

৩.১ মূল প্রক্রিয়া ও প্রয়োজনীয় শক্তি

আবহবিকারের ফলে ভেঙে যাওয়া শিলাস্তর চূর্ণ হয়ে কোনো না কোনো ঢালের ওপর অবস্থান করে। এই সময়ে ঐ শিলাখণ্ডগুলির ওপর দুটি শক্তি ক্রিয়াশীল হয়। এদের একটি হল অভিকর্ষ যা নিম্নঢালের দিকে ঐ শিলাখণ্ডকে টেনে নিয়ে যেতে চায়। অন্যটি হল ঘর্ষণজনিত বাধা, যা শিলাখণ্ডকে যে-কোনো একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে ধরে রাখতে চায়। শিলাখণ্ডের ভর ও তার ওপর ক্রিয়াশীল শক্তিদুটির প্রভাব এবং ঢালের পারস্পরিক সম্পর্কের ভিত্তিতেই ঐ শিলাখণ্ড ঢাল বেয়ে নেমে আসে। এই নিম্নমুখী স্থানান্তরই পুঞ্জক্ষয় (Mass Wasting) নামে পরিচিত। যদিও ঐ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে অভিকর্ষই প্রধান ক্রিয়াশীল শক্তি, তবু অনেক ক্ষেত্রে তার সঙ্গে জলের প্রভাব বা আর্দ্রতার প্রভাব এই কাজের সহযোগী হয়। ঢালের পরিমাণ বাড়লে অপেক্ষাকৃত ছোট শিলাখণ্ডও নেমে আসে। আবার ঢালের পরিমাণ কমে গেলে বড় বড় শিলাখণ্ড ও ঢালের ওপর অবস্থান করতে পারে।

৩.২ শ্রেণিবিভাগ

ঢালবরাবর বাহিত শিলা বড় খণ্ডের আকারে পড়ে থাকতে পারে, বা পাহাড়ের গায়ে চ্যুতি, দারণ বা ফাটল থেকে সরাসরি নিচে পড়ে যেতে পারে। আবার কোথাও কোথাও তা আবহবিকারগ্রস্ত শিলাচূর্ণের আকারে থেকে যেতে পারে কিংবা বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় ধীরে ধীরে বাহিত হতে পারে। বলাবাহুল্য, এই মাটি ও অন্যান্য বিভিন্ন আকারের শিলাচূর্ণগুলি বৃষ্টি ও জলীয়বাষ্পের উপস্থিতির পার্থক্যে ও নিজস্ব জলশোষণ ক্ষমতার পার্থক্যের ভিত্তিতে বিভিন্ন পরিমাণে জল গ্রহণ করে। জল শোষণ করলে শিলাচূর্ণ ও মাটি ভারী হয়ে যায়। কাদাজাতীয় পদার্থে তৈরি শিলার ক্ষেত্রে, তা পিচ্ছিল হয়ে যায়। ফলে জলীয় বাষ্পের উপস্থিতি ঢাল বরাবর বহনকে নানাভাবে প্রভাবিত করে। উদাহরণ হিসেবে বলা যায়, হিমালয়ের কালিম্পং এলাকায় ডুংরা গ্রামে দারণসৃষ্ট বিরাট আকারের শিলাখণ্ডগুলি নিচের ফিলাইট-সিস্ট স্তর জলশোষণের ফলে পিচ্ছিলতা সৃষ্টি করায় ক্রমশ খুব ধীরে ধীরে রিলি (রেলি) উপত্যকার দিকে নেমে যাচ্ছে।

ঢাল বরাবর বহন দু ধরনের হতে পারে : দ্রুতগতিসম্পন্ন এবং ধীরগতিসম্পন্ন। এই পার্থক্যের কারণ হল—

- ১) বাহিত পদার্থের বৈশিষ্ট্যের পার্থক্য ও
- ২) ঢালের উচ্চতা।

১৯৬০ সালে সি এফ্ এন্স শার্প বিভিন্ন ধরনের ধস ও ঢাল বরাবর নানা ধরনের বহনকে কয়েকটি ভাগে ভাগ করেন (সারণি ৩.১)। তাঁর শ্রেণিবিভাগ অনুযায়ী ঢাল বরাবর বহন মূলত চার প্রকারের :

ক) প্রপাত, খ) ধস, গ) প্রবাহ এবং ঘ) মিশ্রপ্রক্রিয়াবিশিষ্ট।

সারণি ৩.১ পৃষ্ঠকায়ের শ্রেণিবিন্যাস

পৃষ্ঠকায়ের বহনের প্রকৃতি	পৃষ্ঠকায়ের বাহিত বস্তু	
	ভূমিশিলা	মাটি ও আবহবিকারপ্রাপ্ত শিলা
প্রপাত (Falls)	শিলাপ্রপাত (Rock fall)	মাটির প্রপাত (Soil fall)
ধস (Slides)	বৃক্ষ আকারের শিলার আবর্তনমুখী চলন (Block slumping)	মাটির আবর্তনমুখী অবতরণ (Soil slump)
	বৃক্ষ আকারের শিলার সরাসরি অবতরণ (Block gliding)	
	অন্যান্য শিলাধস (Rock slide)	ভগ্নস্থূপের ধস (Debris slide)
ধীরপ্রবাহ (Slow flow)	ঢালাস বিসর্পণ (Talus creep)	মাটির বিসর্পণ (Soil creep)
	বৃক্ষ আকারের শিলার প্রবাহ (Block stream)	সলিফ্লুকশন (Solifluction)
দ্রুতপ্রবাহ (Rapid flow)	মাটিমিশ্রিত তুষারের ধস (Dirty snow avalanche)	মাটির স্থূপের দ্রুতপ্রবাহ (Rapid earth flow)
		কাদার প্রবাহ (Mud flow)
মিশ্রপ্রক্রিয়া (Complex)	বিভিন্ন প্রকারের পৃষ্ঠকায়ের ও বিভিন্ন ধরনের বস্তুর সম্মিলিত অবতরণ (Combination of materials and types of movement)	

৩.২.১ প্রপাত

যখন কোনো উঁচু খাড়া ঢাল থেকে আকস্মিকভাবে শিলাখণ্ড কিংবা মাটির স্থূপ সরাসরি ওপর থেকে নিচে পড়ে তখন তাকে প্রপাত বলা হয়।

৩.২.১.১ শিলা প্রপাত (Rock fall)

পার্বত্য এলাকায় বিভিন্ন ধরনের ভূ-আন্দোলনের ফলে শিলাস্তরে চ্যুতি, ফটিল বা দারণ সৃষ্টি হতে পারে। এই চ্যুতি বা ফটিল ধরাবর শিলাখণ্ড আলগা হয়ে যায়। পরবর্তী সময়ে অভিকর্ষের টানে ঐ শিলাস্তর থেকে নানা আকারের আলগা শিলার খণ্ড নেমে আসে। এই পতন দ্রুত হতে পারে, আবার কোনো কোনো সময়ে এই পতনের জন্য দীর্ঘ সময় লাগতে পারে। ঢাল ধরাবর নেমে আসা এই শিলাচূর্ণ ঢালাস নামে পরিচিত। সাধারণত ঢালাস স্থরের ওপরের ভূমিভাগের ঢাল ২৬°-৩৬°-র মধ্যে থাকে। এই প্রসঙ্গে স্ক্রি ও ঢালাস (Scree, Talus) শব্দদুটির প্রয়োগের পার্থক্যের কথা বলা যেতে পারে। স্ক্রি এবং ঢালাস দুটি শব্দেই ঢাল বেয়ে নেমে আসা ও

সরাসরি ঢালের নিচে পড়া শুল্ক শিলাখণ্ডের স্তূপকে বোঝায়। তবে শিফ্র শব্দের ব্যবহার ব্রিটেনে বেশি এবং আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে ট্যালাস শব্দটি ব্যবহার করা হয়। কিন্তু কোনো কোনো ভূমিরূপবিজ্ঞানীর মতে ট্যালাস হল ভূগতটের নিচে পড়া শিলাস্তূপ ; আর শিফ্র শব্দে যে-কোনো শিলাস্তূপে ঢাকা ভূমিরূপকে বোঝান হয়।

যদি পার্বত্য ভূমিভাগের কোনো ঢালে শিলাস্তূরের নতি উপত্যকার দিকে থাকে তাহলে শিলাপ্রপাত সহজ হয়। শিলাস্তূরের নিজস্ব বৈশিষ্ট্যের ওপরেও এই প্রপাত নির্ভর করতে পারে। যেমন— ফিলাইট, ফিলাইট-সিস্ট, অম্ল-সিস্ট শিলাস্তূরে মসৃণতা থাকে এবং সে-ক্ষেত্রে প্রপাত সহজ হয়। আবার কোনো কোনো ক্ষেত্রে শিলাস্তূরের ফাটলের মধ্যে দিয়ে জল ঢুকলে তা নিচের শিলাস্তূরের মসৃণতা ও পিচ্ছিলতা বাড়িয়ে তোলে। সে-ক্ষেত্রেও প্রপাত সহজ হয়। এইজাতীয় শিলার ক্ষেত্রে শিলাস্তূর জল শোষণ করে ভিজে গেলে, তার পিচ্ছিলতার পরিমাণ বেড়ে যায় ও শিলাপ্রপাতকে সহজ করে তোলে।



চিত্র ৩.১ শিলা প্রপাত

শিলাপ্রপাত থেকে ভূমিরূপ হিসেবে নানা আকারের শঙ্কুজাতীয় ভূমিরূপ সৃষ্টি হয়। শিলাস্তূরের খণ্ড বড় হলে এই ভূমিরূপের ঢাল বেশি হয়।

৩.২.১.২ মৃত্তিকা প্রপাত (Soil fall)

নদীখাত ও শুল্ক এলাকার গালি অববাহিকায় এবং সমুদ্রতীরে ক্ষয়ের ফলে মৃত্তিকা ধস নামে, যা মৃত্তিকা প্রপাত নামে পরিচিত। এক্ষেত্রে ভূমির ঢাল প্রায় খাড়া থাকে। গালি অববাহিকায় শীর্ষদেশের ক্ষয় থেকে এই প্রক্রিয়া কার্যকরী হতে পারে। মৃত্তিকা প্রপাতের ফলে ভূগতট ও অর্ধবৃত্তাকার গর্ত সৃষ্টি হতে পারে।



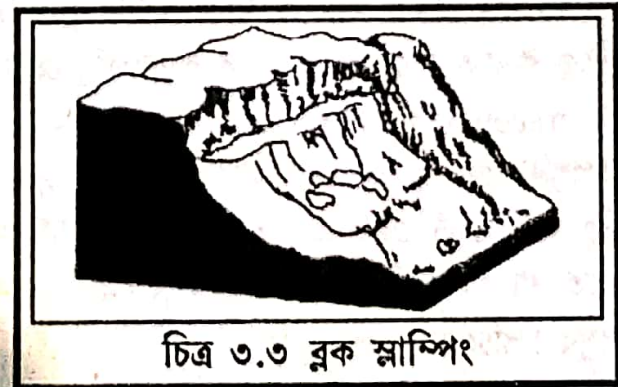
চিত্র ৩.২ মৃত্তিকা প্রপাত

৩.২.২ ধস

কোনো মসৃণ বা পিচ্ছিল তল বরাবর শিলাস্তূরের কোনো অংশ কিংবা মাটির স্তর দ্রুত নেমে এলে তাকে ধস বলা হয়। এক্ষেত্রে দারণ, চ্যুতি কিংবা স্তরায়ণতল ধসের সহায়ক হতে পারে। নিচে কাদার স্তর থাকলেও ধস সৃষ্টি হতে পারে।

৩.২.২.১ ব্লক স্লাম্পিং (Block Slumping)

মাঝারি ধরনের ঢালে এই ধসের প্রকোপ লক্ষ করা যায়। এক্ষেত্রে সাধারণত বিরাট শিলাখণ্ড বা ঘনকের মতো আকৃতি-বিশিষ্ট ভূখণ্ড দীর্ঘদিন ধরে ঢাল বরাবর নামতে থাকে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে এই ধসের জন্য নদীর পাদমূল ক্ষয়কে (Toe erosion) দায়ী করা হয়। দারণের উপস্থিতি এই প্রক্রিয়াকে সাহায্য করে। কালিম্পিং অঞ্চলে তিস্তার উপনদী রিলি এভাবে পাদমূলের ক্ষয়ের সাহায্যে কালিম্পিং শহরের দক্ষিণ ঢালে একাধিক ব্লক স্লাম্পিং-এর সূচনা করেছে। স্লাম্পিং বলা হয় তখনই যখন নিচের দিকে নামতে থাকা



চিত্র ৩.৩ ব্লক স্লাম্পিং

শিলাস্তরের কোনো অবতল ঢাল অনুসরণ করে এবং ঐ শিলাস্তরের আপেক্ষিক অবস্থানের মধ্যে আবর্তন লক্ষ করা যায়।

৩.২.২.২ ব্লক গ্লাইডিং (Block Gliding)

কোনো মনুণ ঢাল বেয়ে বাধাহীনভাবে শিলাস্তরের নিচের দিকে নেমে আসা বোঝাতে গ্লাইডিং শব্দটি ব্যবহার করা হয়। কালিম্পাঙের রিলি নদীর পাড়ে কোপাও কোপাও গ্লাইডিং দেখা যায়। সেখানে নিচের আর্দ্র ফিলাইট-সিস্টের মনুণতা এবং উপত্যকার দেয়ালের অবতল ঢাল এইজাতীয় পৃষ্ঠক্ষয়ের জন্য আংশিকভাবে দায়ী। সিদ্দিবং ও গৈরিগাঁও-এর দশ এই ধরনের। আবার কাশিয়াং-এ আমবুটিয়া চা বাগানের পূর্ব ঢাল বরাবর যে-বিশাল ভূমিদশ লক্ষ করা যায়, তা বালাসনের পাদমূল ক্ষয়ের সাহায্যে সক্রিয় হয়েছে। অবশ্য আমবুটিয়ার ক্ষেত্রে নার্মা পর্বত বিস্তৃত চ্যুতিই ধনের মূল কারণ। আমবুটিয়া চা বাগানের দশ খুব দ্রুত ও রাতারাতি ঘটেছিল।



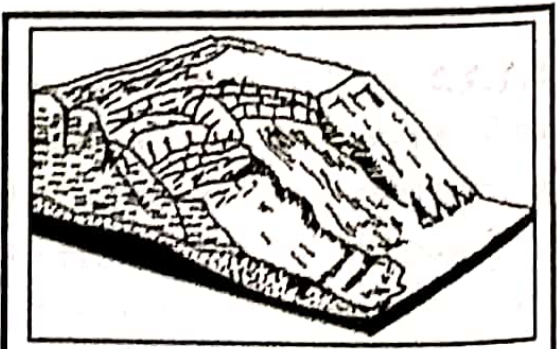
চিত্র ৩.৪ ব্লক গ্লাইডিং

স্ল্যাম্পিং ও গ্লাইডিং সিদ্দিবং-এর মতো দীরগতিসম্পন্ন, আবার আমবুটিয়ার মতো দ্রুতগতিসম্পন্ন হতে পারে। প্রথমটির ক্ষেত্রে একটি আবর্তনমুখী চলন লক্ষ করা যায়। স্ল্যাম্পিং প্রক্রিয়া অবতল ঢাল বরাবর হয় বলে তার মধ্যে আবর্তন লক্ষ করা যায়। গ্লাইডিং-এর ক্ষেত্রে ব্লকগুলি স্বল্পের ঢাল বরাবর সোজা নেমে আসে।

পাদমূল ক্ষয়ের মাধ্যমে অবনমিত (Sinking) ভূমিভাগেরও সূচনা হতে পারে। সিদ্দিবং-এর একটু উত্তরপূর্বে ডুংরা গ্রামে এই অবস্থা দেখা যায়। ভূমিবূপ হিসেবে এক্ষেত্রে কতগুলি প্রায় সমান আকারের ব্লক একটি অবতল ঢাল বরাবর নিচের নদীর দিকে নামতে থাকে। শিলাস্তরের এই ব্লক বা চৌকো আকারের বড় বড় খন্ডগুলির উচ্চতা নিচের দিকে ক্রমশ কমতে থাকে। তবে এসব আয়তাকার খন্ড অপসারিত হলে একটি অবতল খাড়া ঢালের সৃষ্টি হয়।

৩.২.২.৩ মাটির আবর্তনমুখী অবতরণ (Soil slump)

সাধারণত মাঝারি ঢালে, অর্থাৎ ২০°-৩৪° ঢালে আবর্তনমুখী মাটির স্লুপের অবতরণ লক্ষ করা যায়। এক্ষেত্রে মাটির ওপর ঘাসের আস্তরণ থাকতে পারে ও মাটির স্তরকিন্যাস খুব পুরু হতে পারে। এই প্রক্রিয়ার পক্ষে অল্প আর্দ্রতা প্রয়োজনীয়। এই প্রক্রিয়ায় মাটির স্লুপ বা ব্লক ধীরে ধীরে উপত্যকার দিকে নামতে থাকে। অবতলঢাল বরাবর এই ক্রমশ নামতে পাকা মাটির ব্লকগুলির উচ্চতা নিচের দিকে কমতে থাকে। এর ফলে কতকগুলি ছোট ছোট ধাপজাতীয় (Terracettes বা slump scarplets) ভূমিবূপ সৃষ্টি হয়। এই ধাপগুলি ৩০-১২০ সেন্টিমিটারচওড়া ও ২০-১৫০ সেন্টিমিটার উঁচু হয়। ছোট ছোট এই ভূগুতট ক্রমশ উদ্ভিদের সাহায্যে স্থায়ী হতে পারে। স্থানীয়ভাবে এদের কোনো কোনো এসাকায় গবাদি পশুর চলাচলের ধাপও বলা হয়।



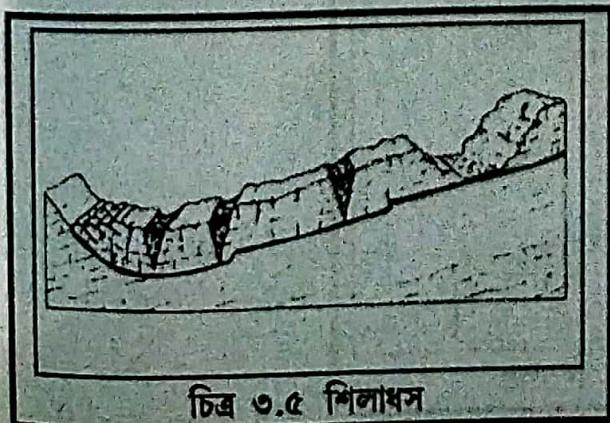
চিত্র ৩.৫ মাটির আবর্তনমুখী অবতরণ



মাটির আবর্তনমুখী অবতরণের ফলে সৃষ্ট ধাপ বা টেরাসেট (জোত, চাষা)

৩.২.২.৪ অন্যান্য শিলাধস (Rock slide) ও ভগ্নস্তূপের ধস (Debris slide)

কখনো কখনো অপেক্ষাকৃত বেশি ঢালযুক্ত ভূমিভাগে চ্যুতিতল, স্তরায়ণ তল অথবা দারণ তল বরাবর বড় বড় শিলাখণ্ড হঠাৎ নেমে আসে। এই ধরনের শিলাধসের পরে চামচের আকৃতিবিশিষ্ট অবতল ঢাল তৈরি হতে পারে। কোনো কোনো সময়ে আবহবিকারগ্রস্ত শিলাচূর্ণ, মাটি ইত্যাদিও কোনো খাড়া ঢালে অবস্থানের সময়ে তার নিচের অংশ ক্ষয় হয়ে গেলে হঠাৎ ধসে পড়তে পারে। নিচের শিলাস্তর অপেক্ষাকৃত বেশি কোমল ও দুর্বল হলে এইজাতীয় ক্ষয় ও ধস লক্ষ করা যায়। আর্দ্র জলবায়ুতে আবহবিকারগ্রস্ত শিলাস্তূপ ও মাটি কোনো খাড়া ঢালের ওপরের অংশে বর্ষাঋতুতে জলশোষণের ফলে ভারী হয়ে গেলে এইজাতীয় ভূমিধস সৃষ্টি হতে পারে। উত্তর ইতালিতে ভায়ন্ট জলাধারে শিলাস্তর, শিলাচূর্ণ ও মাটির সম্মিলিত স্তরে একটি বিরাট ধস হয়েছিল। ১৯৮৩ সালের ৯ই অক্টোবর প্রায় ২৪০ মিলিয়ন ঘন মিটার মাপের এই ধসে ২১১৭ জন লোক মারা যায়। ভূমিকম্পের কারণেও খুব বড় আকারের ধস নামতে পারে এবং বিস্তীর্ণ এলাকায় ক্ষয়ক্ষতি ঘটতে পারে।



চিত্র ৩.৫ শিলাধস



চিত্র ৩.৬ ভগ্নস্তূপের ধস



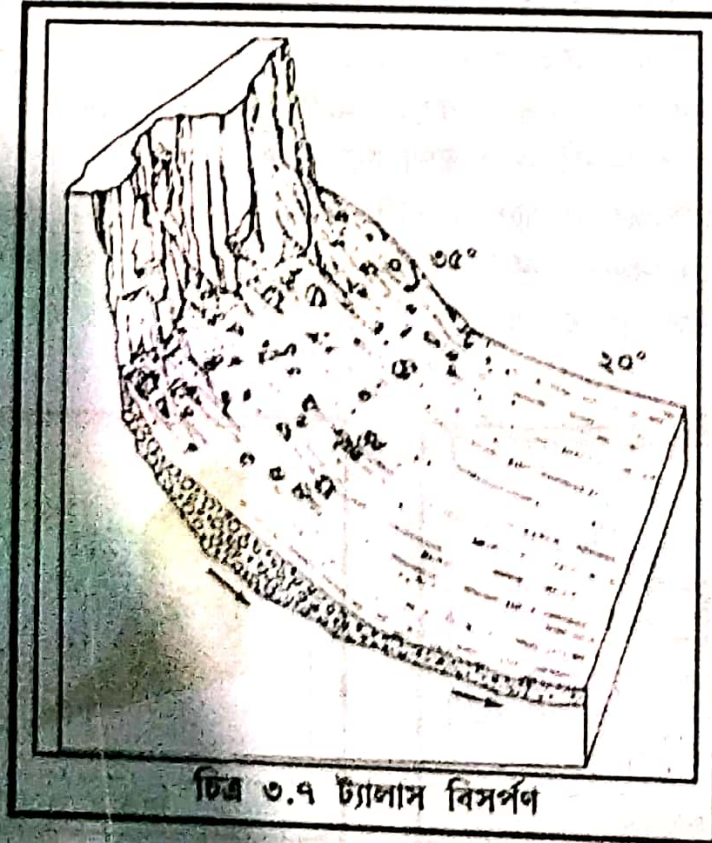
ভগ্নস্থূপের ধস : মানালি

৩.২.৩ ধীরপ্রবাহ

যখন কোনো ঢাল বরাবর শিলা, মাটি ও ভগ্নস্থূপ ধীরে ধীরে নিরন্তর নেমে আসতে থাকে তখন তাকে ধীরপ্রবাহী অবতরণ বলা যায়।

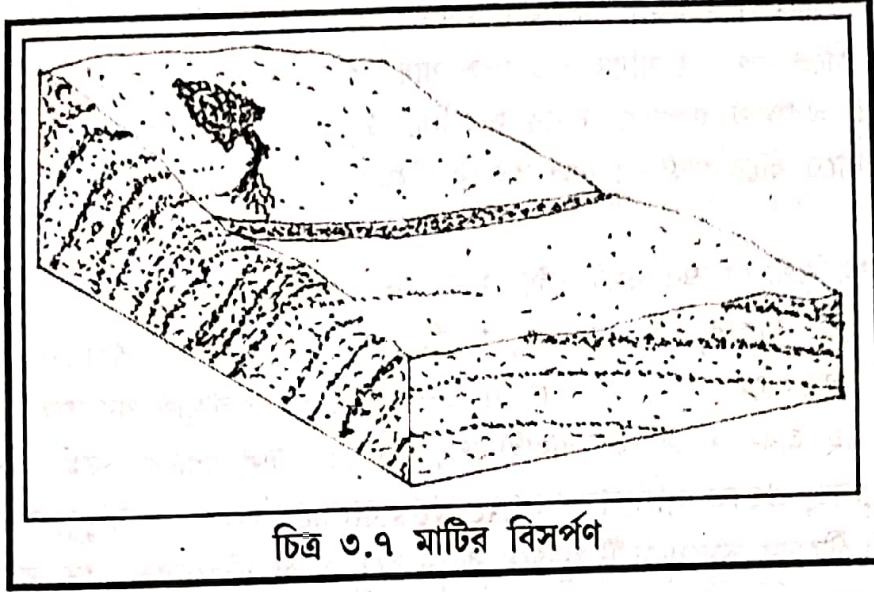
৩.২.৩.১ ট্যালাস বিসর্পণ (Talus creep)

যখন ট্যালাস স্তর অপেক্ষাকৃত ধীরে ধীরে ঢাল বরাবর নেমে আসে তখন তাকে ট্যালাস ক্রিপ বা বিসর্পণ বলে। ঢালের পরিমাণ 25° -র কম হলে এই বিসর্পণ থেমে যেতে পারে। 38° — 36° পরিমাণ ঢালে এই ক্রিপ সহজতর হয়। ট্যালাস বিসর্পণের ফলে সৃষ্ট ভূমিরূপের শেষাংশ উত্তল হয়। কারণ ভগ্নস্থূপের চাপ মধ্যের অংশে অপেক্ষাকৃত বেশি থাকে।



৩.২.৩.২ মাটির বিসর্পণ (Soil creep)

৫°-২০° ঢালযুক্ত অঞ্চলে ৫-৯০ সে.মি. পুরু ও বছরে ০.০২৫-২.৫০ সেন্টিমিটার গতিযুক্ত মাটির স্তরের ক্রমশ নেমে আসাকে মাটির বিসর্পণ বলে। তবে উচ্চপার্বত্য অঞ্চলে ও উচ্চঅক্ষাংশে মৃত্তিকাপাত (Solifluction)-এর ফলে সৃষ্ট মাটির বিসর্পণের জন্য ২°-র মতো ঢাল যথেষ্ট। বরফের ঋতুভিত্তিক গলন ও জমাট বাঁধা এই প্রক্রিয়াকে প্রভাবিত করে। এইসব অঞ্চলে নকশাবিশিষ্ট ভূমিরূপের (Patterned ground) মতো ভূমিরূপ সৃষ্টি হয়।



চিত্র ৩.৭ মাটির বিসর্পণ

৩.২.৩.৩ ব্লক আকারের শিলার প্রবাহ (Rock Stream)

মেরুপ্রদেশীয় অঞ্চলে এবং অপেক্ষাকৃত নিম্ন অক্ষাংশের পার্বত্য অঞ্চলে পেরিগ্লেসিয় (Periglacial) ভূমিরূপে তুষারের চাপে শিলাস্তর ভেঙে যেতে পারে এবং ঢাল বরাবর বড় বড় গোলাকার শিলাখণ্ড স্রোতের মতো নেমে আসতে পারে। এই প্রবাহকে শিলা হিমবাহ (Rock glacier) বা শিলা নদী (Rock Stream) বলা হয়। সাধারণত এইজাতীয় শিলাস্রোতের ওপর ঢালের পরিমাণ ৯°-১৮°-র মধ্যে থাকে। অনেক সময়ে একটি নির্দিষ্ট খাত বরাবর এই শিলাস্রোত লক্ষ করা যায়।



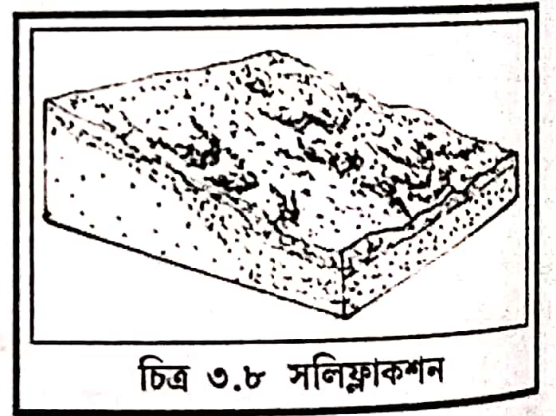
জোত গিরিপথের কাছে শিলা স্রোত

৩.২.৩.৪ সলিফ্লুকশন

প্রক্রিয়া—পেরিগ্লেসিয় অঞ্চলে মাটির ভেতরের অংশে একটি জমাট বরফের স্তর থাকে। একে পারমানেন্ট স্তর (Permanently frozen layer) বলা হয়। এটি পেরিগ্লেসিয় অঞ্চলের এক উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য। সলিফ্লুকশন একটি উল্লেখযোগ্য পুঞ্জক্ষয় প্রক্রিয়া। পেরিগ্লেসিয় অঞ্চলে একে 'কনজেলিফ্লুকশন' (congelifluction) বলা হয়। উচ্চঅক্ষাংশের ক্ষণস্থায়ী গ্রীষ্মকালে স্থায়ী জমাটবাঁধা স্তরের ওপরের অংশের মাটির স্তর (শিলাখণ্ড, বালি, কাদা) গলে গিয়ে প্রায় আধ (১/২) মিটার পুরুস্তর পর্বতের ঢাল বরাবর ধীরে ধীরে নিচে নামতে থাকে। এই প্রক্রিয়াকেই সলিফ্লুকশন বলা হয়। পরোক্ষভাবে নদীর নিম্নক্ষয়ে সাহায্য করে এই প্রক্রিয়া নদী উপত্যকা গঠনে বিশেষ ভূমিকা গ্রহণ করে। গ্রীষ্মকালে ওপরের সক্রিয় স্তর গলে যায়, কিন্তু ভেতরের স্তর (Permafrost layer) জমাট বাঁধা অবস্থায় থাকে। এই অবস্থায় ওপরের স্তরের জল নিচে প্রবেশ করতে পারে না। কাজেই ওপরের সক্রিয় স্তর জলে পিচ্ছিল হয়ে ধীরে ধীরে পর্বতের ঢাল বরাবর নিচের দিকে নামতে থাকে। সলিফ্লুকশন এই সক্রিয় স্তরে সীমাবদ্ধ।

শীতকালে বরফ জমে ওপরের স্তর জমাট বেঁধে যায়। এই অবস্থায় ওপরের স্তরের সম্প্রসারণ ঘটে ও এর ফলে বিভিন্ন স্থানে ছোট ছোট টিপির সৃষ্টি হয়। এছাড়া ভূমিভাগের ওপর কীলক, শিরা (wedge, vein) ইত্যাদি তৈরি হতে দেখা যায়। বসন্তকালে বরফ গলে গেলে ওপরের স্তরের কণাগুলি বরফগলা জলে আলাগা হয়ে পিচ্ছিল হয়ে যায় এবং এই অবস্থায় ঐ স্তর বাধাহীনভাবে পর্বতের ঢাল বরাবর নেমে আসতে আরম্ভ করে। পরীক্ষার সাহায্যে জানা গেছে, প্রত্যক্ষ সলিফ্লুকশন (Active solifluction) বসন্তের শুরুতে বরফ গলে যাওয়ার সময়ের মধ্যেই সীমাবদ্ধ। গ্রীষ্মের সময়ে মাটি শুকিয়ে কঠিন হয়ে গেলে সলিফ্লুকশন হয় না। ভূমিভাগের ওপর বরফ সৃষ্টি প্রত্যক্ষভাবে পাহাড়ের ঢাল বরাবর পুঞ্জক্ষয়কে প্রভাবিত করে। এর ফলে শিলাখণ্ডগুলো নিচের দিকে নেমে আসে। ভূমিভাগের ওপর ছোট ছোট বরফের সঞ্চয়, যেমন বরফের কীলক (wedge), শিরা (veins), লেন্স আকৃতির বরফ (lenses) এবং সূচের আকৃতির বরফ ইত্যাদিকে পিপক্রেক (Pipkrake) বলা হয়। এরা ঢালের সমকোণে ছোট ছোট পাথরের খণ্ডের সঞ্চয় সৃষ্টি করে। যখন বরফ গলে যায় তখন ঐ পাথরের খণ্ডগুলি উল্লম্বভাবে নিচের দিকে পড়ে যায়। সলিফ্লুকশনের উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য হল, পাথরের খণ্ডগুলো এমনভাবে সঞ্চিত হয় যে এদের অক্ষ সলিফ্লুকশন-এর প্রবাহের দিকে প্রসারিত থাকে।

শিলাচূর্ণের আকৃতির ওপর সলিফ্লুকশনজনিত গতিশীলতার হার নির্ভর করে। খাড়া ঢালের ওপর সলিফ্লুকশন-এর হার নির্ভরশীল। এই প্রসঙ্গে উল্লেখযোগ্য, বিশাল অঞ্চল জুড়ে এই শিলাখণ্ড, নুড়ি, বালি, কাদা প্রভৃতি ওপর থেকে নিচে বিরাট আকারে নেমে আসতে পারে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে জলের পরিমাণ বেশি হলে ওপর থেকে কাদার প্রবাহ (Mud flow) সৃষ্টি হতে পারে। সলিফ্লুকশন-এর গতি পরিমাপ করলে দেখা যায়, ঢালযুক্ত অঞ্চলে এর গতিশীলতার হার বছরে ২-৫ সেন্টিমিটার।



চিত্র ৩.৮ সলিফ্লুকশন

ভূমিরূপের ওপর সলিফ্লুকশনের প্রভাব (Effects of solifluction)—পেরিগ্লেসিয় অঞ্চলে তুষারের সাহায্যে ভেঙে যাওয়া শিলাখণ্ডগুলির পরিবহনের ক্ষেত্রে সলিফ্লুকশন বিশেষ ভূমিকা পালন করে। শিলার ফাটল ও ছিদ্রগুলির মধ্যে জল জমে বরফে পরিণত হয় এবং এর ফলে ফাটলের গায়ে প্রচণ্ড চাপ সৃষ্টি হয়। এই প্রক্রিয়ায় বড় পাথরের খণ্ডগুলি বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। বিচূর্ণিত শিলাখণ্ডগুলি সলিফ্লুকশন প্রক্রিয়ায় ক্রমাগত নিচের দিকে পরিবাহিত হতে থাকে। এইসব শিলাখণ্ড পর্বতের পাদদেশে স্তুপের আকারে ত্রিকোণাকৃতি বর্ধীপের মতো সঞ্চিত

হয় (Detrital fan)। অনেকক্ষেত্রে বিভিন্ন আকৃতির এইসব পাথরের খণ্ড নদী উপত্যকার মধ্যে সঞ্চিত হয়। কিন্তু নদী এদের নিম্ন প্রবাহের দিকে পরিবহন করতে পারে না। এইভাবে নদীখাতে সঞ্চারের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। হংল্যান্ডে নুড়িপাথরে গঠিত অঞ্চলে শুষ্ক নদী উপত্যকার মধ্যে অনেক পাথরের খণ্ডের সঞ্চার লক্ষ করা যায়। কোয়াটারনারি হিমযুগে পেরিগ্লেসিয় অঞ্চলে এই পাথরের সঞ্চার বিশেষভাবে লক্ষ্যণীয়।

কোনো কোনো ক্ষেত্রে নদীখাতে সঞ্চিত এইসব শিলাখণ্ড সলিফিকেশন প্রক্রিয়ায় নিচের দিকে নেমে যায়। তুষারের কাজের ফলে ভূমিভাগের ওপর শিলাখণ্ডগুলি স্তূপাকারে সঞ্চিত হয় এবং ধীরে ধীরে অপসারিত হতে থাকে। বেলজিয়ামের অন্ডর্গাত এরোলাইনস্ (Arolines) পর্বতের উচ্চঅঞ্চলে এই ধরনের ভূমিরূপের বৈচিত্র্য লক্ষ করা যায়। সলিফিকেশন প্রক্রিয়ার সাহায্যে পরিবাহিত শিলাচূর্ণ আকৃতি অনুসারে সঞ্চিত হয় না। এই সঞ্চারে ওপরের সূক্ষ্ম পদার্থগুলি অপসারিত হয়ে যায় এবং বড় আকৃতির পাথরের খণ্ডগুলি থেকে যায়। মার্লবরো (Marlborough Rawn) অঞ্চলে উপত্যকার মধ্যে এই ধরনের বৈচিত্র্য লক্ষ করা যায়। পেরিগ্লেসিয় প্রক্রিয়ার সাহায্যে যেমন ভূমিভাগের উচ্চতা ক্রমাগত হ্রাস পায়, ঠিক তেমনভাবে উপত্যকার মধ্যে ভাঙাচোরা শিলাখণ্ড সঞ্চিত হয়। স্যালিসবেরি (Salisbury) সমভূমি, বাকার্ডি (Bicardi) এবং আর্টয় (Artois) অঞ্চলের ভূমিরূপে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি লক্ষ করা যায়।

- ১) উঁচুনিচু ভূমিরূপ,
- ২) মসৃণ ঢাল,
- ৩) তুষারের কাজের ফলে ভাঙাচোরা শিলাখণ্ড।

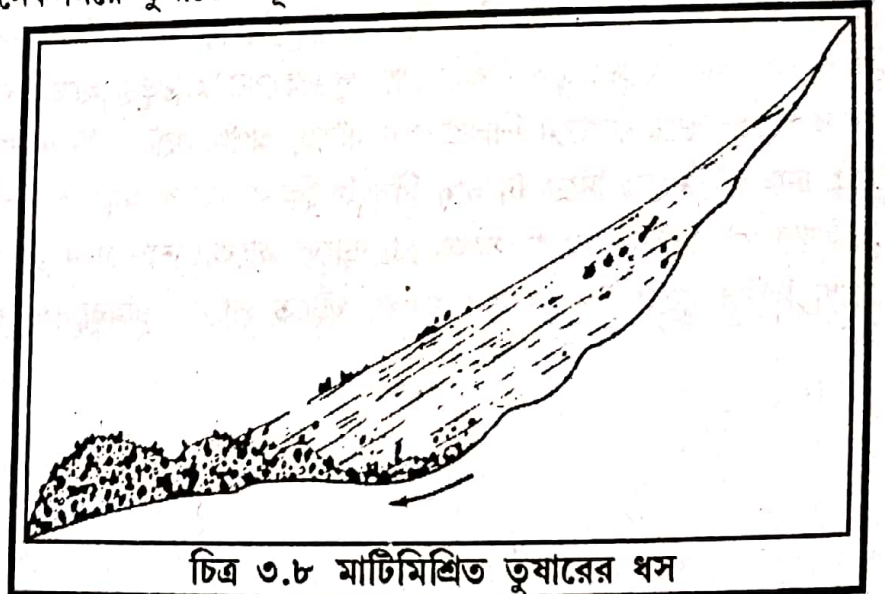
পুঞ্জীকরণের ফলেই কোয়াটারনারি হিমযুগে ভূমিরূপের এইসব বৈশিষ্ট্য সৃষ্টি হয়েছে।

৩.২.৪ দ্রুত প্রবাহ

যখন বৃষ্টির জলে অথবা বরনার জলে আর্দ্র ও সম্পৃক্ত মাটি কিংবা ভগ্নস্তূপ দ্রুত নেমে আসে তখন তাকে দ্রুতপ্রবাহী অবতরণ বলা যায়। এক্ষেত্রে অনেকসময়ে তুষারের স্তূপও ওপর দিক থেকে ঢাল বরাবর দ্রুত নেমে আসতে পারে।

৩.২.৪.১ মাটিমিশ্রিত তুষারের ধস

উচ্চপর্বত অঞ্চলে অবতরণমুখী তুষারে মিশ্রিত শিলাচূর্ণের ভেতরে ট্যালাসের অংশবিশেষ চূকে কর্দমাক্ত তুষার সৃষ্টি করে। অপেক্ষাকৃত ভারী এই ট্যালাস-মিশ্রিত তুষার নিম্নঢালে অবস্থিত পরিচ্ছন্ন তুষারের ওপর খুব দ্রুত নেমে আসে। তুষার গলে গেলে শিলাচূর্ণের স্তূপ সমান্তরাল এবড়োখেবড়ো তুষার শৈলশিরা তৈরি করে।

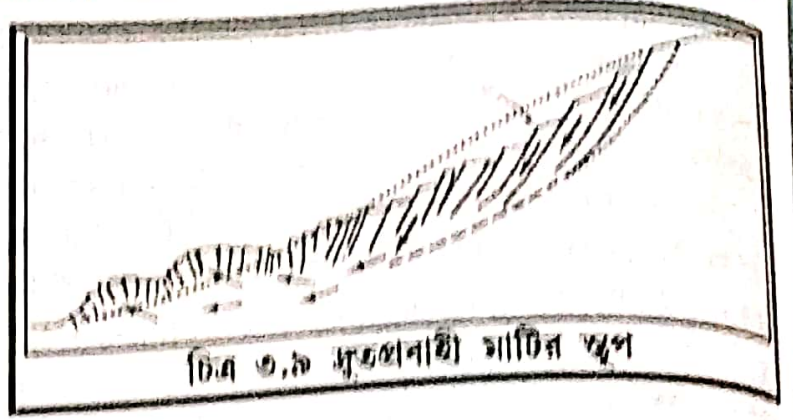


চিত্র ৩.৮ মাটিমিশ্রিত তুষারের ধস

৩.২.৪.২ দ্রুতপ্রবাহী মাটির স্তূপ (Rapid earth flow)

স্থানীয়ভাবে ২°-৩৫° ঢালযুক্ত পেরিগ্লেসিয় অঞ্চলে সলিফিকেশন-এর ফলে দ্রুতপ্রবাহী মাটির স্তূপ-এর সৃষ্টি হয়। এই দ্রুত প্রবাহের ক্ষেত্রে অনেক ছোট ছোট ভগ্ন তৈরি হতে দেখা যায়। এইসব ভগ্ন বরাবর মৃত্তিকাস্তরের অংশবিশেষ দ্রুত নেমে যেতে থাকে। লক্ষ করা যায়, ভূমিভাগ খুব ধীরে ধীরে বসে যাচ্ছে ও ভূমির উপর বড়

বড় ফাটল সৃষ্টি হয়েছে। এক্ষেত্রে কিছু ভূমিভাগটি শিলাখণ্ড ও মাটির সমন্বয়ে তৈরি। দার্জিলিং অঞ্চলে এইজাতীয় ক্রমাগতী ভূমিসংকে ঘণা করার জন্য আমলিমো ও জামুয়া ঘাস লাগানো হয়। এইজাতীয় অবনমনের জন্য নিচের শিলাখণ্ড বা তার আবহবিকারপ্রস্তু শিলাচূর্ণ জলশোষণ করে ধসকে সাহায্য করে।

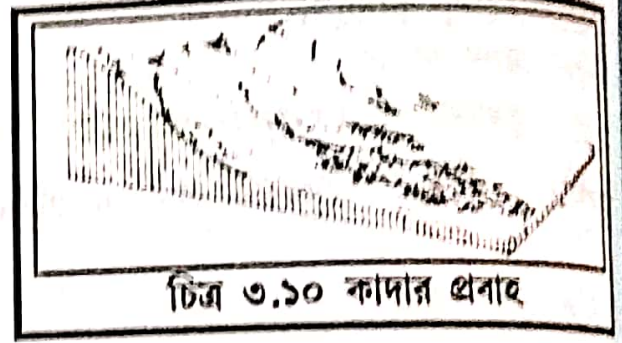


চিত্র ৩.৯ দৃঢ়প্রবাহী মাটির রূপ

৩.২.৪.৩ কাদার প্রবাহ (Mud flow and Lobe)

প্রতি সেকেন্ডে ১.৫—৪.২ সে.মি. গতিবেগসম্পন্ন জলমিশ্রিত ও ৫০শতাংশ শিলাচূর্ণসমৃদ্ধ ঘন তরল ঢাল বরাবর দ্রুত নেমে এলে তাকে কাদার প্রবাহ (Mud flow) বলে। ফলে উদ্ভিদহীন ঢালু অঞ্চলের ওপর, পার্বত্যভূমিতে বেশি বৃষ্টিপাতের পর, মেনুদেশীয় অঞ্চলে গলনের সময়ে এই ধরনের কাদার প্রবাহ লক্ষ করা যায়। কাদার প্রবাহের সঙ্গে অনেক সময়ে আবহবিকারপ্রস্তু শিলাখণ্ড বাহিত হয়, তখন একে মাড় লোব (Mud lobe) বলে।

সামগ্রিকভাবে, পুঞ্জক্ষয়ের ভূমিরূপ সম্পর্কে বলা যায় যে, ওপরের ঢাল থেকে মাটি ও শিলাচূর্ণের ভারী জুপ নিচের দিকে অপেক্ষাকৃত কম ঢালে এসে স্থায়ী হলে অধিকাংশ ক্ষেত্রেই লোবজাতীয় ভূমিরূপ সৃষ্টি হয়। এটি এমন একটি ভূমিরূপ যার ওপরের অংশ চ্যাপ্টা বা প্রায় সমতল এবং প্রান্তদেশ উত্তল।



চিত্র ৩.১০ কাদার প্রবাহ

৩.২.৫ মিশ্র প্রক্রিয়া (Complex)

ওপরে যে-সমস্ত প্রক্রিয়া এবং সংশ্লিষ্ট মাটি, শিলাচূর্ণ ও শিলাখণ্ডের ঢাল বরাবর অবতরণের কথা বলা হল, তা সবসময়ে যে সম্পূর্ণভাবে একটি প্রক্রিয়ার অন্তর্ভুক্ত হয় তা নয়। অনেকসময়েই একাধিক প্রক্রিয়া এবং শিলা, মাটি ও আবহবিকারপ্রস্তু ভগ্নরূপ এক সঙ্গে পুঞ্জক্ষয়ের অন্তর্ভুক্ত হতে পারে। প্রকৃতপক্ষে, অনেক সময়ে দেখা যায় ওপর দিকের স্তরে যেখানে শিলাপ্রপাত ঘটছে, অর্থাৎ ছোট ছোট শিলার টুকরো অনেক ওপর থেকে ভেঙে পড়ছে সেই ঢালেরই নিচের দিকে ট্যালাস বিসর্পণ কিংবা আরো নিচে মাটির বিসর্পণ হচ্ছে। সংশ্লিষ্ট ভূমিভাগের ঢাল প্রক্রিয়ার পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে পালটাতে থাকে। তাই মনে রাখা দরকার, পুঞ্জক্ষয় এমন একটি প্রক্রিয়া যার মধ্যে বিভিন্ন রকম উপপ্রক্রিয়ার সমন্বয় ঘটতে পারে। ভূমিরূপেও তার চিহ্ন দেখা যেতে পারে।

সম্ভাব্য প্রশ্ন

১. স্লাম্প (Slump) বা আকস্মিক পতন কাকে বলে? স্লাইড (Slide) বা স্বলন কাকে বলে? (২)
২. ভূমিরূপের ওপর পুঞ্জিতক্ষয়ের বিভিন্ন প্রক্রিয়ার প্রভাব আলোচনা কর। (১০)
৩. মৃত্তিকা প্রবাহ ও কর্দম প্রবাহের মধ্যে পার্থক্য দেখাও। (৪)
৪. মৃত্তিকা বিসর্পণ কাকে বলে? (২)
৫. পুঞ্জক্ষয়ের বিভিন্ন প্রক্রিয়া ও সংশ্লিষ্ট ভূমিরূপ ব্যাখ্যা কর। (১০)