত্রে ক্যামেরাকে সম্মুখের দিকে 30° কোণ করে রাখা যায়। যখন দিগন্তের (horizon) প্রতিচ্ছবি অন্তর্ভুক্ত করা হয় তখন তাকে high oblique (উচ্চ তির্যক) বলা হয় এবং যখন দিগন্ত দেখা যায় না ও ক্যামেরা 3° -র বেশি কাত থাকে, তখন তাকে Low oblique (নিম্ন তির্যক) বলা হয়। সীমান্ত না-পেরিয়েই এর মাধ্যমে শত্রুর ভূখণ্ড সম্পর্কে বিভিন্ন তথ্য পাওয়া যায়, যেহেতু এটি চোখের পক্ষে খুব পরিচিত দৃশ্য প্রদান করে। এই পদ্ধতির দ্বিতীয় সুবিধা হল এই যে, এক-একটি ফটো অধিকতর অঞ্চল আবৃত করে। অবশ্য কিছু কিছু দীর্ঘ কাঠামোর (যেমন— বাড়ি বা পাহাড়) পেছনে অনেক বিশদ তথ্য লুক্কায়িত অবস্থায় থেকে যায়। স্কেলের পার্থক্যও খুব বেশি হয়। এর ফলে মানচিত্র প্রস্তুত করা পরিশ্রমসাধ্য ও ব্যয়সাপেক্ষ হয়ে পড়ে।

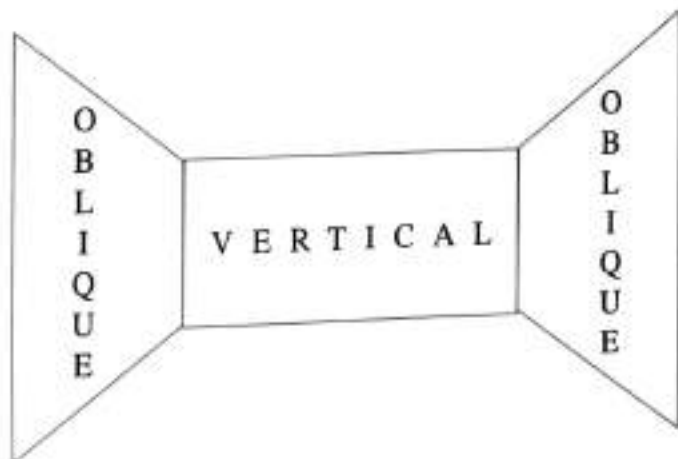
উল্লম্ব ও তির্যক ভাবে তোলা চিত্র photogrammetric উপায়ে মানচিত্র গঠনে ব্যবহৃত হয়। তির্যকভাবে তোলা চিত্রের সাহায্যে সাধারণত ক্ষুদ্র স্কেলের রণনিযুক্ত শত্রুর সন্নিবেশ স্থানের মানচিত্র (reconnais-sance maps) প্রস্তুত করা হয়।

উল্লম্ব ও তির্যক ভাবে তোলা চিত্রের সমন্বয়কে trimetrogon বলা হয়। এই পদ্ধতিতে তোলা তিনটি চিত্রকে মানচিত্রগঠনের উদ্দেশ্যে চিত্র হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

Multiple lens ব্যবস্থায় একটি ক্যামেরার দুটি থেকে ৯টি লেন্স ব্যবহার করা হয়। কোনো একটি অঞ্চলের বিস্তৃত কোনো coverage-এর জন্য এটি করা হয়। ছবিগুলির সঠিক সংস্কার ও সংশোধনের মাধ্যমে এগুলিকে একটি composite photograph (সংমিশ্র চিত্র)-এ রূপান্তর করা হয়।

উল্লম্ব আলোকচিত্র গ্রহণ পদ্ধতির প্রকারভেদ হল অবিরাম strip coverage যা focal plane-এ একটি সংকীর্ণ ছিদ্রের ওপর ফিল্ম অবিরাম অতিক্রম করে পাওয়া যায়। অবিরাম স্পষ্ট প্রতিচ্ছবি পাওয়ার উদ্দেশ্যে ছিদ্রের ওপর ফিল্মের গতিকে উড়োজাহাজের গতির সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ করা হয়। এরূপ দুটি ক্যামেরা যদি পাশাপাশি রাখা যায়, তবে stereoscopic-ভাবে দেখার জন্য দুটো strip পাওয়া যায়। সাধারণত দীর্ঘস্থিতি আলোকচিত্রের জন্য এই পদ্ধতি খুবই কার্যকরী।

উল্লম্বভাবে ফটোগ্রাফির পার্থক্য নিরবচ্ছিন্ন ফালির মধ্যে আবৃত করা হয় এবং একটি সরু ফালির মধ্যে ফিল্ম নিরবচ্ছিন্নভাবে চালানো হয় একটি focal plane-এর ওপর।



■ বিমান চিত্রের স্কেল (Scale of Air photograph) : বিমানচিত্রের স্কেল স্কেলসূচক ভাগাংশে (R.F.) প্রকাশ করা হয়। উড়োজাহাজের উচ্চতা ও ক্যামেরার focal length জানার পর চিত্রের স্কেল নির্ধারণ করা হয়,

$$\text{ফটোর স্কেল} = \frac{\text{মানচিত্রের দূরত্ব}}{\text{ভূমিভাগের দূরত্ব}} = \frac{\text{ফোলাক লেন্স}}{\text{বিমানের উচ্চতা}} = \frac{f}{H}$$

উদাহরণ— বিমানের উচ্চতা 10,000 মিটার; ফোকাল লেন্থ 20 মিটার। ফটোর স্কেল কত?

$$\text{ফটোর স্কেল} = \frac{20}{10,000} = \frac{1}{500} = 1 : 500$$

ফটোর পার্থক্য হয় প্রধানত নিম্নলিখিত কারণে—

- ১। বিমান একই গতিতে উড়তে পারে না।
- ২। ভূমিরূপ কখনই সঠিকভাবে অনুভূমিক হয় না।
- ৩। কাগজ বা ফিল্ম বিকৃতি : সম্মুখদিকে ও পাশে হেলানো বা কাত হওয়া।
- ৪। লেন্স-এর গড়গোল।

বিমান চিত্র বিশ্লেষণ (Air Photo Interpretation)

বিমান চিত্রের সাহায্যে ভূপৃষ্ঠের বৈশিষ্ট্যের চিহ্নিতকরণ ও তথ্য অর্জন করাকে চিত্র বিশ্লেষণ বলা হয়।

বিমান চিত্র বিশ্লেষণ করার জন্য এখানে কতকগুলি সূত্র দেওয়া হল :—

১। **আয়তন (Size)** : কোনো বস্তুর পৃষ্ঠদেশ বা আয়তনের পরিমাপকে বলা হয় আকার। আলোকচিত্রে প্রতিবিশ্বের আপেক্ষিক আকার এদের চিহ্নিত করতে সাহায্য করে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে, শিল্প ও বণিক প্রতিষ্ঠানগুলির তুলনায় আবাসন প্রতিষ্ঠানগুলি খুবই ছোটো দেখায়।

অনুরূপভাবে, খামারের আয়তন কেবলমাত্র কৃষি-জমির বিভাজনের মাত্রাই নির্দেশ করে না। ভূমি ব্যবহারের তীব্রতার প্রতিও ইঙ্গিত দেয়। কখনো-কখনো বৈশিষ্ট্য ছাদের প্যাটার্ন (যেমন— সিনেমা হল, অথবা আলকাতরা মাখানো ছাদ ও কলকারখানার শৈলশিরার ন্যায় ছাদ) সহ কিছু শ্রেণির অট্টালিকা আলোকচিত্রে চিহ্নিত করা যায়। কোনো বস্তুর ধরা যাক রাস্তার প্রকৃত আয়তনকে আলোকচিত্রে প্রতিবিশ্বের সঙ্গে তুলনা করে আলোকচিত্রের স্কেল সম্পর্কে অনুমান করা হয়। আলোকচিত্রের প্রান্তে সন্নিবেশিত তথ্যের সাহায্যেও স্কেল নির্ণয় করা যায়। যদি আলোকচিত্রের স্কেল সঠিকভাবে নিবুপণ করা হয় তাহলে চিত্রের আয়তন সহজেই পরিমাপ করা যাবে।

২। **আকৃতি (Shape)** : Shape বা আকৃতি বলতে সাধারণত একটি অঞ্চলের নকশাকে বোঝায়। আকৃতি প্রায়ই তাৎক্ষণিক চিহ্নিতকরণে সহায়তা করে। সাধারণত রাস্তা, খাল, রেলপথ ইত্যাদি সুস্বম আকৃতির হয়। অপরপক্ষে নদী-সৈকতরেখা, বনাঞ্চল, সমুদ্র-সৈকতরেখা ইত্যাদির অনিয়মিত আকৃতি দেখা যায়।

৩। **টোন (Tone)** : আলোকচিত্র সংক্রান্ত Tone সাধারণত ধূসর রঙের হয় ও খুব কম ক্ষেত্রেই সাদা ও কালো রঙের হয়। আলোকচিত্র বিশ্লেষণে Tone খুবই গুরুত্বপূর্ণ। কী পরিমাণ আলো প্রতিফলিত হয়ে ক্যামেরায় ফিরে যায় তার ওপর সম্পূর্ণভাবে Tone নির্ভর করে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে, যখন কোনো বস্তু আলো শুষে নেয়, যেমন ক্লোরোফিলসমৃদ্ধ উদ্ভিদ ও জল, তখন কম আলো প্রতিফলিত হয় ও ওইসকল বস্তু সম্পূর্ণভাবে গাঢ় Tone-এ দৃষ্টিগোচর হয়। সাধারণত আকাশ থেকে তোলা আলোকচিত্রে হালকা রঙের বস্তু হালকা, ধূসর ও গাঢ় রঙের বস্তু গাঢ় রঙের দেখা যায়। এই কারণে বনাঞ্চল ও গভীর জলের ক্ষেত্রে গাঢ় রং ও শান-বাঁধানো ফুটপাথ ও চিমনি ছাদের চেয়ে হালকা ধূসর রং দৃষ্টিগোচর হয়। অমসৃণ তলের তুলনায় মসৃণ তলের থেকে বেশি আলো প্রতিফলিত হয়। এই কারণে তৃণাঞ্চলের তুলনায় পিচের রাস্তা অধিক হালকা রং-এ দৃষ্টিগোচর হয়। কখনো-কখনো আবহমণ্ডলের অবস্থা ও আলোকচিত্র সংক্রান্ত প্রক্রিয়াসমূহ বস্তুর Tone-কে প্রভাবিত করে। মেঘাচ্ছন্ন দিনের তুলনায় রৌদ্রোকরোচ্ছন্ন দিনে একই ভূমিরূপের ক্ষেত্রে Tone-এর অধিকতর তারতম্য দেখা যায়। খারাপ আলোকচিত্র সংক্রান্ত প্রতিক্রিয়ার মাধ্যমে যে-চিত্র (Paints) তৈরি করা হয় সেগুলি সাধারণত খুব হালকা ও খুব গাঢ় যা, প্রায়ই Tone-এর গুরুত্বপূর্ণ গৌণ পার্থক্যকে ধরিয়ে দেবে।

[৪] **গ্রন্থন (Texture)** : আলোকচিত্রে গ্রন্থন ভূতলের নকশা (Pattern) নির্দেশ করে। এটি চূর্ণন সম্পর্কে বিশদভাবে বিবরণ দেয়। কৃষিত জমিকে ডোরাকাটা ও বুননযুক্ত, পশুর পশুচারণ ভূমিকে লগনসহ মসৃণ, ঝোপঝাড়কে সূক্ষ্ম বহুবর্ণের ন্যায় ও বনাঞ্চলকে অমসৃণ বহুবর্ণের ন্যায় চিত্রিত করে। ফলের বাগান যতদূর সম্ভব ঘন ও সুযমভাবে বিন্যস্ত বিন্দুবুপে দেখা যায়।

[৫] **ছায়া (Shadow)** : যখন আলোকের অবস্থা খুব ভালো তখন ছায়া একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। প্রায়ই এটি কোনো কোনো সময় বস্তুর উচ্চতা নির্ণয়ে এটিই একমাত্র সূত্র। কারখানার ন্যায় আকৃতি নয় এমন, যেমন চিমনি বা শীতের পর্ণমোচী বৃক্ষ সহজেই সনাক্ত করা যায় ও তাদের উচ্চতা ছায়ার সাহায্যে মাপা যায়। আলোকচিত্র তোলার সময় যদি সূর্যের উচ্চতা কম থাকে তাহলে ছায়ার মান বেড়ে যায়। অবশ্য ছায়া একনিকে যেমন বিশদকে চাপা দিতে পারে, আবার অপরপক্ষে উন্মোচিত করতে পারে, বিশেষত পার্বত্য অঞ্চলে।

[৬] **অনুষঙ্গ্য বৈশিষ্ট্য (Associated Features)** : এর সাহায্যে আলোকচিত্রের অনেক বস্তুকে চিত্রিত করা যায়। রাস্তা বা পথের সাহায্যে বাড়িগুলিকে চেনা যায়। কারখানার পাশে সাধারণত রেলপথের সম্প্রসারিত অংশে বা আবর্জনার স্তুপ থাকে। একটি বড়ো বাড়ি যদি মাঠ দ্বারা বেষ্টিত হয় তবে একটি বিদ্যালয়ের সম্ভাব্য অবস্থান নির্দেশ করে।

[৭] **ঋতুভিত্তিক বৈচিত্র্য (Seasonal Variation)** : বিমান চিত্র বিশ্লেষণ করার সময় যেসব বস্তুর আলোকচিত্র গ্রহণ করা হয়েছে, তাদের ওপর ঋতুভিত্তিক পরিবর্তন লক্ষ করা প্রয়োজন। নইলে, ওপরে উল্লেখ করা সূত্রগুলি ভুল তথ্য প্রদান করতে পারে। কৃষিকার আলোকচিত্র সংক্রান্ত প্রতিবন্ধ ঋতু পরিবর্তন ও উদ্ভিদবৃদ্ধির সতেজতার ওপর নির্ভর করে পরিবর্তিত হয়। বিমান চিত্রের কার্যকরী বিশ্লেষণের উদ্দেশ্যে অবশ্যই আলোকচিত্র গ্রহণের তারিখ ও সময় জানা উচিত।

বিমানচিত্রের শ্রেণিবিভাগ (ফিল্ম অনুযায়ী)
(Classification of Air Photo Based on Types of Films Used)

□ ব্যবহৃত ফিল্মের প্রকৃতির ভিত্তিতে আলোকচিত্র পদ্ধতির বিভিন্ন প্রকার হল :

- [১] সাদাকালো আলোকচিত্র গ্রহণ।
- [২] ইনফ্রারেড ফটোগ্রাফি।
- [৩] রঙিন আলোকচিত্র গ্রহণ।
- [৪] রঙিন ইনফ্রারেড ফটোগ্রাফি।
- [৫] ধার্মাল ইনফ্রারেড ফটোগ্রাফি।
- [৬] রাস্তার চিত্রগ্রহণ।
- [৭] স্পেস্টা জেনারাল।

ফটোগ্রাফির প্রকার	স্পেকট্রাল বৈশিষ্ট্য	উপযুক্ততা
(১) সাদাকালো বা প্যানক্রোম্যাটিক	Visible spectrum-এর সকল প্রতিফলনই রেকর্ড করে।	সাধারণ ফটো বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে সর্বাধিক উপযুক্ত।
(২) ইনফ্রারেড	Spectrum-এর কেবল লাল ও ইনফ্রারেড অংশ রেকর্ড করে।	জল, উদ্ভিদ ইত্যাদির পার্থক্য নিবৃপণের ক্ষেত্রে উপযুক্ত।
(৩) রঙিন	Visible Spectrum-এর সকল প্রতিফলনই রঙে রেকর্ড করে।	খনিজ, বনজ, কৃষিজ ও শিল্প সম্পদের বিশদ অনুসন্ধান, পৌর পরিকল্পনা ইত্যাদির ক্ষেত্রে অধিকতর উপযুক্ত।
(৪) রঙিন ইনফ্রারেড	Spectral colour ও ইনফ্রারেডকে সম্মিলিতভাবে রেকর্ড করে, ফলে কৃত্রিম রঙের সৃষ্টি হয়।	উদ্ভিদের রোগ, স্থল-জল ও উদ্ভিদের মধ্যে পার্থক্য-নিবৃপণ, জল-মুখ ইত্যাদি চর্চার জন্য উপযুক্ত।

ফটোগ্রাফির প্রকার	স্পেকট্রাল বৈশিষ্ট্য	উপযুক্ততা
১) থার্মাল ইনফ্রারেড	বস্তুর একমাত্র থার্মাল ইনফ্রারেড বিকিরণকে রেকর্ড করে।	উষ্ণতার তারতম্য সংশ্লিষ্ট চর্চা, যেমন— কৃষিতে জলদূষণ ইত্যাদিতে উপযুক্ত।
২) রঙের আলোকচিত্র	রঙের তরঙ্গের প্রতিফলনকে রেকর্ড করে।	টোপোগ্রাফিক, Morphometric ও সাধারণ ভূমিবূপচর্চার ক্ষেত্রে উপযুক্ত।
৩) স্পেকট্রোজেনারাল	Spectrum-এর কেবল নির্বাচিত অংশকেই রেকর্ড করে।	স্পেকট্রাম-এর বিভিন্ন অংশ বিভিন্ন ধরনের চর্চার জন্য উপযুক্ত।

১) সাদাকালো (Panchromatic) ফটোগ্রাফি : এতে বর্ণালীর কেবলমাত্র দৃশ্যমান অংশের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যকে রেকর্ড করা সম্ভব হয়। সাধারণত অধিকাংশ বস্তু গাঢ় বা হালকা টোনে দেখা যায়, যা তাদের রঙ ও প্রতিফলনক্ষমতার ওপর নির্ভর করে। এই ধরনের আলোকচিত্রে পরিষ্কার জলাশয় হালকা টোনে ও স্বাভাবিক উদ্ভিদ গাঢ় টোনে উপস্থাপিত হয়।

২) ইনফ্রারেড ফটোগ্রাফি : এই ধরনের আলোকচিত্রে বর্ণালীর ইনফ্রারেড অংশ খুব দ্রুত রেকর্ড করা যায়। এই ধরনের ফটোগ্রাফিতে সাদাকালো অপেক্ষা টোনের পার্থক্য অধিকতর হয়। এটা কুয়াশা ও ধোঁয়া ভেদ করতে পারে। তাই মেঘলা দিনেও এই ধরনের আলোকচিত্র তোলা যায়। ইনফ্রারেড ফটোগ্রাফিতে পরিষ্কার জলাশয় সাধারণত খুব গাঢ় প্রায় কালো টোনে দেখা যায়। অথচ উদ্ভিদে ক্লোরোফিল থাকার জন্য হালকা টোনে দেখা যায়। উদ্ভিদ ইনফ্রারেডকে প্রতিফলিত করে। কিন্তু জলাশয় একে শুষে নেয়।

৩) রঙিন ফটোগ্রাফি : এই ধরনের আলোকচিত্রে বস্তুগুলি তাদের স্বাভাবিক রঙে ধরা পড়ে। সুতরাং, বস্তুগুলিকে সহজেই সনাক্ত করা যায়। অবশ্য এই ধরনের ফটোগ্রাফির কতকগুলি সীমাবদ্ধতা আছে। যেমন— (a) এটি ব্যয়সাপেক্ষ, (b) ফটো তোলার সময়ে এরোপ্লেনকে সাদাকালো ফটোগ্রাফির তুলনায় অপেক্ষাকৃত নীচু উচ্চতায় উড়ে যেতে হয়, (c) এতে উজ্জ্বল সূর্যকিরণের প্রয়োজন হয়, তাই ফটো তোলার পক্ষে দিনের মাঝামাঝি সময় সবচেয়ে ভাল।

৪) রঙিন ইনফ্রারেড ফটোগ্রাফি : সবুজ, লাল ও Near Infrared-এর ফটোগ্রাফি অংশ (০.৭ থেকে ০.৯ μm) তিনটি Emulsion স্তরে রেকর্ড করার জন্য রঙিন ইনফ্রারেড ফিল্ম প্রস্তুত করা হয়। এই তরঙ্গগুলির প্রত্যেকটিতে যে রঙ প্রস্তুত করা হয় সেগুলি হল হলুদ, ম্যাজেন্টা ও তুঁতে বা নীল। এর ফলে 'কৃত্রিম রঙিন' ফিল্মের সৃষ্টি হয় যাতে যে-সকল বস্তু প্রাথমিকভাবে সবুজ শক্তি প্রতিফলিত করে তাদের প্রতিবিম্ব নীল রঙের হয়, যে-সকল বস্তু প্রাথমিকভাবে লাল শক্তি প্রতিফলিত করে, তাদের প্রতিবিম্ব হলুদ রঙের হয় এবং যে-সকল বস্তু প্রাথমিক ভাবে বর্ণালীর Near infrared অংশে প্রতিফলন ঘটায় তাদের প্রতিবিম্ব লাল রঙের হয়। এই ধরনের ফটোগ্রাফি বনজ সম্পদের মূল্যায়নে গুরুত্বপূর্ণ। কারণ এর সাহায্যে সুস্থ গাছগুলিকে রোগগ্রস্ত গাছগুলি থেকে পৃথক করা যায়।

৫) থার্মাল ইনফ্রারেড ইমেজারি : Reflected infrared তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও Emitted ইনফ্রারেড তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মধ্যে সাধারণ বিভাজন মান হল প্রায় ৩ μm । এই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের নীচে Reflected energy প্রধান্য বিস্তার করে ও এই অঞ্চলকে বলা হয় Reflected Region। এর ওপরে Emitted energy-র প্রধান্য, এই অঞ্চলকে বলা হয় Emission Region। ৩ থেকে ১৫ μm -এর মধ্যে শক্তিকে বলা হয় Emission Infrared বা Thermal Infrared। Emission Region-এ অধিকাংশ Remote sensing ৮ থেকে ১৫ μm অংশে করা হয়। ৩ থেকে ৮ μm অংশকে Absorption band বলা হয়। Thermal Infrared-কে ফটোগ্রাফির সাহায্যে রেকর্ড করা সম্ভব হয় না। Thermal Scanning পদ্ধতিতে রেকর্ড করা সম্ভব। বাস্তবে, বায়ু বাহিত Thermal Scanner হল Radiometer যা সাধারণত

একটি আবেদনশীল আবেদনবৃদ্ধি Scanning যন্ত্রের সহায়তায় শীঘ্রের স্থানিকভাবে বেতে ধার্মিক বিক্ষিপ্ত রেজর্ড করে। আবেদনকারিত আয়না ব্যবহার করে শীঘ্রের ক্রমশের একটি Strip-কে Scan করা হয় য় Flight line-এর সাথে লম্বভাবে প্রস্থানিত। একটি ডিজিটাল টেমপ্লেটের সাহায্যে রেজর্ড করা হয়। এটি Computer-এর সাহায্যে গাণিতিকগত প্রক্রিয়াকরণকে সহজ করে স্থানিক উৎসের সাহায্যে তথ্যের গাণিতিকভাবে visible/visual film image-এর বৃদ্ধি করে লম্বাটে পাঠে পাঠে। যন্ত্রে করা হয় 'Heat Map'। শিলার মধ্যে পার্শ্বক-নির্ভুল, পৃথিবীর উচ্চতাজনিত চর্মা, ভৌমগত অনুপেক্ষ, অয়ুর্গোলের পৃথকভাবে ইত্যাদির ক্ষেত্রে এই ধরনের Thermal imagery-গুলি খুবই উপযোগী।

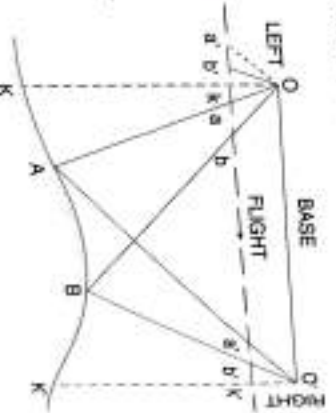
[৬] **স্বাভাবিক ইন্সেন্সারি** : স্বাভাবিক হল একটি সক্রিয় Sensing পদ্ধতি। এতে ১ মিনি বেতে অনেক মিনির পর্যন্ত অইন্সেন্সারিত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জেরণ করা হয়, যা বস্তু থেকে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় Receiver-এ ফিরে আসে। স্বাভাবিকের সিগন্যাল দেবে ও ক্রমাগতকে কার্যকরী করে তেনে করতে পারে। তাই আলোকচিত্র গ্রহণের অন্যান্য পদ্ধতি থেকে অনেক বার্থ হয়, স্বাভাবিক দেখালে Image-সমূহের সনন হয়—এটিই এর বৈশিষ্ট্য। বিভিন্ন ধরনের স্বাভাবিকের মধ্যে যে-সুটো জাহাই ব্যবহৃত হয় তা হল—Plan Position Indicating Radar (PPIR) ও Side-looking Air-borne Radar (SLAR), সেগুলি বিশেষত মানচিত্র প্রস্তুতের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

[৭] **স্টেরিওস্কোপিকাল ফটোগ্রাফি** : এই পদ্ধতিতে একাধিক ক্যামেরা, সমান্তরল ও থেকে খাটি কক্ষের করা হয়। সেগুলি একই সাথে ফটো তেলে। প্রত্যেক ক্যামেরাতেই লিন্স ও ফিল্মের বিভিন্ন সমন্বয় থাকে, যাতে বর্ণালীর বিভিন্ন অংশ পৃথক পৃথক ভাবে ক্রেকর্ড করা যায়। এভাবে লিন্স ফিল্ম দুটোর বৈশিষ্ট্য, যেমন— বিভিন্ন শিলার মধ্যে কৈবদ্য যা সমন্বয় ফটোগ্রাফিতে খুব অস্পষ্ট যা আর ড্রাইং করতে না, এ ধরনের আলোকচিত্রের খুব স্পষ্টভাবে দেখা যায়।

□ **পারালাক্স (Parallax)** :

স্বাভাবিক অবস্থায় বহির্লোকজগতের অর্থ লিখ্যে প্রথমে একত্রের পরে অপর তেবে কোন লিন্স পর্যবেক্ষণ করলে ওই লিন্সের যে আপাত সরণ ঘটে তাকে বলা হয় পারালাক্স।

পর্যায়ের দুটো exposure-এ কোনো লিন্সের প্রতিবিম্ব সরণের পরিমাপই তার পারালাক্স ও পর্যায়ের দুটো exposure-এ দুটো লিন্সের প্রতিবিম্বের সরণের পার্থক্যকে বলা হয় ওই দুই লিন্সের পারালাক্স-এর পার্থক্য। দুটো অবস্থানে O ও O' থেকে ক্যামেরার সাহায্যে দুটো লিন্স A (আপেক্ষাকৃত শীঘ্র) ও B-র (আপেক্ষাকৃত তীব্র) আলোকচিত্র গ্রহণ করা হয়েছে। যদি উভয়কালেরই প্রতিমর্শের ২০০ মিমি বেতে উভয়কালের প্রতিমর্শের ২০০ সেকেন্ড অক্ষর ক্যামেরার



ফলে ও প্রতি ২০ সেকেন্ড অক্ষর ক্যামেরার exposure নেওয়া হয় তের লোকের কেসমুটো exposure-এর মধ্যে জমা ১১১১ মিনির অতিক্রম করবে। করা যাক, দুটো exposure-এর মধ্যে আপেক্ষাকৃত শীঘ্র লিন্স A-এর প্রতিবিম্ব ক্যামেরার focal plane-এ ৬.০০ সেন্টিমিটারে ও আপেক্ষাকৃত তীব্র লিন্স B-এর প্রতিবিম্ব ৭.২০ সেন্টিমিটারে। এভাবে আপেক্ষাকৃত শীঘ্র লিন্স A-র পারালাক্স হল ৬.০০ সেন্টিমি ও আপেক্ষাকৃত তীব্র লিন্স B-এর পারালাক্স হল ৭.২০ সেন্টিমি অর্থাৎ $\Delta a = ৬.০০$ সেন্টিমি $b/b' = ৭.২০$ সেন্টিমি।

এদের আলোকচিত্রে a ও b হল A ও B-এর প্রতিবিম্ব, K' হল লেন্সিকের Transferred Principal Point। a ও b উভয়কালেরই মূলিনকে আলোকচিত্রের Y-অক্ষের লেন্সিকের অক্ষিকর্ষ। লেন্সিকের

সংশোধিত a ও b উচ্চাতিরিক্তই Y-অক্ষের বিন্দিকে অবস্থিত। সুতরাং বলা যায়, A ও B বিন্দুর exposure-এর মাত্রা a' ও b' -এর মত থেকে। a ও a' হল A-এর পাঠ্যসংখ্যা এবং b ও b' হল B-এর পাঠ্যসংখ্যা। উক্ত বিন্দু B-এর পাঠ্যসংখ্যা নিরূপিত বিন্দু A-এর পাঠ্যসংখ্যা থেকে থাকবে। a ও a' হল A-এর পাঠ্যসংখ্যা এবং b ও b' হল B-এর পাঠ্যসংখ্যা থেকে থাকবে। এগুলি বিন্দু থেকে বিন্দু পাঠ্যসংখ্যার অর্থমাত্রা stereoscope-এর মতো stereopair দেখার সময় কৃত্রিমভাবে ত্রিমাত্রিক রূপ গঠনে সাহায্য করে।

D Heighting : পাঠ্যসংখ্যা-এর জিজ্ঞাসিত কোনো বস্তু উচ্চতা নির্ধারণের ক্ষেত্রে উচ্চতা নির্ণয় করা হয়। এই ক্ষেত্রে দুটি ফটোগ্রাফ পাঠ্যসংখ্যা একত্রিত করে বস্তুটির উচ্চতা নির্ণয় করা হয়। উচ্চতা নির্ণয় করার জন্য O ও O₁ হল ক্যামেরার অবস্থান যার জিভের দিকে PM বস্তু থেকে আগত আলো গুলি থেকে যায়। জিভের O ও O₁ হল ক্যামেরার অবস্থান যার জিভের দিকে PM বস্তু থেকে আগত আলো গুলি থেকে যায়।

এখন কোনো আলোকচিত্র reference plane-এর থেকে H উচ্চতর স্থানে স্থাপন করা হয় তখন কৃত্রিমভাবে গঠিত দুটি AM আলোকচিত্রে amm ধারা উপস্থাপিত হয়। সুতরাং, আলোকচিত্রের স্কেলকে নির্দিষ্টতার প্রকাশ করা যায়।

$$S = \frac{am}{AM} = \frac{Oa}{OA} = \frac{f}{H}$$

যেখানে f = ফোকাল দৈর্ঘ্য

সে-স্কেলে বস্তু PM-এর reference plane-এর ওপর উচ্চতা O বিন্দুতে গৃহীত আলোকচিত্রে pm পাঠ্যসংখ্যা হিসেবে উপস্থাপিত হয়। যখন O-এর থেকে D দূরত্বে O₁ বিন্দুতে দ্বিতীয় আলোকচিত্র স্থাপন করা হয় তখন এই একই উচ্চতা PM পাঠ্যসংখ্যা p₁m₁ হিসেবে উপস্থাপিত হয়। বিন্দুটির স্থানান্তরিত অবস্থানের আলোকচিত্রের মতো সাধারণ করে আমরা পাই—

$$\frac{mm_1}{MM_1} = \frac{O_1a_1}{O_1A_1} \quad \text{যা,} \quad \frac{MM_1}{O_1A_1} = \frac{mm_1}{O_1a_1} \quad \text{যা,} \quad \frac{D}{H} = \frac{mm_1}{f}$$

$$\text{যা, } H = \frac{f}{mm_1} D \quad \therefore mm_1 = \frac{f}{H} D$$

$$\frac{pp_1}{O_1p_1} = \frac{pp_1}{O_1a_1} \quad \text{যা,} \quad \frac{D}{H-h} = \frac{pp_1}{f}$$

$$\text{যা, } H-h = \frac{f}{pp_1} D \quad \therefore pp_1 = \frac{D}{H-h} f$$

\therefore Δpx (পাঠ্যসংখ্যার পার্থক্য)

$$\Delta px = pp_1 - mm_1$$

$$= \frac{D}{H-h} f - \frac{D}{H} f = Df \left(\frac{1}{H-h} - \frac{1}{H} \right)$$

$$= Df \left\{ \frac{h}{H(H-h)} \right\} = \frac{D}{H} f \cdot \frac{h}{H-h} = \frac{mm_1 h}{H-h}$$

যেহেতু, $h = H - (H - h)$

$$\frac{FD}{mm_1} - \frac{FD}{pp_1} = \frac{FD}{mm_1} \left(1 - \frac{mm_1}{pp_1} \right)$$

$$= \frac{FD}{pp_1 - mm_1} = \frac{FD}{mm_1} \cdot \frac{\Delta px}{H} = \frac{H - \Delta px}{mm_1 + \Delta px}$$

কোনো বস্তুর শীর্ষ ও পাদবিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য নিম্নলিখিত সমীকরণ দ্বারাও পাওয়া যেতে পারে—

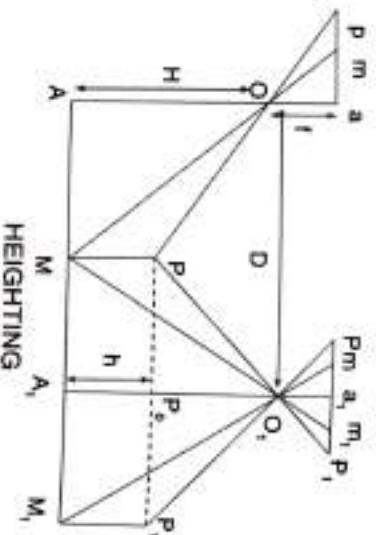
$$Dh = \frac{P_2 - P_1}{P_1 P_2} \cdot BF$$

যেখানে P_1 = বস্তুর পাদবিন্দুর প্যারালক্স।

P_2 = বস্তুর শীর্ষবিন্দুর প্যারালক্স।

B = Airbase-এর দৈর্ঘ্য।

f = ক্যামেরার ফোকাল দৈর্ঘ্য।



□ **ত্রিলিখ বিদ্যুত পদ্ধতি :** ভূপৃষ্ঠে অবস্থিত উঁচু-নীচ সব বস্তুই আলোকচিত্রে কিছু পরিমাণে বিদ্যুত অবশ্যায় থাকে। বিমান দূত আলোকচিত্রের প্রতিকৃতির এই অবশ্যায়িক বিদ্যুতিকে বস্তুসত্তা বিদ্যুত বলে। এতে 'd' অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এই ত্রিলিখ বিদ্যুতের পরিমাণ ফটোচিত্রের কেন্দ্রে থেকে যত দূরে যাওয়া যাবে তত বেশি এরূপ ত্রিলিখ বিদ্যুতির সাহায্যে ফটোজিটের কোনো বস্তুর উচ্চতার সঙ্গে নীচের

সূত্র দ্বারা প্রকাশ হয় $h = \frac{dH}{\lambda}$, λ = বস্তুর উচ্চতা, d = ত্রিলিখ বিদ্যুত, H = উভয়দল উচ্চতা, λ = ফটোকেন্দ্রে থেকে বিদ্যুত প্রতিবিম্বের দূরত্ব বা বাসার্ধ।

বস্তুর দূর-সংবেদন ব্যবস্থার বৈশিষ্ট্য
(Characteristics of Real Remote Sensing System)

□ প্রকৃত Remote Sensing পদ্ধতির ব্যবহার ও প্রক্রিয়া সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান লাভ করার জন্য এর মৌলিক ত্রুটিগুলি জানা প্রয়োজন। প্রকৃত Remote Sensing পদ্ধতির ত্রুটিগুলি হল—

(১) **শক্তির উৎস :** যে-কোনো প্রকৃত Remote Sensing ভূপৃষ্ঠস্থ বস্তু থেকে প্রতিফলিত/বিকীর্ণ শক্তির ওপর নির্ভর করে। প্রতিফলিত সূর্যালোক এবং বস্তু থেকে স্বয়ংবিকীর্ণ শক্তির বর্ণালীভিত্তিক বস্তুই পদার্থ নয়। স্থান ও সময় অনুসারে সৌরশক্তির পরিমাণ বা ভর পরিবর্তিত হয় এবং ভূপৃষ্ঠস্থ বিভিন্ন পদার্থ তাদের ক্ষমতা অনুসারে বিভিন্ন পরিমাণে বিকিরণ করে। সক্রিয় পদ্ধতির শক্তির উৎসের প্রকৃতির ওপর আমাদের কিছুটা নিয়ন্ত্রণ থাকে, কিন্তু প্রকৃত Remote Sensing-এ যে-শক্তির উৎস ব্যবহার করা হয় তা সুস্থ নয়, সময় ও অবস্থান অনুসারে তাদের ধর্ম পরিবর্তিত হয়।

(২) **বায়ুমন্ডল :** শক্তির উৎসে তারতম্যের ফলে যে, সময়স্যার সৃষ্টি হয়, বায়ুমন্ডল তাকে আরও জটিল করে। কোনো Sensor যে-শক্তি গ্রহণ করে তার শক্তি ও বর্ণালীর বর্তমাকে বায়ুমন্ডল সর্বদা অস্তিত্ব কিছু পরিমাণে বৃদ্ধাতিরিত করে। বর্ণালী অনুযায়ী “আমরা কোথায় দেখতে পারি” কে এটি সীমিত করে এবং এর ফলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, সময় ও স্থান অনুযায়ী পরিবর্তিত হয়। এসব প্রভাব/ফল-এর গুরুত্ব তরঙ্গদৈর্ঘ্য অনুযায়ী এমন কী ব্যবধূত Sensor অনুসারে, পরিবর্তিত হয়।

(৩) **ভূপৃষ্ঠে শক্তি/বস্তু মিথস্ক্রিয়া :** প্রত্যেক পদার্থ যদি অস্থিতীয় ও জাত পরিমাণে শক্তি প্রতিফলন বা বিকিরণ করে, তবে Remote Sensing খুবই সহজ হয়ে যেত। যদিও ভূপৃষ্ঠস্থ বস্তুর সনাক্তকরণে ও রহস্যপূর্ণ। সম্পূর্ণ ভিন্ন চরিত্রের বস্তু বর্ণালীর ক্ষেত্রে সনাক্তকরণে অসুবিধা সৃষ্টি করে।