
একক 3 □ মহীজনি (Epeirogeny) ও গিরিজনি (Orogeny)

গঠন

3.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

3.2. মহীগঠক প্রক্রিয়া বা এপাইরোজেনি

3.3 গিরিজনি

3.4 সারাংশ

3.5 নির্বাচিত উল্লেখ্য গ্রন্থ

3.6 প্রশ্নাবলী

3.7 উত্তর সংকেত

3.1 প্রস্তাবনা

ভূপৃষ্ঠে বিভিন্ন ধরনের বন্ধুরতার নিদর্শন বর্তমান। এগুলি সম্বন্ধে মানুষের কৌতুহলও চিরদিনের। ঊনবিংশ শতাব্দীর শুরু থেকেই এই বন্ধুরতামূলক বৈচিত্র্যগুলিকে প্রধানত দুটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয় : ধনাত্মক, যেগুলি গড় ভূতলের উপরে উচ্চভূমিরূপে বর্তমান; এবং ঋণাত্মক, যেগুলি গড় ভূতলের নীচে নিম্নভূমিরূপে বিদ্যমান। সাধারণভাবে পর্বতশ্রেণী, মালভূমি এবং ভূক্ষয়ে কঠিন শিলাস্তরে তৈরি ভূপৃষ্ঠের অংশবিশেষের অবশেষরূপ উচ্চভূমিগুলি পড়ে। দ্বিতীয় শ্রেণীতে পড়ে হ্রদ, জলাভূমি এবং উপসাগর, সাগর ও মহাসাগর। ধনাত্মক ভূমিরূপের মধ্যে দুটি সম্পূর্ণ স্বতন্ত্র শ্রেণীর ভূমিরূপ বহুকাল ধরেই লক্ষ্য করা গেছে। তার একটিতে পড়ে মালভূমি জাতীয় বিস্তীর্ণ অঞ্চল। এগুলির প্রান্তে উল্লম্ব তল বর্তমান। গাঠনিক ভূবিদ্যার অগ্রগতির সঙ্গে সঙ্গে দেখা গেল অধিকাংশ ক্ষেত্রে এই উল্লম্ব তলগুলি চ্যুতিতল এবং চ্যুতিগুলি অনুলোম চ্যুতি (normal fault)। দ্বিতীয় আর এক ধরনের ধনাত্মক ভূবৈচিত্র্যের মধ্যে পড়ে সংকীর্ণ বলয় বা রৈখিক অঞ্চল ধরে দীর্ঘ পর্বতশ্রেণী। 1890 সালে গিলবার্ট (Gilbert, G. K.) প্রথম শ্রেণীর ধনাত্মক ভূবৈচিত্র্যের নাম দিলেন মহীগঠক ভূবৈচিত্র্য এবং বললেন যে, মহাদেশের বৃহদায়তন ভূবৈচিত্র্যগুলি মহীগঠক (epeirogeny) প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন। এগুলির বৈশিষ্ট্য এই যে, প্রান্তিক চ্যুতি ছাড়া এগুলিতে উত্থিত শিলাদেহের মধ্যে তেমন কোন গাঠনিক বিকৃতি (structural deformation) লক্ষিত হয়না। মহীগঠক বিচলন প্রধানত অভিশীর্ষতলে এবং সেটি উপরদিকে হলে মালভূমি সৃষ্টি হয় এবং নিচের দিকে হলে গ্র্যাবেন (graben) সৃষ্টি হয়। দ্বিতীয় ধরনের ধনাত্মক ভূবৈচিত্র্যের সর্বপ্রধান বৈশিষ্ট্য সেগুলির মধ্যে শিলাদেহের এবং শিলাস্তরের বিভিন্ন মাত্রার গাঠনিক বিকৃতি। এই বিকৃতির সর্বপ্রধান নিদর্শন বলি বা ভঙ্গ (fold)। তাই এই ধরনের উচ্চভূমিকে বলিত পর্বতমালা (folded mountain chain) বলে। গিলবার্ট

মালভূমি এবং গ্র্যাবেন-এর উৎপত্তি থেকে বলিত পর্বতশৃঙ্খলের উৎপত্তিকে আলাদা করে সেগুলির উৎপত্তির কারণের নাম দিলেন গিরিজনি (orogeny)।

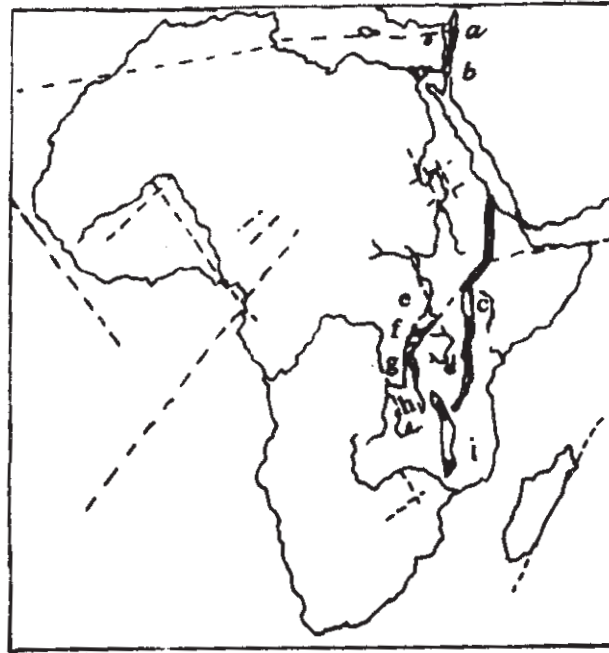
উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- মহাদেশের বড় মাপের ভূবৈচিত্র্য বা ভূভাগগুলির বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করতে পারবেন।
- এইসব ভূবৈচিত্র্য সৃষ্টির কারণ হিসেবে উপস্থাপিত মহীজনি ও গিরিজনি প্রক্রিয়ার ভূমিকা ও তাৎপর্য ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- এ বিষয়ে প্রচলিত ধারণার বিবর্তন ও বৈজ্ঞানিক মতবাদগুলি বিবৃত করতে পারবেন।

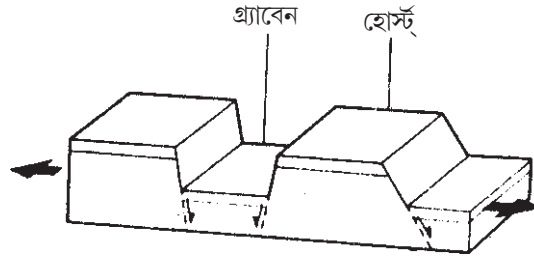
3.2 মহীগঠক প্রক্রিয়া বা এপাইরোজেনি

যেহেতু মহাদেশের আয়তনের যেকোনো ভূভাগের বিস্তীর্ণ অঞ্চল প্রধানত মালভূমি জাতীয় উচ্চভূমি, সেই জন্য সেগুলির উৎপত্তিকে বাংলাভাষায় মহীগঠক বলা যায়। মহীগঠক প্রক্রিয়ায় উচ্চভূমি যেমন মালভূমি তেমনই তার সংলগ্ন সুদীর্ঘ নিম্নভূমিকে বলা হয় গ্র্যাবেন। আধুনিক ভূবিদ্যায় গ্র্যাবেন কথাটি প্রথম আসে রাইন (Rhine) নদীর অববাহিকা পর্যবেক্ষণ করে পাওয়া তথ্য থেকে। পরে দেখা গেল



চিত্র 3.1 : পূর্ব আফ্রিকার গ্রস্ত উপত্যকা (a : টাইবেরিয়াস হ্রদ; b : ডেড সি; c : বুডলফ্ হ্রদ; d : ভিক্টোরিয়া হ্রদ; e : আলবার্ট হ্রদ; f : এডওয়ার্ড হ্রদ; g : কিডু হ্রদ; h : ট্যাংগানিয়াকা হ্রদ; i : নিয়াসা হ্রদ)

আফ্রিকার পূর্বাঞ্চলে কেনিয়া থেকে উত্তরে লোহিতসাগর পর্যন্ত বিস্তৃত একটি সুদীর্ঘ গ্রস্ত উপত্যকা বর্তমান (চিত্র : 3.1)। বস্তুত রাইন নদীর গ্র্যাবেন আর পূর্ব আফ্রিকার গ্রস্ত উপত্যকার মধ্যে পার্থক্য অনেক। দ্বিতীয়টির ভূমিতে ক্ষারীয় শিলা (basic rocks), উচ্চমাত্রার ভূতাপপ্রবাহ এবং ক্ষারীয় ম্যাগমার সঙ্গে সংযুক্ত বিভিন্ন ধরনের রাসায়নিক পদার্থের অবক্ষেপ বর্তমান। রাইন নদীর গ্র্যাবেনে সর্বত্র পূর্ব আফ্রিকার গ্রস্ত উপত্যকার বৈশিষ্ট্যগুলি নেই, তবে কোথাও কোথাও আছে। গাঠনিক ভূবিদরা এসম্বন্ধে একমত হলেন যে, গ্র্যাবেন এবং গ্রস্ত উপত্যকার উৎপত্তির কারণ এক হলেও দুটি ক্ষেত্রে বিপর্যয়ের (diastrophism) মাত্রা আলাদা। গ্রস্ত উপত্যকায় বিপর্যয়ের ফলে যে উল্লম্ব চ্যুতি সৃষ্টি হয় তা ধরে শিলামণ্ডল বিচ্যুত হয়ে ব্যুথিত (uplifted) হয়েছে। ফলে এই চ্যুতিতল বরাবর অ্যাস্থেনোস্ফিয়ারের উপর চাপ কমে গিয়ে সেখানে তরল ম্যাগমার উৎপত্তি ঘটেছে। আফ্রিকার গ্রস্ত উপত্যকায় এই তরলিত অ্যাস্থেনোস্ফিয়ার উথিত হয়ে মালভূমি সংলগ্ন নিম্নভূমিতে গভীর লাভা প্রবাহের সৃষ্টি হয়েছে। গ্র্যাবেনের ক্ষেত্রে অবশ্য সমগ্র শিলামণ্ডল প্রভাবিত হয়নি। উল্লম্বচ্যুতিগুলি সাধারণতঃ সিআল-এর মধ্যে সীমাবদ্ধ, কোন কোন ক্ষেত্রে সিমা-এর উপরিভাগ পর্যন্ত বিস্তৃত হয়েছে। অ্যাল্পস্ পর্বতমালায় অনুসন্ধানরত ভূবিদরা দেখলেন যে বহু দীর্ঘ তরঙ্গের ভঙ্গাশীর্ষ (crest of the fold) অনুলোম চ্যুতিতে ক্ষুদ্রাকৃতি উচ্চভূমি এবং নিম্ন ভূমি সৃষ্টি করেছে। এই নিম্নভূমিগুলি যথার্থই গ্র্যাবেন। উচ্চভূমিগুলির নাম দেওয়া হল হোর্স্ট (horst) (চিত্র : 3.2)। সুতরাং ভূগোলকীয় বিপর্যয়, যার ফলে ভূখণ্ড এবং সমুদ্রের উৎপত্তি, তার মধ্যে সব

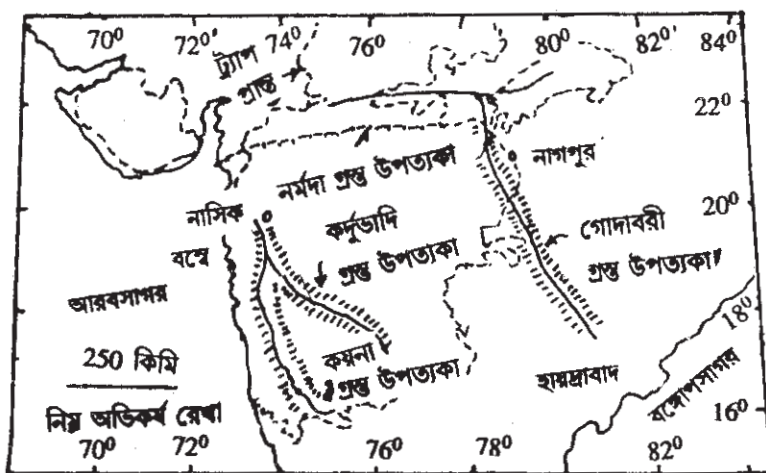


চিত্র 3.2 : হোর্স্ট ও গ্র্যাবেন

গ্র্যাবেন পড়েনা। তবে ক্ষেত্রবিশেষে পরপর সজ্জিত গ্র্যাবেনের শৃঙ্খল উচ্চমাত্রার ভূগোলকীয় বিপর্যয়ে কোথাও কোথাও গ্রস্ত উপত্যকায় রূপান্তরিত হতে পারে। সাধারণত ধরা হয় যে, মহীগঠন প্রক্রিয়া প্রধানত ভূগোলকের শান্ত অবস্থার প্রক্রিয়া। উত্থান এবং পতনের কারণ হিসেবে শুরুতে ধরা হত অভিকর্ষ (gravitation) এবং পার্শ্বটান (lateral tension)। কারণ টানচ্যুতি (tension fold) সর্বদাই অনুলোম চ্যুতি। অনেকে এভাবে গ্রস্ত উপত্যকার উৎপত্তির কারণ ব্যাখ্যা করার চেষ্টা করেছেন। কিন্তু, পূর্ব আফ্রিকার 6,500 কিমি দীর্ঘ সিরিয়া থেকে জাম্বুজি পর্যন্ত বিস্তৃত গ্রস্ত উপত্যকার সঙ্গে রাইন নদীর 300 কিমি দীর্ঘ গ্র্যাবেনের উৎপত্তিগত পার্থক্য অনেকেই অনুভব করতেন।

পরবর্তীকালে যখন সমস্ত মহাসাগরের তলদেশে বিস্তৃত এবং পরস্পর সংযুক্ত প্রায় 80,000 কিমি দীর্ঘ গ্রস্ত উপত্যকা আবিষ্কৃত হল, প্রকৃতপক্ষে তখনই গ্রস্ত উপত্যকার সঙ্গে গ্র্যাবেনের উৎপত্তিগত পার্থক্য স্পষ্ট হল। এসব সত্ত্বেও এখনও কেউ কেউ গ্রস্ত উপত্যকা এবং গ্র্যাবেনকে সমার্থক বলে ধরে থাকেন। 1929 সালে রাইন নদীর গ্র্যাবেনের কাছে ফ্রাইবার্গে একটি রেলওয়ে টানেল খোঁড়া হয়। এই টানেল

খুঁড়তে গিয়ে দেখা যায় যে, রাইন গ্র্যাবেনের প্রান্তিক চ্যুতিগুলি প্রকৃতপক্ষে ধাপচ্যুতি (step faults)। এগুলি থেকে এবং ক্লুজ (Cloos)-এর পরীক্ষা থেকে অনেকে অনুমান করলেন যে গ্রস্ত উপত্যকা অনেক সময় নমিত (buckled) ভূত্বক থেকেও তৈরি হতে পারে, এজন্য টানচ্যুতির প্রয়োজন নেই। অনেকগুলি সুগভীর হ্রদ যেমন বৈকাল হ্রদ, ট্যাঙ্গানিয়াকা হ্রদ এবং অ্যালবার্ট হ্রদ গ্রস্ত উপত্যকায় বর্তমান। এগুলির মধ্যে বৈকাল হ্রদের তলদেশ গড় সাগরপৃষ্ঠ থেকে 1300 মি গভীর। বৈকাল হ্রদের দক্ষিণে বলিত পর্বতশ্রেণী এবং উত্তরে ক্ষয়প্রাপ্ত বলিত পর্বতশ্রেণী থেকে গ্রস্ত উপত্যকার উৎপত্তির জন্য সংকোচনের কোন প্রক্রিয়ার প্রস্তাব দেওয়া হল। এই প্রস্তাবের সপক্ষে এই মতবাদের সমর্থকরা অ্যালবার্ট গ্রস্ত উপত্যকায় ভূছিদ্রণে পাওয়া তথ্য থেকে দেখালেন যে সেখানে পললের মধ্যে পার্শ্ব সংকোচনের (lateral compression) নিদর্শন আছে। বুলার্ড (Bullard, E. C.) দেখালেন যে গ্রস্ত উপত্যকায় অভিকর্ষজনিত ত্বরণ (g) পাশের মালভূমির তুলনায় কম। অর্থাৎ গ্রস্ত উপত্যকা ঋণাত্মক সমস্থিতিক বৈষম্য (negative isostatic) অঞ্চল। কিন্তু পূর্ব আফ্রিকার গ্রস্ত উপত্যকায় সমস্থিতিক বৈষম্য সম্পূর্ণ ভিন্ন ধরনের। সেখানে গ্রস্ত উপত্যকায় ধনাত্মক সমস্থিতিক বৈষম্য এবং সংলগ্ন মালভূমিতে ঋণাত্মক সমস্থিতিক বৈষম্য।



চিত্র 3.3 : ভারতীয় উপদ্বীপে গ্রস্ত উপত্যকা

ভারতে চারটি গ্রস্ত উপত্যকার অস্তিত্বের নিদর্শন পাওয়া গেছে (চিত্র : 3.3)। এই গ্রস্ত উপত্যকাগুলি কোনোটিরই উদ্ভব আধুনিক ভূকালে (geological time) নয়। চারটি গ্রস্ত উপত্যকা যথাক্রমে শোন-নর্মদা গ্রস্ত উপত্যকা, মহানদী গ্রস্ত উপত্যকা, কয়না গ্রস্ত উপত্যকা এবং কর্দু-ভাদি গ্রস্ত উপত্যকা (চিত্র : 3.1)।

এগুলির সবই নিম্ন অভিকর্ষ বৈষম্য (gravity anomaly) অঞ্চল। এই গ্রস্ত উপত্যকাগুলির একটি বৈশিষ্ট্য এই যে অভিকর্ষ বৈষম্যের মধ্যে বিভিন্ন গ্রস্ত উপত্যকায় কোন প্রতিসাম্য (symmetry) নেই। এই ভূ-ভৌত (geophysical) তথ্য থেকে অনুমান করা হয় যে, গোদাবরী উপত্যকার পশ্চিম প্রান্তিক চ্যুতির নতি পূর্বের প্রান্তিক চ্যুতির নতির থেকে অনেক বেশি। প্রত্যেকটি গ্রস্ত উপত্যকায় উচ্চ তাপপ্রবাহ আরও প্রমাণ করে যে এই গ্রস্ত উপত্যকাগুলি সমগ্র শিলামণ্ডলকে প্রভাবিত করেছিল। গ্রস্ত উপত্যকা ধরে মাঝে মাঝে ভূকম্পও ঘটে থাকে এবং বিভিন্ন গ্রস্ত উপত্যকায় ভূকম্পের মাত্রা এবং পরিসংখ্যা (frequency)

আলাদা। ন্যাশনাল জিওফিজিক্যাল রিসার্চ ইনস্টিটিউটের কৃষ্ণব্রহ্মণ এবং নেগি 1973 সালে তাঁদের ভূ-ভৌত পর্যবেক্ষণ থেকে অনুমান করেন যে, ডেকান ট্র্যাপ নামে পরিচিত প্লাবন বেসল্ট এই ফাটলগুলি দিয়ে উৎসারিত হয়েছিল।

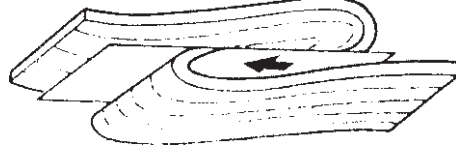
3.3 গিরিজনি

পর্বতের উৎপত্তি মহীগঠক প্রক্রিয়া থেকে যে সম্পূর্ণ আলাদা তা ধরা পড়েছে ঊনবিংশ শতকেই। তখনই দেখা গেছে যে ভূপৃষ্ঠে স্থিত (stable) অঞ্চল পর্বতজনিত ব্যুত্থিত হতে পারে। তাই সাধারণভাবে 40/50 কোটি বছরের সুপ্রাচীন স্থিত অঞ্চলকে প্রকৃত স্থিত অঞ্চল (stable shelf বা platform বা kraton) নাম দেওয়া হল। অধিকাংশ ক্ষেত্রে অবশ্য দেখা গেছে যে এই প্রাচীন স্থিত অঞ্চলও উচ্চমাত্রার বলিত শিলাস্তরের উপর অসংগতভাবে বিন্যস্ত। বহু ক্ষেত্রে এই স্থিত অঞ্চল ক্ষয়ে গিয়ে নীচের বলিত স্তরসমূহ বর্তমানে ভূপৃষ্ঠে প্রকাশিত। উদাহরণস্বরূপ উল্লেখ করা যায় বিহারের সিংভূম জেলায় একটি সুপ্রাচীন বলিত পর্বতশৃঙ্খলের অস্তিত্ব।

বলিত পর্বত সম্বন্ধে আধুনিক বৈজ্ঞানিক পর্যবেক্ষণের শুরু পঞ্চদশ শতাব্দীর কোন সময়ে। এ সম্বন্ধে সর্বপ্রাচীন নথিভুক্ত বিবরণ পাওয়া যায় লিওনার্দো দা ভিঞ্চির (Leonardo da Vinci, 1452-1519) দিনলিপিতে ইতালি থেকে ফ্রান্সে যাবার পথে অ্যান্স্ পর্বতের উচ্চতর শৃঙ্খের ঢালে শিলায় আবদ্ধ শামুক, ঝিনুকের খোলক দেখে তাঁর বিখ্যাত মন্তব্য : বাইবেলে বর্ণিত মহাপ্লাবনে শামুক-ঝিনুক একবারে এখানে এসে জমেছিল, একথা বিশ্বাসযোগ্য নয়। অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের রাষ্ট্রপতি জেফারসন (Thomas Jefferson, 1743-1826) একটি চিঠিতে লিখেছেন অ্যান্ডিজ পর্বতে 15,000 ফিট উচ্চতায় শিলাস্তরে যে সব শামুক-ঝিনুকের খোলা পাওয়া যায়, তা বাইবেলে বর্ণিত মহাপ্লাবনে জলোচ্ছ্বাস ঘটে এখানে এসে জমেছিল, তা হলে পারেনা। বরং এগুলি অজানা কোন রহস্যজনক পদ্ধতিতে যে উৎপন্ন, তা ধরে নেওয়াই ভালো। কারণ অজ্ঞতা দূর হতে পারে, কিন্তু ভ্রান্ত ধারণা থেকে জন্ম নেয় যে অন্ধ বিশ্বাস, তা আর দূর হয়না।

বলিত পর্বতের এ জাতীয় বৈশিষ্ট্য ছাড়া আর একটি যে প্রধান বৈশিষ্ট্য, তা ঊনবিংশ শতাব্দীর মধ্যভাগ থেকে অ্যান্স্ পর্বতে ধারাবাহিক অনুসন্ধান পাওয়া যেতে থাকে। তা হল, পরের পর বহু উর্ধ্বভঙ্গ এবং নিম্নভঙ্গের অস্তিত্ব। পাশাপাশি সমতল ভূমিতে লন্ডন বা প্যারিসের ধারে কাছে কয়লা খনি অঞ্চলে যে সব স্তর পাওয়া যায় সেগুলি প্রায় আনুভূমিক। আরও দেখা গেল যে অ্যান্স্ পর্বতের যে সব অঞ্চল দীর্ঘকাল ধরে ভূক্ষয়ের ফলে প্রায় সমতলভূমিতে পরিণত হয়েছে, সেখানে রাস্তা তৈরি করতে গিয়ে পাথর কাটলে অনুরূপ বলিত স্তর পাওয়া যায়। বলিত পর্বতের দ্বিতীয় যে বৈশিষ্ট্য তা হল, এখানে পাশাপাশি স্বল্প দূরত্বের ব্যবধানে বিভিন্ন ধরনের শিলা পাওয়া যায়, যেমন ম ব্লাঁ (Mot blanc) শিখরে পাওয়া যায় গ্র্যানাইট, আইগুইল পর্বতশিখরে (Aiguilles) পাওয়া যায় সিস্ট (schist) এবং মার্বল্। অন্যদিকে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের কাস্কেড পর্বতমালায় পাওয়া যায় পাললিক শিলার সঙ্গে লাভা এবং আগ্নেয়ভঙ্গ। এসব জায়গায় নদীখাতে দেখে বোঝা যায় যে এই গ্র্যানাইট ভূগর্ভের গভীর থেকে গলিত পদার্থ রূপে উত্থিত হয়েছিল এবং বর্তমানে ভূক্ষয়ের ফলে তা ভূপৃষ্ঠে প্রকাশিত হয়েছে। অ্যান্স্ এবং

অন্যান্য বলিত পর্বতে আরও এমন কিছু শিলা পাওয়া গেল যেগুলি স্পষ্টত মূল পাললিক ও আগ্নেয়শিলা চাপ ও তাপের প্রভাবে রূপান্তরিত হয়ে রূপান্তরিত শিলাগোষ্ঠী সৃষ্টি করেছে। এছাড়া অবিকৃত বেশ কিছু পাললিক স্তরসংঘ পাওয়া গেল, যার মধ্যে প্রধান শিলা মোটা দানার বেলে পাথর। এসব স্তরক্রমের



চিত্র 3.4 : নাপে গঠন

বিভিন্ন আকৃতির ভঙ্গিতে বলিত হওয়া ছাড়াও অ্যাল্পস্ পর্বতের একটি প্রধান বৈশিষ্ট্য যে, এগুলির কোন কোন স্তর-সংঘ ভঙ্গাক্ষ-তলে (fault plane-এ) ভেঙে গিয়ে উপরের অংশটি চাদরের মতো বিস্তীর্ণ অঞ্চলকে ঢেকে ফেলেছে। অনেক সময়ে এই চাদরটিকেও আবার বলিত হতে দেখা গিয়েছে। অ্যাল্পস্ পর্বতে অনুসন্ধানকারী ভূবিদরা এই বিশেষ গঠনটির নাম দিলেন ‘নাপে’ (‘nappe’) (চিত্র : 3.4)।

সুতরাং বলিত পর্বতের উৎপত্তির কারণ অনুসন্धानে অনেকগুলি নিদর্শনের উৎপত্তির উপযুক্ত ব্যাখ্যা দরকার হল। প্রথমটি, অর্থাৎ পরস্পর-সংলগ্ন বিভিন্ন আকার এবং আকৃতির ভঙ্গা, বিশেষ করে নাপে-র অস্তিত্ব ব্যাখ্যা করা হল প্রবল পার্শ্বচাপের ফল রূপে। দ্বিতীয় নিদর্শন অর্থাৎ বিভিন্ন ধরনের শিলার অস্তিত্ব আপাতত অব্যাখ্যাত রইল। বিজ্ঞানীরা জোর দিলেন তৃতীয় নিদর্শনটির উপর। তাঁরা বললেন যে, পাললিক শিলা কোন খাতে জমা পলল থেকে উৎপন্ন। সুতরাং এটা মানতেই হবে যে ভূপৃষ্ঠে সবু, সুগভীর রৈখিক খাতে এই পাললিক শিলার পললগুলি সঞ্চিত হয়েছিল। কিন্তু সেখানে প্রশ্ন উঠল যে, পললের অবক্ষেপণের সঙ্গে সঙ্গে খাতটির গভীরতা ক্রমশ কমে আসবে। বিজ্ঞানীরা বললেন, তাই যদি হয়, তবে সর্বনিম্ন পললের স্তরটি হওয়ার কথা মিহি দানার (fine-grained) এবং উপরের দিকে পললের দানার আকার ক্রমশঃ বেড়ে যাবার কথা। এই নিদর্শনের একটি সুষ্ঠু ব্যাখ্যার প্রস্তাব দিতে গিয়ে ডানা (J. D. Dana, 1813-95) বললেন, এই রৈখিক খাতগুলি অন্য সাধারণ খাতের মতো নয়। অপর একজন ভূবিদ হল (James Hall, 1811-98)’র সঙ্গে ডানা প্রস্তাব দিলেন যে, পলল এবং অবক্ষেপণের সঙ্গে সঙ্গে রৈখিক খাতগুলির তলভাগ নিমজ্জিত হয়ে চলেছিল। ফলে জলপৃষ্ঠ থেকে খাতের তলদেশের গভীরতা সর্বদাই সমান ছিল এবং এই গভীরতা মোটা দানার পললের অবক্ষেপণের উপযোগী ছিল। ডানা 1873 সালে এই খাতগুলির নাম দিলেন ভূ-অবতলভঙ্গ বা *geosyncline*। কিন্তু ডানার এই উত্তর কিছু সংখ্যক বিশেষজ্ঞের মধ্যে বিশেষ বিতর্কের সৃষ্টি করল। যাঁরা ডানা’র সমর্থক তাঁরা অবশ্য বিভিন্ন বলিত পর্বতের উৎপত্তিস্থল রূপে ভিন্ন ভিন্ন জিওসিনক্লাইনের অস্তিত্ব অনুমান করতে লাগলেন। তাঁরা বললেন যে বেশ কিছু বলিত পর্বতে বেলেপাথরের সঙ্গে অন্যতম উপাদান রূপে চূনাপাথর (lime stone) বর্তমান। সেগুলির মধ্যে প্রবাল এবং বহু প্রাণীর জীবাশ্ম আছে, যা থেকে বোঝা যায় যে জিওসিনক্লাইনের গভীরতা মোটামুটি 180 মিটারের মধ্যে সীমাবদ্ধ ছিল। বহুদিন ধরে পুর পললের স্তর অবক্ষিপ্ত হবার পর খাত-তলের অবনমন (subsidence) ধীরে ধীরে বন্ধ হয়ে যায়। তখন খাতের উপর ক্রমে জিপসাম এবং

সৈম্ব লবণের স্তর জমতে থাকে। কোথাও কোথাও খাতের অংশবিশেষ বিচ্ছিন্ন হয়ে হুদে পরিণত হয় এবং সেখানে লিগনাইট (lignite), কয়লা এবং উদ্ভিদের জীবাশ্মবাহী মিহি দানার কাদাপাথর সঞ্চিত হয়। সমর্থকদের আরো বক্তব্য যে জিওসিনক্লাইনে অধঃক্ষিপ্ত প্রাচীনতম পলল ভূগর্ভের বহু কিলোমিটার নীচে গিয়ে রূপান্তরের উপযুক্ত পরিবেশে উপস্থিত হয়। সেখানে দীর্ঘকাল ধরে উচ্চ তাপ ও চাপে সেখান থেকে রূপান্তরিত শিলা সৃষ্টি হয়। তাঁরা আরও বললেন যে, সব জিওসিনক্লাইন একটি সাধারণ রৈখিক খাত নয়, তার মধ্যে কয়েকটি আবার একাধিক রৈখিক খাতের সমাহার। এরকম ধরনের জিওসিনক্লাইন-সমবায়ের মধ্যবর্তী উচ্চভূমিগুলির নাম দেওয়া হল জিঅ্যান্টিক্লাইন (geanticlines)। একটা কথা, এই সমবায়গুলির পাললিক ইতিহাস অনেক বেশি জটিল। কারণ বিভিন্ন খাতে অবনমনের হার এবং কাল ভিন্ন ভিন্ন। তাঁরা বললেন যে, জিওসিনক্লাইনগুলি ভূত্বকের দুর্বল অঞ্চল এবং প্রবল পার্শ্বচাপের ফলে এগুলি ধীরে ধীরে বসে যায়। এই পার্শ্বচাপেই স্তরগুলি বেঁকে যায়, উপরে ওঠে, ভেঙে বলিত হয় এবং কোথাও কোথাও ছিঁড়ে গিয়ে নাপে-র মতো বিচিত্র গঠন সৃষ্টি করে। তাদের বিকাশের সঙ্গে সঙ্গে নদী, হিমবাহ, বায়ুপ্রবাহ ইত্যাদির ভূক্রিয়ায় এগুলির ক্ষয় হতে থাকে এবং বিভিন্ন ধরনের ভূবৈচিত্র্য উৎপন্ন হয়ে চলে। তাঁদের মতে, পর্বত জলপৃষ্ঠের উপরে উত্থিত হওয়ার পর থেকেই যাবতীয় ভূপ্রাকৃতিক প্রক্রিয়ার শিকার হয়।

হল এবং ডানার প্রস্তাবিত জিওসিনক্লাইন মতবাদ এমিল হগ্ (Emile Haug) তাঁর রচিত Treatise of Geology (1912) গ্রন্থে বিস্তারিতভাবে প্রকাশ করেন এবং বিভিন্ন ভূতাত্ত্বিক কালে ভিন্ন ভিন্ন পর্বতশ্রেণীর ক্ষেত্রে এই মতবাদ প্রয়োগ করার চেষ্টা করেন। তিনি বলেন, ভূগোলকের ইতিহাসের যেকোনো কালে ভূভাগের মতো এবং মহাসাগরের মতো নির্দিষ্ট কিছু সংখ্যক জিওসিনক্লাইন ছিল। সংলগ্ন ভূভাগ থেকে প্রচুর পরিমাণ পলল এসে এই সব খাতে জমত। তাঁর মতে, ভূভাগের যে সব অঞ্চল স্থিত (stable), সেখানে বিভিন্ন ধরনের পললের সামগ্রিক বেধ জিওসিনক্লাইনের তুলনায় অনেক কম। প্রকৃতপক্ষে হগের এই বক্তব্যটি সঠিক নয়, এবং বোঝা যায় হগ্ জিওসিনক্লাইনের প্রকৃত চরিত্র অনুধাবন করতে সক্ষম হননি। আমরা এখন জানি, পর্বতহীন অঞ্চলেও পললের সামগ্রিক বেধ পর্বতশ্রেণীর পাললিক শিলার সামগ্রিক বেধের সমান। যেমন ইংল্যান্ড এবং প্যারিসের অবক্ষেপণ মঞ্চে টার্শারি এবং মধ্যযুগীয় কল্পের পলল বহু সহস্র মিটার। অনুপূর্ণভাবে গাঙ্গেয় বদ্বীপে পললের বেধও বেশ কয়েক কিলোমিটার। তবে এগুলির কোনটিই পর্বতশ্রেণী নয় এবং পর্বতশ্রেণীর অন্যতম প্রধান ভূ-ভৌত বৈশিষ্ট্য, ঋণাত্মক সমস্থিতিক বৈষম্য এসব অঞ্চলে উচ্চমাত্রায় নয়। সুতরাং পললের প্রকৃতির সমতা উভয়ক্ষেত্রেই বৈশিষ্ট্যমূলক হলেও শুধুমাত্র পুরু পাললিক স্তরক্রম বলিত পর্বতের প্রধান বৈশিষ্ট্য নয়। কিন্তু বিশেষজ্ঞরা একমত হলেন যে, পাললিক স্তরসংঘ, তার বেধ যাই হোক না কেন, তাতে যদি নাপে-র মতো শিলাগঠন থাকে এবং একইসঙ্গে বিশেষ ধরনের গ্র্যানাইট থাকে, তবে তা পর্বতশ্রেণী ছাড়া অন্য কোথাও পাওয়া যায়না। বলিত নাপে-র অংশবিশেষ সম্পূর্ণ ক্ষয়ে গিয়ে আবৃত শিলাসংঘের অংশবিশেষ যে ফাঁক দিয়ে ভূপৃষ্ঠে প্রকাশিত হয়, সেই সব ফাঁক *গাঠনিক গবাক্ষ* (fensters) নামে পরিচিত। অতি মাত্রায় ক্ষয় হলে নাপে-র অবশেষমাত্র পড়ে থাকে, সেগুলিকে বলে ক্লিপ্পে। ক্লিপ্পে এবং গাঠনিক গবাক্ষ সব বলিত পর্বতের অন্যতম প্রধান বৈশিষ্ট্য। এগুলি ছাড়া পর্বতশ্রেণীর মধ্যে গ্র্যাবেন এবং হোর্স্ট দেখা যায়। কিন্তু এই মহীগঠক বৈশিষ্ট্যগুলি এত নগণ্য এবং ছোট মাপের যে, পর্বতশীর্ষের উৎপত্তি যে

অভিশীর্ষ ব্যুত্থানের ফলে, তা মনে করার কোন কারণ নেই। অ্যাল্ফ্‌স্‌ পর্বতমালা ছাড়াও হিমালয় পর্বতমালায় এই সমস্ত বৈচিত্র্যের প্রায় সবগুলিই বিদ্যমান। অপরদিকে ক্যালিডোনিয় পর্বতমালা (Caledonian mountain ranges) ব্রিটিশ দ্বীপপুঞ্জ থেকে স্ক্যান্ডিনেভিয়া পর্যন্ত বিস্তৃত। এগুলি ক্ষয়ে গিয়ে মালভূমিতে পরিণত হলেও এখানেও এই সব গাঠনিক ভূবৈচিত্র্য দেখা যায়। এভাবে অ্যাডিজ, অ্যাল্ফ্‌স্‌, ইউরাল (Ural), আলতাই, তিয়েনশান ইত্যাদি যাবতীয় পর্বতমালায় গাঠনিক বৈচিত্র্যগুলির অস্তিত্বের নিদর্শন পাওয়া গেল। সুতরাং এসব থেকে বিজ্ঞানীরা সম্পূর্ণ একমত হলেন যে, জিওসিনক্লাইনে প্রথমে পললের অবক্ষেপণ ও পরে আনুভূমিক পার্শ্বচাপে ও তার সঙ্গে স্বল্পনতি বিশিষ্ট চ্যুতিতল বরাবর বিচ্যুতি ঘটে প্রধানত বলিত পর্বতমালার উৎপত্তি। যদিও পার্শ্ববিচলন (horizontal movement) অত্যন্ত স্লথগতি তবু ভূবিদরা এই গতি মেপে দেখতে সক্ষম হলেন। কিন্তু কেন এই পার্শ্বীয় বিচলন ঘটে পার্শ্বচাপ সৃষ্টি হয়, তার উপযুক্ত ব্যাখ্যা দেওয়া সম্ভব হলনা। ঊনবিংশ শতাব্দীতে বলিত পর্বতমালার উৎপত্তি সম্বন্ধে বিভিন্ন মতবাদ প্রস্তাবিত হয়েছিল। সেইসব মতবাদের মূল বস্তু্য ছিল, ক্রমাগত তাপ হারিয়ে ভূগোলকের সংকোচন। সংকোচন জনিত যে ধরনের ভাঁজ শুকনো আপেলের উপর দেখা যায়, লাপ্লাস (Laplace) সেই ভাঁজের সঙ্গে বলিত পর্বতমালার তুলনা করেন।

বিজ্ঞানে কোন মতবাদ বা কোন প্রস্তাব এককভাবে আসেনা। বলিত পর্বতের উৎপত্তি সম্বন্ধে যখন বিভিন্ন পর্যবেক্ষণ এবং সেগুলির ব্যাখ্যা করে নানা ধরনের প্রস্তাব প্রকাশিত হচ্ছিল, সে সময় ভূগোলকের সামগ্রিক বহির্গঠন সম্বন্ধে চিন্তাভাবনা শুরু হয়ে গেছে। ঊনবিংশ শতাব্দীর শেষার্ধ্বে অনেকেই লক্ষ্য করেন যে অধিকাংশ বলিত পর্বতশ্রেণী সরলরৈখিক নয়, সেগুলির আকৃতি বৃত্তচাপের। ইয়োরোপ এবং এশিয়ার টার্শারি কালের সব পর্বতমালাই এই আকৃতির। টেলার (F. B. Taylor) 1910 সালে একটি গ্রন্থে বলেন যে, এই বৃত্তচাপের আকৃতি পার্শ্বচাপের অন্যতম প্রধান নিদর্শন। তাঁর মতে, এই পার্শ্বচাপ শিলামণ্ডলে স্লথগতি বিচলনের (creep-এর) ফলে উৎপন্ন হয়। এই স্লথগতি বিচলন কেন হয় সে সম্বন্ধে অবশ্য টেলার কিছু বলেননি। ইতিমধ্যে আলফ্রেড বেগেনার কতগুলি নিদর্শনের ভিত্তিতে অনুমান করেন যে, মহাদেশগুলি ভূগোলকের ইতিহাসের বিভিন্ন কালে সরে সরে গিয়ে বর্তমান ভূসংস্থানে এসেছে। তাঁর মতে, এই সঞ্চারমান ভূভাগগুলির মধ্যে অবস্থিত মহাসাগরের কোথাও কোথাও জিওসিনক্লাইনের উৎপত্তি ঘটেছিল। যেখানে সঞ্চারমান দুটি ভূভাগ পরস্পর পরস্পরের সঙ্গে মিলিত হতে থাকে সেখানে অন্তর্বর্তী মহাসাগরে জিওসিনক্লাইন উৎপন্ন হয়। ক্রমে উভয় ভূভাগের চাপে অন্তর্বর্তী মহাসাগরে সঞ্চিত পলল বলিত পর্বতরূপে ব্যুত্থিত হয়। বেগেনারের মতবাদ অবশ্য প্রধানত ভূভাগের সঞ্চার সম্বন্ধে। তাঁর প্রস্তাবিত মহাসঞ্চার প্রকল্পে গিরিজনি একটি অনুসিদ্ধান্ত (corollary)। গিরিজনি সম্বন্ধে তাঁর পর্যবেক্ষণ সীমাবদ্ধ ছিল প্রধানত ভূমধ্যসাগরে ও স্কটল্যান্ড ও স্ক্যান্ডিনেভিয়ার কর্ডিলেরা পর্বতশ্রেণীতে। তাঁর মহীসঞ্চার প্রকল্পে (দ্রষ্টব্য-মহীসঞ্চার/প্লেট টেকটনিক্‌স্‌) বেগেনার বিভিন্ন তথ্যের মাধ্যমে মহীসঞ্চারের যৌক্তিকতা প্রমাণ করতে কিছুটা সক্ষম হলেও আটকে গেলেন মহীসঞ্চারের কারণ নির্দেশ করতে। বেগেনারের প্রধান বস্তু্য ছিল যে, সিআল স্তরে তৈরি ভূভাগ নীচের সিমা স্তরের উপর দিয়ে সঞ্চারিত হয়। অর্থাৎ তাঁর মতে, মহাসাগরের তলভাগ স্থির, শুধু সঞ্চার ঘটেছে ভূভাগের। হ্যারল্ড জেফ্রিস (Harold Jeffrys) পদার্থবিদ্যার যুক্তিতে এ ধরনের সঞ্চার সম্পূর্ণ অবাস্তব বলে ঘোষণা করলেন।

গিরিজনি এবং মহীসংগার যখন এইরকম এক সংকটের মুখে, তখন এক সম্পূর্ণ অন্যান্যদিক থেকে পার্শ্বচাপের একটি সম্ভাব্য ব্যাখ্যা প্রস্তাবিত হল। আর্থার হোমস্ (Arthur Holmes) ভূগোলকে বর্তমান বিভিন্ন শিলার তেজস্ক্রিয়তা সম্বন্ধে গবেষণা করছিলেন। তিনি দেখালেন যে ভূত্বকের বিভিন্ন আগ্নেয় এবং রূপান্তরিত শিলায় বহু তেজস্ক্রিয় মৌল এবং সাধারণ মৌলের তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বর্তমান। এগুলির তেজস্ক্রিয় বিভাজনে প্রতিনিয়ত তাপের উৎপত্তি ঘটে। শিলার পরিবহন শক্তি খুব কম বলে এগুলি ভূগর্ভের বিভিন্ন অঞ্চলে ক্রমে সঞ্চিত হতে থাকে। দীর্ঘকাল ধরে এই তাপ পুঞ্জীভূত হওয়ায় ভূগর্ভের সেইসব অঞ্চলে ক্রমে সঞ্চিত হতে থাকে। দীর্ঘকাল ধরে এই তাপ পুঞ্জীভূত হওয়ায় ভূগর্ভের সেইসব অঞ্চলে শিলার তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং সেইজন্য তাদের ঘনত্ব কমে যায়। ফলে সমস্থিতিক সাম্য (isostatic equilibrium) বিনষ্ট হয়। হোমস্ অনুমান করলেন যে দীর্ঘমেয়াদীব্যাপী এই প্রক্রিয়ায় ধীরে ধীরে শিলামণ্ডলে কতকগুলি উর্ধ্বমুখী পরিচলন স্রোতের উদ্ভব ঘটে। এই পরিচলন স্রোত ভূপৃষ্ঠের দিকে যতই প্রবাহিত হয় ততই তার গলনাঙ্ক কমেতে থাকে। এবং কোন এক বিশেষ গভীরতায় পৌঁছলে উপরিন্যস্ত চাপ (superincumbent pressure) কমে গিয়ে শিলার পরিচলন স্রোত আরো উপরে উঠে ভূপৃষ্ঠে পৌঁছে যায় এবং সাগরের জলের সংস্পর্শে এসে তা শীতল হয়। তবে শীতল হওয়ার আগে ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি বিস্তীর্ণ অঞ্চলে পরিচলন স্রোতগুলি দু'দিকে ছড়িয়ে যায় এবং সেগুলির বিস্তার ও শীতলীভবন একযোগে চলতে থাকে। শীতল হবার ফলে এই পরিচলন স্রোতগুলির ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং সেগুলি তখন অপেক্ষাকৃত কম ঘনত্বের শিলামণ্ডলের মধ্যে দিয়ে নামতে থাকে। ফলে পরিচলন স্রোতের নিম্নমুখী একটি ধারা উৎপন্ন হয়। শেষ পর্যন্ত নিম্নমুখী ধারাটি আবার গিয়ে ভূগর্ভের অত্যন্ত গভীরে উচ্চতাপ অঞ্চলে পৌঁছে যায় এবং আবার উত্তপ্ত হয়ে উর্ধ্বমুখী পরিচলন স্রোত রূপে পুনরাবর্তিত হয়। হোমস্ শিলামণ্ডলের একটি উর্ধ্বমুখী প্রবাহ এবং তা থেকে উৎপন্ন একটি নিম্নমুখী প্রবাহ নিয়ে একটি সম্পূর্ণ পরিচলন কোষ (convection cell)-এর প্রস্তাব করেন। এই প্রস্তাব সমর্থন করলেন ড্যালি (R. A. Daly)। তিনি বললেন যে, এধরনের পরিচলন কোষ সম্ভব। ভূকম্প তরঙ্গের সঞ্চারে ভূগর্ভে যে অ্যাস্থেনোস্ফিয়ার অনুমিত হয়েছিল, হোমসের প্রস্তাবে তার প্রকৃত চরিত্র ব্যাখ্যা করা গেল। পরিচলন কোষ মতবাদের সমর্থকরা বললেন যে, দুটি অভিসারী কোষের (converging cells) অন্তর্বর্তী অঞ্চলে ভূত্বকে প্রচণ্ড পার্শ্বচাপের উৎপত্তি ঘটে রৈখিক খাত বা জিওসিনক্রাইনের উৎপত্তি হবে। অন্যদিকে দুটি অপসারী কোষের (diverging cells) অন্তর্বর্তী অঞ্চলের ভূত্বক ছিঁড়ে গিয়ে গ্রস্ত উপত্যকার উৎপত্তি ঘটবে। কালক্রমে পুঞ্জীভূত তাপ ভূপৃষ্ঠে অবমুক্ত হলে ধীরে ধীরে পরিচলন কোষগুলি বন্ধ হয়ে যাবে। তখন গ্রস্ত উপত্যকার অবনমন এবং পর্বতমালার ব্যুত্থানও বন্ধ হয়ে যাবে।

ক্রমে পরিচলন কোষের বিভিন্ন ধরনের মডেল প্রস্তাবিত হল। কেউ কেউ পরিচলন কোষের উৎপত্তি ধরলেন অ্যাস্থেনোস্ফিয়ারে। কারো কারো মতে পরিচলন কোষের উৎপত্তি নিম্ন ম্যান্টেলে। আবার কেউ কেউ বললেন, পরিচলন কোষ সমগ্র ম্যান্টেলকে প্রভাবিত করে। ব্যুশভেল্ড কমপ্লেক্স (Bushveld complex)-এর মতো প্রাচীন উদ্বেধ (intrusive)-গুলিতে বহু শিলা এবং মণিকথণ্ড দেখা যায় যেগুলি ভূপৃষ্ঠে অস্থিত (unstable)। যেসব বিশেষজ্ঞ সমগ্র ম্যান্টেলকে পরিচলন কোষের ক্রিয়াক্ষেত্র বলে ভাবলেন, তাঁরা এইসব অস্থিত শিলাখণ্ড তাঁদের প্রস্তাবের তথ্যরূপে পেশ করলেন। বেগেনারের সমর্থকেরা ইয়োরোপের ক্যালিডোনীয় পর্বতমালা এবং মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের আপালাশীয়ান পর্বতমালা (Appalachian mountains)-এর সাধারণ কিছু গুরুমণিকের (heavy minerals) অস্তিত্ব থেকে আপালাশীয়ান

যে ক্যালিডোনীয় পর্বতমালার পশ্চিমাংশ ছিল, সেই প্রস্তাব করেন। ফলে তাঁদের মডেল এবং বেগেনারের মহীসঞ্চারণ মডেল-এর সমর্থনে অনুমান করতে হয় যে ইয়োরোপ এবং মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র একটি অখণ্ড ভূভাগের অন্তর্ভুক্ত ছিল। সুতরাং পরিচলন কোষ মতবাদের স্বপক্ষে এই ভূভাগে একটি অপসারী পরিচলন কোষের অস্তিত্বের কথা ভাবতে হয়। প্রশ্ন হল, তিরিশ কোটি বছর আগে সেই অখণ্ড ভূভাগটি ভেঙে গিয়ে যদি আটলান্টিক মহাসাগরের উৎপত্তি ঘটে থাকে, তবে এয়ুগেও ভূগোলকের কোথাও না কোথাও অনুরূপ অপসারী কোষ বর্তমান থাকবে।

পরিচলন কোষের উর্ধ্বমুখী প্রবাহ সম্বন্ধে বিশেষজ্ঞরা অনুমান করলেন যে, পারিকুটিন আগ্নেয়গিরির উৎপত্তি এরূপ একটি পরিচলন প্রবাহের প্রভাবে। তাঁরা ভূপৃষ্ঠে বেশ কয়েকটি অঞ্চলকে তপ্ত অঞ্চল (hot spot) বলে চিহ্নিত করলেন। দেখা গেল, ভূগর্ভ থেকে নির্গত তাপের পরিমাণ এইসব অঞ্চলে অত্যধিক। লোহিত সাগরগর্ভে এরূপ তিনটি তপ্ত অঞ্চল ঊনবিংশ শতকে রুশ জাহাজ ভিতিয়াজ থেকে চিহ্নিত করা হয়েছিল। কালে এরূপ তপ্ত অঞ্চল পাওয়া গেল পূর্ব আফ্রিকার গ্রস্ত উপত্যকা অঞ্চলের অনেকগুলি জায়গায় এবং হিন্দুকুশ পর্বতের পশ্চিমে উত্তরপূর্ব থেকে দক্ষিণ পশ্চিম বরাবর একটি বলয় ধরে অনেকগুলি জায়গায়। সুতরাং হোমসের প্রস্তাবিত উর্ধ্বমুখী পরিচলন কোষ অসম্ভব বা অবাস্তব বলে নাকচ করা গেলনা। উর্ধ্বমুখী প্রবাহ স্বীকার করলে সজাত যুক্তিতে নিম্নমুখী প্রবাহও স্বীকার করতে হয় এবং দুয়ের সমন্বয়ে পরিচলন কোষকেও মেনে নিতে হয়। এসব সত্ত্বেও জেফ্রিস এবং তাঁর সমর্থকরা বলতে চাইলেন যে, পরিচলন কোষে উৎপন্ন পার্শ্বচাপ বা টান-প্রসারণে গ্রস্ত উপত্যকা বা বলিত পর্বতের উৎপত্তির ব্যাখ্যা যথোপযুক্ত নয়।

যাঁরা পরিচলন কোষের প্রভাবে বলিত পর্বতের উৎপত্তি সমর্থন করলেন, তাঁরা এই মতবাদের আলোকে অ্যান্ডিস্ এবং হিমালয় পর্বতমালা পুঞ্জানুপুঞ্জ রূপে অনুসন্ধান করে দেখতে লাগলেন। হিমালয় পর্বতমালার ক্ষেত্রে একটি বিচিত্র তথ্য পাওয়া গেল। দেখা গেল যে পূর্বে নাম্‌চাবারোয়া শৃঙ্গ থেকে



চিত্র 3.5 : ভূপৃষ্ঠে বিভিন্ন স্থিত অঞ্চল (a : রুশ ও বাল্টিক শিল্ড; b : সাইবেরীয় শিল্ড; c : চীনা শিল্ড; d : ভারতীয় শিল্ড; e : ইথিওপীয় ও আরবীয় শিল্ড; f : ক্যারু মালভূমি; g : পশ্চিম আফ্রিকার শিল্ড; h : অস্ট্রেলীয় শিল্ড; i : কানাডীয় শিল্ড; j : ব্রাজিলীয় শিল্ড)। x এবং y যথাক্রমে মহাজীবীয়-টারশারি ও পুরাজীবীয় গিরিবলয়।

পশ্চিমে গিল্গিট পর্যন্ত হিমালয় পর্বতমালার আকৃতি বৃত্তচাপের। কিন্তু এই দুটি বিন্দুতে পর্বতমালা হঠাৎ বেঁকে দক্ষিণপূর্ব এবং দক্ষিণ পশ্চিম দিকে চলে গেছে। ভূবিদরা এই বাঁককে চুলের কাঁটার বাঁকের সঙ্গে তুলনা করে নাম দিলেন হেয়ারপিন বেন্ড (hairpin bend)। বিশেষজ্ঞরা বললেন যে, ভারতীয় ভূখণ্ড এবং তিব্বতের মধ্যে বর্তমান জিওসিনক্লাইনে অবক্ষিপ্ত পলল ব্যুথিত হয়ে যখন হিমালয় পর্বতমালার ক্রমবিকাশ ঘটতে থাকে, তখন ভারতীয় ভূখণ্ড একটি স্থিত অঞ্চল স্বরূপ অত্যন্ত সরল ভূখণ্ড রূপে বর্তমান ছিল। বিজ্ঞানীরা এই সবল সুস্থিত ভূখণ্ডের নাম দিয়েছিলেন শিল্ড (shield) (চিত্র : 3.5)। গিরিজনি সম্বন্ধে যাঁরা গবেষণা করছিলেন তাঁরা বললেন যে, সবকটি বলিত পর্বতে দুটি শিল্ডের মধ্যবর্তী কোন অঞ্চলে জিওসিনক্লাইনের উৎপত্তি ঘটে। শিল্ডের পার্শ্ববিচলন ঘটতে পারে কিন্তু শিল্ড বলিত হতে পারেনা। তবে টান-প্রসারণে (tension) শিল্ডে গ্রস্ত উপত্যকার উদ্ভব ঘটে। এইসব গ্রস্ত উপত্যকা গ্র্যাবেনের থেকে সম্পূর্ণ আলাদা কারণ এ ধরনের গ্রস্ত উপত্যকার ভূমিতে ক্ষারীয় বা অতিক্ষারীয় লাভার আবরণ বর্তমান। তাঁরা একথাও বললেন যে, কোন অঞ্চলে গিরিজনি প্রক্রিয়া নিষ্ক্রিয় হয়ে গিয়ে দীর্ঘকাল ধরে ভূক্ষয় ঘটে একটি অঞ্চল শিল্ডে পরিণত হতে পারে। তখন আর সেখানে শিলামণ্ডল জিওসিনক্লাইনের মতো দুর্বল অঞ্চল থাকেনা। উদাহরণ স্বরূপ তাঁরা বিন্দ্যপর্বতের দক্ষিণে ডেকান শিল্ড, সাইবেরিয় শিল্ড, উত্তর ইয়োরোপের বাল্টিক শিল্ড, তিব্বতীয় শিল্ড, আফ্রিকা মহাদেশের উত্তর থেকে দক্ষিণে পরপর তিনটি শিল্ডের উদাহরণ দিলেন। তাঁদের মতে, এই শিল্ড অঞ্চল ছিঁড়ে গিয়ে গ্রস্ত উপত্যকা উৎপন্ন হয় এবং সম্ভবত মহাসাগরের উৎপত্তি ঘটে।

বিংশ শতাব্দীর ত্রিশের দশকের শেষে দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের ফলে গিরিজনি এবং মহীসঞ্চার—দুটি প্রকল্পই মোটামুটি স্থগিত হয়ে যায়। ইতিমধ্যে 1930 সালে গ্রিনল্যান্ডে একটি দুর্ঘটনায় বেগেনার মারা যান। বেগেনারের প্রধান সমর্থকদেরও অনেকে দেহরক্ষা করেন। ফলে চল্লিশের দশকে মহীসঞ্চার প্রকল্প এবং তার সঙ্গে জড়িত অন্যান্য প্রকল্পগুলি সাময়িকভাবে ঐতিহাসিক প্রস্তাবের পর্যায়ে নেমে যায়। পঞ্চাশের দশকে মহীসঞ্চার প্রকল্প অনেক নতুন ধরনের তথ্য এবং সূক্ষ্ম পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে আবার সংগঠিত হয়, বেগেনারের মূল প্রস্তাব সংশোধিত হয় এবং আসে ভূগোলকীয় সংগঠন প্রক্রিয়া (geotectonics) সম্বন্ধে প্রস্তাব।

3.4 সারাংশ

বড় মাপের ভূভাগ গঠনকারী এবং মূলত উল্লম্ব তল বরাবর ক্রিয়াশীল বল যার ফলে ভূত্বক সাগরপৃষ্ঠের উপর উন্নীত হয়, তাকে মহীজনি বা এপাইরোজেনি বলে। মহীজনির প্রভাবে শিলাস্তর বলিত বা বিচ্যুত হয়না, তবে স্বল্প আনত হতে পারে। যে ধরনের ভূ-সংক্ষোভে ভূত্বকের বিস্তীর্ণ অঞ্চল উঠে পড়ে ভূভাগ রূপে প্রকাশ পায় কিংবা সমুদ্রপৃষ্ঠের নিচে অবনমিত হয়ে সাগর সৃষ্টি করে, তাকে মহীগঠক ভূ-আন্দোলন বলে।

ভূজিাল পর্বতের উৎপত্তির বিভিন্ন পর্যায়কে গিরিজনি বা আরোজেনি বলে। গিরিজনি আলোড়নের কারণ ও প্রভাব ভূবিজ্ঞানীরা অনুসন্ধান করেছেন। এঁদের মধ্যে ডানা, হল, টেলার, জেফ্রিস, হোমস, ড্যালি প্রমুখ অন্যতম।

3.5 নির্বাচিত উল্লেখ্য গ্রন্থ

- 1) গিরিজনি এবং মহীজনি সম্বন্ধে আধুনিক তথ্যের ভিত্তিতে বিস্তারিত আলোচনা আছে মহীসঞ্চার প্রক্রিয়ার অধ্যায়ে।
- 2) Dixey, F., The East African Rift System, *Overseas Geology and Mineral Resources Bulletin*, Supplement No. 1, 1956.
- 3) Willis, Bailey, *East African Plateaus and Rift valleys*, Carnegie Institution of Washington, Publication No. 470, 1936.
- 4) Lahiri, Dipankar and Roy Sobhen, *The Earth Alive : Its Processes and Features*, Allied Publishers, 1984.
- 5) Bemmelen, R. W. Van, *Mountain Building*, Martinus Nijhoff, The Hague, 1954.
- 6) Holmes, Arthur, *Principles of Physical Geology*, Nelson, 1972.
- 7) লাহিড়ী দীপংকর, সংসদ ভূবিজ্ঞানকোষ, 1999।

3.6 প্রশ্নাবলী

(A) বড় উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন :

- 1) গ্রস্ত উপত্যকা ও গ্র্যাবেনের মধ্যে আকার, আকৃতি এবং শিলাজাত পার্থক্য কী কী?
- 2) মহীজনি কী ধরনের ভূগোলকীয় ঘটনা? গিরিজনি আর মহীজনির কারণ কতটা স্বতন্ত্র?
- 3) বলিত পর্বতশ্রেণীগুলি বৃত্তচাপের আকৃতির হয় কেন?
- 4) স্থিত বা শিল্ড অঞ্চলের সঙ্গে কেন শুধু গ্রস্ত উপত্যকা জড়িত?
- 5) কোনো গ্রস্ত উপত্যকা কি বলিত পর্বতশ্রেণীকে ছেদে করে যেতে পারে? অন্তত একটি উদাহরণ চাই।

(B) সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন :

- 1) গ্র্যাবেন এবং গ্রস্ত উপত্যকার প্রান্তে উন্নত অঞ্চলের নাম কী? উভয়ের ভূমিপৃষ্ঠের বর্ণনা।
- 2) গ্র্যাবেন এবং গ্রস্ত উপত্যকার প্রান্তিক চ্যুতি কী ধরনের চ্যুতি? এরূপ চ্যুতির কারণ কী?
- 3) বলিত গিরিবলয়ের বিভিন্ন গঠনের সচিত্র বর্ণনা।
- 4) গ্রস্ত উপত্যকার ভূমিতে কী ধরনের শিলা দেখা যায়?
- 5) বলিত পর্বতে কেন বেসল্ট পাওয়া যায়না?

- 6) পূর্ব আফ্রিকার গ্রস্ত উপত্যকা কিসের নিদর্শন? ভূভাগে অনুরূপ নিদর্শন আর কোথায় পাওয়া যায়?
- 7) নাপে-র অনুরূপ গঠন গ্রস্ত উপত্যকায় পাওয়া যায়না কেন?
- 8) ভারতে গ্রস্ত উপত্যকা কি কোথাও আছে? থাকলে, কোথায়?
- 9) গ্রস্ত উপত্যকায় সাগরের অনুপ্রবেশ ঘটলে কি তা জিওসিনক্লাইনে পরিণত হয়?

(C) প্রশ্নোত্তরমূলক :

হ্যাঁ না

- 1) গ্র্যাবেন বলিত পর্বতের অন্যতম বৈশিষ্ট্য।
- 2) নাপে বলিত পর্বতের উপত্যকায় পাওয়া যায়।
- 3) ক্লিপ্পে পর্বতশিখরে দেখা যায়।
- 4) গাঠনিক গবাক্ষ বলিত পর্বতের উপত্যকায় দেখা যায়।
- 5) গ্র্যাবেনে উচ্চ ভূতাপপ্রবাহ দেখা যায়।
- 6) গ্রস্ত উপত্যকার ভূমিতে যেসব হ্রদ থাকে, সধারণত সেগুলি স্বাদু জলের নয়।
- 7) সব মহাসাগরই জিওসিনক্লাইন।
- 8) জিওসিনক্লাইন ভূভাগের অংশ।
- 9) স্থিত অঞ্চল ভেঙে গিয়ে জিওসিনক্লাইন উৎপন্ন হয়।
- 10) স্থিত অঞ্চল ভেঙে গিয়ে গ্রস্ত উপত্যকা তৈরি হয়।

3.7 উত্তর সংকেত

- (A) 1) 3.2
 2) 3.2, 3.3
 3) 3.3
 4) 3.3-এর শেষ 2 para
 5) 3.3
- (B) 1) 3.2
 2) 3.2
 3) 3.3
 4) 3.2

- 5) 3.3
- 6) 3.2
- 7) 3.3
- 8) 3.2
- 9) 3.2
- (C) 1) ना
- 2) हाँ
- 3) हाँ
- 4) हाँ
- 5) ना
- 6) हाँ
- 7) ना
- 8) ना
- 9) ना
- 10) हाँ