



অধঃক্ষেপন : প্রকৃতি ও গঠন (PRECIPITATION : NATURE AND STRUCTURE)



■ ভূমিকা :

মহাকাশের বিভিন্ন প্রভাবে কোন বস্তু বা উপাদান ছু-পৃষ্ঠে পতিত হলে তাকে অধঃক্ষেপন বলে। বায়ুমণ্ডলীয় বিভিন্ন উপাদান বা বহির্জগৎ থেকে আসা কোন বস্তু বা উপাদান পৃথিবীর আয়তনের তুলনায় ছোট হলে পৃথিবীর মহাকাশের শক্তি দ্বারা আকর্ষিত হয় ও ছু-পৃষ্ঠে পতিত হয়। মহাকাশ থেকে আসা উদ্ভা বা বিভিন্ন ধরনের মহাজাগতিক বস্তুও ছু-পৃষ্ঠে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

অবহাবিধায় অধঃক্ষেপন শক্তি অত্যন্ত পরিচিত। বায়ুমণ্ডল থেকে ঘনীভূত বৃষ্টিপাত, বরফকণার পতন, গুঁড়ি গুঁড়ি বৃষ্টি প্রকৃতির তরল বা কঠিন অবস্থায় ছু-পৃষ্ঠে পতনকেই অধঃক্ষেপন হিসাবে উল্লেখ করা হয়। অধঃক্ষেপনের ব্যাখ্যা অনুযায়ী বায়ুমণ্ডলে ভাসমান Hydrometeors গুলো আবিহিক উচ্চতার দ্রুপ জনিত কারণে ঘনীভবন ঘটায়। ঘনীভূত জলকণা বা দ্রুপ বরফকণার নিম্ন পতনই হল অধঃক্ষেপন। বার্ষিক Hydrometeors গুলোর মধ্যে কুয়াশা, কুণ্ডাটিকা সৃষ্টিকারী দ্রুপ আকৃতির জলকণা গুলো বায়ুমণ্ডলেই ভেঙ্গে বেড়ায়। তাই কুয়াশা কিংবা কুণ্ডাটিকাকে অধঃক্ষেপনের শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত করা হয় না। শুধুমাত্র বৃষ্টিপাত, তুষার পাত, শিলাবৃষ্টি প্রকৃতি অধঃক্ষেপনের শ্রেণীভুক্ত।

■ হাইড্রোমিটিওর এর ধারণা (Concept of Hydrometeors)

বায়ুমণ্ডলীয় স্তরে ঘনীভবন ও উর্ধ্বপাতন প্রক্রিয়ায় সৃষ্টি যে কোন ধরনের জলকণা বা বরফ কণাকে Hydrometeors বলা হয়। বায়ুমণ্ডলের মণোকায় মেঘ, কুয়াশা, বৃষ্টি, তুষার, শিলাবৃষ্টি, শিশির, কুণ্ডাটিকা, কঠোর অন্তরন ঘেরা জলকণা (Glaze) প্রকৃতি Hydrometeors নামে পরিচিত। "Any water or ice particles that have formed in the atmosphere or at the Earth's surface as a result of condensation or sublimation like cloud, fog, rain, snow, hail, dew, rime, glaze etc are called Hydrometeors." দ্রুত পরিবর্তনশীল আবহিক অবস্থার পরিবর্তনের ফলে বিভিন্ন ধরনের Hydrometeors সৃষ্টি হয়ে থাকে। আমেরিকান মেট্রোলোজিক্যাল সোসাইটির (American Meteorological Society) সমীক্ষা অনুযায়ী Hydrometeors এর নিম্নোক্ত শ্রেণী উল্লেখ করা যায়।

ক্র.সং	গঠন (Structure)	বিভিন্ন রূপ (Types)
1.	তরল বা কঠিন (Liquid or Solid)	হেজ, মেগ, ধূসান, শীতল ধূসান, হাট, গুঁড়ুরি (Haze, cloud, fog, icefog, mist)
2.	তরল (Liquid)	ইলাশে হাট, গুঁড়ি (Drizzle, Rain)
3.	জমাট গঠন (freezing structure)	শীতল জমাট বৃষ্টি হাট, গুঁড়ি গুঁড়ি (freezing drizzle)
4.	অতিশীতল কঠিন জমাটকৃত অধঃক্ষেপিত রূপ (Freezing structure)	শীতল জমাট বৃষ্টি হালকা গুঁড়ি (freezing rain) তুষার (snow), শিলাগুঁড়ি (hail stone) গুঁড়ি কোণিকার বা গড়তুলসার ভাসমান কুড় রক্ত কণ (ice pellets)
5.	কম শীতল কুড় অধঃক্ষেপিত জলকণার অংশ, যেগুলো কখনো কখনো কু-পুঁজে পৌঁছানোর পূর্বেই পুনরায় বাষ্পীয় রূপ গ্রহণ করে।	শীতল গুঁড়ি কণা বা ভাসমান কুড় রক্ত কণার কণ (দেশীয় বসতিত অংশ (virga))
6.	তরল বা কঠিন অতি কুড়কণা	বাতাসের সঙ্গে ধাবমান অতি কুড় রক্ত কণ (Blowing snow)

উৎস : আমেরিকান মেটোরোলজিক্যাল সোসাইটি

● অধঃক্ষেপের বিভিন্ন রূপ (Types of Precipitation)

নির্দিষ্ট অঞ্চলের বায়ুমণ্ডলীয় স্তরের ঘনীভবন মাত্রার হ্রাস বৃষ্টি কোন ভৌগোলিক অঞ্চলের হয়ে অব্যাহত থাকে, পরিষ্কারের উপর নির্ভরশীল। বায়ুমণ্ডলীয় জলীয়বাষ্প কতটা স্রুত হয়ে সম্পূর্ণ অথবা শীতল হলে উপর ঘনীভবনে হার নির্ভর করে। আবার ঘনীভূত উপাদান গুলোর গঠন অধঃক্ষেপের বিধ রূপকে নির্দেশ করে। সাধারণত অধঃক্ষেপিত অধঃক্ষেপের বিভিন্ন রূপের গঠন অধঃক্ষেপের বিভিন্ন রূপে রূপ সৃষ্টি করে। অধঃক্ষেপিত অধঃক্ষেপের বিভিন্ন রূপের সূচকসমূহ নিম্নরূপ -

- 1) বায়ুমণ্ডলের উষ্ণতার হ্রাস বৃষ্টির মাত্রা।
- 2) স্রুতের মতো কুড় জলকণা গুলোর গতিশীলতা।
- 3) স্রুতের উষ্ণতা ও জলীয়বাষ্প গঠন ক্ষমতা।
- 4) ঘনীভবনের হার।

উষ্ণ শর্তগুলোর উপর নির্ভর করে অধঃক্ষেপের বিভিন্ন রূপের ভেদ লক্ষ্য করা যায়।

সারণী ১৪.২ জলচক্রের বিভিন্ন রূপ (Types of Precipitation)

Type	Approximate Size	State of Water
Mist	0.005 - 0.05 mm	Liquid
Drizzle	Less than 0.5 mm	Liquid
Rain	0.5 - 5 mm	Liquid
Sleet	0.5 - 5mm	Solid
Glaze	Layers 1 mm to 2 cm thick	Solid
Rime	Variable accumulations	Solid
Snow	1 mm - cm	Solid
Hail	5 mm - 10 cm or Larger	Solid
Grapel	2 mm - 5 mm	Solid

১) বৃষ্টিপাত (Rain)

নিকটপের কারণে বায়ু হালকা হয়ে উর্ধ্বে উত্থিত হতে থাকে। উর্ধ্বগতি সম্পন্ন বায়ু প্রচুর পরিমাণ জলীয়বাষ্পকে ধারণ ও করতে পারে। জলীয়বাষ্প পূর্ণ বায়ুর উত্থান পর চলকালীন বায়ুস্তরের সীমান্ত অংশের দ্বারা ঘটে। এতদুপেক্ষে উত্থিত বায়ুর সংকোচন ও প্রসারণ জনিত কারণে বায়ুর অভ্যন্তরীণ উষ্ণতার ও দ্রুত হ্রাস ঘটে। উর্ধ্বকালে থাকাকালীন দ্রাব হ্রাসের কারণে বায়ু মধ্যস্থিত জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হতে শুরু করে। ঘনীভবন হয়। ক্রমশ বৃষ্টি পোলে বায়ুমধ্যস্থিত তাপমাত্রা জলাকরী কঠিন কণাকে আশ্রয় করে জলীয়বাষ্প ক্ষুর জলকণা সৃষ্টি করে। উক্ত জলকণা গুলোর অনুর বাস 0.5 মিলিমিটার অতিক্রম করলে জলকণা গুলো আর তাপমাত্রা অবস্থায় যাকতে পারে না। তখন ঐ কণা গুলো ডু-পুর্কে পতিত হতে থাকে। এই ধরনের অব্যতিক ঘটনা বৃষ্টিপাত নামে পরিচিত। বায়ুস্তরের মধ্যে ঘনীভবনের কারণে ও জলীয়বাষ্পের উপস্থিতির পরিমাণ অনুযায়ী বৃষ্টি কণার আকৃতি নির্দিষ্ট হয়। অধিক পরিমাণ জলীয়বাষ্পের উপস্থিতি ও দ্রুত ঘনীভবন প্রক্রিয়া ঘটিয়ে কড় বড় বৃষ্টির ফোটা সৃষ্টি করে। আবার কম পরিমাণ জলীয়বাষ্পের উপস্থিতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র আকৃতির বৃষ্টির ফোটা সৃষ্টি করে। উষ্ণ ও শুষ্ক অঞ্চলে বৃষ্টিপাত হওয়ার সময় ডু-পুর্কের নিকটে আসা জলকণা গুলোর কিছু অংশ পুনরায় বাষ্পীভূত হয়ে উঠে। বাকি অংশে পতিত হয়। তবে এরূপ ঘটনা খুব কম অঞ্চলে লক্ষ্য করা যায়। বেশির উষ্ণ অংশ থেকে বৃষ্টির সময় উষ্ণতা গুলোকে সম্পূর্ণরূপে বাষ্পীভূত হতে দেখা যায়। নিরক্ষীয় ও উত্তর গ্রন্থীয় অঞ্চলে বর্ষাকাল চলাকালীন নিম্নমধ্যস্থিত বৃষ্টিপাতের কারণে জলচক্রের বর্ষা (Precipitation) হয়ে থাকে।



আবহাওয়া ও প্রকৃতি ও গঠন

উপস্থিত হয়। সমগ্র প্রক্রিয়াটি একটি প্রধান বায়ুশক্তীয় চাপের (Standard Pressure) অধীন (Supercool) উপস্থিত হয়। বায়ুতেলে আসমান জলাকণী কণা গুলোর আকার ও আকৃতি তুষার কণার আকার আকৃতিতে জিনিস হয়ে থাকে। বায়ুতেলে আসমান জলাকণী কণা গুলোর আকার ও আকৃতি তুষার কণার আকার আকৃতিতে জিনিস হয়ে থাকে। সম আকৃতির জলাকণী কণার উপস্থিতিতে প্রায় সমসংগঠনের তুষার কণা সৃষ্টি হয়। কিন্তু নিম্ন কঠো জলাকণী কণা (Heterogeneous nuclei) বিঘ্ন আকৃতির তুষার কণা (Snow flakes) সৃষ্টি করে। বায়ুতেলে যে সমস্ত অংশে একত্র ঘটনা ঘটিতে থাকে তা Nucleation Sites নামে পরিচিত। হালকা কঠো জলাকণী কণা (Heterogeneous nuclei) বিঘ্ন আকৃতির তুষার কণা (Snow flakes) সৃষ্টি করে। বায়ুতেলে যে সমস্ত অংশে একত্র ঘটনা ঘটিতে থাকে তা Nucleation Sites নামে পরিচিত। হালকা কঠো জলাকণী কণা (Heterogeneous nuclei) বিঘ্ন আকৃতির তুষার কণা (Snow flakes) সৃষ্টি করে। বায়ুতেলে যে সমস্ত অংশে একত্র ঘটনা ঘটিতে থাকে তা Nucleation Sites নামে পরিচিত। হালকা কঠো জলাকণী কণা (Heterogeneous nuclei) বিঘ্ন আকৃতির তুষার কণা (Snow flakes) সৃষ্টি করে।

৬. কঠো কঠো বায়ুতেলে অতিশীতলতা ঘনীভূত তুষারকণ্ড (snow storm) সৃষ্টি করে। অ্যামেরিকা যুক্তরাষ্ট্র উপকূলীয় পর্বত প্রদেশে গুলোতে অতিশীতল তুষার কণ্ড Blizzard নামে পরিচিত। পরিসংখ্যান অনুযায়ী প্রায় তিন ঘণ্টা বা তার বেশি সময় ধরে অতিশীতল তুষার অ্যাকস্পন Blizzard সৃষ্টি করে।

সারণী ৪.৩ আকৃতি অনুযায়ী তুষারের শ্রেণীবিন্যাস :

Sl. No.	Description	Shape
1.	Columns	Six side columns
2.	Dendrites	Star shape
3.	Grapel	Like pellets, soft balls, a ball of run ice
4.	Ground Blizzard	Wind driven
5.	Needles	Like a hunkle
6.	Rimmed snow	Completely frozen and coated by Water
7.	Sleet	Ice pellets, rain mix nature

অবশিষ্টাংশ গবেষণা করে উদ্ভাবন করেছেন যে তুষার অ্যাকস্পন চক্রাকারিত সাক্ষ্য তুষারে মঠে কঠো বিভিন্ন জল ও কঠো পরিমাণ তুষার থাকবে তা আবহাওয়ার জলবায়ু পরিবর্তন দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। বায়ুতেলে সৃষ্টি হওয়া ও জলের পরিমাণ তুষারে অনুপ্রাণিত মাত্রায়ে নিয়ন্ত্রণ করে।

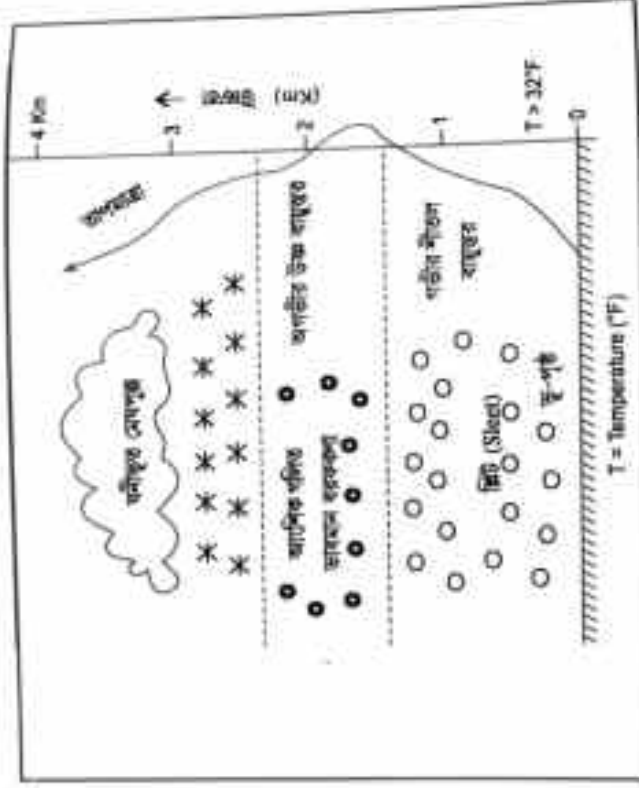
সারণী ৪.৪ তুষারের প্রকৃতি ও উপস্থিতি জলের শতাংশ মান :

Snow Type	% of water content	Ratio of snow depth to water
Ordinary snow immediately after falling in still air (-10°C)	5%	20:1
Setting Snow	10%	10:1
Drifted Snow	30%	3:1
Ride Snow (Closed to melting point 0°C)	50%	2:1



d) ঝড় ব্যবস্থাপনা যুক্ত শিলাবৃষ্টি (Sleet)

শীত প্রধান দেশ গুলোতে হু-পৃষ্ঠ থেকে উপরে সিকে মাত্র 2.5 মিলিমিটার থেকে 3.5 সিসিমিটার উচ্চতার মধ্যে সুই মেঘ থেকে করে পড়া ব্যবস্থাপনা সহ গুণিপাতকে স্লিট (sleet) বলে। গুণিপৃষ্ঠ থেকে পড়া হু-পৃষ্ঠ পর্যন্ত বায়ুস্তরের মধ্যে শীতল ও উষ্ণ বায়ুস্তর আছে (সমান্তরাল ভাবে) সজিত হলে স্লিট সুই হওয়ার সম্ভাবনা কৃষি পায়। শীতলময় থেকে সুই হওয়া স্লিট গুলো যত বেশিবার শীতল বায়ুস্তর অতিক্রম করতে থাকে ততই স্লিট গুলোর আয়তন কৃষি পায়।



চিত্র : 8.2 স্লিট গঠনের পথায়।

e) শিলাবৃষ্টি (Hailstone)

অনেকগুলোর একটি গুরুত্বপূর্ণ ধরন হল শিলাবৃষ্টি। বজ্রঝড় সুইর সময় মেঘপেড়ের মজবুত ঘনীভূত জলকণা গুলো নিম্ন উষ্ণ বায়ুস্তরে সংশ্লিষ্ট উষ্ণ বায়ুস্তরে গীন তাপের হ্রাস ঘটায়ে জলকণা গুলোকে হিমাক্তে উচ্চতা নিচে নিয়ে যায়। অনেকগুলি ব্যবহ হিমাক্তে উচ্চতার নিচে হওয়ার ফলে জলকণা গুলোর অভ্যন্তরীণ সীতলতা আরো বেড়ে যায় ও অতি শীতল ব্যবস্থাপনার সুবিধে করে। এই ভাবে ক্রমান্বয়ে উপর পতন ঘটায় ফলে ব্যবস্থাপনা গুলোর আকৃতি ক্রমশ কৃষি পায়। ব্যবস্থাপনা গুলোর আকৃতি কৃষি পাওয়ার আগে ভেঙে থাকতে না গেলে হু-পৃষ্ঠ অবধি পৌঁছতে পারে। বেশির ভাগ ক্ষেত্রে কতকগুলি চলাকালীন শিলাবৃষ্টির সুবিধে হয়। যুল আকৃতির ব্যবস্থাপনা গুলো বায়ুমণ্ডল ভেদ করে নিচের সিকে পতিত হওয়ার সময় বায়ুতে ভাসমান ঘূর্ণিকণা, কার্বনিকণা ও জলকণা

গুণিত প্লাসার্গকে অর্ধশূন্য করে ও বরফ খণ্ডের গঠিত পৃষ্ঠে জমাট বন্ধ কালো আবরণ সৃষ্টি করে। শিলাবৃষ্টি চলার সময় বায়ুর উর্ধ্বগতি মাঝে মাঝে সক্রিয় থাকলে শিলাখণ্ড গুলো বার বার উৎক্ষেপিত হয় ও বার বার বহিষ্কৃত কালো আবরণ সৃষ্টি করে। প্রকৃত পক্ষে এই কালো আবরণ গুলো বরফ কণার চারিপাশে বিং এর নামে গঠন সৃষ্টি করে। হু-পৃষ্ঠে অধঃক্ষিপ্ত শিলা গুলোকে মাঝামাঝি ডিফিনিট করলে সমাকর্ষক কালোস্তর গুলোর পর পর সজ্জিত অবস্থায় দেখা যায়। আবহবিগলন সমীক্ষায় উল্লেখ করেছেন যে শিলাখণ্ড গুলোর যত বার উল্লম্ব উত্থান ঘটবে তত গুলো সমাকর্ষক কালো স্তরের বিং সৃষ্টি হবে। ভারতীয় উপমহাদেশে কালোবিশাখীর মরুসমুদ্র প্রান্তে শিলাবৃষ্টি অধঃক্ষিপ্ত হয়। কল্যাণেশ্বরীর সময়ের আবহাওয়াকে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে মে-জুন মাসের দপূর গুলোর তাপমাত্রা হঠাৎ করে স্বাভাবিকের তুলনায় বেশি হলে শিলাবৃষ্টি সহ কড় সৃষ্টি হয়।

কেনা 1-2.30)নাগাদ নিম্নবায়ুতলীয় উষ্ণতা এতই বৃষ্টি পায় যে রোদ পর্জা করতে থাকে। বায়ুর উল্লম্ব প্রবাহ। দ্রুত সক্রিয় হতে থাকে। ঠিক 1.30 ঘণ্টা পরে সশব্দে কড়ো হাওয়া বইতে শুরু করে। এই সময় জলীয়বাষ্পপূর্ণ বায়ু-পাণ্ডিকনারে উর্ধ্বস্তর পর্যন্ত উত্তীর্ণ হয়ে যায়। উর্ধ্বাকাশে উজ্জিত জলীয়বাষ্প রাস্তাপ্র প্রক্রিয়ায় অতিশীতল হয়ে বরফকণার সৃষ্টি করে। বার বার খড়োহাওয়া বরফকণা গুলোর আয়তনের বৃষ্টি ঘটায়। পরে কড়ো হাওয়া দুর্বেল হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে শিলাবৃষ্টি শুরু হয়ে যায়। দক্ষিণবঙ্গে একেপ শিলাবৃষ্টি সহ কড়ো হাওয়া সর্বাধিক 30-45 মিনিট পর্যন্ত স্থায়ী হয়। এই ঘটনা জনজীবন সহ কৃষি ফসলের প্রচুর ক্ষতি করে।

● **শিলাবৃষ্টি সৃষ্টির ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় আবহিক অবস্থা (Meteorological condition when hail stone were formed)**

- i) শিলাবৃষ্টির সময় উর্ধ্বমুখী বায়ুস্তরের হিমাঙ্ক তাপমাত্রা (Freezing level) প্রায় 11,000 ফুট (3,400 মিটার) উচ্চতায় লক্ষ্য করা যায়।
- ii) ভিন্নবর্ষী বায়ুপুঞ্জের সীমান্ত বরাবর বায়ুর চাপ ও উচ্চতার পার্থক্য জনিত কারণে দ্রুত ঘূর্ণন ও উল্লম্ব প্রবাহ (uplift) শুরু হয়। যা শিলাবৃষ্টি সৃষ্টির পূর্বাঙ্কুর সূচনা করে।
- iii) উর্ধ্বাকাশে জলীয়বাষ্পপূর্ণ বায়ুর তাপমাত্রার হঠাৎ হ্রাস শুরু হয়। কখনো কখনো তাপমাত্রা প্রায় -30°C এ পৌঁছায়।

iv) বজ্রঝড়ের সঙ্গে বাহিত মেট জলীয়বাষ্পের প্রায় ৬০ শতাংশ জলীয়বাষ্প বরফ ডেলায় পরিণত হয়। এগুলো বৃহৎ আকৃতির শিলা সৃষ্টি করে।

v) World Meteorological Organisation (WMO) এর সমীক্ষা অনুযায়ী শিলাবৃষ্টি গুলির নিম্নমুখী পতনের গতি (Terminal velocity) কঠিন বরফের আকৃতির উপর নির্ভর করে। 1 সেমি ব্যাসের বরফ খণ্ডের নিম্নমুখী গতি প্রায় 9 মিটার/সেকেন্ডে, আবার 8 সেমি ব্যাস যুক্ত বরফ খণ্ডের নিম্নমুখী গতি প্রায় 48 মিটার প্রতি সেকেন্ডে।

■ **বৃষ্টিপাতের প্রকারভেদ (Types of Rainfall)**

পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলের জলবায়ুর মতাব ভিন্ন ভিন্ন ধরনের। যথেষ্ট পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলে বৃষ্টিপাতের ধরনও আলাদা। উদাহরণ হিসাবে বলা যায় যে নিরক্ষীয় অঞ্চলে সারা বছর যথেষ্ট বৃষ্টিপাত হয় ও ক্রান্তীয় এবং

উপক্রান্তীয় অঞ্চল গুলোতে বছরের নির্দিষ্ট ঋতুতে বৃষ্টি হয়। অর্থাৎ আঞ্চলিক বিভাগ অনুযায়ী বৃষ্টিপাতের ধরন আলাদা। অপর দিকে বৃষ্টিপাত সৃষ্টি কিভাবে হচ্ছে বা কোন কোন ভৌগোলিক কাবণ গুলো বৃষ্টিপাতের ধরন নির্ধারণ করে দেয় সেগুলোর নিরিখেও বৃষ্টিপাতের প্রকারভেদ ভিন্ন ভিন্ন ধরনের।

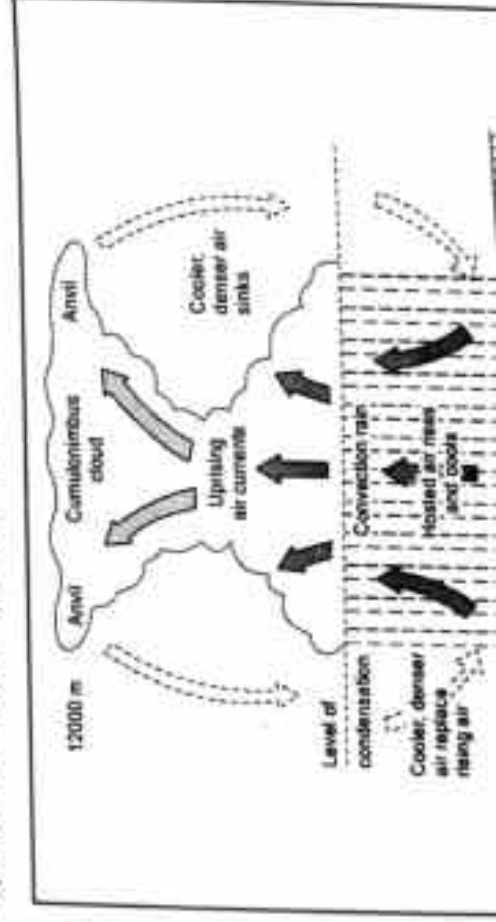
সারণী 8.5 বৃষ্টিপাতের প্রকারভেদ

বৃষ্টিপাতের প্রকারভেদ			
a) পরিচলন বৃষ্টি (Convective Rainfall)	b) শৈলংক্ষিপ বৃষ্টি (Orographic Rainfall)	c) ঘূর্ণবাত জনিত বৃষ্টিপাত (Cyclonic Rainfall)	d) সংঘর্ষ বৃষ্টি বা বায়ু প্রাচীর সৃষ্টি জনিত বৃষ্টি (Frontal Rainfall)

a) পরিচলন বৃষ্টি (Convective Rainfall)

নিরক্ষীয় অঞ্চলে দিনের বেলা প্রচন্ড সূর্য তাপের ফলে ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন বায়ুস্তর উষ্ণ হয়ে হালকা হয় ও নিম্নচাপ কোশের সৃষ্টি করে। এই ধরনের বায়ুস্তরের অভ্যন্তরীণ উষ্ণতা বেশি থাকে বলে জলীয়বাষ্প ধারণ ক্ষমতাও বেশি হয়। এই অবস্থায় বায়ুর উল্লম্ব উত্থান শুরু হয়। বায়ুর উল্লম্ব গতি চলতে থাকায় জলীয়বাষ্প সমৃদ্ধ বায়ু স্তর উর্ধ্বকামে স্থানান্তরিত হতে থাকে। উর্ধ্বকামে পৌঁছে জলীয়বাষ্প সমৃদ্ধ বায়ুস্তর লীন তাপের দ্রাসের ফলে ঘনীভূত হয় ও কিউমুলাস মেঘ সৃষ্টি করে। বিকালের দিকে উষ্ণ কিউমুলাস মেঘ থেকে নিরক্ষীয় অঞ্চলেই বৃষ্টি শুরু হয়। সমগ্র পম্বতিটিকে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে উষ্ণ জলীয়বাষ্পপূর্ণ বায়ুর উর্ধ্বগমন ও বৃষ্টিকণার পতন উভয়ই সমান্তরাল ভাবে সংঘটিত হয়। দিনের বেলা নিরক্ষীয় অঞ্চলের উষ্ণ বায়ু সমুদ্র পৃষ্ঠ থেকে জলীয়বাষ্প সংগ্রহ করে অস্থির আবহিক অবস্থার (Unstable wind condition) সৃষ্টি করে। আবার বিকালের দিকে উষ্ণ অঞ্চলেই বৃষ্টিপাত ঘটায়। এই ধরনের বৃষ্টিপাতকেই পরিচলন বৃষ্টি (Convective Rainfall) বলা হয়।

ক্রান্তীয় অঞ্চলেও স্থানীয় ভাবে পরিচলন বৃষ্টি হয়ে থাকে।

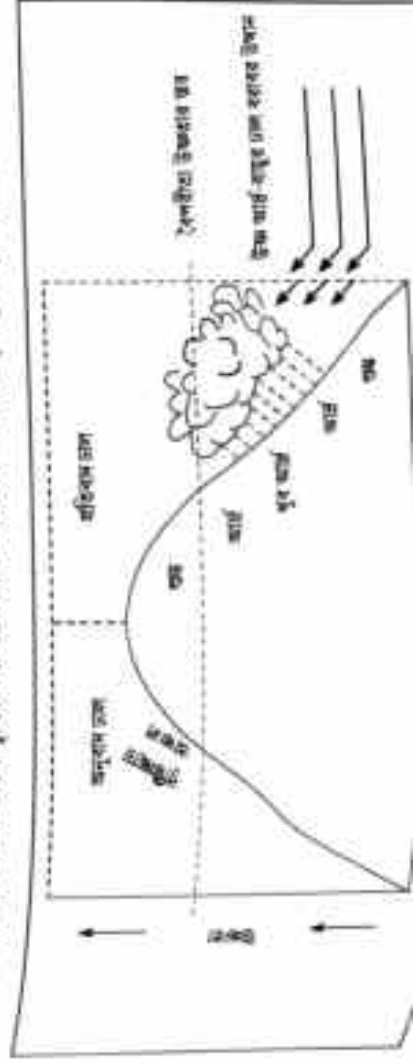


পরিচলন বৃষ্টিপাতের প্রধান বৈশিষ্ট্য (Major Characteristics of Convective Rainfall)

- প্রাথমিক ভাবে বায়ু উষ্ণ হয়ে হালকা হয় ও উপরের দিকে উত্থিত হতে শুরু করে।
- 1) প্রাথমিক ভাবে বায়ু উষ্ণ হয়ে হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে প্রসারিত হতে থাকে ও ক্রমশ ঠান্ডা হতে থাকে। একদম ঠান্ডা হওয়ার পরে উপরের দিকে উত্থিত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে প্রসারিত হতে শুরু করে ও কিছুমুহূর্ত মেঘের সৃষ্টি করে।
- 2) উষ্ণবায়ু উপরের দিকে উত্থিত হওয়ার পরে শীতলবায়ু ঘনীভূত হতে শুরু করে ও কিছুমুহূর্ত মেঘের সৃষ্টি করে।
- 3) উষ্ণবায়ু উপরের দিকে উত্থিত হওয়ার পরে শীতলবায়ু ঘনীভূত হতে শুরু করে ও কিছুমুহূর্ত মেঘের সৃষ্টি করে।
- 4) ঘনীভবন প্রক্রিয়া যত দ্রুত ঘটতে থাকে ততই জলবাহী কিউমুলাস মেঘ ভারী হতে থাকে ও ব্যঞ্জকিলাসহ ভারী বৃষ্টিপাত ঘটায়।
- 5) পরিচলন বৃষ্টিপাত সাধারণত গ্রীষ্মকালীন ঋতুতে বা উষ্ণদিন গুলোতে সৃষ্টি হয়। নিরক্ষীয় অঞ্চলে সারা বছর সুস্থলোকে লক্ষ্যভাবে পড়ার কারণে এই অঞ্চলে সারাবছর পরিচলন বৃষ্টিপাত হয়ে থাকে।
- 6) পরিচলন বৃষ্টিপাত বেশিরভাগ ক্ষেত্রে বড় বড় ফেঁটার বৃষ্টিপাত বা শিলাবৃষ্টি সমন্বয় হয়।
- 7) শৈলংক্ষিপ বৃষ্টি (Orographic Rainfall)

জলীয়বাষ্পপূর্ণ বায়ুর প্রবাহ পথে পাহাড়, পর্বত, ঢালযুক্ত মালভূমি প্রকৃতির উপস্থিতি থাকলে শৈলংক্ষিপ বৃষ্টিপাত সৃষ্টি হয়। জলীয়বাষ্পপূর্ণ বায়ু ভূমিকোম্পের ঢাল বরাবর উত্থিত হতে থাকলে বায়ুজীনিত কারণে সংকুচিত হতে থাকে। ফলে বায়ুঘনীভূত জলীয়বাষ্প ঘনীভবন প্রক্রিয়ার অন্তর্গত হয়। ঘনীভবন মাত্রা দ্রুত ঘটলে দ্রুত জলশা গুলো বৃষ্টি কণায় পরিণত হয়। পর্বতের উপস্থিতির কারণে এরূপ বৃষ্টি ঘটে বলে ইহা শৈলংক্ষিপ বৃষ্টি নামে পরিচিত।

উষ্ণ আর্দ্র প্রকৃতির বায়ুবোত উচ্চ পার্বত্য অঞ্চলের যে ঢাল বরাবর বাখাত্রাণ্ড হয় সেই ঢাল প্রতিবাদ ঢাল নামে পরিচিত এবং প্রতিবাদ ঢালের বিপরীত ঢালকে অনুবাদ ঢাল বা Leeward slope বলা হয়। জলীয়বাষ্পপূর্ণ উষ্ণ আর্দ্র বায়ু পর্বতের প্রতিবাদ ঢালে বাখা পেয়ে বৃষ্টিপাত ঘটায়। কিন্তু এই বায়ু যখন অনুবাদ ঢালে পৌঁছায় তখন যথেষ্ট শক্তিশালী জলীয় বাষ্পের অভাবে বৃষ্টিহীন আবহাওয়ার সৃষ্টি করে। এরূপ অনুবাদ ঢাল বৃষ্টিজয়ার অঞ্চল হিসাবে পরিচিত। যেকোনো পর্বতের পথে আসা জলীয়বাষ্পপূর্ণ বায়ু উত্তর পূর্ব ভারতের মেঘালয় রাজ্যের দক্ষিণ পাহাড়ের দক্ষিণ ঢালে বাখাত্রাণ্ড হয়ে প্রচুর পরিমাণ বৃষ্টিপাত ঘটায়। কিন্তু এই পার্বত্য অঞ্চলের উত্তর অংশ বৃষ্টির অভাবে বৃষ্টিজয়ার অঞ্চল সৃষ্টি করেছে। খাসি গারো পাহাড়ের উত্তর অংশের শিলা অঞ্চলটি বৃষ্টিজয়ার অঞ্চল হিসাবে পরিচিত। খাসি গারো পাহাড়ের দক্ষিণ অংশে প্রচুর বৃষ্টিপাত হয় বলে এই অঞ্চলে চিরহরিৎ অরণ্য পাই হয়েছে অপরদিকে উত্তর অংশ বৃষ্টির অভাবে দীর্ঘ উচ্চতার খর্বকার তৃনভূমি সৃষ্টি হয়েছে।



● **শৈলহ্রক্ষেপ বৃষ্টিপাতের প্রধান বৈশিষ্ট্য (Major Characteristics of Orographic Rainfall)**
 i) পার্বত্য উপত্যকার উষ্ণবায়ু পর্বতের পাদদেশীয় অংশে বাধা প্রাপ্ত হয়ে পর্বতের প্রতিবিম্ব ঢাল দিকের দিকে উঠতে থাকে। এই ধরনের বায়ুবোত অ্যানাগেটিক বায়ুবোত নামে পরিচিত।

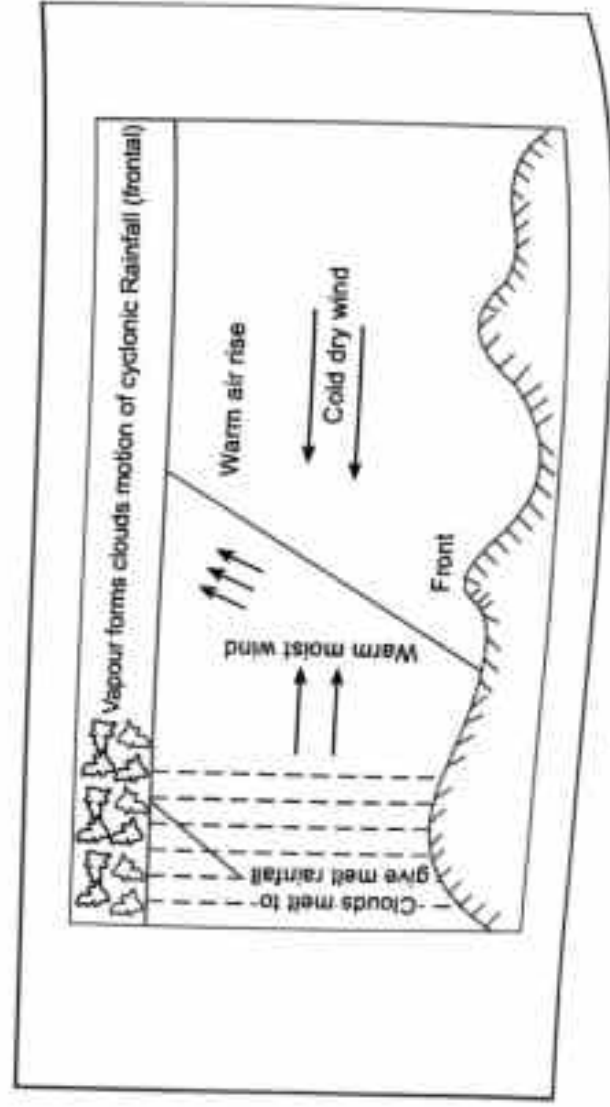
ii) পর্বতের ঢাল বেয়ে উপরের দিকে উঠে আসা উষ্ণবায়ু প্রসারিত হয়ে তাপমাত্রার হ্রাস ঘটায় ও ঘনীভূত হতে শুরু করে।

iii) পর্বতের প্রতিবিম্ব ঢালে ঘনীভূত মেঘপুঞ্জ প্রচুর বৃষ্টিপাত ঘটায়।

iv) পর্বতের বিপরীততাল অর্থাৎ অনুবাদ ঢালে মেঘপুঞ্জ আর্দ্রতার অভাবে বৃষ্টিপাত ঘটাতে অক্ষম হয়। এই অঞ্চল বৃষ্টিজয়ার অঞ্চল হিসাবে পরিচিত।

c) ঘূর্ণবাত বৃষ্টিপাত (Cyclonic Rainfall)

ক্রান্তীয় অঞ্চল গুলোতে বর্ষাকাল চলাকালীন কখনো কখনো নিম্নচাপ কেন্দ্র সৃষ্টি হয়। নিম্ন চাপ কেন্দ্র সৃষ্টি হলে ঐ অঞ্চলের পার্শ্ববর্তী অঞ্চলের ভারী বায়ু নিম্নচাপ কেন্দ্রের দিকে দ্রুত ধাবমান হয়। এরূপ অবস্থায় স্থি পরিমাণ শীতলবায়ু উষ্ণআর্দ্র বায়ুর সংগে মিশ্রিত হওয়ায় কোন রূপ বায়ুসীমান্ত গঠন ছাড়াই বায়ুস্থিত জলীয়কণ ঘনীভূত হতে শুরু করে। এই সময় উষ্ণ বায়ুর চাপ ও ঘনত্ব কম থাকে, অপরদিকে অনুপ্রবেশকারী শীতল বায়ু চাপ ও ঘনত্ব তখন বেশি পরিলক্ষিত হয়। এরূপ অবস্থায় বায়ুস্তরের চাপের ভারসাম্য রক্ষার জন্য উষ্ণ বায়ু থেকে দ্রুত লীনতাপের হ্রাস ঘটতে থাকে। ফলে ঘনীভবন প্রক্রিয়া দ্রুত হারে পরিচালিত হয়। এই ধরনের আর্দ্র অবস্থা বেশিরভাগ ক্ষেত্রে অংশোদ্ভাসিত মেঘপুঞ্জ সৃষ্টি করে এবং ঘূর্ণীঝড়ের সঞ্চেপে মুঘলঝরে বৃষ্টিপাত ঘটায়। আর্দ্রিক অবস্থা দ্রুত পরিবর্তন হয় বলে বায়ুতে ঘূর্ণী সৃষ্টি হয়। এই ভাবে সৃষ্টি হওয়া বৃষ্টিপাত ঘূর্ণবাত জনিত বৃষ্টিপাত নামে পরিচিত।



চিত্র : 8.5 ঘূর্ণবাত জনিত বৃষ্টিপাত।



● **ঘূর্ণকার বৃষ্টিপাতের প্রধান বৈশিষ্ট্য (Major Characteristics of Cyclonic Rainfall)**

- (1) ঘূর্ণকারের ঘূর্ণবাহ্যে পরিষ্কৃতিত চলকালীন বায়ুসীমান্তের সৃষ্টি হয়।
- (2) উষ্ণ ও ঠাণ্ডা বায়ুশুষ্ক পরস্পরের সাক্ষাৎমিশ্রিত হওয়ার সময় তাপমাত্রার আধান উলান ঘটে ও ঘনীভবন ঘটবে থাকে।
- (3) উষ্ণ সীমান্তে ব্যাপার উত্তীর্ণ উষ্ণ বায়ু উপরে ওঠে শীতল হয় ও ঘনীভবন প্রক্রিয়াকে বহিষ্কারে তোলে।
- (4) ঘূর্ণকারের ঠিক উপরের অংশ ব্যাপার ঘনীভূত মেঘশুষ্ক গারাবাহিকভাবে কয়েক ঘণ্টা ব্যবধে বৃষ্টিপাত ঘটবে থাকে।

d) **বায়ু স্রাচার সৃষ্টি জনিত বৃষ্টি (Frontal Rainfall)**

নিম্ন বস্তুত্বেরে নিচি অনুযায়ী উষ্ণ ও দক্ষিণ গোকার্ধের মধ্য অক্ষাংশীয় অঞ্চলে বিপরীতমুখী বায়ুস্রাচারের মিল অঞ্চল হিসাবে পরিচিত। এই সীমান্তের নিচের সিকে ষ্টু-পৃষ্ঠ মুখী শীতল বায়ুর অস্তমুখী অনুপ্রবেশ শূন্য হয়। অপ্রাথিত সীমান্তের উপরের সিক ব্যাপার উষ্ণ বায়ু সীমান্তের ঢাল অনুসরণ করে উপরের সিকে উঠতে থাকে। এক্ষণ অবস্থায় সীমান্তের নিচের সিকের বায়ুও উপরের উষ্ণ বায়ুর থেকে বীনতাপ গ্রহণ করতে থাকে। আর উপরের বায়ুও উত্তীর্ণ হতে শুরু করে। উষ্ণ বায়ুস্রাচারের নিম্নভাগের উত্তরতাও ঘনীভবন সীমার উত্তরের নিচের সিকে যায়। সীমান্ত ব্যাপার বায়ুস্রাচারের উত্তর ক্রমশ কমাতে থাকলে বায়ুও উত্তীর্ণ হতে শুরু করে। এক্ষণ অবস্থা কিছুকাল চলেতে থাকলে সীমান্ত ব্যাপার প্রবেশ বৃষ্টিপাত ঘটিতে থাকে। এইভাবে সৃষ্টি হওয়া বৃষ্টিপাত অনেককাল ধরে চলেতে থাকে। বায়ু সীমান্ত অঞ্চলের উষ্ণতার সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হলে বায়ু স্রাচারটি তেড়ে পড়ে ও শান্ত আবহাওয়ার সূচনা হয়।

■ **বৃষ্টিপাত সৃষ্টি সক্রান্ত বায়ুচলন এর ধারণা :**

বায়ুচলনের জনমান ব্যাধ কয়েক ভেদে করে আলোচনা সৃষ্টির তথ্যটি অত্যন্ত জনপ্রিয়। টার বায়ুচলন এই তথ্যটি দ্বারা কেবলে অবৈতিক অবস্থার ঘটনকে গুরুত্ব দিয়েছেন। যেগুলি অবশিষ্ট উপাদান হিসাবে বৃষ্টিপাত সৃষ্টিতে সাহায্য করে। মেঘশুষ্কের মাঝে ব্যাধকণা ও মিশ্রিত জলকণা সৃষ্টির ক্ষেত্রে বায়ুচলন নিম্নোক্ত আধুনিক অবস্থাকে অবৈতিক হিসাবে উল্লেখ করেছেন।

- (1) নিম্নোক্ত উষ্ণতায় পৌঁছানোর আগে মেঘ মধ্যস্থ ভাসমান ব্যাধকণার উচ্চতা কেমন ছিল?
- (2) যে মেঘশুষ্ক থেকে বৃষ্টি কণা সৃষ্টি হবে সেই মেঘশুষ্কের প্রকৃত উচ্চতা কিসে নির্ণয় হয়েছে।
- (3) মেঘশুষ্কের মধ্যস্থ ভাসমান ব্যাধকণা গুলোর পার্শ্বদেশ ব্যাপার ব্যাপার কণা (Vapor Pressure) কতটা হয়েছে।

যেমন যে মেঘশুষ্ক বায়ুচলন প্রকৃতি কি ভাবে পরিবর্তিত হচ্ছে সেই বিষয় গুলোর উপর গুরুত্ব দিয়ে বায়ুচলন সৃষ্টির তথ্যটি ব্যাধ করেছেন। তার ধীর ব্যাধকণার সিক্তা হিসাবে তিনি উল্লেখ করেছেন যে বৃষ্টিপাত সৃষ্টির অস্তমুখী আধুনিক উপাদান গুলোর একটি সমস্ত সমীকরণের প্রয়োজন হয়। আর কলাকলন হিসাবে বৃষ্টিপাত সৃষ্টি হয়। বায়ুচলন সংক্রান্তী আধুনিক উপাদান গুলোর মধ্যে প্রধান তিনটি বিষয়ের উপর গুরুত্ব দেয়। যেগুলির আধুনিক সমগ্র সম্পর্ক অবস্থায় পৌঁছানো বৃষ্টিপাত সৃষ্টি হওয়া সম্ভব। উক্ত বিষয়গুলো নিম্নোক্ত।

- (1) মেঘশুষ্কের অধিষ্টিত ব্যাপার চাপ।



■ ভূমিকা :

পৃথিবীর জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগের ক্ষেত্রে ভ্লাদিমির কোপেনের (Wladimir Koppen) উল্লেখিত শ্রেণী যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ ও সর্বাধিক গ্রহণযোগ্য। জার্মান এই ব্যক্তিত্ব ভূগোল, আবহবিদ্যা, জলবায়ুবিদ্যা, উদ্ভিদ বিদ্যার তার অবদান রেখে গেছেন। দীর্ঘ ৯৪ বছর স্বর্ণময় জীবন দাশায় University of St. Petersburg তে উদ্ভিদ বিদ্যায় গবেষণা করেন এবং University of Heidelberg এ জলবায়ু বিজ্ঞানের গবেষণা শেষ করে 1870 সালে University of Leipzig থেকে সাম্মানিক Doctorate উপাধি লাভ করেন। দীর্ঘ গবেষণা কালে W. Kopper পৃথিবীর জলবায়ু প্রকৃতি, শ্রেণী ও পূর্বাভাস উল্লেখ করেছেন।

■ কোপেনের জলবায়ু শ্রেণীবিভাগের নকশার ভিত্তি (Basis of climate classification scheme of W. Koppen)

W. Koppen 1918 সালে পৃথিবীর জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগ প্রকাশ করেন। প্রাকৃতিক পরিবেশের সঙ্গে জলবায়ুর গভীর সম্পর্ক (Relation between climate and Natural world) তাঁর জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগের প্রধান ভিত্তি ছিল। কোন প্রাকৃতিক অঞ্চলের উদ্ভিদ প্রজাতিই উক্ত অঞ্চলের জলবায়ুর শ্রেষ্ঠ প্রকাশ তা তিনি উল্লেখ করেছেন। উদ্ভিদের জন্ম, বৃদ্ধি, বংশবিস্তার সরাসরি জলবায়ু দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় তা তিনি উল্লেখ করেছেন। কোপেন তাঁর শ্রেণীবিভাগের ক্ষেত্রে বাষ্পীভবনের মাত্রা (Evaporation Intensity) ও বৃষ্টিপাতের কার্যকারিতা (Precipitation Effectiveness) উল্লেখ করে বৃষ্টিপাত ও উত্তাপের সমন্বয় ঘটিয়েছেন।

● কোপেন কর্তৃক পৃথিবীর জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগের নকশা :

কোপেন পৃথিবীর জলবায়ুকে প্রধান পাঁচটি শ্রেণীতে বিভক্ত করেছেন, যাতে প্রধান প্রধান উদ্ভিদশ্রেণী গুলি উল্লেখিত হয়েছে। প্রতিটি জলবায়ু শ্রেণীকে ইংরেজী ক্যাপিটাল লেটার (Capital letter) দ্বারা চিহ্নিত করেছেন। এগুলো হল –

জলবায়ুর নির্দেশক চিহ্ন	প্রভাবিত জলবায়ু
A.	ক্রান্তীয় বৃষ্টিজলবায়ু, শীতঋতু অনুপস্থিত।
B.	শুষ্ক জলবায়ু।
C.	মধ্যঅক্ষাংশীয় বৃষ্টি জলবায়ু, মৃদু শীতঋতুর প্রভাবযুক্ত।
D.	মধ্যঅক্ষাংশীয় অধিক শীতযুক্ত বৃষ্টি জলবায়ু।
E.	গ্রীষ্মহীন মেরুদেশীয় জলবায়ু।

এছাড়া ঋতুর উপর নির্ভর করে বৃষ্টিপাতের বন্টন, শুষ্কতা বা শৈত্যের মাত্রার প্রকৃতি প্রভৃতির উপর নির্ভর করে কতকগুলি উপবিভাগে বিভক্ত করা হয়েছে। কোপেন ব্যবহৃত ইংরেজী স্মল লেটার f, s, w এবং বৃষ্টিপাতের ঋতু বৈচিত্র্যকেও (Seasonability) উল্লেখ করেছেন।



f = শুষ্ক ঋতুর অনুপস্থিতি।

s = শুষ্ক গ্রীষ্ম।

w = শুষ্ক শীত।

এছাড়া স্তেপ বা প্রায় মরু এবং মরু অঞ্চলের জলবায়ু এবং মধ্যম-স্কেলের তুন্দ্রা আইসক্যাপ জলবায়ু বাঝাতে নিম্নোক্ত ইংরেজী ক্যাপিটাল লেটার ব্যবহার করেছেন।

S = স্তেপ বা প্রায়মরু জলবায়ু।

W = মরু জলবায়ু।

T = তুন্দ্রা জলবায়ু।

F = আইসক্যাপ অঞ্চলের জলবায়ু। এই ভাবে কোপেন মোট পাঁচটি প্রধান জলবায়ু ও তেরোটি ধরনের উপজলবায়ু উল্লেখ করেছেন।

সারণী : 12.1 কোপেন কর্তৃক জলবায়ুর শ্রেণী

ক্রমিক নং	জলবায়ুর শ্রেণী (Climate Group)	সাংকেতিক চিহ্ন (Symbol)	শুষ্ক প্রকৃতির পরিসর (Dry period)	শুষ্কতা বা শৈত্যের মাণা (Degree of dryness or coldness)
1.	ক্রান্তীয় বৃষ্টিবহুল জলবায়ু (Tropical rainy climates)	A	f(s)w	-
2.	শুষ্ক জলবায়ু (Dry climates)	B	-	SW
3.	উষ্ণ নাতিশীতোষ্ণ বৃষ্টি জলবায়ু (Warm temperate rainy climate)	C	f(s)w	-
4.	শীতল তুমারাবৃত/আর্দ্র মহাদেশীয় জলবায়ু (Cold snow-frost climates)	D	f(s)w	-
5.	মেরু প্রদেশীয় জলবায়ু (Polar climate)	E	-	TF

1. 'A' জলবায়ু

ক্রান্তীয় বৃষ্টি জলবায়ু (Tropical rainy climate) কে কোপেন 'A' জলবায়ুর অন্তর্ভুক্ত করেছেন। এই জলবায়ুর অন্তর্গত প্রদেশগুলোতে শীতলমত মাসের উষ্ণতা 64.4°F (18°C)।

Af : (আর্দ্র ক্রান্তীয় জলবায়ু) Tropical wet climate

i) শুষ্কতম মাসের বৃষ্টিপাত প্রায় 2.4 ইঞ্চি (6 সেমি), ঋতু গত পার্থক্য কম।

ii) উষ্ণতা ও আর্দ্রতার মাত্রা সারা বছর ধরে বেশি থাকে।



Aw.: ক্রান্তীয় আর্দ্র ও শুষ্ক জলবায়ু (Tropical wet climate)

- i) শুষ্ক শীত কালকে 'w' দিয়ে উল্লেখ করা হয়।
- ii) ঋতু পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে বৃষ্টিপাতের হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে।
- iii) বর্ষাকালে কখনো কখনো বৃষ্টির মাত্রা 2.4 ইঞ্চির মত হয়।
- iv) উষ্ণতার মাত্রা গড়ে প্রায় 18°C হয়।

এছাড়া মধ্যম স্কেলের ভৌগোলিক পরিবেশে 'A' জলবায়ুর (Tropical rainy climate) মধ্যকার উপশ্রেণী গুলো হল —

'Am' — স্বল্পস্থায়ী শুষ্কঋতু এবং বর্ষাকালীন বৃষ্টির ফলে অরণ্যের অনুকূল আর্দ্রতা সারা বছর বজায় থাকে। এই সময় কাল মৌসুমী ঋতু হিসাবেও বর্ণনা করা যায়।

w' — বৃষ্টিপাত সর্বাধিক শরৎকালে।

w'' — বছরের দুটি ঋতুর সময়ে (বর্ষাকালে ও শীতকালে) বৃষ্টির আধিক্য থাকে।

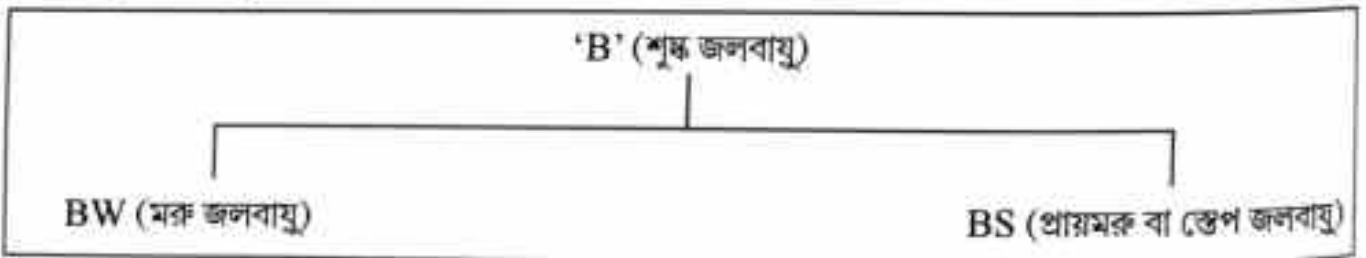
s — শুষ্ক গ্রীষ্ম ঋতু

i — উষ্ণতম ও শীতলতম মাসের মধ্যে উষ্ণতার পার্থক্য 4°C- 9°C এর কম।

g — বর্ষা ঋতুর পূর্বে উষ্ণতা সর্বাধিক হয়। যেমন গাঙ্গেয় অববাহিকার জলবায়ুকে উল্লেখ করা যায়।

2. 'B' জলবায়ু (শুষ্ক) Dry climate.

এই জলবায়ুতে বৃষ্টিপাতের পরিমাণ কম, তুলনায় বাষ্পীভবনের মাত্রা অধিক। উষ্ণতার নিরিখে এই জলবায়ুকে প্রধান দুটি উপবিভাগে ভাগ করা হয়েছে।



i) h (heiss) - বার্ষিক গড় উষ্ণতা 64.4°F।

ii) k (kalt) - বার্ষিক গড় উষ্ণতা 64.4°F এর কম।

এছাড়া ঋতুর উপর নির্ভর করে মধ্যম স্কেলের ঋতু বৈশিষ্ট্যকে বোঝানোর জন্য নিম্নোক্ত ইংরেজী শব্দ লেটার গুলো ব্যবহার করা হয়েছে।

iii) k' - উষ্ণতম মাসের গড় উষ্ণতা 64.4°F এর কম।

iv) s - গ্রীষ্মকালীন খরা (Summer Draught)

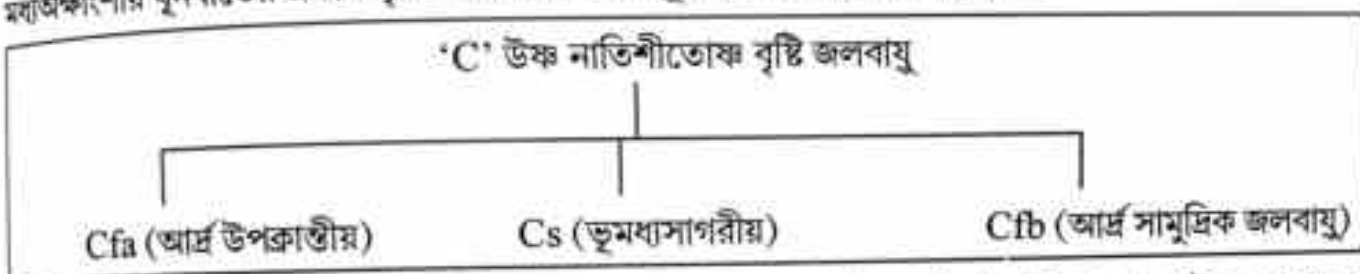
v) w - শীতকালীন খরা (Winter Draught)

vi) n (nebel) - ঘন ঘন কুয়াশাচ্ছন্ন জলবায়ু। ইহা সমুদ্র উপকূলবর্তী অঞ্চলের শুষ্ক জলবায়ু কে নির্দেশ করে।



3. 'C' উষ্ণ নাতিশীতোষ্ণ বৃষ্টি জলবায়ু (Warm temperate rainy climate)

এই জলবায়ু উষ্ণ আর্দ্র গ্রীষ্মকাল ও মৃদু শীতকাল যুক্ত। উভয় গোলার্ধের 30° - 50° উত্তর ও দক্ষিণ অক্ষরেখার মধ্যে এই জলবায়ুর প্রভাব রয়েছে। এই জলবায়ু অঞ্চলে গ্রীষ্মকালের আবহাওয়ায় বজ্রঝড় সহ মধ্যঅক্ষাংশীয় ঘূর্ণবাতের প্রভাব সৃষ্টি করে। এই জলবায়ুর প্রধান তিনটি শ্রেণী হল —



i) Cfa - ইহা আর্দ্র নাতিশীতোষ্ণ জলবায়ু (Humid subtropical climate)। এই জলবায়ুতে ক্যাশাচ্ছন্ন গ্রীষ্ম কিংবা বজ্রঝড়ের উপস্থিতি নেই বললেই চলে। শীতকালীন বৃষ্টি কখনো কখনো নিম্নচাপের দ্বারা পরিচালিত হয়। আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রের দক্ষিণ পূর্ব প্রদেশের জলবায়ু এর প্রকৃষ্ট উদাহরণ।

ii) Cs - ভূমধ্যসাগরীয় জলবায়ু কে Cs দ্বারা চিহ্নিত করেছেন। মধ্যঅক্ষাংশীয় ঘূর্ণবাত সহ বছরের শীত ঋতুতে বৃষ্টির প্রাধান্য দেখা যায়। গ্রীষ্মকালীন সময়ের অধিপত্য সর্বাধিক 5 মাসে দেখা যায়। ইউরোপের ভূমধ্যসাগরের তীরবর্তী অঞ্চলসহ উত্তর আমেরিকার কিছু অংশ, পোল্যান্ড, ওরিগন হ্রদ থেকে ক্যালিফোর্নিয়া পর্যন্ত এই জলবায়ুর প্রভাব রয়েছে।

iii) Cfb - মধ্যঅক্ষাংশীয় অঞ্চলের মহাদেশ সমূহের পশ্চিম উপকূল বরাবর সামুদ্রিক প্রভাব যুক্ত জলবায়ুকে Cfb জলবায়ু হিসাবে চিহ্নিত করেছেন। স্বল্পশুষ্ক গ্রীষ্মকাল (Short dry summer) যুক্ত জলবায়ু যাতে শীতকালীন বৃষ্টিপাতের পরিমাণ বেশি। শীতকালীন বৃষ্টি মধ্যঅক্ষাংশীয় ঘূর্ণবাতের কারণে সংঘটিত হয়।

অন্যান্য ইংরেজী সম্মল লেটার গুলোর অর্থ হল;

a - উষ্ণ গ্রীষ্ম।

b - শীতল গ্রীষ্ম

c - শীতযুক্ত স্বল্পস্থায়ী গ্রীষ্মকাল।

4. 'D' জলবায়ু, আর্দ্র মধ্য অক্ষাংশীয় মহাদেশীয় তুষারময় জলবায়ু (Moist continental mid-latitude climate)

এই জলবায়ু আর্দ্রশীতল মধ্যঅক্ষাংশীয় তুষারময় আরন্যক ধরনের জলবায়ু, যা কোপেনের শ্রেণীতে ইংরেজী কাপিটাল 'D' অক্ষরে উল্লেখিত হয়েছে। এই ধরনের জলবায়ুর প্রকৃতি স্বল্পস্থায়ী শীতলগ্রীষ্ম ও তীব্রশীতল শীতকালকে নির্দেশ করে। গ্রীষ্মকালীন সর্বাধিক গড় উষ্ণতা 10°C এবং শীতলতম মাসের গড় উষ্ণতা -30°C এর নিচে থাকে। শীতকালে মেরুদেশীয় বা অটিক অঞ্চলের অতিশীতল বায়ুপুঞ্জ দীর্ঘস্থায়ী হাড়কাঁপানো শীতের আগমন ঘটায়। শীতকালে তুষারঝড় সহ অতিশীতল ঠান্ডা বায়ুপ্রবাহ সৃষ্টি হয়।

এই ধরনের জলবায়ু প্রধান তিনটি উপশ্রেণী হল;

i) Df - (Wet all season) সারা বছরব্যাপী আর্দ্র শীতল অবস্থা।



ii) Ds - শুষ্কশীতল স্বল্পস্থায়ী গ্রীষ্মকাল।

iii) Dw - শুষ্ক অতিশীতল শীতকাল।

5. 'E' মেরুদেশীয় জলবায়ু (Polar climate)

কোপেন কর্তৃক নির্দেশিত 'E' জলবায়ু হল মেরুদেশীয় জলবায়ু। এই জলবায়ু অঞ্চলে গ্রীষ্মকালীন সর্বমুখ্যতা 10°C এর অধিক হয় না। এই ধরনের জলবায়ু উত্তর গোলার্ধের উত্তর আমেরিকার উত্তর অংশ, ইউরোপ এশিয়ার উত্তর অংশ, গ্রীনল্যান্ড ও দক্ষিণ গোলার্ধের আন্টর্কটিকা অঞ্চল জুড়ে বিস্তৃত। মেরুদেশীয় জলবায়ুর ধারণা দুটি উপশ্রেণী উল্লেখ করা যায়।

i) ET - এই জলবায়ুতে অতিশীতল তুন্ড্রা অবস্থা দেখা যায়। অতিরিক্ত শীতলতার কারণে মৃত্তিকার কয়েক সেন্টিমিটার নীচ পর্যন্ত বরফস্তর লক্ষ্য করা যায়। ইহা পারমাফ্রস্ট (Permafrost) জলবায়ু নামেও উল্লেখিত।

ii) EF - কোপেন তার জলবায়ুর শ্রেণীতে 'EF' জলবায়ু বলতে মেরু অঞ্চলে বরফের চাদরে ঢাকা অঞ্চলের জলবায়ুকে নির্দেশ করেছেন। অতিশীতলতার কারণে সারা বছর বরফের চাদরের (Ice caps) আচ্ছাদন থাকে।

■ কোপেনের জলবায়ু শ্রেণীর নকশার সুবিধা (Advantages of climate classification scheme after Koppen)

1. কোপেন তার জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগে ভিত্তি হিসাবে উষ্ণতা ও বৃষ্টিপাতের প্রকৃতিকে উল্লেখ করেছেন। এই উপাদান দুটি যে কোন অঞ্চলের জলবায়ুর সম্পর্কে সঠিক ধারণা প্রদান করে।

2. জলবায়ুর এই শ্রেণীবিভাগের ক্ষেত্রে প্রতিটি উপ জলবায়ু অঞ্চলকে উষ্ণতা ও বৃষ্টিপাতের স্বত্বভিত্তিক প্রকৃতি অনুযায়ী উল্লেখ করার উক্ত জলবায়ু গুলো সম্পর্কে ধারণা পেতে সুবিধা হয়।

3. এই শ্রেণীবিভাগে উদ্ভিদের বন্টনকে জলবায়ুর প্রভাবিত ফলাফল হিসাবে উল্লেখ করার সহজে উদ্ভিদ বন্টনের মানচিত্র দেখে জলবায়ুকে বোঝা সম্ভব হয়।

4. প্রধান জলবায়ুর অন্তর্গত উপশ্রেণীর জলবায়ু অঞ্চল গুলিকে ব্যাখ্যা করার ক্ষেত্রে কোপেন সম্ভাব্য বাষ্পীভবনের মাত্রাকে উল্লেখ করেছেন। যাতে আর্দ্রতার নিরিখে জলবায়ুকে বোঝা অধিক সহজ।

5. কোপেনের ব্যাখ্যায় বিভিন্ন ধরনের উদ্ভিদ শ্রেণীর ভিন্ন প্রকৃতির তাপ গ্রহণ ক্ষমতা উল্লেখিত হয়েছে। যাতে বায়ুমণ্ডলীয় উষ্ণতার সঙ্গে উদ্ভিদ বন্টনের আদর্শ নীতি প্রতিষ্ঠিত হয়েছে।

6. জলবায়ু অঞ্চল গুলোর সীমানা নির্ধারণের ক্ষেত্রে উদ্ভিদের শ্রেণীর পরিবর্তন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। যেমন আর্দ্র পর্ণমোচী উদ্ভিদের অরন্যের প্রাপ্ত বরাবর প্রায় মরু অঞ্চলের খর্বাকার মরু উদ্ভিদ জলবায়ুর ভিন্নতার সীমানাকে নির্দেশ করে।

7. জলবায়ুর প্রকৃতি নির্ধারণের জন্য উষ্ণতা ও বৃষ্টিপাতকে উপাদান হিসাবে ধরে পরিসংখ্যান বিশ্লেষণ (Statistical analysis) দ্বারা জলবায়ু বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করা যায়।

নির্দিষ্ট ভৌগোলিক অঞ্চলের মোট জলের (বারবীয়) আয়ব্যয় (Budget) অনুযায়ী অতিরিক্ত জলের প্রত্যয় (Surplus water situation) আর্দ্র জলবায়ু (Humid climate) ও জলের অভাববৃত্ত অবস্থা (Water deficient situation) শুষ্ক (Arid) জলবায়ুকে নির্দেশ করে।

● জলবায়ু নির্ধারণের পদ্ধতি (Methods of climate selection)

i) সম্ভাব্য বাষ্পীয়প্রস্বেদন নির্ণয় (Measurement of Potential Evapotranspiration)

ধর্মগণ্ডয়েট এর জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগের প্রথম ভিত্তি হল Potential Evapotranspiration সূচক নির্ণয়। P.E হিসাবে উল্লেখ করা হয়। P.E হল সেই পরিমাণ জল যা জলের তরল বা কঠিন অবস্থা থেকে বাষ্পীভূত হতে এবং উদ্ভিদের জীবিত কোষ থেকে বাষ্পীভূত হবে। প্রতি 30 দিনের PE সূচক নির্ণয়ের জন্য মাসিক গড় উষ্ণতর সাতো দিনের পরিসর বা সূর্যালোকের দৈনিক স্থায়ীত্বের সম্পর্ক নির্ধারণ করা হয়।

$$PE = 1.6 (10t/I)^2$$

যেখানে I = বার্ষিক উষ্ণতা সূচক (Annual Heat Index)। ইহা সারা বছরের অর্থাৎ 12 মাসের হিসাবে নির্ণয় করা হয়, প্রতিটি মাসকে 'i' ধরা হয়।

$$i = (t/5) 1.514$$

t = প্রতি মাসের গড় উষ্ণতা 12 ঘণ্টার নিরিখে।

মাস (Month)	চিহ্ন (Symbol)	মাসিক গড় তাপমাত্রা (12 ঘণ্টার নিরিখে)
January	i_1	(°C)
February	i_2	
March	i_3	
April	i_4	
May	i_5	
June	i_6	
July	i_7	
August	i_8	
September	i_9	
October	i_{10}	
November	i_{11}	
December	i_{12}	
অর্থাৎ মোট = বার্ষিক উষ্ণতার সূচক		Σ°C

$$a = (6.75 \times 10^{-7}) P^2 - (7.71 \times 10^{-5}) P + (0.0179 \times 10^{-2}) I + 0.492$$



সারণী : 12.2 খর্নখণ্ডয়েট এর নকসা অনুযায়ী জলবায়ুর শ্রেণী।

জলবায়ু শ্রেণী (Climate classes)	চিহ্ন (Symbol)	PE-index
1. মেগাথার্মাল জলবায়ু (Megathermal Climate)	A	>114
2. মেসোথার্মাল জলবায়ু (Mesothermal Climate)	B' ₁ - B' ₂	57 - 114
3. মাইক্রোথার্মাল জলবায়ু (Microthermal Climate)	C' ₁ - C' ₂	28.5 - 57
4. তুন্ড্রা জলবায়ু (Tundra Climate)	D'	14.2 - 28.5
5. ফ্রস্ট জলবায়ু (Frost Climate)	E'	14.2

ii) আর্দ্রতার সূচক নির্ণয় (Determination of Moisture Index)

পৃথিবীর জলবায়ু নির্ধারণের জন্য খর্নখণ্ডয়েট বিভিন্ন ভৌগোলিক অঞ্চলের মৃত্তিকার দ্বারা স্থিরিকৃত মোটজলের আয়ব্যায (Budget) সমীক্ষা করেছেন। মৃত্তিকার মধ্যস্থিত জলের এই আয়ব্যাযের হিসাব আর্দ্রতার সূচক (Moisture Index) হিসাবে উল্লেখ করেছেন। খর্নখণ্ডয়েট এর এই সমীক্ষা প্রাপ্ত মোট জলের সঙ্গে মৃত্তিকার মধ্যস্থিত জলের পরিমাণও আর্দ্রতা মাত্রার উপর নির্ভরশীল হওয়ায় সমগ্র বিষয়টি অত্যন্ত জটিল প্রাকৃতির। ধারণাটির তাত্ত্বিক বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী আয়ব্যাযের (Budget) হিসাবে উদ্বৃত্ত জল (Surplus water) আর্দ্রতার মাত্রাকে (Humidity) নির্দেশ করে আবার ঘাটতি (Deficit) শুষ্কতার মাত্রা (Intensity of aridity) কে নির্দেশ করে। এক্ষেত্রে ঘাটতি (Deficit) বলতে জলের আরও প্রয়োজন বা সম্ভাব্য বাষ্পীয় প্রস্বেদন (Potential evapotranspiration) কে নির্দেশ করে।

$$MI = Ih - 0.6Ia \dots\dots\dots \text{সমীকরণ (1)}$$

$$\text{অথবা } MI = \frac{100\alpha - 60\beta}{\gamma} \dots\dots\dots \text{সমীকরণ (2)}$$

যেখানে MI = Moisture Index (আর্দ্রতার সূচক)

Ih = Indices of humidity (আর্দ্রতার নির্দেশক)

Ia = Indices of aridity (শুষ্কতার নির্দেশক)

α = Water surplus (উদ্বৃত্ত জল)

β = Water deficiency (জলের ঘাটতি)



■ জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগের ভিত্তি (Basis of the climate classification)

A) জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগের ভিত্তি হিসাবে উষ্ণতার প্রকৃতি :

জলবায়ু নির্ধারনের ক্ষেত্রে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হল নিম্নবায়ুমণ্ডলীয় উষ্ণতার প্রকৃতি। উষ্ণতার প্রকৃতি অনুযায়ী সমোষ্ণরেখা গুলোর বিন্যাসকে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে উষ্ণতার বন্টন অনুযায়ী অধিক উষ্ণ অঞ্চলে সমোষ্ণরেখা গুলো পরস্পর থেকে দূরে দূরে বিস্তৃত। আবহবিদগণ সমগ্র পৃথিবী ব্যাপী উষ্ণতার বন্টনের নিরিখে প্রধান তিন ধরনের জলবায়ুকে নির্দেশ করেছে। যেমন—

i) নিরক্ষীয় ও ক্রান্তীয় অঞ্চলের জলবায়ু গোষ্ঠী (Equatorial Tropical Climate Group)

সারা বছর যাবৎ উষ্ণতার প্রায় সমবন্টন ও শীত ঋতুর অনুপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়।

ii) মধ্যঅক্ষাংশীয় জলবায়ু গোষ্ঠী (Middle Latitude Climate Group)

সারা বছরে গ্রীষ্ম ও শীতঋতুর পারস্পরিক অবস্থান বর্তমান।

iii) মেরুদেশীয় আর্টিক জলবায়ু গোষ্ঠী (Polar Arctic Climate Group)

সারা বছর যাবৎ তীব্র শীতঋতুর প্রভাব ও প্রকৃত অর্থে গ্রীষ্মঋতুর অনুপস্থিতি অত্যন্ত প্রকট। সমোষ্ণরেখা গুলোর বিস্তার অনুসরণ করে জলবায়ু অঞ্চলের সীমানা নির্ধারন করা হয়। উত্তর গোলার্ধের সবচেয়ে শীতল মাস হিসাবে ডিসেম্বর কে উল্লেখ করে 18°C (64.4°F) সমোষ্ণরেখার পার্থক্য দ্বারা মধ্যঅক্ষাংশীয় ও নিরক্ষীয় জলবায়ু অঞ্চল চিহ্নিত করা হয়। অপরদিকে মেরুদেশীয় আর্টিক জলবায়ু গোষ্ঠী ও মধ্যঅক্ষাংশীয় জলবায়ু গোষ্ঠীর মধ্যে 10°C (50°F) পার্থক্য যুক্ত সমোষ্ণ রেখার উপর ভিত্তি করে জলবায়ু অঞ্চল নির্ধারন করা হয়। উত্তর গোলার্ধের জুলাই মাসের তাপমাত্রার প্রকৃতির উপর বিশেষ গুরুত্ব দেওয়া হয়।

B) জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগের ভিত্তি হিসাবে বৃষ্টিপাতের প্রকৃতি :

জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগের ক্ষেত্রে দ্বিতীয় গুরুত্বপূর্ণ ভিত্তি হল বৃষ্টিপাতের বন্টন। জলবায়ুবিদগণ সারা পৃথিবীর বার্ষিক বৃষ্টিপাতের বন্টন এর মানচিত্র তৈরী করে জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগ উল্লেখ করেছেন। বিভিন্ন অঞ্চলের ঋতুভিত্তিক বৃষ্টিপাতের সমতা অনুযায়ী জলবায়ু অঞ্চলের সীমানা নির্ধারন করা হয়েছে। কোন কোন ক্ষেত্রে বৃষ্টিপাতের প্রকৃতিকে সম্পূর্ণ গুরুত্ব দেওয়া সম্ভব হয়নি। কারণ ক্রান্তীয় অঞ্চলের বিস্তৃত মরুর অবস্থান বৃষ্টিপাতের অপ্রতুলতাকে নির্দেশ করেছে। ফলে বৃষ্টিপাতের মানচিত্রে অসামঞ্জস্য পূর্ণ অবস্থা সৃষ্টি হয়েছে।

C) জলবায়ুর শ্রেণীবিভাগের ভিত্তি হিসাবে উদ্ভিদ বন্টনের প্রকৃতি :

নিরক্ষীয় অঞ্চল থেকে উভয় মেরু অঞ্চলের দিকে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে স্বাভাবিক উদ্ভিদের বৈচিত্রপূর্ণ বিস্তৃত রয়েছে। পৃথিবীর জলবায়ুর বিভিন্নতাই স্বাভাবিক উদ্ভিদের বন্টন ও বিস্তারকে নিয়ন্ত্রণ করেছে। ভৌগোলিকগণ পৃথিবীর জলবায়ুর শ্রেণী নির্ণয়ের ক্ষেত্রে তাই স্বাভাবিক উদ্ভিদের বন্টনের উপর গুরুত্ব আরোপ করেছেন। যেমন -

i) নিরক্ষীয় চিরহরিৎ অরণ্য অঞ্চলের জলবায়ু।

ii) ক্রান্তীয় পর্ণমাতী অরণ্য অঞ্চলের শুম্রুআর্দ্র জলবায়ু।

iii) তুন্দ্রা অঞ্চলের শুষ্ক শীতল জলবায়ু প্রকৃতি।

বায়ুর চাপ (Air Pressure)

[Factors—Distribution of Pressure Belts of the World—World Distribution of Pressure]

বায়ুর চাপ (Air Pressure) : বায়ুর নিজস্ব ওজন আছে। ভূপৃষ্ঠের সকল পদার্থের উপরে এজন্য বায়ুমণ্ডল নির্দিষ্ট চাপ দেয়। সমুদ্রপৃষ্ঠে বায়ুর চাপ একবর্গ সেন্টিমিটারে ১ কিলোগ্রাম ওজনের সমান বা ১ বর্গইঞ্চিতে ১৪.৭ পাউন্ডের সমান। অপেক্ষাকৃত প্রচলিত হল মিলিবারে বায়ুর চাপ নির্দেশ। ব্যারোমিটারে পারদস্তম্ভের উচ্চতা দেখে বায়ুমণ্ডলের চাপ নির্ণয় করা হয়। ১ ইঞ্চি পারদের চাপ ৩৪ মিলিবার-এর সমান ধরা হয়। সমুদ্রপৃষ্ঠে বায়ুর স্বাভাবিক চাপ হল ২৯.৯২ ইঞ্চি বা ৭৬০ মিলিমিটার বা ১০১৩.২ মিলিবার।

বায়ুমণ্ডলে চাপের পার্থক্যের কারণ (Factors Controlling Pressure) :

বায়ুমণ্ডলে বিভিন্ন স্থানে বায়ুর চাপ বিভিন্ন হয়ে থাকে। এই চাপের পার্থক্যের কারণগুলি নিম্নরূপ—

(১) **বায়ুর উষ্ণতার তারতম্য :** উষ্ণ বায়ুর ঘনত্ব হ্রাস পায় বলে প্রসারিত হয়। এই বায়ু হাল্কা হয়ে উপরে উঠে যায়। ফলে বায়ুর চাপ নিম্ন হয়। শীতল বায়ু উষ্ণ বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং ঘনত্ব বেশী। এজন্য শীতল বায়ুর চাপ বেশী হয়। শীতকালে বায়ুর উচ্চচাপ লক্ষ্য করা যায়।

(২) **বায়ুতে জলীয় বাষ্পের উপস্থিতি :** জলীয়বাষ্পপূর্ণ বায়ু শুষ্ক, বিশুদ্ধ বায়ু অপেক্ষা হাল্কা। এজন্য অর্ধ বায়ুর চাপ শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা কম। এই কারণেই বর্ষাকালে বায়ুর চাপ কম।

(৩) **ভূপৃষ্ঠের উচ্চতা :** সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে যতই ওপরে উঠা যায় বায়ুস্তরের গভীরতা ও ওজন হ্রাস পায়। সেজন্য উর্ধ্বে বায়ুর চাপ কম। প্রতি ৯০০ ফুট উচ্চতায় বায়ুর চাপ ৩৪ মিলিবার বা ১ ইঞ্চি কম। মানচিত্রে যখন সমপ্রদায়ের আঁকা হয় তখন বিভিন্ন উচ্চতায় বায়ুর বিভিন্ন চাপ দেখানো সম্ভব হয় না বলে অঞ্চলগুলির বায়ুর প্রকৃত চাপ সমুদ্রপৃষ্ঠের উচ্চতায় কি হতে পারে অর্থাৎ সমুদ্রপৃষ্ঠে পরিবর্তন করে দেখানো হয়।

(৪) **ভূপৃষ্ঠের উপাদানগত গঠন :** স্থলভাগ জলভাগ অপেক্ষা দ্রুত উত্তপ্ত ও শীতল হয় বলে স্থলে বায়ুর চাপ দ্রুত পরিবর্তিত হয়। স্থলভাগ বিভিন্ন উপাদানে গঠিত। কোথাও স্থলভাগে উন্মোচিত শিলাস্তর, কোথাও স্থলভাগ পলি দ্বারা আবৃত। উন্মুক্ত শিলাস্তর দ্রুত উত্তপ্ত বা শীতল হয়, পলি আবৃত অঞ্চল অপেক্ষাকৃত ধীরে উত্তপ্ত বা শীতল হয়। ফলে বায়ু চাপের পার্থক্য ঘটে। তবে ভূপৃষ্ঠের উপাদানগত গঠন উষ্ণতার তারতম্য ঘটিয়েই বায়ুর চাপের পার্থক্য ঘটায়।

পৃথিবীর বায়ুচাপ বলয়সমূহ

(Distribution of Pressure Belts of the World)

বায়ুচাপের তারতম্য বায়ুপ্রবাহের কারণ। পৃথিবীর বায়ুচাপ বলয়সমূহের তাৎপর্য বা গুরুত্বের কারণ এটি। বায়ু উচ্চচাপ অঞ্চল থেকে নিম্নচাপ অঞ্চলের দিকে প্রবাহিত হয়। অতিরিক্ত নিম্নচাপ বা 'ডিপ্রেসন' (Depression) কড়ের সূচনা করে কারণ বায়ু প্রবলবেগে নিম্নচাপের আকর্ষণে আশপাশে উচ্চতর চাপের অঞ্চল থেকে ছুটে আসে। আবার উচ্চচাপ অঞ্চলের বৈশিষ্ট্য হল অধিক উচ্চচাপ অঞ্চল থেকে বায়ুপ্রবাহ নিম্নচাপ অঞ্চলের দিকে ছুটে যায়। এজন্য মাঝে মাঝে উচ্চচাপ অঞ্চলে প্রতীপ ঘূর্ণবাত সৃষ্টি হয়ে থাকে।

পৃথিবীর বায়ুচাপ বলয়গুলি নিম্নরূপ—

(ক) নিরক্ষীয় নিম্নচাপ বলয় (Equatorial low pressure belt) : নিরক্ষরেখার উভয়পার্শ্বে নিরক্ষরেখা থেকে ৫-১০ ডিগ্রি উত্তর ও দক্ষিণ অক্ষাংশ পর্যন্ত মধ্য সারা বছর সূর্যরশ্মি প্রায় লম্বভাবে পড়ে। এজন্য নিরক্ষরেখা বরাবর উত্ত অঞ্চলে বায়ু উষ্ণ ও হাল্কা হয়। এই অঞ্চলে স্থলভাগ অপেক্ষা জলভাগের আধিক্য। লম্বাশিখর জন্য প্রচণ্ড সূর্যতাপে জলভাগ থেকে প্রচুর জলীয়বাষ্প উত্থিত হয়ে বায়ুতে মেশে। অধিকতর এই অঞ্চলে উর্ধ্বস্তরের উষ্ণ, আর্দ্র ও হাল্কা বায়ু পৃথিবীর আবর্তন গতির জন্য উত্তর ও দক্ষিণে ছিটকে পড়ে। এই কারণগুলির মিলিত প্রভাবে নিরক্ষীয় প্রদেশে বায়ুর চাপ সর্বদা নিম্ন হয় এবং নিম্নচাপের বায়ু হাল্কা বলে উর্ধ্বে উঠে যায়। নিরক্ষরেখা বরাবর এই কারণে একটি স্থায়ী নিম্নচাপ বলয়ের সৃষ্টি হয়েছে।



চিত্র : পৃথিবীর চাপবলয়সমূহ

নিরক্ষীয় অঞ্চল আন্তঃক্রান্তীয় মিলন অঞ্চল বা ITCZ (Inter Tropical Convergence Zone) অঞ্চল। এখানে বায়ু প্রধানত উর্ধ্বগামী বলে এই সংকীর্ণ অঞ্চল বরাবর ভূপৃষ্ঠের সমান্তরাল বায়ুপ্রবাহ বিশেষ বোঝা যায় না। এজন্য একে নিরক্ষীয় শান্তবলয় বা ডলড্রামস (Equatorial belt of calms or Doldrums) বলা হয়। আর্দ্র বায়ুর উর্ধ্বগমনে শৈত্য সংস্পর্শে ঘনীভবন ঘটে বলে নিরক্ষীয় অঞ্চলে প্রায় প্রতিদিন সন্ধ্যাবেলায় মেঘের ঘনঘটা ও পরিচলন বৃষ্টি দেখা যায়।

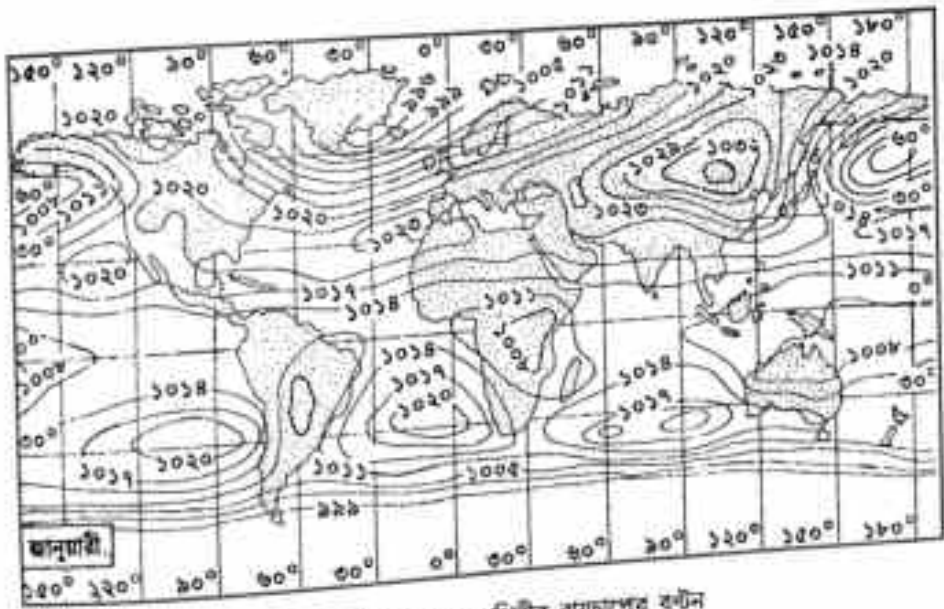
(খ) কর্কটক্রান্তীয় ও মকরক্রান্তীয় উচ্চচাপ বলয় (Tropical high pressure belts) : নিরক্ষীয় অঞ্চলে উষ্ণ, আর্দ্র ও হাল্কা বায়ু উপরে উঠে পৃথিবীর আবর্তনজনিত কারণে উত্তর ও দক্ষিণ দিকে প্রবাহিত হয়। এই বায়ু ক্রমশঃ শীতল ও ভারী হয়ে দুই ক্রান্তীয় অঞ্চলে অবতরণ করে। আবার মেরুদ্বয় থেকে শীতল ও ভারী উচ্চচাপের বায়ু ভূপৃষ্ঠ ঘেঁষে নিরক্ষরেখার দিকে অগ্রসর হয়। কর্কটক্রান্তীয় ও মকরক্রান্তীয় রেখাঘরের নিকটে এই দুই ভারী শীতল বায়ু মিলিত হয়। ফলে এই দুই অঞ্চলে বায়ুর চাপ উচ্চ হয়। কর্কট ও মকরক্রান্তীয় অঞ্চলদ্বয়ে বায়ুর গতি প্রধানত উর্ধ্বগামী ও নিম্নগামী হয় এবং অনুভূমিক বায়ুপ্রবাহ প্রায় বোকাই যায় না। এই দুই অঞ্চলকে এজন্য কর্কটীয় ও মকরীয় শান্তবলয় বলা হয়। উর্ধ্বাকাশ থেকে এই শীতল বায়ু উন্নতর ভূপৃষ্ঠে নেমে আসে বলে বায়ু উষ্ণ ও শুষ্ক হয়। পৃথিবীর অধিকাংশ মরুভূমি এই দুই ক্রান্তীয় উচ্চচাপ বলয়ে লক্ষ্য করা যায়।

- (গ) মেদুবৃত্ত প্রদেশীয় নিম্নচাপ বলয় (Sub-polar low pressure belts) : পৃথিবীর আবর্তনের গতিবেগ মেদুবৃত্ত অঞ্চলে অপেক্ষা বক্রতার জন্য দুই মেদুবৃত্ত প্রদেশে অধিক। এজন্য এই দুই অঞ্চলের বায়ু ক্রান্তীয় অঞ্চলের দিকে বিক্ষিপ্ত হয়। ফলে দুই মেদুবৃত্ত প্রদেশে বায়ুর চাপ কমে যায় এবং বায়ুচাপ নিম্ন হয়। যে অঞ্চল বরাবর পশ্চিমা বায়ুপ্রবাহ (The Westerlies) ও মেদু বায়ুপ্রবাহ (Polar Winds) মিলিত হয়েছে সে অঞ্চলকে মেদুপ্রদেশীয় শান্তবলয় বলা হয়।
- (ঘ) মেদু অঞ্চলের উচ্চচাপ বলয় (Polar high pressure belts) : দুই মেদু অঞ্চলে শীতের প্রবৃত্তি অতিরিক্ত। বায়ু সর্বদাই অতি শীতল ও ভারী হয়। সূর্যরশ্মির অভাবে বায়ুর জলীয়বাষ্প কম থাকে। বায়ু শুষ্ক, শীতল এবং স্বাভাবিক ভাবেই উচ্চচাপ বিশিষ্ট হয়।

পৃথিবীর বায়ুচাপের বণ্টন (World Distribution of Pressure)

পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলে বায়ুচাপের সর্বাধিক পার্থক্য লক্ষ্য করা যায় জানুয়ারী ও জুলাই মাসে। সাধারণভাবে জুলাই মাসে বায়ুচাপ হয় সর্বনিম্ন এবং জানুয়ারী মাসে বায়ুচাপ হয় সর্বোচ্চ।

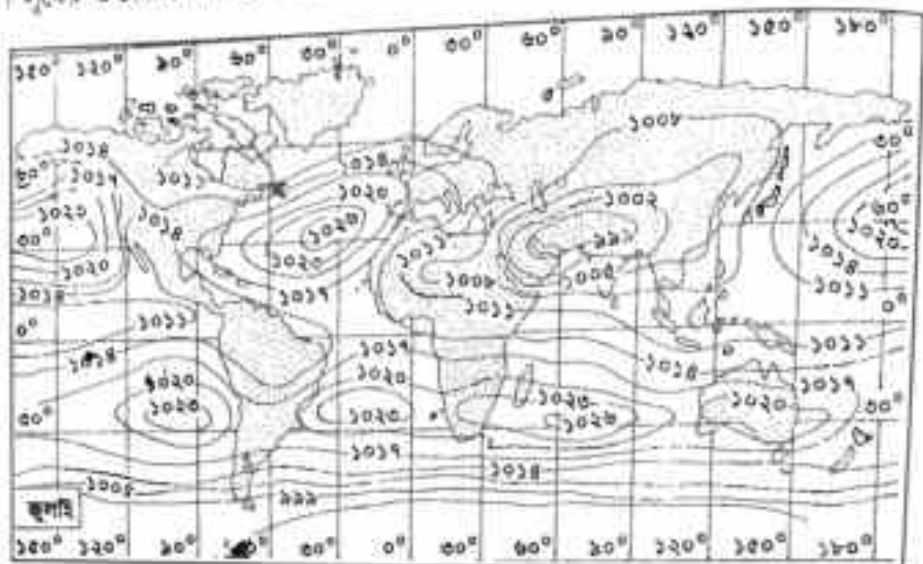
জানুয়ারী মাসে বায়ুচাপের বণ্টন (Distribution of Pressure in January) : জানুয়ারী মাসে পৃথিবীতে বায়ুচাপের বণ্টনে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি ধরা পড়ে। যেমন—প্রথমত, জানুয়ারী মাসে নিরক্ষীয় নিম্নচাপ বলয় বা নিম্নচাপ কক্ষগুলি সূর্যের দক্ষিণায়নের সঙ্গে সঙ্গে নিরক্ষরেখা থেকে কিছু দক্ষিণে সরে যায়। এই সময় নিরক্ষরেখার কিছু দক্ষিণের মহাদেশগুলি যেমন—ওশিনিয়া, দক্ষিণ আমেরিকা ও আফ্রিকা নিম্নচাপ বলয়ে অবস্থান করে। কারণ দক্ষিণ গোলার্ধে এই সময় সূর্য অপেক্ষাকৃত লম্বভাবে পড়ায়



চিত্র : জানুয়ারি মাসে পৃথিবীর বায়ুচাপের বণ্টন

বীজকাল। দ্বিতীয়তঃ, ক্রান্তীয় উচ্চচাপ বলয় বা কক্ষগুলি দক্ষিণ গোলার্ধে সমুদ্রের উপর খুব স্পষ্ট হয়ে ওঠে। উত্তর গোলার্ধে এই সময় ক্রান্তীয় উচ্চচাপ কক্ষগুলি তত স্পষ্ট হয় না বরং, এই অঞ্চলে উচ্চচাপ কক্ষগুলি পরিবর্তে একটি অবিক্ষিত উচ্চচাপ বলয় লক্ষ্য করা যায়। তৃতীয়তঃ, মেদুবৃত্তের নিম্নচাপ বলয়টি জলভাগের উপর অবস্থান করায় মোটামুটি গভীর ও একটানা বলয়রূপে অবস্থান করে। এই সময় উত্তর গোলার্ধে উত্তর আটলান্টিক ও উত্তর প্রশান্ত মহাসাগরে দুটি নিম্নচাপ কক্ষ অবস্থান করে থাকে। এই দুটি নিম্নচাপ কক্ষ যথাক্রমে আইসল্যান্ড ও অ্যালুশিয়ান উচ্চচাপ কক্ষ রূপে অবস্থান করে। এশিয়া মহাদেশের অভ্যন্তরভাগ এই সময়ে শীতকাল ও গভীর উচ্চচাপ কক্ষ এখানে গড়ে ওঠে। তবে উত্তর আমেরিকা মহাদেশে এই উচ্চচাপ কক্ষ তত স্পষ্ট নয় এবং অপেক্ষাকৃত সুলভ্যতনে গড়ে ওঠে।

জুলাই মাসে পৃথিবীর বায়ুচাপের বন্টন (Distribution of Pressure in July) : জুলাই মাসে পৃথিবীর বায়ুচাপের বন্টনটিও তাৎপর্যপূর্ণ। প্রথমত, জুলাই মাসে সূর্য আপাত গতিতে ককটিকাভীয়া রেখার অক্ষের হয়। সূর্যের উত্তরণাশের সঙ্গে সঙ্গে নিরক্ষীয় নিম্নচাপ অক্ষ বা বলয়গুলি নিরক্ষরেখা থেকে



চিত্র : জুলাই মাসে পৃথিবীর বায়ুচাপের বন্টন

সরে যায়। বসন্ত জুলাই ও জানুয়ারী মাসে তাপ বলয়গুলি যথাক্রমে কিছু উত্তর ও দক্ষিণে সরে ব দ্বিতীয়তঃ দক্ষিণ গোলার্ধে উচ্চচাপ বলয়টি একটি টানা বলয়রূপে অবস্থান করে। জলভাগের আধিবে জনাই এবং দক্ষিণ গোলার্ধে এই সময় শীতকাল হওয়ার এটি সম্ভব হয়। উত্তর গোলার্ধে উত্তর আটলান্টিক ও উত্তর প্রশান্ত মহাসাগরের দিকে অঙ্গাঙ্গিক উচ্চচাপ কক্ষের সৃষ্টি হয় এবং এর প্রভাব মধ্য অক্ষাংশ জলভাগের পূর্বদিক পর্যন্ত প্রসারিত। তৃতীয়তঃ মেরুবৃত্তীয় নিম্নচাপ বলয়টি দক্ষিণ গোলার্ধে একটানা অবস্থ করে। কিন্তু উত্তর গোলার্ধে সমুদ্রের উপরে নিম্নচাপ বলয়গুলি দুর্বলতর অবস্থ থাকে। চতুর্থতঃ উত্তর এশিয়া মহাদেশের অভ্যন্তরভাগে এবং অপেক্ষাকৃত শীতল উত্তর আমেরিক মহাদেশীয় অংশে গভীর নিম্নচাপ সৃষ্টি হয়। এই নিম্নচাপ উত্তর গোলার্ধে ক্রান্তীয় উচ্চচাপ বলয়গুলি বণ্টনে ব্যাঘাত সৃষ্টি করে। এজন্য উত্তর গোলার্ধের ক্রান্তীয় অঞ্চলে টানা উচ্চচাপ বলয়ের পরিবর্তে সমুদ্রে উপর দুটি উচ্চচাপ কক্ষ তৈরী হয়।

● স্যাচুরেশন ভেপার প্রেসার বা সম্পূর্ণ বাষ্পচাপ (Saturation vapour pressure) : বাষ্পচাপ হল প্রদত্ত বায়ুমধ্যে অবস্থিত বাষ্প যে চাপ দেয় তা। সাধারণ বায়ুচাপের অবস্থায় বায়ুস্থিত প্রতিটি অণুই কিছু পরিমাণ চাপ দেয়। যেমন সমুদ্রপৃষ্ঠে স্বাভাবিক বায়ুচাপ ১০১৩ মিলিবার, এর মধ্যে নাইট্রোজেনের চাপ ৭৫০ মিলিবার, অক্সিজেনের ২৩০ মিলিবার, জলীয়বাষ্পের ৫ থেকে ৩০ মিলিবার ইত্যাদি। জলের অণুগুলির ক্রিয়া প্রক্রিয়ায় এই চাপ উৎপন্ন হয় এবং এটি বায়ুতে উপস্থিত অণু সংখ্যার সমানুপাতিক। বাষ্পীভবন ঘটলে বাষ্পচাপ স্বাভাবিকভাবে হ্রাস পায়। যখন কোন তরলে অবস্থিত এ চাপ একটি ভারসাম্য তৈরী করে তখন তাকে স্যাচুরেশন ভেপার প্রেসার বলে। অন্যভাবে বলি যায়—সম্পূর্ণ বায়ুতে জলীয়বাষ্প যে চাপ দেয় তাকে স্যাচুরেশন ভেপার প্রেসার বলে।

Suggested Further Readings :

1. Atmospher, Weather & Climate—Barry & Chorley, (1998), Routledge, London, N. Y.
2. An Introduction to Climate—G. T. Treewartha, (1951), McGraw-Hill
3. The Ocean-Atmosphere System—Perry, A. H. & Walker, J. M. (1977), Longman, London