

## FUNDAMENTALS OF GEOMORPHOLOGY

CODE: 18K1G01

---

### Unit I

**Geomorphology: Meaning – Scope and Content - Origin of Universe: Big Bang Theory and Nebula Theory – Solar System – Interior of the Earth.**

---

#### Geomorphology: Meaning – Scope and Content

##### Geomorphology

Geomorphology is the study of landforms, their processes, form and sediments at the surface of the Earth. Study includes looking at landscapes to work out how the earth surface processes, such as air, water and ice, can mould the landscape. Landforms are produced by erosion or deposition, as rock and sediment is worn away by these earth-surface processes and transported and deposited to different localities. The different climatic environments produce different suites of landforms. The landforms of deserts, such as sand dunes and ergs, are a world apart from the glacial and preglacial features found in polar and sub-polar regions. Geomorphologists map the distribution of these landforms so as to understand better their occurrence.

Earth surface processes are forming landforms today, changing the landscape, albeit often very slowly. Most geomorphic processes operate at a slow rate, but sometimes a large event, such as a landslide or flood, occurs causing rapid change to the environment, and sometimes threatening humans. So geological hazards, such as volcanic eruptions, earthquakes, tsunamis and landslides, fall within the interests of geomorphologists. Advancements in remote sensing from satellites and GIS mapping has benefited geomorphologists greatly over the past few decades, allowing them to understand global distributions.

Geomorphologists are also “landscape-detectives” working out the history of a landscape. Most environments, such as Britain and Ireland, have in the past been glaciated on numerous occasions, tens and hundreds of thousands of years ago. These glaciations have left their mark on the landscape, such as the steep-sided valleys in the Lake District and the drumlin fields of

central Ireland. Geomorphologists can piece together the history of such places by studying the remaining landforms and the sediments – often the particles and the organic material, such as pollen, beetles, diatoms and microfossils preserved in lake sediments and peat, can provide evidence on past climate change and processes.

So geomorphology is a diverse discipline. Although the basic geomorphologic principles can be applied to all environments, geomorphologists tend to specialize in one or two areas, such as aeolian (desert) geomorphology, glacial and periglacial geomorphology, volcanic and tectonic geomorphology, and even planetary geomorphology. Most research is multi-disciplinary, combining the knowledge and perspectives from two contrasting disciplines, combining with subjects as diverse as ecology, geology, civil engineering, and hydrology and soil science.

##### **Scope and content of Geomorphology**

Geomorphology is the scientific study of landforms and the processes that shape them. Geomorphologists seek to understand why landscapes look the way they do: to understand landform history and dynamics, and predict future changes through a combination of field observation, physical experiment, and numerical modeling. Geomorphology is practiced within geology, engineering geology, geodesy, geography, archaeology, and geological engineering. Early studies in geomorphology are the foundation for pedology, one of two main branches of soil science.

Geomorphology is the study of landforms and landscapes on Earth and other planets, and the processes that shape them. This discipline is primarily concerned with the erosion and deposition of rock and sediments by wind and water, but also includes the creation of topography through tectonics.

**Geomorphology** is the scientific study of **landforms** and the processes that shape them. **Geomorphologists** seek to understand why landscapes look the way they do: to understand landform history and dynamics, and predict future changes through a combination of field observation, physical experiment, and numerical modeling.

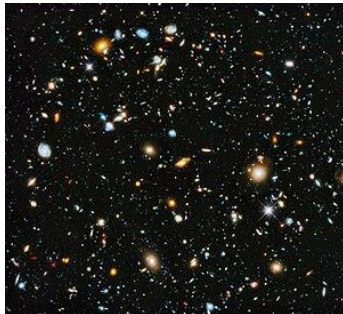
There are **three major aspects** of the study of geomorphology

- Firstly, it is the study of the relations between landforms and the underlying rocks i.e . Geological Geomorphology. Thus, geomorphology is concerned with the interactions between denudation processes and the rock strength. Hence, in the precise investigation of the resistance of rocks to denudation, detailed experimental work on rocks must be carried out.
- In its second sense, geomorphology is the study of the evolution of landscapes. Such studies have been termed denudation chronology. Such studies attempts to reconstruct succession of pictures of the relief at different times. Alterations of relief are usually believed to have been caused by changes of base level and climate.
- The third aspect of geomorphology is the study of the actual process of erosion which give rise to landforms. Unlike the first two aspects of Geomorphology, which are essentially regional in approach, this third aspect is systematic. It aims to understand the action of waste movement of water movement, ice, and wind as well as the processes of weathering.

### **Origin of Universe**

The word **Universe** comes from the Old French word Univers, which comes from the Latin word universum. The Latin word was used by Cicero and later Latin authors in many of the same senses as the modern English word is used.

The universe is all of space and time and their contents, including planets, stars, galaxies, and all other forms of matter and energy.



Our Milky Way Galaxy was once thought to comprise the entire known universe. Today our universe encompasses many billions of galaxies, and its history can be recounted back to its earliest moments.

Our universe began with an explosion of space itself - the Big Bang. Starting from extremely high density and temperature, space expanded, the universe cooled, and the simplest elements formed. Gravity gradually drew matter together to form the first stars and the first galaxies. Galaxies collected into groups, clusters, and superclusters. Some stars died in supernova explosions, whose chemical remnants seeded new generations of stars and enabled the formation of rocky planets. On at least one such planet, life evolved to consciousness.

At a particular instant roughly 15 billion years ago, all the matter and energy we can observe, concentrated in a region smaller than a dime, began to expand and cool at an incredibly rapid rate. By the time the temperature had dropped to 100 million times that of the sun's core, the forces of nature assumed their present properties, and the elementary particles known as quarks roamed freely in a sea of energy. When the universe had expanded an additional 1,000 times, all the matter we can measure filled a region the size of the solar system.

At that time, the free quarks became confined in neutrons and protons. After the universe had grown by another factor of 1,000, protons and neutrons combined to form atomic nuclei, including most of the helium and deuterium present today. All of this occurred within the first minute of the expansion. Conditions were still too hot, however, for atomic nuclei to capture electrons. Neutral atoms appeared in abundance only after the expansion had continued for 300,000 years and the universe was 1,000 times smaller than it is now. The neutral atoms then began to coalesce into gas clouds, which later evolved into stars. By the time the universe had expanded to one fifth its present size, the stars had formed groups recognizable as young galaxies.

When the universe was half its present size, nuclear reactions in stars had produced most of the heavy elements from which terrestrial planets were made. Our solar system is relatively young: it formed five billion years ago, when the universe was two thirds its present size. Over time the formation of stars has consumed the supply of gas in galaxies, and hence the population of stars is waning. Fifteen billion years from now stars like our sun will be relatively rare, making the universe a far less hospitable place for observers like us.

Our understanding of the genesis and evolution of the universe is one of the great achievements of 20th-century science. This knowledge comes from decades of innovative experiments and theories. Modern telescopes on the ground and in space detect the light from galaxies billions of light-years away, showing us what the universe looked like when it was young. Particle accelerators probe the basic physics of the high-energy environment of the early universe. Satellites detect the cosmic background radiation left over from the early stages of expansion, providing an image of the universe on the largest scales we can observe.

Our best efforts to explain this wealth of data are embodied in a theory known as the standard cosmological model or the big bang cosmology. The major claim of the theory is that in the large scale average the universe is expanding in a nearly homogeneous way from a dense early state. At present, there are no fundamental challenges to the big bang theory, although there are certainly unresolved issues within the theory itself. Astronomers are not sure, for example, how the galaxies were formed, but there is no reason to think the process did not occur within the framework of the big bang. Indeed, the predictions of the theory have survived all tests to date. Yet the big bang model goes only so far, and many fundamental mysteries remain.

### **Big Bang Theory**

The Big Bang theory is a cosmological model of the observable universe from the earliest known periods through its subsequent large scale evolution.

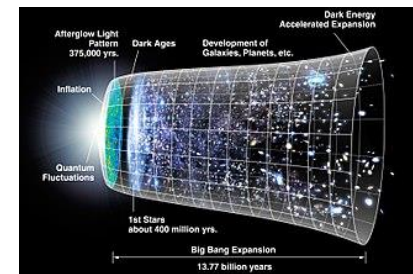
In 1927, an astronomer named **Georges Lemaitre** had a big idea. He said that a very long time ago, the universe started as just a **single point**. He said the universe **stretched** and **expanded** to get as big as it is now, and that it could keep on stretching.

The Big Bang Theory is the leading explanation about how the universe began. At its simplest, it says the universe as we know it started with a small singularity, then inflated over the next 13.8 billion years to the cosmos that we know today.

When the universe began, it was just hot, tiny **particles** mixed with **light** and **energy**. It was nothing like what we see now. As everything expanded and took up more space, it cooled down.

The tiny particles grouped together. They formed **atoms**. Then those atoms grouped together. Over lots of time, atoms came together to form **stars** and **galaxies**.

The first stars created bigger atoms and groups of atoms called molecules. That led to more stars being born. At the same time, galaxies were crashing and grouping together. As new stars were being born and dying, then things like **asteroids**, **comets**, **planets**, and **black holes** formed.



According to most astrophysicists, all the matter found in the universe today -- including the matter in people, plants, animals, the earth, stars, and galaxies -- was created at the very first moment of time, thought to be about 13 billion years ago.

The universe began, scientists believe, with every speck of its energy jammed into a very tiny point. This extremely dense point exploded with unimaginable force, creating matter and propelling it outward to make the billions of galaxies of our vast universe. Astrophysicists dubbed this titanic explosion the Big Bang.

The Big Bang was like no explosion you might witness on earth today. For instance, a hydrogen bomb explosion, whose center registers approximately 100 million degrees Celsius, moves through the air at about 300 meters per second. In contrast, cosmologists believe the Big Bang flung energy in all directions at the speed of light (300,000,000 meters per second, a million times faster than the H-bomb) and estimate that the temperature of the entire universe was 1000 trillion degrees Celsius at just a tiny fraction of a second after the explosion. Even the cores of the hottest stars in today's universe are much cooler than that.

There's another important quality of the Big Bang that makes it unique. While an explosion of a man-made bomb expands through air, the Big Bang did not expand through anything. That's because there was no space to expand through at the beginning of time. Rather, physicists believe the Big Bang created and stretched space itself, expanding the universe.

## **A Cooling, Expanding Universe**

For a brief moment after the Big Bang, the immense heat created conditions unlike any conditions astrophysicists see in the universe today. While planets and stars today are composed of atoms of elements like hydrogen and silicon, scientists believe the universe back then was too hot for anything other than the most fundamental particles -- such as quarks and photons.

But as the universe quickly expanded, the energy of the Big Bang became more and more "diluted" in space, causing the universe to cool.

Rapid cooling allowed for matter as we know it to form in the universe, although physicists are still trying to figure out exactly how this happened. About one ten-thousandth of a second after the Big Bang, protons and neutrons formed, and within a few minutes these particles stuck together to form atomic nuclei, mostly hydrogen and helium. Hundreds of thousands of years later, electrons stuck to the nuclei to make complete atoms.

About a billion years after the Big Bang, gravity caused these atoms to gather in huge clouds of gas, forming collections of stars known as galaxies. Gravity is the force that pulls any objects with mass towards one another -- the same force, for example, that causes a ball thrown in the air to fall to the earth.

Where do planets like earth come from? Over billions of years, stars "cook" hydrogen and helium atoms in their hot cores to make heavier elements like carbon and oxygen. Large stars explode over time, blasting these elements into space. This matter then condenses into the stars, planets, and satellites that make up solar systems like our own.

## **Evidences for Big Bang**

Astrophysicists have uncovered a great deal of compelling evidence over the past hundred years to support the Big Bang theory. Among this evidence is the observation that the universe is expanding. By looking at light emitted by distant galaxies, scientists have found that these galaxies are rapidly moving away from our galaxy, the Milky Way. An explosion like the Big Bang, which sent matter flying outward from a point, explains this observation.

Another critical discovery was the observation of low levels of microwaves throughout space. Astronomers believe these microwaves, whose temperature is about -270 degrees Celsius, are the remnants of the extremely high-temperature radiation produced by the Big Bang.

Interestingly, astronomers can get an idea of how hot the universe used to be by looking at very

distant clouds of gas through high-power telescopes. Because light from these clouds can take billions of years to reach our telescopes, we see such bodies as they appeared eons ago. Lo and behold, these ancient clouds of gas seem to be hotter than younger clouds.

Scientists have also been able to uphold the Big Bang theory by measuring the relative amounts of different elements in the universe. They've found that the universe contains about 74 percent hydrogen and 26 percent helium by mass, the two lightest elements. All the other heavier elements -- including elements common on earth, such as carbon and oxygen -- make up just a tiny trace of all matter.

So how does this prove anything about the Big Bang? Scientists have shown, using theoretical calculations, that these abundances could only have been made in a universe that began in a very hot, dense state, and then quickly cooled and expanded. This is exactly the kind of universe that the Big Bang theory predicts.

## **The Nebular Theory**

Currently the best theory is the Nebular Theory. The nebular theory is an explanation for the formation of solar systems. The word "nebula" is Latin for "cloud," and according to the explanation, stars are born from clouds of interstellar gas and dust. The transition from an undifferentiated cloud to a star system complete with planets and moons takes about 100 million years. According to this theory, our own solar system formed about 4.6 billion years ago, and others are forming today in distant nebulae.

This states that the solar system developed out of an interstellar cloud of dust and gas, called a nebula. This theory best account for the objects we currently find in the Solar System and the distribution of these objects. The Nebular Theory would have started with a cloud of gas and dust, most likely left over from a previous supernova. The nebula started to collapse and condense; this collapsing process continued for some time. The Sun-to-be collected most of the mass in the nebula's center, forming a Protostar .

A protostar is an object in which no nuclear fusion has occurred, unlike a star that is undergoing nuclear fusion. A protostar becomes a star when nuclear fusion begins. Most likely the next step was that the nebula flattened into a disk called the Protoplanetary Disk. Planets eventually formed from and in this Protoplanetary disk.

Three processes occurred with the nebular collapse:

- Temperatures continued to increase
- The solar nebula spun faster and faster
- The solar nebula disk flattened

The orderly motions of the solar system today are a direct result of the solar system's beginnings in a spinning, flattened cloud of gas and dust.

### What the Theory Explains

As it relates to our own solar system, the nebular theory explains three observable facts. The first is that the planets all rotate in the same direction. The second is that they all orbit within 6 degrees of a common plane. The third is that all the terrestrial planets, which are those within the orbit of the Asteroid Belt, are rocky, while those outside it are gaseous. The theory also explains the existence of the Kuiper Belt - a region on the fringes of the solar system with a high concentration of comets.

### A Star Is Born

According to the nebular theory, a solar system begins when an interstellar cloud, containing approximately 75 percent hydrogen, 25 percent helium and traces of other elements, begins to form areas of higher concentration, or clumps. As the clumps grow, gravitational forces increase and get converted to the kinetic energy of the increasingly fast-moving particles, which collide with one another and generate heat. Eventually one clump dominates, and when its temperature reaches 10 million degrees Kelvin (18 million degrees Fahrenheit), nuclear fission begins. The outward pressure created by the fission reactions prevents further collapse, and the clump of burning hydrogen gas stabilizes and becomes a star.

### Seeds of Planets

As a proto-star grows in size, the gases in the nebula from which it is born form a disk and spiral more and more quickly around its center. Eventually, elements on the fringe of the disk begin to form into globules with compositions that depend on their distance from the center. At smaller distances, where temperatures are higher, they are formed of heavy elements, while at greater distances they are formed of ices of water, methane and ammonia. These globules collide with

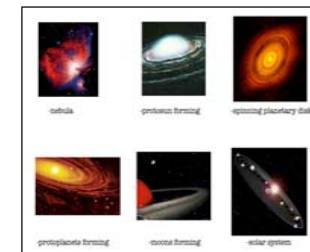
each other and stick together to form larger, spherical bodies in a process called accretion. The larger bodies, with diameters of a few kilometers, are called planetesimals.

### Planets and Comets

Once planetesimals form, collisions continue, but they tend to be destructive, and only the largest planetesimals survive. These continue to grow by assimilating surrounding material, including smaller planetesimals, to become planets. The composition of planets closer to the center of the system differs from that of those farther away. The planets within a critical distance, where temperatures are warmer, are rocky, while those beyond the critical distance have solid cores and thick, gaseous atmospheres. At the fringes of the solar system, where gravitational forces are weak, planetesimals never coalesce into planets. These icy bodies sometimes wander in eccentric orbits, and when they get close to the sun, we know them as comets.



Nebular theory - Stages of development of solar system



## Solar System

The **Solar System** is the gravitationally bound system of the Sun and the objects that orbit it, either directly or indirectly. Of the objects that orbit the Sun directly, the largest are the eight planets, with the remainder being smaller objects, the dwarf planets and small Solar System bodies. Of the objects that orbit the Sun indirectly - the moons - two are larger than the smallest planet, Mercury.

The Solar System formed 4.6 billion years ago from the gravitational collapse of a giant interstellar molecular cloud. The vast majority of the system's mass is in the Sun, with the majority of the remaining mass contained in Jupiter. The four smaller inner planets, Mercury, Venus, Earth and Mars, are terrestrial planets, being primarily composed of rock and metal. The four outer planets are giant planets, being substantially more massive than the terrestrials.

The two largest planets, Jupiter and Saturn, are gas giants, being composed mainly of hydrogen and helium; the two outermost planets, Uranus and Neptune, are ice giants, being composed mostly of substances with relatively high melting points compared with hydrogen and helium, called volatiles, such as water, ammonia and methane. All eight planets have almost circular orbits that lie within a nearly flat disc called the ecliptic.

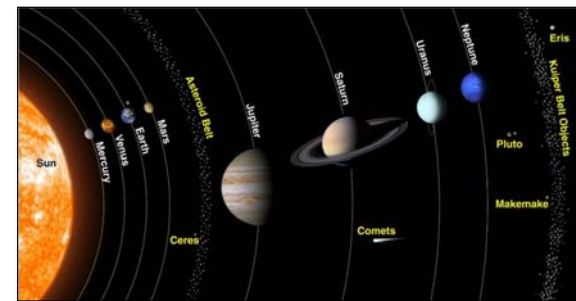
The Solar System also contains smaller objects. The asteroid belt, which lies between the orbits of Mars and Jupiter, mostly contains objects composed, like the terrestrial planets, of rock and metal. Beyond Neptune's orbit lie the Kuiper belt and scattered disc, which are populations of Trans Neptunian objects composed mostly of ices and beyond them a newly discovered population of sednoids.

Within these populations, some objects are large enough to have rounded under their own gravity, though there is considerable debate as to how many there will prove to be. Such objects are categorized as dwarf planets. The only certain dwarf planet is Pluto, with another trans-Neptunian object, Eris, expected to be, and the asteroid Ceres at least close to being a dwarf planet. In addition to these two regions, various other small body populations, including comets, centaurs and interplanetary dust clouds, freely travel between regions.

Six of the planets, the six largest possible dwarf planets, and many of the smaller bodies are orbited by natural satellites, usually termed "moons" after the Moon. Each of the outer planets is encircled by planetary rings of dust and other small objects.

The solar wind, a stream of charged particles flowing outwards from the Sun, creates a bubble-like region in the interstellar medium known as the heliosphere. The heliopause is the point at which pressure from the solar wind is equal to the opposing pressure of the interstellar medium; it extends out to the edge of the scattered disc.

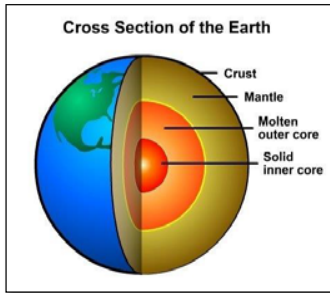
The Oort cloud, which is thought to be the source for long period comets, may also exist at a distance roughly a thousand times further than the heliosphere. The Solar System is located in the Orion Arm, 26,000 light-years from the center of the Milky Way galaxy.



**SOLAR SYSTEM**

## **INTERIOR OF THE EARTH**

Humans have never drilled past Earth's crust, and yet we know a lot about the composition of the earth's interior. Rocks yield some clues, but they only reveal information about the outer crust. In rare instances, a mineral, such as a diamond, comes to the surface from deeper down in the crust or the mantle. To learn about Earth's interior, scientists use energy, recorded by seismographs.



### The Composition and Structure of Earth

Core, mantle, and crust are divisions based on composition. The crust makes up less than 1 percent of Earth by mass, consisting of oceanic crust and continental crust is often more felsic rock. The mantle is hot and represents about 68 percent of Earth's mass. Finally, the core is mostly iron metal. The core makes up about 31% of the Earth.

Lithosphere and asthenosphere are divisions based on mechanical properties. The lithosphere is composed of both the crust and the portion of the upper mantle that behaves as a brittle, rigid solid. The asthenosphere is partially molten upper mantle material that behaves plastically and can flow.



### CRUST

Earth's outer surface is its crust; a cold, thin, brittle outer shell made of rock. The crust is very thin, relative to the radius of the planet. There are two very different types of crust, each with its

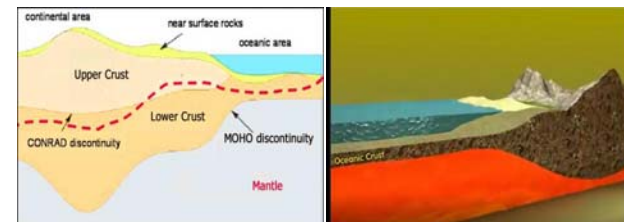
own distinctive physical and chemical properties. Oceanic crust is composed of magma that erupts on the seafloor to create basalt lava flows or cools deeper down to create the intrusive igneous rock gabbro. Sediments, primarily muds and the shells of tiny sea creatures, coat the seafloor. Sediment is thickest near the shore where it comes off the continents in rivers and on wind currents.

Continental crust is made up of many different types of igneous, metamorphic, and sedimentary rocks. The average composition is granite, which is much less dense than the mafic igneous rocks of the oceanic crust. Because it is thick and has relatively low density, continental crust rises higher on the mantle than oceanic crust, which sinks into the mantle to form basins. When filled with water, these basins form the planet's oceans.

The lithosphere is the outermost mechanical layer, which behaves as a brittle, rigid solid. The lithosphere is about 100 kilometers thick. The definition of the lithosphere is based on how earth materials behave, so it includes the crust and the uppermost mantle, which are both brittle. Since it is rigid and brittle, when stresses act on the lithosphere, it breaks. This is what we experience as an earthquake.

### Crust

- It is the outermost solid part of the earth, normally about 8-40 kms thick.
- It is brittle in nature.
- Nearly 1% of the earth's volume and 0.5% of earth's mass are made of the crust.
- The thickness of the crust under the oceanic and continental areas are different. Oceanic crust is thinner (about 5kms) as compared to the continental crust (about 30kms).



- Major constituent elements of crust are Silica (Si) and Aluminium (Al) and thus, it is often termed as **SIAL** (Sometimes SIAL is used to refer Lithosphere, which is the region comprising the crust and uppermost solid mantle, also).
- The mean density of the materials in the crust is 3g/cm<sup>3</sup>.
- The discontinuity between the **hydrosphere and crust** is termed as the **Conrad Discontinuity**.

### MANTLE

The two most important things about the mantle are: (1) it is made of solid rock, and (2) it is hot. Scientists know that the mantle is made of rock based on evidence from seismic waves, heat flow, and meteorites. The properties fit the ultramafic rock peridotite, which is made of the iron- and magnesium-rich silicate minerals. Peridotite is rarely found at Earth's surface. Scientists know that the mantle is extremely hot because of the heat flowing outward from it and because of its physical properties. Heat flows in two different ways within the Earth: conduction and convection. Conduction is defined as the heat transfer that occurs through rapid collisions of atoms, which can only happen if the material is solid. Heat flows from warmer to cooler places until all are the same temperature. The mantle is hot mostly because of heat conducted from the core. Convection is the process of a material that can move and flow may develop convection currents.

Convection in the mantle is the same as convection in a pot of water on a stove. Convection currents within Earth's mantle form as material near the core heats up. As the core heats the bottom layer of mantle material, particles move more rapidly, decreasing its density and causing it to rise. The rising material begins the convection current. When the warm material reaches the surface, it spreads horizontally. The material cools because it is no longer near the core. It eventually becomes cool and dense enough to sink back down into the mantle. At the bottom of the mantle, the material travels horizontally and is heated by the core. It reaches the location where warm mantle material rises, and the mantle convection cell is complete.

### Mantle

- The portion of the interior beyond the crust is called as the mantle.

- The discontinuity between the **crust** and mantle is called as the Mohorovich Discontinuity or Moho discontinuity.
- The mantle is about 2900kms in thickness.
- Nearly 84% of the earth's volume and 67% of the earth's mass is occupied by the mantle.
- The major constituent elements of the mantle are Silicon and Magnesium and hence it is also termed as **SIMA**.
- The density of the layer is higher than the crust and varies from 3.3 – 5.4g/cm<sup>3</sup>.
- The uppermost solid part of the mantle and the entire crust constitute the **Lithosphere**.
- The **asthenosphere** (in between 80-200km) is a highly viscous, mechanically weak and ductile, deforming region of the upper mantle which lies just below the lithosphere.
- The asthenosphere is the main source of magma and it is the layer over which the lithospheric plates/ continental plates move (plate tectonics).



### CORE

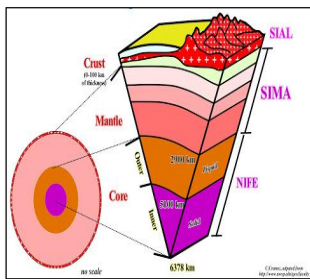
At the planet's center lies a dense metallic core. Scientists know that the core is metal for a few reasons. The density of Earth's surface layers is much less than the overall density of the planet, as calculated from the planet's rotation. If the surface layers are less dense than average, then the interior must be denser than average. Calculations indicate that the core is about 85 percent iron metal with nickel metal making up much of the remaining 15 percent. Also, metallic meteorites are thought to be representative of the core. If Earth's core were not metal, the planet would not have a magnetic field. Metals such as iron are magnetic, but rock, which makes up the mantle and crust, is not. Scientists know that the outer core is liquid and the inner core is solid because S-waves stop at the inner core. The strong magnetic field is caused by convection in the liquid



outer core. Convection currents in the outer core are due to heat from the even hotter inner core. The heat that keeps the outer core from solidifying is produced by the breakdown of radioactive elements in the inner core.

### Core

- It is the innermost layer surrounding the earth's centre.
- The core is separated from the mantle by Gutenberg's Discontinuity.
- It is composed mainly of iron (Fe) and nickel (Ni) and hence it is also called as **NIFE**.
- The core constitutes nearly 15% of earth's volume and 32.5% of earth's mass.
- The core is the densest layer of the earth with its density ranges between 9.5-14.5g/cm<sup>3</sup>.
- The Core consists of two sub-layers: the inner core and the outer core.
- The inner core is in solid state and the outer core is in the liquid state (or semi-liquid).
- The discontinuity between the upper core and the lower core is called as **Lehmann Discontinuity**.



Layers of the earth

---

## Unit II

### Geomorphic Processes: Internal and External Processes – Diastrophism – Folds, Faults – Volcanism: Types and distribution – Earthquakes: Causes, Effects and zones of distribution

---

#### Geomorphic Process

The endogenic and exogenic forces causing physical stresses and chemical actions on earth materials and bringing about changes in the configuration of the surface of the earth are known as geomorphic processes. Diastrophism and volcanism are endogenic geomorphic processes. Weathering, mass wasting, erosion and deposition are exogenic geomorphic processes. Any exogenic element of nature (like water, ice, wind, etc.,) capable of acquiring and transporting earth materials can be called a geomorphic agent. When these elements of nature become mobile due to gradients, they remove the materials and transport them over slopes and deposit them at lower level.

The formation and deformation of landforms on the surface of the earth are a continuous process which is due to the continuous influence of external and internal forces. The internal and external forces causing stresses and chemical action on earth materials and bringing about changes in the configuration of the surface of the earth are known as geomorphic processes.

Geomorphic processes and geomorphic agents especially exogenic, unless stated separately, are one and the same. A process is a force applied on earth materials affecting the same. An agent is a mobile medium (like running water, moving ice masses, wind, waves and currents etc.) which removes, transports and deposits earth materials. Running water, groundwater, glaciers, wind, waves and currents, etc., can be called geomorphic agents.

Gravity besides being a directional force activating all downslope movements of matter also causes stresses on the earth's materials. Indirect gravitational stresses activate wave and tide induced currents and winds. Without gravity and gradients there would be no mobility and hence no erosion, transportation and deposition are possible. So, gravitational stresses are as important

as the other geomorphic processes. Gravity is the force that is keeping us in contact with the surface and it is the force that switches on the movement of all surface material on earth.

All the movements either within the earth or on the surface of the earth occur due to gradients from higher levels to lower levels, from high pressure to low pressure areas etc.

### **ENDOGENIC PROCESSES**

The energy emanating from within the earth is the main force behind endogenic geomorphic processes. This energy is mostly generated by radioactivity, rotational and tidal friction and primordial heat from the origin of the earth. This energy due to geothermal gradients and heat flow from within induces diastrophism and volcanism in the lithosphere. Due to variations in geothermal gradients and heat flow from within, crustal thickness and strength, the action of endogenic forces are not uniform and hence the tectonically controlled original crustal surface is uneven.

- Endogenic forces are those internal forces which derive their strength from the earth's interior and play a crucial role in shaping the earth crust.
- Examples – mountain building forces, continent building forces, earthquakes, volcanism etc.
- The endogenic forces are mainly land building forces.

The energy emanating from within the earth is the main force behind endogenic geomorphic processes. This energy is mostly generated by radioactivity, rotational and tidal friction and primordial heat from the origin of the earth.

**Denudation** involves the **processes** that cause the wearing away of the Earth's surface by moving water, by ice, by wind and by waves, leading to a reduction in elevation and in relief of landforms and of landscapes.

Denudation incorporates the mechanical, biological and chemical processes of erosion, weathering and mass wasting. Denudation can involve the removal of both solid particles and dissolved material. These include sub-processes of cryofracture, insolation weathering, slaking, salt weathering, bioturbation and anthropogenic impacts.

Factors affecting denudation include:

- Anthropogenic activity
- Biosphere
- Climate
- Geology
- Surface topography
- Tectonic activity

### **Diastrophism**

Diastrophism is the process of deformation of the Earth's crust which involves folding and faulting. Diastrophism can be considered part of geotectonics. Diastrophism covers movement of solid crust material, as opposed to movement of molten material which is covered by volcanism. Movement causes rock to be bent or broken. The most obvious evidence of diastrophic movement can be seen where sedimentary rocks have been bent, broken or tilted. Such non horizontal strata provide visual proof of movement. Diastrophic movement can be classified as two types, folding and faulting, tilted beds usually are part of a larger syncline or anticline. Diastrophic movement is often called orogenic as it is associated with mountain building.

Diastrophism is also called tectonism, large scale deformation of Earth's crust by natural processes, which leads to the formation of continents and ocean basins, mountain systems, plateaus, rift valleys, and other features, by mechanisms such as lithospheric plate movement plate tectonics, volcanic loading, or folding.

### **Diastrophism**

All processes that move, elevate or build up portions of the earth's crust come under diastrophism. They include:

- (i) Orogenic processes involving mountain building through severe folding and affecting long and narrow belts of the earth's crust;
- (ii) Epeirogenic processes involving uplift or warping of large parts of the earth's crust;
- (iii) Earthquakes involving local relatively minor movements;

(iv) Plate tectonics involving horizontal movements of crustal plates.

In the process of orogeny, the crust is severely deformed into folds. Due to epeirogeny, there may be simple deformation. Orogeny is a mountain building process whereas epeirogeny is continental building process. Through the processes of orogeny, epeirogeny, earthquakes and plate tectonics, there can be faulting and fracturing of the crust. All these processes cause pressure, volume and temperature (PVT) changes which in turn induce metamorphism of rocks. Epeirogeny and orogeny, cite the differences.

All processes that move, lift or build up portions of the crust of Earth come under diastrophism.

They include:

#### **Orogenic Processes:**

- It includes mountain building through severe folding and faulting affecting long and narrow belts of the crust of Earth.
- Orogeny is a mountain building process.

#### **Epeirogenic processes:**

- It involves the uplift or warping of large parts of the crust of the earth.
- Epeirogeny is a continental building process.
- Earthquakes comprising local, comparatively minor movements.
- Plate tectonics comprising horizontal movements of crustal plates.

Through the processes of epeirogeny, orogeny, earthquakes and plate tectonics, there can be fracturing and faulting of the crust. Each of these courses causes pressure, volume and temperature (PVT) changes which in turn induce metamorphism of rocks.

#### **Volcanism**

Volcanism includes the movement of molten rock (magma) onto or toward the earth's surface and also formation of many intrusive and extrusive volcanic forms.

#### **Earthquake**

An **earthquake** is the shaking of the surface of the Earth resulting from a sudden release of energy in the Earth's lithosphere that creates seismic waves.

**Earthquake** is any sudden shaking of the ground caused by the passage of seismic waves through Earth's rocks. Seismic waves are produced when some form of energy stored in Earth's crust is suddenly released, usually when masses of rock straining against one another suddenly fracture and "slip." Earthquakes occur most often along geologic faults, narrow zones where rock masses move in relation to one another.

**Plate tectonics** is the theory that Earth's outer shell is divided into several **plates** that glide over the mantle, the rocky inner layer above the core. The **plates** act like a hard and rigid shell compared to Earth's mantle. **Plate tectonics**, theory dealing with the dynamics of Earth's outer shell the lithosphere that revolutionized Earth sciences by providing a uniform context for understanding mountain building processes, volcanoes, and earthquakes as well as the evolution of Earth's surface and reconstructing its past continents and oceans.

#### **EXOGENIC PROCESSES**

The exogenic processes derive their energy from atmosphere determined by the ultimate energy from the sun and also the gradients created by tectonic factors.

- Exogenic Forces are those forces which derive their strength from the earth's exterior or are originated within the earth's atmosphere.
- Examples of forces – the wind, waves, water etc.
- Examples of exogenic processes \_ weathering, mass movement, erosion, and deposition.
- Exogenic forces are mainly land wearing forces.

Exogenic forces can take the form of weathering, erosion, and deposition. Weathering is the breaking of rocks on the earth's surface by different agents like rivers, wind, sea waves and glaciers. Erosion is the carrying of broken rocks from one place to another by natural agents like wind, water, and glaciers.

Gravitational force acts upon all earth materials having a sloping surface and tend to produce movement of matter in down slope direction. Force applied per unit area is called stress. Stress is produced in a solid by pushing or pulling. This induces deformation. Forces acting along the faces of earth materials are shear stresses. It is this stress that breaks rocks and other earth materials. The shear stresses result in angular displacement or slippage. Besides the gravitational

stress earth materials become subjected to molecular stresses that may be caused by a number of factors amongst which temperature changes, crystallization and melting are the most common.

## WEATHERING

Weathering is action of elements of weather and climate over earth materials. There are a number of processes within weathering which act either individually or together to affect the earth materials in order to reduce them to fragmental stage. There are three major groups of weathering processes: (i) chemical; (ii) physical or mechanical; (iii) biological weathering processes.

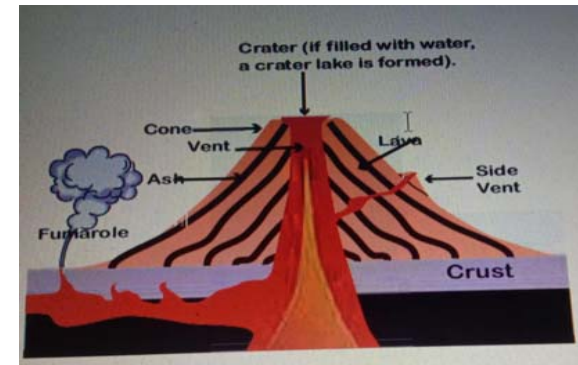
## MASS MOVEMENTS

These movements transfer the mass of rock debris down the slopes under the direct influence of gravity. That means, air, water or ice do not carry debris with them from place to place but on the other hand the debris may carry with it air, water or ice. The movements of mass may range from slow to rapid, affecting shallow to deep columns of materials and include creep, flow, slide and fall.

---

## Volcano

A volcano is an opening in the earth's crust through which magma, gases and ash are released to the earth's surface. The molten rock material found in the interior of the earth is called magma. It can be noted that when magma reaches the earth's surface, it is known as lava. Vent is an opening or mouth of a volcano. Fumaroles are the gushing fumes through the gap in the volcano. Crater is a saucer shaped depression in the mouth of a volcano. When the crater is widened, it is called as Caldera. Volcanic ash consists of fragments of pulverized rock, minerals and volcanic glass, created during volcanic eruptions. Volcano generally erupts either through the vent (E.g. Mt. Fujiyama, Japan) or fissure (The Deccan Plateau, India). **Pumice** is a volcanic rock produced when lava with a very high content of water and gases is discharged from a volcano.



Volcano

## Causes of Volcanic Eruptions

The following are the causes of volcanic eruptions:

### Weak Zones in the Earth Crust:

The parts of the earth where two tectonic plates collide against or drift apart from each other are considered very weak. Volcanoes may erupt in such zones, for example, African and Eurasian plates.

### Magma Saturated with Gases:

The magma, in the interior of the earth, is often found saturated with gases like carbon dioxide, and hydrogen sulfide. These gases together with water vapour make the magma highly explosive. Magma is forced out as lava on the surface of the earth due to the pressure exerted by these gases.

### Types of Volcanoes

Based on the **frequency of eruption**, there are three types of volcanoes:

1. **Active Volcanoes:** Volcanoes which erupt frequently are called active volcanoes. Generally, their vent remains open. Mount Etna of Italy, Cotopaxi in Ecuador are some examples.

2. **Dormant Volcanoes:** These volcanoes may not have erupted in the recent past but there is a possibility of eruption at any time. In other words, they may lie dormant awaiting active eruption anytime. Sometimes gases and steam come out of them. They cause great destruction to life and property once they become active again. Mt. Vesuvius of Italy and Mt. Fujiyama of Japan are examples.

3. **Extinct Volcanoes:** These volcanoes have exhausted their energy and have not erupted during the known geological period. The vent of these volcanoes remains closed with solidified lava. The formations such as craters may be filled with water and crater lakes may be formed. The slopes of these landforms may be covered with vegetation. Popa in Myanmar and Mt. Kenya in eastern Africa are the examples of extinct volcano.

On the **basis of nature of eruption and form** developed on the surface, they are classified into following types:

1. **Shield Volcanoes:** These are made up of basalt, a type of lava that is very fluid when erupted. They become explosive when water gets into the vent. They develop into a cinder cone. Hawaiian volcano is an example of this category.

2. **Composite cone volcanoes:** They are also called 'strato volcanoes'. They are cone-shaped volcanoes composed of layers of lava, ash and rock debris. Mount Vesuvius and Mount St. Helens are examples of composite volcanoes.

3. **Cinder Cone Volcano:** It forms when magma is thrown out to the surface, cooled in to ash and cinders and settled around the mouth of volcano. It is less dangerous than other volcanoes.

4. **Lava Dome:** Unlike composite and shield volcanoes, lava domes are of significantly smaller structure. They are formed when the lava is too viscous to flow to a great distance. As the lava dome slowly grows, the outer surface cools and hardens as the lava continues to pile within. Eventually, the internal pressure can shatter the outer surface, causing loose fragments to spill down its sides.

#### **Effects of Volcanic Activities**

##### **Destructive effects of volcano**

Showers of cinders and bombs can cause damage to life and properties. Sometimes ash can precipitate under the influence of rain and completely cover large areas. The volcanic

gases pose potential hazard to people, animals; agriculture, while sulfur dioxide gas can lead to acid rain and air pollution.

##### **Positive Effects of Volcanoes**

Volcanism creates new landforms. Volcanic rocks yield very fertile soil upon weathering and decomposition. The Kimberlite rock of South Africa, the source of diamonds, is the pipe of an ancient volcano. In the vicinity of active volcanoes, waters in the depth are heated from contact with hot magma giving rise to springs and

geysers. The Puga valley in Ladakh region and Manikaran (Himachal Pradesh) are promising spots in India for the generation of geothermal electricity.

##### **Distribution of Volcanoes across the World**

Most known volcanic activity and the earthquakes occur along converging plate margins and mid-oceanic ridges. The major regions of volcanic distributions are as follows:

##### **1. Pacific Ring of Fire**

Circum-Pacific region, popularly termed the 'Pacific Ring of Fire', has the greatest concentration of active volcanoes. Volcanic belt and earthquake belt closely overlap along the 'Pacific Ring of Fire'. It is estimated to include two-thirds of the world's volcanoes.

##### **2. Mid Atlantic Region**

The Mid Atlantic Region coast has comparatively fewer active volcanoes but many dormant or extinct volcanoes, example. St. Helena, Cape Verde Islands and the Canary Islands. But the volcanoes of Iceland and the Azores are active.

##### **3. The Great Rift valley of Africa**

In Africa some volcanoes are found along the East African Rift Valley. Kilimanjaro and Mt. Kenya are extinct volcanoes. The only active volcano in West Africa is Mt. Cameroon.

##### **4. Mediterranean Region**

Volcanoes of the Mediterranean region are mainly associated with the Alpine folds. Example, Mt. Vesuvius, Mt. Stromboli (known as the Light House of the Mediterranean Sea).

##### **5. Other Regions**

Elsewhere in the interiors of continents of Asia, North America and Europe active volcanoes are rare. There are no volcanoes in Australia.

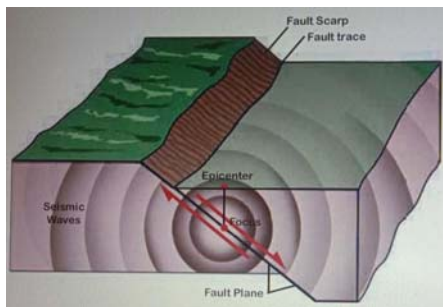
### Volcanoes in India

There are no volcanoes in the Himalayan region of India. However, Barren Island, lying 135 km north-east of Port Blair became active in 1991 and 1995. However, the other volcanic island in Indian Territory is Narcondam (Andaman and Nicobar Islands) It is probably extinct. Its crater wall has been completely destroyed.

### Earthquake

Earthquake is a sudden shaking of the earth's surface. **Focus** is the location inside the earth where the earthquake originates. **Epicenter** is the point on the earth's surface vertically above the focus of an earthquake. Earthquake results from the sudden release of pressure which has slowly built up within the earth's crust. Energy is released in the form of shockwaves known as seismic waves. The seismic waves can broadly be classified into two types namely Body waves and surface waves.

I. **Body Waves** are the waves that travel through the interior of the earth. They are further divided into the following.



### Parts of an Earthquake

a. **P or Primary or Compression waves** are the fastest seismic waves (6 km/sec. in the upper crust). They cause the matter to oscillate forward and backward, parallel to the motion of the seismic wave front. P waves push (compress) and pull (dilate) the rock that they pass through. They pass through all medium.

b. **S or Secondary or Shear waves** are slower than the primary waves (3.5 km/sec. in the upper crust). They cause matter to oscillate side to side, perpendicular to the motion of the wave front. S waves shear the rock that they pass through. They pass through only solid medium.

II. **Surface Waves** are the waves that travel along the earth's surface. They are slower than body waves. They cause damage during earthquakes.

- **Love waves** shake the ground side to side like S wave.
- **Rayleigh waves** displace the ground like rolling ocean waves. The ground rolls forward and up and then down and backwards. This is similar to a p wave but with the extra up-down motion.

### Measuring the earthquake

It is estimated that about 100,000 earthquakes occur but all cannot be felt. A few earthquakes may be severe causing huge damage to property. Earthquake magnitude is measured on the Richter scale (named after the seismologist who devised it), which rates them on a scale of 1 to 10. Earthquake intensity is measured on the modified Mercalli scale, which ranges from 1 to 12, depending upon the intensity. The seismograph is an instrument used to detect and record seismic waves created by the earthquakes.

### Description of effects of earthquake in Richter scale

MODIFIED MERCALLI SCALE	RICHTER SCALE
I. Felt by almost no one.	2.5. Generally not felt, but recorded on seismometers.
II. Felt by very few people.	
III. Tremor noticed by many, but they often do not realize it is an earthquake.	3.5. Felt by many people
IV. Felt outdoors by many. Feels like a truck has struck the building.	
V. Felt by nearly everyone; many people awakened. Sleeping trees and poles may be observed.	
VI. Felt by all; many people run outdoors. Furniture moved, slight damage occurs.	4.5. Some local damage may occur.
VII. Everyone runs outdoors. Poorly built structures considerable damaged; slight damage elsewhere.	
VIII. Specially designed structures damaged slightly; others collapse.	6.0. A destructive earthquake.
IX. All buildings considerably damaged, many shift off foundations, noticeable cracks in ground.	
X. Many structures destroyed. Ground is badly cracked.	7.0. A major earthquake.
XI. Almost all structures fail. Very wide cracks in ground.	
XII. Total destruction. Waves seen on ground surfaces, objects are tumbled and tossed.	8.0. Great Earthquakes, and up

## The Mercalli and Richter scales

### Causes of Earthquakes

There are many factors controlling the occurrence of the earthquake. Some of the major factors include:

1. Plate Tectonic Movements
2. Volcanic Eruptions.
3. Construction of large dams results in earthquake. Ex: Koyna dam, Maharashtra.
4. Other Reasons: The nuclear explosions also release massive energy to cause tremors in the earth crust. When underground cave collapses, earthquake may occur.

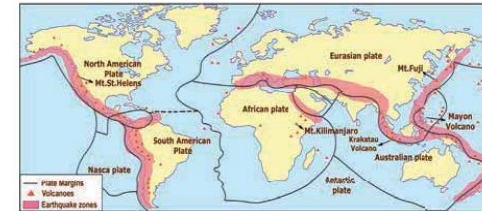
### Effects of the Earthquakes

1. Damage to buildings, roads, rails, factories, dams, bridges etc.
2. Landslides caused by earthquakes damage infrastructure.
3. Fires in the forest and urban areas.
4. Flash floods.
5. Tsunami - The high amplitude oceanic waves caused by submarine earthquake (measuring more than 7 on Richter scale). The seismic waves travel through seawater generates high sea waves. They cause severe loss of life and property. For instance, on 26th December 2004, a tsunami originating from a magnitude 8.9 earthquake in northern Sumatra killed over 1,50,000 people in countries surrounding the Indian Ocean.

### Distribution of earthquakes

1. Circum Pacific region: This region includes all the coastal areas around the Pacific Ocean. It extends through the coasts of Alaska, Aleutian Islands, Japan, Philippines, New Zealand, west coast of North and South America. This zone accounts for 68% of all earthquakes on the surface of the earth.
2. Mediterranean Himalayan region: This region extends from Alps Mountain to the Himalayan Mountains and Tibet to China. About 31% of world's earthquakes occur in this region.

3. Other Areas: These include Northern Africa and Rift Valley areas of the Red Sea and the Dead Sea.



**World Distribution of Earthquakes and Volcanoes**

## UNIT-I

### புவிப்புறவியல் – அர்த்தம் & நோக்கம்

#### புவிப்புறவியலின் அர்த்தம்

புவிப்புறவியல் என்பது புவியியலின் ஒரு பகுதியாகும். புவிப்புறவியல் என்ற சொல் விளக்கமானது புவியைப்பற்றியும், நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றிய முறை பற்றியும், பாறைகளின் தோற்றம் மற்றும் பாறைகளுக்கும் புவியின் தோற்றத்திற்கிடையேயான தொடர்பு பற்றியும் விளக்குகிறது. புவிப்புறவியல் என்பது நிலத்தோற்ற இயல் ஆகும். புவிக் கோளத்தின் புறஅமைப்பையும் அதன் தோற்றம், வரலாறு ஆகியவற்றையும் விளக்குகிறது.

புவியியல் பாடமானது நிலத்தோற்றம், காலநிலை மற்றும் மனித செயல்களின் தொடர்பினை விளக்குகிறது. புவிஅமைப்பியல் என்பது புவியின் வயது, பாறைகள், கனிமங்கள் போன்றவற்றின் பரவல் குறித்து கூறுகிறது. புவியியலுக்கும், புவிஅமைப்பியலுக்கும் இடையேயான ஆய்வுகள் நிலத்தோற்றத்தைப் பற்றிய படிப்பான "புவிப்புறவியல்" என்ற புதிய பாடப்பிரிவை தோற்றுவித்தது.

#### புவிப்புறவியலின் நோக்கம்

புவியின் மேற்பரப்பு இயல்புகளை அறிவது புவியியலின் நோக்கமாகும். ஆதலால் புவிப்புறவியலும் ஒரு பிரிவாக சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இதில் நிலத்தோற்ற பிரிவுகள் விளக்கப்படுகிறது. பௌதிக, ரசாயனசெய்முறைகளால் புவிபரப்பில் பாறைகள் அரிக்கப்பட்டு பல்வேறு நிலத்தோற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இவையனைத்தும் புவிப்புறவியலில் ஆராயப்படுகின்றன. புவியியல், புவிஅமைப்பியல், புவிவுருவியல், பூபௌதிகம் போன்ற பல துறைகளில் இந்த ஆராய்ச்சி பகிர்ந்துகொள்ளப்படுகிறது.

பாறைகள் அரிக்கப்பட்டு ஏற்படும் நிலத்தோற்றங்களை விளக்குவது புவிப்புறவியலின் நோக்கமாகும். ஆறு, பனியாறு, காற்று, அலை போன்றவற்றின் அரிப்பு செயலால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்களுக்கு இடையே உள்ள தொடர்பை விளக்குதல், காலந்தோறும் ஏற்படும் நிலத்தோற்ற மாறுதல்களை விவரித்தல், நிலத்தோற்றத்திற்கு காரணமான அரிப்பு செயல்களை அறிதல் ஆகிய மூன்று முக்கிய கூறுகளை புவிப்புறவியல் கொண்டுள்ளது.

நிலத்தோற்ற வளர்ச்சியை தெளிவாகக் கூறவேண்டுமானால் பாறைகளின் அமைப்பு, கூட்டமைப்பு, காலநிலையின் தன்மை, எரிமலையின் செயல் ஆகியவற்றையும் அறிந்திருக்கவேண்டும். இவற்றின் செயலால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்களை அறிவது புவிப்புறவியலின் முக்கிய நோக்கமாகும்.

புவிப்புறவியல் அறிஞர்கள் புவியின் தோற்றத்தை ஆராய்கிறார்கள் ஆனால் நிலத்தோற்றத்தின் எல்லாக் கூறுகளும் அறையப்படுவதில்லை. உதாரணமாக, மடிப்பு, பிளவு, நிலஅதிர்ச்சி, எரிமலை வெடித்தல் போன்றவற்றிற்கு காரணமான இயக்கங்கள் தீரவிடாமல் ஆராயப்படுவதில்லை. ஏனெனில் கணித அறிவும், பௌதிக அறிவும், தேவைப்படுகிறது.

#### புவிப்புறவியலின் பொருளடக்கம்

புவியின் தன்மைகளை பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டுவரை அறிஞர்கள் யாரும் விளக்கமாக அறிந்திருக்கவில்லை. புவிப்புறவியல் புவிக் கோளத்தின் புறத்தோற்றத்தையும் அதன் வரலாற்றையும் விவரிக்கும் ஒரு இயலாகும். நாம் வசிக்கிற புவியின் நிலப்பரப்பு ஒழுங்கற்ற அமைப்புடன் காணப்படுகிறது. மலைகள், பீடமிகள், சமவெளிகள் போன்ற நிலத்தோற்ற வேறுபாடுகளை நாம் காண்கிறோம். இவற்றில் தோன்றும் வளர்ச்சி, மாற்றம், மறைவு ஆகியவற்றை புவிப்புறவியல் விளக்கக்கூறுகிறது.

நிலத்தோற்ற அமைப்புகளை பற்றிய பல தவறான கருத்துகளை முற்காலத்தில் மக்கள் பெற்றனர். அவற்றில் முக்கியமானது ஒன்று- நிலத்தோற்றத்தின் நிலையான தன்மையை பற்றியதாகும். டேவிஸ் என்னும் புவிஅமைப்பியலறிஞர் நிலத்தோற்ற தன்மையைப் பற்றிய பல்வேறு கருத்துகளைக் கூறியுள்ளார். பல அறிஞர்களின் கருத்துப்படி நிலத்தோற்றங்களுக்கும் வரலாறு ஒன்று உள்ளது என கருத்து நிலவுகிறது. இக்கருத்துப்படி "இன்றைய நிலத்தோற்றங்கள் யாவும் சென்ற காலவரலாற்றையும் பெற்றுள்ளது" என்றும், வருங்காலத்தில் பெரும் மாற்றமடையும் என்றும் கூறப்படுகிறது. அடையும் இவ்வுருமாற்றங்கள் ஒழுங்காக நடைபெறுகின்றன. இத்தகைய ஒழுங்கான மாற்றங்களை டேவிஸ் பின்வருமாறு குறிப்பிடுகிறார் - " **Landscape is a function of Structure, Process and Stage.**"

பாறையின் அமைப்பு, தன்மை, அங்கு இயங்கும் அரிப்பு செய்முறை, காலம் ஆகியவற்றை பொறுத்து இன்றைய நிலத்தோற்றம் அமைகிறது என்பது டேவிஸ் கூறும் பொருளாகும்.



- 1 . பாறையின் அமைப்பு பண்பு- Structure
- 2 . அரிப்பு செய்முறைகள் - Erosional Process
- 3 . காலம் -Time
- 4 . முடிவாக அமையும் நிலத்தோற்றம்

மேற்கூறிய அனைத்தையும் பற்றி புவிப்புறவியல் விளக்குகிறது.

புவிப்பரப்பில் தோன்றும் மாற்றங்களுக்குக் காரணம் இரு செய்முறைகள் ஆகும்.

- 1 . அகச்செய்முறைகள்
- 2 . புறசெய்முறைகள்

அகச்செய்முறைகளின் விளைவாக தோற்றுவிக்கப்படும் நிலத்தோற்ற அமைப்புகள் புறச்செய்முறைகளால் பாதிக்கப்பட்டு நிலத்தோற்றங்கள் சிதைவடைகிறது. அக, புற செய்முறைகள் தனித்து இயங்குவதில்லை. இவை ஒரே சமயத்தில் இயங்குகிறது. எனவே இன்றைய நிலத்தோற்றத்தை அக , புற செய்முறைகளின் தொகுப்பு விளைவு என்று கூறலாம்.

புவியின் மேற்பரப்பில் கற்கோளம், நீர்கோளம், வளிக்கோளம் ஆகிய மூன்றும் சந்திக்கின்றன. காற்றும் , நீரும் பாறைகளை அரித்து பலவித நிலத்தோற்றங்களை தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வாறாக நீரியல், வளியியல் மற்றும் புவிஅமைப்பியல் ஆகிய துறைகளிலிருந்து புவிப்புறவியல் பல விவரங்களை பெறுகிறது.

\*\*\*\*\*

## UNIT-I

### பேரண்டம்

பேரண்டம் என்பது அண்டங்கள், நட்சத்திரங்கள், கோள்கள் மற்றும் பருப்பொருட்களையும், ஆற்றலையும் உள்ளடக்கிய ஒரு பரந்த முடிவற்ற வான்வெளிப் பகுதியாகும். பேரண்டமானது நூறு பில்லியன்களுக்கு மேற்பட்ட அண்டங்களையும், அவை ஒன்றொன்றும் பில்லியன் விண்மீன்களையும் கொண்டுள்ளன. பேரண்டத்தில் புலப்படக்கூடிய பொருட்கள் பெரும்பாலும் ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹீலியத்தால் உருவானதாகும். அண்டஅறிவியல் என்பது பேரண்டத்தின் தன்மை மற்றும் தோற்றத்தினை விவரிக்கும் ஒரு இயலாகும்.

### அண்டம்

அண்டம் என்பது பல மில்லியன் விண்மீன் குடும்பங்கள் தம் ஈர்ப்பு விசையில் இயங்குவையாகும். கடலில் காணப்படும் தீவுகளைப்போல பேரண்டத்தில் அண்டங்கள் உள்ளன. அவை "பேரண்டத் தீவுகள்" என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளன. அண்டங்கள் பல்வேறு உருஅளவுடனும், ஒழுங்கான மற்றும் ஒழுங்கற்ற வடிவம் கொண்டவையாகவும் உள்ளன." அண்டவியலின் தந்தை" என அழைக்கப்படும் அமெரிக்க வான்வெளி ஆய்வாளர் எட்வின் ஹப்பிள் 1925 ஆம் ஆண்டு பேரண்டத்தில் காணப்படும் அண்டங்களை வகைப்படுத்துகையில் பல மில்லியன் அண்டங்களை பேரண்டத்தில் கண்டறிந்தார்.

அண்டங்கள் மூன்று பெரும் வடிவம் கொண்டவை.

#### 1 . சுருள் வடிவம்

இது மையக் கருவுடன் சுருள் கரங்கள் கொண்டவை.(எ.கா- பால்வெளி மற்றும் அந்திரொமேடா அண்டங்கள்).

#### 2 . நீள்வட்ட வடிவம்

குறைவான வாயுக்கள் கொண்ட இவை வயது முதிர்ந்த விண்மீன்களை உள்ளடக்கியது.

#### 3 . ஒழுங்கற்ற வடிவம்

அதிக அளவில் தூசுகளும், வாயுக்களும் நிறைந்த இவை இளமையான மற்றும் பிரகாசமான அண்டங்களாகும்.

## பால்வீதி அல்லது பால்வெளி அண்டம்

பால்வெளி என்று பெயரிடப்பட்ட அண்டமானது நமது புவிக்கு உரிமைப்பட்டதாகும். இரவு வானில் வெண்மையாக நீட்சி பெற்று காணப்படும் வெண்படலம் பால்வெளியாகும். இரவு நேரங்களில் ஒளிப்புள்ளிகள் போலப் புலப்படும் விண்மீன்கள் தொலைவில் உள்ள சூரியன்கள் ஆகும். இது ஏறக்குறைய 400 மில்லியன் விண்மீன்களை உள்ளடக்கிய ஒரு சூழல் அண்டமாகும். விண்மீன்கள் வெகுதொலைவில் உள்ளதால் புள்ளி போல காட்சி தருகின்றன.

பால்வீதியின் மைய பகுதியிலிருந்து தூரம் அதிகரிக்கையில் விண்மீன்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. வாயுக்கள், தூசுகள் மற்றும் விண்மீன்களால் வட்டு போல சூழப்பட்டுள்ளதால் பால்வீதியின் மையம் எளிதில் புலப்படுவதில்லை. பூமியானது சூரியனைச் சுற்றி வருவது போல், சூரியன் பால்வீதியை மையமாகக் கொண்டு சுற்றி வருகிறது. அந்திரொமேடா அண்டமானது மிகப்பெரிய அண்டமாகும். வடகோளார்த்தத்திலிருந்து இது பார்வைக்கு புலப்படுகிறது. பூமியிலிருந்து 2.5 மில்லியன் ஒளியாண்டுகளில் அந்திரொமேடா சென்றடைய முடியும். சூரியன் உள்ளிட்ட அனைத்து விண்மீன்களும் பால்வெளி அண்டத்தை சேர்ந்தவை. இதனை நமது முன்னோர் "ஆகாய கங்கை" எனவும் அழைத்தனர்.

#####

## பெரு வெடிப்புக் கொள்கை

பேரண்டம் என்பது அண்டங்கள், நட்சத்திரங்கள், கோள்கள் மற்றும் பருப்பொருட்களையும், ஆற்றலையும் உள்ளடக்கிய ஒரு பரந்த முடிவற்ற வான்வெளிப் பகுதியாகும். பேரண்டமானது நூறு பில்லியன்களுக்கு மேற்பட்ட அண்டங்களையும், அவை ஒன்றொன்றும் பில்லியன் விண்மீன்களையும் கொண்டுள்ளன. பேரண்டத்தில் புலப்படக்கூடிய பொருட்கள் பெரும்பாலும் ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹீலியத்தால் உருவானதாகும். அண்டஅறிவியல் என்பது பேரண்டத்தின் தன்மை மற்றும் தோற்றத்தினை விவரிக்கும் ஒரு இயலாகும்.

பேரண்டமானது ஒரு காலத்தில் மிக நெருக்கமாகவும், அடர்த்தியானதாகவும், வெப்பமானதாகவும் இருந்தது. அதிகமாக அழுத்தப்பட்டு அதிக வெப்பமடைந்து. வெப்பம் அதிகரித்ததால் பேரண்டம் விரிவடைந்தது.

ஏப் ஜார்ஜ்ஸ் லிமட்டர் என்ற பெல்ஜிய நாட்டு வானவியல் அறிஞர் பேரண்டம் உருவான விதம் பற்றி "பெருவெடிப்புக் கொள்கையாக" முன்மொழிந்தார். அக்கொள்கையின்படி 15 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ஓர் மிகப்பெரிய எரியும் கோளத்தினுள் உள்ளடக்கி வைக்கப்பட்டிருந்த வாயுக்கள், தூசுகள், மற்றும் பருப்பொருள்கள் ஒரு பெரும் வெடிப்பாக வெடித்தது. அதனுள்ளிருந்து பருப்பொருட்கள் மிக அதிக வேகத்துடன் தூக்கி எறியப்பட்டு பல குழுக்களாக, விண்மீன்களாக உருவானது. இவற்றை நம் அண்டங்கள் என்கிறோம். இந்த அண்டங்கள் விரிவடைந்தும், ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகி அதிவேகத்துடன் நகர்ந்து கொண்டே செல்கின்றன. பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் நிகழ்ந்த நிகழ்வை **காஸ்மிக் வெடிப்பு** என்பர். இதையே பெரு வெடிப்புக் கொள்கை என்கிறோம்.

1972 ஆம் ஆண்டில் இக்கொள்கையானது திருத்தப்பட்டு அண்டவெளியின் தோற்றத்தை விளக்கவல்லதாக அமைந்தது. பெருவெடிப்புக் கொள்கை மூலம் நாம் அறிவது பின் வரும் கருத்துக்களாகும்.

- பத்து மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் அண்டவெளியில் ஒரு பெரிய நெருப்பு பந்து இருந்தது.
- அதனைச் சுற்றி நீண்ட தொலைவு வரை தூசி மேகம் பரவியிருந்தது.
- இம்மேகக் கூட்டம் சிதைந்து ஈர்ப்பு விசை மூலம் ஒன்று சேர்ந்தன.

- இவை உடைந்து பல நட்சத்திர கூட்டங்களாக உருவாயின.
- நட்சத்திரக் கூட்டங்கள் உடைந்து பிற்காலத்தில் பல பால்வெளியாக மாறின.
- நட்சத்திரங்கள் உடைந்து அதிலிருந்து கோள்கள் தோன்றின.

## UNIT-I

### பெரு வெடிப்புக் கோட்பாடு

பெரு வெடிப்புக் கோட்பாடு (Big-Bang Theory) என்பது அண்டம் எவ்வாறு தோன்றியது என்பது பற்றி விளக்க முயலும் ஒரு கோட்பாடாகும். இதுவரை முன்வைக்கப்பட்ட அண்டத்தின் தோற்றம் பற்றிய கோட்பாடுகளில் பரவலாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது இதுவே. பெரு வெடிப்புக் கொள்கையின்படி அண்டவெளியில் உள்ள பொருள்கள் அனைத்தும் 12 முதல் 14 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் மிக அதிகமான அடர்த்தியுடன் கூடிய, சிறிய அளவினதான, தீப்பிழம்பாக இருந்திருக்கிறது.

இக்கொள்கையின் படி பேரண்டமானது அண்டங்கள், நட்சத்திரங்கள், கோள்கள் மற்றும் பிற பருப்பொருட்களையும் உள்ளடக்கிய ஒரு பரந்த, முடிவற்ற வான்வெளிப்பகுதியாகும். பேரண்டமானது நூறு பில்லியன்களுக்கு மேற்பட்ட அண்டங்களையும், அவை ஒவ்வொன்றும் பில்லியன் விண்மீன்களையும் கொண்டதாகவும் நம்பப்படுகிறது.

இன்று அறியப்படுகின்ற அண்டத்திலுள்ள பொருள்கள் அனைத்தும் சில மில்லி மீட்டர் அளவுக்குள் அடங்கியிருந்திருக்கும் எனக் கணிப்பிடப்படுகின்றது. இத் தீப்பிழம்பானது இன்று அறியப்படாத ஏதோ ஒரு காரணத்தினால் மிக வேகமாக விரிவடையத் தொடங்கிற்று. இதுவே பெரு வெடிப்பு (Big-Bang) எனப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு விநாடியும் பல மடங்காக இவ் விரிவாக்கம் நடந்ததாக அறிவியலாளர்கள் கூறுகின்றனர்.

இவ்வாறு விரிவடைந்தபோது வெப்பம் தணிந்த வளிமங்கள் ஆங்காங்கே விண்மீன் கூட்டங்களாக உருவாகியிருக்கக்கூடும் என அவர்கள் கூறுகிறார்கள். பல பில்லியன் ஆண்டுகள் கழிந்த பின்னும் அண்டம் இன்னும் விரிவடைந்து கொண்டே செல்வதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

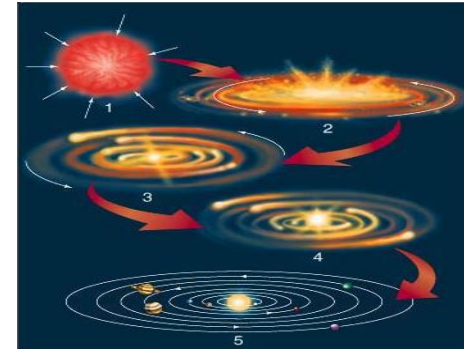
பெருவெடிப்பு தொடங்கியதில் இருந்து அணுக்களும் மற்ற அண்டப் பொருள்களும் எக்காலத்தில் தோற்றம் பெற்றன என்பதைப் பின்வரும் வரிசை குறிக்கின்றது.

1. வெடித்த கணமே காலமும் வெளியும் தோன்றியது.
2. இரண்டாம் நொடியில் ஈர்ப்பு விசை தோன்றியது.
3. பிற்பாடு அணுத்துகள்களான குவார்க்குகள் தோன்றின.
4. அணுத்துகள்கள் ஒன்றோடு ஒன்று மோதிக் கொண்டதால் புரோட்டானும் நியூட்ரானும் தோன்றின.
5. மூன்று நிமிடங்கள் கழித்து புரோட்டானும் நியூட்ரானும் தம்முடைய வெப்பத்தைத் தணித்ததால் இரண்டும் சேர்ந்து அணுக்கருவை மட்டுமே கொண்ட ஹைட்ரஜனும், ஹீலியமும், இலித்தியமும் உருவாகின.
6. அதன் பிறகு ஐந்து இலட்சம் ஆண்டுகள் கழித்தே எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருக்களால் சிறை பிடிக்கப்பட்டன.
7. அதனால்முறையே ஹைட்ரஜன், ஹீலியம், இலித்தியம் அணுக்கள் உருவாகின.
8. பிற்பாடு முப்பது கோடி ஆண்டுகள் கழித்தே விண்மீன்களும், விண்மீன்பேரடைகளும் உருவாகின.
9. இந்நிகழ்வுகள் எல்லாம் நடந்து முடிந்த பின்னரே சூரிய மண்டலமும் அதில் உள்ள கோள்களும் தோன்றின. இவை தோற்றம் பெற்ற காலத்தில் இருந்து தற்காலமானது ஏறத்தாழ ஐநூறு கோடி ஆண்டுகள் ஆகியுள்ளது.

## நெபுலா கோட்பாடு

லாப்லஸ்(Laplace) என்ற பிரான்ஸ் நாட்டு கணித மேதை 1796 ஆம் ஆண்டு இக்கொள்கையை வெளியிட்டார். இவர் காண்ட் கொள்கையில் சிறிது மாற்றங்கள் செய்து தம் கொள்கையை 'Exposition of the World System' என்ற நூலில் வெளியிட்டார்.

இதன்படி மெதுவாக சுழலும் இளம் சூரியனுடன் தொடர்புடைய பொருட்களின் மேகக்கூட்டத்தில் இருந்து கோள்கள் உருவாக்கி இருக்கலாம். புவியின் தோற்றத்தை பற்றிய அகத்திறள்வு கோட்பாட்டை லீட்டில்டன் என்பவர் முன்வைத்தார். இந்த கோட்பாட்டின் படி 4.6 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, சூரியமண்டலமானது சூரிய நெபுலா என்னு அழைக்கப்படும் தூசு மற்றும் வாயுக்கள் நிறைந்த மேகக்கூட்டமாக இருந்தது.



இந்த சூரிய நெபுலா சுழன்றபோது ஈர்ப்பு விசையானது பொருட்களை தகர்த்து சூரியகுடும்பத்தின் மையத்தில் சூரியனை உருவாக்கியது. சூரியன் உருவானதும் மீதமுள்ள பொருட்கள் இறுக தொடங்கின. சிறிய துகள்கள் ஈர்ப்பு விசையினால் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து பெரிய

துகங்களாக மாறின.

இக் கொள்கையின் விவரம்:

1. ஆரம்பத்திலிருந்தே நெபுலா வெப்பம் மிகுந்த சுழலுகிற ஒரு வாயு கோளமாக இருந்தது.
2. வெப்பம் மிகுந்த நெபுலா குளிர்ச்சியடைந்து சுருங்கியபோது அதன் சுழலும் வேகம் அதிகரித்தது.
3. அதிகமான சுழற்சியினால் நெபுலா சிறிது சிறிதாக தட்டையான உருவத்தை பெற்றது. நெபுலாவின் மத்திய ரேகை பகுதியில் மையம் விலகும் விசையும் ஈர்ப்பு விசையும் சம நிலையை அடையும் வரை நெபுலா தட்டையாக்கப்படுவது தொடர்கிறது. இந்நிலையில் மத்திய ரேகைப் பகுதியிலுள்ள வாயு வளைய பொருட்கள் தம் எடையை இழந்துவிடுவதால் சுருங்கி வரும் நெபுலாவை விட்டு விளக்குகின்றன. பின்னர் இவ்வளையப் பொருட்கள் சுருங்கி கோள்களாக மாறின.
4. இவ்வாறே கால்களிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட வெப்பமான வாயுப் பொருட்கள் சுருங்கி துணைக்கோள்களாக மாறியபின் நெபுலாவின் எஞ்சிய பகுதி சூரியனாக மாறியது.



லாபல்லஸ் தம் கொள்கையில் கோள்களும் துணைக்கோள்களும் எவ்வாறு சூரியனை சுற்றி ஒரே மாதிரியான திசையில் சுழன்று செல்லும் தன்மையை பெற்றன என்பதை விளக்கியுள்ளார். இதை தவிர இன்று நாம் காணும் கோள்களின் நீள்வட்ட வடிவ பாதைகள் ஒரே தளத்தில் அமைந்திருப்பதற்கான காரணத்தையும் இதில் விளக்கியுள்ளார். கோள்கள் முதலில் வாயுக்க காலமாகவும் பின்னர் குளிர்ந்து உறைந்து திடத்தன்மையை பெற்றன என்ற முடிவுக்கு வருவதற்கு இந்த நெபுலா கொள்கை வித்திட்டது எனலாம்.

சூரிய காற்று புவி போன்ற கோள்கள் உருவாக காரணமாகிய பெரிய பாறைப்பொருட்களை விட்டு விட்டு ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹீலியம் போன்ற லெகுவான தனிமங்களை மையப்பகுதியிலிருந்து வெளியேற்றியது. ஆனால் தொலைவில் சூரிய காற்றுகள் லெகுவாக கூறுகளின் மீது குறைவான தாக்கத்தை ஏற்படுத்தியதால் அவைகள் இணைந்து பெரிய வாயு பெருங்கோலமாக உருவாகின. இவ்வாறு கோள்கள், துணை கோள்கள், குறுங்கோள்கள், வாழ் நட்சத்திரங்கள் போன்றவற்றை உருவாகின.

லாபல்லஸின் நெபுலா கொள்கை சுமார் 100 ஆண்டுகள் வரை எவ்வித எதிர்ப்பிற்கும் உள்ளாகாமல் இருந்தது. ஆனால் அதற்கு பின்னர் தெரிந்து கொண்ட புதிய விவரங்களினால் இக்கொள்கை தம் முக்கியத்துவத்தை இழந்துவிட்டது. லாபல்லஸின் கருத்துப்படி சுழன்றுகொண்டிருக்கும் நெபுலாவிலிருந்து பிரிந்துசென்று உருவான கோள்களும் துணைக்கோள்களும் ஒரே திசையில் சுழன்று வருகின்றன. அவற்றின் பாதையும் ஒரே தளத்தில் அமைந்துள்ளன. ஆனால் 1797 ஆம் ஆயாண்டிலேயே யுரேனஸின் துணைக்கோள்கள் பாதைகள் யுரேனஸ் பாதை தளத்திற்கு செங்குத்தாக இருப்பது உணரப்பட்டது. இதன் பிறகு நெப்டியூன், வியாழன், சனி ஆகிய கோள்களின் துணைக்கோள்கள் எதிர்

திசையில் சுழன்று கொண்டிருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது .லாப்லஸின் கொள்கைக்கு மற்றொரு முக்கிய எதிர்ப்பு சுழலும் வேகத்தை பற்றியதாகும் .நெபுலாவிலிருந்து வாயு வளையங்கள் எறியப்பட்டு எஞ்சியது சூரியன் என்பது இக்கொள்கை விளக்குகிறது . நெபுலாவிலிருந்து வாயு வளையங்கள் எறியப்படுவதற்கு மிக அதிகமான சுழற்சி வேகம் தேவை .அதாவது நெபுலாவிலிருந்து எஞ்சியிருக்கிற சூரியன் தற்போது சுழலுகிற வேகத்தைப் போல் நூற்றுக்கணக்கான மடங்கு இருந்தால்தான் அவ்வாறு வாயு வளையங்களை எறிந்திருக்க முடியும்.அனால் , சூரியன் தற்போது சுழன்றுகொண்டிருக்கும் வேகம் மிகக் குறைவாகும்.லாப்லஸின் கருத்துப்படி நெபுலாவிலிருந்து எல்லாக் கோள்களும் தோன்றியதால் நெபுலா பரப்பு சூரியனிடமிருந்து புளூட்டோ வரையில் அமைத்திருக்க வேண்டும் .அப்படியிருப்பின், அதன் விடம் சுமார் 9600 மில்லியன் கிலோமீட்டர்களாகும்.இவ்வளவு பெரிய விட்டமுள்ள ஒரு நெபுலா வாயு வளையங்களை எறியக்கூடிய அளவிற்கு வேகமாகச் சுழலுவது என்பது இயலாத காரியம்.எனவே நெபுலாவிலிருந்து வாயு வளையங்களை எறியப்பட்டிருப்பதற்கு வாய்ப்பில்லை.அவ்வாறு எறியப்பட்டிருந்தாலும் அப்பொருள்கள் அண்டத்தில் சிதறிப்போயிருக்குமாதலால் குளிர்ச்சியடைந்து கோள்களாக மாறியிரா.கனமான தனிமங்கள் ஒன்றோடொன்று மோதி முதலில் புவியின் உட்கரு உருவானது .கனமான தனிமங்கள் மையத்தை நோக்கி மூழ்கியபோது மெல்லிய தனிமங்கள் மேலோட்டை உருவாக்கியது .இந்நேரத்தில் புவியின் காந்த புலம் உருவாக்கியது . புவியின் ஈர்ப்பு விசை சில வாயுக்களை கவர்ந்ததால் புவிக்கு மேல் வளிமண்டலம் உருவாகியது.

-----

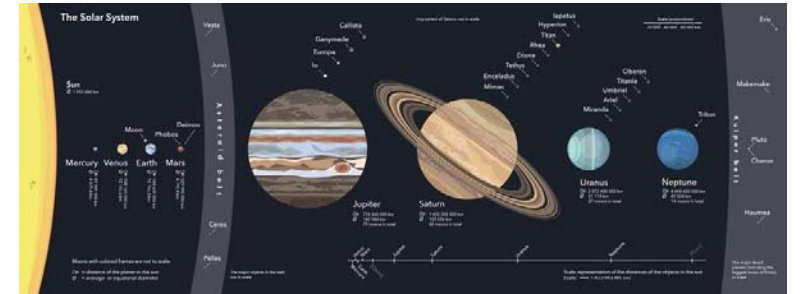
## சூரியக் குடும்பம் / சூரிய மண்டலம்

பிரபஞ்சம் என்பதுபல பால்வழிகளையும் , வாயுக் கோலங்களையும் கொண்ட ஒரு பெரிய தொகுப்பாகும்.ஒவ்வொரு பால் வழியும் கோடிக்கணக்கான நட்சத்திரங்களைக் கொண்ட ஒரு தொகுப்பாகும் .ஆன்ட்ரோமெடா பால்வழி பல சிறு பால்வழிகளைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றில் நம்முடைய பால்வழியும் ஒன்றாகும்.

நம்முடைய பால்வழி கோடிக்கணக்கான நட்சத்திரங்களில் சூரியனும் ஒன்றாகும்.சூரியனைச் சுற்றி கோள்களும் , சிறுகோள் , வால் மீன்களும் , எரி மீன்களும் , காணப்படுகின்றன.இவை சூரியனின் ஈர்ப்பு விசையினால் அதனையே மையமாகக் கொண்டு சுற்றி வருகின்றன.

சூரியனை சுற்றி 8 கோள்கள் உள்ளன. இக்கோள்கள் ஒவ்வொன்றையும் சுற்றி துணைக்கு கோள்களும், சிறு கோள்களும்சுழன்று வருகின்றன.

சூரிய மண்டலத்தில் அமைந்துள்ள அணைத்து கோள்களும் சூரியனை மையமாகக்கொண்டு நீள்வட்டவடிவ பாடத்தையில் சுழன்றுவருகின்றன.



## சூரியன்

சூரிய மண்டலத்தின் அச்சாக இருப்பது சூரியனாக. அதனிடமிருந்து தான் புவி வெப்பத்தையும் ஒளியையும் பெறுகிறது. சூரியன் எரியும்

வாயுக்களை கொண்ட ஒரு கோளாகும். இது புவியினைப்போல் 1300000 மடங்கு காண அளவு கொண்டுள்ளது. சூரியனின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் ஈர்ப்பு விசையை போல் 34 மடங்கு அதிகமாகும்.

புவியை போல் சூரியனும் சுழலுகிறதென்றாலும் அதன் மேற்பரப்பு சுழற்சி வேகம் ஒரே சீராக இல்லை. புவி திடப்பொருளாகையால் அதன் அதன் மேற்பரப்பு சுழற்சி வேகம் ஒரே சீராக இருக்கிறது. ஆனால் வாயுக்கோளமாகிய சூரியனின் பரப்பில் இவ்வேகம் சீராக இல்லை . சூரிய புள்ளிகளின் இடமாற்றத்தைக் கொண்டு இந்த வேறுபாடு அறியப்படுகிறது. இதன் படி சூரியனின் மத்திய ரேகைப்பகுதியில் சுழலும் வேகம் மற்ற பகுதியை காட்டிலும் அதிகமாக காணப்படுகிறது.

சூரியனின் மேற்பரப்பில் வெப்பம் 6000 °c ஆக இருக்கிறது. இதிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளி ஒவ்வொரு சதுர அங்குலத்திற்கும் சுமார் 300000 மெழுகுவத்தி ஏற்படுத்தும் ஒளிக்குச் சமமாகும்.சூரியனின் மையப்பகுதியில் வெப்பம் சுமார் 14000000 °c ஆக இருக்குமெனக் கருதப்படுகிறது.சூரியனைச் சுற்றியுள்ள வளிமண்டலத்தில் ரோஜா நிற ஹைட்ரஜன் வாயு மேகங்கள் காணப்படுகின்றன.இவை சூரியத் தீச் சுவாலைகள் எனப்படுகின்றன.இதனைச் சுற்றிச் சாம்பல் நிற ஒளிச் சுடர் மண்டலத்தில் சேர்ந்து பிரகாசமான வளைவுகளைத் தோற்றுவிப்பதுண்டு.இவை சூரியப் பரப்பிலிருந்து சுமார் 160000 கி.மீ. வரை விலகிக் காணப்படும்.

சூரியனில் காணப்படும் பொருள்களில் ஹைட்ரஜன் மிக முக்கியமானதாகும்.இது 90 % காணப்படுகிறது.இதனை அடுத்துக் காணப்படும் ஹீலியம் 8 % ஆக உள்ளது.

சூரியப் புள்ளிகள் சூரியனின் பரப்பிலுள்ள கருமையான புள்ளிகளாகும். ஒவ்வொரு புள்ளியும் சுமார் 800 முதல் 80000 கி.மீ. வரை விட்டம் கொண்டுள்ளது. இவை சூரியனின் மையத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களினால்

தோன்றுவதாகக் கருதப்படுகிறது. சூரியப் புள்ளிகளில் சுற்றுப்புறத்தைவிட வெப்பம் குறைவாக உள்ளது.

இவை தோன்றி மறையும் தன்மையைப் பெற்றவை.இவற்றில் காந்த சக்தி இருப்பதாகவும் இக் காந்த சக்தி புவிப் பரப்பின் காந்த சக்தியைவிடப் பல்லாயிரம் மடங்கு வலிமையானது எனக் கண்டறிந்துள்ளனர்.சூரியப் புள்ளியிவிருக்கும் காந்த சக்தி ஹைட்ரஜன் வாயுவை வெளியேற்றுகிறது.இது சுடர்விட்டு எரியும்போது ஒளிக்கதிர்கள் வெளியேறுகின்றன.இவை சூரிய ஒளிக்கதிர்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

கோள்கள்:சூரியனைச் சுற்றியுள்ள 8 கோள்களில் சூரியனுக்கு மிக அருகிலுள்ளவை புதன் , சூக்கிரன் , புவி , செவ்வாய் ஆகிய நான்கு கோள்களாகும்.வியாழன் , சனி , யுரேனஸ் , நெப்டியூன் , புளூட்டோ ஆகியவை சூரியனை விட்டு வெகு தொலைவில் உள்ளன.

### புதன்

இக்கோள் சூரியனுக்கு வெகு அருகில் உள்ளது. இதன் மேற்பரப்பு ஈர்ப்பு விசை புவியைப்போல் 3 /10 பங்கு மட்டுமே இருப்பதால் இதில் வளிமண்டலம் காணப்படவில்லை. சூரியனின் புறம் நோக்கிய பரப்பில் சுமார் 410 0C வெப்பமும் மாரு புறத்தில் 0 0 C வெப்பமும் உள்ளது. இது நான்காவது பிரகாசமான கோளாகும். இதில் உயிர் இல்லை. இதற்கு துணைக்கோள்களும் இல்லை.

### சூக்கிரன்

இது விண்வெளியில் சூரியனுக்கும் சந்திரனுக்கும் அடுத்த படி பிரகாசத்தை பெற்றது. இதற்கு துணை கோள்கள் இல்லை. புவிக்கு மிக அருகிலுள்ள இக்கோளின் விட்டம், அடர்த்தி, சுற்றிவரும் தன்மை ஆகியவை யாவும் புவியை போலவே உள்ளது. இதில் வளிமண்டலம்

காணப்படுகிறது. ஆனால் அதில் CO2 அதிகமாக காணப்படுகிறது. இதிலுள்ள பொருள்கள் சூரிய ஒளியை பிரதிபலிக்கின்றன. சூரியனின் திசையில் வெப்பம் 284 0C ஆகவும் மர் பக்கத்தில் -1.4 0C முதல் -3.6 0C வரையிலும் காணப்படுகிறது. ஆக்சிஜனும் நீரும் இங்கு இல்லை. தகுந்த பொருள்களுடன் மனிதன் சில காலம் இங்கு தங்க முடியுமென கருதப்படுகிறது.

### புவி

நாம் வசிக்கும் புவி சூரியனிடமிருந்து 149 மில்லியன் கிலோ மீட்டர் தூரத்தில் உள்ளது.இதன் விட்டம் துருவ வழியே 12460 கிலோ மீட்டர்களும் , பூமத்திய ரேகை வழியே 12683 கிலோ மீட்டர்களும் உள்ளது.இதன் அடர்த்தி 5.52 ஆகும்.இதன் ஒரே துணைக்கோள் சந்திரனாகும்.

செவ்வாய் :இக் கோள் புவியைக் காட்டிலும் பெரிய பாதையைக் கொண்டது.இது புவியை விட அளவில் சிறியது.புவியைப் போல் இங்கும் கோடை , குளிர் காலங்கள் ஏற்படுகின்றன.எதிர் கோளார்த்தங்களில் இப் பருவங்கள் மாறுகின்றன.இதன் வளிமண்டலம் புவியின் வளிமண்டலத்தின் சுமார் 10 % மட்டுமே உள்ளது.அதாவது வளிமண்டலம் மிகவும் மெல்லிய அடுக்காகக் காணப்படுகிறது.செவ்வாயிலிருந்து பிரதிபலிக்கும் பல வண்ணங்கள் தாவரம் , மண் ஆகியவற்றின் பிரதிபலிப்பேயாகும்.அங்குள்ள ஹைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்களில் வண்ணம் மாறிக்கொண்டிருக்கிறது.செவ்வாயின் மேற்பரப்பு வானிலே சிதை வடைத்திருப்பதற்கான ஆதாரங்கள் உள்ளன.சில இடங்களில் நீர் இருந்ததற்கான தடயங்களை காணப்படுகின்றன.தற்போது இக் கோளில் நீர் குறைவாகவே இருக்குமெனக் கருதப்படுகிறது.

### பெருங்கோள்கள்

#### வியாழன்

வியாழனின் விட்டம் புவியின் விட்டதை போல நான்கு மடங்கு பெரியதாகும். இது புவியை போல் 318 மடங்கு பெரியது. இதன் மேற்பரப்பு வெப்பம் - 138 0C ஆகும்.

#### சனி

சனிக்கோளை சுற்றி வளையங்கள் காணப்படுகிறது. இவை வெளிறிய அடர்ந்த வண்ணமுடைய ஒலிப்பட்டை வளையங்களாகும். இவ்வளையங்களில் சிறு பொருள்கள் காணப்படுகிறது. இவையும்கோள்களை சுற்றி வருகிறது.

#### யுரேனஸ், நெப்டியூன்

யுரேனஸும் நெப்டியூனும் ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியான பண்புகளை கொண்டுள்ளன. நெப்டியூனின் அடர்த்தி மாற்றத்தை காட்டிலும் அதிகமாகும். ஆனால் இது புவியின் அடர்த்தியில் மூன்றில் ஒரு பங்கே ஆகும். சூரியை விட்டு வெகு தொலைவில் உள்ளதால் இங்கு வெப்பம் மிக குறைவாக உள்ளது.யுரேனசின் வெப்பம் - 185 0C ஆகவும் நெப்டியூனின் வெப்பம் - 201 0C ஆகவும் காணப்படுகிறது.

#### சிறு கோள்கள்(Asteroids)

1801 ஆம் ஆண்டு செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கு இடையில் பல சிறு கோள்கள் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவை யாவும் சூரிய மண்டலத்திலுள்ள மற்ற கோள்களை போலவே இயங்கி வருகின்றன. இவற்றில் செரஸ் (CERES), பல்லாஸ்(pallas) , ஜூனோ (Juno), வேஸ்டா(Vesta) ஆகியவை முக்கியமானதாகும். இவற்றின் விட்டம் முறையே 768, 480, 192, 364 கிலோமீட்டர்களாகும். சிறு கோள்களின் தொகுப்பில் ஈராஸ் (Eros) என்ற சிறு கோல் ஒழுங்கற்று இருக்கிறது. 1937 ஆம் ஆண்டு ஹெர்மஸ்



என்ற சிறுகோள் புவிக்கு மிக அண்மையில் வந்து சென்றது. இவ்வாறு புவியை நெருங்கும் சிறு கோள்கள் சிதைந்து வின் கற்களாக விழுகின்றன.



### சந்திரன்

புவியின் ஒரே துணைக்கோளான சந்திரன் புவியின் வடிவத்தையே ஒத்துழைத்து. இங்குள்ள பாறைகள் பல புவியிலுள்ள பாறைகளுக்கு ஒப்பானவை. புவிக்கு மிக அருகில் உள்ளதால் எல்லா கோள்களை காட்டிலும் இது நன்கு ஆராயப்பட்டுள்ளது.

சந்திரன் ஒரு பெரிய இயற்கையான துணைக்கோளாகும். இதன் விட்டம் 3456 கி.மீ. இது புவியின் விட்டத்தில் 1/4 பங்கு ஆகும். இது நீல் வட்ட பாதையில் புவியை சுற்றி வருகிறது. இது புவியை போலவே கடிகார முள்ளுக்கு எதிராக சுழலுகிறது. ஒரு சமயம் புவிக்கு சற்று அருகிலும் வேறொரு சமயம் சற்று விலகியும் காணப்படுகிறது.

சந்திரனின் ஒரு பக்கம் மட்டுமே நமக்கு தெரிகிறது. புவி 4640 கி. மீ. ஆரமுள்ள வெட்டப் பாதையில் சுழன்று செல்லும் போது சந்திரன் அதே மையத்திலிருந்து 457600 கி. மீ. ஆரமுள்ள வெட்டப் பாதையில் சுழன்று செல்கிறது.

புவிக்கும் சூரியனுக்கும், புவிக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையே தோன்றும் ஈர்ப்பு விசையினால் புவியில் ஏற்றவற்றம் (Tides) ஏற்படுகிறது. சந்திரன் மிக சிறியதாக இருப்பதால் அதன் மேற்பரப்பு விசை புவியின் ஈர்ப்பு விசையில் 1/6 பங்கு மட்டுமே இருக்கிறது. புவியில் 6 பவுண்டு எடையுள்ள பொருள் சந்திரனில் 1 பவுண்டு எடைமட்டுமே இருக்கும். சந்திரனில் ஒரு பொருளை மேலே எறிந்தால் புவியில் அது செல்லும் தூரத்தை போல் 6 மடங்கு உயரமாக செல்லும்.

சந்திரனின் சராசரி அடர்த்தி 3.34 ஆக உள்ளது. இது பசால்ட் பாறையின் அடர்த்திக்கு ஒப்பாகும். இத்தகைய பாறைகள் இங்கு மிகுதியாக காணப்படுகின்றன. சந்திரனிலுள்ள பல பாறைகள் புவியிலுள்ள பாறைகளுக்கு ஒப்பானவை.

சந்திரனில் ஈர்ப்பு விசை குறைவாக இருப்பதால் அதனை சுற்றி வளிமண்டலம் காணப்படுவதில்லை. ஏனெனில் சந்திரனின் பரப்பிலிருந்து வெளியேறும் வாயுக்களை ஈர்க்கும் அளவிற்கு இங்கு ஈர்ப்பு சக்தி இல்லை. சந்திரனும் புவியை போலவே சூரியனிடமிருந்தே வெப்பத்தையும் ஒளியையும் பெறுகிறது. சூரிய ஒளியை பிரதிபலிப்பதால் இரவில் சந்திர ஒளி புவியை அடைகிறது. சூரிய ஒளி படும் பக்கத்தில் வெப்பம் 200 °F ஆகவும் மாரு பக்கத்தில் - 243 °F ஆகவும் இருக்கிறது./

சந்திரனில் சமவெளியிலும், செங்குத்து சரிவு கொண்ட குன்றுகளும், எரிமலை வாய் போன்ற பள்ளங்களும் (Lunar crater) காணப்படுகின்றன. சந்திரனில் இத்தகைய கிரேட்டர்கள் சுமார் 30000 இருப்பதாக கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இவற்றில் கிளேவியஸ், டைகோ, கோபர்நிகஸ் போன்றவை முக்கிய கிரேட்டர்கள் ஆகும். கிரேட்டர்கள் எரிமலை குமுறியதால் ஏற்பட்டிருக்குமேனு முன்பு கருத்தப்பட்டிருந்தது. ஆனால் கில்பர்ட்டின் கருத்துப்படி விண்கற்கள் அதிவிசையுடன் சந்திரனை

மோதியதால் இத்தகைய கிரேட்டர்கள் தோன்றின என்று கொள்ளப்படுகிறது.

### வால் நட்சத்திரம் (Comets)

வால் நட்சத்திரம் என்பது சூரியனைச் சுற்றி நீள் வட்டப் பாதையில் சுழன்று செல்லுகிற ஒரு சிறு திடப்பொருளாகும். இவை சூரிய மண்டலத்தில் அங்கம் வகிக்கிற சிறு கோல்களாகும். ஹேலி, என்ற வானவியல் அறிஞர்தாம் வால் நட்சத்திரங்களை முதன்முதலில் கண்டுபிடித்தார். வால் நட்சத்திரங்கள் சூரியனைச் சுற்றி வலம் வருவதால் ஒரே சீரான இடைவெளி நேரங்களில் நம் கண்ணனுக்குப் புலப்படுகின்றன. இவற்றின் நீள்வட்டப்பாதை மிகப் பெரியதாகும். இப்பாதை கோள் பாதையிலிருந்து வேறுபடுகிறது. இப்பாதையின் ஒரு பக்கம் சூரியனுக்கு மிக அருகிலும், மறு பக்கம் விலகியும் காணப்படுகிறது. இவை சூரியனுக்கு அருகில் வரும்போது நமக்கும் அருகில் இருக்கின்றன. எனவேதான் நம்மால் பார்க்க முடிகிறது. பின்பு அவை மறைந்து மீண்டும் திரும்பி வருவதற்கு 3.3 ஆண்டுகள் ஆகின்றன. ஹேலியின் வால் நட்சத்திரம் 76 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை நம் கண்ணனுக்கு புலப்படுகிறது.



வால் நட்சத்திரம் விசையுடன் பாயும் நீண்ட குண்டு போன்ற உருவம் உடையது. இதன் குறுகிய தலை பக்கத்தில் கோடிக்கணக்கான சிறு பாறை துகள்களும் தூசுக்களும் காணப்படுகின்றன. இவை சூரிய

ஒளியில் பட்டு பிரதிபலிக்கின்றன. வால் நட்சத்திரம் சூரியனை நெருங்கும்போது அதன் தலை பக்கத்திலிருந்து வாயுக்கள் வெளிப்படுவதால் அது வில் போன்ற அமைப்புடன் நீண்டு செல்கிறது.

### எரி நட்சத்திரம் (Meteors)

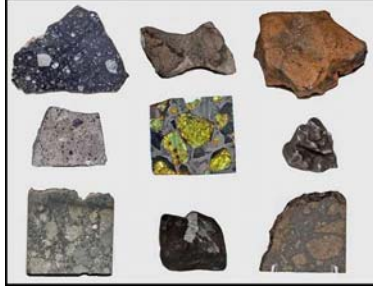
எரி நட்சத்திரம் அல்லது எரி மீன்கள் என்பவனை புவியை நோக்கி வேகத்துடன் விழுகிற சிறு திடப்பொருளாகும். சூரிய மண்டலத்தில் இவை கொடிக்கணக்காக உள்ளன. இவற்றில் சில சூரியனை சுற்றி வருகின்றன. இவை புவிக்கு அருகில் வரும்போது புவிஈர்ப்பு விசையினால் ஈர்க்க படுகின்றன. அவை வளிமண்டலத்துக்குள் நுழையும் போது ஏற்படுகின்ற உராய்வினால் இவற்றிலுள்ள திடப்பொருள்கள் பிரகாசமாக எரிந்து சாம்பலாகின்றன. இந்த ஒளி ஒரு நொடிப்பொழுதில் மறைகிறது. இவ்வாறு புவியை வந்தடையும் பொருள்களின் மொத்த மதிப்பீடு ஆண்டிற்கு 20000 டன்களாகும்.



### விண் கற்கள் (Meteorites)

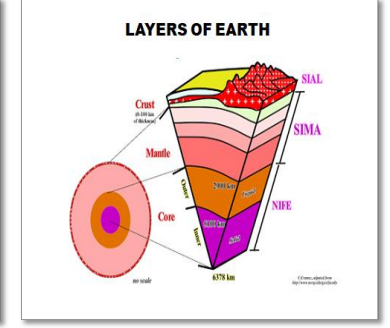
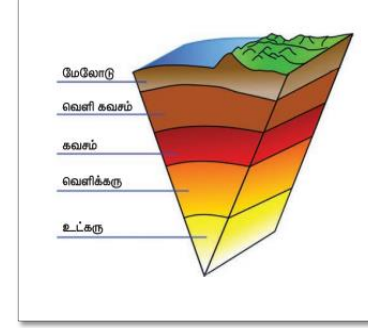
சூரிய மண்டலத்தின் சிறு கால்களிலிருந்து பிரிந்து புவியை அடைகிற திடப்பொருள்களில் சிறியவை வளிமண்டலத்தில் எரிந்து சாம்பலாகின்றன. பெரிய மற்றும் எரியாத திடப்பொருள்கள் அப்படியே புவியின் தரையில் விழுகின்றன. இவை விண் கற்கள் எனப்படும். இவை புவியை அடையும்போது ஒளியுடன் இடி போன்ற ஒசையும் கேட்பதுண்டு.

புவியின் மீது விழும் விண் கற்கள் மிக பெரியனவாக இருந்தால் அவை விழுந்த இடத்தில் குழிகள் ஏற்படுகின்றன இவை எரிநட்சத்திர வாய்கள் (meteor crater) எனப்படும்.

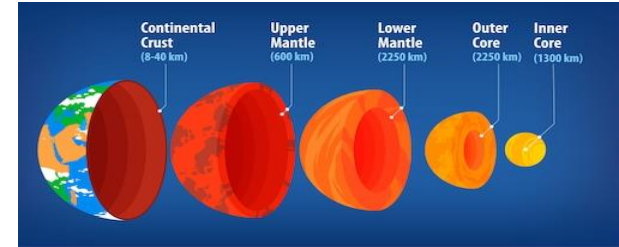


### புவியின் உள் அமைப்பு (Interior of the Earth)

20 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் சூயஸ் என்ற புவி அறிஞர் புவியின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் கண்டங்கள் யாவும் கிராண்ட் போன்ற படிக்கப்பாறைகளால் ஆனவையென்றும் இவற்றில் சிலிக்காவும் அலுமினியமும் அதிக அளவில் கலந்துள்ளன என்று கூறினார். அடர்த்தி குறைந்த இந்த அடுக்கை அவர் சியால் என்று அழைத்தார். சியால் அடுக்கிற்கு கீழே அடர்த்தி அதிகம் கொன்ற பசால்ட் என்ற பாறைகள் உள்ளன. இப்பாறைகளில் சிலிக்காவும், மெக்னீசியமும் இரும்பும் கலந்திருப்பதால் இந்த அடுக்கை அவர் சிமா என்றழைத்தார். கடலடி தளங்கள் யாவும் சிமா அடுக்கை சார்ந்ததாகும். சிமா அடுக்கு சியால் அடுக்கை விட அதிக கனமும் அதிக அடர்த்தியும் கொண்டதாகும். எனவே சியால் அடுக்கு சிமா அடுக்கின் மீது மிதந்துக் கொண்டிருப்பதாக சூயஸ் கூறினார்.

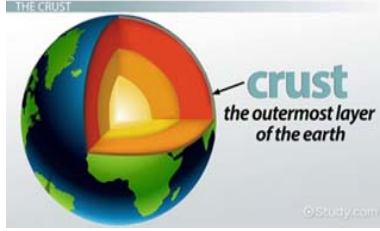


**புவி ஓடு** என்பது சியால் அடுக்கும் சிமா அடுக்கும் சேர்ந்ததாகும். இது சுமார் 16 முதல் 48 கி. மீ. வரை தடிப்பு கொண்டது. புவியோட்டிற்கு கீழே இன்னும் அடர்த்தி மிகுந்த **போர்வை(mantle)** உள்ளது. இதில் ஆலிவின் பாறை உள்ளது. புவியோட்டிற்கும் பார்வைக்கும் இடையே அடர்த்தி வீதத்தில் ஒரு இடைவெளி காணப் படுகிறது. இது மொஹொரோவிஸிக் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் இதனை மோஹா இடைவெளி என்கிறோம். புவிப்போர்வையை அடுத்து **புவிக்கரு (core)** உள்ளது. இது சுமார் 6612 கி. மீ. விட்டம் கொண்டது. இதில் நிக்கலும் இரும்பும் கலந்திருப்பதால் இதனை நிஃபே (Nife) என்று அழைக்கின்றோம். புவிப்போர்வைக்கும் கருவிற்கும் இடையே மற்றொரு இடைவெளி காணப்படுகிறது. இது கட்டன்பர்க் இடைவெளி எனப்படுகிறது.



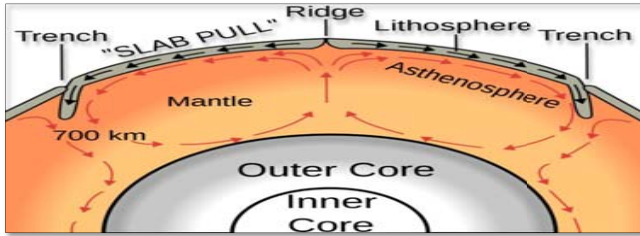
## மேலோடு

மேலோடு சிலிக்கா மற்றும் அலுமினியம் போன்றவற்றால் ஆன வெளிமேலோடு மற்றும் சிலிக்கா மெக்னீசியம் போன்றவற்றாலான கீழ்மேலோடு என இரண்டாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது . மேலோட்டின் அடர்த்தி பெருங்கடல் மேலோட்டுப்பகுதியிலும் கண்டமேலோட்டுப்பகுதியிலும் வேறுபட்டு காணப்படுகிறது . பெருங்கடல் மேலோட்டின் தடிமன் கண்டமேலோட்டுடன் ஒப்பிடும்போது குறைவாக உள்ளது. பெருங்கடல் மேலோட்டின் சராசரி தடிமன் 5கிலோமீட்டராகவும் கண்டமேலோட்டின் தடிமன் 30கிலோமீட்டராகவும் காணப்படுகிறது .



## கவச அடுக்கு

கவச அடுக்கு சிலிக்கா ,மெக்னீசியம் மற்றும் இரும்பால் ஆனது . இது மேலோட்டிற்கும் வெளிக்கருவிற்கும் இடையில் அமைந்துள்ளது . இது 2900 கிமீ ஆழம் வரை பரவியுள்ளது . இது வெளிக்கவசம் மற்றும் உட்கவசம் என மேலும் இரண்டாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது .



கவச அடுக்கு பொதுவாக திடநிலையில் காணப்படுகிறது . கவச அடுக்கின் மேல்பகுதி ஆஸ்தினோஸ்பியர் என அழைக்கப்படுகிறது . இது சுமார் 400 கிமீ ஆழம்வரை பரவியுள்ளது .

## புவிக்கரு

புவிக்கரு புவியின் மையப்பகுதியாகும். இதன் அடர்த்தி 13 கிராம்/செமீ<sup>3</sup> ஆகும் . இதன் வெப்பநிலை ஏறக்குறைய 5500 ° C முதல் 6000 ° C வரை காணப்படுகிறது . நிலையில் இருக்கும் போது உட்கரு திட நிலையில் உள்ளது .



புவிக்கரு பொதுவாக நிக்கல் மற்றும் இரும்பு என்ற தனிமங்களால் ஆனதால் இது நிஃபே என அழைக்கப்படுகிறது. இப்பகுதியானது புவியின் மேல்பரப்பிலிருந்து 2900 கிமீ ஆழத்திலிருந்து 6370 கிமீ ஆழம்வரை பரவியுள்ளது.

## UNIT II

### புவிசார் செயல்பாடுகள்

பூமியின் மேற்பரப்பில் நிலப்பரப்புகளின் உருவாக்கம் மற்றும் சிதைவு ஒரு தொடர்ச்சியான செயல்முறையாகும். இது வெளிப்புற மற்றும் உள்ளார்ந்த சக்திகளின் விளைவாகும். புவிப் பொருட்களின் மீதுள்ள அழுத்தம் மற்றும் வேதியியல் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும் செயல்பாடுகள், மேலும் புவிப் பரப்பின் உள்ளமைவில் மாற்றங்களைக் கொண்டுவரும் உள் மற்றும் வெளிப்புற சக்திகள் புவிசார் செயல்முறைகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

### புவிப் உட்புறச் செயல்பாடுகள்

பூமியின் உட்புறத்திலிருந்து வலிமைப் பெற்று பூமியின் மேற்பரப்பை வடிவமைப்பதில் முக்கிய பங்கு வகிக்கும் உள் சக்திகள் உட்புறச் சக்திகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு: மலை உருவாக்கச் செயல்பாடு, கண்ட உருவாக்கச் செயல்பாடு, பூகம்பங்கள், எரிமலை போன்றவை.

உட்புறச் சக்திகள் முக்கியமாக நிலத்தை உருவாக்கும் சக்திகள் ஆகும்.

பூமிக்குள் இருந்து வெளிப்படும் ஆற்றல் புவிப் உட்புறச் செயல்பாடுகளுக்குப் பின்னால் உள்ள முக்கிய சக்தியாகும். இந்த ஆற்றல் பெரும்பாலும் கதிரியக்கத் தன்மை, புவி சுழற்சி மற்றும் அலை உராய்வு மற்றும் பூமியின் தோற்றத்திலிருந்து ஆதிகால வெப்பத்தால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

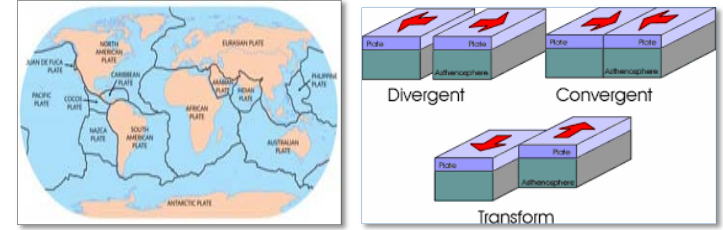
### புவியின் அக விசைகள்

புவியின் அடி ஆழப்பகுதியிலிருந்து புவி மேற்பரப்பிற்கு வரக் கூடிய விசை புவியின் அகவிசை ஆகும். அகவிசையால் இரு வகையான அசைவுகள் தோன்றுகின்றன.

அவை:

### 1.பக்கவாட்டு அசைவுகள்

### 2.செங்குத்து அசைவுகள்



### கண்டத்தட்டுகளின் நகர்வு

### அகவிசைகளின் தோற்றம்

புவியின் அடியாழ வெப்பநிலைத் தன்மை, பக்கவாட்டு அசைவுகள் மற்றும் செங்குத்து அசைவுகள் பாறைகள் சுருங்குவதாலும் மற்றும் விரிவடைவதாலும் நிகழ்கின்றன. இவ்வகை நிகழ்விற்குப் புவியின் ஆழப்பகுதிகளில் தென்படும் வெப்பநிலை மற்றும் வெப்பநிலை மாற்றம் ஆகியவை காரணமாகின்றன.

அகவிசையின் வீரியத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு அவற்றில் உள்ளடங்கிய இருவகையான விசைகளைக் கண்டறியலாம். அவை :

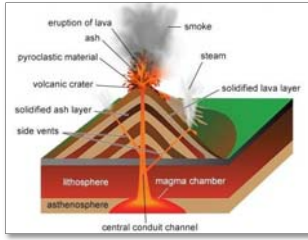
### 1. திடீர்விசை (Sudden force)

### 2. ஓட்டுரு அழிதல் விசை (Diastrophic force)

### திடீர் விசை (Sudden Force):

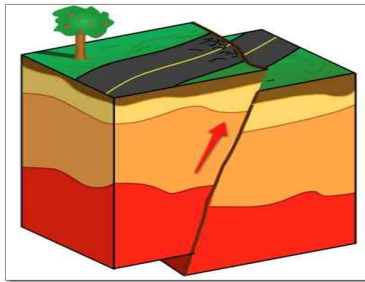
புவியின் அடி ஆழ பகுதியில் பிறக்கும் அகவிசை அதன் செங்குத்து பயணத்தால் புவியின் மேலோட்டிலும் புவியின் மேற்போர்வை பகுதிகளிலும் பெரும் சேதத்தை விளைவிக்கின்றன.

எரிமலை மற்றும் புவியதிர்வு ஆகியவற்றை கட்டுப்பாடற்ற அதீத நிகழ்வுகள் போன்றன மக்களடர்த்தி மிக்க பகுதிகளை அவை தாக்கும் போது அங்கு பெரும் நாசங்களை தோற்றுவிக்கின்றன. சில சமயம் இவை ஆக்க விசைகளாகவும் காணப்படுகின்றன. இந்திய தக்காண பீடபூமி அமெரிக்க நாட்டிலுள்ள கொலம்பியா பீடபூமி ஆகியன இவ்வகை எரிமலை வெடிப்பினால் உருவாக்கப்பட்டுள்ள நிலப்பகுதிகளாகும். இதை தவிர லாவா சமவெளிகள், எரிமலைவாய் ஏரிகள் போன்ற நிலத்தோற்றங்கள் திடீர் ஆக்க விசைக்கு சான்றுகளாகும்.



### ஓட்டுரு அழிதல் விசைகள் மற்றும் அசைவுகள் (Diastrophic forces and Movements)

புவியின் ஆழமிகு பகுதிகளில் பிறக்கும் விசைகளின் செயல்பாடுகளினால் செங்குத்து மற்றும் பக்கவாட்டு ஓட்டுரு அழியும் விசைகள் தோன்றுகின்றன.



ஓட்டுரு அழிதல்

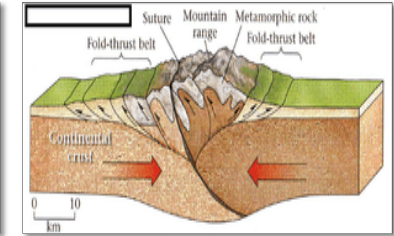
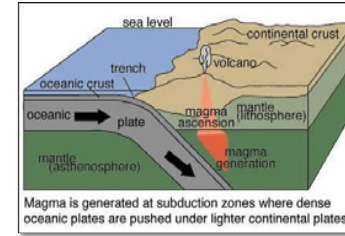
ஓட்டுரு அழித்தல் விசைகள் மிகவும் மெதுவான ஆக்கவிசைகளாகும் (Slow Constructive force) இவ்வகை விசை புவிப்பரப்பில் மலைகள், பீடபூமிகள், பிளவுகள் மற்றும் ஏரிகள் ஆகியனவே தோன்ற காரணமாகிறது. ஓட்டுரு அழியும் விசையை இரு பிரிவுகளாக பிரிக்கலாம்.

### 1. கண்டங்களாக்கும் அசைவுகள் (Epeirogenetic movement)

### 2. மலையாக்க அசைவுகள் (Orogenetic movement)

#### 1. கண்டங்களாக்கும் அசைவுகள் (Epeirogenetic movement)

கண்டநிலப்பகுதிகள் மேல்நோக்கிய விசையால் உயர்த்தப்பட்டும் கீழ் நோக்கிய விசையால் அழுத்தி அமுக்கப்பட்டு காணப்படுகின்றன. செங்குத்து விசையினால் இருவிதமான செயல்பாடுகள் நடக்கின்றன. கடற்கரைப்பகுதிகள் மேல்நோக்கி எழுவதால் மேலெழுந்து கடற்கரைகள் தோன்றுகின்றன. கடற்கரைப்பகுதிகள் இவ்வாறு கீழே அழுத்தி அமுங்குகின்ற போது அமிழ்ந்த கடற்கரைகள் (submergent coasts) தோன்றுகின்றன.

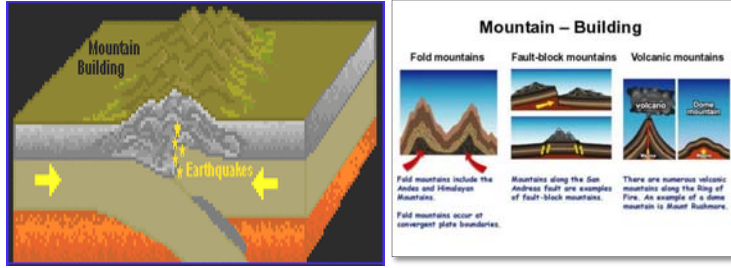


#### 2. மலையாக்க அசைவுகள் (Orogenic movements)

புவியின் அகச்செயல்முறைகள் கிடையாகவோ அல்லது பக்கவாட்டிலோ புவிபரப்பின் மீது செயல்படும்போது மலையாக்காசியுகள் தோன்றுகின்றன. இப்பக்கவாட்டு விசைகள் மற்றும் அசைவுகளை தொடர்பற்ற தொடுகோட்டு விசை என்று அழைக்கப்படுகிறது.



பக்கவாட்டு மலையாக்க விசையில் ஒரு விசைக்கு எதிராக எதிர் திசையிலிருந்து விசை செயல்படும்போது பிளவுவிசை (Tensional force) தோன்றுகிறது. இதனை விலகிச்செல்லும் விசை(Divergent Force) எனவும் அழைக்கலாம். இவ்விசை புவிப்பரப்பில் விரிசல், பிளவுமுறிவுகள் மற்றும் பிளவுகள் ஆகியன தோன்ற காரணமாகிறது.



### புவி வெளிப்புறச்செயல்பாடுகள்

பூமியின் வெளிப்புறத்திலிருந்து தங்கள் வலிமையைப் பெறும் அல்லது வளிமண்டலத்திலிருந்து தோன்றிய சக்திகள் புவிப் புறசக்திகள் ஆகும். சக்திகளின் எடுத்துக்காட்டுகள் - காற்று, அலைகள், நீர் போன்றவை. வெளிப்புற செயல்முறைகளின் எடுத்துக்காட்டுகள் - வானிலைச்சிதைவு, பளுப்பொருள் அசைவு, அரித்தல், படியவைத்தல். வெளிப்புற சக்திகள் முக்கியமாக நிலத்தின் தேய்மான சக்திகள் ஆகும்.



### புவிப்புற அசைவுகள்(Exogenetic processes)

புறத்தோற்ற விசைகளை/ செயல்முறைகளை தேயுறுத்தல் செயல்முறைகள் (Denudation process) என்றும் கூறலாம் இவை புரா நிலத்தோற்றங்களை அழிக்கும் விசைகள் (Destructive Forces) எனவும் அறியப்படுகின்றன. இவை வளிமண்டலத்தின் பங்குப்பணியால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. புவியின் அகச்செயல்முறைகளினால் உருவான நிலத்தோற்றங்களை இவை தொடர்ந்து அழித்து வருகின்றன. புவியின் புறவிசை, வானிலைச்சிதைவுகள், அரிப்பு மற்றும் படிவித்தல், பருப்பொருள் அசைவுகள் போன்ற செயல்களினால் புவிப்புறத்தில் பல வகையான நிலத்தோற்றங்கள் தோன்ற காரணமாகின்றன.



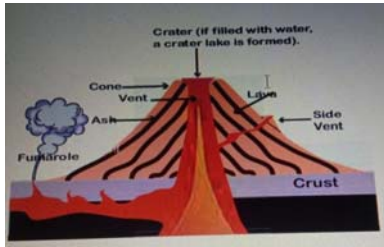
வெளிப்புற சக்திகள் வானிலைச்சிதைவு, அரிப்பு மற்றும் படியவைத்தல் போன்ற வடிவங்களை எடுக்கலாம். ஆறுகள், காற்று, கடல் அலைகள் மற்றும் பனிப்பாறைகள் போன்ற வெவ்வேறு காரணிகளால் பூமியின் மேற்பரப்பில் பாறைகளை உடைப்பது வானிலைச்சிதைவு.

இவ்வாறு உடைபட்ட பருப் பொருட்களை காற்று, நீர் மற்றும் பனிப்பாறைகள் போன்ற இயற்கை காரணிகளால் மேலும் சிதைவடையச் செய்து சிறு துகள்களாக மாற்றுவது அறிததல் செயலாகும். இப்பொருட்களை அடித்துச் செல்வது கடத்துதல் ஆகும். கடத்தும் பொருட்கள் மற்றொரு இடத்தில் குவிக்கப் படுகின்றன. இதுவே படியவைத்தல் எனப் படுகிறது.

## எரிமலைகள் (Volcanoes)

புவியின் மேற்பரப்பில் உள்ள பிளவு அல்லது துளை வழியே மாக்மா, வாயுக்கள், மற்றும் சாம்பல்கள் ஆகியவை வெளியேறுவது எரிமலை என்கிறோம். புவியின் ஆழ் பகுதியில் உள்ள பாறைக்குழம்பு 'மாக்மா' எனப்படும். இந்தபாறைக்குழம்பு புவி மேற்பரப்பிற்கு வரும் பொழுது 'லாவா' எனப்படுகிறது.

எரிமலையின் திறப்பை அல்லது வாய்ப் பகுதியைத்துளை(Vent) என்கிறோம். எரிமலையின் இடைவெளியின் வழியாக தீப்பொறிகள் வெளியே வருவதை எரிமலை உமிழ்வுத்துளை(fumaroles) என்கிறோம். எரிமலை வாய்ப்பகுதியில் உள்ள கோப்பை(Saucer ) வடிவப்பள்ளத்தை எரிமலைப்பள்ளம் (Crater) என்கிறோம். எரிமலைப்பள்ளம் விரிவாகும் பொழுது அதனைவட்டஎரிமலைவாய் (Caldera) என்று அழைக்கிறோம். பொடியாக்கப்பட்டபாறைத்துகைகள், கனிமங்கள் மற்றும் எரிமலைகண்ணாடிகள் போன்றவை எரிமலை சாம்பலில் உள்ளன. இவை எரிமலை வெடிக்கும் போது உருவாகின்றது. எரிமலை பொதுவாக துளைவழி [ஜப்பானில் உள்ள மவுண்ட்ப்யூஜியாமா(Fujijama)] அல்லது பிளவு வழியாக வெளியேறுகிறது (தக்காண பீடபூமி, இந்தியா). எரிமலை வெடிப்பின் பொழுது 'அதிகபடியான நீர் மற்றும் வாயுக்களால் ஆன லாவா வெளியேறுவதை நுரைக்கல் (Pumice) என்கிறோம்.



## எரிமலைவெடிப்பிற்கான காரணங்கள்

எரிமலைவெடிப்பிற்கான காரணங்கள் பின்வருமாறு:

### புவி மேலோட்டின் பலவீனமான பகுதிகள் (Weak zones in the earth crust)

இரு புவித்தட்டுகள் ஒன்றோடு ஒன்று மோதும் அல்லது விலகிச் செல்லும் புவிப்பகுதி பலவீனமான பகுதியாகக் கருதப்படுகிறது. எனவேஎரிமலைவெடிப்புகள் இதுபோன்றபகுதியில் தான் நிகழ்கின்றன. எ.கா, ஆப்பிரிக்காமற்றும் யுரேஷியன் புவித்தட்டுகள்

### வாயுக்கள் நிறைந்தமாக்மா(Magma saturated with Gases )

புவியின் உட்பகுதியில் காணப்படும் 'மாக்மா' என்கிற பாறைக்குழம்பானது கார்பன்-டை-ஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் சல்பைடு போன்ற வாயுக்களால் நிறைந்து காணப்படுகிறது. மேலும் இந்தவாயுக்கள் நீராவியுடன் சேரும் பொழுது மாக்மாவைமிகத்தீவிரமாக வெடிக்கும் தன்மைக் கொண்டவையாக மாற்றுகின்றன. இந்தவாயுக்களினால் ஏற்படும் அழுத்தம் காரணமாக, மாக்மாவெடித்து 'லாவா'வாக புவியின் மேற்பரப்பிற்கு வருகின்றது.

### எரிமலைகளின் வகைகள் (Types of Volcanoes)

எரிமலைகள் அதன் வெடிக்கும் அலைவெண்படி, (Frequency of eruption) மூன்று வகையாகப்பிரிக்கப்படுகின்றன. அவை.

#### 1. செயல்படும் எரிமலைகள் (Active Volcanoes)

அடிக்கடி வெடிப்பிற்குள்ளாகும் எரிமலைகள் செயல்படும் எரிமலைகள் எனப்படும். பொதுவாக இவ்வகையில் 'எரிமலைவாய்'



திறந்தேகாணப்படும். எடுத்துக்காட்டு, எட்னாஎரிமலை(இத்தாலி) மற்றும் கொட்டபாக்ஸி எரிமலை, (ஈக்வடார்).

## 2. உறங்கும் எரிமலைகள் (Dormant Volcanoes)

கடந்தகாலங்களில் வெடிக்காமலும், அதேநேரத்தில் எந்தநேரத்திலும் வெடிக்கும் நிலையில் உள்ள எரிமலைகளேஉறங்கும் எரிமலைகள் எனப்படும். அதாவது உறங்குவது போல் இருந்து, இவைஎந்தநேரத்திலும் மிகப்பெரிய வெடிப்பைஉண்டாக்குபவை. சிலநேரங்களில் இந்தஎரிமலைகளிலிருந்து நீராவியும், வாயுக்களும், வெளியேறுகிறது. இவ்வகையான எரிமலைகள் இயங்கும் எரிமலையாக மாறும்பொழுது, உயிர்களுக்கும், உடமைகளுக்கும் மிகப்பெரிய பேரழிவைஏற்படுத்துகிறது. எடுத்துக்காட்டு வெசுவியஸ் எரிமலை(இத்தாலி) மற்றும் பியூஜியாமாஎரிமலை(ஜப்பான்).

## 3. செயலிழந்தஎரிமலைகள் (Extinct Volcanoes)

செயலிழந்தஎரிமலைகள் அவைகளின் வெடிப்பு ஆற்றல் முழுவதையும் இழந்து வெடிப்பதைநிறுத்திவிட்டன. மேலும், இவ்வகைஎரிமலைகளின் துளைஇறுகிய லாவாபாறைகளினால் மூடப்பட்டிருக்கின்றன. இந்தஎரிமலைபள்ளம் சிலநேரங்களில் நீரினால் நிரப்பப்பட்டு ஏரியாக காணப்படும். இவ்வகைஎரிமலைச் சரிவுகளில் இயற்கைத்தாவரங்கள் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, போப்பாஎரிமலை(மியான்மர்) கென்யாஎரிமலை(கிழக்கு ஆப்பிரிக்கா).

**எரிமலைவெடிப்பு உருவாகும் தன்மைமற்றும் அதன் கூம்பு அமைப்பு**  
ஆகியவற்றைஅடிப்படையாகக் கொண்டு கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

### அ) கேடய எரிமலை(Shield Volcanoes)

இவ்வகைஎரிமலைபுவிக்கு உள்ளிருந்து வெளியேவரும்பொழுது மிகவும் நீர்த்த, பசாஸ்ட்என்றலாவாபாறைகளினால் உருவாக்கப்பட்டவை. எரிமலைதுளைவழியேநீர் செல்லும் பொழுது வெடிப்பிற்குள்ளாகிறது. வெடிப்பிற்கு பிறகு இவைதணல் கூம்புகளாக மாறுகிறது. எடுத்துக்காட்டு, ஹவாயிலுள்ள எரிமலைகள்.

### ஆ) பல்சிட்டக் கூம்பு எரிமலை(Composite cone volcanoes)

இவ்வகைஎரிமலைகளைஅடுக்கு எரிமலைஎன்று கூறலாம். இது சாம்பல் மற்றும் எரிமலைபாறைத்துண்டுகளாலான கூம்பு வடிவ எரிமலையாகும். மவுண்ட்வெசுவியஸ் மற்றும் மவுண்ட்செயிண்ட்ஹலன் எரிமலை போன்றவை பல்சிட்டக் கூம்பு எரிமலைக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

### இ) தழல்கூம்பு எரிமலை(Cinder cone volcano)

மாக்மாபுவியின் மேற்பரப்பிற்கு வெளியேதள்ளப்பட்டு அவைகுளிர்விக்கப்பட்டு சாம்பல் மற்றும் தழலாக எரிமலையின் வாய்பகுதியில் படிந்து விடுவதைதழல் கூம்பு எரிமலை என்கிறோம். இவைஆபத்துக் குறைவான எரிமலைகளாகும்.

### ஈ) அரைக்கோள வடிவ லாவா (Dome Lava) எரிமலை

கேடய எரிமலைமற்றும் பல்சிட்டக் கூம்பு எரிமலைகளைவிடஇது சிறிய அமைப்பைக் கொண்டது. இது எரிமலைக் குழம்பின் பாகுநிலைஅடர்த்தி அதிகமாக இருக்கும் பொழுது அதிக தொலைவு செல்லஇயலாது. இதனால் அரைக்கோளவடிவ (Dome) பாறைக்குழம்பு எரிமலைஉருவாகின்றது. லாவாமெதுவாக வெளியேறிப்படிவதால் மேற்பரப்பானது குளிர்ந்து திடமாகிவிடுவதால் பாறைக் குழம்பானது தொடர்ந்து உள்ளேயேகுவிந்துவிடும். இறுதியில் உட்புற அழுத்தமானது

வெளிப்புற மேற்பரப்பை உடைத்து தளர்வான துண்டுகளை அதன் கீழ்ப்புறத்தில் கொட்டிவிடுகிறது.

### 3.10.3. எரிமலை வெடிப்பினால் ஏற்படும் விளைவுகள்

#### எரிமலை வெடிப்பினால் ஏற்படும் அழிவுகள்

தழல் மற்றும் எரிமலைக் கற்கள் மனிதர்களுக்கும், உடமைகளுக்கும் சேதத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. சிலசமயங்களில் சாம்பல் மழை நீருடன் கலந்து பெரிய பரப்பளவில் முழுவதுமாக சூழ்ந்து விடுகிறது.

எரிமலைகளிலிருந்து வெளிப்படும் வாயுக்கள் மனிதனுக்கும், பிற உயிர்களுக்கும், வேளாண்மைக்கும் அதிக அளவிலான பேரிடரை ஏற்படுத்துகின்றன. பொதுவாக எரிமலைகளிலிருந்து வெளிப்படும் சல்பர் டைஆக்சைடு வாயு அமிலமழை ஏற்படவும் காற்று சீர்கேடுகளுக்கும் காரணமாக அமைகிறது.

#### எரிமலை வெடிப்பினால் ஏற்படும் நன்மைகள்

எரிமலை வெடிப்பு சில நேரங்களில் புதிய நிலத்தோற்றங்களை உருவாக்குகின்றன. எரிமலைப்பாறைகள் பாறைச் சிதைவு மற்றும் வேதிப்பிரிகைகள் மூலம் மிகச் சிறந்தவளமான மண்பரப்பை ஏற்படுத்துகிறது.

தென் ஆப்பிரிக்காவின் கிம்பர்லைட்(Kimberlite) பாறைகள், வைரத்தின் ஆதாரமாக உள்ளது. இவைபழைய எரிமலைக் குழாயில் அமைந்துள்ளது. செயல்படும் எரிமலைகள் உள்ள பகுதிகளில் புவிக்கடியில் உள்ள நீர் பாறைக் குழம்பினால் நீருற்றானது வெப்ப நீர் ஊற்றாக மாறுகிறது.

இந்தியாவில் உள்ள ப்யூகா(Puga valley) பள்ளத்தாக்கு, லடாக் பகுதி மற்றும் மணிக்கரன், (இமாச்சலபிரதேசம்) ஆகியவைபுவி வெப்ப ஆற்றல் உற்பத்திக்கு ஏற்ற இடங்களாக உள்ளன.

### 3.10.4. உலக எரிமலை பரவல் (World Distribution of Volcanoes)

எரிமலை செல்பாடுகள் மற்றும் நிலநடுக்கம் போன்றவை பெரும்பாலும் குவியும் எல்லை விளிம்புகளிலும் மற்றும் மத்தியப்பெருங்கடலடி மலைத்தொடர்களிலும் ஏற்படுகிறது. முக்கிய எரிமலைகள் காணப்படும் பகுதிகள் பின்வருமாறு:

#### 1. பசிபிக் நெருப்பு வளையம் (Pacific Ring of fire)

பசிபிக் நெருப்பு வளையம் என அழைக்கப்படும் பசிபிக் பகுதியானது அதிக எண்ணிக்கையிலான செயல்படும் எரிமலைகளைக் கொண்டுள்ளது. இங்கு எரிமலைப்பகுதியும் நிலநடுக்கப்பகுதியும் ஒருங்கிணைந்து காணப்படுகின்றது. உலகின் எரிமலைகளில் சுமார் மூன்றில் இரண்டு பங்கு இப்பகுதியில் காணப்படுகின்றது.

#### 2. மத்திய அட்லாண்டிக் கடல்பகுதி (Mid Atlantic Region)

மத்திய அட்லாண்டிக் கடல் பகுதியில் செயல்படும் எரிமலைகள் மிகக் குறைவாகவே உள்ளன. ஆனால் உறங்கும் அல்லது செயலிழந்த எரிமலைகள் அதிகமாக காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, செயிண்ட்ஹெலினா, கேப் வெர்டி தீவுகள், கேனரி தீவுகள் போன்றவை உறங்கும் எரிமலைகள் ஆகும். ஆனால் ஐஸ்லாந்து மற்றும் அசோர்ஸ் தீவுகளில் உள்ள எரிமலைகள் செயல்படும் எரிமலைகளாகும்.

#### 3. ஆப்பிரிக்கா பெரிய பள்ளத்தாக்கு (The Great Rift valley of Africa)

கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவில் உள்ள பெரிய பிளவு பள்ளத்தாக்கில் கிளிமஞ்சரோ மற்றும் மவுண்ட் கென்யா போன்ற சில செயலிழந்த எரிமலைகள் காணப்படுகின்றன. மேற்கு ஆப்பிரிக்கப்பகுதியில் உள்ள ஒரே செயல்படும் எரிமலை மவுண்ட் கேம்ரூன் ஆகும்.

#### 4. மத்திய தரைக்கடல்பகுதி ( Mediterranean Region)

மத்திய தரைக்கடல் பகுதியில் காணப்படும் எரிமலைகள் (Apine) அல்பைன் மடிப்புடன் மிக நெருங்கிய தொடர்புடையது. எ.கா. மவுண்ட் வெசுவியஸ் மற்றும் மவுண்ட் ஸ்ட்ரோம்போலி. மவுண்ட் ஸ்ட்ரோம்போலி எரிமலைமத்திய தரைக்கடலின் கலங்கரைவிளக்கம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

#### 5. மற்றபகுதிகள் ( Other Regions)

ஆசியா, வடஅமெரிக்கா, ஐரோப்பா போன்றகண்டங்களின் உட்பகுதியில் செயல்படும் எரிமலைகளைகாண்பது அரிது. ஆஸ்திரேலியாவில் எரிமலைகள் இல்லை.

#### இந்தியாவில் எரிமலைகள்

இந்தியாவில் இமயமலைப்பகுதியில் எரிமலைகள் இல்லை. போர்ட்பிலேயரிலிருந்து 135 கி.மீட்டர் வடகிழக்காக அமைந்துள்ள பேரெண் (Barren Island) தீவு 1991 மற்றும் 1995 ல் செயல்படும் எரிமலையாக இருந்தது. அந்தமான் நிக்கோபார் தீவுப்பகுதியில் உள்ள நார்கொண்டம் செயலிழந்தஎரிமலையாகும். இதன் எரிமலைப்பள்ளம் முற்றிலும் அழிந்து விட்டது.

#### நிலநடுக்கம் (Earth quake)

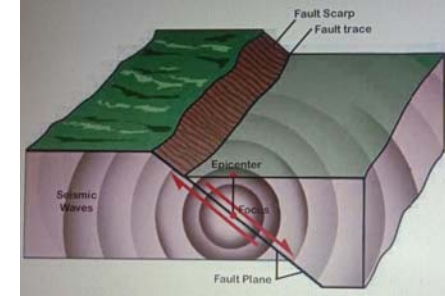
புவியின் மேற்பரப்பில் திடீரென ஏற்படும் அதிர்வைநிலநடுக்கம் என்கிறோம். புவியின் உள்ளேநிலநடுக்கம் தோன்றும் இடத்தை நிலநடுக்கமையம் என்றும் இம்மையத்திற்கு நேர் எதிரேபுவியின்

மேற்பரப்பில் அமைந்திருக்கும் புள்ளியை நிலநடுக்க மேல் மையப்புள்ளி (Epicenter) எனவும் அழைக்கிறோம். புவியோட்டில், திடீரென வெளியாகும் அழுத்தத்தின் விளைவாக நிலநடுக்கம் ஏற்படுகிறது. அதன் சக்தியானது அதிர்வு அலைகள் மூலமாக வெளிப்படுகின்றது. இது நிலஅதிர்வுலைகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

நிலஅதிர்வு அலைகளை பொதுவாக இரண்டு வகையாக பிரிக்கலாம். அவை உட்புற அலைகள் மற்றும் மேற்பரப்பு அலைகள் ஆகும்.

#### 1. உட்புற அலைகள்

உட்புற அலைகள் புவியின் உட்பகுதி வழியாக பயணிக்கும் அலைகளாகும். இவற்றைபின்வருமாறு பிரிக்கலாம்.



#### அ. P அலைகள் அல்லது முதன்மை அல்லது அழுத்த அலைகள்.

இவைமிகவும் வேகமாக செல்லக்கூடிய நிலஅதிர்வு அலைகள் ஆகும் (புவிமேலோட்டில் நொடிக்கு 6கி.மீட்டர் வேகத்தில் செல்லக்கூடியவை). இவை அதிர்வுலைகளுக்கு இணையாக P அலைகடந்து செல்லும் வழியிலுள்ள பொருட்களைமுன்னோக்கியும் மற்றும் பின்னோக்கியும் தள்ளவும் இழுக்கவும் செய்கின்றது. இவை அனைத்து நிலைகளிலும் கடந்து செல்லும்.

## ஆ. S அல்லது இரண்டாம் அலைகள் அல்லது முறிவு அலைகள்

இவை முதன்மை அலையை விட சற்றே மெதுவான வேகத்தைக் கொண்டது (வெளி மேலோட்டில் அதன் வேகம் நொடிக்கு 3.5 கி.மீ). அவைபொருட்களை பக்கவாட்டிலும், அலைகளின் இயக்கத்திற்கு செங்குத்தாகவும் தள்ளுகின்றது. S அலைகள் அவை கடந்து செல்லும் வழியிலுள்ள பாறைகளை உடைக்கிறது. அவை திட நிலையில் உள்ள பொருட்களின் வழியே மட்டும் தான் செல்கின்றன.

## 2.மேற்பரப்பு அலைகள்

இவை புவியின் மேற்பரப்பில் பயணம் செய்பவை. இவை உட்புற அலைகளை விட வேகம் குறைவானது. நிலநடுக்கத்தின் போது சேதத்தை ஏற்படுத்துகின்றன.

**லோஅலைகள்** (Love waves) S அலைகளைப் போல நிலப்பரப்பை பக்கவாட்டில் அதிர வைக்கும்.

## ரேலேஅலைகள்(Ray leigh waves)

கடல் அலைகள் உருண்டு செல்வது போன்று நிலத்தை இடமாற்றம் செய்யும் அலைகள் ரேலேஅலைகள் ஆகும். இவைநிலத்தை முன்னோக்கியும் மேல் நோக்கியும் மற்றும் கீழ் நோக்கியும் தள்ளுகின்றன. இவைP அலைகள் போல் உள்ளது. ஆனால் இது கூடுதலான மேல் கீழ் நகர்வைகொண்டுள்ளது.

## நிலநடுக்கத்தைஅளவீடு செய்தல்

பொதுவாக ஒரு வருடத்தில் சுமார் 1,00,000 நிலநடுக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன என மதிப்பீடு செய்யப்பட்டுள்ளது. ஆனால் இவற்றில் அனைத்தையும் நம்மால் உணர முடியாது. சில நிலநடுக்கங்கள் தீவிரமாக இருப்பதால் நம்முடைய உடமைகளுக்கு மிகப்பெரிய சேதத்தை ஏற்படுத்துகின்றது.

நிலநடுக்கத்தை மதிப்பீடு செய்யரிசுட்டர் (இது கண்டுபிடித்தவரின் பெயரால் அழைக்கப்படுகிறது) அளவுகோல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்தஅளவுகோலின் அலகு 1 முதல் 10 வரைஆகும். நிலநடுக்கத்தின் தீவிரத்தை மதிப்பீடு செய்யமாற்றியமைக்கப்பட்டமெர்காலி அளவு கோல் பயன்படுகின்றது. அந்தஅளவுகோலின் அலகு 1 முதல் 12 வரைஆகும். சீஸ்மோகிராப்(Seismograph) என்றகருவியைக் கொண்டு நிலநடுக்கத்தின் அலைகள் பதிவு செய்யப்படுகிறது.

MODIFIED MERCALLI SCALE	RICHTER SCALE
I. Felt by almost no one. II. Felt by very few people.	2.5. Generally not felt, but recorded on seismometers.
III. Tremor noticed by many, but they often do not realize it is an earthquake.	3.5. Felt by many people
IV. Felt indoors by many. Feels like a truck has struck the building.	
V. Felt by nearly everyone; many people awakened. Swaying trees and poles may be observed.	4.5. Some local damage may occur.
VI. Felt by all; many people run outdoors. Furniture moved, slight damage occurs.	
VII. Everyone runs outdoors. Poorly built structures considerable damaged; Slight damage elsewhere.	6.0. A destructive earthquake.
VIII. Specially designed structures damaged slightly, others collapse.	
IX. All buildings considerably damaged, many shift off foundations. Noticeable cracks in ground.	7.0. A major earthquake.
X. Many structures destroyed. Ground is badly cracked.	
XI. Almost all structures fall. Very wide cracks in ground.	8.0. Great Earthquakes, and up
XII. Total destruction. Waves seen on ground surfaces, objects are tumbled and tossed.	

## நிலநடுக்கத்தின் காரணிகள்

நிலநடுக்கங்கள் பலகாரணிகளால் ஏற்படுகின்றன. அவற்றுள் சிலமுக்கிய காரணிகளாவன.

1. புவித்தட்டு நகர்வுகள்
2. எரிமலைவெடிப்புகள்
3. ரிய அணைகளை கட்டுவதால் நிலநடுக்கம் ஏற்படும். (எ.கா) மகாராஷ்டிராவில் உள்ள கொய்னா அணை

## நிலநடுக்கத்தின் விளைவுகள்

1. கட்டிடங்கள், சாலைகள், தண்டவாளங்கள், தொழிற்சாலைகள், அணைகள் மற்றும் பாலங்கள் சேதமடைதல்.
2. நிலநடுக்கத்தினால் ஏற்படக்கூடிய நிலச் சரிவு அடிப்படைக் கட்டமைப்புகளை சேதப்படுத்துகிறது.
3. காடுகளிலும், நகர்ப்புறங்களிலும் தீ விபத்தை ஏற்படுத்துகிறது.
4. திடீர் வெள்ளப்பெருக்கை ஏற்படுத்துகிறது.

சுனாமி (ஆழிப்பேரலை): கடலுக்கு அடியில் ஏற்படக்கூடிய நிலநடுக்கமானது சுனாமி (ஆழிப்பேரலை) எனப்படும் உயர் வீச்சு கடல் அலைகளை உருவாக்குகின்றன. (ரிக்டர் அளவுகோலில் 7க்கு மேல் இருந்தால்) நில அதிர்வு அலைகள் கடல் நீரில் பயணித்து பெரிய அலைகளை உருவாக்குகிறது. இவை உயிருக்கும், உடமைகளுக்கும் மிகப்பெரிய அளவிலான பாதிப்பினை ஏற்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, டிசம்பர் 26, 2004 ஆம் ஆண்டு வடசுமத்திராவில் ஏற்பட்ட 8.9 ரிக்டர் அளவிலான நிலநடுக்கமானது சுனாமி பேரலைகளை உருவாக்கியதால் இந்திய பெருங்கடலை சுற்றி உள்ள நாடுகளில் சுமார் 1,50,000 பேர் உயிர் இழந்தனர்.

### நிலநடுக்கத்தின் பரவல் (Distribution of Earth quakes)

#### 1. பசிபிக் மண்டலம் (Circum - Pacific Region)

இந்த பகுதியானது பசிபிக் பெருங்கடலை சுற்றியுள்ள அனைத்து கடலோரப் பகுதிகளான அலாஸ்காவின் கடலோரம், ஜப்பான், பிலிப்பைன்ஸ், நியூசிலாந்து, அலுஷியன் தீவு, வட மற்றும் தென் அமெரிக்காவின் மேற்கு கடலோர பகுதிகள் போன்றவைகளை உள்ளடக்கியது. புவியின் மேற்பரப்பில் 68% நிலநடுக்கமானது இப்பகுதியில் தான் காணப்படுகிறது.

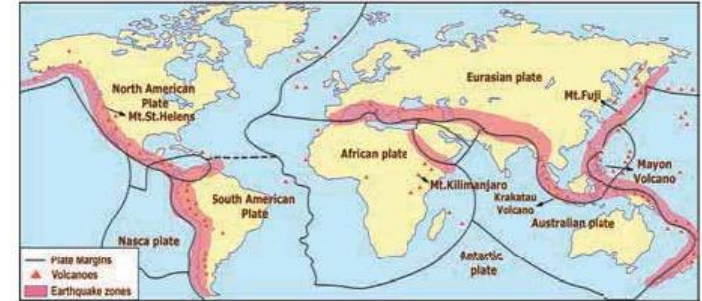
#### 2. மத்திய தரைக்கடல் மற்றும் இமயமலை மண்டலம் (Mediterranean – Himalayan Region )

இப்பகுதியானது ஆல்ப்ஸ் மலைத்தொடரிலிருந்து இமயமலை வரை பரவியுள்ளது.

மேலும் திபெத்திலிருந்து சீனா வரைப் பரவியுள்ளது. உலக நிலநடுக்கத்தில் சுமார் 31% இந்த பகுதியில் தான் ஏற்படுகின்றது.

#### 3. மற்றபகுதிகள் (Other Areas )

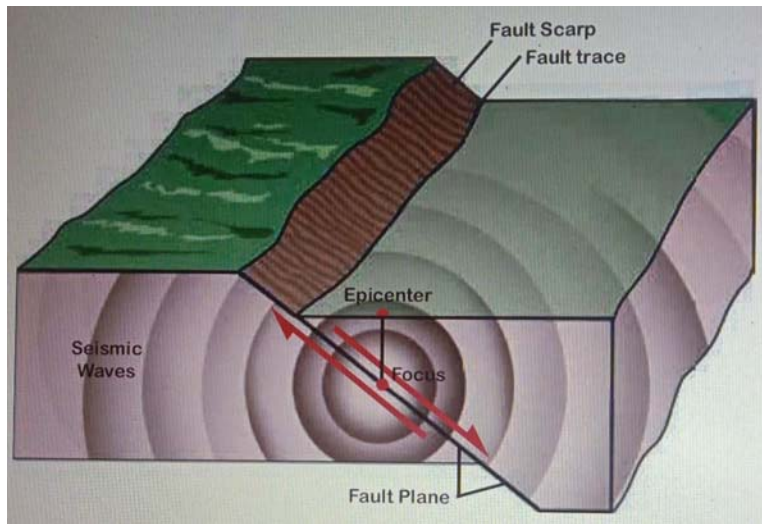
வடஆப்பிரிக்கா செங்கடல் மற்றும் சாக்கடல் பகுதிகளின் பிளவு பள்ளத்தாக்கு பகுதிகளில் நிலநடுக்கம் ஏற்படுகிறது.



## Earthquake

Earthquake is a sudden shaking of the earth's surface. **Focus** is the location inside the earth where the earthquake originates. **Epicenter** is the point on the earth's surface vertically above the focus of an earthquake. Earthquake results from the sudden release of pressure which has slowly built up within the earth's crust. Energy is released in the form of shockwaves known as seismic waves. The seismic waves can broadly be classified into two types namely Body waves and surface waves.

I. **Body Waves** are the waves that travel through the interior of the earth. They are further divided into the following.



**Parts of an Earthquake**

a. **P or Primary or Compressional waves** are the fastest seismic waves (6 km/sec. in the upper crust). They cause the matter to oscillate forward and backward, parallel to the motion of the seismic wave front. P waves push (compress) and pull (dilate) the rock that they pass through. They pass through all medium.

b. **S or Secondary or Shear waves** are slower than the primary waves (3.5 km/sec. in the upper crust). They cause matter to oscillate side to side, perpendicular to the motion of the wave front. S waves shear the rock that they pass through. They pass through only solid medium.

II. **Surface Waves** are the waves that travel along the earth's surface. They are slower than body waves. They cause damage during earthquakes.

**Love waves** shake the ground side to side like S wave.

**Rayleigh waves** displace the ground like rolling ocean waves. The ground rolls forward and up and then down and backwards. This is similar to a p wave but with the extra up-down motion.

## Measuring the earthquake

It is estimated that about 100,000 earthquakes occur but all cannot be felt. A few earthquakes may be severe causing huge damage to property. Earthquake magnitude is measured on the Richter scale (named after the seismologist who devised it), which rates them on a scale of 1 to 10. Earthquake intensity is measured on the modified Mercalli scale, which ranges from 1 to 12, depending upon the intensity. The seismograph is an instrument used to detect and record seismic waves created by the earthquakes.

### Description of effects of earthquake in Richter scale

MODIFIED MERCALLI SCALE	RICHTER SCALE
I. Felt by almost no one.	2.5. Generally not felt, but recorded on seismometers.
II. Felt by very few people.	3.5. Felt by many people
III. Tremor noticed by many, but they often do not realize it is an earthquake.	
IV. Felt indoors by many, feels like a truck has struck the building.	
V. Felt by nearly everyone: many people awakened. Swaying trees and poles may be observed.	
VI. Felt by all; many people run outdoors. Furniture moved, slight damage occurs.	4.5. Some local damage may occur.
VII. Everyone runs outdoors. Poorly built structures considerable damaged; slight damage elsewhere.	
VIII. Specially designed structures damaged slightly, others collapse.	6.0. A destructive earthquake.
IX. All buildings considerably damaged, many shift off foundations, noticeable cracks in ground.	
X. Many structures destroyed. Ground is badly cracked.	7.0. A major earthquake.
XI. Almost all structures fall. Very wide cracks in ground.	
XII. Total destruction. Waves seen on ground surfaces, objects are tumbled and tossed.	8.0. and up

**The Mercalli and Richter scales**



### Causes of Earthquakes

There are many factors controlling the occurrence of the earthquake. Some of the major factors include:

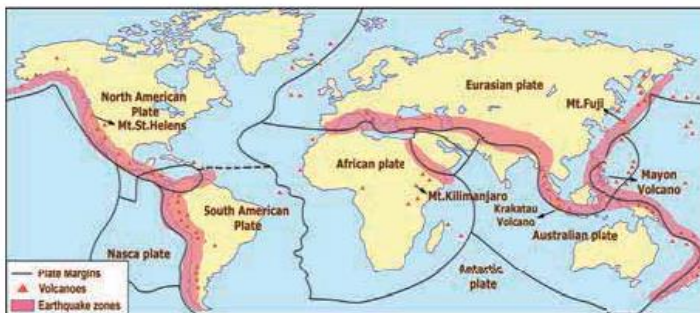
1. Plate Tectonic Movements
2. Volcanic Eruptions.
3. Construction of large dams results in earthquake. Example. Koyna dam, Maharashtra.
4. Other Reasons: The nuclear explosions also release massive energy to cause tremors in the earth crust. When underground cave collapses, earthquake may occur.

### Effects of the Earthquakes

1. Damage to buildings, roads, rails, factories, dams, bridges etc.
2. Landslides caused by earthquakes damage infrastructure.
3. Fires in the forest and urban areas.
4. Flash floods.
5. Tsunami - The high amplitude oceanic waves caused by submarine earthquake (measuring more than 7 on Richter scale). The seismic waves travel through seawater generates high sea waves. They cause severe loss of life and property. For instance, on 26th December 2004, a tsunami originating from a magnitude 8.9 earthquake in northern Sumatra killed over 1,50,000 people in countries surrounding the Indian Ocean.

### Distribution of earthquakes

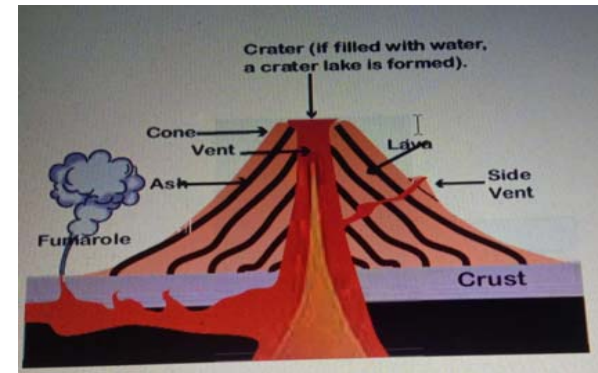
1. Circum-Pacific region: This region includes all the coastal areas around the Pacific Ocean. It extends through the coasts of Alaska, Aleutian Islands, Japan, Philippines, New Zealand, west coast of North and South America. This zone accounts for 68% of all earthquakes on the surface of the earth.
2. Mediterranean-Himalayan region: This region extends from Alps mountain to the Himalayan Mountains and Tibet to China. About 31% of world's earthquakes occur in this region.
3. Other Areas: These include Northern Africa and Rift Valley areas of the Red Sea and the Dead Sea.



World Distribution of Earthquakes and Volcanoes

### Volcano

A volcano is an opening in the earth's crust through which magma, gases and ash are released to the earth's surface. The molten rock material found in the interior of the earth is called magma. It can be noted that when magma reaches the earth's surface, it is known as lava (Figure. 3.25). Vent is an opening or mouth of a volcano. Fumaroles are the gushing fumes through the gap in the volcano. Crater is a saucer shaped depression in the mouth of a volcano. When the crater is widened, it is called as Caldera. Volcanic ash consists of fragments of pulverized rock, minerals and volcanic glass, created during volcanic eruptions. Volcano generally erupts either through the vent (E.g. Mt. Fujiyama, Japan) or fissure (The Deccan Plateau, India). **Pumice** is a volcanic rock produced when lava with a very high content of water and gases is discharged from a volcano.



Volcano

### Causes of Volcanic Eruptions

The following are the causes of volcanic eruptions:

#### Weak Zones in the Earth Crust:

The parts of the earth where two tectonic plates collide against or drift apart from each other are considered very weak. Volcanoes may erupt in such zones, for example, African and Eurasian plates.

#### Magma Saturated with Gases:

The magma, in the interior of the earth, is often found saturated with gases like carbon dioxide, and hydrogen sulfide. These gases together with water vapour make the magma highly explosive. Magma is forced out as lava on the surface of the earth due to the pressure exerted by these gases.

### Types of Volcanoes

Based on the **frequency of eruption**, there are three types of volcanoes:

1. **Active Volcanoes:** Volcanoes which erupt frequently are called active volcanoes. Generally, their vent remains open. Mount Etna of Italy, Cotopaxi in Ecuador are some examples.

2. **Dormant Volcanoes:** These volcanoes may not have erupted in the recent past but there is a possibility of eruption at any time. In other words, they may lie dormant awaiting active eruption anytime. Sometimes gases and steam come out of them. They cause great destruction to life and property once they become active again. Mt. Vesuvius of Italy and Mt. Fujiyama of Japan are examples.

3. **Extinct Volcanoes:** These volcanoes have exhausted their energy and have not erupted during the known geological period. The vent of these volcanoes remains closed with solidified lava. The formations such as craters may be filled with water and crater lakes may be formed. The slopes of these landforms may be covered with vegetation. Popa in Myanmar and Mt. Kenya in eastern Africa are the examples of extinct volcano.

On the **basis of nature of eruption and form** developed on the surface, they are classified into following types:

1. **Shield Volcanoes:** These are made up of basalt, a type of lava that is very fluid when erupted. They become explosive when water gets into the vent. They develop into a cinder cone. Hawaiian volcano is an example of this category.

2. **Composite cone volcanoes:** They are also called 'strato volcanoes'. They are cone-shaped volcanoes composed of layers of lava, ash and rock debris. Mount Vesuvius and Mount St. Helens are examples of composite volcanoes.

3. **Cinder Cone Volcano :** It forms when magma is thrown out to the surface, cooled in to ash and cinders and settled around the mouth of volcano. It is less dangerous than other volcanoes.

4. **Lava Dome:** Unlike composite and shield volcanoes, lava domes are of significantly smaller structure. They are formed when the lava is too viscous to flow to a great distance. As the lava dome slowly grows, the outer surface cools and hardens as the lava continues to pile within. Eventually, the internal pressure can shatter the outer surface, causing loose fragments to spill down its sides.

### **Effects of Volcanic Activities**

#### **Destructive effects of volcano**

Showers of cinders and bombs can cause damage to life and properties. Sometimes ash can precipitate under the influence of rain and completely cover large areas. The volcanic gases pose potential hazard to people, animals; agriculture, while sulfur dioxide gas can lead to acid rain and air pollution.

#### **Positive Effects of Volcanoes**

Volcanism creates new landforms. Volcanic rocks yield very fertile soil upon weathering and decomposition. The Kimberlite rock of South Africa, the source

of diamonds, is the pipe of an ancient volcano. In the vicinity of active volcanoes, waters in the depth are heated from contact with hot magma giving rise to springs and geysers. The Puga valley in Ladakh region and Manikaran (Himachal Pradesh) are promising spots in India for the generation of geothermal electricity.

### **Distribution of Volcanoes across the World**

Most known volcanic activity and the earthquakes occur along converging plate margins and mid-oceanic ridges. The major regions of volcanic distributions are as follows.

#### **1. Pacific Ring of Fire**

Circum-Pacific region, popularly termed the 'Pacific Ring of Fire', has the greatest concentration of active volcanoes. Volcanic belt and earthquake belt closely overlap along the 'Pacific Ring of Fire'. It is estimated to include two-thirds of the world's volcanoes.

#### **2. Mid Atlantic Region**

The Mid Atlantic Region coasts has comparatively fewer active volcanoes but many dormant or extinct volcanoes, example. St. Helena, Cape Verde Islands and the Canary Islands. But the volcanoes of Iceland and the Azores are active.

#### **3. The Great Rift valley of Africa**

In Africa some volcanoes are found along the East African Rift Valley. Kilimanjaro and Mt. Kenya are extinct volcanoes. The only active volcano in West Africa is Mt. Cameroon.

#### **4. Mediterranean Region**

Volcanoes of the Mediterranean region are mainly associated with the Alpine folds. Example, Mt. Vesuvius, Mt. Stromboli (known as the Light House of the Mediterranean Sea).

#### **5. Other Regions**

Elsewhere in the interiors of continents of Asia, North America and Europe active volcanoes are rare. There are no volcanoes in Australia.

### **Volcanoes in India**

There are no volcanoes in the Himalayan region of India. However, Barren Island, lying 135 km north-east of Port Blair became active in 1991 and 1995.

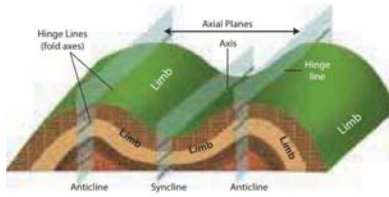
However, the other volcanic island in Indian Territory is Narcondam (Andaman and Nicobar Islands) It is probably extinct. Its crater wall has been completely destroyed.





## FOLD

Horizontal movements are produced by forces of compression and tension. Folding is the bending of rock strata due to compression. Folding on a large scale results in mountain building generally referred to as orogeny.

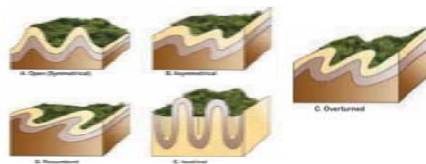


Parts of the Fold

### PARTS OF A FOLD

Up thrown part of a fold is called anticline. Down thrown part of a fold is syncline. The plane which bisects the angle between two limbs is called the axis of fold or axial plane. The fold is formed by the plate movements.

### TYPES OF FOLDS.



The type of fold depends on the nature of the rock; the intensity of compression forces. The types of the fold can be many but we will deal with five of the following.

1. When compression force is equal from both sides, the angle of the limb is same on both sides. Such a fold is called **symmetrical fold**.
2. When compression force is more from one end. One limb is steeper than the other, such a fold is called **asymmetrical fold**.
3. **Isoclinal folds** are similar to symmetrical folds, but these folds both have the same angle and are parallel to each other.
4. When one limb of the fold is pushed over the other limb of the fold. it is called as over **turned fold**. Limbs are seldom horizontal.
5. When one side of the fold is pushed so much that it lies positioned over the other, such a fold is called **recumbent fold**.

When plates converge, the weak rocks and sediments lying between two plates get squeezed and folded. Parallel folds form long chains of fold mountain ranges with high peaks. The Fold Mountains are characterized by peaks and valleys. The tops of anticlines become the valleys. Intermontane plateaus may be found between the high ranges. example, Tibet

### பிளவு (Fault)

பாறைத் தொகுதிகள் பக்கவாட்டில் நகரும் புவிமேலோடுகளின் அடுக்குகள் உடைவதை பிளவுகள் என்கிறோம். பொதுவாக இது புவித்தட்டு எல்லைகளில் நடைபெறுகிறது. இங்குபுவித் தட்டின் நகர்வானது புவிமேலோட்டை அழுத்துவதாலும் இழுப்பதாலும் புவிமேல் மேலோட்டை உடைக்கின்றது. பிளவுகளில் ஏற்படும் வேகமான இடம் பெயர்தலுடன் தொடர்புடைய ஆற்றல் தான் பெரும்பாலான நிலநடுக்கத்திற்கு காரணமாக அமைகிறது. உடைந்த பாறைகளின் தொகுதியானது ஒன்றுக்கொன்று கடந்துசெல்லக்கூடிய பரந்த தட்டையான மேற்பரப்பை பிளவுதளம் (fault plane) என்கிறோம். பிளவுதளத்திற்கும், கிடைத்தளத்திற்கும் இடைப்பட்ட கோணத்தை பிளவுச் சரிவு (fault dip) என்கிறோம். பிளவில் உள்ள தொகுதியின் மேல்பகுதி மேல் வீச்சுக் பாறை எனப்படும். பிளவு ஏற்படும் போது பாறையின் ஒருபகுதி பிளவுதளத்தின் வழியே கீழ்நோக்கி நகருகிறது. இது கீழ்வீச்சுப் பாறை (down thrown) எனப்படும்.

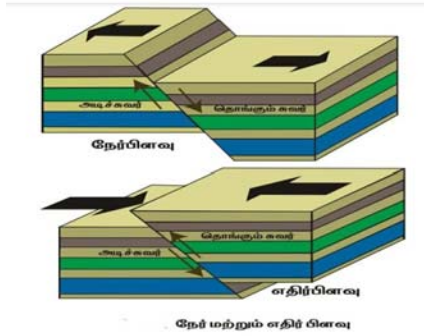
பிளவின் மேல் சுவரை தொங்கும் சுவம் (Hanging wall) என்கிறோம். பிளவில் உள்ளகீழ் மதில் அடிச்சுவர் (Foot wall) எனப்படும்.

### பிளவுச் சரிவு (Fault scarp)

பிளவுச் சரிவு (Fault scarp) என்பது செங்குத்துச் சுவர் போன்ற சரிவாகும். இது மேலோட்டுப் பாறைப் பிளவுகளால் ஏற்படுகின்றது. சில நேரங்களில் பிளவுச் சரிவானது செங்குத்துப்பாறைப் போன்றும் தோற்றம் அளிக்கும்.

### பிளவுகளின் வகைகள் (Types of fault)

புவித் தட்டுகள் நகர்வதன் அடிப்படையில் பிளவுகளை பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.



### நேர்பிளவு (Normal Fault)

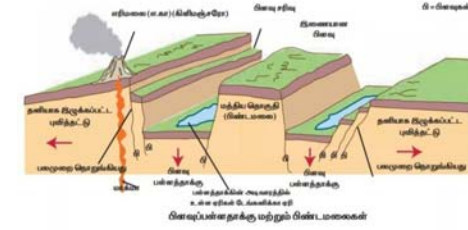
புவிமேலோட்டின் செங்குத்து நகர்வினை நேர்பிளவு என்று அழைக்கிறோம். விலகும் எல்லைகளில் உள்ள புவித் தட்டுகளின் இழுவிசை காரணமாக நேர்பிளவு உருவாகின்றது. இதில் ஒருதொகுதியானது மற்றொருதொகுதியின் மேல் உள்ளது (தொங்கும் சுவர்). மற்றொருதொகுதி பிளவின் கீழ் உள்ளது (அடிச்சுவர்). பாறைத் தொகுதியின் நகர்வானது நேர்பிளவுகளில் ஏற்பட்டால் தொங்கும் சுவர் கீழ் நோக்கி நகரும்.

### நேர்பிளவினால் ஏற்படும் நிலத்தோற்றங்கள்

#### 1. பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு (Rift valley) அல்லது பிளவிடைபள்ளம் (Graben)

இரண்டு இணையான நேர் பிளவுகளுக்கு இடையில் அமைந்துள்ள ஒரு குறுகலான நிலப்பகுதி கீழ் நோக்கி நகரும் போது பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு உருவாகின்றது. இதை கிரேபேன் (Graben) என்றும்

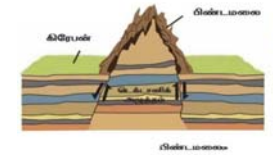
அழைக்கின்றோம். கிரேபேன் என்பது ஜெர்மன் மொழியிலிருந்து பெறப்பட்டது. இதன் பொருள் "பள்ளம்" என்பதாகும். பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு பின்னர் நீர் நிரம்பி ஆறாக ஓடும். பொதுவாக பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு நீளமாக, குறுகலாக மற்றும் மிக ஆழமாக காணப்படும்.



### எடுத்துக்காட்டு

1. இரண்டு பிண்டமலைகளான வோஸ்ஜஸ் (Vosges) மற்றும் கருப்புக்காடு (Black Forest) ஆகியவற்றிற்கு இடையில் ரைன் (Rhine) பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு அமைந்துள்ளது.
2. இந்தியாவில் உள்ள விந்திய மற்றும் சாத்தூரா பிண்டமலைகளுக்கு (Satpura Block Mountains) இடையில் நம்மதா பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு அமைந்துள்ளது.
3. ஆப்பிரிக்காவின் பெரும் பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு (The Great African Rift Valley) உலகிலேயே மிகப்பெரிய பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு ஆப்பிரிக்காவின் பெரும் பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு ஆகும்.

#### 2. பிண்டமலை (Horst)



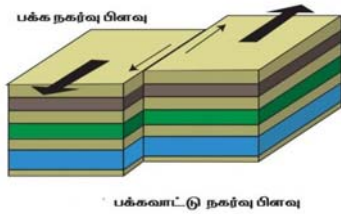
இரண்டு பிளவுகளுக்கு இடையில் உள்ள நிலப்பகுதியானது மேலே தள்ளப்படும் போதுபிண்டமலை (Horst)உருவாக்கிறது. இந்த நிகழ்வில் மையத் தொகுதியானது மேல்நோக்கி உந்தப்படுவது மட்டுமல்லாமல் அதன் பக்கவாட்டில் உள்ளபகுதிகள் கீழ் நோக்கியும் உந்தப்படுகிறது. அதனால் மையப்பகுதியானது குவி மாடம் (Dome)போன்று தோற்றம் அளிக்கின்றது. குறிப்பாக, இந்தியாவின் மத்தியமேற்குப் பகுதியில் உள்ள விந்தியசாத்தூரா மலைத்தொடர்கள் பிண்டமலைகள் ஆகும்.

### 3. எதிர்பிளவு (reverse fault)

புவி மேலோட்டின் கிடையான நகர்வினால் ஏற்படும் பிளவை எதிர்பிளவு என அழைக்கிறோம்.இரண்டு உடைந்த பிளவுகள் ஒன்றை நோக்கி மற்றொன்று நகர்வதினால் எதிர்பிளவுகள் உருவாகின்றது. இழுவிசைகாரணமாக குவியும் எல்லைகளில் எதிர்பிளவு தோன்றுகிறது. பிளவின் ஒருபக்கமானது மற்றொருபக்கத்தின் கோணத்தின் மேல் உள்ளது.

### 4. பக்கவாட்டுநகர்வுபிளவு (Transform fault)

பக்கவாட்டு நகர்வு எல்லையின் விளிம்புகளின் முறிவினால் பக்கநகர்வு பிளவுகள் உருவாகின்றது. பிளவுகளின் இரு பக்கத்தில் உள்ள பாறைகளானது ஒன்றைவிட்டு ஒன்று கடந்துசெல்வதால் ஒன்றுசற்றுமேல் நோக்கியும் மற்றொன்று கீழ்நோக்கியும் நகரும்.



## FAULT

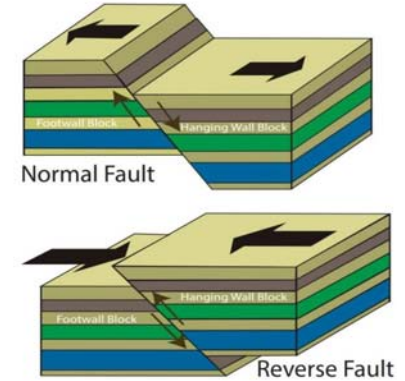
A fault is a break in earth's crust where blocks of rock crust slide past each other. Usually it occurs along plate boundaries, where the forces of plate motion compress, pull or shear the crust that breaks the crust. Energy release associated with rapid movement on active faults is the cause of most earthquakes.

The fault plane is the flat surface along which broken blocks of rock slide past one another. A fault dip is an angle between the fault plane and horizontal plane. Up thrown side represents the upper most block of a fault. Down thrown side represent the lowermost block of a fault. Hanging wall is the upper wall of a fault. Foot wall represents the lower wall of a fault.

A fault scarp is the steep wall like slope caused by faulting of the crustal rocks. Sometimes the fault scarp is so steep that it resembles a cliff.

### TYPES OF FAULT

Based on how plates move about, the fault can be divided into as follow:



### 1. NORMAL FAULT

Vertical displacement of the crust is called a normal fault. The normal fault is caused by tensional forces where plates diverge. One block lies above the other (hanging wall).The other block lies below the fault (footwall).

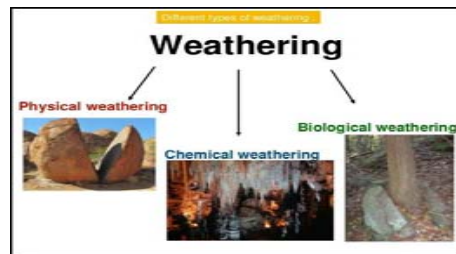


**Unit III: External Processes: Weathering and its types – Mass Wasting: Land Slide, Soil Creep, Rock fall and Mudflow.**

**EXOGENIC PROCESSES**

The processes which occur on earth's surface due to the influence of exogenic forces are called as exogenic processes or exogenic geomorphic processes. **Weathering, mass wasting, erosion, and deposition** are the main exogenic processes. All the exogenic processes are covered under a general term- **denudation**, which means strip off or uncover. The elements of nature capable of doing these exogenic processes are termed as geomorphic agents (or exogenic geomorphic agents). E.g. the wind, water, waves etc.

**WEATHERING**



The process of disintegration and decomposition of rocks in situ is generally called weathering. It means weathering is a static process. Weathering is defined as mechanical disintegration and chemical decomposition of rocks through the actions of various elements of weather and climate. Weathering processes are responsible for breaking down the rocks into smaller fragments. Erosion cannot be significant if the rocks are not weathered. That means, weathering aids mass wasting and erosion. There are three types of weathering. They are *physical weathering, chemical weathering and biological weathering*.

**I. PHYSICAL WEATHERING.**

Physical weathering, also known as mechanical weathering or disaggregation, is the process class that causes rocks to disintegrate without chemical change. Abrasion (the process by which clasts and other particles are reduced in size) is the primary process in physical weathering. Due to temperature, pressure, frost etc., physical weather may occur. For instance, cracks exploited by physical weathering will increase the surface area that is exposed to chemical action, thereby increasing the rate of disintegration.

The applied forces could be: (i) gravitational forces such as overburden pressure, load, and shearing stress; (ii) expansion force due to temperature changes, crystal growth or animal activity; (iii) water pressure controlled by wetting and drying cycles. Most of the physical weathering is caused by thermal expansion and pressure

**1. Unloading and expansion:** Removal of overlying rock load because of continued erosion causes vertical pressure release. Thus, the upper layers of the remaining rock expand to produce disintegration of rock masses. Fractures will develop roughly parallel to the ground surface. In areas of curved ground surfaces, arched fractures tend to produce massive sheets or **exfoliated slabs**. Exfoliation is a result but not a process. Flaking off of more or less curved sheets of shells from over rocks or bedrocks results in smooth and rounded surfaces. So, unloading and expansion create large, smooth rounded domes called **exfoliation domes**.

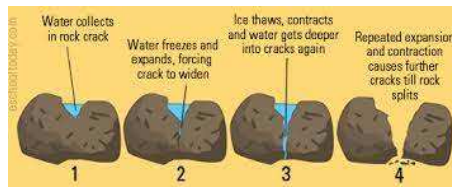


**2. Temperature changes and expansion:** With rising in temperature, every mineral expands and pushes against its neighbour and as the temperature falls, a corresponding contraction takes place. Due to differential heating and the resulting expansion and contraction of surface layers and their subsequent exfoliation from the surface results in smooth rounded surfaces in rocks. In rock like granites, smooth surfaced and rounded small to big boulders called **tors** form due to such exfoliation.





**3. Freezing, thawing and frost wedging:** Cycles of freezing and thawing (the weather becomes warmer and causes snow and ice to melt) causes frost weathering. It is most effective at high elevations in mid-latitude where freezing and melting is often repeated. Rapid freezing of water causes its sudden expansion and high pressure. The resulting expansion affects joints, cracks, and small intergranular fractures to become wider and wider till the rock breaks apart.

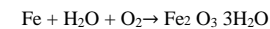


**4. Salt weathering:** Salts in rocks expand due to thermal action, hydration and crystallization. Many salts like calcium, sodium, magnesium, potassium and barium have a tendency to expand. The expansion depends on temperature and their thermal properties. High temperature ranges between 30-50 °C of surface temperatures in desert favours such salt expansions. Salt crystallization is the most effective of all salt weathering processes. It is favoured in areas of alternative wetting and drying conditions.

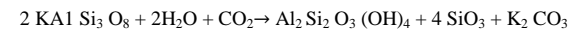
**II. CHEMICAL WEATHERING :** Decomposition and disintegration of rocks due to chemical reactions is called chemical weathering wherein the minerals of the rocks weather away. Water vapour and water are the media which activate several types of chemical reactions within the rocks. Oxidation, carbonation, solution, hydration, hydrolysis, base exchange etc. are the important chemical reactions which cause various chemical changes in the minerals of rocks which ultimately lead to decomposition and disintegration of rocks.



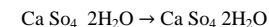
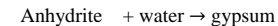
**1. Oxidation** means a reaction of atmospheric oxygen to form oxides, when water is mixed with oxygen its reaction with the minerals of rocks forms hydroxides. The atmospheric oxygen after reacting with the rocks produces several types of oxides, iron oxide being the most important which weakens the rocks to disintegrate. When water mixed with atmospheric oxygen comes in contact with iron-bearing rocks, the iron oxidizes to form ferrous oxides (FeO). Further oxidation of ferrous oxides produces ferric oxides (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) or ferric hydroxides (Fe(OH)<sub>2</sub>). The oxidation of iron-bearing rocks produces rusts in the following manner.



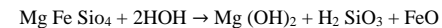
**2. Carbonation** is the reaction of carbonate and bicarbonate with minerals. It is a common process helping the breaking down of feldspars and carbonate minerals. It takes place in rocks containing carbonates of calcium, sodium, magnesium, potassium etc. when they come in touch with rainwater which contains dissolved carbon dioxide.



**3. Hydration** is the chemical addition of water. Many rock minerals swell and contract during wetting and drying and a repetition of this process results in their disintegration. Salts in pore spaces undergo rapid and repeated hydration and help in rock fracturing. The process of hydration changes feldspar minerals into kaolinite clays, the process being known as kaolinization.

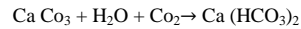


**4. Hydrolysis:** chemical reaction between mineral and water, that is between hydrogen (H) ions or hydroxyl (OH) ions, and the ions of the mineral. The hydrolysis of magnesium silicate minerals in contact with 4 ionized water molecules takes place in the following manner.



**5. Solution:** is considered to be the first step in the chemical decomposition and disintegration of rocks. When something is dissolved in water or acids, the water or acid with dissolved content is called as a solution. Soluble rock-forming minerals like nitrates,

sulphates, and potassium etc. are easily leached out without leaving any residue in the rainy climate. calcium hydroxide,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , is formed due to reaction of calcium oxides ( $\text{CaO}$ ) with water ( $\text{H}_2\text{O}$ ) in the following manner of reversible exothermic reaction.  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$  Limestone can be dissolved in water only when it transformed into calcium bicarbonate.



### III. BIOLOGICAL WEATHERING



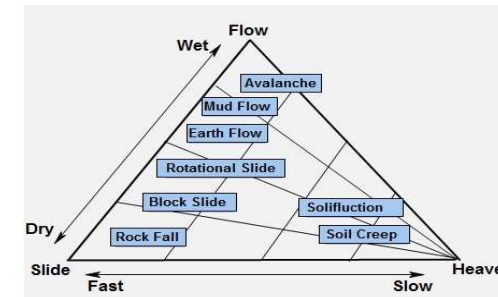
This refers to disintegration and decomposition of rock masses due to growth or movement of organisms. Burrowing and wedging by organisms like earthworms, termites, rodents etc., help in exposing the new surfaces to moisture and chemical attack causing their decomposition. Human activities like ploughing and cultivating cause mixing of air, water in the minerals, thereby aiding in weathering process. Decaying plant and animal matter help in the production of humic, carbonic and other acids which enhance decay and solubility of some rocks. Plant roots penetrate the cracks in the rocks and exert tremendous pressure on the earth materials mechanically breaking them apart.

### MASS MOVEMENTS

These movements transfer the mass of rock debris down the slopes under the direct influence of gravity. The debris may carry with it air, water or ice. The process of weathering aids in mass movements. Mass movements are very active over weathered slopes rather than over unweathered materials. No geomorphic agent like running water, glaciers, wind, waves and currents participate in the process of mass movements. Mass movements are aided by gravity. Mass movement is also aided by weak unconsolidated materials, thinly bedded rocks, faults, steep slopes, abundant precipitation and torrential rains and scarcity of vegetation etc

### Classification of Mass Movements

Heave (heaving up of soils due to frost growth and other causes), flow and slide are the three forms of movements. The figure, given below shows the relationships among different types of mass movements, their relative rates of movement and moisture limits.



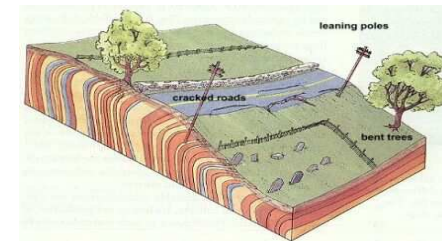
### Types of Mass Movements

Mass movements can be grouped into two major classes:

- I. Slow movements
- II. Rapid Movements

#### I. Slow movements

**1. Creep:** Creep refers to the movement of materials which is extremely slow and imperceptible in normal conditions. Creep, generally occur on moderately steep, soil-covered slopes. Depending upon the type of material involved, several types of creep viz., soil creep, talus creep, rock creep, rock-glacier creep etc., can be identified.



**2. Solifluction:** Solifluction refers to slow downslope flowing soil mass or fine-grained rock debris saturated or lubricated with water. This process is quite common in moist temperate



areas. It mainly occurs in permafrost regions as the layers of ground water are occupied in between permanently frozen soil and rocks.

## II .Rapid Movements

**1. Earthflow:** Earth flow refers to the movement of water-saturated clayey or silty earth materials down steep slopes. These movements are most prevalent in humid climatic regions and occur over gentle to steep slopes.

**2. Mudflow:** In the region of sparse vegetation and heavy rainfall, thick layers of weathered materials get saturated with water and flow down along definite channels. It looks like a stream of mud within a valley. Mudflows frequently occur on the slopes of erupting or recently erupted volcanoes. Mudflows can cause great destruction to human habitations.



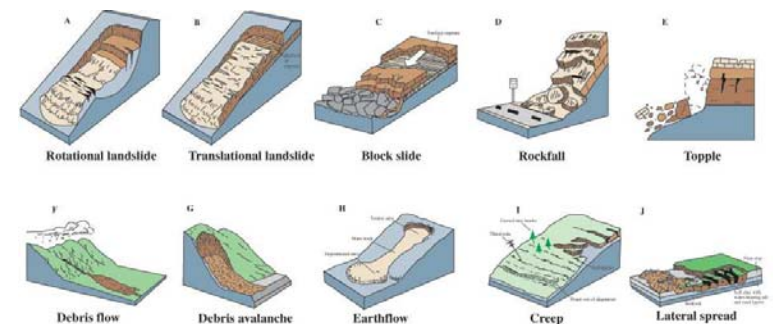
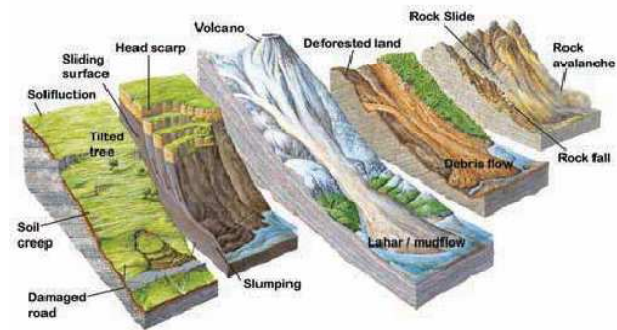
**3. Avalanche:** This is also a type of debris flow. Debris avalanche can be much faster than the mudflow. Debris avalanche is similar to snow avalanche. It is more characteristic of humid regions with or without vegetation cover. It occurs in narrow tracks on steep slopes.

**4. Landslide:** Landslide involves relatively rapid and perceptible movements of the rock mass. The materials involved are relatively dry. The size and shape of the detached mass in the landslide depends on the nature of discontinuities in the rock, the degree of weathering and the steepness of the slope. Depending upon the type of movement, a landslide can take place either by **slump** involving back rotation with respect to the slope or by rapid rolling or sliding of earth debris without backward rotation, referred to as **debris slide**. Similarly,

sliding down of individual rock masses is referred to as the **rock slide**.



**5. Slump:** Great mass of bed rock moves downward by rotational slip from a high cliff is known as slump. Most common reason for slumping is erosion at the base of the slope which reduces the support for overlying sediments



### **வெளி இயக்கச் செயல்முறைகள்**

வெளிப்புற சக்திகளின் தாக்கத்தினால் புவிமேற்பரப்பில் நிகழும் செயல்முறையை வெளியியக்கச் செயல்முறை என அழைக்கிறோம். பாறைச் சிதைவு, பருப்பொருள் சிதைவு, நிலத்தேய்வு (Denudation) ஆகியவை முக்கியமான வெளி இயக்கச் செயல்முறைகள் ஆகும். இந்த வெளி இயக்க செயல்முறைகளைச் செய்ய வல்ல இயற்கைக் கூறுகளை நிலமட்டம் சமமாக்கும் காரணிகள் என அழைக்கிறோம். எடுத்துக்காட்டாக, காற்று, ஆறு, கடல் அலைகள் பனியாறுகள் மற்றும் நிலத்தடி நீர்.

### **வானிலைச் சிதைவு (Weathering)**

புவித்தளத்திலுள்ள பாறைகள் பௌதிக, இரசாயன செய்கையால் உடைபட்டு சிதைவுறுவதை வானிலைச் சிதைவு (weathering) என்கிறோம். இவ்வாறு சிதைவடைந்து உதிரியாக மாறிய பாறைப் பொருட்கள் ஆற்று நீர், பனியாறு, காற்று ஆகியவற்றின் அசைவுச் செயல்முறைகளால் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு கடத்தப்படுகின்றன. எனவே பாறைகளை அரித்து கடத்துவதற்கு வானிலைச் சிதைவு வழிவகுக்கிறது. வானிலைச் சிதைவைப் பொதுவாக மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை (1) பௌதிக சிதைவு (2) இரசாயன சிதைவு (3) உயிரின சிதைவு என்பனவாகும்.

#### **1. பௌதிக சிதைவு**

பௌதிக செயல்முறைகளால் பாறைகள் இரசாயன மாற்றம் ஏதும் அடையாமல் உடைபடுவதை பௌதிக சிதை என்கிறோம். பௌதிக சிதைவுக்குப்பின் பாறைகளின் உருவம் மாறுகிறதே தவிர தொகுப்பமைப்பு மாறுவதில்லை.

பாறைகளில் பௌதிக சிதைவு பொதுவாக கீழ்க்கண்ட காரணங்களினால் ஏற்படுகிறது. அவை :

- 1) பளு நீங்குவதால் பாறை விரிவடைதல்
- 2) பாறை வெடிப்புகளில் படிமாதல்
- 3) வெப்பத்தால் விரிவடைந்து சுருங்குதல்

**(1) பளு நீங்குவதால் பாறை விரிவடைதல் :** மேல் தளத்து பாறைகளின் பளுவால் அடித்தளத்து பாறைகள் அமுக்கப்படுகின்றன. அரிப்பினால் பாறைகள் கடத்தப்படும்போது பளு நீங்குவதால் அமுக்கம் குறைந்து அடித்தளத்துப் பாறைகள் விரிவடைகின்றன. இதன் விளைவாகப் பாறைகளில் கிடையான விரிசல்கள் தோன்றி அவை உடைபடுகின்றன.

**(2) பாறை வெடிப்புகளில் படிமாதல் :** பாறை வெடிப்புகளில் தேங்கியிருக்கும் நீர் உறைந்து பனிக்கட்டியாகும் போது அதன் கன அளவு அதிகரிப்பதால் பாறையின் உட்பகுதியில் பக்க வாட்டத்தகைவு ஏற்பட்டு பாறை உடைகிறது. நீர் உறைந்து பனிக்கட்டியாகும்போது அதிலுள்ள மூலகங்கள் (molecules) மறு அமைப்புப் பெற்று உறுதியான அறுகோண வடிவப் படிமங்களாக மாறுகின்றன.

நீர் உறைவதால் பாறைகள் உடைபடுவது உறைபனி உடைப்பு (frost wedding) அல்லது உறைபனி செய்கை எனப்படும். எல்லாப் பாறைகளிலும் பொதுவாக நீர் இருப்பதால்

இவ்வுறைபனி செய்கைப் பாறைகளில் அதிக சிதைவை ஏற்படுத்துகிறது. தீப் பாறைகளைவிட படிவப் பாறைகளில்தான் இச்செய்கை அதிகமாகக் காணப்படும்.

**(3) வெப்பத்தால் பாறை சிதைவடைதல் :** சூரிய வெப்பத்தால் பாறைகள் விரிவடைகின்றன. பாறையில் உள்ள தாதுப் பொருட்கள் ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு வெப்பத்திறனைப் பெற்று அதற்கேற்ப விரிவடைகின்றன. பாறையின் மேல் அடுக்கு கீழ் அடுக்கைவிட அதிகமாக வெப்பமடைந்து விரிவடைகிறது. அப்போது அது கீழ்நோக்கி விரிவடைய இயலாததால், மேல்நோக்கியே வளைகிறது. எனவே கீழ் அடுக்கிலிருந்து பிடிப்பு குறைந்து அது பிரிந்துவிடுகிறது. இவ்விதம் அடுக்குகள் பிரிவது பொறை நீக்கம் எனப்படும்.

பாறைகள் விரிவடைந்து சுருங்குவதால் மேற்பரப்பிலுள்ள தாதுப் பொருட்கள் பிடிப்புத் தன்மையை இழந்து உதிருகின்றன. இவ்வாறு பாறைகள் சிறிது சிறிதாக உதிர்ந்து இறுதியில் ஒரு உருண்டையாக மாறுகிறது. இது வட்டுருண்டைச் சிதைவு (spheroidal weathering) எனப்படும்.

#### **II. இரசாயனச் சிதைவு**

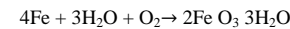
இரசாயனச் செய்கையால் பாறைகள் சிதைவுறுவதை இரசாயனச் சிதைவு என்கிறோம். வெப்பமும், ஈரமும் பாறைகளிலுள்ள தாதுப் பொருள்களை எளிதில் கரைத்து இரசாயன சேர்க்கையை ஊக்குவிக்கின்றன.

இரசாயன சிதைவு கீழ்க்கண்ட முறையில் ஏற்படுகிறது.

- (1) ஆக்ஸிசரணம் (Oxidation)
- (2) கார்பனாக்கம் (Carbonation)
- (3) நீர் கொள்ளல் (Hydration)
- (4) நீரின் சேர்க்கை (Hydrolysis)
- (5) கரைதல் (Solution)
- (6) தனிமங்களின் இடமாற்றம் (Base Exchange)

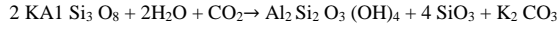
**(1) ஆக்ஸிசரணம் :** மழைநீரிலும், நில நீரிலும் வளிமண்டலத்திலுள்ள ஆக்ஸிஜன் கரைந்துள்ளது. ஆக்ஸிஜனும் நீரும் வேறு தாதுப் பொருள்களுடன் சேர்க்கை செய்யாவிடினும், இரும்புக்கூட்டுப் பொருள்களுடன் (iron compounds) உடனடியாக சேர்க்கை செய்கின்றன. இதுவே ஆக்ஸிசரணமாகும். பாறைகளிலுள்ள இரும்புத்தாதுக்கள் ஆக்ஸிஜனுடன் சேரும் போது அவற்றின் அமைப்பு சிதைந்து போவதால் எஞ்சிய தாதுக்கள் எளிதில் இரசாயன மாற்றம் அடைந்து புதிய பொருள்கள் தோன்றுகின்றன. வளிமண்டலத்து ஆக்ஸிஜனும் நீரும் சேர்ந்து அந்த இரும்புத் தகட்டை வெளிநீரின் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறமுள்ள லிமனைட் (limonite) என்ற புதிய பொருளாக மாற்றிவிடுகின்றன.

இரும்பு + நீர் + ஆக்ஸிஜன் → ஹைட்ரஸ் இரும்பு ஆக்ஸைடு (லிமனைட்)



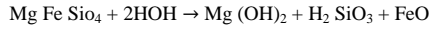
(2) **கார்பனாக்கம்** : மித வெப்ப மண்டலத்திலும் ஈரக்காற்று நிறைந்த பகுதிகளிலும் கார்பனாக்கம் தீவிரமாகக் காணப்படுகிறது. வளிமண்டலத்திலுள்ள கார்பன்டை ஆக்ஸைடு மழை நீரில் கரைந்து நீர்த்த கார்பானிக் (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) அமிலமாகிறது. இவ்வமிலம் பாறைகளிலுள்ள இரும்பு கால்சியம், மாக்னீசியம், சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற தாதுப் பொருள்களுடன் இரசாயன சேர்க்கை செய்கிறது. இதுவே கார்ப்பனாக்கமாகும். இரசாயன மற்றமடைந்து புதிய பொருள்களாக மாறுகின்றன. உதாரணமாக பாறைகளில் முக்கியமாகக் காணப்படும் ஆர்த்தோகிரேஸ் ஃபெல்ஸ்பார் தாதுவுடன் மழைநீர் சேர்ந்து ஏற்படுத்தும் சிதைவை இங்கு நோக்குவோம்.

ஆர்த்தோகிரேஸ் ஃபெல்ஸ்பார் + கார்பானிக் அமிலம் (மழை நீர் + கார்பன்டை ஆக்ஸைடு) → கயோலின் (களிமண்) + சிலிகா (மணல்) + பொட்டாசியம் கார்பனேட் படிவுகள்



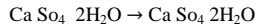
(3) **நீரின் சேர்க்கை**: தாதுப்பொருள்களை நீர் கரைத்துக்கொண்டு செல்வதோடு அதுவே ஒரு இரசாயனக் கிரியை செய்யும் பொருளாகவும் விளங்குகிறது. இது நீரின் சேர்க்கை (hydrolysis) எனப்படும். ஆலிவன் தாதுவில் நீரின் சேர்க்கையால் ஹைட்ராக்ஸில் (hydroxyl) தோன்றுகிறது. இதன் விளைவாக முற்றிலும் புதிதாக அமைந்த மக்னீசியம் ஹைட்ராக்ஸைடு, சிலிஸிக் அமிலம், இரும்பு ஆக்ஸைடு போன்றவை தோன்றுகின்றன.

ஆலிவின் + ஹைட்ராக்ஸில் (நீரின் சேர்க்கை) → மக்னீசியம் ஹைட்ராக்ஸைடு + சிலிஸிக் அமிலம் + இரும்பு ஆக்ஸைடு



(4) **நீர் கொள்ளல்** : தாதுக்கள் நீரை ஈர்த்துக்கொள்வது நீர் கொள்ளல் எனப்படும். நீரை ஈர்த்துக்கொள்ளும் தாதுக்கள் கன அளவில் பெருகி புதிய பொருள்களாக மாறுகின்றன. உதாரணமாக அனிடரைட் (Anhydrite) தாதுவில் நீர் சேரும்போது ஜிப்சம் (gypsum) தோன்றுகிறது.

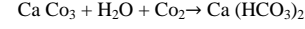
அனிடரைட் + நீர் → ஜிப்சம்



(5) **கரைதல்** பாறைகளிலுள்ள தாதுப்பொருள்களில் பல சாதாரண நீரில் கரையக் கூடியவையாகும். சாதாரண உப்பு இதற்கு சிறந்த உதாரணமாகும். கார்பன்டை ஆக்ஸைடு கரைந்துள்ள நீரில் (கார்பானிக் அமிலம்), கால்சைட் (calcite) போன்ற தாதுக்கள் எளிதில் கரைகின்றன. எனவே சுண்ணாம்புப் பாறையும் சவவைக் கல்லும் கால்சைட் தாதுவைக் கொண்டிருப்பதால் அவை கார்பானிக் அமிலத்தில் சுலபமாகக் கரைகின்றன. மழை நீரானது வளிமண்டலம் அல்லது மண்ணிலுள்ள கார்பன்டை ஆக்ஸைடைக் கரைத்துக்கொண்டு கார்பானிக் அமிலமாகி சுண்ணாம்புப் பாறைகளில் ஊடுருவும் போது அவை கரைந்து கீழ்க்கண்டவாறு சிதைவடைகின்றன.

கால்சைட் (சுண்ணாம்புப் பாறை) + நீர் + கார்பன்டை ஆக்ஸைடு →

பைகார்ப்பனேட்டு



(7) **தனிமங்களின் இடமாற்றம்** : சில சமயங்களில் பாறைகளிலுள்ள தனிமங்கள் ஒன்றுக்கொன்று மாறிக் கொள்வதாலும் இரசாயனச் சிதைவு ஏற்படுகிறது. உதாரணமாக கடின நில நீரில் கால்சியம் பைகார்ப்பனேட் மிகுதியாக இருக்கிறது. கடின நிலிலுள்ள கால்சியம் மின் மயத் துகள்களும் (ions), பாரையிலுள்ள சோடியம் மின்மயத் துகள்களும் ஒன்றுக்கொன்று மாறி இடம் பெயர்வதால் கடின நீர் மென்நீராக மாறுகிறது.. இவ்வாறு நீருக்கும் பாறைக்கும் இடையே தோன்றும் இடமாற்றத்தால் பாறைகளிலுள்ள தாதுக்களின் அமைப்பு மாறுபட்டு சிதைகின்றன.

### III. உயிரினச் சிதைவு

விலங்கு, பறவை, தாவரம் ஆகியவற்றின் செய்கையால் தோன்றும் சிதைவு உயிரினச் சிதைவு (Biological weathering) எனப்படும். மற்ற சிதைவுகளோடு ஒப்பிடும்போது உயிரினச்சிதைவுகளினால் ஏற்படும் சேதம் மிகக் குறைவையாகும்.

பாறை இடுக்கில் படிந்துள்ள மண்ணில் வளரும் செடிகளின் வேர்கள் கீழ்நோக்கி ஊடுருவிச் செல்வதால் பாறைகள் பிளவுபடுகின்றன. பெரிய மரங்களின் வெட்கள் பல மீட்டர் தூரத்திற்கு சென்று நிலத்தைப் பிளக்கின்றன. வேர்களின் வழியாக காற்றும் நீரும் வெகு ஆழத்திற்கு கொண்டுச் செல்லப்படுவதால் கீழ் அக்கிலுள்ள பாறைகளில் இரசாயனச் சிதைவு ஏற்படுவதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. இதைத் தவிர தாவர வேர்கள் உற்பத்தி செய்யும் செல்ரசம் (humid acid) நீர்த்த அமிலமாதலால் அது பாறைகளில் இரசாயன சிதைவை ஏற்படுத்துகிறது.

தாவரங்களைப் போலவே பறவைகளும், பிராணிகளும், விலங்குகளும், வானிலைச் சிதைவுக்கு காரணமாயுள்ளன. பறவைகள் நிலத்தைக் கிளறி குழிகளை ஏற்படுத்துகின்றன. எலி, நண்டு போன்றவை நிலத்தில் வளைகளை அமைப்பதால் சில சமயம் ஆற்று ஓங்கல், ஆற்றங்கரை ஆகியவை கூட சரிந்து விடுகின்றன. ஏறும்பு, மண்பழு, கரையான் போன்றவை நிலத்தைச் சிறிது சிறிதாக அரிக்கின்றன. சில கடல்வாழ் பிராணிகளிலிருந்து சுரக்கும் திரவங்கள் சுண்ணாம்புப் பாறைகளைச் சிதைவடையச் செய்கின்றன.

-----

### பருப்பொருள்களின் அசைவு (Mass Movements)

பாறைகள் வானிலைச் சிதைவடைவதால் தோன்றும் பாறைத் துகள்கள் ஓரே இடத்தில் நிலையாக இருப்பதில்லை. குறிப்பாக சரிவுகளில் காணப்படும் பாறைத் துகள்கள் புவியீர்ப்பு விசையினால் கீழ்ச் சரிவை (down slope) நோக்கி நகருகின்றன. இவ்வாறு புவியீர்ப்பு விசையினால் பாறைத் துகள்கள் நகருவதை பருப்பொருள்களின் அசைவு (mass movement or mass wasting) என்கிறோம்.

**பருப்பொருள் அசைவை வகைப்படுத்துதல்** பருப்பொருள்கள் சரிவுகளில் நகரும்போது அவற்றில் கலந்துள்ள நீரின் அளவு, துகள்களின் நகரும் தன்மை, நகரும் வேகம்

ஆகியவற்றைப் பொருத்து அவற்றின் அசைவை (1) மெதுவாக நகருதல் (2) வேகமாக சரிதல் என இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

மெதுவாக நகரும் வகையில் பல வகைகள் உள்ளன. அவையாவன: (1) ஊர்தல் (creep) (2) மண் வழிதல் (solifluction) (3) பாறைப் பனியாறு (Rock glaciers)

வேகமாக சரிதலில் கீழ்க்கண்ட வகைகள் உள்ளன. அவை (1) நிலச்சரிவு (Land slide) (2) பாறை வீழ்ச்சி (Rock fall) (3) பனிப்பாறை வீழ்ச்சி (avalanche) (4) சரிந்து குவிதல் (slump) (5) சேறு வழிதல் (Mud flow) என்பனவாகும்.

### **I. மெதுவாக ஊர்தல்**

#### **1. ஊர்தல் (creep)**

பருப்பொருள்கள் சரிவுகளில் மிகவும் மெதுவாக நகருவது ஊர்தல் (creep) எனப்படும். நகரும் பொருள்கள் மண்ணாக இருப்பின் அந்த அசைவு மண் ஊர்தல் (soil creep) என்றும், பாறையாக இருப்பின் பாறை ஊர்தல் (rock creep) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ஆனால் பொதுவாக நுண்ணிய துகள்களின் கண்ணுக்குப் புலப்படாத மெதுவான அசைவையே ஊர்தல் என்கிறோம்.

#### **2. மண் வழிதல் (Solifluction)**

நீரினால் பூரிதமடைந்த மண் கீழ்ச் சரிவை நோக்கி வழிதலை மண் வழிதல் (solifluction) என்கிறோம். இத்தகைய அசைவில் துகள்கள் ஒரு நாளைக்கு சில அங்குலங்கள் முதல் சில அடிகள் வரை நகருகின்றன. மண் வழிதல் உப-துருவப் பிரதேசங்களில் குறிப்பாக காணப்படுகிறது.

மண் வழிதலின் விளைவாக புவித்தளத்தில் பல்வேறு மண் வடிவங்கள் (soil patterns) ஏற்படுகின்றன. மண் வழியும்போது சற்று பெரிய கற்கள் பல் கோண கட்டங்களில் (polygonic) அமைந்து நடுவில், களிமண், கூழாங்கற்கள், போன்றவை காணப்படுகின்றன. இத்தகைய வடிவம் கல் வளையம் (stone ring) எனப்படுகிறது. சரிவு சற்று அதிகமுள்ள நிலங்களில் மண் வழிதல், சற்று தூரிதப்படுவதால் கீழ்ச் சரிவுப் பகுதியில் கற்கள் நகர்ந்து கல் மாலைகள் (stone garlands) தோன்றுகின்றன. சரிவு இன்னும் அதிகமாக உள்ள நிலங்களில் கல் மாலைகள் அசைந்து கல் வரிகளாக (stone strips) மாறுகின்றன.

#### **3. பாறைப் பனியாறு (Rock glaciers)**

கூரிய முனையகொண்ட பெரும் பாறைத் துகள்கள் சுமார் 100-200 அடிகள் கொண்ட அடுக்குகளாக ஒரு பனியாற்றைப் போல் ஊர்ந்து வருகின்றன. இப்பாறைகளின் வெளியிடங்களில் (cavity) பனி நிரம்பி காணப்படும். இவை முன்பு பனியாறுகள் அமைந்திருந்த பள்ளத்தாக்குகளில் காணப்படுகின்றன. பாறைத் துகள்களின் இடையிலுள்ள உறை பனியினால்தான் இவை நகருகின்றன.

### **II. வேகமாக சரிதல் :**

**1. நிலச்சரிவு (Land Slide)** பெரும் பாறைகளும், சிதைவடைந்த பாறைத் துகள்களும் கீழ் நோக்கி விழுவதையோ அல்லது சரிவதையோ நிலச்சரிவு (land slide) என்கிறோம். நிலச்சரிவில் சரிதல் அதி வேகமாக ஏற்படுகிறது. இதில் நகரும் பொருள்களின் பரப்பு மிகவும் திட்டவாட்டமாகத் தெரிகிறது. தரைக்கு அடியிலுள்ள பாறையின் தாங்கும் சக்தி (support) குறையும் போது நிலம் சரிகிறது. உதாரணமாக அரிப்பினால் நில அடிவாரம் தேயும்போது தாங்குதல் குறைகிறது. (2) சரிவின் உச்சியில் எடை கூடும்போது நிலச்சரிவு ஏற்படுகிறது (3) நில அதிர்ச்சி அலைகளினால் பாறைகள் தாக்கப்பட்டு நிலச்சரிவு ஏற்படுகிறது.

#### **2. பாறை வீழ்ச்சி (Rock Fall)**

மலைச் சரிவுகளிலிருந்து பாறைகள் உடைபட்டு உதிரியாகி கீழே விழுவது பாறை வீழ்ச்சி எனப்படும். மலையடிவாரத்தில் இவ்வாறு விழுந்து குவியும் போது அது உடைகற்குவை எனப்படுகிறது. அடிவாரத்தில் தோன்றும் உடைகற்குவை ஒரு குறிப்பிட்ட சரிவுக்கோணம் கொண்டிருக்கிறது. உதிரிப் பொருட்களால் குவிந்து தோன்றிய இது சுமார் 25° முதல் 35° வரை சரிசுக்கோணம் கொண்டுள்ளது. உடைகற்குவை, வன்சரிவுள்ள ஓங்கல் அடிவாரங்களிலும், தாவரமில்லாத பொட்டல்காடுகளிலும் உறைபனிச் செய்கை அதிகமுள்ள பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது.

#### **3. பனிப்பாறை வீழ்ச்சி (Avalanche)**

பனிக்கட்டி, பாறைத் துகள்கள் ஆகிய பொருள்களின் அதிவேகமான சரிதலுக்கு பனிப்பாறை வீழ்ச்சி (avalanche) என்பது பெயர். பனிக்கட்டிப்போன்ற பொருள்கள் சரிந்து விழுவதால் அவை நொருங்குகின்றன. பாறைகள் உடைந்து வெளிப்பட்ட நீரும், அழுத்தத்தினால் வெப்பமடைந்த காற்றால் பனிக்கட்டி உருகி தோன்றிய நீரும், நொருங்கிய பொருட்களுடன் சேருவதால் அவை வேகமாக நகருகின்றன.

#### **4. சரிந்து குவிதல் (Slump)**

பிணைக்கப்படாத (un consolidated) பாறைத்துகளைக் கொண்ட மலைச்சரிவுகளில் சில சமயம் பாறை அல்லது மண் அடுக்கின் ஒரு பெரிய பகுதி அதன் தளத்திலிருந்து பிரிந்து நிலத்தின் சரிவை நோக்கி திடீரென சரிந்து குவிகிறது. அவ்வாறு சரிந்து குவியும்போது பாறைத் துகள்கள் கீழிருந்து மேலாக புரட்டப்படுவதால் அவற்றின் மேல்தளம் எதிர்புறத்தில் சாய்ந்துள்ளது. பாறைப் பொருட்கள் பிரிந்து வந்த தளம் ஒரு தேக்கரண்டியின் அமைப்பில், மேற்பகுதியில் குவிந்த சரிவைக் கொண்டிருக்கும்.

#### **5. சேறு வழிதல் (Mud flow)**

சேறு வழிதலும் மண் வழிதலைப் போலவே நீரால் பூரித மடைந்து ஏற்படுகிறது. ஆனால் சேறு வழிதல் பொதுவாக பள்ளத்தாக்குகளில்தான் காணப்படுகின்றது. இதன் வேகமும் அதிகமாக உள்ளது. மண் வழிதலைப்போல் மலைச் சரிவுகளில் இவை தோன்றுவதில்லை. பள்ளத்தாக்குகளில் கீழ் அடுக்கில் களி மண்ணும் மேல் அடுக்கில் மணலும் உள்ள பகுதிகளில் இது ஏற்படுகிறது. இவை நகர்ந்து செல்லும் போது வழியில்

தென்படும் பொருட்களையும் சுமந்து செல்கின்றன. எரிமலைச் சாம்பல் போன்ற பொருட்களைக் கொண்டுள்ள சரிவுகளில் பெருத்தமழை பொழியும்போது சேறுவழிதல் ஏற்படுகிறது. எரிமலைப் பொருள்கள் இவ்வாறு வழிந்து செல்வதை லகார் (lahar) என்பர்.

---

**Unit IV: Geomorphic agents and Processes: Landforms formed due to Erosion, Transportation and Deposition of Running water, Wind and Glacier.**

#### **RUNNING WATER OR RIVER**

- Running water, which doesn't need any further explanation, has two components: one is overland flow on the general land surface as a sheet and the other is linear flow as streams and rivers in valleys.
- The overland flow causes **sheet erosion** and depending upon the irregularities of the land surface, the overland flow may concentrate into narrow to wide paths.
- During the sheet erosion, minor or major quantities of materials from the surface of the land are removed in the direction of flow and gradual small and narrow **rills** will form.
- These rills will gradually develop into long and wide **gullies**, the gullies will further deepen, widen and lengthen and unite to give rise to a network of **valleys**. (Note: A valley can be formed in various ways like faulting, but here we are dealing only with the formation by means of exogenic geomorphic agent).
- Once a valley is formed, it later develops into a **stream** or **river**.



## Courses of a river

A river, which is the best example of the linear flow of running water through a valley, can be divided into three, on the basis of its course – upper course, middle course and lower course.

### Upper Course / Stage of Youth (Erosion dominates):

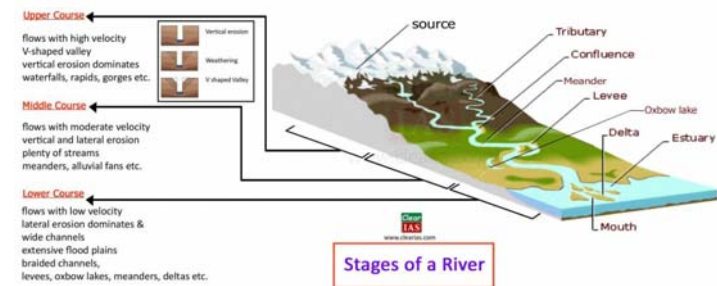
- It starts from the source of the river in hilly or mountainous areas.
- The river flows down the steep slope and, as a result, its velocity and eroding power are at their maximum.
- Streams are few, with poor integration.
- As the river flows down with high velocity, vertical erosion or downward cutting will be high which results in the formation of **V-Shaped Valleys**.
- Waterfalls, rapids, and gorges exist where the local hard rock bodies are exposed.

### Middle Course/ Stage of Maturity (Transportation dominates):

- In this stage, vertical erosion slowly starts to replace with lateral erosion or erosion from both sides of the channel.
- Thus, the river channel causes the gradual disappearance of its V-shaped valley (not completely).
- Streams are plenty at this stage with good integration.
- Wider flood plains start to be visible in this course and the volume of water increases with the confluence of many tributaries.
- The work of river predominantly becomes transportation of the eroded materials from the upper course (little deposition too).
- Landforms like alluvial fans, piedmont alluvial plains, meanders etc. can be seen at this stage.

### Lower Course/ Stage of Old (Deposition dominates):

- The river starts to flow through a broad, level plain with heavy debris brought down from upper and middle courses.
- Vertical erosion has almost stopped and lateral erosion still goes on.
- The work of the river is mainly deposition, building up its bed and forming an extensive flood plain.
- Landforms like braided channels, floodplains, levees, meanders, oxbow lakes, deltas etc. can be seen at this stage.



### Running water: erosion, transportation, and deposition

- Erosion occurs when overland flow moves soil particles downslope.
- The rock materials carried by erosion is the load of the river.
- This load acts as a grinding tool helping in cutting the bottom and sides of the river bed, resulting in deepening and widening of the river channel.

### Erosion Types

The work of river **erosion is accomplished in different ways**, all of which may operate together. They are corrasion, corrosion, hydraulic action etc.

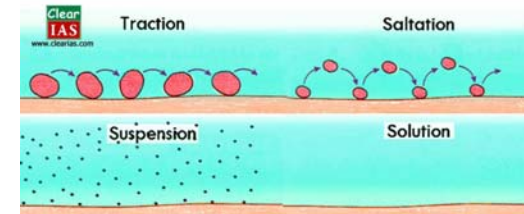
1. **Corrasion or Abration:** As the rock particles bounce, scrape and drag along the bottom and sides of the river, they break off additional rock fragments. This form of erosion is called corrasion or abrasion. They are two types: vertical corrasion which acts downward and lateral corrasion which acts on both sides.
2. **Corrosion or Solution:** This is the chemical or solvent action of water on soluble or partly soluble rocks with which the river water comes in contact.
3. **Hydraulic Action:** This is the mechanical loosening and sweeping away of material by the sheer force of river water itself. No load or material is involved in this process.

### Transportation types

After erosion, the eroded materials get transported with the running water.

This **transportation of eroded materials is carried in four ways:**

1. **Traction:** The heavier and larger rock fragments like gravels, pebbles etc are forced by the flow of the river to roll along its bed. These fragments can be seen rolling, slipping, bumping and being dragged. This process is called as traction and the load transported in this way are called traction load.
2. **Saltation:** Some of the fragments of the rocks move along the bed of a stream by jumping or bouncing continuously. This process is called as saltation.
3. **Suspension:** The holding up of small particles of sand, silt and mud by the water as the stream flows is called suspension.
4. **Solution:** Some parts of the rock fragments dissolved in the river water and transported. This type of transportation is called solution transportation.



- When the stream comes down from the hills to plain areas with the eroded and transported materials, the absence of slope/gradient causes the river to lose its energy to further carry those transported materials.
- As a result, the load of the river starts to settle down which is termed as deposition.
- Erosion, transportation, and deposition continue until the slopes are almost completely flattened leaving finally a lowland of faint relief called **peneplains** with some low resistant remnants called **monadnocks**.

### Erosional Landforms due to Running Water

#### 1. Valleys, Gorges, Canyon

- As we discussed above, valleys are formed as a result of running water.
- The rills which are formed by the overland flow of water later develop into gullies.
- These gullies gradually deepen and widen to form valleys.
- A **gorge** is a deep valley with very steep to straight sides.
- A **canyon** is characterized by steep step-like side slopes and may be as deep as a gorge.
- A gorge is almost equal in width at its top as well as bottom and is formed in hard rocks while a canyon is wider at its top than at its bottom and is formed in horizontal bedded sedimentary rocks.





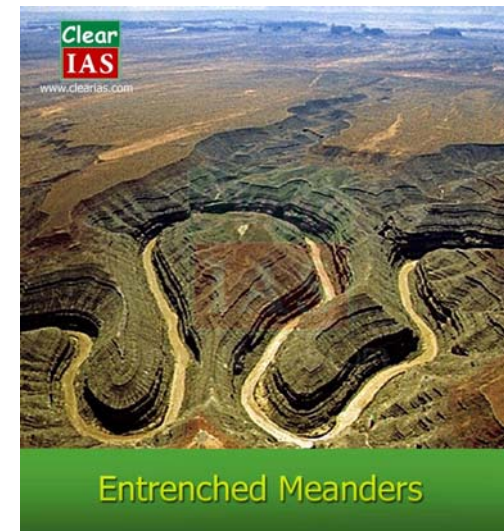
## 2. Potholes, Plunge pools

- Potholes are more or less circular depressions over the rocky beds of hills streams.
- Once a small and shallow depression forms, pebbles and boulders get collected in those depressions and get rotated by flowing water. Consequently, the depressions grow in dimensions to form potholes.
- Plunge pools are nothing but large, deep potholes commonly found at the foot of a waterfall.
- They are formed because of the sheer impact of water and rotation of boulders.



## 3. Incised or Entrenched Meanders

- They are very deep wide meanders (loop-like channels) found cut in hard rocks.
- In the course of time, they deepen and widen to form gorges or canyons in hard rock.
- The difference between a normal meander and an incised/entrenched meander is that the latter found on hard rocks.

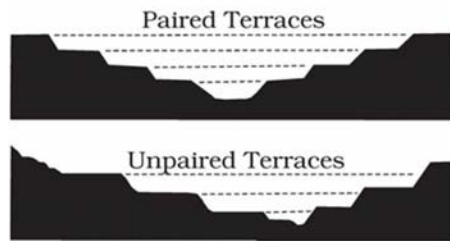


## 4. River Terraces

- They are surfaces marking old valley floor or flood plains.
- They are basically the result of vertical erosion by the stream.
- When the terraces are of the same elevation on either side of the river, they are called as paired terraces.



- When the terraces are seen only on one side with none on the other or one at quite a different elevation on the other side, they are called as unpaired terraces.



#### Depositional Landforms due to Running Water

##### 1. Alluvial Fans

- They are found in the middle course of a river at the foot of slope/ mountains.
- When the stream moves from the higher level break into foot slope plain of low gradient, it loses its energy needed to transport much of its load.
- Thus, they get dumped and spread as a broad low to the high cone-shaped deposits called an alluvial fan.
- The deposits are not roughly very well sorted.



##### 2. Deltas

- Deltas are like an alluvial fan but develop at a different location.
- They are found in the mouth of the river, which is the final location of depositional activity of a river.
- Unlike alluvial fans, the deposits making up deltas are very well sorted with clear stratification.
- The coarser material settle out first and the finer materials like silt and clay are carried out into the sea.

##### 3. Flood Plains, Natural Levees

- Deposition develops a flood plain just as erosion makes valleys.
- A riverbed made of river deposits is the active flood plain and the flood plain above the bank of the river is the inactive flood plain.
- Natural levees are found along the banks of large rivers. They are low, linear and parallel ridges of coarse deposits along the banks of a river.
- The levee deposits are coarser than the deposits spread by flood water away from the river.

##### 4. Meanders and oxbow lakes

- Meanders are loop-like channel patterns develop over the flood and delta plains.
- They are actually not a landform but only a type of channel pattern formed as a result of deposition.
- They are formed basically because of three reasons: (i) propensity of water flowing over very gentle gradient to work laterally on the banks; (ii) unconsolidated nature of alluvial deposits making up the bank with many

irregularities; (iii) Coriolis force acting on fluid water deflecting it like deflecting the wind.

- The concave bank of a meander is known as cut-off bank and the convex bank is known as a slip-off
- As meanders grow into deep loops, the same may get cut-off due to erosion at the inflection point and are left as oxbow lakes.
- For large rivers, the sediments deposited in a linear fashion at the depositional side of a meander are called as **Point Bars or Meander Bars**.



## 5. Braided Channels

- When selective deposition of coarser materials causes the formation of a central bar, it diverts the flow of river towards the banks, which increases lateral erosion.
- Similarly, when more and more such central bars are formed, braided channels are formed.
- Riverine Islands are the result of braided channels.

## WINDS

- Work of wind is more prominent in desert areas where soil particles are loose due to lack of moisture and vegetation.
- A plenty of loose material is provided to be picked up by the blowing wind. Topography created by the erosional and depositional wind is called Aeolian topography.

## EROSIONAL LANDFORMS

### 1. PEDIMENTS AND PEDIPLAINS

- **Pediments** are gently inclined rocky floors close to the mountains at their foot with or without thin cover or debris.
- These are formed as a result of erosion of mountain front through a combination of lateral erosion by streams and sheet flooring.
- Once the pediments are formed, the steep wash slope and free face retreat backwards through parallel retreat of slopes and the pediments extend backwards at the expense of mountain front.
- Gradually the mountain gets reduced leaving an inselberg which is a remnant of the mountain.
- In this way, high relief in the desert areas is reduced to low featureless plains called pediplains.

## **2. PLAYAS**

- Playa is an inland drainage basin with shallow saline lake of fluctuating volume, encircled usually by mud sheets.
- Water remains for a short period only due to high rate of evaporation in dry climate of the desert. Quite often the playas contain deposits salt and such playas are called alkali flats.

## **3. DEFLATION BASIN**

- Many depressions are formed by deflation action of wind. These depressions are called deflation basins.

## **4. BLOW OUT**

- In several desert areas which lack vegetal cover, strong winds form eddies and blows away the loose and soft rocks.
- Consequently a saucer-shaped depression is formed which is known as blowout.

## **5. MUSHROOM**

- The maximum erosion of an upstanding mass of rock occurs slightly above its ground level, where friction close to the ground is absent and sand content in air is yet high.
- The intensity of cutting into the rock decreases, both upwards as well as downwards from this level of maximum erosion by wind.
- Due to greater erosion of the lower portion, the rock

## **DEPOSITIONAL LANDFORMS**

- When the velocity of the wind decreases, it starts dropping its load.
- Some of the important depositional features due to wind action are the sand dunes and loess deposits.

## **1. SAND DUNES**

- A sand dune is the most important feature formed by the depositional work of wind.
- It is a mound, a hill or a ridge of sand with a crest or a definite summit.
- When the carrying capacity of sand laden wind is reduced due to reduction of its speed, it deposits its material whenever some obstacle comes in its way.
- A dune has a long and gentle windward slope and a much steeper leeward slope.

## **2. BARCHAN OR BARKHAN**

- Barchan is the typical sand dune with a crescent-shaped front, having two horns or wings towards the leeward slope.
- It has a convex windward side.
- As the extremities of this dune move more rapidly than the middle portion, it gives it such a characteristic shape.
- A constant wind direction and a limited supply of sand are two essential conditions for the formation of Barkhan.

## **PARABOLIC DUNES**

- **Parabolic dunes** are reverse barchans which are formed when sandy surfaces are partially covered with vegetation.

## **SEIF**

- **Seif** is similar to barchan with the only difference that it has only one wing or point. It is formed when there is shift in wind conditions.
- The long wing of seifs grows very long and high.

## **LONGITUDINAL DUNES**

- **Longitudinal dunes** are formed when supply of sand is poor and wind direction is constant.
- They have considerable length but have low height.

## **TRANSVERSE DUNES**

- **Transverse dunes** are in direction perpendicular to the wind directions.
- These dunes are formed when the wind direction is constant and the source of sand is an elongated feature at right angles to the wind.

## **GLACIER**

- A glacier is a large mass of ice that is persistently moving under its own weight over the land or as linear flows down the slopes of mountains in broad trough-like valleys
- Glaciers are formed in the areas where the accumulation of snow exceeds its ablation (melting and sublimation) over many years, often centuries.
- Glaciers move under the influence of the force of gravity.
- The movement of glaciers is slow, unlike water flow. Glaciers flow like very slow rivers.
- Their movement could be a few centimetres to a few metres a day or even less or more.

### **Types of Glaciers**

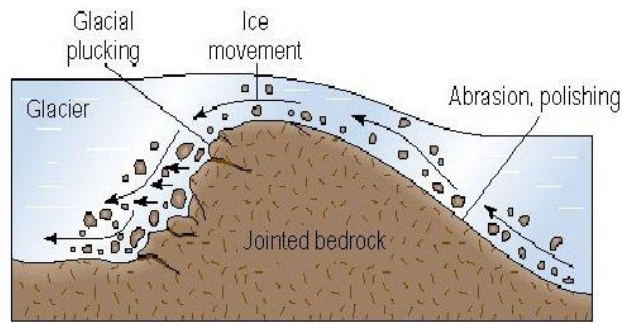
Glaciers are categorized by their morphology, thermal characteristics, and behaviour. Glaciers are mainly of four types - continental glaciers, ice caps, piedmont glaciers and valley glaciers.

1. **Continental Glaciers** - Continental glaciers are continuous masses of ice that are much larger than alpine glaciers. By definition, they have areas larger than 50,000 km<sup>2</sup>, some examples of Continental Glaciers are Antarctica, Iceland, Greenland etc.
2. **Ice caps** - Ice caps are the covers of snow and ice on the mountain ranges from which the valley or mountain glaciers originate. Though they can also be found at the lower altitudes. Ice caps have an area of less than 50,000 km<sup>2</sup>.
3. **Piedmont Glaciers** - The piedmont glaciers form a continuous ice sheet at the base of mountains. The Malaspina Glacier in Alaska is one of the most famous examples of this type of glacier
4. **Valley Glaciers** - A glacier that fills a valley is called a valley glacier. The valley glaciers are commonly known as Alpine Glacier and are found in the valleys created by lofty mountains such as Himalaya in India.

### **Mechanism of erosion and deposition**

- Erosion by glaciers is tremendous because of friction caused by sheer weight of the ice.
- The rate of erosion is determined by several factors such as the velocity of flow, gradient of the slope, the weight of the glacier, the temperature of the ice and the geological structure of the valley
- A glacier erodes its valley through two processes plucking and abrasion.
- **Plucking** - By Plucking , the glacier freezes the joints and beds of the underlying rocks tears out individual blocks and drags them away
- **Abrasion** - By abrasion , the glacier scratches, scraps, polishes and scours the valley floor with the debris frozen into it. These fragments are powerful agents of denudation

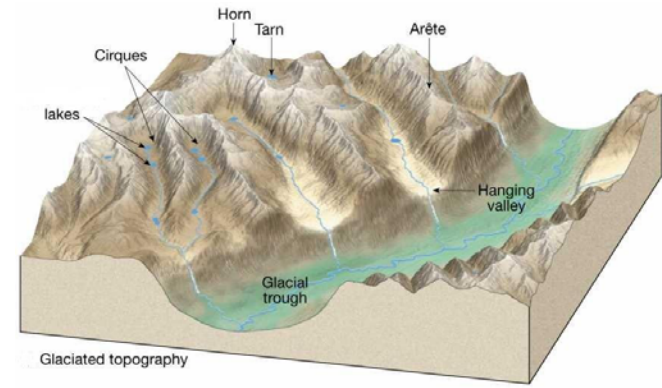
- As glaciers move over bedrock, large blocks and fragments of rocks are plucked from the land by glaciers. This mass of rocks and debris creates huge erosion potential and erodes the bed and sides of the valley through which glaciers flow.
- The movement of glaciers continuously erodes the bedrock and levels of the plain. Eventually, the slope is so much reduced that no further movement is possible and so glacier stops and deposits the debris in the vast outwash plain.



Glacial Erosion

### Glacial Landforms

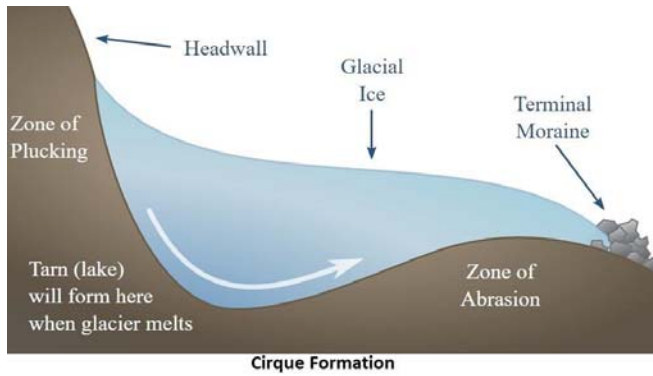
Glaciation generally gives rise to erosional features in the highlands and depositional features on the lowlands, though these processes are not mutually exclusive because a glacier plays a combined role of erosion, transportation and deposition throughout its course



### Erosional Landforms

#### Cirque

- Cirques are horseshoe shaped, deep, long and wide troughs or basins with very steep to vertically dropping high walls at its head as well as sides.
- Cirques are often found along the head of Glacial Valley
- The accumulated ice cuts these cirques while moving down the mountain tops.
- After the glacier melts, water fills these cirques, and they are known as cirque lake.



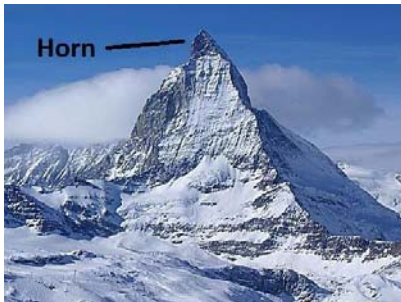
- Aretes are typically formed when two glacial cirques erode head-wards towards one another
- The divides between Cirque side walls or head walls get narrow because of progressive erosion and turn into serrated or saw-toothed ridges referred to as aretes with very sharp crest and a zig-zag outline.



**Arete**

### Horns

- Horns form through head-ward erosion of the cirque walls.
- If three or more radiating glaciers cut headward until their cirques meet, high, sharp pointed and steep-sided peaks called horns form.



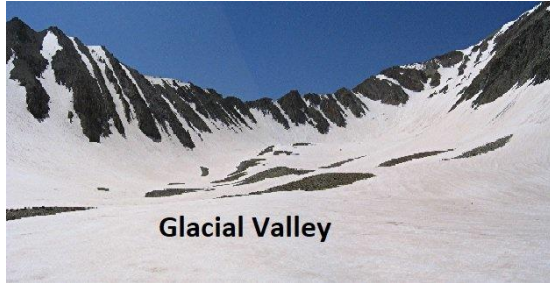
**Horn**

### Aretes

- Arete is a narrow ridge of rock which separates two valleys.

### Glacial Valleys

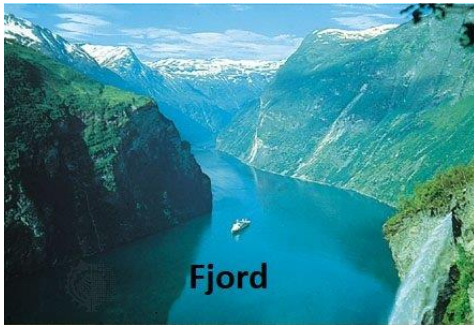
- Glaciated valleys are trough-like and U-shaped with wide, flat floors and relatively smooth, and steep sides.
- When the glacier disappears, and water fills the deep narrow sections of the valley, a ribbon lake is formed.



Glacial Valley

### Fjords/Fiords

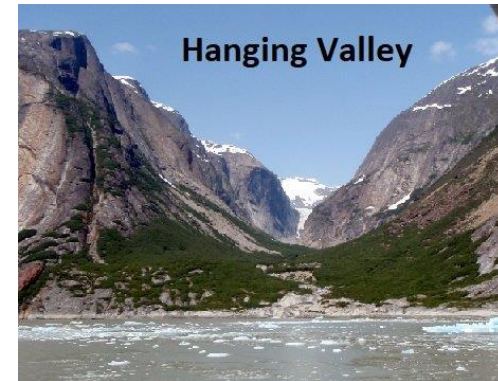
- A fjord or fiord is a long, narrow and steep-sided inlet created by a glacier
- They are formed where the lower end of a very deep glacial trough is filled with sea water
- Fjords are common in Norway, Chile, and New Zealand etc.



Fjord/Fiord

### Hanging Valleys

- A hanging valley is a tributary valley that is higher than the main valley. Hanging valleys are common along glaciated fjords and U-shaped valleys.
- The main valley is eroded much more rapidly than the tributary valleys as it contains a much larger glacier
- After the ice has melted tributary valley, therefore, hangs above the main valley
- The faces of divides or spurs of such hanging valleys opening into main glacial valleys are quite often truncated to give them an appearance like triangular facets.
- Often, waterfalls form at or near the outlet of the upper valley
- Thus, the hanging valley may form a natural head of water for generating hydroelectric power



Hanging Valley



## Depositional Landforms

### Outwash plains

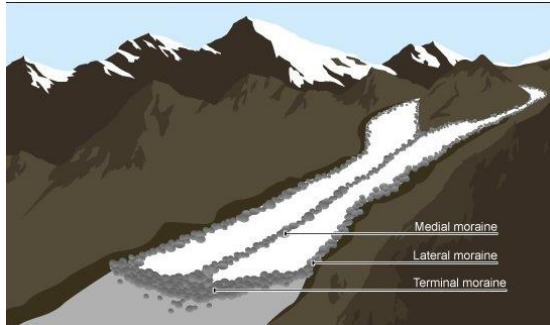
- An outwash plain is a plain at the foot of the glacial mountain
- They are made up of fluvio-glacial sediments, washed out from the terminal moraines by the streams and channels of the stagnant ice mass.
- As it flows, the glacier grinds the underlying rock surface and carries the debris along.
- When the glacier reaches its lowest point and melts, it leaves behind a stratified deposition material, consisting of rock debris, clay, sand, gravel etc. with larger boulders being deposited near the terminal moraine, and smaller particles travelling further before being deposited.
- The stratified surface thus formed is called as an outwash plain and a downward extension of the deposited finer particles and clay material is called valley train.



Outwash Plain

## Moraines

- The unassorted coarse and fine debris dropped by the melting glaciers is called glacial till.
- The long ridges of deposits of these glacial till is called as Moraines
- Depending on its position, moraines are classified into be ground, lateral, medial and terminal moraine.
- **Terminal Moraines** - Terminal moraines are long ridges of debris deposited at the end (toe) of the glaciers.
- **Lateral Moraines** - Lateral moraines form along the sides parallel to the glacial valleys. These moraines partly or fully owe their origin to glaciofluvial waters pushing up materials to the sides of glaciers.
- There can be many lateral moraines on either side in a glacial valley. The lateral moraines may join a terminal moraine forming a horse-shoe shaped ridge
- **Ground Moraines** - Many valley glaciers retreating rapidly leave an irregular sheet of till over their valley floors. Such deposits varying greatly in thickness and in surface topography are called ground moraines.
- **Medial Moraines** - The moraine in the centre of the glacial valley flanked by lateral moraines is called medial moraine. They are imperfectly formed as compared to lateral moraines.
- Sometimes medial moraines are indistinguishable from ground moraines.



Types of Moraine

### Eskers

- An esker is a long, winding sinuous ridge of stratified sand and gravel
- Eskers are frequently several kilometres long and, because of their peculiar uniform shape, are somewhat like railway embankments
- When glaciers melt in summer, the water flows on the surface of the ice or seeps down along the margins or even moves through holes in the ice.
- These waters accumulate beneath the glacier and flow like streams in a channel beneath the ice.
- Such streams flow over the ground with ice forming its banks.
- The stream underneath carries coarse materials such as boulders, blocks which gets deposited in the bed and when the glacier melts the deposits forms a sinuous ridge called eskers.

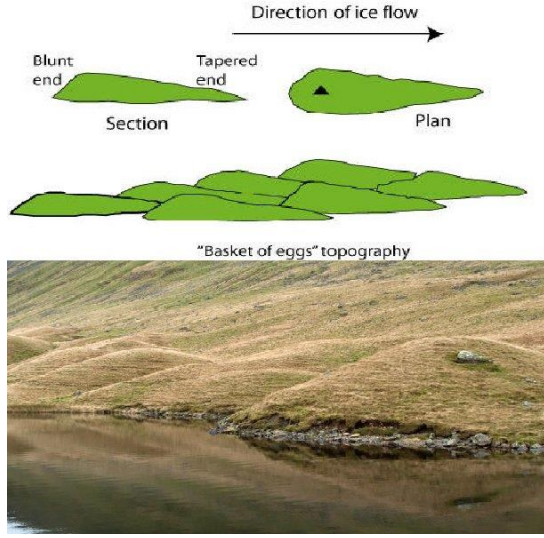


Eskers

Eskers

### Drumlins

- Drumlins are smooth oval shaped ridge-like features composed mainly of glacial till with some masses of gravel and sand.
- The drumlins form due to the dumping of rock debris beneath heavily loaded ice through fissures in the glacier.
- The long axes of drumlins are parallel to the direction of ice movement.
- They may measure up to 1000m in length and 30-35 m or so in height.
- One end of the drumlins facing the glacier called the stoss end is blunter and steeper than the other end called the tail.



Drumlins

**Unit IV: Geomorphic agents and Processes: Landforms formed due to Erosion, Transportation and Deposition of Running water, Wind and Glacier.**

#### ஆறுகள்

ஆறுகள் அவை செல்லும் வழியில் உள்ள பாறைகளை அரிப்பதற்கான மிக அதிக திறனைக் கொண்டுள்ளது. இவை தான் ஆறுகளில் கிளை ஆறுகள் உருவாவதற்கு காரணமாக உள்ளன. ஆற்றின் அரிப்புத்தன்மையானது ஆற்று நீரின் கன அளவு மற்றும் ஆற்றின் வேகத்தைப் பொறுத்ததாகும். ஆறானது மூன்று வகையான வேலைகளை செய்கிறது. அவை அரித்தல், கடத்துதல் மற்றும் படிய வைத்தல்.

#### 1. அரித்தல் (Erosion)

ஆறுகள் தொடர்ச்சியாக பாறைகளை உடைப்பதை அரித்தல் என்று அழைக்கிறோம். ஆற்றின் அரித்தல் பணியானது இயற் மற்றும் வேதியியல் முறைகளில் நடைபெறுகிறது. ஆற்றின் அரித்தல் பணி பின்வரும் முறைகளில் நடைபெறுகிறது.

##### i. நீர்த்தாக்கம் (Hydraulic action)

புரண்டோடும் ஆற்று நீரின் விசையின் காரணமாக ஆற்றின் பாதையில் உள்ள பாறைகள் உடைவதை நீர்த்தாக்கம் என்கிறோம்.

##### ii. உராய்வு (Corrasion)

ஆற்றுப் படுகை மற்றும் ஆற்றங்கரை ஆற்று நீரால் கொண்டு வரப்படும் பாறைத் துகள்களால் அரிக்கப்படுவதை உராய்வு என்கிறோம்.

##### iii. கரைசல் (Corrosion, Solution)

ஆற்று நீரில் கரையக்கூடிய கனிமங்களின் செயல்முறையை கரைசல் என்கிறோம்.

##### iv. மோதித் தேய்தல் (Attrition)

ஆற்று நீரால் கடத்தி வரப்படும் பொருட்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதுவதை மோதித் தேய்தல் என்கிறோம்.

#### 2. கடத்துதல் (Transportation)

உடைக்கப்பட்ட பாறைத் துகள்கள் ஆற்று நீரால் கடத்தப்படுவதை கடத்துதல் என்கிறோம். அரிப்புச் செயலுக்கு பிறகு அரிக்கப்பட்ட பாறைத் துகள்களை ஆறுகள் கடத்துகின்றன. கடத்துதல் நான்கு முறைகளில் நடைபெறுகின்றது.

### i. இழுத்தல் (Traction)

கனமான மற்றும் பெரிய பாறை துண்டுகளான சரளை, கூழாங்கற்கள் போன்றவை நீரின் விசையால் ஆற்றுப்படுகை வழியே உருட்டித் தள்ளப்படுகின்றன. இந்த துண்டுகளானது உருண்டும், நழுவிடும், குதித்தும் இழுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இந்த செயல்முறைக்கு இழுத்துச் செல்லல் (Traction) என்று பெயர்.

### ii. துள்ளல் (Saltation)

சிலப் பாறைதுகள்கள் ஆற்றின் படுகையில் தொடர்ந்து குதித்து செல்கின்றன. இந்த செயல்முறையை துள்ளல் எனக் கூறுகிறோம்.

### iii. தொங்குதல் (Suspension)

சிறிய மணல் துகள்கள், வண்டல் படிவுகள், சேறு ஆகியவற்றை ஆற்று நீரானது தாங்கிச் செல்வதை (Suspension) தொங்குதல் என்று அழைக்கிறோம்.

### iv. கரைசல் (Solution)

பாறைத் துகள்களின் சில பகுதிகள் ஆற்று நீருடன் கரைந்து செல்வதை கரைசல் என்கிறோம். இந்த வகையான கடத்தலை கரைசல் கடத்தல் என்கிறோம்.

## 3. படியவைத்தல்

படியவைத்தல் என்பது, ஆற்றின் வேகம் குறைவதால் மணல், வண்டல் படிவுகள் மற்றும் மற்ற துகள்கள் படிகின்றன. மென் சரிவில் ஆற்றின் வேகம் குறைவதால் அவை படிவுகளை படியவைக்கும். ஆறு, முதலில் பெரிய மற்றும் சிறிய படிவுகளை படிய வைக்கிறது. பிறகு மிகவும் நுண்ணிய பொருட்களை ஆற்றின் முகத்துவாரத்தில் படிய வைக்கிறது.

### ஆற்றின் படி நிலைகள்

ஆற்றின் போக்கு மேல் நிலை, இடை நிலை மற்றும் இறுதி நிலை என மூன்று வகைப்படும். ஆறு ஒவ்வொரு நிலையிலும் ஒரு தனித்துவமான வேலையை செய்கிறது. ஆற்றின் நிலைகள், அதன் முக்கிய வேலை மற்றும் ஒவ்வொரு நிலைகளிலும் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்கள் பற்றி நாம் பார்ப்போம்.

### 1. மேல் நிலை (The Upper stage)

இந்த நிலையை இளம் நிலை அல்லது மலை நிலை என்றும் கூறுவார்கள். இங்கு ஆற்றின் திசை வேகம் மற்றும் வேகம் மிக அதிகமாக உள்ளது. ஏனென்றால் இது செங்குத்து சரிவைக் கொண்டுள்ளது. செங் குத்து அரித்தல்

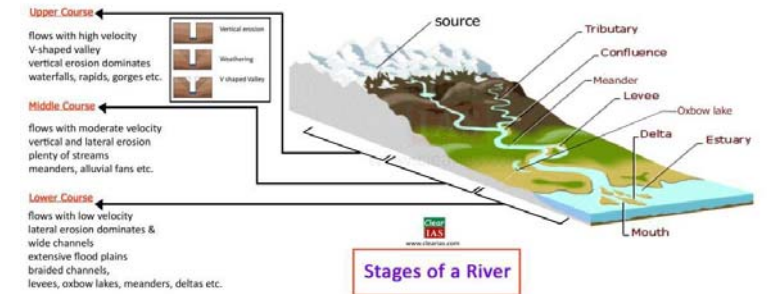
இந்நிலையின் முதன்மையான வேலையாகும். இதன் காரணமாக பள்ளத்தாக்குகள் உருவாகின்றன. ஆறு உருவாகும் இடத்தை தொடங்கும் இடம் (Source) என்று கூறலாம். மலை நிலையில் சிறிய நீரோடைகள் அதிக எண்ணிக்கையில் வெவ்வேறு இடங்களிலிருந்து உருவாகின்றன. அவற்றை துணை ஆறுகள் (Tributaries) என்று கூறுவார்கள். இரண்டு ஆறுகள் சந்திக்கும் இடத்தை சங்கமம் (The confluence) என்று அழைக்கிறோம். ஒரு மலையின் இரு பக்கங்களில் இருக்கும் இரண்டு நதி அமைப்புகளை நீர் பிரிப்பு (Water divide) என்கிறோம்.

### 2. இடை நிலை (The Middle stage)

இது ஆற்றின் முதிர்ந்த நிலையாகும். இங்கு செங்குத்து அரித்தல் அல்லது பள்ளத்தாக்கின் ஆழப்படுத்துதல் கணிசமாக குறைகிறது. பக்கவாட்டு அரித்தல் இந்த நிலையின் முக்கிய வேலையாகும். இந்த நிலையில் பக்கவாட்டு அரித்தலின் காரணமாக பள்ளத்தாக்கு அகலமாகிறது. ஆற்று நீரின் கன அளவு அதிகரிக்கிறது மற்றும் அதன் சரிவானது மிதமாக உள்ளது. இங்கு ஆற்றின் ஆழம் அதிகமானதாக உள்ளது.

### 3. இறுதி நிலை (The Lower stage)

இது ஆற்றின் இறுதி நிலையாகும். இங்கு பள்ளத்தாக்குகள் மிகவும் பரந்து மற்றும் பொதுவாக மென்சரிவைக் கொண்டிருக்கும். பள்ளத்தாக்கு முற்றிலும் சமதளமாக இருப்பதை அரிப்பு சமவெளி என்கிறோம். பெரும்பாலான அரிப்பு சமவெளியானது குறைந்த மக்கள் வாழக்கூடிய செங்குத்தான சரிவுகளை கொண்ட ஒண்டிக்குன்றாக (Monadnocks) உருவாகுகிறது.



இந்த நிலையில் ஆற்றின் முக்கிய பணி படியவைத்தல் ஆகும். ஆற்றின் ஆழம் குறைவாக இருக்கும். முதன்மை ஆறானது பல சிறிய ஆறுகளாக பிரிவதை கிளையாறுகள் (Distributaries) என்கிறோம். ஆறு இறுதியில் சென்றடையும் இடத்தை "முகத்துவாரம்" என்கிறோம். (எ.கா) கடற்கரை, ஏரி.

### ஆற்றின் அரிப்பினால் ஏற்படக்கூடிய நிலத்தோற்றங்கள்

மலையிடுக்குகள் (Gorge), செங்குத்து பள்ளத்தாக்கு (Canyon), 'V' வடிவ பள்ளத்தாக்கு, நீர்வீழ்ச்சி (Waterfall), குடக்குடைவு (Pothole), பாறைக் கட்டமைப்பு மேடை (Structural bench) ஆற்றுத்திடல் (River terrace), ஆற்று வளைவு, குதிரை குளம்பு ஏரி (Ox bow lake), அரிப்புச் சமவெளி (Peneplain) போன்ற குறிப்பிடத்தக்க நிலத்தோற்றங்கள் ஆற்றின் அரித்தல் விளைவாக தோன்றுகின்றன.

### மலையிடுக்குகள்

பள்ளத்தாக்குகளில் கீழ் நோக்கி அரித்தல் காரணமாக மலையிடுக்குகள் உருவாகின்றன. எனவே மலையிடுக்குகள் என்பது ஒரு குறுகிய மற்றும் ஆழமான, குறுகிய சரிவுகளைக் கொண்ட பள்ளத்தாக்குகள் ஆகும்.



### செங்குத்துப் பள்ளத்தாக்கு (Canyon)

மலையிடுக்குகளின் தொடர்ச்சியே செங்குத்துப் பள்ளத்தாக்குகளாகும். செங்குத்துப் பள்ளத்தாக்குகள் மிக ஆழமான, குறுகிய ஆனால் நீண்ட பள்ளத்தாக்குகளாகும். பள்ளத்தாக்கின் சரிவானது பாறைகளின் தன்மையைப் பொறுத்து அமைகிறது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் அரிசோனா மாகாணத்தில் உள்ள கொலராடோ ஆற்றின் கிராண்ட் பள்ளத்தாக்கு 482.8 கி.மீ நீளமும் 2088.3 மீ ஆழமும் உடையது. இது உலகின் மிகப் பெரிய செங்குத்துப் பள்ளத்தாக்கு ஆகும். ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் பென்னார் ஆற்றின் மீது அமைந்துள்ள கண்டிகோட்டா இந்தியாவின் கிராண்ட் செங்குத்துப் பள்ளத்தாக்கு (Canyon) என்று அழைக்கப்படுகிறது.



### செங்குத்துப் பள்ளத்தாக்கு (Canyon) 'V' வடிவ பள்ளத்தாக்கு

ஆற்றின் அரித்தல் காரணமாக உருவாகிய நிலத்தோற்றங்களில் பள்ளத்தாக்குகள் குறிப்பிடத்தக்கது. ஆற்றின் அரித்தலினால் இளம் நிலையில் பள்ளத்தாக்குகள் உருவாகின்றன. செங்குத்தானச் சரிவு மற்றும் நீரின் அதிக கன அளவு காரணமாக ஆற்றுப்படுகை செங்குத்தாக அரிக்கப்பட்டு குறுகிய மற்றும் ஆழமான பள்ளத்தாக்குகள் உருவாகின்றன. அதை V- வடிவ பள்ளத்தாக்கு என்கிறோம்.

### துள்ளல் அருவி மற்றும் நீர் வீழ்ச்சி

#### (Rapids and Waterfalls)

வலுவான நீரோட்டங்கள், ஏராளமான தடைகள் மற்றும் ஆற்றுப்படுகையில் உள்ள படிக்கட்டுகளை கொண்டுள்ள ஆற்றின் பகுதியை துள்ளல் அருவி என்கிறோம். ஆற்றுப்படுகையில் நீர் செங்குத்தாக வீழ்வதை



நீர்வீழ்ச்சி என்கிறோம். மிகத் தீவிரமான அரிப்பினால் நீர்வீழ்ச்சி மற்றும் துள்ளல் அருவி ஏற்படுகின்றன. ஒரு ஆற்றில் பல நீர்வீழ்ச்சிகள் தொடர்ந்து காணப்படுவதை தொடர் அருவி (Cascade) என்கிறோம். வெனிசுலாவில் உள்ள ஏஞ்சல் (Angel falls, 979 மீட்டர்) நீர்வீழ்ச்சி உலகின் மிக உயரமான நீர்வீழ்ச்சியாகும்.



### நீர்வீழ்ச்சிக் குளம் (Plunge Pool)

ஆற்றுப் படுகையில் நீர்வீழ்ச்சியின் அடிவாரத்தில் காணப்படும் மிக ஆழமான பள்ளத்தை நீர்வீழ்ச்சிக் குளம் (Plunge Pool) என்கிறோம். இது நீர்வீழ்ச்சியின் அடிவாரத்தில் விழுகின்ற நீரின் அரித்தல் விசை காரணமாக உருவாகிறது.

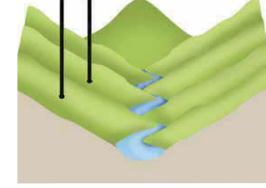
### நீண்ட பள்ளம் (Grooves)

நீர்வீழ்ச்சியின் அடிவாரத்தில் ஆற்றின் வழிந்தோடும் நீரினால் (run off) உருவான நீளமான மற்றும் குறுகலான பள்ளத்தை நீண்ட பள்ளம் என்கிறோம். ஒரு குறுகிய காலத்தில் குன்று அல்லது மலையில் உள்ள மண் நீரினால் அரிக்கப்பட்டு நீண்ட பள்ளத்தை உருவாக்குகிறது. நீர்வீழ்ச்சியிலிருந்து நீர் சுழன்று குளத்தில் விழுவதை (eddying) நீர்சுழி என்கிறோம்.

### பின்னப்பட்ட குவடு (Interlocking spur)

“V” வடிவ பள்ளத்தாக்கின் எதிரெதிர் பக்கத்தில் முனைப்பான (Projecting)

மலைத்தொடர் உருவாகும் அதை பின்னப்பட்ட குவடு (Interlocking spur) என்கிறோம். இவற்றை மேற்பொருந்திய குவடு என்றும் அழைக்கலாம். இதன்வழியே ஆறானது வளைந்தும் நெளிந்தும் செல்கிறது.



### குடக் குடைவு (Pot Holes)

சிறிய கெண்டி (kettle) போன்றபள்ளமானது ஆற்று பள்ளத்தாக்கின் பாறைகள் நிறைந்த ஆற்று படுகையில் உருவாவதை குடக் குடைவு என்கிறோம். அவை எப்பொழுதுமே உருளை வடிவில் காணப்படுகின்றன. மணற்கல் மற்றும் கருங்கல் போன்ற பெரிய துகள்களை கொண்ட பாறைகளில்பொதுவாககுடக் குடைவு உருவாகிறது.



### ஆற்றுதிடல் (River Terraces)

பள்ளத்தாக்கின் அடிவாரத்தின் இரு பக்கங்களில் காணப்படும் குறுகிய படிக்கட்டுகள் போன்ற தட்டையான மேற்பரப்பை ஆற்று திடல் என்கிறோம். இவை பழைய பள்ளத்தாக்கு படுகையின் நிலையை குறிக்கின்றன.

### ஆற்றின் படிதலினால் ஏற்படக்கூடிய நிலத்தோற்றங்கள்

#### 1. வண்டல்விசிறிகள் (Alluvial Fan)

பொதுவாக ஆறுகள் விட்டுச் செல்லும் வறண்ட மற்றும் அரை வறண்ட மலைத் தொடர்களின் அடிவாரத்தில் விசிறிகள் காணப்படுகின்றன. சரளை, மணல் மற்றும் சிறிய துகள்களைக் கொண்ட விசிறி வடிவில் உள்ள படிவுகளை வண்டல் விசிறிகள் என்கிறோம்.

இமயமலைப் பகுதிகளில் உள்ள காசி ஆறு, அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் உள்ள மரணப் பள்ளத்தாக்கு தேசிய பூங்கா மற்றும் கொலரோடா ஆற்றின்கரையில் உள்ளகிராண்ட் பள்ளத்தாக்கு தேசிய பூங்கா போன்ற இடங்களில் வண்டல் விசிறிகள் காணப்படுகின்றன.



வண்டல்விசிறிகள்

## 2. அரிப்புச் சமவெளி(Peneplain)

குழிந்த மற்றும் குவிந்த குன்றுகளின் எச்சங்களையும் சிறிய மேடு பள்ளங்களை உடைய மேற்பரப்பையும் கொண்ட தாழ்வான சமவெளியை அரிப்புச் சமவெளி என்கிறோம்.

## 3. ஆற்று வளைவு (Meander)

ஆற்றின் வளைவு மற்றும் நெளிவை மியாண்டர் என்கிறோம். ஆற்றின் அரித்தல் மற்றும் படிதல் செயல்முறைகளின் விளைவாக ஆற்று வளைவு உருவாகிறது. இது ஆற்றின் இடை நிலை (Middle stage) மற்றும் இறுதி நிலையின் (Lower stage) குறிப்பிடத்தக்க நிலத்தோற்றமாகும். வெள்ளச் சமவெளியில் செங்குத்து அரித்தல், பக்கவாட்டு அரித்தல் மற்றும் படிதல் காரணமாக ஆற்றின் வளைவு உருவாகிறது.



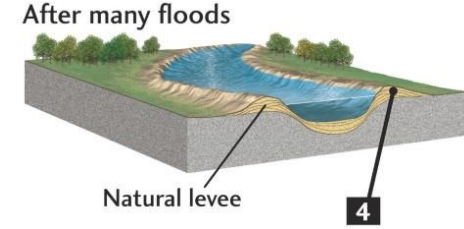
படம்-ஆற்று வளைவு

## 4. குதிரை குளம்பு ஏரி (Ox bow lake)

முதன்மை ஆற்றிலிருந்து துண்டிக்கப்பட்டுத் தனித்து காணப்படும் ஆற்று வளைவே குதிரை குளம்பு ஏரி எனப்படுகிறது. இது குதிரை லாட வடிவில் காணப்படுவதால் இந்த நிலத்தோற்றம் இவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது.

## 5. உயரணை (Levees)

அடிக்கடி வெள்ளப்பெருக்கு ஏற்பட்டு வண்டல் படிவுகள் படிதல் காரணமாக ஆற்றின் படுகை மற்றும் கரையோரங்கள் உயர்த்தப்படுவதை உயரணை என்கிறோம்.



## 6. வெள்ளச் சமவெளி (Flood plain)

ஆற்றின் கரையை ஒட்டியுள்ள சமதளமான நிலப்பரப்பை வெள்ளச் சமவெளி என்கிறோம். இது ஆற்றுக் கிளைகளின் கரையிலிருந்து பள்ளத்தாக்கின் சுவர் வரையில் பரவிக்காணப்படுகிறது. அதிகப்படியான ஆற்று நீரின் வெளியேற்றத்தினால் வெள்ளப்பெருக்கு ஏற்படுகிறது.

## 7. ஆற்றுக் கழிமுகம் (Estuary)

எஸ்சுவரி "Estuary" என்ற சொல் லத்தீன் மொழியின் எஸ்சுவரியம் "Estuarium" என்ற சொல்லிலிருந்து பெறப்பட்டது. அதன் பொருள் கடலின் ஓத நுழைவாயில் ஆகும். ஏஸ்டஸ் 'aestus' என்ற சொல்லின் பொருள் 'ஓதம்' என்பதாகும்.

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஆறுகள் கடலில் உள்ள உவர் நீருடன் கலக்குகின்ற கரையோரப் பகுதிகள் கடலுடன் திறந்த இணைப்புடனும் காணப்படுவதை கழிமுகம் என்கிறோம்.



உவர் நீர் மற்றும் நன்னீர் சேரும் இடமானது வளமான மற்றும் ஊட்டச்சத்து மிகுந்ததாக நீரிலும் மற்றும் வண்டல் படிவிலும் காணப்படுகிறது. எனவே, கழிமுகம் உலகின் மிக வளமான இயற் தொகுதியாக உள்ளது. எ.கா. குஜராத்தில் உள்ள நர்மதா ஆற்றில் அமைந்துள்ள கழிமுகம்.

### 8. டெல்டா (Delta)

ஆற்றின் முதுமை நிலையில் டெல்டா காணப்படுகிறது. ஆற்றின் முகத்துவாரத்தில், முக்கோண வடிவ நிலத்தோற்றம் வண்டல் படிவுகளால் உருவாகிறது. அதை டெல்டா என்கிறோம். நான்காவது கிரேக்க எழுத்தான டெல்டா வடிவில் இந்த நிலத்தோற்றம் இருப்பதால் இப்பெயர் உருவானது. எ.கா. உலகின் மிகப் பெரிய டெல்டா கங்கை பிரம்மபுத்திரா டெல்டா ஆகும்.



### டெல்டாவின் வகைகள்

ஆற்றுப் படிவுகளின் வடிவம் மற்றும் வகைகளின் அடிப்படையில் டெல்டாவை பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

#### 1. வில்வடிவ டெல்டா (Arcuate Delta)



வில் அல்லது வளைந்த வடிவத்தை கொண்ட டெல்டாக்கள் குவிந்த எல்லைகளுடன் கடலை நோக்கிக் காணப்படுவது வில் வடிவ டெல்டா ஆகும். இதனை விசிறி வடிவ டெல்டா என்றும் அழைக்கலாம். எ.கா. எகிப்தில் உள்ள நைல் டெல்டா மற்றும் இந்தியாவின் கங்கை பிரம்மபுத்திரா டெல்டா.

#### 2. கழிமுக டெல்டா (Estuarine Delta)

கழிமுக டெல்டா என்பது மூழ்கிய ஆற்றின் முகத்துவாரத்தின் ஓரங்களில் வண்டல் படிவுகளை ஏற்படுத்தும் போது உருவாகும் நிலத்தோற்றமாகும் (எ.கா) பிரான்சில் உள்ள சீன் (Seine River) ஆறு.



#### 3. பறவை பாத டெல்டா (Bird foot Delta)

ஆற்றினால் படிவ வைக்கப்படும் மிக நுண்ணிய படிவினால் பறவை பாத டெல்டா உருவாகிறது. படிவ வைக்கப்பட்ட வண்டல் படிவுகளினால் ஆறு சிறிய கிளையாறுகளாக பிரிகிறது.



மிசிசிப்பி ஆறு

அத்தகைய டெல்டாக்களை பறவை பாத டெல்டா என்கிறோம். எ.கா. அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் உள்ள மிசிசிப்பி ஆற்று டெல்டா.

#### 4. ஏரி டெல்டா (Lacustrine Delta)

ஒரு ஆறு இறுதியாக ஏரியை வந்தடையும் போது, ஏரி டெல்டா உருவாகிறது. எ.கா. அயர்லாந்தில் உள்ள லோ லேன்னே (Lough Leanne) ஆற்று டெல்டா.

#### 5. துண்டிக்கப்பட்ட டெல்டா (Truncated Delta)

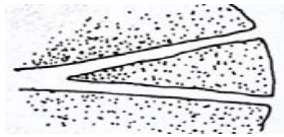
கடல் அலைகள் மற்றும் கடல் நீரோட்டங்கள் அரித்தல் காரணமாக உருவாகிய டெல்டாவை மாற்றியமைக்கவோ அல்லது அழிக்கவோ செய்கின்றன. அவ்வாறு உருவாகும் டெல்டாவை துண்டிக்கப்பட்ட டெல்டா என்கிறோம்.

#### 6. விடுபட்ட டெல்டா (Abandoned Delta)

ஒரு ஆறு தனது முகத்துவாரத்தை மாற்றிக்கொள்ளும் போது ஏற்கனவே அந்த நதியால் உருவான டெல்டா கைவிடப்படுகிறது. அத்தகைய டெல்டா விடுபட்ட டெல்டா என்று அழைக்கப்படுகிறது. எ.கா. சீனாவில் உள்ள மஞ்சள் ஆற்றின் டெல்டா மற்றும் இந்தியாவில் உள்ள ஹூக்ளி (Hoogly) ஆற்று டெல்டா.

#### 7. கூரிய வடிவ டெல்டா (Cuspate delta)

இது கூரிய பல் போன்ற உருவத்தில் காணப்படுகிறது. ஒரு தனித்த கிளையாறு வண்டல் படிவுகளை ஆற்றின் இரு பக்கங்களிலும் படிய வைக்கும் போது கூரிய வடிவ டெல்டா உருவாகிறது. எ.கா, இத்தாலியின் டைபர் ஆற்று டெல்டா.



## காற்று

வறண்ட நிலங்களில் உள்ள முக்கியமான புவிப்புறவியல் காரணி காற்று ஆகும். வறண்ட பகுதியில் காற்றின் வேகம் அதிகமாதலால் அரித்தல் மற்றும் படிவித்தல் செயல்களை செய்கின்றது. காற்றின் அரித்தல் மற்றும் படிவித்தல் செயல்களினால் ஏற்படும் நிலத்தோற்றங்கள் காற்று வழி நிலத்தோற்றங்கள் (Aeolian landform) என அழைக்கப்படுகிறது. காற்றின் செயல்கள் கீழ்க்கண்ட வழிகளில் காற்றின் செயல்கள் நடைபெறுகின்றன.

### 1. தூற்றுதல் (Deflation)

காற்றின் மூலம் மணல் மற்றும் தூசுகள் நீக்கப்படுவதை தூற்றுதல் என்கிறோம். இச்செயல் பாலைவனத்தில் பள்ளங்களை ஏற்படுத்துகிறது. இந்தப் பள்ளங்கள் நீரால் நிரப்பப்படும் போது பாலைவனச் சோலைகள் (Oasis) உருவாகின்றன.

### 2. சிராய்த்தல் (Abrasion)

காற்றின் செயல்களில், காற்றினால் கடத்தப்படும் மணல் துகள்கள் பாறைகளின் மீது மோதி அரிக்கப்படுதலே சிராய்த்தல் ஆகும்.

### 3. உராய்தல் (Attrition)

காற்றினால் கடத்தப்படும் மணல் துகள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதி தேய்வது உராய்தல் எனப்படும்.

## காற்றின் அரித்தல் நிலத்தோற்றங்கள் (Erosional Landforms of Wind)

### 1. ஊதுபள்ளம் (Blow/Deflation hollows)

காற்றின் தூற்றுதல் செயலினால் ஏற்படும் ஆழமற்ற பள்ளங்களே 'ஊது பள்ளங்கள்' எனப்படும்.

## 2. காளான்பாறை (Mushroom Rock)

காளான் பாறைகள் பாறைபீடம் (அல்லது) பீடப்பாறைகள் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இவை இயற்கையாக தோன்றும் காளான் போன்ற அமைப்பினைக் கொண்டிருக்கும்.

பாலைவனங்களில் மிக அதிகமாக மணல் மற்றும் பாறைத் துகள்களை காற்று புவிப்பரப்பிற்கு மேலே கொண்டு செல்வதால் அங்கு அமைந்துள்ள பாறைகளின் அடிப்பகுதிகள் மேல்புற பகுதிகளை விட அதிகமாக அரிக்கப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக பாறைத் தூண்கள் அடிப்பகுதியில் அதிகம் அரிக்கப்பட்டும் மேல் பகுதி பரந்தும் காளான் போன்ற அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன.



படம் பாலைவனச்சோலை மற்றும் காளான்பாறை

## 3. யார்டாங் (Yardang)

காற்று வீசும் திசைக்கு இணையாக 1 முதல் 10 மீட்டர் உயரம் வரை பரந்த அமைப்பிலான பாறைகள் அரிக்கப்பட்டு குறுகிய பள்ளத்துடனும் குழிகளுடனும் ஒழுங்கற்ற பாறை முகடுகளாக காணப்படும் நிலத்தோற்றமே யார்டாங் எனப்படும். இவை காற்றின் பல்வேறுபட்ட அரித்தல்

செயல்களினால் ஏற்படுகின்றது. ஏரிகளில் காணப்படும் மணல் துகள்களை எடுத்துச் செல்லும் காற்று எதிரே உள்ள பாறைகளின் வலுவற்ற பகுதிகளை அதிகமாக அரித்து முகடுகளையும் மற்றும் பள்ளங்களையும் மாறி மாறி உருவாக்குகிறது. மிகப் பெரிய அளவிலான யார்டாங்குகள் எகிப்தில் அஸ்வான் ஏரியின் வடக்குப் பகுதிகளில் உள்ள கோம்ஓம்போ என்ற இடத்தில் காணப்படுகிறது.



## 4. சியூகன் (Zeugen)

காற்றின் 'உராய்ந்து தேய்தல்' செயலினால் உருவாகும் நிலத்தோற்றத்தில் முகடுகளும் பள்ளங்களும் அடுத்தடுத்து காணப்படுவதே சியூகன் எனப்படும். இவை 30 மீ உயரம் வரை காணப்படும்.



படம் சியூகன்

காற்று படியவைத்தலினால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்கள்

## 1. மணல் குன்றுகள் (Sand Dunes)

வறண்ட வெப்ப பாலைவனங்களே மணல் குன்றுகள் உருவாகும் சிறந்த இடமாக அமைகின்றது. மணல்குன்றுகளின்வடிவத்தைப் பொறுத்து, பல வகையான மணல் குன்றுகள் காணப்படுகின்றன. அவை பிறைவடிவ மணற்குன்று (Barchans), சங்கிலித் தொடர் மணல் குன்று (Seif dunes) போன்றவையாகும்.

### i. பர்க்கான்ஸ் (Barchans)

பர்க்கான்ஸ் பாலைவனத்தின் மிகச் சிறந்த ஒரு நிலத்தோற்றம் ஆகும். இவை பிறை வடிவம் கொண்டவை. பிறையின் இரு முனைகளும் காற்றின் எதிர் திசையில் நீண்டுக் காணப்படுகிறது. இப்பிறை வடிவக் குன்றுகள் 27 மீட்டர் உயரம் வரை காணப்படும்.



### ii. சங்கிலித் தொடர் மணல்குன்று(Seifdunes)

நீண்ட முகடுகளைக் கொண்ட மணல் குன்றுகளே சங்கிலித் தொடர் மணல் குன்றுகள் எனப்படும். இவை அங்கு வீசும் காற்றின் திசை அமைப்பில் காணப்படுகின்றன. சங்கிலித் தொடர் மணல் குன்றின் பரப்பு தளம் (Slip) காற்று வீசும் திசையில் அமைவதற்கு, அதன் இரு முனைகளும் காற்றுச் சுழல்களை கொண்டிருப்பதே காரணமாகும். சங்கிலித் தொடர் குன்று முகடுகளுக்கு இடையில் உள்ள பள்ளங்களில் காணப்படும் மணல் காற்றினால் நீக்கப்படுகிறது. இந்த முகடுகள் பல கிலோ மீட்டர் நீண்டு காணப்படும்.



படம் மணல் குன்றுகள்

### 2. காற்றடி வண்டல் படிவு (லோயஸ்)

பல ஆயிரம் வருடமாக உலகின் பல பகுதிகளில் மேற்பரப்பானது காற்றினாலும் அது ஏற்படுத்தும் தூசுப் புயல்களினாலும் படிவிக்கப்பட்டப்

படிவுகளால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. இந்த படிவுகளே காற்றடி வண்டல் படிவு என அழைக்கப்படுகிறது.



### 3. மலையடி சமவெளி (Pediplains)

பாலைவனங்களில் உள்ள உயர் நிலங்கள் காற்றின் செயல்களினால் அரிக்கப்பட்டு எவ்வித நிலத்தோற்றமும் அற்ற தாழ்நிலமாக மாறுவதே மலையடி சமவெளி எனப்படும்.

### பனியாறுகள் (Glaciers)

மலைச்சரிவிலிருந்து மிகப் பெரிய அளவிலான பனி மெதுவாக நகர்ந்து வருதலே 'பனியாறு' எனப்படுகிறது. பனியாறு எனும் சொல் பிரான்சு மொழியின் 'Glacé' என்ற வார்த்தையிலிருந்து உருவான சொல். பனியாறுகள் பெரும்பாலும் 'பனிக்கட்டிகளை கொண்ட ஆறுகள்' எனப்படுகிறது. பனி அதிகமாக குவிந்து மலைச்சரிவிலிருந்து நீக்கப்படுவதால் பனியாறுகள் ஏற்படுகின்றன. ஆண்டு முழுவதும் பனிபடர்ந்துள்ள இடங்களே 'பனிக்களம்' (snowfields) எனப்படுகிறது. உறைபனிக்கோடு (snowline) எனும் கற்பனைக் கோடானது நிலையான பனிக்களம் இருக்கும் பகுதியை குறிப்பதாகும்.

எனவே, உறைபனிக்கோட்டிற்கு மேல்தான் எப்பொழுதும் பனிக்களமானது அமைகிறது. ஓரிடத்தின் இயற்கைத் தோற்றங்கள் அட்சக் கோடு, பனிப்பொழிவின் அளவு, காற்றின் திசை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே உறைபனிக் கோடானது இடத்திற்கு இடம் வேறுபடுகின்றது. உறைபனிக்கோட்டிற்கு கீழிருந்து பனியாறு உருவாகின்றது. மேலடுக்குகளின் அழுத்தம் காரணமாக கீழடுக்குகளில் உள்ள பனி உருகி பனியாறாக மலைச் சரிவில் நகர்கிறது. பனியாறுகள் ஒரு நாளில் 1 மீட்டர் என்ற சராசரி வேகத்தில் நகர்கிறது. உலகின் 96 % பனியாறுகள் அண்டார்டிக்காவிலும், கிரீன்லாந்திலும் காணப்படுகின்றன.

பனியாறுகளின் வகைகள்

பனியாறுகள் மூன்று வகைப்படும். அவை,

1. கண்டப் பனியாறுகள் (Continental Glaciers)
2. பனிகவிகை (Ice caps)
3. மலை மற்றும் பள்ளத்தாக்கு பனியாறுகள் (Mountain and Valley Glaciers)

### 1. கண்டப் பனியாறுகள் (Continental Glaciers)

துருவப் பகுதிகளில் கண்டப் பனியாறுகள் காணப்படுகின்றன. இப்பகுதிகளில் ஈரப்பொழிவுகள் அனைத்துமே பனிப்பொழிவாக உள்ளன. ஒவ்வொரு வருடமும் பொழியும் பனியானது மேன்மேலும் குவிகிறது. இதன் காரணமாக இப்பகுதி மிக அதிக அளவில் பனிக்கட்டியால் மூடப்பட்டுள்ளது. இவையே பனித் தாள்கள் (Ice sheet) அல்லது கண்டப் பனியாறுகள் (Continental Glaciers) எனப்படுகின்றன. இந்தப் பனித்தாள்களின் அடர்த்தி அதிகபட்சமாக 3,400 மீட்டர் அளவில் கீரின்லாந்திலும், அதிக பட்சமாக 4,776மீட்டர் அளவில் அண்டார்டிகாவிலும் உள்ளதாக கணிக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பனித்தாள்களின் விளிம்புப்பகுதி சில நேரம் கடல்பகுதியை நோக்கி நீண்டு காணப்படுகிறது. கடல் அலைகள் இவ்வாறு கடல்பகுதியை நோக்கி நீண்டு நிற்கும் பனித்தாள்களை அரிக்கும் பொழுது அவை பிளவுபட்டு பனிப்பாறைகளாக (Ice bergs ) கடலில் மிதக்கின்றன.

### 2. பனி கவிகை (Ice caps)

துருவப் பகுதிகளில் உள்ள கடலில் படர்ந்துள்ள பனி மற்றும் பனிக்கட்டிகளே பனி கவிகை எனப்படுகிறது. மிக அதிக அளவில் குவியும் பனி மற்றும் பனிக்கட்டிகள் மிகப் பரந்த பரப்பளவைக் கொண்டிருக்கும். எ.கா சுவார்ட்டிசன் பனிகவிகை, வடக்கு நார்வே.

### 3. மலை மற்றும் பள்ளத்தாக்கு பனியாறுகள் (Mountain of valley Glaciers)

இவை ஆல்பைன் பனியாறுகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை பனிப் படலத்திலிருந்து மலைப்பள்ளத்தாக்குகளின் வழியே நாக்கு வடிவில் ஓடிவரும் நீண்டப் பனியாறுகள் ஆகும். இவைத் தொடர்ந்து நிகழும் போது மலையடிவாரத்தில் மலையடி பனியாறுகள் (Piedmont Glaciers) உருவாகின்றன. இமய மலையின் உயரமான பகுதிகளிலும், மேலும் உலகின் இவ்வகையான உயரமான மலைத்தொடர்களிலும், பள்ளத்தாக்கு (அல்லது) ஆல்பைன் பனியாறுகள் காணப்படுகின்றன.

பனியாறுகளின் பண்புகள்

நகரும் பனிக்கட்டி அல்லது பனியாறு நகர்தல், வேகம் மற்றும் நில அமைப்பு ஆகிய சில பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது. பனியாறுகளின் நகரும் வீதமானது மிக மெதுவாகவே காணப்படுகிறது.

பனியாற்றின் நகரும் வீதம் அல்லது வேகம் பனியாற்றின் அளவையும், பள்ளத்தாக்கின் சரிவையும் பொறுத்து அமைகிறது. சிலநேரங்களில் பனியாற்றின் மேற்பரப்பில் ஏற்படும் பிளவுகளே பனியாற்றுப் பிளவுகள் (Crevasse) எனப்படுகிறது. பனியாற்றின் மேற்பரப்பில் ஏற்படும் ஆழமான, வேறுபட்ட அகலமுடைய விரிசல்களே பனியாற்றுப் பிளவுகளாகும். மலை ஏறுபவர்களுக்கு இந்த பனியாற்று பிளவுகள் மிகவும் ஆபத்தானவை.



பனியாற்றுப் பிளவுகள்

### பனியாறுகளின் செயல்கள்

பனியாறுகள் அரித்தல், கடத்தல், மற்றும் படியவைத்தல் ஆகிய மூன்று செயல்களை செய்கின்றன. பனியாறுகள் படுகைகளை பறித்தல் மற்றும் சிராய்த்தல் ஆகிய செயல்களால் அரிக்கின்றன.

#### 1. பறித்தல் (Plucking)

பனியாறுகள் மிகப்பெரிய பாறைத் துண்டுகளை பள்ளத்தாக்கின் அடித்தளத்திலிருந்து பறித்து அரித்து, பெரிய பள்ளங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. பனியாறுகள் நகரும் பொழுது அரிக்கப்பட்ட பாறைத் துண்டுகளையும் பாறாங்கற்களையும் இழுத்துச் செல்கின்றன. இதனால், பாறைகளும், பாறைத் தரையும் ஒன்றை ஒன்று அரிக்கின்றது.

#### 2. சிராய்த்தல் (Abrasion)

பல கோணங்களைக் கொண்ட உடைந்த பாறைத் துகள்களானது சுத்தமான பனியுடன் சேர்ந்து மிகப்பெரிய அளவிலான பாறைகளை சிராய்த்து அரிக்கின்றது. பனியாறுகள் பாறையின் மேற்பரப்புகளில்



பள்ளங்களையும் கீறல்களையும் ஏற்படுத்துகின்றன. பனியாறு சக்தி வாய்ந்தவை. இதன் விளைவாக பனியாறு பல்வேறு நிலத்தோற்றங்களை ஏற்படுத்துகிறது. இவை அரித்தல் மற்றும் படியவைத்தலால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்களாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

### பனியாறுகளின் அரித்தல் நிலத்தோற்றங்கள்

பனியாற்றின் நிலத்தோற்றங்கள் பெரும்பாலும்

மலைப்பகுதிகளிலேயே

காணப்படுகின்றன. பனியாற்றின் அரித்தலினால் தோன்றும் முக்கிய நிலத்தோற்றங்களாவன:

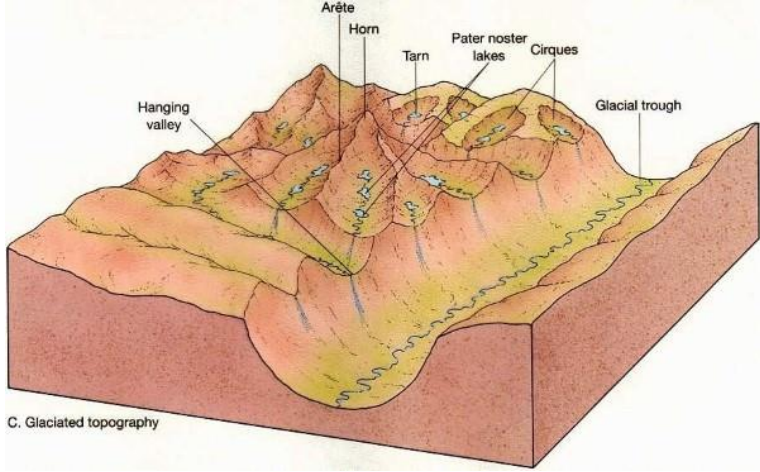


FIGURE - EROSIONAL LANDFORMS OF GLACIERS

### 1. U- வடிவப் பள்ளத்தாக்கு

U வடிவப் பள்ளத்தாக்கு பனியாற்றின் தனித்துவமான ஒரு நிலத்தோற்றம் ஆகும். பனியாற்றின் திரள் மிக அதிக கனமாகவும் மெதுவாக நகரக் கூடியதாகவும் இருப்பதால் அரித்தல் செயல் எல்லா திசைகளிலும் ஒரே

மாதிரியாக ஏற்படுகிறது. இதனால் வன்சரிவுப் பக்கங்களைக் கொண்ட வளைந்த பள்ளத்தாக்கின் அடிப்பகுதி U வடிவை பெறுகிறது.

### 2. தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு(Hanging valley)

துணைப் பனியாறுகள் முதன்மைப் பனியாறுகளைப் போன்று அதிகமாக ஆழப்படுத்த இயலாததால் அந்தப் பகுதியிலேயே, முக்கியப் பனியாற்றுடன் துண்டிக்கப்பட்ட நிலையில் துணைப் பனியாற்று பள்ளத்தாக்குகளாக அமையப் பெற்றிருக்கும். இந்த துணைப் பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் முக்கிய பனியாற்று பள்ளத்தாக்கில் தொங்குவது போல் அமையப்பெற்று ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் முக்கியப் பனியாறுடன் சேரும் இவையே தொங்கும் பள்ளத்தாக்குகள் எனப்படும்.

### 3. சர்க்குகள் மற்றும் டார்ன் ஏரிகள்

#### (Cirque and Tarn)

மலை முகடுகளில் பனியாறுகளால் உருவாகும் அரைஅரங்க வடிவ வெற்றிட வடிநிலமே சர்க்குகள் அல்லது மட்டப்பள்ளம் எனப்படும். இது செங்குத்துச் சரிவைக் கொண்ட மூன்று பக்கவாட்டுப் பகுதிகளையும் ஒரு பக்கத்தில் திறந்த வெளி நிலையாகவும் சமதள அடிப்பகுதியையும் கொண்ட பள்ளமாகும். பனி உருகும் பொழுது சர்க்குகள் 'டார்ன்' ஏரிகளாக உருவெடுக்கின்றன. இவை மொத்தத்தில் ஒரு பெரிய கை நாற்காலி போன்ற வடிவினைப் பெறுகின்றன.

#### 4. செங்குத்து முகடுகள் (Aretes)

பனியாறுகளால் இருபக்கத்திலும் அரிக்கப்பட்டு செங்குத்துச் சரிவையும் கூர்மையான பல் முனைகளைக் கொண்ட பல முகடுகளை செங்குத்து முகடுகள் என்கிறோம். இது சீப்பு வடிவமுடையது.

#### 5. கொம்பு (Horn)

செங்குத்து முகடுகளின் மேல்பகுதி சற்று கீழ்நோக்கி சாய்வாக அமைந்து பிரமிடு வடிவ சிகரங்கள் உருவாவதை கொம்பு என்கிறோம். எடுத்துக்காட்டு ஆல்ப்ஸ், சுவிட்சர்லாந்தில் உள்ள 'மேட்டர்ஹார்ன்'.

## 6. தனிநெடும்பாறை ( Nunataks)

தனித்த பாறை சுற்றிலும் பனியால் மூடப்பட்டிருப்பின் அதை தனிநெடும்பாறை என்கிறோம். இது பனிக் களத்தில் ஒரு தீவுப்போல் தனித்து காணப்படுகிறது.

## 7. பியர்டுகள் (Fjord)

பனியாற்று நிலப்பகுதியில் பனியாறு கடலில் கலக்கும் கடற்கரைப் பகுதியில், வன்சரிவை கொண்ட பக்கவாட்டுடன் குறுகிய வாய்ப்பகுதியை உடைய நிலத்தோற்றமே பியர்டுகள் எனப்படும். பியர்டுகள் பொதுவாக, நார்வே, கிரீன்லாந்து மற்றும் நியூசிலாந்து பகுதிகளில் அதிகம் காணப்படுகின்றன.



## பனியாற்றின் படிவித்தலால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்கள்

பனியாறுகள் உருகி நகரும் பொழுதும் பின்வாங்கும் பொழுதும் அவை கொண்டு வரும் படிவுகளை படியவைப்பதால் பல்வேறுவடிவங்களிலும், அளவுகளிலும் பாறைக் குன்றுகள் உருவாகின்றன. பனியாற்றின் படிவித்தலால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்களாவன

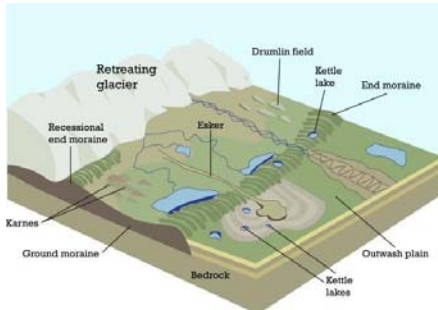


FIGURE - GLACIAL DEPOSITIONAL LANDFORMS

## 1. மொரைன்கள் (Moraines)

பனியாறு புவிப்பரப்பில் நகரும் பொழுது தன்னுடன் கடத்தி வரும் பாறைத்துகள் குவியல்களை படியவைக்கிறது. இவ்வகை பாறைத்துகள் குவியல்களை மொரைன்கள் என்கிறோம். பனியாறுகள் கடந்து சென்ற இடத்தில் இம்மாதிரியான மொரைன்கள் காணப்படுகின்றன. மொரைன்கள் பல வகையாகும். மொரைன்கள் அவை அமைந்துள்ள பகுதியைப் பொறுத்து பல வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.



### i. பக்கவாட்டு மொரைன்கள் (Lateral Moraines)

பனியாற்றின் இரு பக்கங்களிலும், இணையாக செல்லும் பாறைப்படிவு முகடுகளை 'பக்கவாட்டு மொரைன்கள்' எனப்படுகிறது. இவ்வாறு பள்ளத்தாக்கின் பக்கவாட்டு பாறையுடன் உராய்ந்து மொரைன்கள் படிவிக்கப்படுவதால் பள்ளத்தாக்கின் பக்கவாட்டில் உயரமான முகடுகள் ஏற்படுகின்றன.

### ii. படுகை மொரைன்கள் (Ground Moraines)

படுகை மொரைன்கள், பனியாற்று பள்ளத்தாக்கின் படுகையில் ஏற்படும் பனியாற்றுப் படிவுகள் ஆகும். ஆல்பைன் பனியாற்றுப் பகுதிகளில் பெரும்பாலும் படுகை மொரைன்கள் பக்கவாட்டு மொரைன்களுக்கு இடையில் படிவிக்கப்படுகின்றன.

### iii. மத்திய மொரைன்கள் (Medial Moraines)

இரண்டு பனியாறுகளுக்கு இடைப்பட்ட பள்ளத்தாக்குப் பகுதியில் படிவிக்கப்படும் மொரைன்கள் மத்திய மொரைன்கள் எனப்படும். இரண்டு பனியாறுகள் இணைந்து பனியாற்றின் ஓரங்களில் படியவைக்கும் மொரைன்கள் மத்திய மொரைன்கள் ஆகும். இது உண்மையில் இரு பக்கவாட்டு மொரைன்கள் ஒன்றிணைந்து உருவாக்கப்பட்டவையாகும்.



#### iv. விளிம்பு அல்லது முடிவு மொரைன்கள் (Terminal or End Moraines)

பனியாறுகளின் முடிவில் விட்டுவிடப்படும் பாறைத்துகள் படிவுகளே விளிம்பு மொரைன்கள் எனப்படும். மெதுவாக செல்லும் பனியாறுகளே, மிக அதிகமான பாறைப்படிவுகளை படியவைக்கின்றன. மேலும் இவ்வாறு படிவை ஏற்படுத்த பனியாறுகள் அதிக கால அவகாசத்தை எடுத்துக் கொள்கின்றன.

#### v. பின்னடைவு மொரைன்கள் (Recessional Moraines)

முடிவு மொரைன் பகுதிகளின் வழியே பனியாற்று நிலத்தோற்றத்தில் படிவிக்கப்படும் மொரைன்களே பின்னடைவு மொரைன்கள் எனப்படும். இவை பனியாற்றின் வேகம் குறையும் பொழுதோ அல்லது பனியாறு ஓடுவது நிற்கும் பொழுதோ ஏற்படுவது ஆகும். பின்னடையும் பனியாறு சில நேரங்களில் அதிக நேரம் நின்று விடும் பொழுது, பின்னடைவு மொரைன்கள் ஏற்படுகின்றன.

#### 2. பனியாற்று வண்டல் சமவெளி (Outwash Plain)

பனியாறு தன்னுடைய கடைநிலையில் உருகி நிற்கும் பொழுது, தான் கடத்தி வரும் பாறைத் துகள்களை களிமண், மணல், சரளைக்கல் என பிரிக்கப்பட்டு அடுக்கமைப்பாக படிவிக்கின்றது. இந்த பாறைத்துகள் அடுக்கமைப்பே பனியாற்று வண்டல் சமவெளி எனப்படும்.



#### 3. பள்ளத்தாக்கு வரப்பு முகடு ( Eskers)

பள்ளத்தாக்கு வரப்பு முகடு என்பது பனியாறு கடத்திய பாறைத்துகள், சரளைக்கல், களிமண் போன்றவை பனியாற்று வண்டல் சமவெளியில் படியவைப்பதால் தோன்றும் நீண்ட குன்றாகும். இவை கரைகள் போன்ற அமைப்பினைக் கொண்டதாக அமைவதால் சில நேரங்களில் சாலைகள் அமைக்கப் பயன்படுகிறது.

#### 4. முட்டை வடிவ பனிப்படிவு (Drumlins)

பனியாற்று வண்டல் சமவெளியில் படிவத்தலினால் ஏற்படும் கவிழ்க்கப்பட்ட படகு வடிவித்தலான அமைப்பை முட்டை வடிவ பனிப்படிவு என்கிறோம்.

#### 5. கற்குவியல் ( Kames)

கற்குவியல் என்பது பனிக்கட்டி நகரும் திசைக்கு இணையாக அமைந்துள்ள தாழ்வான செங்குத்துச் சரிவு கொண்ட குன்றுகளாகும்.

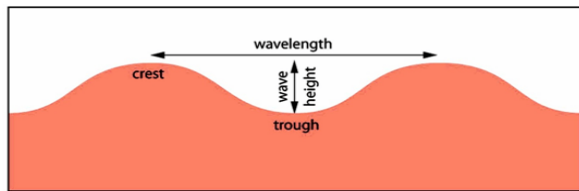
#### REFERENCES

1. [www.kungumam.co.in](http://www.kungumam.co.in) > Carticalinnerdetail
2. Anathapadmanathan. N (1960) Geomorphology(First Edition)
3. Sivemoorthy.A Geomorphology, Tamilnadu Textbook, Chennai.

**Unit V: Landforms formed due to Erosion, Transportation and Deposition of Waves and Underground water**

**WAVES (COAST)**

Sea waves are defined as undulations of sea water characterized by well developed crests and troughs. Waves are generated due to friction on water surface caused by blowing winds. Horizontal movement of sea water caused by the wind, rotation of the earth, etc. are called waves. Waves are nothing but the **oscillatory movements** that result in the rise and fall of water surface. Waves are a kind of horizontal movements of the ocean water. They are actually the energy, not the water as such, which moves across the ocean surface. This energy for the waves is provided by the **wind**. In a wave, the movement of each water particle is in a circular manner. A wave has two major parts: the raised part is called as the **crest** while the low-point is called as the **trough**



**Processes and mechanism of sea wave erosion**

The combined effect of waves, currents and tides result in a variety of gradational processes acting in the coastal zone. Coastal erosion happens in the form of

- a) Hydraulic action,
- b) Corrosion (or) abrasion,
- c) Attrition,
- d) Corrosion (or) solution and

**a) Hydraulic action** is the impact of moving water on the coastal rocks. It is caused by the direct impact of waves on the coasts. Enormous pressures can build as water and air are compressed into the rock fractures.

**b) Abrasion (or) corrosion** is a kind of erosion happening with the help of tools of erosion. In water suspension coarse sands, pebbles, cobbles and boulders are used by the waves to attack the coastal rocks.

**c) Attrition** is a process in which mechanical tear and wear can break any rock mass into fragments. Mutual collision effected by backwash and rip currents are powerful tools of coastal erosion.

**d) Corrosion (or) Solution** is the chemical alteration of rocks which are soluble and due to their contact with the seawater. Solution is locally important especially where soluble rock is exposed along the shore. Due to periodic wetting and drying a wide range of chemical processes happens on the coastal rocks which lead to both physical disintegration and chemical decomposition.

**EROSIONAL LANDFORMS**

**1. Sea Cliffs:** The most widespread landforms of erosional coasts are **sea cliffs**. Wave erosion undercuts steep shorelines creating coastal cliffs. A sea cliff is a vertical precipice created by waves crashing directly on a steeply inclined slope. These very steep to vertical bedrock cliffs range from only a few metres high to hundreds of metres above sea level. Their vertical nature is the result of wave-induced erosion near sea level and the subsequent collapse of rocks at higher elevation. Hydraulic action, abrasion, and chemical solution all work to cut a notch at the high water level near the base of the cliff. Constant undercutting and erosion causes the cliffs to retreat landward.

**2. Wave cut platform** At the base of most cliffs along a rocky coast one finds a flat surface at about the mid-tide elevation. This is a benchlike feature called a wave-cut platform, or wave-cut bench. Such surfaces may measure from a few metres to hundreds of metres wide and extend to the base of the adjacent cliff. They are formed by wave action on the bedrock along the coast. The formation process can take a long time, depending on the type of rock present. The existence of extensive wave-cut platforms thus implies that sea level did not fluctuate during the periods of formation. Multiple platforms of this type along a given reach of coast indicate various positions of sea level.



**3. Sea arch:** Another spectacular type of erosional landform is the sea arch, which forms as the result of different rates of erosion typically due to the varied resistance of bedrock. These archways may have an arcuate or rectangular shape, with the opening extending below water level. The height of an arch can be up to tens of metres above sea level.

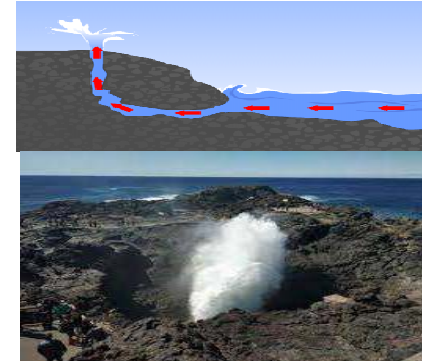


**4. Sea stacks:** The subaerial remnants of headlands that project above the shore platform with wave refraction, headlands are eroded on three sides, causing sections of headland to be isolated as sea stacks.

**5. Sea caves:** Differential erosion by sea waves through a rock with varying resistance across its structure produces arched caves in rocks called sea caves. The common products of wave erosion at the base of sea cliffs. A **sea cave** is a hollow excavated by waves in a zone of weakness on a cliff. The cave depth is greater than the entrance width.



**6. A blowhole** may form in the roof of a sea cave by the hydraulic and pneumatic action of waves, with fountains of spray from the top. If blowholes become enlarged, they may collapse.

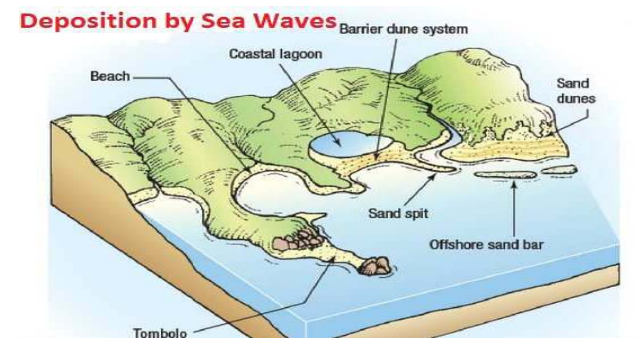


### TRANSPORTATION WORK OF WAVES

The eroded materials are transported by the waves in different ways. The materials involved in the transportation by sea waves include silt, sand, gravel, cobble, pebble and boulder.

### DEPOSITONAL LANDFORMS

- 1. Beaches** are characteristics of shorelines that are dominated by deposition. Beaches are temporary features which are made up of sand-sized materials. Beaches which contain excessively small pebbles and even cobbles are called as **Shingle Beaches**.
- 2. Sand dunes** are formed just behind the beaches as long ridges parallel to the coastline.



3. **Bars** are deposits of sand and gravel laid down by waves and currents which separate the shoreline from the sea. They act as a barrier between the mainland and the sea.

4. When one end of such bar is attached to the coast and other extends into the sea, it is called as a **spit**.

5. **Tombolo** is a deposition landform in which an island is attached to the mainland by a narrow piece of land such as a spit or bar.

6. Sometimes due to deposition of waves and currents, both ends of the bar join to enclose a part of sea water between the coast and the bar. This enclosed part of the sea forms a lake of saline water called as **Lagoon**. Lagoon is generally connected with the sea through a narrow passage.



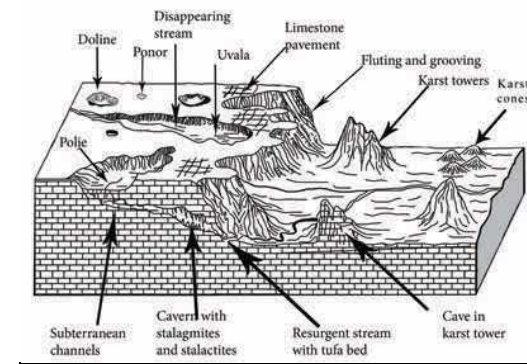
## GROUNDWATER

The part of rain or snow-melt water which accumulates in the rocks after seeping through the surface is called underground water or simply groundwater. The works of groundwater are mainly seen in rocks like limestone, gypsum or dolomite which are rich in calcium carbonate

### Erosional Landforms due to Groundwater

Sinkholes and caves are erosional landforms formed due to the action of ground water.

**1. Sinkholes:** Small to medium sized rounded to sub-rounded shallow depressions called swallow holes forms on the surface of rocks like limestone by the action of the solution. A sinkhole is an opening more or less circular at the top and funnel-shaped towards the bottom. When a sinkhole is formed solely through the process of solution, it is called as a **solution sink**.

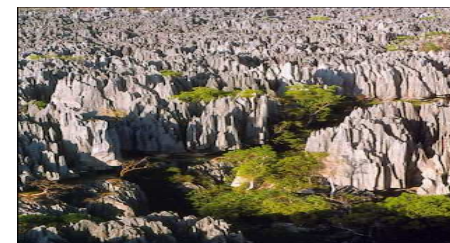


### 2. Doline

A doline is a closed depression draining underground in karst areas. It can be cylindrical, conical, bowl or dish shaped. The diameter ranges from a few meters to many hundreds of meters. The name doline comes from dolina, the Slovenian word meaning valley. The term **Doline** is sometimes used to refer collapse sinks.

### 3. Lappies

Lappies are the irregular grooves and ridges formed when most of the surfaces of limestone are removed by solution process. The highly corrugated and rough surface of limestone lithology characterized by low ridges and pinnacles, narrow clefts and numerous solution holes is called lappies.



**4.Uvalas:** When several sink holes join together to form valley of sinks, they are called as valley sinks or Uvalas.

#### **5. Polje:**

Most extensive larger than dolines, depressions are called poljes. Polje is an elongated basin having a flat floor and steep walls. It is formed by the coalescence of several sinkholes. The basins often cover 250 square km and may expose "disappearing streams." Most of these basins have steep enclosing walls that range from 50 to 100 meter in height, giving rise to the name "blind valley."

#### **6. Caves**

Caves normally have an opening through which cave streams are discharged. Caves having an opening at both the ends are called tunnels. In the areas where there are alternative beds of rocks (non-soluble) with limestone or dolomite in between or in areas where limestone are dense, massive and occurring as thick beds, cave formation is prominent.

### **II. Depositional landforms of groundwater**

#### **1. Curtains**

Numerous needle shaped strip stones hanging from the cave ceiling are called drapes or curtains

#### **2. Stalactites and stalagmites**

They are formed when the calcium carbonates dissolved in groundwater get deposited once the water evaporates. These structures are commonly found in limestone caves. Stalactites are calcium carbonate deposits hanging as icicles while Stalagmites are calcium carbonate deposits which rise up from the floor. When a stalactite and stalagmite happened to join together, it gives rise to **pillars** or **columns** of different diameters



#### **கடல் அலைகள்**

நிலமும் கடலும் சந்திக்கும் நீண்ட கோட்டிற்கு கடலோரம் என்று பெயர். கடலோரத்தில் நிலமும், கடலும் வளி மண்டலமும் ஒன்றாகச் செயல்படுகின்றன. நிலப்பரப்பு கடலோரத்தில் முற்று பெறும்போது ஓடும் நீர் அரிப்புச் செயலும் முற்று பெறுகிறது. கடலோரத்தில் ஆறுகள் அவற்றின் சக்தி முழுவதையும் இழந்து விடுகின்றன. எனவே இங்கு ஆறுகளின் பணிகளை கடல் அலைகள் மேற்கொள்ளுகின்றன. கடல் அலைகளின் இயக்கத்தினால் தோன்றும் சக்தி (kinetic energy) நிலத்தின் முனையைத் தாக்கி நிலத்தோற்றங்களை உருவாக்குகிறது.

கடலோரம் என்பது கடல் ஓங்கலை (sea cliff) அடுத்து பின்புறம் அமைந்த ஒரு குறுகிய நிலப்பகுதியாகும். கடலோரக்கோடு (coast line) என்பது நிலத்தின் விளிம்புகளை (ஓங்கல்களை) இணைக்கிற ஒரு கோடு ஆகும். கடற்கரை என்பது கடல் நீரின் தாழ் மட்டத்திற்கும் (Low water line) கடல் ஓங்கலின் அடிவாரத்திற்கும் இடையே உள்ள மண்டலமாகும். இம் மண்டலத்தில் நீர் மட்டம் மாறிக்கொண்டிருப்பதால் இங்கு தாழ் மட்டக் கடற்கரை, உயர் மட்டக் கடற்கரை போன்ற பல பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. கடற்கரையில் முன் கடற்கரை (fore shore), பின் கடற்கரை (back shore) என இரு பகுதிகள் உண்டு. முன் கடற்கரை, ஓங்கலின் அடிவாரத்தை ஒட்டியுள்ளது; பின் கடற்கரை அதற்கப்பாலுள்ளது. கீழ்வரும் செயல்கள் மூலமாக கடல் அலையானது அரித்தல் செயலலை செய்கின்றது.

#### **1. உராய்ந்து தேய்தல் (Abrasion)**

கடல் அலைகள் அரிக்கப்பட்ட பொருள்களோடு கடலோரத்தை தாக்குவதே உராய்ந்து தேய்தல் எனப்படும். உராய்ந்து தேய்தல், அரித்துத்தின்னல் எனவும் (abrasion) அழைக்கப்படுகிறது.

#### **2. நீர்தாக்கம் (Hydraulic action)**

அலைகளின் பாறைகளின் வெடிப்புகளின் வழியே நீரையும் காற்றையும் வேகமாக உட்செலுத்துகின்றன. பாய்ந்து முன்செல்லும் நீரினால் காற்றின் ஒரு பகுதி பாறை இடுக்கில் அழுத்தப்படும்போது காற்று விரிவடைந்து பாறையில் உள்ள விரிசல்களை பலவீனப்படுத்தி பாறைகளை உடைக்கின்றன. இச்செயலை நீர்தாக்கம் என்கிறோம்



### **3. கரைத்தரித்தல் (Corrosion)**

கடல் அலைகளின் செயல்களினால், நீரில் பாறைகள் கரைக்கப்படுவது கரைத்தரித்தல் அல்லது கரைதல் (Solution) எனப்படும்.

### **4. உராய்தல் (Attrition)**

அரிக்கப்பட்ட பொருள்களான பாறாங்கற்களும் பாறைகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதி சிறிய பாறைத் துகள்களாக உருவாகின்றன. இதுவே உராய்தல் எனப்படும்

### **அலை அரிப்பால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்கள்**

**1. கடல் ஓங்கல்** ஒரு ஒழுங்கற்ற உயர்நிலம் கடலில் தாழ்ந்தது போகும்போது கடல்நீர் உட்புகுந்து விடுகிறது. அப்போது அலைகள் யாதொரு தடையுமின்றி கடற்கரையை நோக்கி வருகின்றன. அலைகளின் அரிப்புச் செயலால் கடல் மட்டமும் நிலமும் சந்திக்கிற இடத்தில் ஒரு வெட்டுத் தடம் (notch) தோன்றுகிறது. நாளடைவில் இது பெரிதாக்கப்பட்டு கடல் ஓங்கல் (sea cliff) தோன்றுகிறது.

இந்தியாவில் கடல் ஓங்கல்கள் மேற்கு கடற்கரையில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. கிழக்குக் கடற்கரையில் ஓரிரு இடங்களில் மட்டுமே இவை காணப்படுகின்றன. புயலின்போது ஓங்கலின் மீது அலைகள் மோதி நேரத் தெறிக்கின்றன. அப்போது ஓங்கலின் அடிவாரத்திற்கு மேல் சற்று உயரத்தில் அரிப்பு ஏற்பட்டு ஒரு அரிமேடை தோன்றுகிறது. இது உயர் நீர்மட்ட அரிமேடை (high water platform) எனப்படும்.

### **2. அலை அரிப்பாலான பெஞ்ச் (wave cut bench)**

கடல் ஓங்கல் நாளடைவில் வழிநீர் அரிப்பு, நிலச்சரிவு, புவிப்பிடி விசை ஆகிவற்றின் கூட்டுச் செயலால் பாதிக்கப்பட்டு சிறியதாக பின்னடைகிறது. பின்பு அது பின்னடைந்த இடத்தில் ஒரு அலை அரிப்பாலான பெஞ்ச் (wave cut bench) தோன்றுகிறது. இதனை அடுத்துள்ள பகுதியில் அலையில் கலந்திருக்கும் பொருள்களில் உயராய்ந்து அரித்தல் செயலால் ஒரு அலை அரிமேடை (abrasion platfor) தோன்றுகிறது. அலை அரிப்பாலான பெஞ்ச், அலை அரிமேடை ஆகியவை ஓங்கலின் அடி வாரத்திலிருந்து கடலை நோக்கி நீண்டு செல்கின்றன. ஓங்கலின் அடிவாரத்தில் தொடங்கி கடலை நோக்கி நீண்டிருக்கும் அலை அரிப்பாலான பெஞ்சு சற்று தொலைவுக்கப்பால் ஒரு அலை அரிமேடையாக காட்சி தருகிறது. இது அலைகள், நீரோட்டம் போன்றவற்றின் நீண்டகால அரிப்புச் செயலால் தோன்றுகிறது.

### **3. நீட்டு நிலங்கள் (hand lands)**

காலோரத்திலுள்ள மென் பாறைகள் எளிதில் அரிக்கப்படும் போது கடினப் பாறைகள் அவ்வாறு அரிக்கப்படாமல் கடலை நோக்கி நீண்டு இருக்கின்றன. இவை நீட்டு நிலங்கள் (hand lands) எனப்படும்.

### **4. கடற்குகை (Sea cave)**

நீட்டு நிலத்தின் இரு பக்கத்திலும் அலை முறிவு ஏற்பட்டு அலைகள் குவிந்து மோதுகின்றன. அப்போது அதன் இரு புறத்திலும் பெரிய துவாரம் ஏற்படுகிறது. இது கடற்குகை (sea cave) எனப்படும்.

### **5. கடல் வளைவுகள் (Sea Arches)**

கடற்குகைகள் படிப்படியாக உள் நோக்கியும், மேல் நோக்கியும் அரிக்கப்படுவதால் நீட்டு நிலத்தின் இரு புறத்திலுமுள்ள இவை இணைந்து குழாய் போன்ற அமைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. இவை மேலும் அரிக்கப்பட்டு பெரியதாகும் போது கடல் வளைவுகளாக (sea arches) மாறுகின்றன.

கடல் வளைவின் ஒரு பகுதி நீட்டு நிலத்திலும் மற்றொரு பகுதி கடலிலும் இணைந்து ஒரு பாலம் போல் காணப்படுகிறது. எனவே இது இயற்கைப் பாலம் (natutal bridge) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

### **6. கடல்தாண் (Stack)**

கடல் வளைவுகள் மேலும் அரிக்கப்படும் போது அவற்றிற்கிடையான இணைப்புகள் உடைந்து விடுகின்றன. அப்போது நீட்டு நிலத்திலிருந்து கடல் வளைவின் மறுபகுதி பிரிந்து விடுகிறது. இவ்வாறு பிரிந்து பகுதி ஒரு தூணைப் போல் காட்சியளிக்கும். இது கடல் தூண் (stack) எனப்படும்.

### **7. எஞ்சியபாறை (Stump)**

நாளடைவில் கடல் தூணும் அலைகளால் அரிக்கப்பட்டு அகலுகிறது. ஆனால் அது இருந்த இடத்தில் பாறைகள் முழுமையாக அகற்றப்படாமல் சிறிது எஞ்சியிருக்கும். இது எஞ்சிய பாறை அல்லது (stump) எனப்படும். அலைகளின் மாறுபட்ட அரிப்புத் தன்மையால் கடலோரத்தின் சிறு வளைவுகளும், பொந்துகளும் தோன்றுகின்றன. இவை சிறுகுடா (cove), பெருங்குடா (bright), விரிகுடா (bay) என பல்வேறு பெயர்களில் அழைக்கப்படுகின்றன.

## **II. அலை படிவித்தலால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்கள்**

### **1. பீச்சு**

பீச்சு (beach) என்பது அலை அரிப்பாலான பெஞ்சில் படிந்து காணப்படும் பெருந்துகள்களைக் கொண்ட ஒரு மெல்லிய அடுக்கைக் குறிக்கும். இதில் மணல், கூழாங்கற்கள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. இது ஒரு தற்காலிகப் படிவாகும். சில கடற்கரைகளில் பீச்சுகள் நூற்றுக்கணக்கான மைல் நீளத்திற்கு தொடர்ச்சியாகக் காணப்படுகின்றன. வளைவுகளைக் கொண்டுள்ள கரடு முரடான கடற்கரைகளில் இவை விரிகுடாக்களின் தலைப்பில் ஓரத்தில் படிந்து காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு விரிகுடாவின் தலைப்பில் அமையும் பீச்சுக்கு விரிகுடா தலைப்பு பீச்சு (bay head beach) எனவும், பாக்கட் பீச்சு (pocet beach) எனவும், பிறைச் சந்திரன் பீச்சு (crescent beach) எனவும் பெயர்கள் உள்ளன.

சில சமயம் நீட்டு நிலத்தின் முனைப்பில் பாறைத் துகள்கள் படிந்து காணப்படுவதுண்டு. இது நீட்டு நில பீச்சு (head land beach) எனப்படும். நீட்டு நிலங்களைக் காட்டிலும் விரிகுடாக்களில் பீச்சுகள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன.

## **2. மணல் திட்டிகள் (bars)**

மணல், சரளைக்கல் போன்றவை அலைகளாலும் நீரோட்டங்களாலும் கடத்தப்பட்டு கடலடி தளத்தில் படிவத்தால் மணல் திட்டி (sand bar) தோன்றுகிறது. இது கடலில் அமிழ்ந்தோ அல்லது கடலுக்கு மேல் எழும்பியோ காணப்படும்.

## **3. நீண்ட மணல்திட்டி (Spit)**

மணல் திட்டிகளின் அமைப்பையும் இருப்பிடத்தையும் பொருத்து அவை பல்வேறு பெயர்களில் அழைக்கப்படுகின்றன. மணல் திட்டின் ஒரு முனை நிலத்தோடு இணைந்தும் மறு முனை கடலை நோக்கி நீண்டும் காணப்பட்டால் அது நீண்ட மணல் தட்டி (spit) எனப்படும். இது பொதுவாக ஒரு நேர்க்கோட்டில் கடலோரத்திற்கு இணையாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால் நீரோட்டங்கள் நிலத்தை நோக்கிய பாயும் பகுதிகளில் நீண்ட மணல் திட்டி நீரோட்டத்தின் திசைக்கு ஒப்ப வளைந்து காணப்படுகிறது. இது வளைந்த மணல் திட்டி (recurved spit or hook) எனப்படும். சில சமயங்களில் நீட்டு நிலத்தின் இரு பக்கங்களிலும் நீண்ட மணல் திட்டிகள் இறக்கைகள் போல் வளர்ந்து காணப்படுகின்றன. அப்போது அந் நீட்டு நிலம் இறக்கை கொண்ட நீட்டு நிலம் (winged head land) எனப்படும்.

நீண்ட மணல் திட்டின் (spit) இரு முனைகளும் நிலத்தோடு இணைக்கப்பட்டிருந்தாலும் அது மணல் திட்டி (bar) என்றே அழைக்கப்படுகிறது. சில சமயங்களில் மணல் திட்டி ஒரு வளையம் போல் ஒரு தீவுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இதற்கு வளைய மணல் திட்டி (looped bar) என்பது பெயர்.

## **4. இணைக்கும் மணல் திட்டிகள் (Tombores)**

சில இடங்களில் நிலத்திலிருந்து வளர்ந்து செல்லும் நீண்ட மணல் திட்டிகள் அருகிலுள்ள தீவுகளில் இணைவதுண்டு. இவை இணைக்கும் மணல் திட்டிகள் (tombores) எனப்படும்.

### **நிலத்தடி நீர்**

## **I. நிலத்தடி நீரின் அரிப்பினால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்கள்**

சுண்ணாம்புப் பாறைகள் நீர்ப்பகு தன்மையைக் கொண்டிருப்பதாலும் ஓரளவுக்கு நீரில் கரைவதாலும் அவற்றில் தனித்தன்மை கொண்ட நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. மழைநீர் வளிமண்டலத்திலுள்ள காற்பன்டை ஆக்ஸைடைக் கரைத்துக் கொண்டு நீர்த்த காற்பானிக் அமிலமாகி சுண்ணாம்புப் பாறையை அடைகிறது. அப்போது சுண்ணாம்பு எளிதில் கரையக்கூடிய கால்சியம் பைக் காற்பனேட்டாக மாறுகிறது. இது அமிலம் கலந்த நில நீரில் எளிதில் கரைந்து கடத்தப்படுகிறது. சுண்ணாம்புப் பாறையிலுள்ள வெடிப்புகள், விரிசல்கள் அடுக்குத்தளம் ஆகியவற்றின் வழியே இவ்வமிலம் கலந்த நீர் ஊடுருவிச் செல்லும்போது கரைதல் செய்கையால் பாதிக்கப்பட்டு பல்வேறு நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றுகின்றன.

## **1. கிளின்ட் (clint)**

சுண்ணாம்புப் பிரதேசங்களில் பெருமழையின்போது மழைநீர் விரைவில் வடிவதில்லை. அப்போது நீரின் கரைதல் செயலால் பீடபூமியின் பரப்பில் அகழிபோன்ற பள்ளங்கள் தோன்றுகின்றன. இவை கன சதுரங்களாகக் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு அரிக்கப்பட்டு தோன்றும் கனச் சதுரங்களை கிளின்ட் (clint) என்பர்.

## **2. டெரா ரோஸா (Terra rosa)**

நில நீர் தரைக்குள் விரிசல்கள் வழியே ஊடுருவிச் செல்லும் போது பாறைகளைக் கரைத்து செம்மண், களிமண் போன்ற மண்களைத் திறந்த விரிசல்களில் படிய விட்டுச் செல்கிறது. இப் படிவுகள் பல அடிகள் வரை கனம் கொண்டும். பாறைகளை முழுமையாக முடிக்கொண்டும் உள்ளன. இப்படிவிற்கு டெரா ரோஸா (terra rosa) என்பது பெயர்.

## **3. லப்பிஸ் (lapies)**

உயர்ந்த பகுதிகளில் சுண்ணாம்புப் பாறையின் விரிசல்களிலுள்ள டெரா ரோஸா போன்ற பொருட்கள் அகற்றப்பட்டபின் பாறைகள் அரிக்கப்பட்டும் (etched) பள்ளமாக்கப்பட்டும் (pitted) கடையப்பட்டும் (grooved) விரிப்பள்ளங்கள் (fluted) ஏற்பட்டும் தூண்கள் போன்று காட்சியளிக்கும் இத்தகைய கரடு முரடான பரப்பிற்கு லப்பிஸ் (lapies) என்பது பெயர்.

## **4. உறிஞ்சித் துளைகள் (sink holes)**

சுண்ணாம்புப் பிரதேசத்தில் மிகச் சாதாரணமாகக் காணப்படும் நிலத்தோற்றங்களில் உறிஞ்சித்துளை ஒன்றாகும். உறிஞ்சித் துளை என்பது சில அடிகள் முதல் நூறு அடிகள் வரை ஆழங்கொண்ட ஒரு பள்ளமாகும். இது புனல் (funnel) வடிம் கொண்டது. இவ்உறிஞ்சித்துளைகள் பெரிய நிலங்களில் நூற்றுக்கணக்காக காணப்படுகின்றன.

## **5. டொலைன் (Doline)**

உறிஞ்சித் துளைகளைப் பொதுவாக இருவகைப்படுத்தலாம். அவை(1) கரைந்து உருவான உறிஞ்சித்துளை (solution sink) (2) நொருங்கி உருவான உறிஞ்சித்துளை (collapse sink) என்பனவாகும். பாறைகளில் கரைதல் செய்கையால் தோன்றும் துளைகள் கரைந்து உருவான உறிஞ்சித் துளைகள் எனப்படும். இது சில சமயங்களில் டொலைன் (doline) என்று அழைக்கப்படுகிறது. நொருங்கி உருவான உறிஞ்சித் துளையில் பக்கங்கள் சரிவு மிகுந்ததாகக் காணப்படும். நொருங்கிய துளைகளைக் காட்டிலும் டொலினுக்கள் எண்ணிக்கையில் அதிகம் காணப்படுகின்றன.

## **6. உவாலா (Uvala)**

மழைநீர் வழிந்து டொலினுக்களின் வழியே புகுந்த அடிநிலப் பாதையில் சென்று அடிப்பாகத்தை அடைகிறது. சில சமயங்களில் தரையில் வழியும் நீர் உறிஞ்சித் துளைகளில் விழுவதால் அத்தகைய துளைகளை விழுங்கும் துளைகள் (Swallow holes) என்கிறோம். இவை அருகருகே தோன்றும்போது இணைந்து ஒரு பெரிய பள்ளமாக மாறுகின்றன.



இவற்றிற்கு இடையிலுள்ள கூரை நொருங்கி விழுவதால் ஒரு பெரிய பள்ளம் தோன்றுகின்றது. இவ்வாறு தோன்றும் பள்ளம் யுவாலா (Uvala) எனப்படும்.

ஆழம் குறைந்த அகலமான டொலினுவை, கரைந்து உருவான தட்டு (solution pan) என்கிறோம். சில சமயங்களில் கரைந்தோடும் களி மண்ணால் இவை அடைபடும்போது அங்கு நீர் தேங்குகிறது. அப்போது அவை உறிஞ்சித் துளை குளங்கள் (Sinkhole pond) அல்லது கார்ஸ்ட் ஏரிகள் (Karst lakes) எனப்படுகின்றன.

## 7. போல்ஜெ (Polje)

போல்ஜெ என்பது ஆழம் குறைந்த, சரிவு மிகுந்த, ஒரு தட்டையான நீண்ட பள்ளமாகும். போல்ஜெவும் ஒரு வகையான உறிஞ்சுத் துளையாகும். இதன் தரை சதுசதுப்பாக இருக்கும். கரைதல் செய்கையால் தோன்றும் போல்ஜெ, யுவாலாவைப் போலவே காட்சித் தந்தாலும் தோற்றத்திலும், பரப்பிலும் அது பின்னதிலிருந்து மாறியிருக்கிறது. யுவாலா ஒரு சில ஏக்கர் பரப்பளவில் மட்டுமே காணப்படும்போது போல்ஜெ பல சதுர மைல் பரப்பிற்கு பரவியிருக்கும்.

## II .நிலத்தடி நீரின் படிதலினால் ஏற்படக்கூடிய நிலத்தோற்றம்

### 1. அடிநிலக்குகை

அடிநிலக் குகை என்பது அடி நிலத்திலுள்ள சுண்ணாம்புப் பாறை கரைந்து தோன்றிய ஒரு இயற்கையான வெற்றிடமாகும். இக்குகைகள் செங்குத்தாகவோ அல்லது கிடையாகவோ காணப்படுகின்றன. அடிநிலக் குகைகளில் சில சமயம் அருவிகள் காணப்படுவதுண்டு. வறண்ட குகைகள் சில சமயங்களில் பல்வேறு மட்டங்களைக் கொண்டு படிபோன்று காட்சியளிக்கின்றன. சுண்ணாம்புப்பாறைகளிலுள்ள மூட்டுக்களில் நிலநீர் பாய்வதால் அது பாறைகளைக் கரைத்து குகைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது.

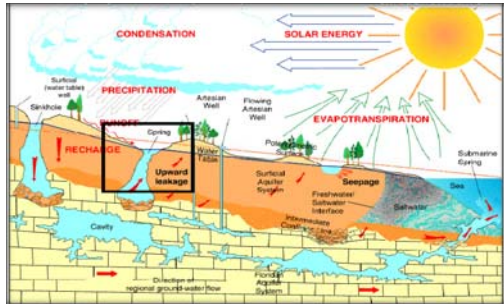
**2.குகைத்திரைகள் (Curtains)** குகையின் மேல்கூரையிலிருந்து நீளமான வெடிப்புகளின் வழியே சொட்டுகின்ற மழைநீரானது ஒரு தொடர்ச்சியான துண்டு சுண்ணாம்புக்கல் படிவங்களை ஏற்படுத்துகின்றது. இவையே குகைத்திரைகள் எனப்படுகின்றன. அடிநிலக் குகைகளில் பல்வேறு படிதல் நிலத்தோற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை ட்ராவெர்டைன் (travertine) எனப்படும். சுண்ணாம்புப் பாறையிலுள்ள கால்சியம் கார்பனேட் நீரில் கரைந்து குகையின் கூரையிலும், சுவரிலும், தரையிலும் ஒழுக்கி உலர்வதால் இத்தகைய நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. இவற்றில் முக்கியமானவை கூரையிலிருந்து ஒழுக்கித்தோன்றும் **ஸ்டாலக்கைட்** (stalagmite : கல் விழுது), **ஸ்டாலைக்மைட்** (stalagmite : கல்முனை) என்பதாகும். ஸ்டாலக்கைட் என்பது குகையின் கூரையிலிருந்து கீழ்நோக்கி வளர்ந்து தொங்குவதாகும். ஸ்டாலக்கைட்டிலிருந்து ஒழுகும் கால்சியம் கார்பனேட் தரையில் விழுந்து உலர்ந்து படிப்படியாக மேல் நோக்கி வளருகிறது. இது ஸ்டாலக்மைட் எனப்படும். இவற்றைத் தவிர குகைகளில் தூண்கள், கண்பட்டைகள் (columns) போன்ற அமைப்புகளும் காணப்படுகின்றன. ஸ்டாலக்கைட்டும் ஸ்டாலக்மைட்டும் இணையும்போது ஒரு தூணா

மாறுகிறது. ஸ்டாலக்கைட்டின் கிளைகள் கிடையாகவோ அல்லது காய்ந்தோ அல்லது மேல்நோக்கியோ வளரும்போது அவை ஹெலிக்லைட் எனப்படுகின்றன.

-----

## GROUND WATER EROSIONAL AND DEPOSITIONAL LAND FORMS

**Groundwater** - The part of rain or snow-melt water which accumulates in the rocks after seeping through the surface is called **underground water** or simply **groundwater**.



### 1. Sink Holes:

- ❖ A sinkhole is a surface depression in a region of limestone or chalk terrain.
- ❖ Some sinkholes are filled with soil washed from nearby hillsides, while others are steep sided, dug holes.
- ❖ They develop where the limestone is more susceptible to solution, weathering or where an underground cover near the surface has collapsed.
- ❖ A sinkhole is an opening more or less circular at the top and funnel-shaped towards end.
- ❖ A sinkhole formed solely through the action of solution is called solution sink.



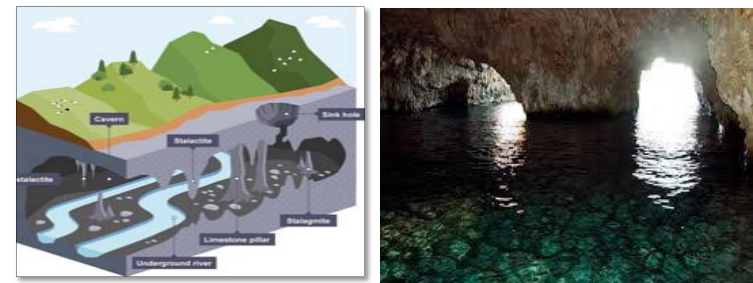
### Swallow Holes :

- They are cylindrical in shape lying underneath the sinkholes at some depth.
- Medium to small sized rounded to sub-rounded shallow depression on the surface of rock known as swallow holes.
- In limestone regions, the surface streams often enter the sinkholes and then disappear underground through swallow holes.
- It is so, because these holes are connected to the underground caverns on their other side.



### 3. Caverns :

Caverns are interconnected subterranean cavities in bedrock formed by the corrosions action of circulating underground water on limestone. They are found near Dehradun in Uttarakhand and in Almora in Kumaon Himalayas. The caves of Kotamsar in the tribal district of Bastar in Chhattisgarh are famous caverns of India.



#### 4. Stalactites :

- They are the major depositional features formed in the caverns in limestone regions.
- The water containing limestone in solution, seeps through the roofs of the caverns in the form of a continuous chain of drops.
- A portion of the water dropping from the ceiling gets evaporated and a small deposit of limestone is left behind on the roof.
- This process continues and deposit of limestone grows downwards like pillars.
- These beautiful forms are called stalactites.

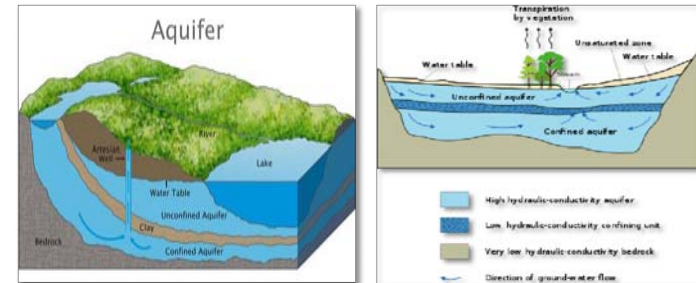


#### Stalagmites :

- When the remain in portion of the water dropping from the roof of the cavern falls on the floor, a part of it is again evaporated and a small deposit of limestone is left behind.
- This deposit grows upward from the floor of the cavern.
- These type of depositional features are called stalagmites.
- As the process grows, both stalactite and stalagmite often join together to form vertical columns in the caverns.

#### UNDER GROUND WATER FEATURES

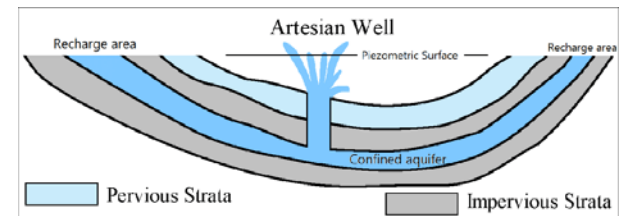
An **aquifer** is an underground layer of water-bearing permeable rock, rock fractures or unconsolidated materials (gravel, sand, or silt). Groundwater can be extracted using a water well.



#### Artesian well

It is a type of **well** from which **water** flows under natural pressure without pumping. It is dug or drilled wherever a gently dipping, permeable rock layer (such as sandstone) receives **water** along its outcrop at a level higher than the level of the **surface** of the **ground** at the **well** site.

Artesian water is really not different from other groundwater, except for the fact that it flows to the land surface because pressure in the rocks underground force it to the surface. But, having water flow to the surface naturally is a handy way to tap groundwater resources.



Groundwater in **aquifers** between layers of poorly permeable rock, such as clay or shale, may be confined under pressure. If such a confined aquifer is tapped by a **well**, water will rise above the top of the aquifer and may even flow from the well onto the land surface. Water confined in this way is said to be under artesian pressure, and the aquifer is called an artesian aquifer.

## SPRINGS

· Springs are surface outflow of ground water through an opening in a rock under hydraulic pressure. In such cases the aquifer is either exposed at the surface or it underlies an impermeable rocks. The amount of water in the aquifer depends upon the amount of rainfall in that area, landform characteristic and the size of the aquifer.

A spring is a place where water moving underground finds an opening to the land surface and emerges, sometimes as just a trickle, maybe only after a rain, and sometimes in a continuous flow. Spring water can also emerge from heated rock underground, giving rise to hot springs, which people have found to make a delightful way of soaking away their problems.

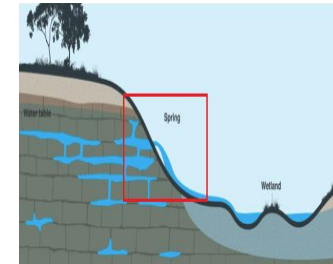


A spring is a water resource formed when the side of a hill, a valley bottom or other excavation intersects a flowing body of **groundwater** at or below the local water table, below which the subsurface material is saturated with water. A spring is the result of an **aquifer** being filled to the point that the water overflows onto the land surface. They range in size from intermittent seeps, which flow only after much rain, to huge pools flowing hundreds of millions of gallons daily.

### Formation of springs

Springs may be formed in any sort of rock. Small ones are found in many places. In Missouri, the largest springs are formed in limestone and dolomite in the karst topography of the Ozarks. Both dolomite and limestone fracture relatively easily. When weak carbonic acid (formed by rainwater percolating through organic matter in the soil) enters these fractures it dissolves

bedrock. When it reaches a horizontal crack or a layer of non-dissolving rock such as sandstone or shale, it begins to cut sideways. As the process continues, the water hollows out more rock, eventually admitting an airspace, at which point the spring stream can be considered a cave. This process often takes tens to hundreds of thousands of years to complete.



Springs are not limited to the Earth's surface, though. Recently, scientists have discovered hot springs at depths of up to 2.5 kilometers in the **oceans**, generally along mid-ocean rifts (spreading ridges). The hot water (over 300 degrees Celsius) coming from these springs is also rich in minerals and sulfur, which results in a unique ecosystem where unusual and exotic sea life seems to thrive.

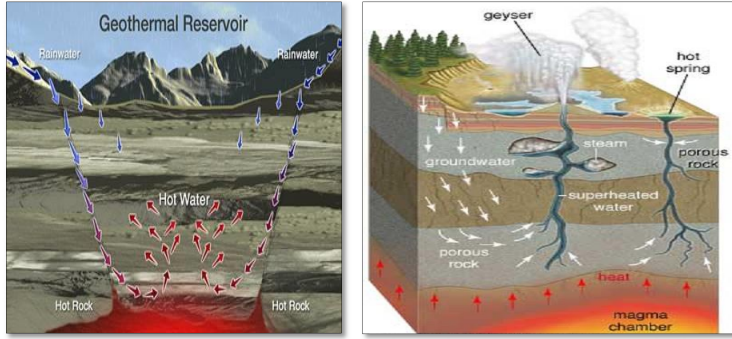
### Hot springs

Thermal springs are ordinary springs except that the water is warm and, in some places, hot, such as in the Bubbling Mud Springs in Yellowstone National Park, Wyoming. Many thermal springs occur in regions of recent volcanic activity and are fed by water heated by contact with hot rocks far below the surface.





Even where there has been no recent volcanic action, rocks become warmer with increasing depth. In such areas water may migrate slowly to considerable depth, warming as it descends through rocks deep in the Earth. If it then reaches a large crevice that offers a path of less resistance, it may rise more quickly than it descended. Water that does not have time to cool before it emerges forms a thermal spring. The famous Warm Springs of Georgia and Hot Springs of Arkansas are of this type.



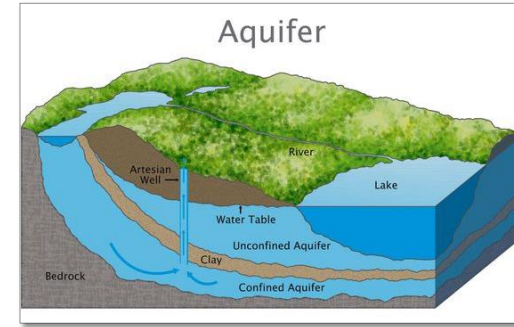
The water is crudely filtered in the rock, and the time spent underground allows debris and mud to fall out of suspension. If underground long enough, lack of sunlight causes most algae and water plants to die. However, microbes, viruses, and **bacteria** do not die just from being underground, nor are any agricultural or industrial pollutants removed.

## நிலத்தடி நீர் நிலத்தோற்றங்கள்

### நிலத்தடி நீர்

மழை அல்லது உருகும் பனிநீரின் ஒரு பகுதி பாறைகளின் மேற்பரப்பில் குவிந்து நிலத்தடி நீர் அல்லது நிலத்து நீர் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

நிலத்தடி நீர் உலகின் அனைத்து நாடுகளுக்கும் நிலத்தடி நீர் என்பது மதிப்பு வாய்ந்த ஒரு வளமாகும். நிலமேற்பரப்பில் பெய்யும் மழைநீரானது புவிக்குள் ஊடுருவி நிலத்தடி நீராக நிரப்பப்படுகிறது. நீர்ஊடுருவும் பாறைகள் வழியாக நீரானது உள்ளிறங்கி நீர் உட்புகா பாறையின் மேல்பகுதியில் தேங்கி நிற்கும் பகுதியை நீர்க்கொள் படுகை (Aquifer) என்கிறோம். ஒரு நீர்க்கொள் படுகையின் பூரித நிலையை அடைந்த மேல் மட்ட அடுக்கை நிலத்தடி நீர் மட்டம் என்கிறோம். இது பருவ காலங்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடும் தன்மை கொண்டது.



### நில நீர்

புவியோட்டில் ஏறத்தாழ ஏலப்பகுதிகளிலும் உள்ள பறை, அடிமண் ஆகியவற்றில் நிலநீர் காணப்படுகிறது. இவையாவும்



மழையிலிருந்துதான் நீரினை பெறுகின்றன.நிலநீரில் 95 சதவீதம் மழை நீரிலியிருந்து பெறப்பட்டதாகும்.மீதமுள்ள 5 சதவீதம் புவிக்குள் பாறைகளிலிருந்து தோன்றுவதாகும்.

### ஊற்றுக்கள்

நிலத்தினடியிலிருந்து நிலா நீர் இயற்கையாக வெளியேறுகிறது இடத்திற்கு ஊற்று என்று பெயர்.நில நீர் ,ஊற்றுகளின் மூலமாக வெளியேறுவது விசையுடன் பீரிட்ட நிலையிலோ அல்லது கசியும் நிலையிலோ காணப்படுகிறது.பருவங்களைப் பொறுத்து ஊற்று நீர் வெளியேறும் வேகம் மாறுகிறது.ஊற்றுக்களில் நீர் வெளியேறுவது நிரந்தரமாகவோ தாற்காலிகமாகவோ காணப்படுகிறது.இதன் பௌதிக இரசாயனத் தன்மை எல்லா இடத்திலும் ஒரே மாதிரி இல்லை.சில இடங்களில் இது குளிர்ச்சியாகவும் வேறு சில இடங்களில் வெம்மையாகவும் உள்ளது.இது சில இடங்களில் கடின நீராகவும்,சில இடங்களில் மென் நீராகவும் காணப்படுகிறது.சிலவற்றில் காதுக்கள் நிறைந்து காணப்படுகின்றன.



### வெப்ப நீரூற்றுக்கள்

வெப்பநீரூற்றுக்கள் சாதாரண நீரூற்றுக்கள் போன்றவையே . ஆனால் இங்கு நீரின் வெப்பம் அதிகமாக இருக்கும் . சிலசமயம் மிகவும் சூடான நீர் கூட இந்நீரூற்றுக்களிலிருந்து வெளியேறும்.

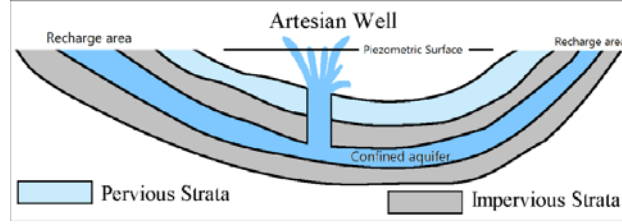
வெப்பநீரூற்றுக்கள் எரிமலை வெடிப்பு பகுதியிலுள்ள பாறைகளிலிருந்தோ அல்லது புவியின் ஆழமான பகுதியிலுள்ள பாறைகளிலிருந்தோ உற்பத்தி ஆனவை ஆகும் . இலையில் நீரூற்றுக்கள் வெப்பம் நிறைந்த பாறைகள் வழியாக கடந்து வரும்போது வெப்பமடைந்து உருவாகக்கூடும் . எடுத்துக்காட்டாக : அமெரிக்காவிலுள்ள Yellow stone National Park, Arkansas, ஐரோப்பாவிலுள்ள ஜார்ஜியா வெப்பநீரூற்று .



### ஆர்ட்சியன் ஊற்றுக்கள்

பாறை அடுக்கு கொண்ட பெரிய கொப்பரையில் நீர்புகு அடுக்கின் மேலும் கீழும் நீர்புகா அடுக்குகள் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம்.இக் கொப்பரையில் நீர் புகும் பாறை தரையில் வெளித்தோன்றும் போது அதன் வழியே நீர் கிழ்நோக்கிச் சுவறி ஆழத்திலுள்ள நீர்புகு பாறைகளில் சேருகிறது.நீர்புகா பாறை அடுக்குகள் மேலும் கீழும் காணப்படுவதால் நீர்கொள்ளும் அடுக்கிலுள்ள நிலநீர் எப்பக்கமும் வெளியேற முடியாமல் இருக்கிறது.இந்த அடுக்கு பூரிதமடையும் வரை நீர் சேர்த்து கொண்டே இருக்கிறது.இவ்வாறு இரு நீர்புகா பாறைகளுக்கிடையே நிலநீர் தேங்கி இருக்கும் அமைப்பு கொண்ட கொப்பரைக்கு ஆர்ட்சியன் கொப்பரை என்பது பெயர். ஆர்ட்சியன் கொப்பரையில் கீழ் வளைவில் நீர் கொள்ளும் அடுக்கின் இரு பக்கத்திலிருந்து ஏற்படும்

அழுத்தத்தின் காரணமாக ஏதாவது ஒரு துளையின் வழியே நீர் பீறிட்டு வெளியேறுகிறது. இது ஆர்ட்சியன் ஊற்று எனப்படும்.



### நில நீரின் செய்கை

நில நீரின் பெளதிகச் செய்கையும் , இரசாயனச் செய்கையும் நிலத்தோற்றத்தை உருவாக்குவதில் ஓரளவு துணைபுரிகின்றன. அடிநிலக் குகைகள் , சுரங்கங்கள் ஆகியவற்றில் நிலநீர் செல்லும்போது பாறைகளையும் நுண்ணிய பதிவுகளையும் கடத்திக்கொண்டு செல்வதால் அங்கு அரிப்பு ஏற்படுகிறது. சுண்ணாம்புப் பாறைகளில் இது குறிப்பாக காணப்படுகிறது. இதைத்தவிர நிலநீரின் கரைதல் செய்கையால் பாறைகள் ஓரளவிற்கு சிதைவுறுகின்றன.

### REFERENCES

- <https://www.geomorphology.org.uk/what-geomorphology>  
<https://link.springer.com/referenceworkentry/>  
<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/weathering/>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Mass\\_wasting#](https://en.wikipedia.org/wiki/Mass_wasting#):  
<https://www.britannica.com/science/mass-movement>  
<https://www.britannica.com/science/Kant-Laplace-nebular-hypothesis>  
[http://web.arc.losrios.edu/~borougt/GeologicStructuresDiagrams.ome.iitk.ac.in/~mukesh/CE241\\_19\\_20/Lecture\\_05.pdf](http://web.arc.losrios.edu/~borougt/GeologicStructuresDiagrams.ome.iitk.ac.in/~mukesh/CE241_19_20/Lecture_05.pdf)  
<https://www.bbc.co.uk/bitesize>  
<https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/z83nj6f/revision/2>  
<https://www.clearias.com/erosion-deposition-running-water-ground-water/>  
<https://www.nps.gov/subjects/geology/glacial-landforms.htm>  
<https://neostencil.com/glacial-landforms>  
<https://www.britannica.com/science/coastal-landform>  
<https://www.gsi.ie/en-ie/programmes-and-projects/groundwater/activities/understanding-irish-karst/karst-landforms/Pages/default.aspx>  
<https://www.tntextbooks.in/p/11th-books.html>  
<https://www.tntextbooks.in/p/12th-books.html>

Article by: Jijo Sudarshan

### Geomorphology - IAS gateway

[iasgateway.com](http://iasgateway.com) > ... > GS -I > Study Materials > Mains

புனிப்புறவியல் - குமாரசாமி .கி , காமராஜ் இ. சி ..  
 வர்த்தமானன் பதிப்பகம், சென்னை - 2017

புனிப்புறவியல் - ஜெயச்சந்திரன்