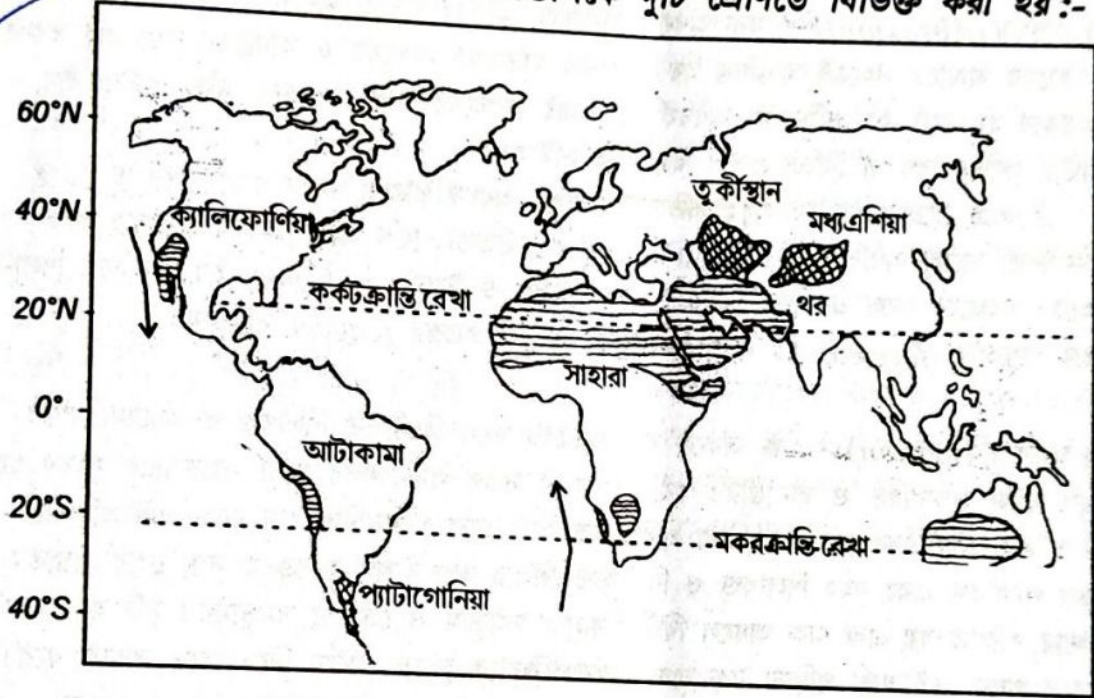


উষ্ণ মরুভূমি অঞ্চলে বায়ুর কাজ ও ভূমিরূপ

(Aeolian Processes in Hot Desert Area and Landforms)

A. ভূমিকা (Introduction):-

পৃথিবীর শুষ্ক ও উষ্ণ মরু অঞ্চলগুলিকে দুটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়:-



উষ্ণ মরুভূমি
 শীতল মরুভূমি
 → শীতল হ্রোত
 পৃথিবীর মরুদ্যান

(a) মধ্য অক্ষাংশের শুষ্ক অঞ্চল বা শীতল মরু অঞ্চল এবং

(b) নিম্ন অক্ষাংশের উষ্ণ মরু অঞ্চল।

(a) মধ্য অক্ষাংশের শুষ্ক মরু অঞ্চল: (Mid-latitude Dry Deserts):- পৃথিবীর নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের মরুভূমিগুলি এই শ্রেণীর অন্তর্গত। এই মরুভূমিগুলি মহাদেশের অন্তরভাগে অবস্থিত হওয়ায় জলবায়ু চরমভাবাপন্ন ও আর্দ্র বায়ু এই সকল অঞ্চলে প্রবাহিত হতে পারে না, এশিয়া মহাদেশের গোবি, তুর্কিস্তানের মরুভূমি, উত্তর আমেরিকার গ্রেট হেবসিন, দঃ আমেরিকার প্যাটাগোনিয়ার মরুভূমি, কাশ্মীরের লাডাক ও হিমাচলপ্রদেশের লাহুল-স্পিটি অঞ্চলের মরুভূমি শীতল নাতিশীতোষ্ণ মরুভূমির অন্তর্গত।

(b) নিম্ন অক্ষাংশের উষ্ণ মরু অঞ্চল (Low-latitude Deserts):- ক্রান্তীয় আয়নবায়ু বলয় অঞ্চলে মহাদেশগুলির পশ্চিম ভাগে মরুভূমির সৃষ্টি হয়েছে। সমুদ্র থেকে আগত বাতাস যখন এই সকল অঞ্চলের উপর দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখন বাতাসে জলীয় বাষ্প থাকে না। এর ফলে উপরিউক্ত অঞ্চলে উষ্ণ মরুভূমির সৃষ্টি হয়েছে। আফ্রিকার সাহারা, কালাহারি, নামিব মরুভূমি, এশিয়ার আরব

বা প্রাচ্যপ, বায়ুস্রব, লুৎ, সিনাই যক্ষ, উঃ আমেরিকার সোনাকর্ণ মরুভূমি, দঃ আমেরিকার আটাকামা মরুভূমি উক্ত নিম্ন অক্ষাংশের মরুভূমির অন্তর্গত।

B. বায়ুর কার্য (Works of Wind):-

বায়ু ক্ষয় পরিবহন ও সঞ্চয় এই তিন প্রকার কাজ করে থাকে এবং বিভিন্ন প্রকার ভূমিরূপের সৃষ্টি হয়। আলজোনার সুরিখার জন্য প্রথমে বায়ুর ক্ষয়কার্য উল্লেখ করা হল।

1. বায়ুর ক্ষয়কার্য (Erosional Processes of Wind):-

থাকে -

(a) অবসর্ষ (Abrasion):- যক্ষ অঞ্চলে শিলাখণ্ড, মুক্তিকা প্রভৃতি অলগা বা শিথিল থাকে বলে বাতাসের আঘাতে সহজেই ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। প্রধানত বাতাসের সাঘর্ষের ও আঘাতের ফলে এই প্রকার ক্ষয়কার্য হয় বলে এই প্রক্রিয়াকে অবসর্ষ বলে। এই অবসর্ষের ফলে শিলাখণ্ডের আঁচড় কাটার দাগ, গভীর ক্ষতের দাগ বা বিভিন্ন প্রকার ছিদ্রাঘের সৃষ্টি হয়।

এক্ষেত্রে উল্লেখযোগ্য যে বায়ুর গতিবেগের উপর অবসর্ষ প্রক্রিয়া নির্ভর করে। তবে ডু-পুঠের নিকটবর্তী জুর্ভেই অর্ধে ডুপুঠ থেকে 2 মিটারের কম উচ্চতা পর্যন্ত অল্পে অল্পে প্রক্রিয়ায় কাজ করে। অবসর্ষের ফলে একদিকে যেমন শিলাখণ্ড ময়ূন ও উজ্জ্বল (polished) হয়, অন্যদিকে শিলা-স্তম্ভ পলকটা (faceted) হয় এবং শিলাখণ্ডে ধার বা প্রান্তের (edges) সৃষ্টি হয়।

(b) ঘর্ষণ (Attrition):- যক্ষ অঞ্চলে বায়ু প্রবাহের ফলে বিক্ষীভূত শিলাখণ্ড বা অন্যান্য প্রস্তর খণ্ড যখন অপসারিত ও স্থানান্তরিত হয়, তখন ঐ সঞ্চয় পদার্থগুলির মধ্যে পারস্পরিক সংঘর্ষ হয় এবং এর ফলে একপ্রকার ক্ষয়প্রক্রিয়া পরিলক্ষিত হয়। একে ঘর্ষণজনিত ক্ষয় বলে। এই প্রক্রিয়ায় স্থূল পদার্থকণা এবং বৃহৎ শিলাখণ্ড ও বিক্ষীভূত শিলার অপসারণের কলক্রমে সূক্ষ্ম থেকে সূক্ষ্মতর কণায় পরিণত হয় এবং যক্ষ অঞ্চলে বিস্তীর্ণ বালুকা সমভূমি ও লোহেয় সমভূমিরও সৃষ্টি হয়। বলা যেতে পারে, এই ঘর্ষণ প্রক্রিয়া যক্ষ অঞ্চলে ক্ষয়প্রক্রিয়াকে পূজুত পর্যায় নিয়ে যেতে সাহায্য করে। এছাড়া শিলাখণ্ডগুলি পারস্পরিক সংঘর্ষের ফলে ক্রমশঃ ময়ূন ও উজ্জ্বল হয় ও অবসর্ষ প্রক্রিয়ার মত এই প্রক্রিয়াতেও শিলাখণ্ডগুলি পলকটা ও বর্ষার বিশিষ্ট হয়।

(c) অপসরণ (Deflation):- যখন অধিক গরিরূপসম্পন্ন বাতাস মক্ষঅঞ্চলে সঞ্চিত বালিকণা ও ক্ষয়কণাসমূহকে একস্থান থেকে অন্যস্থানে উড়িয়ে নিয়ে যায় এবং সেখানে সঞ্চিত করে, তখন সেই প্রক্রিয়াকে অপসরণ বলে। বলা যেতে পারে, এই ক্ষয়প্রক্রিয়া ও প্রস্তরগুলির অন্যতম ক্ষয়প্রক্রিয়া ও বিভিন্ন প্রকার ভূমিরূপ গঠনের ক্ষেত্রে এই প্রক্রিয়াটি সক্রিয় ভূমিকা নেয়। এই প্রক্রিয়ায় কোন এক স্থান নীচু হয় এবং সেখান থেকে বতু নানা প্রকার গর্ত ও অবনতিত অংশের সৃষ্টি করে। এদের 'ব্লো-আউট (blow out)' বলে। রাজস্থানে এই প্রকার গর্তগুলি 'ধন্দ' (Dhand) নামে পরিচিত। অনুরূপ-ভারে পৃথিবীর অন্যান্য মক্ষ অঞ্চলেও এই প্রকার গর্তের সৃষ্টি হয়েছে। এই অপসরণ প্রক্রিয়াটি ক্ষয় ও সঞ্চয় প্রক্রিয়ার মধ্যে যোগসূত্র স্থাপন করে। রাজস্থানের মাউন্ট আবুতে অপসরণ প্রক্রিয়ার ফলে পর্বত গাড়ে বিভিন্ন প্রকার গর্তের সৃষ্টি হয়েছে।

■ বায়ুর পরিবহন ও সঞ্চয় কার্য (Transportation and Deposition by wind):-
যক্ষ অঞ্চলে বায়ু সঞ্চয় প্রক্রিয়ার ফলে বিভিন্ন প্রকার ভূমিরূপ গঠিত হয়। এই সঞ্চয় ভূমিরূপ

বায়ুর গতিশীল আচরণের জন্য সমস্তের পরিপ্রেক্ষিতে রূপান্তরিত ও পরিবর্তিত হয়। প্রথমে ভূমিরূপ বিপর্যয় 'ব্যাগনল্ড' (Bagnold) এর মতে বায়ুপরিবাহিত অবস্থাপন প্রধানত তিনটি পদ্ধতি-তে সংগঠিত হয়:-

(a) ভাসমান অবস্থায় বহন (Suspension),
(b) লক্ষ্যমান প্রক্রিয়ায় পরিবহন (Saltation),
(c) ভূমির ওপরে দিয়ে ধীরগতিতে পরিবহন (Surface-Creep)।

(a) ভাসমান অবস্থায় বহন (Suspension):- যক্ষ অঞ্চলে বিভিন্ন প্রকার শিলাকণা, বালুকা প্রভৃতি থাকে। এদের করার আয়তন অনুযায়ী স্থূল (course), মধ্যম (medium), সূক্ষ্ম (fine) এই তিন শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়। অপেক্ষাকৃত সূক্ষ্ম বালুকা বা শিলাকণা পরিবহন প্রক্রিয়ায় সহজেই এক স্থান থেকে অন্য-স্থানে ভাসমান অবস্থায় পরিবাহিত হয়। যে কোন পদার্থের পরিবহনের ক্ষেত্রে পদার্থ-কার্য আয়তন, মাধ্যাকর্ষণ শক্তি ও পরিবহনকারী শক্তির পারস্পরিক ক্ষমতা প্রভৃতির ওপরে নির্ভর করে। আমরা জানি যে যখন পরিবহনকারী শক্তি মাধ্যাকর্ষণ শক্তি অপেক্ষা বেশি হয়, তখন পদার্থের ভাসমান অবস্থায় অনুভূমিক পরিবহন ঘটে। অর্থাৎ বায়ুর গতিবেগ বেশি হওয়ায় যখন পদার্থগুলি ডু-পুঠ ক্রমে ক্রমে বাতাসে ভাসমান অবস্থায় এক স্থান থেকে অন্য-স্থানে আনীত হয়। তখন সেই প্রক্রিয়াকে ভাসমান পরিবহন বলে। তবে বায়ুর গতিবেগ ক্রমাগত বর্ধনের ফলে বা অন্যকারণে হ্রাস পেলে সেই ভাসমান পদার্থ সমূহ ক্রমে ক্রমে ডু-পুঠের ওপরে সঞ্চিত হয়।

(b) লক্ষ্যমান প্রক্রিয়ায় পরিবহন (Saltation):- যক্ষ অঞ্চলে বিক্ষীভূত শিলাখণ্ড ও প্রস্তরখণ্ডগুলি একটি বিশেষ প্রক্রিয়ায় এক স্থান থেকে অন্যস্থানে পরিবাহিত হয়। অধিক গতিবেগসম্পন্ন বাতাস যখন এই প্রস্তরখণ্ডগুলির ওপরে কাজ করে তখন অপসরণ প্রক্রিয়ায় প্রস্তরখণ্ডগুলি উত্তোলিত হয়। এবং লক্ষ্যমান প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ক্রমশঃ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় এবং স্থানান্তরিত হয়। এই প্রকার পরিবহন বালু-কণা এবং প্রস্তর-খণ্ড উভয় পদার্থের ওপরে হয়ে থাকে। এক্ষেত্রে উল্লেখযোগ্য যে বালুকা ও প্রস্তরখণ্ডগুলি এক-দিকে যেমন বায়ুপ্রবাহ অনুযায়ী ভাঙিত হয়, অন্যদিকে মাধ্যাকর্ষণ শক্তির প্রবাহে ক্রমশঃ নিম্নাঙ্গী হয়। তবে এই প্রক্রিয়ার কার্যকারিতা অক্ষয়ই নির্ভর করবে বায়ুর গতিবেগ, পদার্থের আয়তন এবং ডু-প্রাকৃতিক ঢালের ওপরে। দেখা যায় যে যাত্রিক আবহবিকারে শিলা বিক্ষী-ভূত স্থলে এই প্রক্রিয়া করার আয়তনকে ক্রমশঃ সূক্ষ্ম থেকে সূক্ষ্মতর কণায় রূপান্তরিত করে। তবে এই প্রক্রিয়ার সঙ্গে অবশ্য পারস্পরিক ঘর্ষণ পদার্থ করার আয়তন হ্রাসকে ত্বরান্বিত করে।



(c) ভূমির ওপরে দিয়ে ধীর গতিতে পরিবহন (Surface-Creep):- যখন বাতাসের চলা প্রবল হয়, তখন লক্ষ্যমান প্রক্রিয়ায় পরিবহনের পরিবর্তে ভূমিভাগের সম্পর্কে এক প্রকার পরিবহন ঘটে, যাকে ভূমি বিসর্পন (Surface-Creep) বলে। বস্তুতঃ লক্ষ্যমান প্রক্রিয়ার পদার্থকণাগুলি অঙ্গসার হলেও পারস্পরিক সংঘর্ষে ও মাধ্যাকর্ষণ শক্তির প্রবাহে এই উত্তোলন ক্রমশঃ ব্যহত হয়। তবুও অনুভূমিক দিক বরাবর কিছু বল (force) অবশিষ্ট থাকে, যা ভূমিভাগের ওপরে দিয়ে পদার্থ থেকে ক্রমাগত অঙ্গসার হতে সাহায্য করে। এইভাবেই যক্ষ অঞ্চলে বালি বিসর্পন (Sand-Creep)

সংগঠিত হয় ও বিভিন্ন প্রকার বৃহৎকার সঞ্চাজাত ভূমিরূপ গঠন করে।

একত্রে কলা যেতে পারে যে ভূমি-বিসর্পনের পরিমাণ অক্যাই নির্ভর করে অন্তর্ভুক্ত দিক বরাবর বাতাসের গতিবেগের পরিমাণ, ভূমিভঙ্গের বা ভূমিগোলের ঢাল, শিলাখণ্ডের ঘর্নশক্তি, আবহবিকারের পরিমাণ-ভুক্তির ওপর।

বায়ুর সঞ্চয় প্রক্রিয়া (Processes of Aeolian Deposition):-

পরিবহন প্রক্রিয়ার পন্যের স্থানান্তর ঘটে এবং কয়েকটি বিশেষ প্রক্রিয়ার পন্যভলি সঞ্চিত হয়, এদের মধ্যে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি উল্লেখযোগ্য।

(i) **স্ফারন (Sedimentation):-** স্তরে স্তরে ডু-পাঠের ওপর বা বিভিন্ন অবনতিত অংশে বা সবজল ভূমির ওপর বা শিলাস্তরের খাঙে বা ফাটলের মধ্যে পরিবাহিত পন্যভলি সঞ্চিত হয়, এদের পন্যের স্ফারন বলে। এইসকল সঞ্চয়ের ক্ষেত্রে ভাসমান বোখা এবং ভূমি-বিসর্পন সক্রিয় ভূমিকা নেয়।

(ii) **অনুলেপন (Accretion):-** এই প্রক্রিয়ায় যে সকল মূলিকা বা বায়ুস্রাব উল্ক্ষন প্রক্রিয়ায় ও ভাসমান অঞ্চল পরিবাহিত হয়, তারা ক্রমে স্থিতবহুশ্রাঙ হয়।

(iii) **ক্রম-অগ্রসরণ (Encroachment):-** যখন বায়ুস্রাবের পন্য কোন বাখা থাকে তখন বিসর্পন প্রক্রিয়ায় পরিবহন ঘটে না, কিন্তু অখাল্য পরিবহন প্রক্রিয়াতে অর্থাৎ উল্ক্ষন বা ভাসমান প্রক্রিয়ায় পন্যভলি ক্রমশ: সন্স্বতী দিকে অগ্রসর হয়, একে ক্রম-অগ্রসরণ বলে।

C. বায়ুর ক্ষয়জাত ভূমিরূপ (Aeolian erosional landforms)

(i) **বায়ুর ক্ষয়কার্য:-** বায়ু যাইক ও রাসায়নিক উভয় পন্যভিতে ক্ষয় কার্য করে থাকে। মোটামুটি ভাবে বায়ুর ক্ষয়সাধন কার্য নিম্নলিখিত বিষয়গুলির ওপর প্রত্যক্ষ অথবা পরোক্ষভাবে নির্ভরশীল-

- (1) মিন ও রাইস উপমাছার ব্যবধানের আধিক্য।
- (2) অল্প বৃষ্টিপাত।
- (3) অত্যধিক বাষ্পীভবন।
- (4) উচ্চতর অনুপরিষ্কিত।
- (5) বায়ুর গতির উন্নতি।
- (6) বহনযোগ্য পন্যের আধিক্য।
- (7) ঢৌর উপের আধিক্য।

(ii) **বায়ু প্রবাহের ক্ষয়কার্য পন্যভি:-** বায়ুস্রাবের দ্বারা ক্ষয়কার্য সাধারণত তিনটি পন্যভির দ্বারা সংগঠিত হয়। যথা-(1) অবনমন বা *Deflation*, (2) ঘর্নন বা *Abrasion*, (3) কর্ণন বা *Corrosion*।

(1) **অবনমন (Deflation):-** অবনমন বায়ু প্রবাহের প্রথম কাঙ্ক। বায়ু প্রবাহে বায়ু অঞ্চলের উপরিভাগে ওচ্চ বা অগাণাতাবে অবস্থিত বালিরাসিক উড়িয়ে নিয়ে যায়। এর ফলে মনুভূমিতে অনেক সময় নানা প্রকার গর্ত বা বিভিন্ন প্রকার খাঙের সৃষ্টি হয়। বায়ু অঞ্চলের বায়ু প্রবাহের দ্বারা ক্ষয়ভবনের প্রকৃ পন্যভিতে অবনমন বলে।



চিত্র- অবনমন প্রক্রিয়ার Stages

(2) **ঘর্নন (Abrasion):-** অত্যন্ত কর্ণন কোয়টক শিলায় বিভিন্ন আকৃতির টুকরো সহ প্রচুর পরিমাণে বায়ুকা বাশি প্রবাহিত হয়। এই অবস্থায় কোয়টক শিলাকার সাথে প্রত্যক্ষ ঘর্ননের ফলে বিভিন্ন প্রকার ভূমিরূপ সৃষ্টি হয়। বায়ু প্রবাহের দ্বারা বাহিত পন্য সন্স্বতের সাথে আঘাতের ফলে যা ক্ষয় হয় তাকে বায়ু প্রবাহের ঘর্ননভলিত ক্ষয়সাধন বলে।

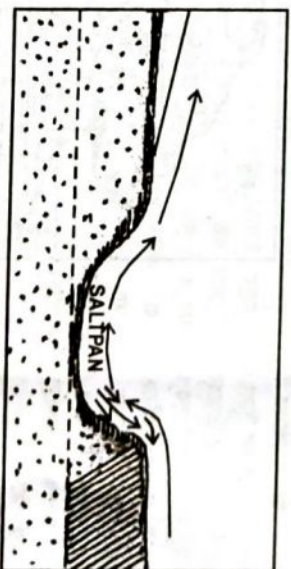
বায়ুর সাথে প্রবাহিত উপাধানসমূহ নিজেদের মধ্যে ও বায়ুর সাথে পরস্পর পরস্পরকে কিছু পরিমাণ আঘাত করে এবং আঘাত প্রাঙ হয়। ফলে বাহিত পন্যভলি মৌলিকার আকার ধরন করে। বাহিত শিলা সন্স্বতের এইরূপ পারস্পরিক ঘর্ননের দ্বারা ক্ষয় প্রক্রিয়াকে *Attrition* বলে।

(3) **কর্ণন (Corrosion):-** বায়ুস্রাবের সহিত বাহিত কর্ণন বায়ুস্রাব দ্বারা ক্রমাগত আঘাতের ফলে ক্ষয়প্রক্রিয়াকে কর্ণন বা *Corrosion* বলে। এটির প্রভাব সর্বত্র সমান নয়। এর প্রভাবে অপরিস্রবৃত্ত নরম শিলাভলি দ্রুত এবং কর্ণন শিলা ধীরে ক্ষয়প্রাঙ হয়।

(iii) **বায়ুস্রাবের ক্ষয়কার্যের ফলে গড়ে ওঠা ভূমিরূপ (Aeolian erosional features):-** অবনমন, ঘর্নন, কর্ণন প্রভৃতি প্রক্রিয়ার দ্বারা যে ক্ষয় সাধন হয় তার ফলে সৃষ্টি ভূমিরূপগুলির পর পর চিত্রসহ আলোচনা করা হল-

(1) **মরুখাঙ:-** মরুভূমিতে কোখাও যলকা বা সূক্ষ্ম বায়ু দ্বারা পরিষ্কিত থাকে। বায়ু প্রবাহের দ্বারা এইরূপ শিথিল অংশ সহজেই ক্ষয়প্রাঙ হয়। ক্রমাগত এইরূপ ক্ষয় কর্তে ফলে স্থানভলি দীর্ঘ হয় এবং কোনো কোনো ক্ষেত্রে গভীর খাঙের সৃষ্টি হয়।

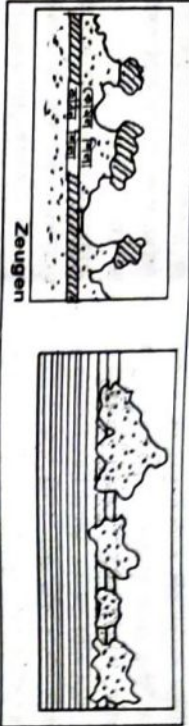
যেমন- শিলারের কাতরা ডু-খাত এদের মধ্যে গভীরতম (440 ফুট)।



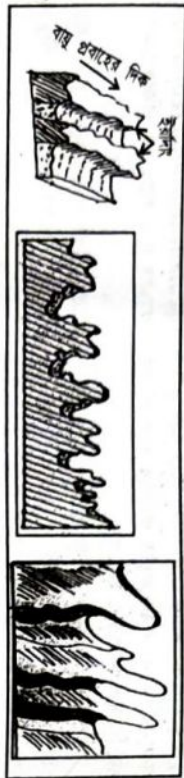
(2) **মরু পেডিমেন্ট:-** পশাণালি বিস্তৃত শিলাসমূহ সমানভাবে ক্ষয় হবার ফলে মরু অঞ্চলে যে খোকার মত মরু সূক্ষ্ম ভূমির সৃষ্টি করে তাকে মরুপেডিমেন্ট বলা হয়।

(3) **জাউগোর:-** মরুভূমি অঞ্চলে কোনো কোনো স্থানে পর্যায়ক্রমে কর্ণন শিলাস্তরের দীর্ঘ কোমল শিলা স্তর থাকে। মিন ও রাইস উপমাছার অতিরিক্ত ব্যবধানের জন্য শিলাস্তরের সংকোচন ও প্রসারণ ঘটে। এর ফলে অনেক সময় কর্ণন শিলাস্তরের পশাণালি অনেকগুলি ফাটলের সৃষ্টি হয়। বায়ু প্রবাহের ফাটলের মধ্যে দিয়ে অবনমন ও ঘর্ননের ফলে ক্রমাগত ক্ষয় করতে থাকে। কর্ণন শিলাস্তর খুব ধীরে ক্ষয়প্রাঙ হলেও ক্ষয়কার্য দীর্ঘ কোমল শিলাস্তর পর্যন্ত পৌঁছালে দেখানো অবনমনের দ্বারা শিলা বাশি খুব দ্রুত অপসারিত হয়। এরূপ অবস্থায় দীর্ঘ কোমল শিলাস্তর দ্রুত ক্ষয়প্রাঙের ফলে উপরের কর্ণন শিলাস্তরের প্রতিটি ফাটলের দীর্ঘ একটি করে গর্তের সৃষ্টি করে। গর্তগুলির

যাযে যে উঁচু জুড়ে মত ভূমি সৃষ্টি করে তাদের জিউতান বলে।

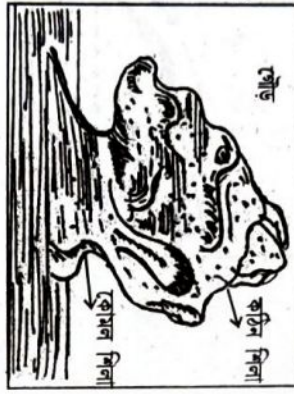


(4) ইয়ারদাং:- কোনো কোনো স্থানে খাড়াভাবে পর্যায়ক্রমে কঠিন এবং কোমল শিলা থাকে। বায়ু প্রবাহের ফলে কোমল শিলাগুলি কঠিন শিলা অপেক্ষা দ্রুত ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। এরূপ ক্ষয়সাধনের ফলে মরু অঞ্চলের স্থানে যে উঁচু দীর্ঘ টেডের মতন ডু-প্রকৃতির সৃষ্টি হয়, তাকে ইয়ারদাং বলে। যেমন- মরু অঞ্চলে (যেথা এশিয়া) এরূপ ইয়ারদাং দেখা যায়।



(5) মৌড়:- কোনো বৃহৎ শিলাখণ্ডের উপরে

কঠিন শিলা এক দীর্ঘ কোমল শিলা থাকলে বায়ুর ক্ষয়কারকের ফলে শিলা খণ্ডটির উপরের নিকট মোটা (তুলনামূলকভাবে) দীর্ঘের নিকট সুরু। সাধারণভাবে যাড়ের ছাতর মত এই শিলাখণ্ডটিকে মৌড় বা Pedestal Rock বলে। সাধারণত অনেকসময় এর দীর্ঘের অংশে অধিক ক্ষয় পেলে উপরের ভারী অংশ প্রবল বায়ুপ্রবাহে কখনো কখনো ভেঙে পড়ে। যেমন- সাধারণ মরুভূমিতে।



(6) ইনসেলবার্জ:- একই সঙ্গে অবনমন এবং

ধ্বংসের ফলে মরুভূমিতে কোনো কোনো এলাকায় কোমলশিলা সম্পূর্ণ ক্ষয় পেয়ে দীর্ঘের কঠিন শিলা বের হয়ে পড়ে। এরূপ ক্ষেত্রে কিছু কিছু কঠিন শিলা শুধু অবশেষের মতো এখানে দেখানো বা বিক্ষিপ্তভাবে মাথা উঁচু করে দাঁড়িয়ে থাকে। দক্ষিণ আফ্রিকার কালাহারি মরুভূমিতে অবস্থিত এই একরকম শিলাখণ্ডকে জার্মান ডু-ভূবিদগণ ইনসেলবার্জ নাম দিয়েছেন।

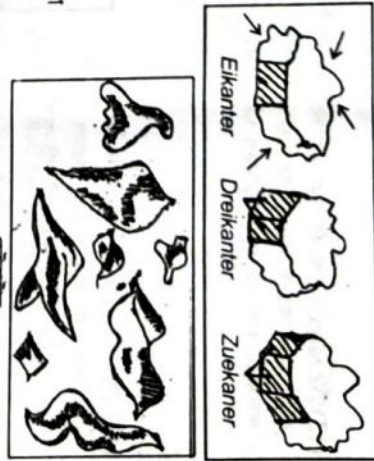


উচ্চ মরুভূমি থাকলে বায়ুর কাণ্ড ও ভূমিরূপ

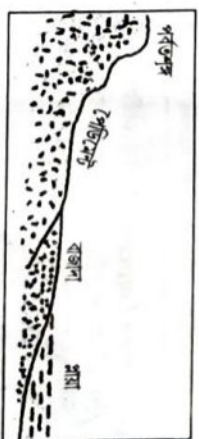
(7) ডেউফ্যাংট:- বায়ু তড়িত কোয়ান্টিক ও অন্যান্য বিচ্ছিন্ন মু-একটি শিলাখণ্ড বেশ মৃদন হয়। মরু অঞ্চলে প্রধানত একাধিকে ক্ষয়প্রাপ্ত সূক্ষ্মকৃতি কঠিন শিলা খণ্ডগুলিকে ডেউফ্যাংট বলে।



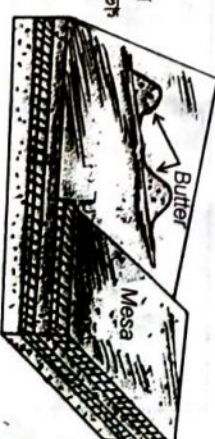
(8) ড্রেইকান্টার:- শুষ্ক মরুভূমি অঞ্চলে অনেক সময় কঠিন শিলা খণ্ডগুলি ইতস্তত: ভাবে পড়ে থাকে। পর্যায়ক্রমে বিভিন্ন দিক থেকে বায়ু প্রবাহের ফলে শিলা খণ্ডের তিনদিক থেকে ক্ষয় পেয়ে তিনটি সমপৃষ্ঠের সৃষ্টি হয়। তারপর উক্ত ক্ষয় প্রাপ্ত শিলার সমপৃষ্ঠগুলি একে অপরের সাথে অনেকটা কোণ করে মিলিত হয়। একে ড্রেইকান্টার বলে। যেমন- সাধারণ মরুভূমিতে এটি দেখা যায়।



(9) পেডিমেন্ট:- অবনমন ও ধ্বংসের ফলে উচ্চস্থানগুলি ক্রমশ: ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে প্রায় সম-তল ভূমিতে পরিণত হয়। এরূপ অবস্থায় কখনো কখনো দেখা যায় যে একটি উচ্চ ক্ষয়প্রাপ্ত ভূমি একদিকে ধীরে ধীরে ঢাল হয়ে চলে। এরূপ অবস্থা প্রাপ্ত শিলাখণ্ডকে পেডিমেন্ট বলে।



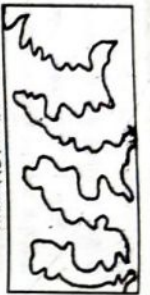
(10) মেসা ও বিউট:- কোনো কোনো মরু- অঞ্চলে অনভূমিক ভাবে বিস্তৃত কঠিন শিলাখণ্ড এমন ভাবে ক্ষয় হয় যে তার উপরিভাগ সমতল সাধারণভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত কঠিন সম্পূর্ণ শিলা-খণ্ডটিকে বৃহদাকার টেবিলের মত দেখতে হয় এবং চতুর্দিকে খাড়া ঢাল বিশিষ্ট হয়। উপরিভাগ সমতল বিশিষ্ট ছোট ছোট জিলাগুলিকে মেসা ও বিউট বলে। তবে বিউট মেসা অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর।



(11) হামাং:- অনেক মরুস্থল শুষ্ক অঞ্চলের উপরের দিকের শিলাখণ্ডের ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে যখন দীর্ঘের কঠিন শিলা অবশেষের মতো উচ্চ হয়ে পড়ে তখন এটি প্রবল বায়ু প্রবাহের সন্মুখীন হয় এবং খুব ধীরে ধীরে ক্ষয় পেতে থাকে পীথবিন যাবৎ এইভাবে ক্ষয়সাধনের পর উচ্চ এলাকার ক্ষয় প্রাপ্ত নিম্ন-তল সীমায় উপনীত হয়। এইরূপ ভূমিতে ইতস্তত: ভাবে অবস্থিত অত্যন্ত কঠিন ও মৃদন শিলাখণ্ড দেখতে পাওয়া যায়। এরূপ অবস্থাকে হামাং বলে।

(12) **Castellated Chimneys:-** অনেক সময়

কুম্বুলের শিলা বা চৌড় আবহবিকারের মাধ্যমে এইরূপ ভূমিরূপটি তৈরী হয়।



Castellated Chimneys

(13) **Needles:-** অনেক সময় জ্বল শিলা বা

চৌড় আবহবিকারের ক্ষয় করে ঘরা ঘরা এক বায়ুর ক্ষয়কারের ঘরা এই জাতীয় ভূমিরূপ গঠন করে।



Needles

(14) **Demoiselle:-** আবহবিকার এর

বায়ুর ক্ষয়কারের মাধ্যমে বায়ুর জ্বল শিলাটি *Demoiselle* জাতীয় ভূমিরূপটি সৃষ্টি করে।



Demoiselle

(15) **Stone Lattice:-** কোয়ার্টজ জাতীয়

শিলার চূষকারে ঘরনের ফলে কোষাৎ কোষাৎ শিলা গাছের উপর দাগ লক্ষ্য করা যায়। একে *Stone Lattice* বলে।



Stone Lattice

(16) **J. Walther:-** চৌড় জাতীয় ভূমিরূপকে

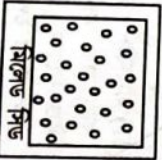
Pilzelscn নামে অভিহিত করেছেন।



Pilzelscn

(17) মিলেট সিড:- অনেক সময় *Attrition* বা ঘর্নন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে

বায়ুবিহীন পদার্থগুলি নিজেদের সাথে ক্রমাগত ঘর্ননের ফলে মিলেট সীডের ন্যায় ছোট ছোট গোলাকার দানা তৈরী করে। এছাড়া বায়ু ধরাবেরে ক্ষয়কারের মাধ্যমে বেশ কিছু ছোটখাটো ভূমিরূপ লক্ষ্য করা যায়।



মিলেট সিড

(18) অপসারণ সৃষ্ট গর্ত (**Deflection Hollow**):- মরু অঞ্চলে বায়ুর অপসারণ প্রক্রিয়ায় হাজার হাজার টন বালি অপসারিত হলে ডু-পুর্টে অসখা গর্তের সৃষ্টি হয়। এদের সাধারণভাবে ট্রা আউট বা মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে *Buffalo hollow* বলে। যেমন- কাতারা বিস্কের বৃহত্তম অপসারণ সৃষ্ট গর্ত।

(19) **Desert Pavement:-** যদি মরু অঞ্চল ক্ষয়জাত পদার্থ দ্বারা গঠিত হয় তাহলে বায়ুর

অপসারণ প্রক্রিয়ায় সূক্ষ্ম কণা সমূহ অপসৃত হলে ফেলসমাত্র নুড়ি, প্রস্তর খন্ড সঞ্চিত হয়ে *Desert Pavement* গঠিত হয়।

এছাড়াও বায়ুর ক্ষয়কারের ফলে গঠিত অন্যান্য ভূমিরূপগুলি হল-

- (a) *Wind Cave*
- (b) *Badland topography*
- (c) *Lag deposit*

D. বায়ুর সঞ্চয়জাত ভূমিরূপ (Acolian depositional features):-

(a) ক্ষুদ্রাকৃতি ভূমিরূপ-সূক্ষ্মবালি তরঙ্গ (**Small Scale Sand Ripples**):- বাতাসের

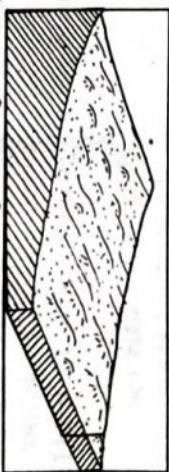
গতিবেগে অসংশয়িত কয় থাকলে বিকীর্ণ সঞ্চিত বালির উপরিভাগে ক্ষুদ্রাকৃতি বালি তরঙ্গের সৃষ্টি হয়। সাধারণত: উল্ক্ষন ও ভূমি সঞ্চয়

প্রক্রিয়ায় এই প্রকার ভূমিরূপ গঠিত হয় এবং নিম্ন সমতল ভূত্বকটিতে এই প্রকার

ক্ষুদ্রাকৃতি তরঙ্গ পরিলক্ষিত হয়। অসমান ভূমিভাগে বালির আগমন বেশি হলেও

বিশ্রান্ত চালের নিকে বালির আগমন কম হয়, ফলে উর্ধ্বতলে অধিক পরিমাণ বালিকা

সঞ্চিত হলে ক্রমশ: উন্নত বালিতরঙ্গের আকৃতি নেয়।



চিহ্ন- ক্ষুদ্র বালিতরঙ্গ

(b) ক্ষুদ্রাকৃতি ভূমিরূপ-বালুশিরা (**Small Scale Sand Ridge**):-

বালির মধ্যে ক্ষুদ্র ও বৃহৎকণা অনিয়মিতভাবে থাকে, পরবর্তী পর্যায়ে এরা কণার আয়তন অনুযায়ী সঞ্চিত

হয়। অনেক সময় লক্ষ্যমান প্রক্রিয়ায় যে সকল সূক্ষ্ম বালুকণা বা প্রস্তরখন্ড একসঙ্গে থেকে অন্যখানে

অপসারিত হয়, তখন তারা ক্রমশ: ভূপৃষ্ঠ বরাবর সঞ্চিত হয়ে একপ্রকার সঞ্চয়ের সৃষ্টি করে। এরপর ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম বালুকণাগুলি ভাসমান অবস্থায়

পরিবাহিত হয়ে ক্রমে তা স্থিতবস্থা প্রাপ্ত হয় ও একপ্রকার আচ্ছাদনের সৃষ্টি করে। এরপর সেই

সকল ক্ষুদ্র বালুকণাগুলি অপসারিত হলে নীচের সূক্ষ্ম কণাগুলি বা লক্ষ্যমান প্রক্রিয়ায় পরিস্ফুটিত ও সঞ্চিত হয়েছে) একপ্রকার ক্ষুদ্রাকৃতি শিরা তৈরী করে। এদেরই বলে বালুশিরা। তবে এরা উচ্চতর 80 সেনি ও দৈর্ঘ্য 20 মি: পর্যন্ত হতে পারে।



চিহ্ন- ক্ষুদ্রবালুশিরা

- (g) ভূমিরূপের প্রভাবঃ- ভূমির মৃদু ঢালে নির্মোচনের হার কম এবং খাড়া ঢালে বেশী হয়। আবার, ভূপৃষ্ঠ যদি দীর্ঘকাল ধরে সুস্থিত অবস্থায় থাকে তার ওপর আবহবিকার পর্যাপ্ত কার্যসাধন করে এবং গভীর আন্তরণ (আবহবিকার প্রাপ্ত পদার্থের) তৈরী করতে সক্ষম হয়।
আবার, উচ্চভূমি থেকে সহজেই জল নিষ্কাশিত হতে পারে, কিন্তু নিম্নভূমিতে জল জমার সম্ভাবনা বেশী থাকে।

১. আবহবিকারের প্রকারভেদ (Types of Weathering):-

ভৌতিক (Physical) রাসায়নিক (Chemical) ও জৈবিক (Biological) মূলতঃ এই তিনটি প্রক্রিয়ার ভিত্তিতে ভূপৃষ্ঠে আবহবিকার ঘটে। অনেক সময় একাধিক প্রক্রিয়া একসঙ্গে কাজ করে বলে আবহবিকার একটি জটিল প্রক্রিয়া হিসাবে পরিচিত। যাই হোক, সাধারণভাবে আমরা আবহবিকারকে তিনটি শ্রেণীতে ভাগ করে থাকি-

- যান্ত্রিক আবহবিকার (Physical or Mechanical Weathering)
- রাসায়নিক আবহবিকার (Chemical Weathering) এবং
- জৈব-আবহবিকার (Biological Weathering)।

প্রতিটি শ্রেণীকে আবার উপশ্রেণীতে ভাগ করা হয় (প্রক্রিয়ার তারতম্যের ভিত্তিতে)।

(a) যান্ত্রিক আবহবিকার (Mechanical Weathering)

সংজ্ঞা (Definition):- যে আবহবিকারে শিলার রাসায়নিক পরিবর্তন না ঘটে শুধু বিচূর্ণীভবন ঘটে তাকে যান্ত্রিক বা ভৌত আবহবিকার বলে। এই প্রক্রিয়ায় প্রাকৃতিক শক্তির প্রভাবে শিলা চূর্ণ বিচূর্ণ হয়। এটি একটি ভৌত প্রক্রিয়া।

- ◆ প্রভাবিত অঞ্চল (Affected Area):- উষ্ণ মরু দেশীয় অথবা শীতল মেরু দেশীয় জলবায়ু অঞ্চলে এই আবহবিকার লক্ষ্য করা যায়। যেমন- সাহারা, কালাহারি, গোবি, ধর, দুই মেরু অঞ্চল ও উচ্চ পার্বত্য অঞ্চলে।

◆ যান্ত্রিক আবহবিকারের পদ্ধতি (Processes of Mechanical Weathering):-

1. তাপজনিত শিলার প্রসারণ ও সংকোচন:-

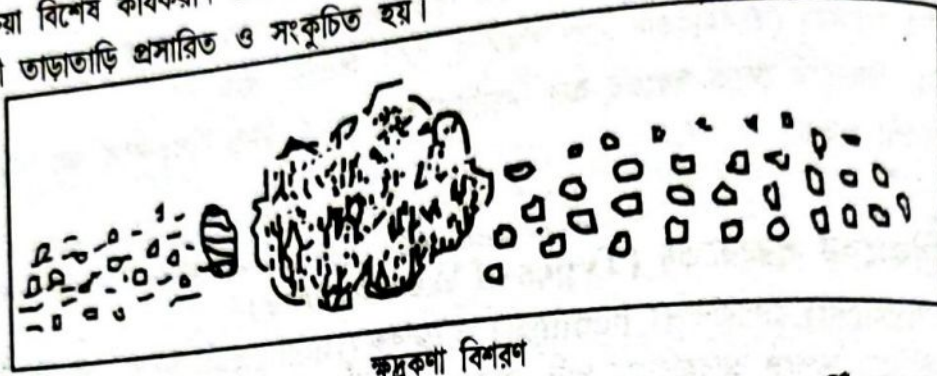
- (i) প্রস্তর চাঁই বিচ্ছিন্নকরণ (Block Disintegration):- এটি বিশেষত মরু অঞ্চলে বেশী হয়। যেহেতু শিলা তাপের কুপরিবাহী, সেইজন্য উপরের অংশের থেকে নীচের অংশ কম উত্তপ্ত থাকে এবং কম প্রসারিত হয়। এর ফলে শিলার মধ্যে পীড়নের সৃষ্টি হয় এবং শিলা-স্তরের মাঝখানে সমান্তরালভাবে ফাটলের সৃষ্টি হয়। পরবর্তীকালে উপরের শিলাস্তরটি নীচের স্তর থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে।



চিত্র-প্রস্তরচাঁই বিচ্ছিন্নকরণ

- (ii) কুণ্ডলকণা বিশরণ (Granular disintegration):- একই উষ্ণতায় বিভিন্ন খনিজ পদার্থগুলি বিভিন্ন হারে প্রসারিত ও সংকুচিত হয়। ফলে শিলার মধ্যে অসমান চাপের সৃষ্টি হয়। এবং অবশেষে শিলাটি ফেটে যায়। এই প্রক্রিয়াকে দানাদার খণ্ডিকরণও বলে। মরু অঞ্চলে এই

প্রক্রিয়া বিশেষ কার্যকরী। উদাহরণ স্বরূপ বলা যায় গ্রানাইট পাথরের ভিতর কোয়ার্জ অল্প থেকে বেশী তাড়াতাড়ি প্রসারিত ও সংকুচিত হয়।



ক্ষুদ্রকণা বিসরণ

(iii) শঙ্কমোচন(Exfoliation):- এই প্রক্রিয়ায় শিলার এক একটি আস্তরণ পিঁয়াজের খোসার মতন গোলভাবে উঠে যায়। তাই একে Spheroidal Weathering বলে। এর প্রধান কারণ তাপের প্রভাবে শিলার উপরের স্তর নীচের স্তরের তুলনায় বেশী উত্তপ্ত হয়ে উপরের দিকে প্রসারিত হয়। অবশেষে আলাগা হয়ে নীচের অপেক্ষাকৃত ঠান্ডা শিলাস্তর থেকে খুলে আসে। গ্রানাইট শিলার উপর এই প্রক্রিয়া বেশী কার্যকরী। গ্রানাইট শিলায়ুক্ত অঞ্চলে আমরা তাই গম্বুজাকৃতি পাহাড় দেখতে পাই।



চিত্র- এককোলিংশান স্ট গম্বুজাকৃতি চিবি



চিত্র-শঙ্কমোচন

2. ক্রোস গঠন(Growth of Crystals):-

(1) তুষার ক্রোস(Frost Crystals):- অত্যন্ত শীতল বায়ুযুক্ত উচ্চ পার্বত্য অঞ্চলে বায়ুমন্ডলের তাপমাত্রা প্রায়ই হিমাস্তরের নীচে থাকে। দিনের বেলায় উষ্ণতা বৃদ্ধি পেলে বরফগলা জল শিলার ফাটলে প্রবেশ করে আবার রাতের তাপমাত্রা কমলে সেই জল বরফে পরিণত হয়। বরফের আয়তন জলের চেয়ে প্রায় ৭% বেড়ে যায় বলে শিলার ফাটলের মধ্যে চাপের সৃষ্টি করে সেইজন্য ফাটল বরাবর শিলাটি ছোট ছোট বন্ডে পর্বতের গা থেকে বিচ্ছিন্ন হয়। এই ক্ষয়প্রাপ্ত পদার্থগুলি পর্বতের পাদদেশে জমা হলে তাকে স্ক্রী বা ট্যালাস বলে। পর্বতের পাদদেশে যে প্রস্তর ভূমি তৈরী হয় তাকে ফেলসেনমিয়ার বা Block spade বলে।



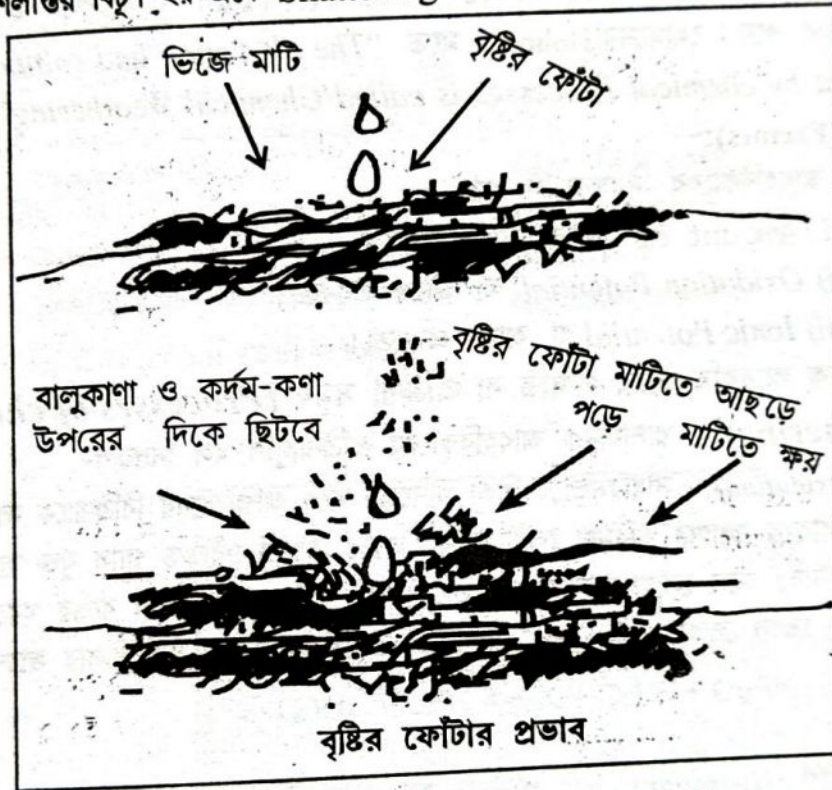
চিত্র-ক্রোসন প্রক্রিয়ায় যান্ত্রিক আবহাবিকার

(ii) লবণ ক্রোস(Salt Crystals):- মরু বা মরুপ্রায় অঞ্চলে শিলাস্তরের ফাটলে বাষ্পীভবনের ফলে দ্রবীভূত লবণ লবণের ক্রোসে পরিবর্তিত হয় এবং উপরিউক্ত একই প্রক্রিয়ায় শিলাকে সঙ্কুচিত

করে। উপকূল অঞ্চলে লবণ আবহবিকার ঘটতে পারে কারণ সমুদ্র থেকে লবণাক্ত বাষ্প শিলার ফাটলে প্রবেশ করে। লবণ কেলাসন প্রক্রিয়ায় গহ্বরীকরণ আবহবিকার ঘটে (Cavernous Weath-ering)

3. শিলাস্তরের উপরিভাগে চাপের মোচনঃ- আবহবিকারের ফলে চূর্ণ বিচূর্ণ পদার্থগুলি প্রাকৃতিক শক্তির প্রভাবে অপসারিত হয়। ফলে নীচের শিলাস্তর উন্মুক্ত হয়। এই উন্মুক্ত শিলাস্তর ক্রমশ প্রসারিত হলে শিলাপৃষ্ঠে ফাটলের সৃষ্টি হয়। যেমন- গ্রানাইট, চূনাপাথর, বেলেপাথর, কংগ্রেমারেট প্রভৃতি শিলাতে লক্ষ্য করা যায়। কোনো কোনো ক্ষেত্রে শিলাখন্ড পাতের মতো না ভেঙে চাঙরের মতো খসে পড়ে। একে Spalling বা চাঙর ভাঙন বলে।

4. বৃষ্টিপাত সৃষ্ট বিচ্ছিন্নকরণ (Shattering):- উষ্ণ মরু প্রায় অঞ্চলে সাধারণত উত্তপ্ত শিলাস্তরের উপরে বৃষ্টির জল পড়লে তার উপর বহু সংখ্যক ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ফাটলের সৃষ্টি হয়। অবশেষে ফাটল বরাবর শিলাস্তর বিচূর্ণ হয় একে Shattering বলে।



5. বৃদ বৃদ জনিত চাপ (Pressure Created by Bubble):- যখন নদীর জল বৃদ বৃদ জনিত চাপে দ্রুতবেগে শিলার ওপর বয়ে যায় তখন বৃদ বৃদ ও ঘূর্ণীর মাঝখানে বাতাস প্রচণ্ড চাপ দেয় এবং শিলাকে টুকরো টুকরো করে ভেঙে দেয়। সাধারণত জলপ্রপাতের দুঁধারে এই প্রক্রিয়া বেশী প্রভাবশালী।

6. কলীকরণ (Slaking):- সমুদ্র উপকূল অঞ্চলে জোয়ার ভাটার প্রভাবে শিলাস্তর পর্যায়ক্রমে আর্দ্র ও শুষ্ক হয়। ফলে কদম খনিজ গঠিত শিলাস্তরে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র শিলাপাতের সৃষ্টি হয়। এই প্রক্রিয়াকে Slaking বলে।

7. কলয়েড উৎপাটন (Colodial plucking):- বিজ্ঞানী Riche এর মতে আঠালো ধরনের মাটি যদি দীর্ঘকাল শিলাস্তরের সংস্পর্শে থাকে, তাহলে মাটির আকর্ষনে শিলাস্তরে চাপ পড়ে এবং সেটা ক্ষুদ্রকারে খণ্ডিত হয়ে বিচ্ছিন্ন হয়।

8. গৌণ প্রক্রিয়াঃ- দাবানল, বৃহৎ শিলাখন্ডের সংঘাত এবং বজ্রপাত আবহবিকারে সাহায্য করে।

9. জৈবিক ক্রিয়া:- শিলার দারণ ও ফাটলের মধ্যে গাছের শিকড় চাপ দিয়ে শিলা ভাঙতে সাহায্য করে আবার কিছু জীবজন্তু যেমন- কেঁচো, পিঁপড়ে ইত্যাদি প্রাণী শিলা খনন করে। এছাড়া মানুষও খনিজ উত্তোলনে শিলার ভাঙন ঘটায়। পরিশেষে বলা যায় উপরিউক্ত প্রক্রিয়াগুলি যান্ত্রিক আবহবিকারের সহায়ক পদ্ধতি হিসাবে বিশেষভাবে ক্রিয়াশীল এবং এই সিদ্ধান্তে পৌঁছানো সম্ভব যান্ত্রিক আবহবিকারের জন্য দুটি বিষয় কার্যকরী- (i) তাপ (Temperature) ও (ii) চাপ (Pressure)

(b). রাসায়নিক আবহবিকার (Chemical Weathering)

- ◆ **ভূমিকা(Introduction):-** আবহবিকারের একটি বিভাজন হল রাসায়নিক আবহবিকার। অক্সিজেন, কার্বন ডাই অক্সাইড, জলীয় বাষ্প ইত্যাদি বায়ুমণ্ডলের উপাদান শিলা গঠনকারী খনিজের উপর রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটায়। এর ফলে শিলায় যে বিয়োজন ও পরিবর্তন হয়,তাকে রাসায়নিক আবহবিকার বলে। হোমসের(Holmes) মতে “*The alteration and solution of Rock material by chemical Processes is called Chemical Weathering*”.

◆ নিয়ন্ত্রক (Factors):-

রাসায়নিক আবহবিকারের নিয়ন্ত্রকগুলি হল-

- (i) Amount of pH বা pH এর পরিমাণ।
- (ii) Oxidation Potential বা জারণ প্রবণতা।
- (iii) Ionic Potential বা আয়ন প্রবণতা।

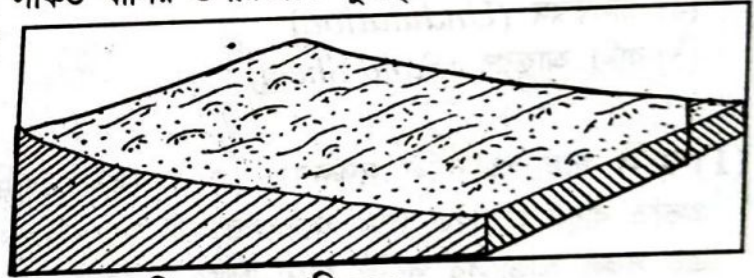
(18) অপসারণ সৃষ্ট গর্ত (Deflection Hollow):- মরু অঞ্চলে বায়ুর অপসারণ প্রক্রিয়ায় হাজার হাজার টন বালি অপসারিত হলে ভূ-পৃষ্ঠে অসংখ্য গর্তের সৃষ্টি হয়। এদের সাধারণভাবে ব্রো আউট বা মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে Buffalo hollow বলে। যেমন- কাতারা বিশ্বের বৃহত্তম অপসারণ সৃষ্ট গর্ত।

(19) Desert Pavement:- যদি মরু অঞ্চল ক্ষয়জাত পদার্থ দ্বারা গঠিত হয় তাহলে বায়ুর অপসারণ প্রক্রিয়ায় সূক্ষ্ম কণা সমূহ অপসৃত হলে কেবলমাত্র নুড়ি, প্রস্তর খণ্ড সঞ্চিত হয়ে Desert Pavement গঠিত হয়।
এছাড়াও বায়ুর ক্ষয়কার্যের ফলে গঠিত অন্যান্য ভূমিরূপগুলি হল-

- (a) Wind Cave
- (b) Badland topography
- (c) Lag deposit

D. বায়ুর সঞ্চয়জাত ভূমিরূপ (Acolian depositional features):-

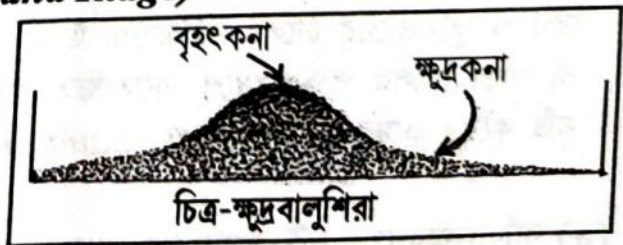
(a) ক্ষুদ্রাকৃতি ভূমিরূপ-সূক্ষ্মবালি তরঙ্গ (Small Scale Sand Ripples):- বাতাসের গতিবেগ অপেক্ষাকৃত কম থাকলে বিস্তীর্ণ সঞ্চিত বালির উপরিভাগে ক্ষুদ্রাকৃতি বালি তরঙ্গের সৃষ্টি হয়। সাধারণত: উল্লম্বন ও ভূমি সঞ্চরণ প্রক্রিয়ায় এই প্রকার ভূমিরূপ গঠিত হয় এবং নিম্ন সমতল ভূপ্রকৃতিতে এইপ্রকার ক্ষুদ্রাকৃতি তরঙ্গ পরিলক্ষিত হয়। অসমান ভূমিভাগে বালির আগমন বেশি হলেও বিপরীত ঢালের দিকে বালির আগমন কম হয়, ফলে উর্ধ্বঢালে অধিক পরিমাণ বালুকা সঞ্চিত হলে ক্রমশ: উন্নত বালিতরঙ্গের আকৃতি নেয়।



চিত্র- ক্ষুদ্র বালিতরঙ্গ

(b) ক্ষুদ্রাকৃতি ভূমিরূপ-বালুশিরা (Small Scale Sand Ridge):-

বালির মধ্যে ক্ষুদ্র ও বৃহৎকণা অবিন্যস্তভাবে থাকে, পরবর্তী পর্যায়ে এরা কণার আয়তন অনুযায়ী সজ্জিত হয়। অনেক সময় লক্ষদান প্রক্রিয়ায় যে সকল স্থূল বালুকণা বা প্রস্তরখণ্ড একস্থান থেকে অন্যস্থানে অপসারিত হয়, তখন তারা ক্রমশ: ভূপৃষ্ঠ বরাবর



চিত্র-ক্ষুদ্রবালুশিরা

সঞ্চিত হয়ে একপ্রকার সঞ্চয়ের সৃষ্টি করে। এরপর ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম বালুকণাগুলি ভাসমান অবস্থায় পরিবাহিত হয়ে ক্রমে তা স্থিতাবস্থা প্রাপ্ত হয় ও একপ্রকার আচ্ছাদনের সৃষ্টি করে। এরপর সেই সকল ক্ষুদ্র বালুকণাগুলি অপসারিত হলে নীচের স্থূল কণাগুলি যা লক্ষদান প্রক্রিয়ায় পরিবাহিত ও সঞ্চিত হয়েছে) একপ্রকার ক্ষুদ্রাকৃতি শিরা তৈরী করে। এদেরই বলে বালুরাশি। তবে এরা উচ্চতায় 80 সেমি ও দৈর্ঘ্য 20 মি: পর্যন্ত হতে পারে।

(a) **সুভ্রাকৃতি ভূমিরূপ-লোয়েস (Loess)** মরু অঞ্চল বাতাসের পরিবহনের ফলে বিশেষতঃ ভাঙ্গানো প্রক্রিয়ায় বাতাসের সঞ্চরকারের ফলে সূক্ষ্ম বালুকা, কোয়ার্টজ, ফেলস্পার, ক্যালসাইট প্রভৃতি খনিজ সূক্ষ্ম কণিকাভীর পদার্থ সঞ্চিত হলে তাকে লোয়েস বলে। সাধারণতঃ এই অঞ্চলে পদার্থের গড় আয়তন 0.01-0.05 মিমি হয় এবং মূল উৎপত্তি স্থল থেকে বহু দূরে সঞ্চিত হয়। দেখা যায় পৃথিবীর জনভাগের প্রায় 10 শতাংশ লোয়েস পদার্থ ছাড়া অস্তিত্ব। ভারতীয় উপমহাদেশের কাশ্মীর উপত্যকায় বিশেষতঃ 'কারওয়ান' (Karewas) সূক্ষ্ম অঞ্চলে এবং পাকিস্তানের পটওয়ার মালভূমিতে (Ponwar Plateau) এই প্রকার লোয়েস সঞ্চিত হয়ে লোয়েস সমভূমি (Loess Plain) গঠন করেছে। ইউরেশিয়া ও উত্তর আমেরিকায় হিমবাহ-অধিষ্টিত ও নদী ও হিমবাহের দৌধ প্রক্রিয়া (Fluvio glacial) অঞ্চলে লোয়েসের সৃষ্টি হয়েছে। উত্তর-পূর্ব চীনে লোয়েস মূলত চৌরি মরুভূমি থেকে বহু ভাঙিত সূক্ষ্ম বালুকা ও কণ্ম পরিবহনের ফলে সৃষ্টি হয়েছে।

(b) **বৃহৎকার সঞ্চয়জাত ভূমিরূপ (Large-Scale depositional landform):-**

- বাতাসের সঞ্চরকারের ফলে মরু অঞ্চলে বিভিন্ন প্রকার বৃহৎকার ভূমিরূপ গঠিত হয়। যাপানতঃ (1941) বৃহৎকার ভূমিরূপগুলিকে নিম্নলিখিত গঠাটী শ্রেণিতে বিভক্ত করেন:
- (1) বালি ছায়া ও বালি সঞ্চল (Sand Shadow and Sand Drifts)
 - (2) বিভিন্ন প্রকার বালিয়াড়ি (Different types of Dunes)
 - (3) ডিম্বিগুঠ বা বালি বাঁধ (Mhale back and Sand Levee)
 - (4) বালিতরঙ্গ (Undulation)
 - (5) বালি আচ্ছাদন (Sand Sheet)

(1) **বালি ছায়া ও বালি সঞ্চল:-** যখন কোন উন্মুক্ত স্থানের অংশ বা ভূমিরূপ, বোপাখাড়, ভূও প্রকৃতি বায়ুর প্রবাহিত পথে আভাগের সৃষ্টি করে, তখন বাতাসের গতিবেগ এতদূরত্ব হয়। এর ফলে এই সঞ্চল আভাগের পশ্চাৎ দিকে অর্থাৎ বাতাসের অনুরাত্ত ঢালা যে সঞ্চল ভূমিরূপের সৃষ্টি হয়, তাকে বালিছায়া বলে। এইভাবে বায়ুর পশ্চাৎদিকের সঞ্চল কার্যক্রমে প্রকৃতি যতক্ষণ না পর্বত সঞ্চলজাত ঢাল 34° কেনে অতিক্রম না করে। তবে বালিছায়ার গঠন ও তার সামগ্রিক বিকাশ নির্ভর করে বাতাসের দিকের পথে প্রতিবন্ধকতার প্রকৃতি, বাতাসের গতি-বেগ ও ভূমিভাগের ঢালের পরিমাণের উপর। অনেক সময় ভূও বা খাড়া ঢালের পশ্চাৎ-দিকে বায়ুভাঙিত বালুকা বালিছায়ার সৃষ্টি করে। এদের স্যাঁতস্বপ্ন ও (Sand falls) বলে।



চিত্র-বালিছায়া গঠন

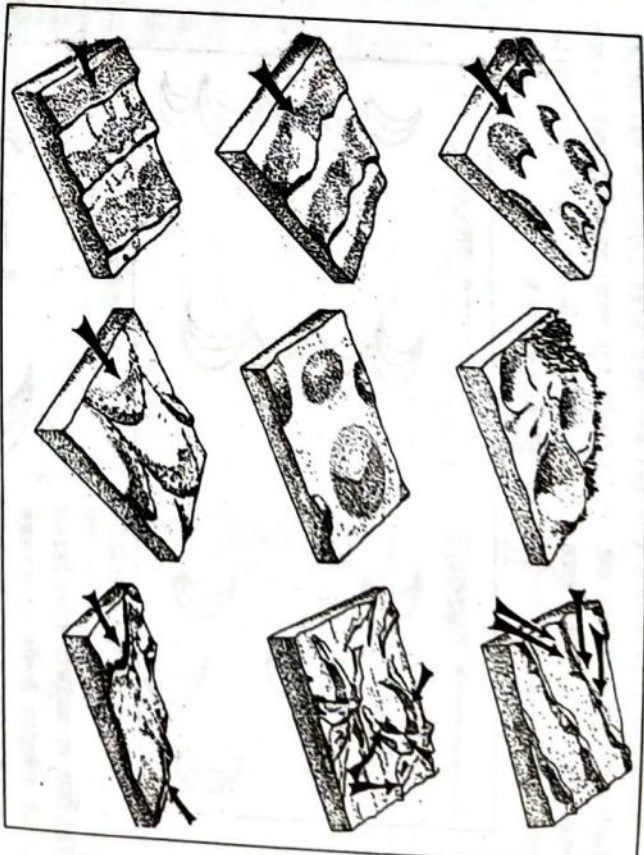
(2) **বালিসঞ্চরণ:-** দুটি সমান্তরাল বায়ুর মাধ্যমতী ফাঁকা অংশে বায়ু পরিবাহিত যে ভূমিরূপের সৃষ্টি হয়, তাকে বালি সঞ্চরণ বলে। সাধারণতঃ ফাঁকা অংশটি একে-কার ক্রান্তরেণের মত কাঁচ করে বায়ু মাধ্যমে বায়ুপরিবাহিত পদার্থ সূক্ষ্ম বায়ুর অনুরাত্ত ঢালে সঞ্চিত হয়।



চিত্র-বালিসঞ্চরণ

(b) **বিভিন্ন প্রকার বালিয়াড়ি (Different types of Dunes):-**

যাপানভেদে মতে, গতিশীল বালির স্তুপকেই বালিয়াড়ি বলে। ".... mobile heap of Sand whose existence is independent of either ground form or fixed wind ob struction." অর্থাৎ এই প্রকার বালির স্তুপ স্থ-প্রকৃতি বা প্রতিবন্ধকতা বা অস্তরাজের সাপেক্ষে নিরপেক্ষভাবে গঠিত হয়।



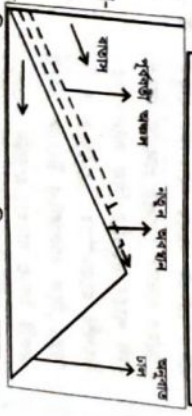
বিভিন্ন প্রকার বালিয়াড়ি গঠন

(1) **প্রকৃত বালিয়াড়ি:-** বায়ুভেগের মতে প্রকৃত বালিয়াড়ি দুই প্রকারের, যথা- বালিন ও গির বালিয়াড়ি।

(2) **বালিন বালিয়াড়ি:-** বালিন দেখতে অনেকটা চাঁদের ককার মত। বায়ু প্রবাহের দিকে এটি অবতল এবং বিপরীত দিকে উত্তল। বালিনের মুখভাগে শিখ এর মত, বায়ুপ্রবাহের দিকে প্রবাহিত হয়। বালিনের অনুরাত্ত ঢাল খাড়া ও প্রতিবাহত ঢাল মৃদু হয়। ফের বালিনে বায়ু সাধারণতঃ একদিক থেকে প্রবাহিত হয় ফের বালিনে বালিন সৃষ্টি হয়। বালিনগুলি বায়ুপ্রবাহের সঙ্গে আড়া-আড়ি দিকে অবস্থান করে। বায়ুভেগের মতে, একটি সূক্ষ্ম বালির স্তুপ থেকে বালিনের উৎপত্তি ঘটে। এই সূক্ষ্ম প্রতিবাহত ঢালে বায়ুপ্রবাহের প্রভাব ফেলী থাকে এবং salination ও creep প্রক্রিয়ায় এর মস্তকদেশে



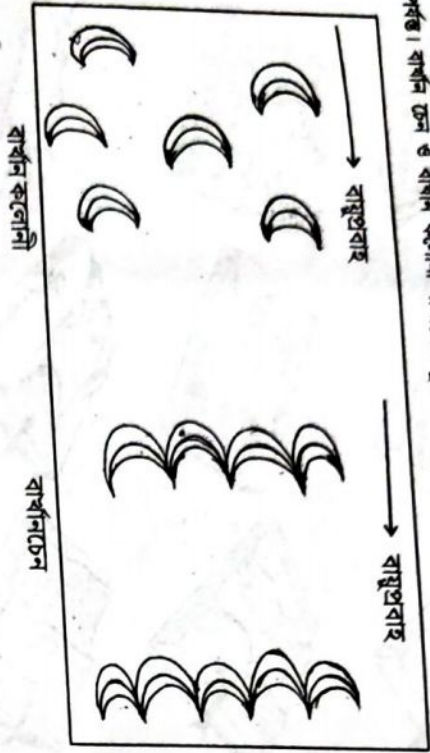
বায়ুপ্রবাহের দিক



চিত্র- অনুরাত্ত ঢালে বালির স্তুপের সৃষ্টি বালিয়াড়ির স্থানভেগে

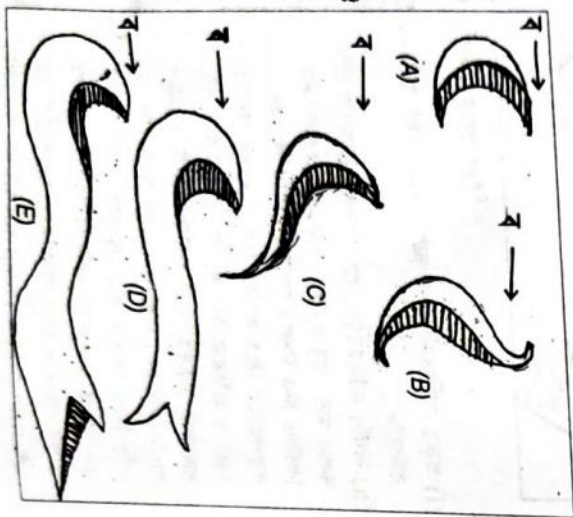
ক্রমগত বালির আগমন হতে থাকে। মতক দেশটির পরবর্তী অংশে বায়ুর প্রভাব কম থাকে এবং হ্রাসে বায়ুর সঞ্চয় বেশী হয়। প্রতিবাত তল থেকে আগত বালি মতক দেশে ক্রমগত সঞ্চিত হলে প্রতিবাত ও অনুবাত উভয় তলই ক্রমশ বৃদ্ধি পায় ও অনুবাত তলে প্রবাহের প্রভাব আরও বেশি হয়। এইভাবে বালি অনুবাত তল বিশ্রামকোণের বেশী হয় তখন তালের স্থান ঘটে এবং স্থলিত হয়। এইভাবে বালি অনুবাত তল বিশ্রামকোণের বেশী হয় তখন তালের স্থান ঘটে।

পার্শ্ব কম তলযুক্ত অবস্থায় অবস্থান করে। সাধারণত বালিনের স্থানান্তর ঘটে। বালিনের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ সাধারণত সমান হয়। এক উচ্চতা প্রস্থের 1/10 অংশ হয়। বালিনের উচ্চতা মাত্র 2-3 মি. হতে পারে এবং প্রস্থ 20-30 মি. হতে পারে। অর্থাৎ এরা যথেষ্ট ক্ষুদ্র হতে পারে। আবার বিশালের মকড়ুরি অঞ্চলে বালিনগুলি উচ্চতায় 30 মি. এবং দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ 200 মি. পর্যন্ত। বালিন তেল ও বালিন কলোনি বালিনের দুটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য।

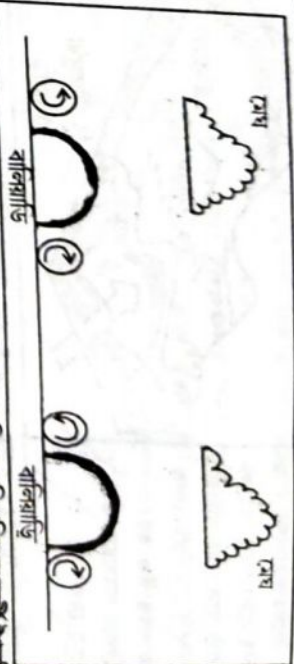


(b) সিম্ব বা অস্ট্রেলীয় বালিয়াড়ি:-

এই বালিয়াড়ির উৎপত্তি খুব ভঙ্গুর ভেদে দেখা যায় না। এই বালিয়াড়ির ক্ষেত্রে বহুতর বেশীর ভাগ সময় একটি নির-নিত বায়ুপ্রবাহ থাকে। বহুতর একটি অঙ্কবর্তী সময় বায়ুপ্রবাহটির আভ্যন্তরীণ দিকে একটি শক্তিশালী বায়ুপ্রবাহের সৃষ্টি হয়। ব্যানভেদে মতে এই বালিয়াড়ির সৃষ্টি হয় বালিন থেকে, প্রথমে নিরনিত বায়ুপ্রবাহের প্রভাব দৈর্ঘ্যের প্রসারণ ঘটে। পরবর্তী পর্যায়ে শক্তিশালী বায়ু প্রবাহের প্রভাব দৈর্ঘ্যের প্রসারণ আরও বৃদ্ধি পায়। এইভাবে সিম্ব বালিয়াড়ির উৎপত্তি হতে পারে। 1969 সালে 'হুয়া' সিম্ব বালিয়াড়ির উৎপত্তি প্রসঙ্গে একটি বিকল্প ব্যবহার প্রবর্তন করেন।



তীর মতে বায়ুপ্রবাহের সাধারণ দিকের সঙ্গে উন্নয়ন তলের আবর্তন বা ঘূর্ণির সৃষ্টি হয়। এর সঙ্গে ঘূর্ণির উপর্যোগী বায়ু বালিকে তড়িত করে ত্বপীকৃত করে। ফলে এই বালিয়াড়ির সৃষ্টি হয়।



সিম্ব-হাসার ধারণা অনুযায়ী কুলকারে বায়ু প্রবাহের ফলে সিম্ব বালিয়াড়ির মধ্যবর্তী শৈলিগারা

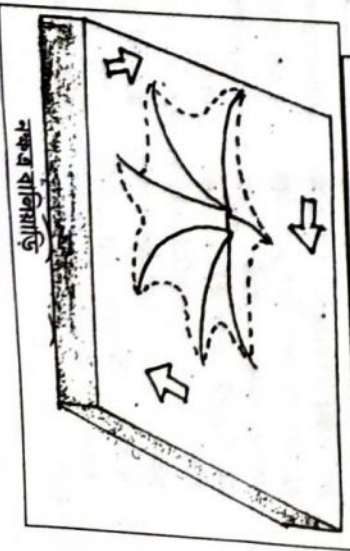
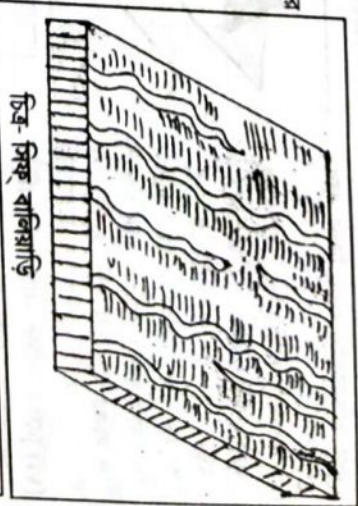
বিশ্বের মকড়ুরিতে অনেক অনুদৈর্ঘ্য বালিয়াড়ির উচ্চতা 100 মি. এবং ইরানের মকড়ুরিতে 210 মি পর্যন্ত হয়ে থাকে। ব্যানভেদে মতে এই বালিয়াড়ির প্রস্থ মোটামুটিভাবে উচ্চতায় পঁচ গুণ হয়ে থাকে। এর দৈর্ঘ্য 40 কিমির বেশী হতে পারে। এদের শীর্ষদেশ ছুরির ফসার মত তীক্ষ্ণ। নিবেশ প্রতি নিরিত বায়ু প্রবাহের দিকের তল অপেক্ষাকৃত খাতা থাকে এবং স্থাননের ফলে সৃষ্টি হয়েছে বলে দেখা যায়।

অন্যান্য বালিয়াড়ি:-

(i) আভ্যন্তরীণ বালিয়াড়ি:- বায়ুর গতিপথের সঙ্গে সমকোণে গঠিত দীর্ঘ বালির শৈলিগারা আভ্যন্তরীণ বালিয়াড়ি নামে খ্যাত। এরা অনেক ক্ষেত্রে সর্পিলাকারে বিস্তৃত থাকে।

(ii) নক্ষত্র বালিয়াড়ি:-

বহুতর বিভিন্ন দিক থেকে বায়ুপ্রবাহের ফলে বায়ু স্থান ভঙ্গুর বালিয়াড়ির সৃষ্টি হয়। কেছ হতে তিন বা তার বেশী বাহু বা শিরা প্রসারিত থাকে। এদের পার্শ্বতল এক উর্ধ্বদিকে বৃদ্ধির প্রবনতা থাকে।

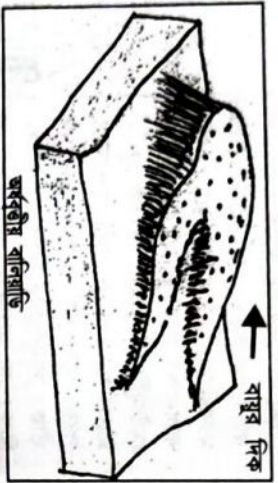


(iii) **হোয়লবাক বালিয়াড়ি:-**

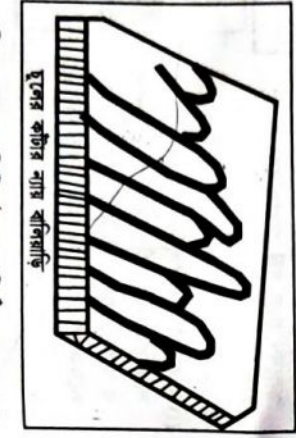
বায়ুর গতিপথের সাথে সমান্তরাল ভাবে গঠিত তিমির পৃষ্ঠদেশের নাম আকৃতি বিশিষ্ট বালিয়াড়িকে হোয়ল-বাক বালিয়াড়ি বলে। এই বালিয়াড়ি 150 সিমি দীর্ঘ 1-3 সিমি প্রশস্ত একে 40 মি পর্যন্ত উচ্চ হয়। যেমন- আফ্রিকার সাহারাতে এই বালিয়াড়ি প্রচুর দেখা যায়।



(iv) **বিশেষীভূম্বী বালিয়াড়ি:-** নক্ষত্র ব্যতীয়াই একে আভাআতি খেলনিবার ঠিক মধ্যবর্তী চরিত্রের বালিয়াড়িকে বিশেষীভূম্বী বালিয়াড়ি বলে। এই বালিয়াড়ির গঠন বিশেষীভূম্বী বায়ু প্রবাহের শক্তি একে স্থায়ীকরণের ওপর নির্ভর করে।



(v) **অর্ধবৃত্তীয় বালিয়াড়ি:-** অর্ধবৃত্তের নাম আকৃতিবিশিষ্ট বালিয়াড়িকে অর্ধবৃত্তীয় বালিয়াড়ি বলে। এই বালিয়াড়ির প্রতিবাহে ঢাল অনুবাহে ঢাল অপেক্ষাকৃত হয়। ক্ষুদ্রকার ও কোণবাহাড়ে বায়ুপ্রবাহিত বালি বায়ুপ্রবাহে ও সঞ্চিত হয়ে এটি গঠন করে।

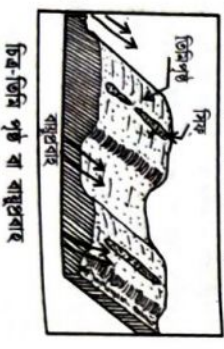


(vi) **বুজের কাঁটার নাম বালিয়াড়ি:-**

অর্ধবৃত্তীয় বালিয়াড়ি বায়ুপ্রবাহের ধারা আরও ভাঙির দিকে প্রসারিত হলে বুজের কাঁটার নাম আকৃতি বিশিষ্ট বালিয়াড়িতে পঙ্কিত হয় এবং পরে উদ্ভিদ জন্মালে এটি স্থির বালিয়াড়িতে পঙ্কিত হয়।



(vii) **তিমি পৃষ্ঠ বা বালিবাঁধ (Mhalback or sand leavau):-** সমতল মৃত্তক বিশিষ্ট বালির পাছাডকে তিমিপৃষ্ঠ বা বালিবাঁধ বলে কারণ এই ভূমিরূপটি উপর থেকে তিমি মাছের পিঠের মত দেখায়। এই প্রকার ভূমিরূপটি নিজের মত বায়ু-প্রবাহের সমান্তরালে গঠিত হয়। কিছু সিনেথের মত স্থপিত ঢাল থাকে না, এবং সিনেথের তুলনায় এই ভূমিরূপটি অনেক বড়। প্রায় 160 km. দীর্ঘ ও 30 km. চওড়া এবং 45 মিটার উঁচু এই প্রকার ভূমিরূপ সাধারণত আঙ্গেকার বালিয়াড়ির অবশিষ্টাংশ থেকে সৃষ্টি হয় ও সিনেথের বাসিন্দাদের (Sand Sea) এদের দেখা যায়। অনেক সময় তিমি পৃষ্ঠের উপর পিক বালিয়াড়ির সৃষ্টি হয়।



(viii) **বালিতরঙ্গ:-** এই প্রকার ভূমিরূপ তিমিপৃষ্ঠের মত বালির মত সঞ্চা জাত ভূমিরূপ হলেও তিমিপৃষ্ঠ অপেক্ষা ছোট বা তিমি পৃষ্ঠের আকৃতি না হয়ে ঢেউ খেলানো বা তরঙ্গায়িত প্রকৃতির হয়। ফলা যেতে পারে এই ভূমিরূপটি পিক ও তিমি পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী একটি রূপ।

(ix) **বালি আন্তরণ:-** যখন বালির সঞ্চয়ের ফলে বিস্তীর্ণ অংশ জুড়ে সমতল বা প্রায় সমতল ভূমিরূপের সৃষ্টি হয় তখন তাকে বালি আন্তরণ বলে। বালির সঞ্চায়ের ফলে এই প্রকার ভূমিরূপের সৃষ্টি হয় বলে একে বালি সঞ্চয় বলে। বালির আন্তরণের মধ্যে কোন ভূ-প্রাকৃতিক বৈচিত্র দেখা যায় না, শুধু বিস্তীর্ণ অংশে ক্ষুদ্রাকৃতি বালিরানি পরিলক্ষিত হয়। লিবিয়া মরুভূমির বিখ্যাত সেনিয়া বালির আন্তরণ এই প্রকার ভূমিরূপের উদাহরণ।

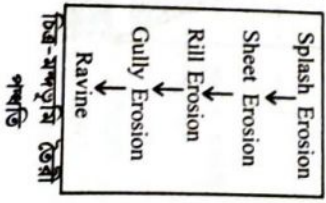


E. বায়ু ও জলধারার মিলিত কার্যের ফলে সৃষ্ট ভূমিরূপ (Water Action In Aeolian Region):-

সাধারণত মরু ও উপমরু অঞ্চলগুলিতে শিলার যান্ত্রিক আবহবিকার তথা যান্ত্রিক বিকৃতিভবনের মধ্য দিয়ে বায়ু ও জলধারা যুগলপ কার্যে যে সমস্ত ক্ষয়জাত ও সঞ্চয়জাত ভূমিরূপগুলি গড়ে ওঠে, তাদের একে জলধারা ও বায়ুর সঞ্চিত কার্যের ফলে সৃষ্ট ভূমিরূপ বলে। মরু ও উপমরু অঞ্চলে বৃষ্টিপাত হয় না বললেই চলে। কিছু কিছু সময় আবহাওয়া ও জলবায়ুর বিশেষ বিশেষ অবস্থায় এই অঞ্চলগুলিতে ঘোঁষ সাময়িক প্রবল বৃষ্টিপাত সংঘটিত হয়ে থাকে। এই প্রকার বৃষ্টি-*Flood Flood* বলে। এই প্রকার বৃষ্টির মধ্য দিয়ে খুব অল্প সময়ে মরু ও মরুভাগ অঞ্চলগুলিতে আকস্মিক বন্যা হয়। এই বন্যার জলধারা ও বায়ুর সঞ্চিত কার্যের ফলে আলোচ্য অঞ্চলগুলিতে যে সমস্ত ক্ষয়জাত ও সঞ্চয়জাত ভূমিরূপ গড়ে উঠে, তাদের জলধারা ও বায়ুর সঞ্চিত কার্যের ফলে উদ্ভূত ভূমিরূপ বলে। জননন, বুক, ধমান প্রমুখ ভূগোলবিদেরা উপমরু অঞ্চলে ভূমিরূপ ব্যবহার জলবায়ু ও বায়ুর মিলিত প্রভাবকে দায়ী করেছেন। এই প্রকার ভূমিরূপগুলিকে বলে জলধারা ও বায়ুর মিলিত কার্যের ফলে গঠিত ভূমিরূপ। এই ভূমিরূপগুলি হল নিম্নরূপ-

- (1) মরুভূমি (2) ওহ ব-দ্বীপ (3) ওয়ালি (4) পলি সোপান (5) ধায়া (6) স্লেডিংস্ট
- (7) বেলনন (8) বাজান

(1) **মরুভূমি:-** বায়ু ও জলধারার সঞ্চিত ক্ষয়কার্যের অন্যতম নিশ্চয় হল মরুভূমি বা *Bad land*। ওহ অঞ্চলে যে সমস্ত স্থানে বর্ষাকালে আকস্মিক ভাবে তীব্র বৃষ্টিপাত সংঘটিত হয় সেখানে প্রবল বৃষ্টির দরুন ছোট ছোট জলধারার সৃষ্টি হয়। জলধারাগুলি নিম্নক্ষয়ের দরুন বহু সংখ্যক ঝিল ও গাঞ্জির জন্ম নেয়। এইসব ঝিল ও গাঞ্জি সমূহের মধ্যে জলধারার নিম্নক্ষয়ের মাধ্যমে ধারা বিস্তীর্ণ অঞ্চলকে ক্রমশ উঁচু নীচু অসমতল তথা বয়ুর প্রকৃতির হয়ে পড়ে, একে বলা হয় মরুভূমি বা *Bad land*। এগুলি মানুষের কোন প্রকার কাজে লাগে না।



চিত্র-মরুভূমির তৈরী পদ্ধতি

বৈশিষ্ট্যঃ-(i) কৃষিকাজ ও মানুষের দ্বারা কোন কার্য সাপেক্ষে ভূমিকো লক্ষ্য করা যায় না।

- (ii) বিলুপ্ত বস্তুতত্তা এত দ্রুত যে হঠাৎ করা যায় না।
(iii) উঁচু নীচু অসমতল তথা বস্তু।

উদাহরণঃ- পশ্চিমবঙ্গের বীরভূম জেলার শান্তিনিকেতন।

(2) ওহর ব-ধীপঃ-মরু ও মরুভাগ অঞ্চলে অতিরিক্ত উষ্ণতা ও শুষ্কতার দরুন এই জলপূর্ণ ব-ধীপের জল শুষ্ক হয়ে গিয়ে এবং আগোড়া অঞ্চলে ভূমির জলধারণ ক্ষমতা যাথেষ্ট কম হবার ফলে সমস্ত জলের নিম্নভূমি গহননের দরুন যে জলশূন্য ব-ধীপের সৃষ্টি করে, তাকে ওহর ব-ধীপ বলে।

বৈশিষ্ট্যঃ-(i) ভূমির তল অত্যন্ত কম থাকে।

- (ii) জলধারণ ক্ষমতি বহন ও পর্বতী সঞ্চয়কার্যে গঠিত।
(iii) ভূমির জলধারণ ক্ষমতা কম।
(iv) অতিরিক্ত উষ্ণতা ও শুষ্কতা দেখা যায়।

উদাহরণঃ- গুনি নদী।

(3) ওয়াসিঃ- মরুভূমি অঞ্চলে বরফাঙ্কন সাময়িক কিছু, একল জলধারণের প্রকারের দরুন ও উৎসের দ্বারা ক্রিয়ালীলতার দরুন বিলুপ্ত অঞ্চল সমূহের মধ্যে যাতে যে নদীখাত সৃষ্টি হয়, সেই নদীখাত-গুলির জল অতিরিক্ত উষ্ণতা ও শুষ্কতার দরুন পর্বতী সময়ে শুষ্ক হয়ে গেলে যে ওহর নদী খাতগুলি সৃষ্টি প্রকাশিত হয়, সেই সমস্ত ওহর নদীখাতকে বলে ওয়াসি।

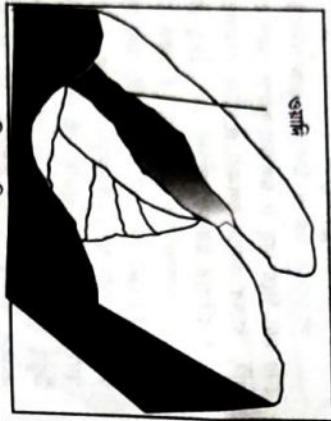
বৈশিষ্ট্যঃ-

- (i) ওয়াসি আরবি শব্দ, যার অর্থ ওহর উপত্যকা।
(ii) উৎসেগুলি প্রায়শঃ হয়।
(iii) নদীখাতের দৈর্ঘ্য বেশী হয় না।
(iv) বহুতর বেশীর ভাগ সময় নদীখাত শুষ্ক থাকে।
(v) পর্বতের যাথেষ্ট খাত প্রকৃতির।
(vi) আয়র্ষিকায় ওয়াসিকে বলে ওয়াশ (Wash)।
(vii) স্যাগিশ ভাষায় ওয়াসিকে বলে আয়র্ষিকায় (Arroyo)।

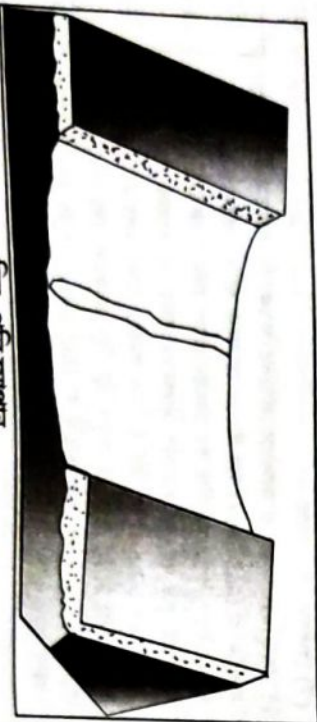
(viii) ধর মরুভূমিতে ওয়াসিকে বলে মাল্লা (mulla)।

উদাহরণঃ- আরব মরুভূমি।

(4) পলি সোপানঃ- মরু ও উপমরু অঞ্চলে বর্ষা ঋতুতে সৃষ্টি হওয়া আকস্মিক, তীব্র সাময়িক



ক্রি- ওয়াসি



ক্রি- পলি সোপান

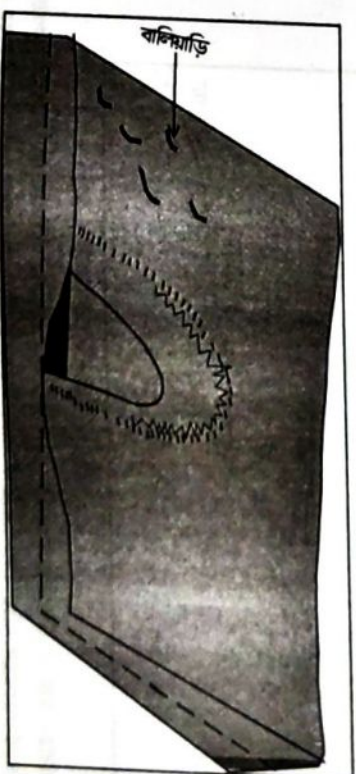
সময় সাপেক্ষে সৃষ্টিগতের দরুন যে প্রকল জলধারণ সৃষ্টি হয়, তা বায়ুর সঙ্গে মূলভাগের পর্বের বিভিন্ন আকৃতির ও প্রকৃতির ক্ষয়প্রাপ্ত পর্বতসমূহ বহন করে ও উৎসের পর্বতী সময়ে সঞ্চারের মাধ্যমে গিয়ে যে ধান বা সোপান আকৃতির ভূমিরূপ সৃষ্টি করে, তাকে পলি সোপান বলে।

(5) প্রায়ঃ- মরু অঞ্চলে বর্ষায় সাময়িক প্রকল সৃষ্টিগতের দরুন যে প্রকল জলধারণ সৃষ্টি হয় তা উচ্চ পর্বত গাত্র থেকে পর্বতভেদিত অবস্থার দ্বারা নিষ্কাশিত প্রবাহিত হয়। এই প্রবাহিত জলধারণের ক্ষয়কার্যের দরুন যে অবনতিত অবস্থার সৃষ্টি হয়, সেই সমস্ত অবনতিত অবস্থার প্রকল জলধারণের সঞ্চিত হয়ে যে সাময়িক লক্ষ্যপ্রাপ্ত হয়ে সৃষ্টি করে, তাকে প্রায় বলে।

বৈশিষ্ট্যঃ-

- (i) প্রায়কে কেবলমাত্র জলনির্গম প্রকারী গড়ে গড়ে।
(ii) উপনিভাগে চকচকে লবণের স্তর থাকে।
(iii) আগতন করে কয়লা থেকে কয়লা হয়ে থাকে।
(iv) Playa হল স্পেনীয় শব্দ, 10 মার অর্থ লক্ষ্যপ্রাপ্ত জলের দরুন।
(v) অনিভার্য বলে চিরস্থায়ী নয়।
(vi) কয়েকদিন থেকে কয়েক সপ্তাহ পর্যন্ত স্থায়ী থাকে।
(vii) জল শুষ্ক হয়ে যাওয়া স্থানগুলিতে যে জলশূন্য প্রায় সমস্তভূমি সৃষ্টি হয়, তাকে স্যাগিশ বলে।
(viii) প্রায়কে আকস্মিক বলে শর্টস (Shorts), ভারতে ধান (Dhand), আরবের মরুভূমিতে খাবারি (Khabari), মাঝাঘা (Mamla) বলা হয়।
(ix) প্রায় মেক্সিকোয় বোলসন (Bolsan) নামে পরিচিত।
(x) ওহর লক্ষ্যপ্রায় তলে সূর্যালোকে প্রতিফলিত হয়ে জলের মতো দেখায়। এগুলি হল ময়ীচিকা।

উদাহরণঃ-(i) ভারতের রাজস্থানের মরু হল। (ii) তারিম আরবিসের জ্যাপান হল।



ক্রি- প্রায়

(6) পেন্ডিমেন্টঃ- মরু ও মরুভাগ অঞ্চলে পর্বতসমূহের পাশেপাশে সামান্য উঁচু অংশে বায়ু ও অক্ষাংশী জলধারণ সঞ্চিত অবস্থার ফলে একটি প্রকল সমস্ত ভূমি গঠিত হয়, একে বলা হয় পেন্ডিমেন্ট। L.C.King, W.Penck প্রমুখ ভূমিবিদগণ বিভিন্ন পেন্ডিমেন্ট সৃষ্টির সাপেক্ষে নানান রকমের আলাদা কারণকে দাবী করেছেন। ভূমিবিদগণ A.C.Lawson 1915 সালে পেন্ডিমেন্ট সৃষ্টির কারণ হিসাবে মূলত পর্বত ঢালের পশ্চিমপাশকে দাবী করেছেন। W.J.McGehee 1897 সালে পেন্ডিমেন্ট সৃষ্টির কারণ হিসাবে পর্বতের পাশেপাশে আকস্মিক ঢাল প্রবাহ জলিত কার্যকার্যকে

দায়ী করেছেন।

এই পেন্ডিমেন্টকে মূলত তিনভাবে ভাগ করা হয়।

- (a) লুজারিত পেন্ডিমেন্ট (b) সমবেত পেন্ডিমেন্ট (c) যাবজির পেন্ডিমেন্ট

২) লুজারিত পেন্ডিমেন্ট:-

বৈশিষ্ট্য:- (i) ঘাস ও মৃৎ পলির আবরণ থাকে।

(ii) এটি হল নকশীত এক প্রকার পেন্ডিমেন্ট।

(iii) বাজালা ঘাসা আবৃত থাকে।

৩) সমবেত পেন্ডিমেন্ট:-

বৈশিষ্ট্য:- (i) একধিক পেন্ডিমেন্ট পরস্পর সংযুক্ত হয়ে সৃষ্টি হয়।

(ii) পার্বত্য উপত্যকায় লুজারিত ভাগে বিলিত হয়।

৪) যাবজির পেন্ডিমেন্ট:-

বৈশিষ্ট্য:- (i) জলের ঘাসা করত ক্ষয়াজ ও বিচ্ছিন্ন।

* পেন্ডিমেন্টের বৈশিষ্ট্য:-

(i) মরু ভূবিজ্ঞানী G.K. Gilbert 1876 সালে পেন্ডিমেন্ট কথাটির নামকরণ করেন।

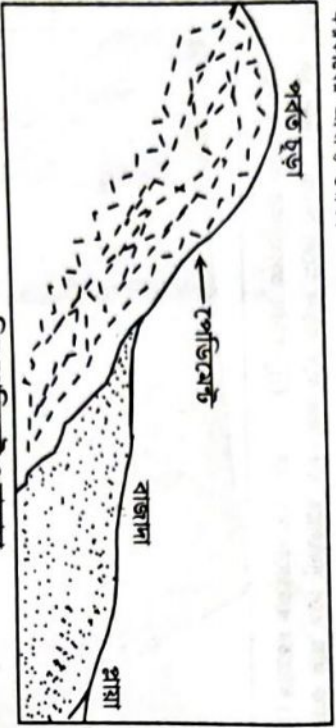
(ii) স্লেটি কথার অর্থ পাগদেশ, খেট কথার অর্থ পাখাত।

(iii) গড় ঢাল $1^{\circ} - 7^{\circ}$ হয়।

(iv) বিভিন্ন আকৃতির প্রস্তরখণ্ড, নুড়ি, কঁকর ঘাসা গঠিত।

(v) এটি পর্বত পাগদেশ ও বাজালার মধ্যবর্তী অংশ।

(vi) ক্ষয়করের প্রাধান্য বেশি।



চিত্র-পেন্ডিমেন্ট ও বাজালা

(7) বাজালা:- মরু ও উপমরু অঞ্চলে কার্বকলীন সময়ে সংঘটিত অতীত প্রবল ক্ষনঘণ্টী বৃষ্টিপাতের

দরুন প্রচুর পরিমাণে সৃষ্টি করা ধারণাজাত রূপে পর্বতভাগগুলি থেকে ক্রমশ ক্ষয় ক্ষয় প্রবাহের ন্যায়

পর্বত পাগদেশীয় অঞ্চলে নেমে আসে। এই প্রকার প্রবাহের মধ্যে দিয়ে নানান প্রকার বাহিত

ক্ষয়াজাত পদার্থ ক্রমশ সঞ্চিত পর্বতের পাগদেশীয় অংশে নিম্নলিখিত ভঙ্গিবিধি যে সমগ্রায় ভূমি পঠন

করে, তাকে বাজালা বলে।

বৈশিষ্ট্য:-

(i) ভূমির ঢাল কম থাকে ($3^{\circ} - 4^{\circ}$)।

(ii) বাজালা হল স্পেনীয় শব্দ Bahada থেকে এসেছে। যার অর্থ পাগলাপনি একধিক পলল শাখায়ুক্ত

সমসৃষ্টি বিশেষ।

(iii) বালি ও মৃৎ পলি ঘাসা গঠিত।

(iv) পেন্ডিমেন্ট ও প্রায়্যার মধ্যবর্তী অংশ।

(v) সঞ্চারকারের ফলে সৃষ্টি হয়।

(vi) প্রায়্যোনি, কোয়াটানারী যুগে বহু বাজালা সৃষ্টি হয়েছে।

(vii) বাজালা কয়েক কিমি পর্যন্ত বিস্তৃত হয়।

(viii) বালি ও পলির সঞ্চারের ফলে সৃষ্টি পাখার ন্যায় আকৃতি বিশিষ্ট।

(ix) বাজালার উচ্চতা $8^{\circ} - 10^{\circ}$ কোণে হলে থাকলেও নিম্নতলা $1^{\circ} - 5^{\circ}$ কোণে হলে থাকে।

উদাহরণ:- সাহার, কালহারি মরুভূমি।

(8) বেগনন:- মরু ও মরুপ্রায় স্থানগুলিতে বর্ষার সময়ে সাময়িক কিছু প্রবল বৃষ্টিপাতের ধারণাজাত

বাহিত বিভিন্ন আকৃতির মূলিকা ও পলি জমা হয়ে যে দুর্ল পদার্থ বিশিষ্ট সমসৃষ্টি তৈরী হয়, তাকে

বেগনন বলে।

বৈশিষ্ট্য:-

(i) সমতল আকার বিশিষ্ট আববাহিকা।

(ii) সৃষ্টি গঠিত উপত্যকায় দেখা যায়।

(iii) অনেক ভূমিরূপ বিজ্ঞানীর মতে, প্রায়্যা, বেগননের পর্যক নেই।

(iv) বেগনন হল প্রায়্যার অতিম তথা সর্বশেষ অবস্থা।

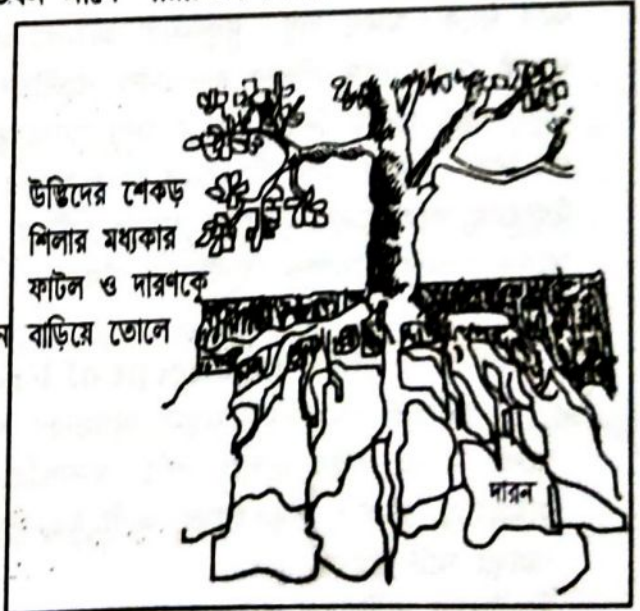
পরিশেষে বলা যায় উপরিত্ত আলোচনার মাধ্যমে রাসায়নিক আবহবিকারের পদ্ধতিগুলি জানা সম্ভবপর হল। শিলামধ্যস্থ খনিজ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিয়োজিত হয়ে বৃষ্টিপাতযুক্ত ক্রান্তীয় জলবায়ু অঞ্চলে বক্সাইট, ল্যাটেরাইট, জিপসাম, কোয়ার্জ ও নিকেল ইত্যাদি খনিজের সৃষ্টি হয়। ভূ-পৃষ্ঠের উপরে Duricrust নামক ছক সৃষ্টি হয়। চূনাপাথরযুক্ত অঞ্চলে উভালা, ডোলাইন, স্ট্যালাকটাইট, স্ট্যালাকমাইট ইত্যাদির সৃষ্টি হয়। অ্যালগি ও মস শিলাতে গর্তের সৃষ্টি হতে পারে। ফলে শিলায় গর্তের সৃষ্টি হয় (Weathering Pits)। লবন কেলাসন প্রক্রিয়ায় Aleoves, Taffoni ইত্যাদি ক্ষুদ্র গর্তের সৃষ্টি হয়।

(C) জৈবিক আবহবিকার (Biological Weathering)

যান্ত্রিক ও রাসায়নিক প্রক্রিয়া ছাড়া উদ্ভিদ, জীবজন্তু এবং মানুষের নানা প্রকার কর্মকান্ড ভূ-পৃষ্ঠের শিলাকে সর্বদা চূর্ণবিচূর্ণ করছে, একে জৈবিক বিচূর্ণীভবন বা জৈবিক আবহবিকার বলে। উল্লেখ্য যে, পৃথিবীর সব ধরনের জলবায়ু অঞ্চলেই জীবমণ্ডল কোনো না কোনোভাবে বিচূর্ণীভবনে অংশগ্রহণ করে থাকে। মৃত্তিকা গঠনের ক্ষেত্রে বিচূর্ণীভবনের গুরুত্ব অপরিসীম। ভূপদার্থসমূহকে মানুষসহ বিভিন্ন ধরনে-র প্রাণী উপরের স্তর থেকে নিচের স্তরে ঠা-নামা করে বিচূর্ণীভবনকে সক্রিয় করে থাকে। সাম্প্রতিক সময়ে প্রযুক্তিগত উন্নয়নের কারণে মানুষ বিচূর্ণীভবনের সবচেয়ে শক্তিশালী মাধ্যম হিসেবে আবির্ভূত হয়েছে। মানুষের দ্বারা শিলায় বিচূর্ণীভবন সহজে দৃষ্টিগোচর হয়। কিন্তু জীবজন্তু ও বৃক্ষসতাদি দ্বারা শিলা চূর্ণবিচূর্ণ হলে সহজে বোঝা যায় না। জৈবিক বিচূর্ণীভবনকে প্রধানত নিম্নোক্ত তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

1. উদ্ভিদের কার্য (Work of Plants):- উদ্ভিদ প্রাকৃতিক ও রাসায়নিক উভয় প্রকারেই শিলায় বিচূর্ণীভবন করে থাকে, যা জৈবরাসায়নিক বিচূর্ণীভবন নামে পরিচিত। শিলায় খন্ডবিখন্ড হওয়ার কাজে শিকড় উল্লেখযোগ্য ভূমিকা রাখে।

শিলায় সংযোগস্থলে বা ফাটল বরাবর শিকড় আয়তন বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সাথে ফাটলে চাপ বাড়তে পারে। ফলে এক সময় শিলা ফাটল বরাবর ভেঙে যায়। ক্রমে মাটি আলাগা হয়ে পড়ে। এতে বৃষ্টির জল মাটির ভেতর প্রবেশ করার সুযোগ পায়। এছাড়া মস, শৈবাল, লাইকেন প্রভৃতি নানা প্রকার উদ্ভিদের দ্বারা শিলায় উপরি-ভাগে জল আটকে থাকে। এ হিউমাস বৃষ্টির জলের সংস্পর্শে এলে জৈব অ্যাসিড তৈরি হয়। এ অ্যাসিড বিক্রিয়ার দ্বারা শিলাকে ক্ষয় করে। আবার বিভিন্ন প্রকারের জীবাণু ও কীট তাদের দেহনিঃসৃত রস দ্বারা জৈবিক বিচূর্ণীভবন ঘটায়।



চিত্র- জৈব আবহবিকার

2. জীবজন্তুর কার্য (Work of Animals):- নানা প্রকার জীবজন্তু তাদের বাসস্থান বা জীবনধারণ প্রয়োজনে মাটি গুলট-পালট করে থাকে। কেঁচো, উইপোকা, ইঁদুর, সজ্জারু, খরগোস, বেজি, শিয়াল, প্রেইরী কুকুর প্রভৃতি জন্তু মাটিতে গর্ত করে নিচের মাটিকে ভূপৃষ্ঠের উপরে তোলে। মৃত্তিকার অণুজীব সমূহ শিলায় প্রাকৃতিক ও রাসায়নিক বিচূর্ণীভবনে খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে থাকে। এ অণু-

জীবগুলো দ্রুত মৃত্তিকাকে সংমিশ্রিত করে এবং নতুন পদার্থসমূহকে বিচূর্ণীভবনের উপযোগী করে তোলে। এগুলো মৃত্তিকার নীচের স্তরে জৈব পদার্থ স্থানান্তরে সহায়তা করে এবং এভাবে মাটির অনেক গভীর পর্যন্ত বিচূর্ণীভবন সংঘটিত হয়, যা অন্যকোনোভাবে সম্ভব নয়। জীবজন্তু ও কীটপতঙ্গের দ্বারা ভূত্বক যেভাবে চূর্ণবিচূর্ণ হচ্ছে, এটি বেশ সূক্ষ্ম বলে এরূপ পরিবর্তন তেমন বোঝা যায় না।



ধারণা করা যায় যে, ভূপৃষ্ঠের একক পরিমাণ জায়গায় প্রায় 1,50,000 ছোট-বড় প্রাণী রয়েছে এবং এগুলো প্রতি বছর প্রায় 15 টন মাটি নিচ থেকে উপরে উঠিয়ে থাকে। ক্রান্তীয় অঞ্চলে মৃত্তিকার উপরের স্তরে বাছাই ও পুনর্বিন্যাসে উইপোকা খুবই কার্যকর ভূমিকা পালন করে। পুনোমারিভার মতে, (Ponomareva, 1950) কঁচো মাটির 1.5 মিটার গভীর পর্যন্ত প্রবেশ করে এবং একটি কঁচো বছরে 10 থেকে 20 টন ভূপদার্থ ওলট-পালট করে থাকে।

3. মানুষের কার্য (Work of Man):- বর্তমানে মানুষ বিচূর্ণীভবনের শক্তিশালী এজেন্ট হিসেবে আবির্ভূত হয়েছে। মানুষ যান্ত্রিক ও রাসায়নিক উভয় পদ্ধতির বিচূর্ণীভবনে সহায়ক ভূমিকা পালন করে থাকে। মানুষ বায়ু দূষণকারী কতিপয় গ্যাস সৃষ্টি করে, যা পরবর্তীতে অ্যাসিড বৃষ্টিরূপে ভূপৃষ্ঠে নেমে এসে শিলার রাসায়নিক বিচূর্ণীভবন ঘটায়। আবার মানুষ রাস্তাঘাট, খাল, ঘরবাড়ি, নগর, শহর প্রভৃতি নির্মাণ করার জন্য সর্বদা ভূত্বককে খণ্ডবিখণ্ড করছে, পাহাড় কেটে রাস্তা, বাড়ি ঘর নির্মাণ করছে এবং উঁচু স্থান বা পাহাড়ের মাটি কেটে নিচু স্থান ভরাট করছে। প্রযুক্তিগত উন্নয়নের ফলে মানুষ ভূপৃষ্ঠের অনেক গভীরে খনিজ অনুসন্ধান ও আহরণ করছে। এতে ভূপৃষ্ঠের অনেক গভীরে জৈবিক বিচূর্ণীভবন ঘটছে।

D. 1. ক্ষয়ীভবন ধারণা (Concept of Erosion):-

বিচূর্ণীভূত পদার্থসমূহ অন্যত্র অপসারণ, পরিবহন ও সঞ্চারের গতিশীল প্রক্রিয়াকে ক্ষয়ীভবন বলে। বিভিন্ন শক্তির প্রভাবে শিলা স্থানান্তরিত হয়। শিলার স্থানান্তর সাধারণত বৃষ্টিপাত, জলপ্রোত, বায়ুপ্রবাহ, হিমবাহ, সমুদ্রতরঙ্গা, প্রাণী ইত্যাদির মাধ্যমে এবং মধ্যাকর্ষণ বলের অধীনে ভূমির ঢাল বরাবর ঘটে থাকে।

বিচূর্ণীভবন ক্ষয়ীভবন প্রক্রিয়ার প্রথম ধাপ। বিচূর্ণীভবনের মাধ্যমে শিলাস্তর চূর্ণবিচূর্ণ হয়। আর এসব বিচূর্ণীভূত পদার্থ বিভিন্ন প্রাকৃতিক শক্তি দ্বারা অপসারিত হলে, ক্ষয়ীভবন সংঘটিত হয়। বিচূর্ণীভবনের জন্য ক্ষয়ীভবন অপরিহার্য নয়, কিন্তু বিচূর্ণীভবন ব্যতীত ক্ষয়ীভবন সংঘটিত হতে পারে না। জল, বায়ু, বরফ ইত্যাদি যেমন বিচূর্ণীভবন সহায়তা করে, তেমনি ক্ষয়ীভবনেও সক্রিয় ভূমিকা পালন করে থাকে। নিচে ক্ষয়ীভবনের প্রক্রিয়াসমূহ আলোচনা করা হল -

1. **বৃষ্টির কাজ (Action of Rain):-** বৃষ্টির জল একদিকে রাসায়নিক বিচূর্ণীভবন সহায়ক, অপরদিকে ক্ষয়ীভবনের সংঘটক। বৃষ্টিবহুল অঞ্চলে ভূপৃষ্ঠের উপর দিয়ে প্রবাহিত শিলাকে আংশিক ভাবে ক্ষয় ও আলগা করে এবং ক্ষয়ীভূত পদার্থসমূহ বহন করে অন্যত্র নিয়ে সঞ্চয় করে। বৃষ্টির জলের সাথে মিশ্রিত কার্বন ডাই অক্সাইড, অক্সিজেন শিলাকে রাসায়নিকভাবে বিচূর্ণীভূত করে, আবার উঁচু পর্বত গাত্র থেকে মৃত্তিকা ধসে সহায়তা করে।
2. **নদীর কাজ (Action of River):-** ক্ষয়ীভবনের শক্তিগুলোর মধ্যে নদীর ভূমিকা ব্যাপক। ভূমির ঢাল অধিক হলে নদীর স্রোতের গতিবেগ বেশী হয়। এ সময় নদী বিচূর্ণীভূত বৃহদাকৃতির পদার্থসমূহ বহন করে অন্যত্র নিয়ে যায়। মোহনার দিকে নদীর স্রোতের বেগ কমে যায় বলে বহন ক্ষমতাও কমে যায়। এ সময় বাহিত সূক্ষ্ম পদার্থসমূহ নদী উপত্যকায় সঞ্চিত হয়ে নতুন নতুন ভূ-ভাগের সৃষ্টি হয়।
3. **বায়ুর কাজ (Action of Wind):-** সকল অঞ্চলে বায়ু ক্ষয়ীভূত পদার্থসমূহ অপসারিত করলেও শুষ্ক অঞ্চলে এর ভূমিকা সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য। বায়ু একদিকে যেমন বিচূর্ণীভবনে সহায়তা করে, তেমনি বিচূর্ণীভূত পদার্থসমূহ অন্যত্র অপসারণেও গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।
4. **হিমবাহের কাজ (Action of Glacier):-** শীতল অঞ্চলে হিমবাহ ক্ষয়ীভবনের প্রধান শক্তি। নদীর মতোই হিমবাহ ভূপৃষ্ঠের ক্ষয়সাধন, ক্ষয়ীভূত পদার্থসমূহ বহন ও অন্যত্র সঞ্চয়নের কাজ করে থাকে।
5. **তরঙ্গের কাজ (Action of Waves):-** সমুদ্র বা হ্রদের উপকূলের বিচূর্ণীভূত শিলারাশি তরঙ্গের দ্বারা অন্যত্র বাহিত ও সঞ্চিত হয়ে থাকে।

E. ভূমিরূপের উপর আবহবিকারের প্রভাব (Influence of Weathering on Landforms):-

সাধারণভাবে আবহবিকার ভূপৃষ্ঠে নিম্নলিখিত প্রভাব বিস্তার করে-

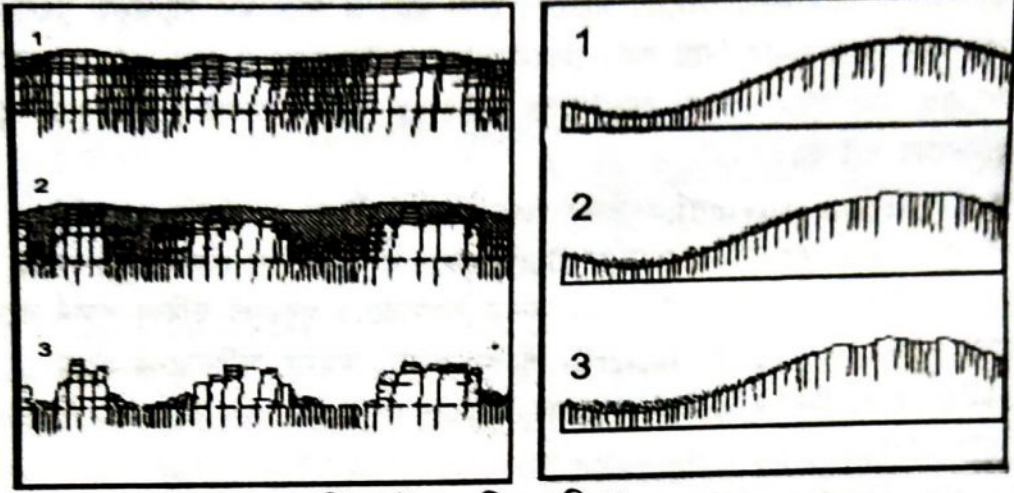
- (a) শিলাসমূহকে চূর্ণ বিচূর্ণ ও বিয়োজিত করে।
- (b) অপ্রত্যক্ষভাবে আবহবিকার পুঞ্জিত ক্ষয় (Mass Wasting) ও ক্ষয়ীভবন (Erosion) প্রক্রিয়াকে দ্বরাসিত করে।
- (c) ভূপৃষ্ঠে আলগা পদার্থের উদ্ভব ঘটিয়ে আবহবিকার মৃত্তিকা গঠনের প্রধান এবং প্রথম ধাপ হিসাবে কাজ করে।
- (d) ভূপৃষ্ঠে উচ্চতা হ্রাস করতে যান্ত্রিক ও রাসায়নিক আবহবিকার উভয়ই দায়ী, তবে দ্রবণের ফলেই উচ্চতা বেশী হ্রাস পায়।
- (e) আবহবিকার ভূপৃষ্ঠে বৈবচ্যমূলক আচরণ করে ক্ষুদ্র ভূমিরূপের সৃষ্টি করে। এগুলির মধ্যে উল্লেখযোগ্য জল শিলা-সোপান, মৌচাকের মত গর্তবিশিষ্ট শিলাপৃষ্ঠ, শিলার পাঁজর প্রভৃতি। সাধারণত, ভূপৃষ্ঠে শিলাসমূহের উপর যান্ত্রিক আবহবিকার ও রাসায়নিক আবহবিকারের আলাদা প্রকারের প্রভাব লক্ষ্য করা যায়।

♦ যান্ত্রিক আবহবিকারের প্রভাব (Effect of Mechanical Weathering):-

- (i) বৃহৎ শিলাগুলি ছোট ও বড় খণ্ডে চূর্ণ-বিচূর্ণ হয়।
- (ii) শিলাগুলি ভয় অনুযায়ী ক্ষয়প্রাপ্ত হয় যার ফলে নীচের স্তরের শিলা উন্মুক্ত হয়।
- (iii) উপরোক্ত প্রক্রিয়ার প্র্যানাইট পাথরে শঙ্কমোচন ঘটে। এ ক্ষেত্রে পেঁয়াজের খোসার মত একটা

একটা করে স্তর ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে নীচের স্তর উন্মোচিত হয়। ভূমিরূপ সমগ্রভাবে একটি গম্বুজাকৃতি ধারণ করে। ভারতে ছোটনাগপুর মালভূমিতে এইরকম ভূমিরূপ লক্ষণীয়। আবার এই একই অঞ্চলে পাহাড়ের (টিলার) গা বেয়ে যখন প্রস্তরখণ্ডগুলি ভেঙে নীচের দিকে এসে জমা হয়। গম্বুজাকৃতি পরপর সঞ্চিত গোলাকার স্তপকে 'টর' বলে।

বৈষম্যমূলক আবহবিকারের ফলে ভূপৃষ্ঠে যখন নানা আকৃতির শিলা জমায়েত হয়, সামগ্রিকভাবে তাকে ছড়ু শিলা বলে।



চিত্র- টর সৃষ্টির প্রক্রিয়া

(iv) হিমবাহ বা তুষারের ক্ষয়কার্যের প্রভাবে চূর্ণ-বিচূর্ণ শিলাস্তর পাহাড়ের ঢালে সঞ্চিত হয়ে স্ক্রী বা ট্যালাস্ এর সৃষ্টি করে। পাহাড়ের পাদদেশে যে প্রস্তর ভূমির সৃষ্টি হয়, তাকে 'ফেলসেনমিয়ার' বা 'ব্রকসেপেড' বলে।

(v) শীতপ্রধান দেশে তুষারের কার্যের ফলে মাটির ঢেলা ভেঙে যায়। শুষ্ক ঋতুতে 'রেগুর' বা কৃষ্ণমৃত্তিকা অঞ্চলেও মাটির ঢেলা ভেঙে গেলে চাষাবাদের সুবিধা হয়।

(vi) শিলার দারণ, ফাটল ইত্যাদি আবহবিকারের প্রভাবে বেড়ে গিয়ে বৃষ্টির জল বা অন্যান্য উৎস থেকে জলের সহজেই ভূগর্ভে নামতে সুবিধা হয় এবং তাই ভৌমজলের পরিমাণকে সমৃদ্ধ করে।



চিত্র- যান্ত্রিক আবহবিকারের প্রভাব

(vii) যান্ত্রিক আবহবিকার পরোক্ষভাবে মৃত্তিকা গঠনের সাহায্য করে। আবহবিকারের অবশিষ্ট অংশ হিসাবে ভূ-পৃষ্ঠে প্রচুর পরিমাণ অদ্রবীভূত সিলিকা বা বালুকা পাওয়া যায়।

(viii) শিলার চূর্ণ-বিচূর্ণ খণ্ডগুলি ভূ-ত্বকের উপর সঞ্চিত হয়ে 'রেগোলিথ' অর্থাৎ এক ভূ-আস্তরণের সৃষ্টি করে।

(ix) কোমল শিলায় 'গালি' ও 'র্যাভাইন'-এর সৃষ্টি হয়। এইরকম এলাকায় বৃষ্টিপাত হতে ছোট ছোট খাতের সৃষ্টি হয়ে এইরকম ভূমির উদ্ভব হয়।



চিত্র- গালিসৃষ্টির প্রক্রিয়া

● **রাসায়নিক আবহবিকারের প্রভাব (Effect of Chemical Weathering):-**

(i) শিলা মধ্যে অবস্থিত কিছু খনিজ পদার্থ দ্রবীভূত হয় এবং ক্রমে মাটির সঙ্গে মিশে গিয়ে উদ্ভিদের প্রয়োজনীয় খাদ্য এবং স্মর যোগায়।

(ii) শিলা মধ্যস্থ কয়েকটি খনিজ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিয়োজিত হয় বলে বৃষ্টিবহুল ক্রান্তীয় জলবায়ু অঞ্চলে 'বস্কাইট', 'ল্যাটেরাইট',

'জিনসাম', 'কেওলিন' (ফেলসপার থেকে পরিণত হয়), 'নিকেল' ইত্যাদি খনিজের সৃষ্টি হয়। উষ্ণ ও শুষ্ক আর্দ্র জলবায়ু গভীর আবহ বিকার, ভূতলপৃষ্ঠের ওঠানামা-এই সকলের সমন্বয়ে ল্যাটেরাইটের সৃষ্টি হয়। ল্যাটেরাইট কাদার মত লাল রঙের মাটি। ছোটনাগপুর মালভূমির পশ্চিমাংশের এই ল্যাটে-রাইট বিশেষ লক্ষণীয়।



চিত্র- রাঁচীর মালভূমি (বিহার) পাটভূমি ও ল্যাটেরাইট গঠিত ভূমিরূপ

(iii) **ড্যুরিক্রাস্টের সৃষ্টি:** ড্যুরিক্রাস্ট যুক্তিকার ওপরের অংশে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ এক কঠিন ত্বক। আবহবিকারজাত কাদা ও কোয়ার্টজ কণাগুলি লোহা, সিলিকা বা চূনের সংমিশ্রণে সিমেন্টের মত কঠিন হয়ে যায়। ড্যুরিক্রাস্টের এই ত্বক কয়েক মিটার পুরু হয়। এর আর এক নাম আবহবিকার ত্বক বা কুইরাস বলে।

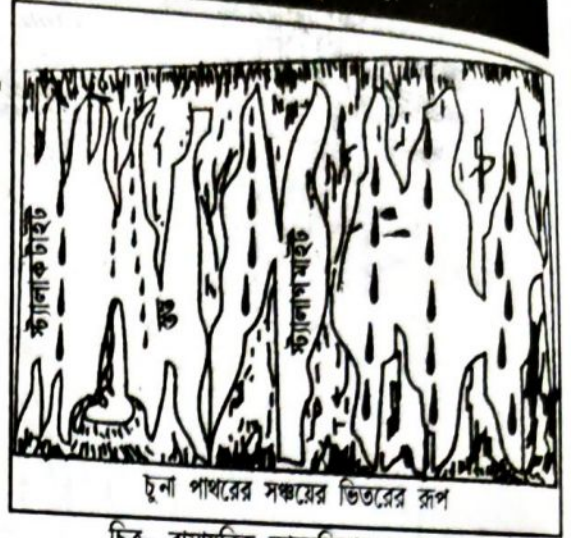
বায়ুমন্ডলের সংস্পর্শে এসে ল্যাটেরাইট লৌহ অক্সাইডের আবার ফেলসান ও নির্জলীকরণ হয় বলে ল্যাটেরাইট কঠিন অবস্থায় পরিণত হয়।

যে ড্যুরিক্রাস্টে গিবসাইট সমৃদ্ধ থাকে তাকে 'বস্কাইট', যাতে সিলিকা সমৃদ্ধ থাকে, তাকে 'সিলক্রিট' যাতে চুন সমৃদ্ধ থাকে তাকে 'ক্যালক্রিট' এবং যাতে সেসকুই-অক্সাইড সমৃদ্ধ থাকে তাকে 'ফেরিক্রিট' বলে।

উপরোক্ত এই সকল ড্যুরিক্রাস্ট বিভিন্ন জলবায়ু অঞ্চলে উদ্ভূত হয়।

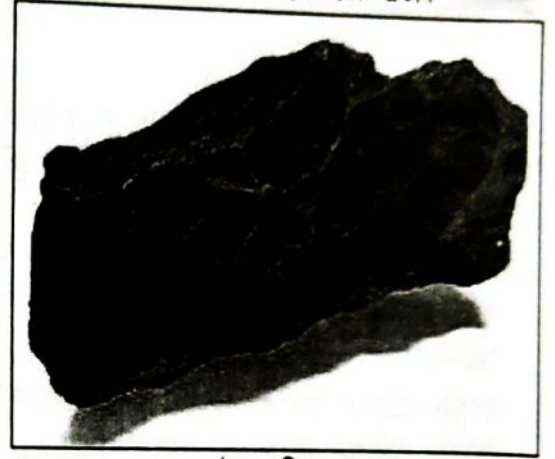
- (iv) চূনা পাথর অঞ্চলে নানারকম ভূমিরূপের সৃষ্টি হয়, যেমন, সোয়ালো হোল, সিক হোল, উভালা, ডোলাইন, স্ট্যালাকটাইট, স্ট্যালাগমাইট ইত্যাদি। এই ক্ষেত্রে বৃষ্টির জলের কার্বন ডাই অক্সাইড চূনা পাথরের সঙ্গে রাসায়নিক প্রক্রিয়া ঘটিয়ে তাকে ক্ষয় করে।

চূনা পাথর অঞ্চলে আবহবিকারের ফলে লৌহ কশায়ুক্ত একরকমের আন্তরণ সৃষ্টি হয় তার নাম 'টেরা রসা'।



চিত্র- রাসায়নিক আবহবিকারের প্রভাব

- (v) উদ্ভিদের প্রভাব- অ্যালগি ও মস্ শিলাতে গর্তের সৃষ্টি করতে পারে। এর কারণ এই জাতীয় উদ্ভিদ যথেষ্ট জল ধারণ করে ও কার্বন ডাই অক্সাইড পরিত্যাগ করে। এর ফলে রাসায়নিক আবহবিকার ঘটে ও শিলায় আবহবিকার গর্তের সৃষ্টি হয়। লবণ ক্লেসান প্রক্রিয়ায় অ্যালভিওল, ট্যাফেনি ইত্যাদি ক্ষুদ্র গর্ত সৃষ্টি হয়। সামগ্রিকভাবে বিচার করতে গেলে, সব শিলার খনিজ গঠন এক নয় এবং সেই জন্যই তার ওপর যান্ত্রিক ও রাসায়নিক প্রক্রিয়ার প্রভাব বিভিন্ন প্রকার। এ ক্ষেত্রে অবশ্য জলবায়ুর প্রভাবও বিস্তর।



ট্যাফেনি

F. আবহবিকারের গুরুত্ব (Importance of Weathering):-

- (i) শিলার বিশেষ উৎপাদন (Production of Rock Wastes):- বিভিন্ন প্রকার বিচূর্ণীভবনের প্রভাবে শিলা অসংহত, বিয়োজিত ও চূর্ণবিচূর্ণ হয়ে থাকে। বিচূর্ণীভবনের ফলে উৎপাদিত বিপুল পরিমাণ বিচূর্ণীভূত পদার্থ নিচের পিতৃশিলার উপর অবস্থান করে। এগুলোকে রেগোলিথ বলে। ভূপৃষ্ঠ থেকে নিচের ভিত্তিশিলা পর্যন্ত বিচূর্ণীভূত পদার্থের এলাকাকে বিচূর্ণীভবন অঞ্চল বলে। বিচূর্ণীভবন অঞ্চলের গভীরতা স্থান ও জলবায়ুভেদে বিভিন্ন হয়ে থাকে। এটি মূলত ভূগর্ভস্থ জলের স্তর ও বিচূর্ণীভবন সংঘটিত হওয়ার সময়কালের ওপর নির্ভর করে। বিচূর্ণীভূত পদার্থসমূহ অর্থনৈতিক দিকে থেকে গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এগুলো মৃত্তিকা তৈরীতে সহায়তা করে। বিচূর্ণীভবন পার্বত্য অঞ্চলের ভর বিচলন ঘটায় এবং এতে জনজীবনের ব্যাপক ক্ষতি হয়ে থাকে।
- (ii) বিচূর্ণীভবন ক্ষয়ীভবনের সহায়ক (Weathering Helps Erosional Processes):- বিচূর্ণীভবনের ফলে শিলা অসংলগ্ন, বিয়োজিত ও চূর্ণবিচূর্ণ হওয়ার ফলে আর্দ্র অঞ্চলে বৃষ্টিপাত, উষ্ণ শুষ্ক ও শুষ্প্রায় অঞ্চলে বায়ু, শীতল অঞ্চলে হিমবাহ এবং উপকূলীয় অঞ্চলে সমুদ্রের ঢেউ দ্বারা অন্যত্র স্থানান্তরিত হতে পারে। ভর বিচলনের মাধ্যমে দ্রুত ক্ষয়ীভূত পদার্থসমূহ অপসারিত হয়। এছাড়া গাছপালাবিহীন ন্যাড়া অঞ্চলের শিলাও দ্রুত ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। ক্ষয়ীভূত পদার্থসমূহ পর্বতগাত্র থেকে বিপুল পরিমাণে নেমে এসে অনেক সময় নদীর গতিপথ বৃদ্ধি করে দেয়। আবার নদীবাহিত পলি নদীমঞ্চে সঞ্চিত হয়েও নদীর গতি বৃদ্ধি করে দেয়। যেমন- ধৌতকরণের মাধ্যমে ক্ষয়ীভূত পদার্থ প্রায় সকল নদীর বৃক্রে সঞ্চিত হয়ে নদীগুলোকে প্রায় ভরাট করে দিয়েছে।

- (iii) **ভূপৃষ্ঠ নিচুকরণ (Lowering of Surface):-** বিভিন্ন প্রকার বিচূর্ণীভবনের মাধ্যমে সৃষ্ট শিলার অবশেষসমূহ অপসারিত হওয়ার কারণে ভূপৃষ্ঠের উঁচু স্থানগুলো অনবরত নিচু হচ্ছে। ভূমিক্ষস, ডেবরিস প্রবাহ, শিলাচ্যুতি, ট্যালাস স্খলন ইত্যাদির মাধ্যমে উচ্চস্থানগুলো অনবরত উচ্চতা হারাচ্ছে।
- (iv) **ভূমিরূপের বিকাশ ও পরিবর্তন (Evolution of Landforms and their Modification):-** বিচূর্ণীভবন বিভিন্ন প্রকার ভূমিরূপের বিকাশে সহায়তা করে। বিচূর্ণীভবন পাথরে জাফরির কাজ, ট্যালাস কোণ, ট্যালাস পাখা ইত্যাদি তৈরীতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

9. জৈবিক ক্রিয়া:- শিলার দারণ ও ফাটলের মধ্যে গাছের শিকড় চাপ দিয়ে শিলা ভাঙতে সাহায্য করে আবার কিছু জীবজন্তু যেমন- কেঁচো, পিঁপড়ে ইত্যাদি প্রাণী শিলা খনন করে। এছাড়া মানুষও খনিজ উত্তোলনে শিলার ভাঙন ঘটায়।
পরিশেষে বলা যায় উপরিউক্ত প্রক্রিয়াগুলি যান্ত্রিক আবহবিকারের সহায়ক পদ্ধতি হিসাবে বিশেষভাবে ক্রিয়াশীল এবং এই সিদ্ধান্তে পৌঁছানো সম্ভব যান্ত্রিক আবহবিকারের জন্য দুটি বিষয় কর্তব্য- (i) তাপ (Temperature) ও (ii) চাপ (Pressure)।

(b). রাসায়নিক আবহবিকার (Chemical Weathering)

- ◆ **ভূমিকা (Introduction):-** আবহবিকারের একটি বিভাজন হল রাসায়নিক আবহবিকার। অক্সিজেন, কার্বন ডাই অক্সাইড, জলীয় বাষ্প ইত্যাদি বায়ুমণ্ডলের উপাদান শিলা গঠনকারী খনিজের উপর রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটায়। এর ফলে শিলায় যে বিয়োজন ও পরিবর্তন হয়, তাকে রাসায়নিক আবহবিকার বলে। হোমসের (Holmes) মতে "The alteration and solution of Rock material by chemical Processes is called Chemical Weathering".

◆ নিয়ন্ত্রক (Factors):-

রাসায়নিক আবহবিকারের নিয়ন্ত্রকগুলি হল-

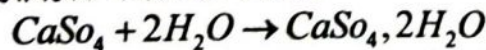
- (i) Amount of pH বা p^H এর পরিমাণ।
- (ii) Oxidation Potential বা জারণ প্রবণতা।
- (iii) Ionic Potential বা আয়ন প্রবণতা।

◆ রাসায়নিক আবহবিকারের পদ্ধতি বা প্রক্রিয়া সমূহ (Processes of chemical Weathering):-

রাসায়নিক আবহবিকারের প্রক্রিয়াগুলি হল নিম্নরূপ-

1. **জারণ (Oxidation):-** সাধারণভাবে শিলা খনিজের সঙ্গে অক্সিজেনের বিক্রিয়াকে জারণ বলে। যে সমস্ত শিলাস্তরে লোহার পরিমাণ বেশী থাকে, তাতে জলের দ্রবীভূত গ্যাস যুক্ত হয়ে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটায়। ফলে লোহা যুক্ত শিলার উপর লাল, হলদে বা বাদামী রঙের মরচে ধরে। আর্দ্র অঞ্চলে বা ভেজা লোহায় এই প্রক্রিয়া সহজেই কাজ করে। লোহা যুক্ত শিলার জারণ সমীকরণটি নিম্নরূপ-
$$4FeO + 3H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 3H_2O$$

2. **জলযোজন (Hydration):-** এই প্রক্রিয়ায় জল প্রধান উপাদান। রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় শিলার মধ্যে অবস্থিত খনিজের সঙ্গে জল মিশলে জলের অনু খনিজ অনুর সঙ্গে মিশে যায়। এর ফলে শিলা আগের থেকে কোমল হয় এবং নতুন আর এক ধরনের খনিজে পরিবর্তিত হয়ে ধীরে ধীরে ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। জলযোজনের সমীকরণটি নিম্নরূপ



3. **আর্দ্র বিশ্লেষণ (Hydrolysis):-** মৃত্তিকা বা শিলার মধ্যস্থ জল খনিজ দ্রব্যের সঙ্গে মিশে এক অম্লিক পুণর্গঠন করে, তাকে হাইড্রোলিসিস বলে। বায়ুমণ্ডলে তাপমাত্রা বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে জলের অনুগুলি সংশ্লিষ্ট স্থান থেকে আয়ন অনুযায়ী আলাদা হতে পারে এবং এইভাবে শিলা-স্তরের বিয়োজন ঘটায়। সমীকরণটি নিম্নরূপ-
$$KAlSi_3O_8 + HOH \rightarrow H_4Si_3O_8 + KOH$$

4. **অক্সারযোজন (Carbonation):-** শিলার মধ্যস্থ বিভিন্ন খনিজ পদার্থের মধ্যে CO_2 এর রাসায়নিক সংমিশ্রনকে কার্বনেশন বলে। যদিও বায়ুমণ্ডলে CO_2 এর পরিমাণ শতকরা 1 ভাগেরও



A small proportion of carbonic acid molecules ionizes to form hydrogen ions (H^+) and bicarbonate ions

(HCO_3^-), making the water droplets slightly acidic.

The slightly acidic water dissolves potassium ions and silica from feldspar.



transforming it into kaolinite, hydrogen ions are retained in the water of the clay.

Dissolved silica potassium ions (K^+) and bicarbonate ions

HCO_3^- run off into rivers and soil.

Hydrolysis

Feldspar + carbonic acid

+ H_2O

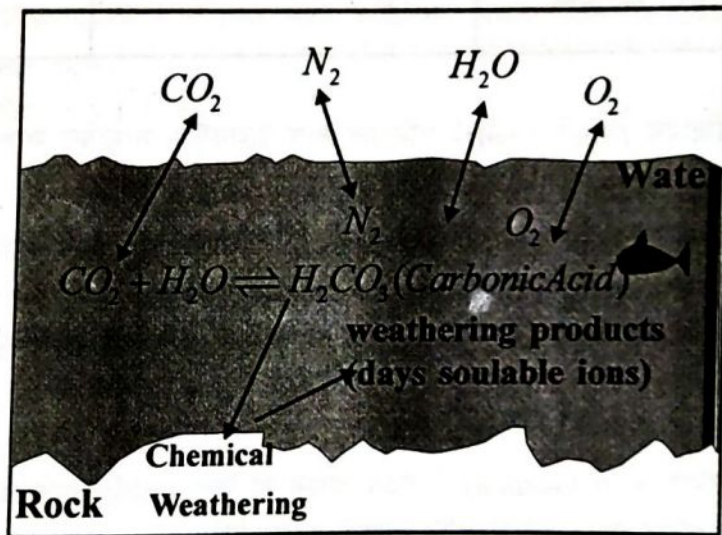
= kaolinite (clay)

+ dissolved K (potassium) ion

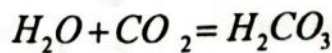
+ dissolved bicarbonate ion

+ dissolved silica

Clay is a soft, platy mineral, so the rock disintegrates.

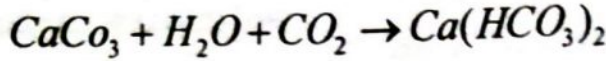


কম। তবু সেটি একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। বায়ুমন্ডলের ভিতর দিয়ে বৃষ্টির জল মাটিতে পড়ার সময় বায়ুমন্ডলে CO_2 এর সাথে মিশে তা মৃদু অ্যাসিডে পরিণত হয়। সমীকরণটি হল নিম্নরূপ-

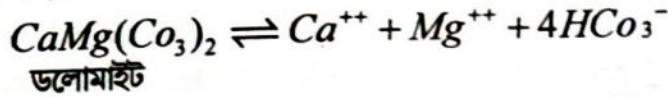
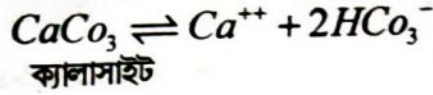


কার্বনিক অ্যাসিড মেশানো জল যখন চুনাপাথরের উপর দিয়ে বয়ে যায় তখন ঐ জলের সঙ্গে চুনাপাথরের রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে যে ক্যালসিয়াম বাইকার্বোনেট তৈরী হয় তা চুনাপাথরকে

সহজেই ক্ষয় করতে সক্ষম হয়। সমীকরণটি নিম্নরূপ



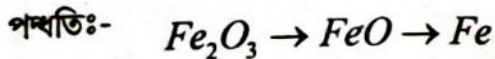
5. **দ্রবণ (Solution):-** সাধারণত কোনো খনিজ পদার্থ জলের সংযোগে দ্রবীভূত হলে তাকে দ্রবণ বলে। এবং তা শিলায় বিচূর্ণীভবন ঘটায়। খনিজগুলি দ্রাবকের উপস্থিতিতে বিভিন্ন আয়নে ভেঙে যায়। এবং এরপর দ্রাবকের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট অবস্থায় খনিজ গঠন থেকে প্রবাহ মাধ্যমের দ্বারা স্থানান্তরিত হয়।



নীচের টেবিলের মাধ্যমে মহাদেশভিত্তিক দ্রবণজনিত ক্ষয়ের পরিসংখ্যান দেওয়া হল-

মহাদেশ	মোট দ্রবীভূত পদার্থের পরিমাণ (10^{14} গ্রাম)	দ্রবণজনিত ক্ষয় (টন/বর্গকিমি)
(i) উত্তর আমেরিকা	7.0	33
(ii) দক্ষিণ আমেরিকা	5.5	28
(iii) এশিয়া	14.9	32
(iv) আফ্রিকা	7.1	24
(v) ইউরোপ	4.6	42
(vi) অস্ট্রেলিয়া	0.2	2

6. **বিজারণ (Reduction):-** খনিজের সঙ্গে ইলেকট্রনে সংযুক্তির ফলে পদার্থটির ঋনাত্মক যোজ্যতা বেড়ে যায়, একে বিজারণ বলে। সাধারণত ভৌম জলতলের নীচে বহুদিন জমা জলের তলদেশে, জলাভূমি এবং বগ্ বা পীট মৃত্তিকায় এই ধরনের বিজারণ হয়। এইসব অবস্থায় জলে দ্রবীভূত O_2 প্রায় ফুরিয়ে গিয়ে *Anaerobic* অবস্থার সৃষ্টি করে। ফেরিক অক্সাইড ও ফেরাস অক্সাইড যুক্ত হয়ে তার থেকে আয়রণ বা লোহা সৃষ্টির মাধ্যমে কালো রঙের পীট মৃত্তিকা তৈরী হয়।



7. **চিলেশান (Chelation):-** ধাতব আয়ন বা জৈব পদার্থ একত্রে এবং পিচ্ছিলতার জন্য একসঙ্গে অপসারিত হয়। এই চিলেটিং এজেন্ট মূলত: উদ্ভিদ-

জাত বা প্রাণীজাত পদার্থ (Lehman, 1963) উদ্ভিদ এই চিলেশান পদ্ধতিতে খনিজ খাদ্য গ্রহণ করে। চিলেশানের ফলে সমস্ত ধাতব আয়ন অপসারিত হওয়ার পরে মৃত্তিকার কেবল আম্লিক জৈব পদার্থ অবশিষ্ট থাকে এবং এর ফলে মৃত্তিকা আম্লিক প্রকৃতির হয়ে এইভাবে পড্জল মৃত্তিকা তৈরী হয়।

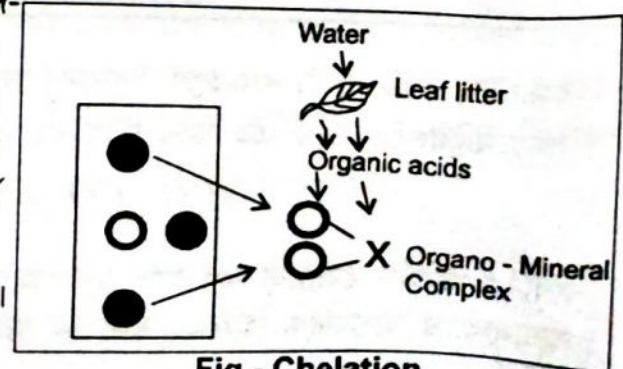


Fig - Chelation

পরিশেষে বলা যায় উপরিত্ত আলোচনার মাধ্যমে রাসায়নিক আবহবিকারের পদ্ধতিগুলি জানা সম্ভবপর হল। শিলামধ্যস্থ খনিজ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিয়োজিত হয়ে বৃষ্টিপাতযুক্ত ক্রান্তীয় জলবায়ু অঞ্চলে বক্সাইট, ল্যাটেরাইট, জিপসাম, কোয়ার্জ ও নিকেল ইত্যাদি খনিজের সৃষ্টি হয়। ভূ-পৃষ্ঠের উপরে Duricrust নামক ত্বক সৃষ্টি হয়। চূনাপাথরযুক্ত অঞ্চলে উভালা, ডোলাইন, স্ট্যালাকটাইট, স্ট্যালাকমাইট ইত্যাদির সৃষ্টি হয়। অ্যালগি ও মস শিলাতে গর্তের সৃষ্টি হতে পারে। ফলে শিলার গর্তের সৃষ্টি হয় (Weathering Pits)। লবন কেলাসন প্রক্রিয়ায় Aleoves, Taffoni ইত্যাদি ক্ষুর গর্তের সৃষ্টি হয়।

(C). জৈবিক আবহবিকার (Biological Weathering)

যান্ত্রিক ও রাসায়নিক প্রক্রিয়া ছাড়া উদ্ভিদ, জীবজন্তু এবং মানুষের নানা প্রকার কর্মকান্ড ভূ-পৃষ্ঠের শিলাকে সর্বদা চূর্ণবিচূর্ণ করছে, একে জৈবিক বিচূর্ণীভবন বা জৈবিক আবহবিকার বলে। উল্লেখ্য যে, পৃথিবীর সব ধরনের জলবায়ু অঞ্চলেই জীবমণ্ডল কোনো না কোনোভাবে বিচূর্ণীভবনে অংশগ্রহণ করে থাকে। মৃত্তিকা গঠনের ক্ষেত্রে বিচূর্ণীভবনের গুরুত্ব অপরিসীম। ভূপদার্থসমূহকে মানুষসহ বিভিন্ন ধরনে-র প্রাণী উপরের স্তর থেকে নিচের স্তরে ওঠা-নামা করে বিচূর্ণীভবনকে সক্রিয় করে থাকে। সাম্প্রতিক সময়ে প্রযুক্তিগত উন্নয়নের কারণে মানুষ বিচূর্ণীভবনের সবচেয়ে শক্তিশালী মাধ্যম হিসেবে আবির্ভূত হয়েছে। মানুষের দ্বারা শিলার বিচূর্ণীভবন সহজে দৃষ্টিগোচর হয়। কিন্তু জীবজন্তু ও বৃক্ষলতাদি দ্বারা শিলা চূর্ণবিচূর্ণ হলে সহজে বোঝা যায় না। জৈবিক বিচূর্ণীভবনকে প্রধানত নিম্নোক্ত তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

1. উদ্ভিদের কার্য (Work of Plants):- উদ্ভিদ প্রাকৃতিক ও রাসায়নিক উভয় প্রকারেই শিলার বিচূর্ণীভবন করে থাকে, যা জৈবরাসায়নিক বিচূর্ণীভবন নামে পরিচিত। শিলার খন্ডবিখন্ড হওয়ার কাজে শিকড় উল্লেখযোগ্য ভূমিকা রাখে।

শিলার সংযোগস্থলে বা ফাটল বরাবর শিকড় আয়তন বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সাথে ফাটলে চাপ বাড়তে পারে। ফলে এক সময় শিলা ফাটল বরাবর ভেঙে যায়। ক্রমে মাটি আলাগা হয়ে পড়ে। এতে বৃষ্টির জল মাটির ভেতর প্রবেশ করার সুযোগ পায়। এছাড়া মস, শৈবাল, লাইকেন প্রভৃতি নানা প্রকার উদ্ভিদের দ্বারা শিলার উপরি-ভাগে জল আটকে থাকে। এ হিউমাস বৃষ্টির জলের সংস্পর্শে এলে জৈব অ্যাসিড তৈরি হয়। এ অ্যাসিড বিক্রিয়ার দ্বারা শিলাকে ক্ষয় করে। আবার বিভিন্ন প্রকারের জীবাণু ও কীট তাদের দেহনিঃসৃত রস দ্বারা জৈবিক বিচূর্ণীভবন ঘটায়।



চিত্র- জৈব আবহবিকার

2. জীবজন্তুর কার্য (Work of Animals):- নানা প্রকার জীবজন্তু তাদের বাসস্থান বা জীবনধারণের প্রয়োজনে মাটি ওলট-পালট করে থাকে। কঁচো, উইপোকা, ইঁদুর, সজ্জারু, খরগোস, বেজি, শিয়াল, শ্রেইরী কুকুর প্রভৃতি জন্তু মাটিতে গর্ত করে নিচের মাটিকে ভূপৃষ্ঠের উপরে তোলে। মৃত্তিকার অশুভীভবন শিলার প্রাকৃতিক ও রাসায়নিক বিচূর্ণীভবনে খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে থাকে। এ অশু-