

ELEMENTS OF CARTOGRAPHY -I

SUBJECT - CODE: 18K1GAG1

DEFINITION OF CARTOGRAPHY

Cartography or mapmaking is the study and practice of making maps .Map making involves the application of both scientific and artistic elements, combining graphic talents and specialized knowledge of compilation and design principles with available techniques for product generation. Map function as visualization tools for spatial data. Spatial data is stored in a database and extracted for a variety of purposes.

The traditional analog methods of map making have been replaced by digital interactive maps that can be manipulated digitally. Modern cartography like many other fields of “information technology” has undergone Rather than merely drawing maps the cartographic process is concerned with

- I) Data manipulation,
- II) Data capture,
- III) Image processing and
- IV) Visual display.

Cartographic representations may appear in printed form or as dynamic images generated on a computer display screen. Computer assisted mapping systems have added a new and exciting dimension to cartographic techniques and traditional methodologies have to be augmented with new skill. The fundamental nature of cartography has changed with the evolving technologies, providing cartographers with new methods for visualization and communication of spatial information.

NATURE AND SCOPE OF CARTOGRAPHY

Cartography is generally considered to be the science and art of designing, constructing and producing maps. It includes almost every operation from original field-work to final printing and marketing of maps. The scope of modern cartography is, however, not limited to these processes alone. It is also treated as a science of human communication.

At times the term 'cartography' is used to signify only the mechanical aspects of drawing maps. Such is often the case in India where a graduate course in cartography is considered to be co-terminus with a course in practical geography. Actual drawing is, however, only a portion of the total scientific, technical and artistic efforts that are needed to bring out a map. The processes of designing a map and manipulating its various elements to suit the heterogeneous needs and fancies of the users demand skills which are more fundamentally cartographic than the skills of making original drawings. Of no less significance are the skills related to cartographic planning involving the coordination of the entire map making process.

Apparently, a good map can be produced only by a judicious blending and proper coordination of the scientific and artistic skills that go into its production. In the present context of map production processes, the supremacy of the former is, however, unquestionable.

The scientific training and the academic background necessary for planning, designing, and executing a map are certainly much more difficult to acquire than the manual skills needed to convert a well thought out map into a well-drawn map. With the increasing number of draftsmen who can make fair drawing under the supervision of a cartographer, without knowing much about why a map has been designed in a particular way, the theoretical aspects of cartography have acquired considerably greater importance in recent years. One can be designated as a cartographer even though he may not have the manual skills for drawing maps, but a good draftsman without the intellectual and technical skills needed to plan and design a map cannot be called a cartographer.

It does not, however, mean that the artistic aspects of cartography are now de-emphasized. Instead, they are given as much importance as the scientific aspects of it. It does, however, mean that the emphasis now rests on the aesthetics sensibility and the principle underlying the creation of a work we call artistic rather than on the manual skills of making fair drawings. These points will become clearer as we further discuss the nature of cartography.

ARTISTIC LEANINGS OF CARTOGRAPHY

Since the aim of cartography is to improve the graphic representation of the earth, it cannot avoid being partly artistic in nature. A map not only portrays details visually in accordance with certain scientific principle but also in a way that is pictorial and aesthetic. The study of cartography is, therefore, partly a study of map graphics. The cartographic methods of representation and exposition follow the same principles and laws which underlie other types of graphics. And since art is the highest form of graphics, a good map cannot afford to be non-artistic.

To what extent cartography is an art is a controversial question. There are cartographers without much artistic skills, there are also cartographers who are artists first. There can, however, be no cartographer who does not have a sense of beauty, proportion and order. And anyone who has this sense can aspire to become a cartographer. The purpose of cartography is not the same as that of art. Cartography does not aspire to produce the greatest work of art we have yet to know a map which has been given a place in art galleries as a masterpiece of art and artists require complete freedom of expression, they, often, utilize this freedom to create a piece of work which may be incomprehensible or even meaningless to the common man. Unlike an artist, a cartographer functions under severe limitations set by topographical and statistical details, symbols and colour standards. Moreover, a cartographer can never afford to create a piece of work that will be incomprehensible and meaningless to its users. A piece of art is valued for its aesthetic beauty and sensibility whereas a map is valued for its mundane utilitarian values.

But if one defines beauty not only in terms of visual expression and artistic sensibility but also in terms of a sense of proportion, harmony of form and colour and simplicity, a well done map is always a piece of art. A good map requires a high degree of legibility; it requires expression by methods emphasizing the pertinent and suppressing the less important or irrelevant, and it requires a well balanced harmonic interaction between the individual elements of a map. It is in this sense, and in this sense only that cartography can be said to be an art.

TYPES OF MAPS

As each map is unique in its design, content and construction it is a type by itself. On the basis of certain common features, maps can, however, be classified into several types. The following are some of these types:

Types by Relief Representation:

On the basis of the amount of topographic details given, maps can be classified as:

1. Hypsometric maps, and
2. Planimetric maps.

The hypsometric maps are those which show the relief and the terrain in detail and often at the cost of other details. The large scale topographical sheets produced by the Survey of India fall in this category. As against these, the planimetric maps give more emphasis to other details and limit the relief portrayal to the inclusion of a few spot heights here and there. Most of thematic maps representing the cultural features of the landscape fall in this category,

Types by Scale:

Taking the scale as the criterion, maps can be classified as:

1. Small scale maps
2. Medium scale maps, and
3. Large scale maps,

This classification appears to be the easiest one. The terms large scale and small scale are, however, so undefined that there is no universally accepted standard for classifying maps according to scale. What one considers to be large, may appear to be small or medium for others. The same person may consider a map to be of large scale for one purpose but of small scale for another purpose. As a result of this each specialized group of map users sets up its own standards for classification.

For the purpose of this book, maps having scales of 1 : 63,360 or more are classified as large scale maps; those falling between 1 : 63,360 and 1 : 1,000,000 as medium scale maps and those having scales below 1 : 1,000,000 are treated as small scale maps. The

million sheets of the Survey of India and the National Atlas of India are considered to be medium scale maps.

Types by Information:

Some maps are made to be used for a variety of purposes; certain others are made to represent one type of information; while certain others may have either of the two objectives but may be prepared for a specialized group of people having special problems of visual perception. Maps can, therefore, be classified into the following types as well:

1. General purpose maps
2. Thematic maps, and
3. Special purpose maps.

The multi-purpose wall maps, Toposheets, and many of the atlas maps are classified as general purpose maps. Maps dealing with a single factor such as geology, rainfall, crops, population etc., are classified as thematic maps. At times a thematic map is defined as one having one theme or objective. This definition is logical if we take the dictionary meaning of the term theme into account. But, if adopted, it will make all maps to be thematic.

There is no map without a theme or purpose. One has to draw a line somewhere if the term 'thematic' has to be used meaningfully. It is, therefore, suggested that the use of this term may be restricted to those maps only in which represent only one type of data such as population and in which other types of data are either not given or given to highlight the basic data. Thus a population map showing physiographic in the background will be called a thematic map. The special purpose maps are those which are constructed for a group of people having special reading or perceptual problems. Thus the maps for the Wind fall in this category. Similarly, the maps for the children and neo-literates are also called special purpose maps.

Types by Military Use:

There are certain maps which are drawn specifically for the use of military personnel. From a soldier's point of view, maps can be classified as:

1. General maps
2. Strategic maps
3. Tactical maps, and
4. Photomaps

Any map on a scale of 1 : 1,000,000 or more is considered to be a general map. General maps depict only the broad topographic features and are usually used by the high command for general planning purposes. Maps having scales ranging from 1 : ,000,000 to 1 : 500,000 are often classified as strategic maps. These maps are used for the general planning of more concentrated military effort. Maps with scales of 1 : 500,000 or less are called tactical maps. A tactical map serves as a guide to small units like battalions and patrol units prior to and during the movement anywhere near the front line.

These maps show almost all the relief and planimetry and hence, are used in planning the tactics of smaller combat units. At times maps having scales of 1 : 250,000 to 1 : 500,000 are classed as strategic- tactical maps. These are mostly transportation and communication maps with relief and planimetry shown on them. They are used mainly for logistic planning and operations involving infantry and armored corps.

A photomap is an air photograph with strategic and tactical data superimposed on it. It is not a map in the true sense of the term; it is rather a map substitute. Because of its wide use in the theatre of operations, it has, however, been discussed here. A photomap may constitute just one photograph or it may be a mosaic composed of several of them. The scales of the photomaps range from 1 : 5,000 to 1 : 60,000. As the photomaps show the details against their photographic image, they are easily comprehensible to army personnel. There is, therefore, a strong tendency among the troops to use these maps.

MAPS HELP US IN MANY WAYS

Maps have become so much a part of our life that we cannot dispense with them. We often need them to find the location of a place. We certainly need them as visual aids in our class rooms. They have already proved their worth as indispensable tools for the synthesis and analysis of distributional data. The urban and regional planners make their use to unravel the planning problems and to show the progress made. By giving a visual and integrated picture of the areal intra-national as well as international - disparities in the development of natural resources, social, political and economic developments, they influence national integration and international co-operation. Certainly a well-done map is worth hundreds of pages of a book in many respects.

Location of Places:

The most universal use of maps is for locating places and things. Location of an object involves the knowledge of the site, i.e., the precise geographic location and the situation or its location in relation to surrounding features. As the geographic mobility of the people increases, the use of maps for locational purposes also increases. In the United States of America one cannot find a motorist without a pack of road maps. The use of such guide maps is catching up in other parts of the world also.

Education and Research:

Maps are useful, and at times indispensable tools for the teachers and the students of all those disciplines which have something to do with the distribution of natural or cultural features on the earth's surface. One is only too well acquainted with wall maps as classroom visual aids in teaching. Many books contain maps as textual illustrations. Good maps save thousands of words and have the capacity to crystallize the facts and figures in a fashion which makes them comprehensible and clear. The burden of the students will certainly be lightened if the advocates of various disciplines reduce some of their circumspet discussions to simple map terms.

The usefulness of maps as research tools is now well recognized. It is evident from the fact that most research institutions concerned with the study of socio-economic problems of our society have a cartographic laboratory attached to them. Maps highlight the problems and present a picture of the problem as well as the progress

made in a fashion which is easy to understand. Use of statistical and quantitative techniques in processing of data to be represented on maps has further increased the utility of maps as research tools. The net result of this development is the increasing number of thematic maps.

Planning and Development:

Maps can be and are of considerable use in planning socio- economic development of a community, a region, or a nation. While planning for a community such as a village or a city, the present, past and future land use patterns must be depicted on maps. The existing property ownership lines must be marked accurately. The jurisdiction of the planning authority must be shown clearly. The density of population in different parts of the community, the educational and recreational facilities and the shopping centers must be planned on the basis of the needs of different areas Industrial and residential Locations should be planned by taking to account the transportation, sanitation, education, recreation and other facilities. Each of these factors can be represented on maps which afford clearer visualization of their interrelationships There is no better way of describing them

Maps are equally useful in regional and national planning Regional plans often cover areas far beyond the confines of the service areas of the urban or metropolitan centers The potentialities of development can be gauged by a clear understanding of the location and distribution patterns of the natural and human resources and the existing social overhead capital No other medium can do it better than a map In the same way maps are useful in showing the progress made in different parts of a region or a nation The usefulness of maps in this respect is well indicated by the fact that the United Nations Organization has taken up the preparation of an international series of landuse maps and almost all important countries of the world have taken up the preparation of National or Planning Atlases

Military Strategy

Not many of us realize that wars and conflicts among the nations have been the greatest promoters of map production. No war, big or small, can be executed efficiently without the help of good maps. During the World War II the Army Map Service of the U S A alone produced about 40,000 different maps and distributed a total of over 500 million copies of them. A single movement of troops requires several different types of maps, and when the operation involves a combined effort from all the branches of the armed forces, the variety of maps needed further increases.

The land forces need one type of maps, while the air forces another type and the naval forces a third type. More often than not, military operations have to be carried out in areas which have not been visited by the armed forces before. These forces have to know the details of topography so exacting as to be able to locate the mounds, canals, ditches and wells to name a few. No amount of verbal description can do the job. Many operations have failed mainly because of the lack of good maps. One of the factors responsible for India's defeat in 1962 in NEFA was the lack of accurate maps.

Other Uses:

In recent years the uses of maps for propaganda and advertising purposes have increased to a great extent. Maps are also being increasingly used by aerospace science. The use of mapping techniques to represent the surface of moon and other planets and to show the movement of satellites and rockets are examples of new uses of cartographic products. Maps are certainly of great use to us. We should, therefore, know as much about maps as we can. But knowing maps involves knowing about cartography - the science and art of making maps.

SCIENTIFIC BASES OF CARTOGRAPHY

As a discipline interested in devising ways and means of bringing order and system, generality and simplicity, refinement and legibility and ease of use and comprehension to an almost incomprehensible range of complex details through a medium which we call map, cartography is a science that has its own individuality. It is a science with artistic leanings. It can be well compared with architecture in many respects and may be characterized as a technical science. But it is something more than a technical science. In

the first place cartography is a geographic science. The subject matter of cartography is the surface of the earth and to a certain extent the heavens constituting the planets and the stars. It seeks to represent them as realistically as its principles and rules permit. To be successful in his endeavors, its practitioner must get a first hand knowledge of the earth either by observation or by study. He must know well the spatial distribution and location of various objects, because maps show the location or distribution of various objects at their appropriate points according to a given scale. Cartographic representations also involve the selection of the important and the rejection or suppression of the unimportant.

A cartographer, thus, has to generalize the data. Generalizing the cartographic data is, however, as difficult as generalizing any other data. It involves prior knowledge of the elements to be generalized and training in reasoning and synthesis. Cartography is, therefore, a geographic undertaking and a cartographer is a graphic geographer or geographic illustrator.

In the second place cartography is an auxiliary science which acts as a bridge between techniques, art and earth sciences. As a map is a generalized picture of the earth surface the cartographer has the difficult task of generalizing the complex details of this surface. To do this successfully, he has to have the background of not only geography but also of other disciplines in which he essays to prepare maps. Cartography is, therefore, a science which entails cooperative efforts of specialists in a variety of fields. The geodetic and the topographic surveyor give the size and shape of the earth and the location of its surface features; the economists, sociologists, geologists, botanists, etc., give the subject matter. The cartographer classifies and generalizes these details and converts them into map able form. He also designs and draws a map which the printers use to produce a number of identical copies.

This description may give an impression that various cartographic processes can be carried out independently by different disciplines. But this is rarely the case. The surveyor not only surveys but also draws. His field drawings are then used to compile maps on smaller scales. The number and the size of the original drawings to be made depend upon the colour scheme of the map and the printing process to be used. The financial resources also limit the freedom of action on the part of a cartographer. It is because of this interdependence of the various cartographic processes that most official

mapping agencies in the world combine all these operations from original surveys to drawing, printing and marketing of maps. A writer can be easily separated from the printer of his book, but a cartographer cannot be separated from his map printer. The two have to work together. The above discussion, points to the conclusion that cartography is neither an experimental science like physics or chemistry nor a social science like economics or sociology. It is a scientific discipline which employs scientific methods and logic.

CARTOGRAPHY AS A SCIENCE OF HUMAN COMMUNICATION

The ultimate purpose of cartography is to communicate facts and ideas clearly and forcefully through a combination of drawings, words and symbols. It is distinct from other forms of graphics in the sense that it specializes in communicating facts and ideas about the earth and earth alone. Many cartographers certainly prepare maps to satisfy their own intellectual conceits. Like all creative activities cartographic endeavors give inner satisfaction to the creator no matter whether others appreciate them or not. But such maps are very few. Most maps are made to communicate facts and ideas in which people are interested. And hence the success of a map is often determined by the effectiveness with which it is able to convey the message. Viewed in this way map becomes a medium of communication and cartography a communication science. The authors will, therefore, venture to say that one of the main purposes of cartography is the communication of the facts and ideas about the earth.

This may be disputed by many geographers and cartographers who would feel that it is the representation of the earth that is important and not the communication aspects of it. Perhaps such an objection would have been valid in the past when we did not know much about the shape, size and surface contents of the earth, when major portion of the earth was left unsurveyed and when the geographer was an explorer chiefly interested in telling the people of his new discoveries about the earth. That time is no more with us. We are now well aware of the shape, size, and contents of the earth's surface. In fact we are now gradually getting interested in the moon and other planets and satellites of the solar system. In this context the role of cartography has to change.

Cartography should concern itself more with the effective portrayal of the facts and ideas about the earth than hitherto done. When we talk of effective representation we talk of effective human communication. The process of human communication is indeed a complicated one. Here an attempt is made to give a simple description of this

system and to introduce to the readers the role of cartography in this process. A communication system may be considered to have five elements. There is a source and a destination for a message. Between the source and the destination there is a link enabling the message to span the distance. We may call this link a channel. To allow the information to pass through the channel it must be encoded in a language which can be transmitted through the channel. The component which does this encoding is called the transmitter. And at the other end there must be a receiver to reconvert or decode the message into its original form before it reaches the destination. These five elements, i.e., source, transmitter, channel, receiver, and destination constitute a communication system.

Fig. Elements of a communication system

SOURCE-- TRANSMITTER--CHANNEL--RECEIVER--DESTINATION

An ideal communication system functions something like this. The transmitter gets a message from the source. He encodes this message 'into a language that can be fed into the channel selected for the transmission of the message. At the other end the receiver reads this message and decodes it into a common language. Decoding of message The likelihood of a message reaching the destination depends upon a variety of factors. The first is the nature of the message itself.

A clearly stated message coming from an authentic source will have a better chance of reaching the destination than the one which is ambiguous and has emanated from, an unreliable source The second is the efficiency with which the transmitter encodes the message The third one is the noise or disturbance in the channel itself and final one is the attitude of the receiver and his ability to decode the message If we apply this system to cartography we will have the following arrangement

1 Information Source - All the natural and social sciences concerned with the study of earth and its surface features

2 Message - Ideas and facts about the earth and its surface features, also about the heavens and heavenly bodies

3 Transmitter - Cartographer who converts these ideas and facts into words, drawings and symbols

4 Signals- The words, drawings and symbols and their mutual arrangement

5 Channel - Maps and other cartographic products

6 Noise Source- Poor design or drawing, cluttering of the symbols, incorporation of unnecessary facts

to the detriment of the relevant ones, poor printing, etc

7 Received signals- Symbols, etc , as perceived by the map user

8 Destination- Map users the world over

A cartographer has to remain sensitive to the reactions of the users of his products and has to make use of these reactions to modify and improve them. He has to so develop his products that they assist the users in clearly perceiving the facts about the earth. Our preceptor sensory mechanisms are in continuing contact with the real world of things and events. The eyes, the ears, and the nerve endings respond to a variety of stimuli as temperature, pressure, sound, and taste. They are the means of perception. When we perceive something, we translate the impression made upon our senses by stimuli into awareness of the objects or events perceived. We construct our world of things and events out of our sensory process and the physical objects, as we know them through sight, sound, taste, smell and touch.

Understanding results from coordinated perception which is the outcome of multiple impressions recorded through the sensory mechanisms. Lack of any sensory receptor eliminates the possibility of complete perception. We cannot acquire a perfect knowledge of the earth and its surface features unless we are in a position to see it with our eyes also. Reading and listening give only half the truth. Observation gives a real experience and associative feeling. Observation of the whole earth with all its minute details and patterns being impossible, man, from the very beginning of his civilization,

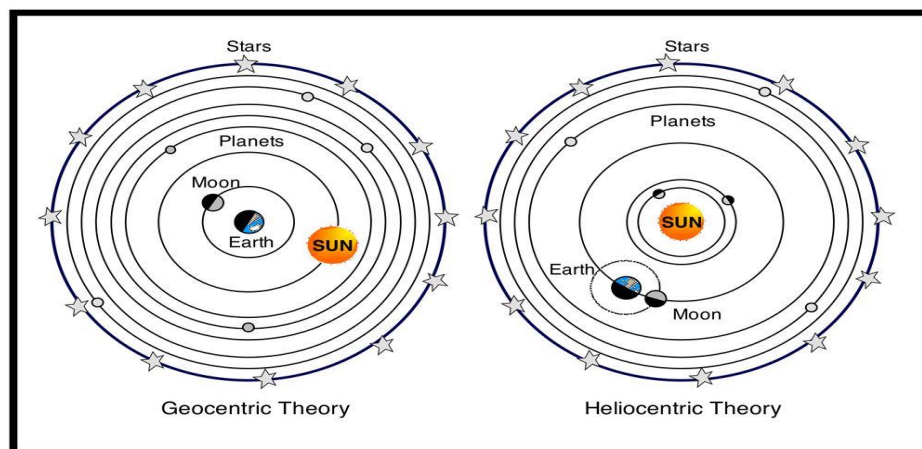
developed means of portraying it cartographically. A map is a model of the earth or a portion of the earth. It is a graphic model. It gives a more realistic picture of the earth than any verbal description can give. Maps stimulate thinking and understanding about the earth; they also lay the foundation for attitude formation. Attitude is a mental and neural state of readiness, developed through experience with persons, things and events. It has a directive or dynamic influence upon our response to all those objects and situations with which we come in contact. Our attitude towards other parts of the world depends upon this state of readiness developed through experience with the real world. It can be changed by carefully planned learning situations. Maps are the means through which learning situations can be changed to create a better understanding of the physical and cultural contents of the world. Cartography, the science and art of making maps, is, therefore, a science of human communication too.

UNIT -II

EARTH AS A CARTOGRAPHIC PROBLEM

The earth is a member of the solar system and hence its shape, size and movements are directly governed by its relations with the sun and other planets. The sun, as we know, is the prime source of energy and light for the earth. It is also the reference object for keeping the time. The moon which is the satellite of the earth, produces tides in the oceans. Many other planets and the stars also act as reference points for the determination of one's position on the surface of the earth.

Presently, we are well aware that the sun is the centre around which all of its planets, including the earth revolve. In other words, we believe in what the scientists call the heli'o-centric (sun centred) Model of the solar system. This model is supposed to have been first mentioned in De Revolucionibus Orbium Coelestium written by Niklas Koppernigk (Copernicus) in 1543. Before this, people believed in a geo-centric model of the solar system. In this system the earth was considered to be the centre around which other planets and stars revolved, the heliocentric theory was further refined by Newton and Kepler who said that the orbits of the planets, are slightly elliptical and that the stars do not revolve round the sun.



The period required by a planet to revolve round the sun is called a planetary year. During the course of its revolution around the sun, the earth is 152 million kilometres from the sun in July and 147 million kilometres in January. In July it is said to be at aphelion (ap means away and hellos means sun) and during January, at perihelion. The average distance from the earth to the sun is 150 million kilometres.

The earth revolves round the sun in a counter-clockwise direction. It completes one revolution in one sidereal year which is a few minutes longer than the calendar year. Similarly, the moon completes one revolution around the earth in one sidereal month which is equal to 27.3 days. The earth itself rotates on its own axis in one sidereal day which is equal to 23 hours, 56 minutes, and 4.09 seconds. As a complete rotation of the earth on its axis is equivalent to 360 degrees, the earth rotates 15 degrees every hour. Thus the local apparent solar time, at a given time, changes one hour for every degree of longitude. It decreases as one moves to the east. By an international agreement, it begins at the International Date Line which roughly follows the 180 degree longitude. One gains a day when crossing this line from west to east, but loses a day when crossing it from east to west. The Greenwich mean time is considered as the base for finding out the time of other places. The Greenwich Meridian is the zero degree meridian and the time on both sides of this meridian differs from its time by one hour for every 15 degrees of longitude.

SHAPE OF THE EARTH

The early thoughts about the shape of the earth ranged from the flat disc advocated by Homer to the sphere suggested by Pythagoras. Pythagoras was a mathematician and to him the most perfect figure

was a sphere. He reasoned that God will create only a perfect figure and, therefore, the earth must be spherical in shape. The Pythagorean idea was apparently based on the phases of the moon. About two hundred years later, Aristotle was led to the same conclusion. In the third century B.C. Eratosthenes demonstrated that the earth is spherical by measuring the angle at which the rays of the sun fell at two points located on the same longitude but on different latitudes.

Eratosthenes had observed that on the day of the summer solstice, the mid-day sun rays were directed to the bottom of a well in the town of Syene (now Aswan). At the same time, he observed that the sun was not directly overhead at Alexandria. It rather cast a shadow from the gnomon equal to the circumference of a circle i.e., $2\pi R$ (Fig. 18). On the basis of the known facts that (1) Syene was situated on the tropic of cancer because the mid-day Sun was overhead on the day of summer solstice, (2) the linear distance between Alexandria and Syene was 805 kilometres and (3) Alexandria and Syene lay on a direct north-south line, he concluded that the circumference of the earth at the equator is 40,070 kilometres. It is even more remarkable that such accuracy was obtained even though the facts which were made the basis for the calculations were not correct. As we know Syene is not at the tropic of cancer, it is about 595 kilometres north of it; the distance between Alexandria and Syene is not 805 kilometres, it is only 729 kilometres, and Syene and Alexandria are not on the same longitude. The latitudinal difference between the two places is not $23^\circ 5'$. It is only $7^\circ 5'$.

The next significant advance in geodesy came in 1617 when Snell calculated the circumference of the earth from astronomical measurements. Later in 1671 Richer in French Guiana discovered that gravity was weaker near the equator than on the higher latitudes. After fifteen years, in 1786, Isaac Newton gave the correct description of the shape of the earth as being an oblate spheroid with its polar radius shorter than the equatorial radius. The theoretical proof of the spherical shape was given by Clairaut's in 1743. Since then only minor changes have been made in Clairaut's model. The recent satellite measurements have resulted in two small modifications in the shape of the earth. One is the discovery that the southern hemisphere has a slightly larger circumference than the corresponding latitudes in the northern hemisphere, making the earth somewhat pear-shaped. The other is that the equatorial cross section of the earth is not an exact circle, it is slightly elliptical and tri-axial.

The ellipsoid of revolution differs from reference surface called geoid. Geoid represents a level surface, i.e., one that is perpendicular to the direction of the force of gravity. To visualize the geoid, imagine the surface of the earth to be completely covered with water. The surface of this endless sea will correspond to the geoid. Because of the irregularities in the distribution of the earth's mass, this surface slightly departs from the reference spheroid or the ellipsoid of the revolution.

GRAVITY OF THE EARTH

The concept of gravity is one of the fundamental cornerstones of geo-physics. In cartography, gravity is of special significance mainly because it helps us in determining the shape of the earth. The idea

that the earth attracts everything towards its centre had been prevalent even in ancient times. In India, the concept of 'Gurutwakarshan' was developed during the Vedic and Puranic times. In Greece, Aristotle believed that the speed of a falling body depended on its mass. Early in the seventeenth century Galileo refuted this theory and proved that all bodies, irrespective of their masses, fall with the same constant acceleration. The acceleration of a body is the rate at which its velocity changes with time. Half a century later, Newton formulated the law of gravitation and thus explained the rotation of the planets and their satellites. He calculated the magnitude of the gravitational pull of the earth being proportional to the mass of the body falling on the earth multiplied by the mass of the earth (a constant) and inversely proportional to the square of the distance between the centre of the mass of the body and the centre of the mass of the earth.

It is the force of gravity which is largely responsible for the present shape of the earth. To understand this let us imagine a soft plastic sphere rotating about its axis. Because of the centrifugal force (inertia) the mass is pushed outward from the axis of rotation. As this force increases with distance from the axis of rotation, it is more effective at and near the equator. As a result, the sphere bulges outward around the equator and an oblate spheroid comes into being. This is the present shape of the earth. Centrifugal force which increases from zero at the poles to a maximum at the equator. The gravitational force due to the earth's mass is directed toward the centre of the earth almost everywhere but the centrifugal force detracts it from the centre. The measured gravity of the earth is the result of the combination of mass gravitation and centrifugal force. Gravity is, therefore, weaker at the equator than at the poles. It is about 0.5 percent greater at the poles than at the equator.

DIMENSIONS OF THE EARTH

The International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) has accepted the following measurements of earth's radius:

Polar radius 6357 kms

Equatorial radius 6378 kms

Mean radius 6371 kms

The surface area of the earth can be determined easily if we know the radius of the earth. Area of a sphere is 4 times of its radius squared ($4\pi r^2$). The area of the earth is about 510,900,000 sq kms. The total mass of the earth as determined by the gravitational force is almost 5.98×10^{27} grams, When we divide the mass (5.98×10^{27} grams) by the volume (1.08×10^{21} cu cm) we get the average density of the earth (5.52 grams per cu cm). This is 5.52 times greater than the density of pure water. One of the basic problems in cartography is to reduce the earth to a convenient size and to transfer the spherical shape of the earth on a plane surface.

DIRECTIONS

Direction has been defined as an imaginary straight line on the map or ground showing the angular position of various points with respect to a common base direction. The line pointing to the north is regarded as the zero direction or base direction line. The two ends of the axis of the earth's rotation are known as north and south poles. These are also called geographical poles. The line that joins these two poles, is the zero direction line. Any line cutting this line at right angles is the east-west line. North, South, East and West are the four main directions. These are also called cardinal points. In between the cardinal points, one can have several intermediate directions as given in Fig 24.

A map must have the base direction represented on it to enable the user to locate different features with respect to each other such a direction is often shown by an arrow pointing to the north. At times the base direction is not indicated on a map. This generally means that the top of the map represents the true north or that the longitudes

are indicative of the north south direction. As we can see from Fig 24, we can represent only a few intermediate directions by means of arrows. If we have to show a direction between N E and E N E, we will be hard put to express it. It is for this reason that directions are often given in terms of angles. North is regarded as the angle of zero direction. All directions are expressed as angles, measured clockwise from north throughout the full range of the directional circle. These angles are called azimuths. In this system we have no problem with regard to expressing the angle between N E and E N E. All we have to do is to measure the angle between the zero direction line and the line pointing to the object whose direction is needed.

Like distances, directions can also be measured in any desired unit. Degree is by far the most commonly used unit of measurement. 'Mil' and 'grad' are the other units of measurement. The subdivisions of a degree are called minutes and those of a minute are called seconds. When a circle is equally divided into 360 angles each of the angles represents one degree. In the same way each degree is equally divided into 60 minutes, and each minute into 60 seconds. This plan establishes over one million seconds in a circle. With the help of these subdivisions, it is possible to measure directions with utmost accuracy. For the sake of convenience, degrees, minutes and seconds are represented by conventional signs so that if we want to write 168 degrees, 56 minutes and 43 seconds, we will write $168^{\circ} 56' 43''$. A mil is an angle subtended by 1 meter across a distance of 1000 meters from the centre of a circle. It can also be expressed as an angle the tangent of which is approximately .001. It is $\frac{1}{6,400}$ th part of the circumference of a circle, so that $90'' = 1600$ mils. Fig. 25 shows the relationship between a mil and a degree. Mil is used more for military purposes because change of one mil in the direction of the tube of a weapon changes the centre of the impact of a round 1 yard at a range of 1000 yards, 2 yards at a range of 2000 yards and so on.

A third system of measuring directions is called 'grad'. 400 grads form a circle. Being divisible by 10, it can be more conveniently expressed in metric system. Its use is, however, not very common.

GEOGRAPHIC COORDINATES

We have already noted that a map is a cartographic representation of the whole or a part of the earth- It is a working model of the earth. To know whether this model represents the earth truly 'or not, we need a frame of reference which will enable us to compare the details of the earth with that of the model. The most common frame of reference is the system of geographic coordinates. It means a systematic network of lines upon which land and water positions of the earth can be represented. Another frame of reference is known as 'grid system'.

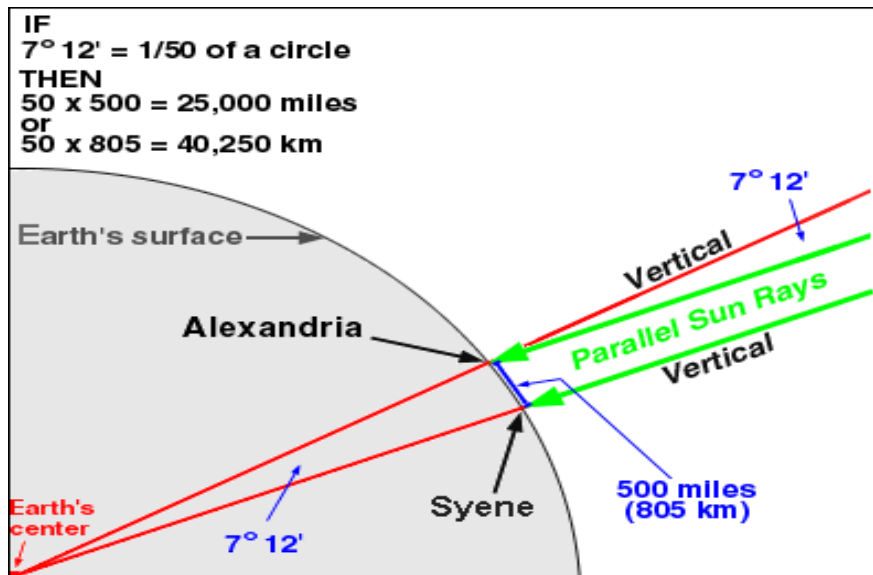
To determine the origin and the practical use of geographic coordinates, we must first note two simple facts about the earth. In the first place, and for almost all cartographic purposes, the earth is a sphere. In the second place, it is too large to be dealt with as a single unit It must be divided in some manner. Geographic coordinates provide the convenient reference points for the determination of location, distance and direction relationships on the ground as well as on the map. Had the earth been flat, the development of the networks of geographic coordinates would have been a simple matter. Because of its spherical shape, principles of spherical geometry involving complicated trigonometric calculations have to be used for this purpose.

The principles underlying the division of the earth by a network of geographic coordinates is the same as the preparation of a line graph with X and Y axes. In all graphs we must have a point of origin and two reference lines. (1) Horizontal line or X axis or abscissa and (2) a vertical line or Y axis or ordinate. As shown in Fig. 30, we can draw innumerable lines parallel to OX and OY. The intersection of a pair of these lines will give the location of a point. If we want the location of point m, we can say it is at 2X and 2Y. When a similar set of lines are 'shown on the spherical earth we call the horizontal lines to be parallels or latitudes and the vertical lines to be meridians or longitudes. The network of these parallels and meridians is called the geographic coordinates.

PARALLELS OR LATITUDES:

If we represent the earth by a sphere as shown in Fig. 31 a line drawn mid-way between the northern and southern ends of the axis, will divide the sphere into two halves This mid line is called the equator (Fig 31) The latitude means the angular distance from the centre of the earth north or south of the equator As the equator is the line of origin from which latitudes are measured, it is called 0° latitude The angular distance between the equator and the pole is 90° or one fourth of a circle (360°) As such the latitudes can never be numbered beyond 90° Latitudes being the lines parallel to the equator, are therefore called 'parallels.

' The shape of the earth being spherical, the determination of the angles of latitudes is a bit confusing Let us imagine the earth to be cut in half from pole to pole In Fig 32 the earth's polar circumference is drawn as a circle and OE as the equatorial axis OE and the polar axis OP intersect each other at O Another line MN has been drawn parallel to the equator to represent a plane of a latitude Draw a radius (OM) from the axial intersection O to the point M Extend OM outwards to L We know that when two parallel lines are cut by a diagonal line, the opposite angles are equal In this case the equator OE and the plane of the latitude MN are parallel lines and the extended radius OL is the diagonal line cutting the two Hence $\angle MOE = \angle LMN$ Angle LMN is 30° and hence the latitude is 30° And since this latitude is in the northern hemisphere, it is called 30° N.

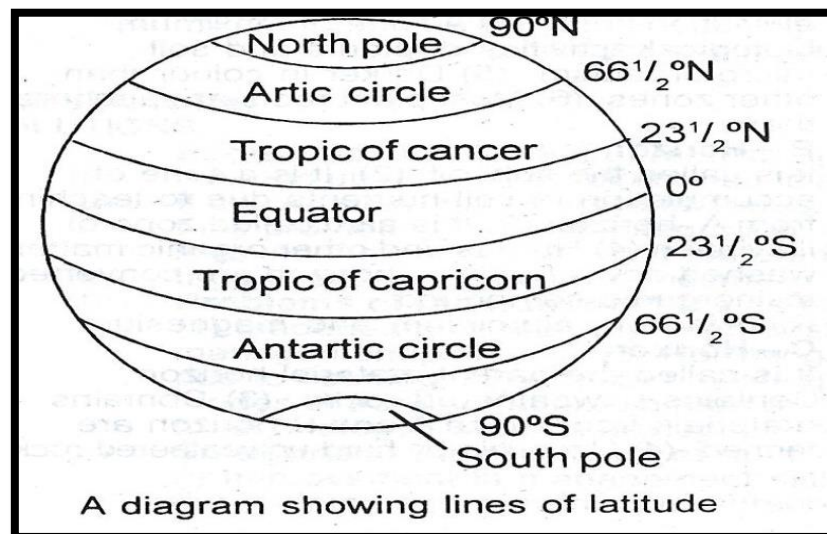


We can now see that any number of parallels or latitudes can be drawn on both sides of the equator. All these can be determined as explained above. But all these lines may not necessarily be full degree lines. To account for this a degree is divided into minutes and a minute into seconds. In maps and globes the multi degree lines, i.e. 10° latitude, 5° latitude, etc. has been used. This is done with a view to lessen the number of theoretically possible lines. But we must keep in mind that any line drawn parallel to the equator on a globe is a latitude or parallel.

For an approximate determination of latitude of a place we can take the help of the polar star. We can measure the elevation of the north star (Polaris) above the horizon. The line of sight to Polaris is nearly parallel to the axis of the earth and the elevation of this line above the horizon is equal to the latitude.

We can also get the latitude of a place by measuring the declination of the sun at the local apparent noon. This technique is illustrated. The elevation of the sun above the equatorial plane is called the sun's declination. This varies with season from $+23\frac{1}{2}$ degrees on the summer solstice through zero at the equinoxes (March 21, and September 22), to $-23\frac{1}{2}$ degrees on the winter solstice. The angle between the vertical and the sun is called the zenith angle of the sun. It is equal to 90° minus the elevation angle of the sun above the horizon. The sum total of the zenith angle and the declination

is the latitude On the equinoxes the declination angle is So that the latitude is equal to the zenith-angle.



All observers standing at a given distance from the equator but located at different points will record the same angle of declination. If we join these points by a straight line, we will get the plane of that particular latitude or parallel. As the earth is spherical we will get a complete circle for each of the innumerable latitudes.

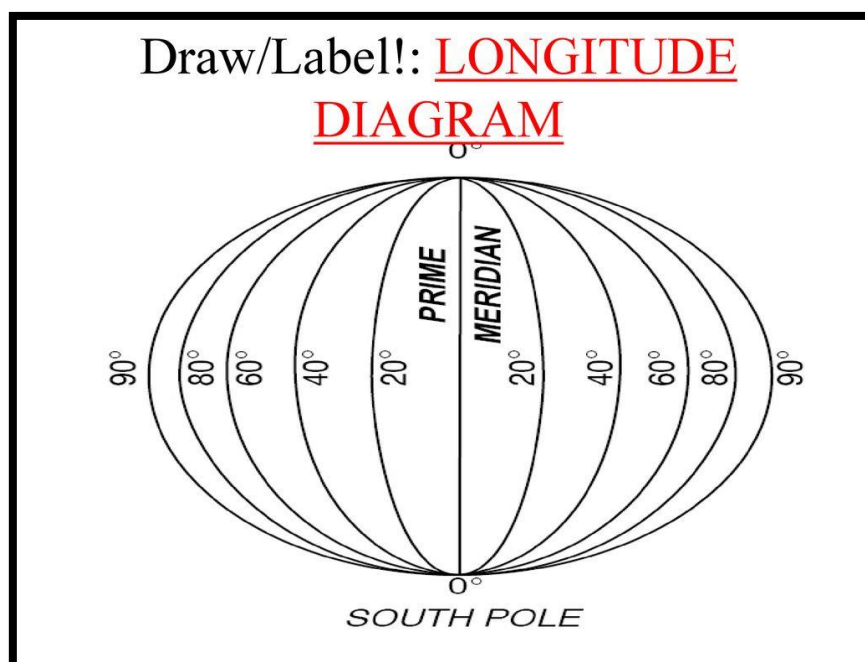
MERIDIANS OR LONGITUDES:

Latitude tells us how far from the equator a point lies. But to pinpoint the position of an object we also have to state where along a particular longitude it is located. Longitudes are the lines running between the north and south poles which divide the latitudes in multitude parts and thus facilitate the derivation of the exact location of any point or object on the surface of the earth. For the determination of longitudes also we take the help of the sun. The earth moves about the sun once in a year (about 365 1/4 days) and rotates on its axis once in a day (about 24 hours). As a result of these motions of the earth the sun moves.

It appears to us that through one complete path in the sky each year and the earth having nights and days. If we line up observers along a straight line running from north to south Pole, all of them will see the sun reach its highest point in the sky on any day at the same time. If we had another set of observers along another straight line east of the first line, they would have already noticed the sun overhead. If there are some other

observers on a third line west of the first line, they will have to wait before they watch the sun reaching the highest point. All such lines drawn from pole to pole are called meridians or longitudes.

A meridian is always about half of the equator. Unlike the parallels, the meridians are, however, not parallel to each other; because the distances between the meridians along succeeding parallels decreases pole ward from the equator. The meridians are, however, equally spaced along any one parallel. In all there are 360° of longitudes. Each degree is further sub-divided into minutes and each minute into seconds.



NOTATION OF DEGREES:

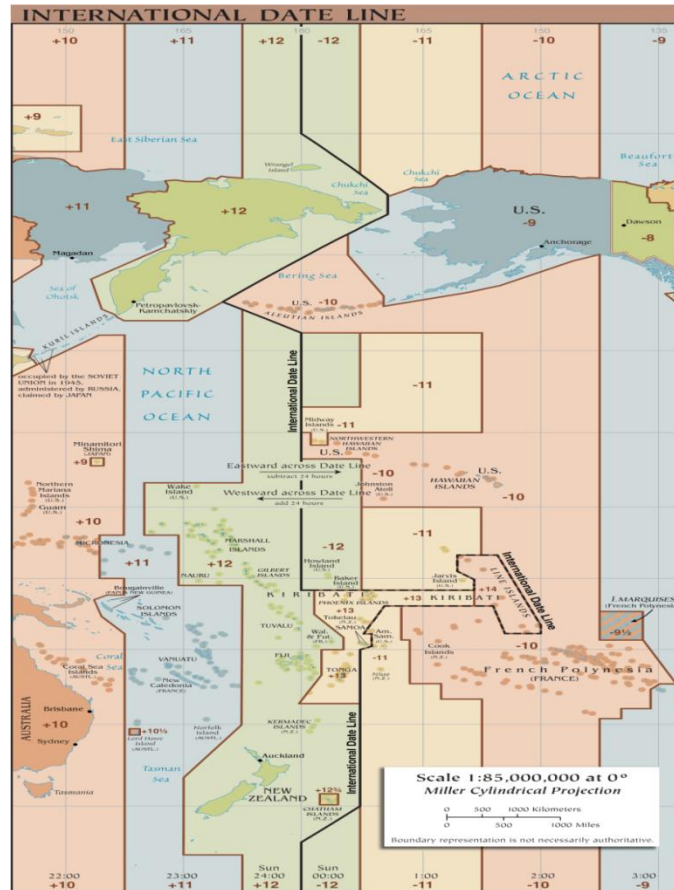
There are two systems of representing geographic coordinates; (1) hexagesimal, and (2) centesimal. The former is based on the divisions of sixty whereas the latter of hundred. The hexadesimal system is the most commonly used system now. It evolved from the experiences of our ancients who watched the moon wax and wane every 30 days. One moon round was called a month. It took a cycle of 12 months from one spring

to another. They, therefore, conceived of a cycle or circle having $30 \times 12 = 360$ days or degrees. As sixty was an even multiple of 12 and a divider of 360, it was considered as an appropriate measuring device for the sub-divisions of degrees. That is why we have 60 minutes in a degree and 60 seconds in a minute. According to the centesimal system, a circle is divided into 400 grads. Each grad in turn is divided into 100 minutes and each minute into 100 seconds. The following are the symbols used in writing the two systems. 4 degrees 10 minutes and 15 seconds will be written as $4^{\circ} 10' 15''$ but 4 grads 10 minutes and 15 seconds will be written as 4 C 10 1 15".

INTERNATIONAL DATE LINE

The earth rotates from west to east, causing the apparent movement of the sun from east to west. The full circle (360°) rotation of the earth is completed in approximately 24 hours or 15 degrees per hour. In other words, the sun traverses 15 degrees of longitude from east to west every hour or 1 minute of longitude every 4 seconds of time. The local apparent noon time changes by one hour for every 15 degrees of longitude. The time decreases as one goes to the west, as the sun also moves with the traveler and increases as one moves eastward. By international agreement, the day begins at about longitude 180° which passes through the Pacific Ocean. This is called the International Date Line. The International Date Line does not follow 180° longitude all the way in order to avoid passing through land. This is necessary to do otherwise the country or island through which it passes will have two different dates. When crossing the International Date Line from East to West, one gains a day. Thus if it is 6 A.M. on January 10 on the eastern side of the line, it will be 6 A.M. on January 9 on the other side. Similarly, when crossing the line from West to East, one loses a day.

For the purposes of common time keeping, it is necessary to define time zones within which all clocks read the same time. If it is not done, people living at different longitudes within the same country will have different times. The time zones are approximately 15 degrees of longitude wide. The central meridian of the zone defines the standard time within the zone. India has only one time zone whereas the USA has four.



TRUE, MAGNETIC AND GRID NORTHS

True north is the direction pointing to the North Pole. On a map, true north is represented by meridians or lines of longitude. Magnetic north is the direction which points to the magnetic pole. Magnetic attractions in earth's core cause the needle of a compass to be pulled away from true north. Magnetic attraction differs from locality to locality, depending upon the position of a point with respect to the magnetic pole. Fig. 26 shows the differences between the magnetic and the true north. Grid directions also vary from place to place, which shows a grid superimposed on a projection with meridians pointing to true north. The angular differences in magnetic or grid north and true north are respectively known as magnetic and grid declinations.

These values are often given on the margins of topographical sheets. At times they are also expressed diagrammatically (Fig. 28), As the magnetic declination does not remain constant, maps showing magnetic declination also give the amount of annual change and the year to which the declination pertains.

There are certain points at which the compass needle pointing to magnetic north also points to true north. At these points the true and magnetic north coincide. The line which joins these points is called 'agonic line'. On two sides of an agonic line, are the lines connecting the points of same magnetic declination. Such lines are called agonic lines. Maps covering the entire world with isogonic lines are used in determining the magnetic declinations. It is from these maps that we obtain information to construct declination diagrams.

DETERMINATION OF TRUE AND MAGNETIC NORTHS

Using the Azimuth:

As stated earlier, a direction angle is always measured clockwise with north as the zero direction. For the sake of convenience, this zero angle is called 'azimuth'. There are three types of azimuths.

These are (1) true azimuth (2) magnetic azimuth and (3) grid azimuth. Fig. 29 gives the three types of azimuths for the same geographic position. To determine the magnetic azimuth we use a magnetic compass. The details of this instrument are given in Chapter nine. This instrument gives angular values in degrees with reference to the magnetic north. One end of its needle always points to the magnetic north. These angles are known as bearings.

புவிப்படவியல் (Cartography)

புவிப்படம் என்றால் “புவிமுழுவதையுமோ அல்லது ஏதாவது ஒரு பகுதியையோ ஒரு சமதளப்பரப்பில் (கோட்டுச்சட்டத்தில்) அளவைக்கேற்ப முறைக்குறிகளினால் வரையப்படும் படம்” ஆகும். தரையின் மீதுள்ள இயற்கை அல்லது பண்பாட்டுக் காரணிகள் புவிப்படத்தில் பிம்பங்கள் போல விளங்குகின்றன. முற்காலத்தில் மனிதன் தனக்குக் கிடைத்த பொருட்களைக் கொண்டு, தன் திறமைக்கேற்ப புவிப்படங்களை வரைந்து வந்தான். காலந்தோறும் ஏற்படும் வளர்ச்சியினால் தற்காலத்தில் புவிப்படம் வரைதலில் பல நுணுக்கங்கள் புகுத்தப்பட்டு அது ஒரு அறிவியல் கலையாக உருவாகியுள்ளது.

புவிப்படவியலின் தன்மையும் நோக்கமும்

(Nature and Scope of Cartography)

புவிப்படவியலின் பொதுக்கோட்பாடுகள்;(The Principles of Cartography)

எந்த ஒரு அறிவியலிலும், அடிப்படைக் கோட்பாடுகளிலிருந்தும் விதிகளிலிருந்தும் பொது விதிகள் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. இக்கோட்பாடுகள் சுருக்கமாக செயல்முறைகள் மூலம் விளக்கக் கூடியவைகளாகவோ அல்லது காரண காரியத் தொடர்பு கொண்டவைகளாகவோ இருக்கும். புவிப்படவியல் கோட்பாடுகள் இவ்விரண்டும் சேர்ந்ததாகவே அமைந்திருக்கும் ஒருவகையில் புவிப்படவியல் பார்வை முக்கியத்துவம் கொடுக்குமானும், மற்றொரு வகையில் அறிவுப்பூர்வமான கொள்கைகளைக் கொண்டதாகவும் காணப்படுகின்றது. புவிப்படவியல் கீழ்க்கண்ட பொது விதிகளைக் கொண்டதாக இருக்கின்றது அவைகளாவன.

1. புவிப்படங்கள் முன்னரே தீர்மானிக்கப்பட்ட அளவைகளில் வரையப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு அமைப்பும் அளவைக்கேற்ப சரியான இடங்களில் குறிக்கப்படுகின்றன.
2. புவிப்படங்களில் உள்ள கருத்துக்கள் தெரிந்தெடுத்து வரைந்தவை ஆகும். அதில் குறிக்கப்பட்டுள்ள அமைப்புகள் புவிப்படங்களின் நோக்கத்திற்காகவே அமைக்கப்பட்டவையாக இருக்கும்.

3. புவிப்படங்கள் ஒரு சில அமைப்புகளுக்கு அதிக முக்கியத்துவம் கொடுக்கின்றன.
4. புவிப்படங்கள் குறியீடுகளால் ஆனவை ஆகும். எல்லா அமைப்புகளும் தரமான குறியீடுகளால் காட்டப்படுகின்றன.
5. புவிப்படங்கள் பொதுமைப்படுத்தப்பட்டவை அதனால் பல விவரங்கள் எளிமையாக்கப்படுகின்றன.
6. புவிப்படங்கள் எழுத்துக்களால் ஆனவை. தலைப்புடையவை. மேலும் மற்ற விவரங்களும் உடையவை.
7. புவிப்படங்கள் அட்ச, தீர்க்கரேகைகளின் முறையான அமைப்போடு தொடர்புடையதாகவும் உள்ளன.

மேற்கூறிய பொது விதிகளின்படியே புவிப்படங்கள் வரையப்படுகின்றன.

ஒரு காலத்தில் கருவிகளின் மூலம் வரைதலே “புவிப்படவியல்” என்று கூறப்பட்டு வந்தது. ஆனால் உண்மையான வரைதல் என்பது இணக்கமான வரைதலின் ஒரு பகுதியாகவே உள்ளது. புவிப்படம் வரைவதின் பல முறைகள் வேறுபட்ட நோக்கங்களை, விருப்பங்களை நிறைவேற்றுவதற்காக பின்பற்றப்படுவதால், சாதாரண வரைதலிலிருந்து புவிப்படம் தயாரித்தல் பல முறைகளையும் உள்ளடக்கியதாகும். தரமான புவிப்படம் என்பது கலைத்திறனும் அறிவியல் புலனும் ஒத்த தரத்துடன் இரண்டறக் கலந்த நிலையில் உருவாக்கப்படுவதாகும். திட்டமிடுவதற்கும், உருவமைத்தலுக்கும், புவிப்படத்தினைத் தயாரிப்பதற்குமுரிய கல்லூரிப் பின்புலத்தில் பெறக்கூடிய அறிவியல் பயிற்சி சாதாரண உடலுழைப்பை விட வேறுபட்டதாகும். புவிப்பட வல்லுநரின் மேற்பார்வையின் கீழ் பல சாதாரண வரைவாளர்கள் நல்லதொரு வரை படத்தினை வரையமுடியும். சிறந்ததொரு புவிப்படத்தினை வரைவதற்குரிய திட்டமிடல், உருவமைத்தல் போன்ற திறமைகள் இல்லா சாதாரண வரைவாளரை நாம் புவிப்பட வல்லுனர் என்று கூற முடியும்.

புவிப்படவியல் கலைச்சார்பு (Artistic Learning)

சென்ற நூற்றாண்டு வரை புவிப்படவியல் முழுவதும் கலைச் சார்புடையதாகவே இருந்து வந்தது. முந்தைய புவிப்படவியலர் அனைவரும் தம்முடைய கற்பனைத் திறத்தைப் பயன்படுத்தி அலங்கார எழுத்துக்களாலும், நிறங்களாலும் புவிப்படங்களை வரைந்து வந்தனர். புவிப்படவியலின் முக்கிய குறிக்கோள் புவிப்பகுதியை வரை படங்களில் விளக்குவதாக இருப்பதால்

கலைச்சார்பை தவிர்த்தல் இயலாத ஒன்றாகும். ஒரு சில அமைப்புகளின் முக்கியத்துவத்திற்கேற்ப வரைதல் மட்டுமல்ல, அவற்றை அழகுணர்ச்சி மிளிர்மாறு விளக்குதலும் புவிப்படமாகும். புவிப்படவியலில் புவிப்படங்களை வரைதல் ஒரு பகுதியாகும். புவிப்பட வரைதல் முறையும் வரைபடங்களை வரையும் முறையும் ஒரேவிதமான கொள்கைகளையும் விதிகளையும் கொண்டிருப்பதால் ஒரு தரமான புவிப்படம் கலைத்திறமின்றி இருக்க முடியாது.

புவிப்பட வல்லுனர்களில் கலைத்தன்மை மிக்கவர்களும் உள்ளனர். கலை நுணுக்கம் சற்று குறைவானவர்களும் உள்ளனர். இருப்பினும் கலையுணர்ச்சி மற்றும் அழகுணர்ச்சியற்ற புவிப்பட வல்லுனர் இருக்க முடியாது. கலையுணர்வு பரிணமிக்கச் செய்பவர்களே ஒரு நல்ல புவிப்படவல்லுனர் ஆவர். புவிப்படவியலின் நோக்கம் சாதாரண வரை படக்கலை போன்றதல்ல. கலைப்பணிபு முழுவதும் மிளிர்ச்செய்வது மட்டும் புவிப்படவல்லுனரின் வேலையல்ல. கலைஞர் முழுவதும் சுதந்திரமாகச் செயல்படக் கூடியவர் சாதாரண நிகழ்ச்சியையோ அமைப்பையோ கூட தமது முழுச்சுதந்திரத்தையும் பயன்படுத்தி சிறப்புமிக்கதாக மாற்ற முடியும். ஆனால் ஒரு புவிப்பட வல்லுனர் பல வரையறைகளுக்குட்பட்டே செயல்பட வேண்டியுள்ளது. பயன்படுத்துபவருக்கு உரியதல்லாத விவரங்களை புவிப்பட வல்லுநர் முக்கியத்துவம் கொடுத்து வரையக்கூடாது. கலை அதனுடைய கலையுணர்ச்சிக்கே மதிப்பினைப்பெறும் போது புவிப்படம் அதனைப் பயன்படுத்துபவரின் பயனுக்கே மதிப்பினைத் தருகிறது.

அழகுணர்ச்சி என்பது பார்வை முக்கியத்துவம் பெறுவது மட்டுமின்றி, அதன் அமைப்பிற்கும், நிறத்திற்கும், எளிமைக்கும், தெளிவாக்குகின்ற தன்மைக்கும் முக்கியத்துவம் பெறுவது என்றால் நன்கு உருவாக்கப்பட்ட புவிப்படமும் ஒரு கலை என்றே கூறலாம். நல்ல புவிப்படம் தெளிவுத்தன்மையைப் பெற்றிருக்கும். பொருத்த மற்றதும் முக்கியத்துவம் குறைந்தததுமான விவரங்களைத் தவிர்த்து மற்ற விவரங்களுக்கு முக்கியத்துவம் கொடுக்குமாறு வரையும் முறைகளைக்கொண்டதாக புவிப்படவியல் இருக்கும். தவிர புவிப்படத்தின் தனித்த மூலகத்திற்கும் பொது அமைப்பிற்குமிடையில் சரியான தொடர்பினை விளக்குமாறும் அமைந்திருக்கும் இது போன்ற காரணங்களின் மூலம் நாம் புவிப்படவியலை ஒரு கலை என்றே கூறலாம்.

புவிப்படவியலின் அறிவியல் அடிப்படை (Scientific Base of Cartography)

புவிப்படவியல் புவிவியல், வளியியல், புவியமைப்பியல் போன்ற பல அறிவியல் புள்ளி விவரங்களை ஆதாரமாகக்கொண்டு முன்னேறியுள்ளது. பல அறிவியல் கருத்துக்களை பார்வை முக்கியத்துவம் வாய்ந்த, அறிவுபூர்வமான வாதங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டமே புவிப்படவியலாகும். அறிவியலில் நாம் காரணகாரியத் தொடர்பினை ஆராய்கின்றோம். இது பொன்றே புவிப்படவியலிலும் காணப்படுகிறது. புவிப்படம் என்ற சாதனம் மூலம் வகைப்படுத்துகின்ற முறைகளையும், அமைப்புகளையும், பொதுமைப்படுத்துதரலையும், தெளிவாக்குதலையும், உளளிதில் புரிந்து கொள்ளுவதால், இந்த இயல் தமக்கே உரிய தனித்தன்மையினைப் பெற்றிருக்கின்றது. கலைச்சார்புடைய அறிவியலாகவே புவிப்படவியல் கருதப்படுகிறது. கட்டிடக்கலையோடு நாம் இதனை ஒப்பிடலாம். தனித்ததொரு தொழில் நுணுக்கமுடைய அறிவியலாகவும் கூறலாம்.

புவிப்படவியல் புவிவியல் சார்ந்த அறிவியல் ஆகும். புவிப்படவியலின் உட்கருப் பொருள் புவிப்பரப்பை மட்டுமின்றி அண்டத்திலுள்ள பலகோள்களையும், நட்சத்திரங்களையும் கொண்டுள்ளது. கோட்பாடுகளுக்கும், சட்டத்திட்டங்களுக்கும் உட்பட்டு அவற்றின் உண்மைநிலையினை சித்தரிக்கின்றன. புவிப்படவியலார் வெற்றிகரமாக செயல்பட வேண்டுமென்றால் புவியைப்பற்றி நன்கு தெளிந்த அறிவினைப் பெற்றவராக இருக்க வேண்டும். வேறுபட்ட மூலங்களின் அமைப்பையும், பரவலையும் பற்றித் தெரிந்தவராக இருப்பின் புவிப்படங்களில் குறிக்கும் போது அவற்றின் அமைப்பையும், பரவலையும் உரிய இடங்களில் குறிக்க முடியும். நிலப்பட உருவமைப்பு என்பது முக்கியமானவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பதையும், மற்றவற்றை விளக்குவதையும் கொண்டதாகும்.

புவிப்படங்களின் வகைப்பாடுகள்

புவிப்படங்கள் தம் அமைப்பிலும், வெளிப்படுத்துகின்ற கருத்துக்களிலும் ஒன்றிற்கொன்று வேறுபடுகின்றன என்றே கூறலாம். தமக்குரிய சில பொதுக்குணங்களைப் பெற்றிருந்தாலும் அவைகளைப் பலவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

1. அளவையை வைத்தும்
2. வரையப்படும்படும் நுணுக்கங்களை வைத்தும்
3. நிலத்தோற்றங்களைக் குறிப்பிடுதலை வைத்தும்
4. பதிப்பிடுதலின் அடிப்படையை வைத்தும்
5. செய்திகளை வெளியிடுதலை வைத்தும்
6. இராணுவ முக்கியத்துவத்தினை வைத்தும் பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அளவை அடிப்படையில் (Scale Base)

அளவை அடிப்படையில் சிறிய அளவை புவிப்படங்கள் நடுத்தர அளவை புவிப்படங்கள் மற்றும் பெரிய அளவை புவிப்படங்கள் என்று நாம் வகைப்படுத்தலாம்.

சிறிய அளவை புவிப்படங்கள் (Small Scale maps)

பொதுவாக 1:10,00,000 என்ற அளவை புவிப்படங்கள் சிறிய அளவியல் புவிப்படங்கள் எனப்படுகின்றன. இத்தகைய புவிப்படங்களில் ஏதாவது ஒரு பொதுக்கருத்து ஏறத்தாழ வலியுறுத்தப்படுகின்றது. பொதுவாக உலகின் பல பகுதிகளில் காணப்படக்கூடிய நிலத்தோற்றம், காலநிலை மற்றும் பொருளாதார நிலை பற்றிய விவரங்கள் சிறிய அளவை புவிப்படங்களில் விளக்கப்படுகின்றன. தேசப்பட புத்தகத்தில் உள்ளவை இத்தகைய புவிப்படங்கள் ஆகும்.

நடுத்தர அளவை புவிப்படங்கள்;(Medium Scale Maps)

1:1 மைல் அல்லது 1:63,630, முதல் 1:10,00,000 அளவைக்குட்பட்ட புவிப்படங்கள் நடுத்தர அளவை புவிப்படங்கள் எனப்படுகின்றன. சிறிய அளவை புவிப்படங்களைவிட இவை ஓரளவுக்குத் தெளிவாக கருத்துக்களை விளக்குகின்றன.

பெரிய அளவை புவிப்படங்கள் (Large Scale Maps)

1:63,360 இதற்கும் குறைவான அளவை புவிப்படங்கள் பெரிய அளவை புவிப்படங்கள் எனப்படுகின்றன. இதில் விளக்கப்படும் கருத்துக்கள் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன. இதில் தலப்படங்கள் அடங்கும் (எ.கா) 1:20,000, 1:50,000.

நிலத்தோற்றங்களைக் குறிப்பிடுதலின் அடிப்படையில்

(Representation of Relief Base)

புவிப்படத்தில் விளக்கப்படும் நிலத்தோற்றங்களின் விவரங்களைப் பொறுத்து வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

உயர விளக்க புவிப்படங்கள் (Hypsometric maps)

பரப்பு விளக்க புவிப்படங்கள் (Planimetric Maps)

முதல்வகை புவிப்படங்கள் நிலத்தோற்றங்களையும், நில அமைப்புகளையுமே முக்கியமாக விளக்கப்பயன்படுகின்றன. இந்திய நில அளவைத் (ஞாரசநல ழக ஐனெயை) துறையினரால் தயாரிக்கப்படும் பெரிய அளவை தலப்படங்கள் இவ்வகை புவிப்படங்கள் ஆகும். இரண்டாவது வகை புவிப்படங்களில் நிலத்தோற்றங்களைத் தவிர மற்ற விவரங்களுக்கும் அதிக முக்கியத்துவம் தரப்படுகின்றன. புவிப்படங்களில் நிலத்தோற்றங்கள் சில உயரப்புள்ளிகளால் (Spot Height) குறிக்கப்படும். பண்பாட்டு நிலத்தோற்றங்களைக் காட்டும் கருத்து விளக்கப்படங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவையே.

நிலத்தோற்ற புவிப்படங்கள் (Physical Maps)

இவை ஒருநாட்டின் அல்லது கண்டங்களின் மலை, பீடபூமி, சமவெளி போன்ற நிலத்தோற்றப்பிரிவுகளை நிற வேறுபாட்டினால் தெளிவாக விளக்குகின்றன. உயர வேறுபாட்டிற்கேற்பவும் நிறங்களில் வேறுபாடு காண்பிக்கப்படும்.

செய்திகளை வெளியிடுதலின் அடிப்படையில்;(Information Base)

புவிப்படங்களில் காணப்படும் கருத்துக்களையும், அவற்றின் முக்கியத்துவத்தினையும் வைத்து பொதுவாக இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன.

பொதுநோக்க புவிப்படங்கள் (General Purpose Maps)

கருத்துவிளக்க புவிப்படங்கள் (Thematic Maps or Special Purpose Maps)

பொதுநோக்கப் புவிப்படங்கள் (General Purpose Maps)

பல நோக்கங்களுக்காகப் பயன்படும் சுவர் புவிப்படங்களும், தலப்படங்களும், தேசப்படங்களும் பொதுநோக்கப் புவிப்படங்கள் என்ற அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகள் ஓரிடத்தின் அல்லது ஒரு நாட்டினைப் பற்றிய பொதுக்கருத்துக்களை விளக்கவே பயன்படுகின்றன.

கருத்து விளக்க புவிப்படங்கள் (Thematic Maps)

ஏதாவது ஒரு கருத்தினை மையமாக வைத்து வரையப்படுகின்ற புவிப்படங்கள் அனைத்துமே கருத்து விளக்க புவிப்படங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. கீழ்க்காணும் வகைகள் கருத்து விளக்க புவிப்படங்களாக ஏதாவது ஒரு கருத்தினை வலியுறுத்துவதற்காகப் பயன்படுகின்றன.

புவியமைப்பு புவிப்படங்கள் (Geological Maps)

ஓரிடத்தின் பல்வேறு வகையான பாறை அமைப்புகளை விளக்க பயன்படுபவைகள் புவியமைப்பு புவிப்படங்கள் எனப்படுகின்றன. இந்திய நிலஅளவைத்துறையினரால் இவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. இப்புவிப்படங்களில் உயரக்கோடுகளும் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். பாறை வகைகளையும் அவற்றின் அமைப்புகளையும் வெளிப்படுத்துதலே இதன் முக்கிய கருத்தாகும்.

நிலவரை புவிப்படங்கள் (Cadastral Maps)

வரி வசூலிப்பதற்காக இத்தகைய புவிப்படங்கள் அரசாங்கத்தாரால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பெரியஅளவை புவிப்படங்களாலும், குறிப்புப்படங்களாக எல்லைகளை விளக்குகின்றன. கிராமங்களில் அல்லது நகரங்களில் ஒவ்வொருவருக்குரிய நிலங்கள் வரையறுக்கப்பட்டு, எல்லைக்கோடுகள் தெளிவாகக் காண்பிக்கப்படுகின்றன. நிலங்களின், கட்டிடங்களின் எல்லைகளை வரையறுக்க இத்தகு புவிப்படங்கள் பயன்படுகின்றன. கிராமங்களில் உள்ள “நில அளவை புத்தகம்” (குரைநடன ஆநயளரசநஅநவெ டீழழம) இத்தகைய அமைப்பின் கீழ் வருகின்றன.

வானிலை மற்றும் பாலநிலை புவிப்படங்கள்(Weather & Climate Maps)

ஓரிடத்தின் தினசரி வானிலையைக் காட்ட வானிலை புவிப்படங்கள் பயன்படுகின்றன. இந்திய வானிலை அறிக்கை இதற்கு தகுந்த

எடுத்துக்காட்டாகும். வானிலை புவிப்படங்கள் ஒரு நாளுக்குரிய சராசரி வானிலையை விளக்குகின்றன. பல்லாண்டுகளுக்கு குறிப்பாக முப்பது ஆண்டுகளுக்கான வானிலை புவிப்படங்களிலிருந்து காலநிலை புவிப்படங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. காலநிலை புவிப்படங்கள் பல நாட்களுக்கான வானிலைகளின் சராசரியை விளக்குகின்றன. இத்தகைய புவிப்படங்கள் வளியியல் துறையினரால் தயாரிக்கப்படுகின்றது.

போக்குவரத்து புவிப்படங்கள்(Transport Maps)

ஓரிடத்தின் போக்குவரத்து நெருக்கத்தினை மற்றும் வசதிகளை விளக்க இவ்வகை புவிப்படங்கள் பயன்படுகின்றன. சாலை போக்குவரத்துக்கள், நீர்போக்குவரத்துக்கள், இரயில் போக்குவரத்துக்கள், வான்வெளி போக்குவரத்துக்கள் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

பயணிகளுக்கும், சுற்றுலாக்குழுவினருக்கும் இத்தகைய புவிப்படங்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

பரவல் புவிப்படங்கள்(Distribution Maps)

இயற்கை மற்றும் பண்பாட்டு அமைப்புகளின் பரவலை விளக்க இவ்வகை புவிப்படங்கள் பயன்படுகின்றன. மக்கட்தொகைபரவல், மண்பரவல், வேறுபட்ட விவசாயப் பொருட்களின் பரவல், மழைப்பொழிவின் பரவல், காடுகளின் பரவல், கால்நடைகளின் பரவல் போன்றவை பரவல் புவிப்படங்களில் அடங்குகின்றன. ஏதாவது ஒன்றின் பரவலைக் காட்டுவதே இதன் முக்கிய நோக்கமாகும்.

இராணுவ முக்கியத்துவத்தின் அடிப்படையில் (Military Base)

இராணுவத்தில் பயன்படுத்துவதற்காகவே பல புவிப்படங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் விளக்கப்படும் கருத்து முக்கியத்துவத்திற்கேற்ப இதனை 4 வகைகளாகப்பிரிக்கலாம். அவையாவன.

பொது புவிப்படங்கள்(General Maps)

1: 10,00,000 என்ற அளவையில் தயாரிக்கப்பட்ட புவிப்படங்கள் பொது புவிப்படங்கள் எனப்படுகின்றன. பொதுத்திட்ட அமைப்பிற்காக பரந்த நிலத்தோற்றங்கள் மட்டுமே இதில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். ஓரிடத்தைப் பற்றிய பொதுக்கருத்தினை மட்டும் இதன் மூலம் நாம் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

போர் முக்கியத்துவ புவிப்படங்கள்(Strategic Maps)

1:10,00,000 முதல் 1:5,00,000 என்ற அளவைக்குட்பட்ட புவிப்படங்கள் போர்த்தந்திர முக்கியத்துவம் வாய்ந்த புவிப்படம் என்று வரையறுக்கப்படுகின்றன. இவை பொது புவிப்படங்களாக இருந்தாலுத் இராணுவ தொடர்பான செயல்களுக்குத் தீவிரமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சிறப்பான போர்த்தந்திர புவிப்படங்கள்(Tactical Maps)

1:50,000 என்ற அளவை மற்றும் அதற்கும் குறைவான அளவை புவிப்படங்கள் இவ்வகையில் வருகின்றன. இப்புவிப்படங்கள் சிறுசிறு பட்டாளங்களுக்கு வழிகாட்டி புவிப்படங்களாகவும், முன்னேறுகின்ற சிறு இராணுவ பகுதிகளுக்கு முன்னேற வேண்டிய பகுதிகளைக் காட்டும் புவிப்படமாகவும் இவை பயன்படுகின்றன.

நிழற்பட புவிப்படங்கள்;(Photo Maps)

நிழற்படத்தில் போர் முக்கியத்துவ மற்றும் போர்த்தந்திர விவரங்களை அடைத்து வரையப்படும் புவிப்படங்கள் இவையாகும். புவிப்படங்கள் சாதாரணமாக 1:5000 முதல் 1:6000 வரை உள்ள அளவையில் வரையப்படுகின்றன. நிழற்பட புவிப்படங்கள் நிழற்பட பிம்பங்களை விடத் தெளிவான விவரங்களை இராணுவ அமைப்பில் கொடுப்பதால் இவ்வகை புவிப்படங்கள் இராணுவத்தினரால் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சிறப்பு நோக்க புவிப்படங்கள்(Special Purpose Maps)

சிறப்பான (அ) தனித்ததொரு நோக்கங்களுக்காக மட்டும் வரையப்படும் புவிப்படங்கள் சிறப்பு நோக்க புவிப்படங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட பிரிவு மக்களுக்காகவும் இவைகள் பயன்படுகின்றன. குழந்தைகளுக்கான பட புவிப்படங்கள், கண்பார்வையற்றவர்களுக்கான பிரெயில் முறை புவிப்படங்கள் படிப்பறிவற்றவர்களுக்கான புவிப்படங்கள், இராணுவ புவிப்படங்கள் போன்றவை இவ்வகையின் கீழ் வருகின்றன.

**வரைபடக்கலை ஒரு அறிவியலின் மனித தொடர்பு சாதனம்
(Cartography as a science of human Communication)**

புவிப்படவியல் வரைபடங்கள், வார்த்தைகள் மற்றும் குறியீடுகளின் மூலமாக பல நிகழ்ச்சிகளையும் கருத்துக்களையும் தெரிவிக்கின்றன. இது புவியையும், புவிப்பரப்பையும் குறிப்பிடும் நிகழ்ச்சிகளையும் கருத்தங்களையும் சிறப்பாக விளக்குவதால் மற்ற வரைபடங்களிலிருந்து பெரிதும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. ஒருசில புவிப்பட வல்லுனர்கள் மட்டுமே தம்முடைய அறிவாற்றலை மட்டும் பிரதிபலிப்பதற்காக புவிப்படங்களை வரைகின்றனர். பொதுவாக புவிப்படங்கள் மக்கள் கவனம் செலுத்தக்கூடிய நிகழ்ச்சிகளையும், கருத்துக்களையும் தெளிவுப்படுத்தவே பயன்படுகின்றன. புவிப்படத்தின் குறிக்கோள் அது எந்த நிகழ்ச்சிகளையும் கருத்துக்களையும் நன்கு வெளிப்படுத்த வேண்டுமென்று எண்ணுகிறதோ அதனை வெளிப்படுத்துவதிலேயே அடங்கியிருக்கின்றது. இக்கருத்தைக்கொண்டு பார்க்கும் போது புவிப்படங்கள் செய்தித் தொடர்பினை ஏற்படுத்தும் ஒரு சாதனமாகவும் புவிப்படவியல் செய்தித் தொடர்பு அறிவியலாகவும் காணப்படுகிறது.

புவிப்படவியல் ஒரு செய்தித் தொடர்பு என்றால் செய்தித் தொடர்புமுறை எவ்வாறு இதில் செயல்படுகிறது என்பதனை பார்க்க வேண்டும். பொதுவான செய்தித் தொடர்புமுறை ஓரளவு சிக்கலான ஒன்றாகும். ஒரு செய்தித் தொடர்பு முறை 5 மூலங்களை கொண்டு திகழ்கிறது என்றே நாம் கூறலாம். முக்கியமாக ஒரு செய்தித் தொடர்பு அமைப்பு என்பது ஆதாரம் (அ) மூலம் மற்றும் சென்றடையும் இடம் உள்ள மூலகம் ஆகும். செய்தியானது ஆதாரத்திலிருந்து சென்றடையும் இடத்திற்கு இடைப்பட்ட தூரத்தைக்கடக்க பயன்படும் இணைப்பு 'செலுத்தும் வழி' என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. செய்திகளை எளிதில் செலுத்துவதற்கு குழுஉக்குறியிட்டு செலுத்துவதினை செலுத்தும் வழி ஏற்று நடத்துகிறது. இதனை நடத்துபவர் செய்தி அனுப்புவோர் (அ) இடையிணைப்பவர் என்று அழைக்கப்படுகிறார் செலுத்தும் வழி மூலமாகச் செல்லும் செய்திகளை மறுமுனையில் உள்ள குழுஉக்குறிகளை நீக்கி பொருள் கொள்ளக்கூடியவர் செய்தி பெறுபவர் என்று அழைக்கப்படுகிறார். இந்த 5 மூலக்கூறுகளும், ஆதாரம், செய்தி அனுப்புவோர், செலுத்தும்வழி, செய்தி பெறுபவர், சென்றடையும் இடம், இணைந்தே ஒரு முழுமையான செய்தித்தொடர்பு முறையினை ஏற்படுத்துகின்றன.

ஆதாரம்



செய்தி அனுப்புவோர்



செலுத்தும் வழி



செய்தி பெறுபவர்



சென்றடையும் இடம்

ஆதாரம்

புவியும் அதன் மற்ற அமைப்புகளைப்பற்றிய இயற்கை மற்றும் சமூக அறிவுகள் அனைத்துமே செய்திகளின் ஆதாரமாகத் திகழ்கின்றன.

செய்திகள்

புவியைப்பற்றிய அதன் பரப்பு மற்றவை பற்றிய நிகழ்ச்சிகளும், கருத்துகளும் அண்டத்தின் பல கோள்கள், நட்சத்திரங்கள் பற்றி விவரங்கள் அனைத்தும் செய்திகளாகச் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

செலுத்துபவர்

புவிப்பட வல்லுனர்கள், தம்முடைய வரைபடம், விளக்கம் எழுத்துக்கள், குறியீடுகள் ஆகியவற்றின் திறமையினால் செய்திகளை குறியீட்டு முறையில் செலுத்துகின்றனர்.

பெறுபவர்

புவிப்படங்களைப்பயன்படுத்தும் தேவையுள்ள அனைத்து துறையினரும் பெறுபவர்களாக உள்ளனர்.

சென்றடையும் இடம்

உலகில் புவிப்படத்தைப் பயன்படுத்த உள்ளவர்கள் அனைவருமே இறுதி அமைப்பாக சென்றடையும் இடமாகத் திகழ்கின்றனர்.

புவிப்பட வல்லுனர்கள் தம் திறமையினைச்செவ்வனே வெளியிட்டு புவிப்படங்களை உருவாக்கினால் தான் பயன்பெறுபவர்கள் முழப்பயனையும் அதனால் அடைய முடியும்.

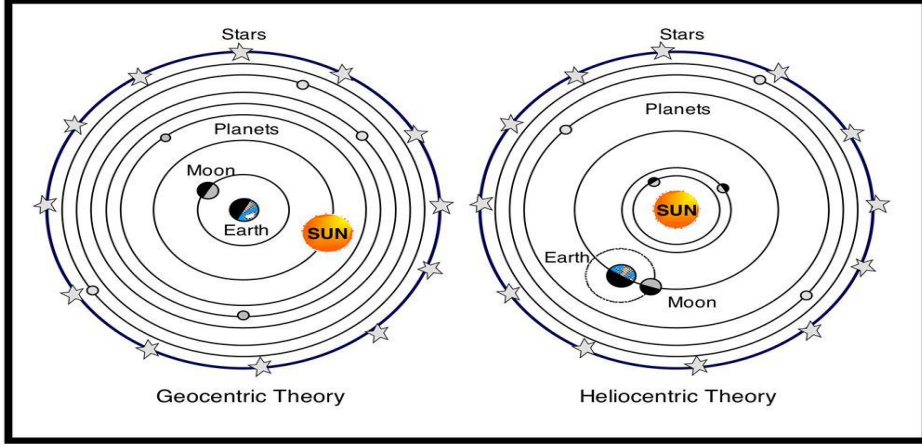
UNIT -II

புவியைப்பற்றிய விவரங்கள் அதன் புவிப்பட முக்கியத்துவம்

(Earth –its Cartographic importance)

துணைக்கோள்களின் மூலம் தற்போது நாம் பெறும் நிழற்படங்கள் புவியின் தோற்றத்தை கோளமாகக் காட்டுகின்றது. புவியைப் பற்றிய நிழற்படங்கள் கோளமாகக் காட்டப்படுகின்றவே தவிர புவியில் உள்ளவர்கள், இதன் தோற்றத்தைக் காணமுடியாது. சுமார் இரண்டாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்தான் புவியிலன் கோளவடிவத்தைக் கண்டறிந்தனர். கிரேக்க அறிஞர்கள் புவியின் வடிவத்தை ஏறத்தாழக் கணக்கிட்டதோடு அல்லாமல் அயனப் பகுதிகளையும், துரவ வட்டங்களையும் பகுத்துக் காண்பித்தனர். தற்போது நாம் பயன்படுத்தி வரும் அட்சரேகை, தீர்க்கரேகை முறைகள் கிரேக்கர்களாலும், பாபிலோனியர்களாலும் ஏற்படுத்தப்பட்ட முறைகள் ஆகும்.

ஒன்பது கோள்களைக் கொண்ட சூரியக் குடும்பத்தில் ஒன்றான புவியின் வடிவமும், அளவும், சூரியனோடும் மற்ற கோள்களோடும் நேரடியாகத் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. சூரியன் ஒளிக்கும், வெப்பத்திற்கும் மூலகாரணமாக இருப்பதினால் நேரத்தைக்கணக்கிடுவதில் முன்னுரிமை பெறுகின்றது. இது போன்றே கடற்பரப்பில் தோன்றும் அலைகள், ஓதங்கள் சந்திரனின் செய்கைகளால் உருவாகின்றன. ஒரு கோளின் இருப்பிடத்தை அறிந்து கொள்ள கோள்களும், துணைக்கோள்களும், நட்சத்திரங்களும் பயன்படுகின்றன. முற்காலத்தில் மக்கள் புவியை மையமாகக் கொண்டது சூரியக்குடும்பம் என்ற கருத்தினையே நம்பி வந்தனர். இக்கருத்தின்படி புவியை மையமாகக் கொண்டு மற்ற கோள்களும், நட்சத்திரங்களும் சுழல்வதாகக் கருதினர். 1543ல் நிக்காலஸ் கோபர் நிக்கஸ் முதன்முதலில் சூரியனே மையமானது என்ற கருத்தைக்குறிப்பிட்டிருந்தார். இக்கருத்துப்படி சூரியக்குடும்பத்தின் மையமான சூரியனைச் சுற்றி மற்ற கோள்களும், துணைக் கோள்களும் சுழல்வதாகக் குறிப்பிடப்பட்டனர். இக்கருத்தை பின்னர் வலியுறுத்திய நியூட்டனும், ஹெப்லரும் சூரியனைச் சுற்றி வருகின்ற மற்ற கோள்களின் பாதை நீள்வட்டமானது என்றும், நட்சத்திரங்கள் சூரியனைச் சுற்றுவதில்லை என்றும் குறிப்பிட்டனர்.



கோள் ஒன்று ஒரு முறை சூரியனைச் சுற்றி வர ஆகும் காலத்தை “கோள் ஆண்டு” என்று குறிப்பிடலாம். புவி சூரியனை தனது நீள் வட்டப் பாதையில் ஒருமுறை சுற்றி வர 365 நாட்கள் ஆகின்றன. இவ்வாறு சுற்றி வரும் போது ஜீலை மாதத்தில் சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் 152.5 மில். கி.மீட்டராகவும் ஜனவரி மாதத்தில் 147.5 மில். கிலோ மீட்டராகவும் இருக்கும். ஜீலை மாதத்தில் இத்தூர இடைவெளியை “அப்கீலியன்” என்றும், இதில் அப் என்றால் விலகி என்றும், கீலியன் என்றால் சூரியன் என்றும் பொருள் அதாவது சூரியனை விட்டு விலகி இருத்தல் என்றும், ஜனவரி மாதத்தில் இதனை “பெரிகீலியன்” என்றும் (பெரி என்றால் அண்மை என்று பொருள்) அதாவது சூரியனுக்கு அருகாமையில் இருத்தல் என்றும் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையிலுள்ள சராசரி இடைவெளி 150 மில்லியன் கி.மீட்டர் ஆகும்.

புவி சூரியனை கடிகாரமுள் நகரும் திசைக்கு எதிராகச் சுற்றி வருகின்றது. சுற்றும் போது நேராக இல்லாமல் சாய்வான கோணத்தில் சுற்றி வருகிறது. ஒவ்வொரு கோள்களும் தம்மைத்தாமே சுற்றிக்கொண்டு சூரியனையும் சுற்றிவருகின்றன. புவி ஒரு முறை தன்னைத்தானே சுற்றிக்கொள்ள 23 மணி 56 மணித்துளிகள் 4 வினாடிகளை எடுத்துக் கொள்கிறது. இதனை நாம் கணக்கிட எளிதாக ஒருநாள் என்று கூறுகிறோம். ஒரு முறை புவி சூரியனைச் சுற்றிவரும் நாட்களை ஒரு ஆண்டு (அல்லது) 365 நாட்கள் என்று கணக்கிடுகிறோம். இதுவே சாதாரண நாட்காட்டி ஆண்டு எனப்படும். புவி ஒரு முறை சூரியனைச் சுற்றி வருவதற்குரிய காலத்தினை அதாவது சாதாரண நாட்காட்டி ஆண்டை விட சில மணித்துளிகள் அதிகம் கொண்ட காலத்தினை “நாண்மீன் இயக்கக் கணிப்பு ஆண்டு” என்று அழைப்பர்.

புவியின் உருவம்(Shape)

முற்காலத்தில் மனிதன் தனக்குப் புலனாகக் கூடிய பரப்பெல்லாம் தட்டையாக இருந்த காரணத்தினால் புவி ஒரு தட்டை வடிவமானது என்று கருதி வந்தனர். அக்கால கட்டத்தில் வரையப்பட்ட புவிப்படங்கள் எல்லாம் புவி தட்டை வடிவமானது என்ற கருத்தில் தான் வரையப்பட்டிருந்தன. கி.மு.இரண்டாம் நூற்றாண்டிற்கு முன்னர் கிரேக்கர்கள் தான் உலகம் கோளவடிவானது என்று கருதி வந்தனர். ஆனால் “இருண்ட காலத்தில்” இக்கருத்து நன்கு வலியுறுத்தப்படவில்லை. கிளாடிஸ் டாலமி தமது “ஜியாக்ரபியா” என்ற புத்தகத்தில் புவியின் கோள வடிவத்தினைத் தெளிவாக வலியுறுத்தினார். 15ம் நூற்றாண்டு காலத்தில் புவியின் கோள வடிவத்தினைப் பலரும் புரிந்து கொள்ள ஆரம்பித்தனர். 17-ம் நூற்றாண்டில் நியூட்டன் புவியின் சுழற்சியினால் துருவப் பகுதிகளில் காணப்படக்கூடிய தட்டையான தன்மையினைப் புலப்படுத்தினார். இதன் பின்னர் தான் புவியின் உண்மையான வடிவத்தினைப் பற்றியும் அதனை நிர்ணயிப்பது பற்றியும் முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டன. புவியின் சுழற்சி காரணமாக இதன் மையப்பகுதிகள் சிறிது உப்பியும், துருவப்பகுதிகளில் ஓரளவு தட்டையான அமைப்பைக் கொண்டு காணப்படுகின்றன. துருவப்பகுதி தட்டையாக இருக்கின்ற காரணத்தினால் புவியிடைக் கோட்டு அச்சிற்கும் தூரவ அச்சிற்கும் இடையே ஏறத்தாழ 22கி.மீ வேறுபாடு உள்ளது.

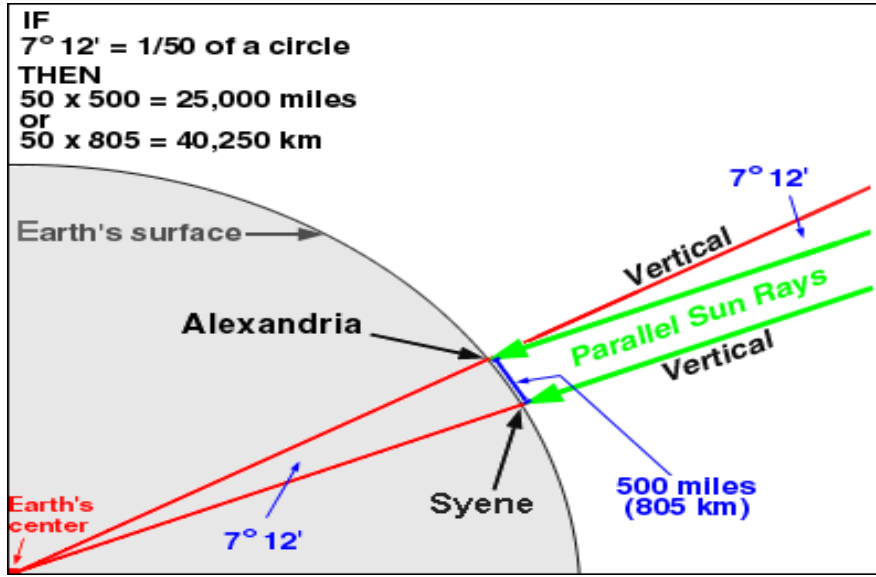
துருவப்பகுதி தட்டையாக இருக்கும் காரணத்தினால் புவியைச் சுற்றி வருகின்ற ஒரு கோடு முழு வட்டமாக இல்லாமல் சிறிது நீள் வட்டாகக் காணப்படும். புவியிடைக் கோட்டுப்பகுதியில் சற்று வளைவாகவும், துருவப்பகுதிகளில் தட்டையான அமைப்பாகவும் இக்கோடுகள் காணப்படுகின்றன. கடல்வழி மார்க்கத்திற்காக வரையப்படும் புவிப்படங்களிலெல்லாம் புவியின் வளைவு கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. தமக்கென தனியொரு உருவத்தினை அதாவது புவியிடைப் பகுதிகளில் சற்று பருத்தும் துருவப்பகுதிகளில் தட்டையான அமைப்பையும் பெற்றிருப்பதால் புவியின் உருவம் “ஜியாய்டு” என்று அழைக்கப்படுகின்றது. புவியின் உருவம் எதனுடனும் ஒப்பிட்டுக் கூறமுடியாதவாறு காணப்படுகின்றது என்றே கூறலாம்.

புவியின் அளவு (Size of the Earth)

ஆதி காலந்தொட்டே புவியைப் பற்றி உண்மையான அளவுகளைத் தெரிந்து கொள்ள மனிதன் முயற்சித்து வந்தான். கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு முன்னர் பல கணக்கீடுகள் புவியின் அளவுகளைக் குறிப்பிட்டாலும், பலகுறைபாடுகளுடனே இவை இருந்ததினால் இவற்றை ஏற்றுக் கொள்ள முடியவில்லை. சந்தர்ப்பவசத்தால் முற்கால கணக்கீடுகள் தற்போதுள்ள அளவுகளை ஏறத்தாழ ஒட்டியே காணப்படுகின்றன. பல அறிஞர்களின் கணக்கீடுகளை டாலமிதான் ஒழுங்காக வகைப்படுத்தி அதன் குறைபாடுகளை சரிசெய்தார். பிதகோரஸ் என்ற கணித மேதை புவியின் கோள அமைப்பினை ஏற்றுக் கொண்டார். அவர் காரணத்தோடு புவி உருவத்தினை விளக்கினார். கடவுள் எப்பொழுதும் ஒழுங்கான அமைப்புகளையே படைப்பார் என்றும், ஆகையால் புவியின் உண்மையான வடிவம் கோளமானது என்றும் கூறினார். இவர் சந்திரனின் தோற்றத்தினை வைத்து தமது கருத்தினை வலியுறுத்தினார். சுமார் 200 ஆண்டுகளுக்குப் பின் வந்த அரிஸ்டாடிலும் இக்கருத்தினை ஏற்றுக் கொண்டார். கி.மு.3ம் நூற்றாண்டில் எரோடஸ்தனீஸ் சூரியக் கதிர்விழுதலின் கோணங்களை வைத்து புவியின் கோள வடிவினை நிரூபித்தார்.

எரோடஸ்தனீஸ் கோடை அயனசந்தி என்ற நாளில் தற்போது அஸ்வான் என்ற அழைக்கப்படும் சையன் என்ற இடத்தில் நண்பகல் சூரியக் கதிர்கள் செங்குத்தாக 90° கோணத்தில் விழுவதைக்கண்டார். இதே நேரத்தில் 500 மைல் தள்ளி இருக்கக்கூடிய அலெக்ஸாண்டிரியாவில் செங்குத்தாக விழாமல் ஓரளவு சாய்கோணத்தில் சூரியக்கதிர்கள் விழுந்ததைக்கண்டறிந்தார். அலெக்ஸாண்டிரியாவில் $7\frac{1}{2}^{\circ}$ சாய்கோணத்தில் சூரியக்கதிர்கள் விழுந்ததைக்கண்டார். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு அவர் புவியின் சுற்றளவினைக் கணக்கிட்டார். 1) சையன் என்ற நகரம் கடகரேகையில் இருந்ததினால் தான் கோடை அயனசந்தி நாளில் நண்பகல் சூரியக்கதிர்கள் செங்குத்தாக விழுந்தன. 2) அலெக்ஸாண்டிரியாவும், சையனும் வடக்கு தெற்காக 500 மைல் தொலைவில் உள்ளன. $7\frac{1}{2}^{\circ}$ கோண வேறுபாடு 500 மைல் தொலைவிற்கு ஏற்படுகிறதென்றால் புவியின் மொத்தச் சுற்றளவு என்ன என்பதனைக் கணக்கிட்டார். அவரது கணக்கீட்டின் படி $500 \times 360 \times 7\frac{1}{2}$ ஸ்ரீ25000 மைல். புவியின் சுற்றளவு 25000 மைல்கள் ஆகும். ஆனால் தற்போது

கணக்கிடப்பட்டுள்ள புவியின் சுற்றளவான 24899 மைல்களுக்கு சிறிது தான் மாறுபட்டு இருக்கின்றது. இம்மாறுபாட்டிற்குக் காரணம் கணக்கீட்டில் ஏற்பட்ட குறைபாடு என்றே நாம் கூறலாம். சையன் என்ற நகரம் கடகரேகையில் இல்லை. அது கடகரேகையிலிருந்து 37மைல் வடக்கில் அமைந்துள்ளது. அலெக்ஸாண்டிரியாவிற்கும், சையனுக்கும் இடைப்பட்ட தூரம் 453 மைல்கள், இவையிரண்டும் ஒரே தீர்க்கரேகையில் அமைந்திருக்கவில்லை. அவையிரண்டிற்கும் இடையிலுள்ள கோண வேறுபாடு $7^{\circ} 5'$ ஆகும். இத்தகைய வேறுபாடுகளினால் தான் கணக்கிடலிலும் மாறுபாடு உள்ளது என்று கூறலாம்.



புவிப்பகுப்பியலின் முன்னேற்றத்தால் 1617ல் எஸ்நெல் என்பவர், புவியின் சுற்றளவை வானியல் அளவை மூலம் கணக்கிட்டார். 1671ல் பிரெஞ்சு கயனாவில் இருந்த ரிச்செர் என்பவர் உயர் அட்சரேகைகளை விட புவியிடைக் கோட்டுப்பகுதியில் புவியீர்ப்பு விசை குறைவு என்று கண்டுபிடித்தார். 1789ல் ஐசக் நியூட்டன் புவிக்கோளத்தினை தெளிவாக வலியுறுத்தி துரவ அச்சு, புவியிடைக் கோட்டு அச்சை விட சிறியது என்று தெளிவுபடுத்தினார். தற்போது துணைக் கோள்களின் மூலம் கணக்கிடப்பட்ட அளவைகள் குறிப்பிட்ட அட்சரேகையில் தென் கோளார்த்தத்தின் சுற்றளவு அதே அட்சரேகையில் வடகோளார்த்தத்தின் சுற்றளவை விட அதிகமாக உள்ளது என்று குறிப்பிடுகின்றன. இது போன்றே புவியின் துருவப்பகுதி தட்டையான அமைப்பால் புவியிடைப்பகுதி சுற்றளவு முழுவட்டமாக இல்லாமல் ஓரளவு நீள்வட்டாக

அமைந்துள்ளது என்று குறிப்பிட்டுள்ளது. புவியின் “ஜியாய்டு” வடிவம் புவிசர்ப்பு விசைக்கு செங்குத்தாக அமைந்துள்ள பரப்பாகக் கருதப்படுகின்றது. புவியைப்பற்றி அளவுகள் சில கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஹேபோர்டு முறைப்படி திருத்தியமைக்கப்பட்ட புவியின் பரிமாணங்கள்

| | | | |
|-----------------------------------|------------|-------------------|---------------------|
| புவியிடைக்கோட்டு ஆரம் | - | 6378.3 கி.மீ (அ) | 3963.3 மைல்கள் |
| துருவ ஆரம் | - | 6356.6 கி.மீ (அ) | 3949.8 மைல்கள் |
| புவியிடைக்கோட்டு சுற்றளவு | - | 40075.9 கி.மீ (அ) | 24902.1 மைல்கள் |
| தீர்க்கரேகைச் சுற்றளவு | - | 40008.4 கி.மீ (அ) | 24860.0 மைல்கள் |
| புவியின் மொத்தப் பரப்பு (ஏறத்தாழ) | -510900000 | ச.கி.மீ (அ) | 196943000 ச.மைல்கள் |

புவியின் ஈர்ப்பு விசை(Gravitational Force)

புவிப்படவியலைப் பொறுத்தவரையில் புவியின் கோளத்தை நிர்ணயிப்பதில் புவிசர்ப்பு விசை முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றது. புவி பொருட்களை தம் மையத்தை நோக்கி இழுக்கின்றது. என்ற கருத்து பன்னெடுங்காலமாக பரவிவந்த ஒன்றாகும். இந்தியாவில் வேதங்களிலும், புராணங்களிலும் கூட “குருத்துவாகர்ணம்” என்றால் கவர்தல் என்று பொருள்படும். கிரேக்க நாட்டில் அரிஸ்டாட்டில் இழுக்கப்படுகின்ற பொருள்களின் வேகம் அவற்றின் நிறையைச் சார்ந்து உள்ளது என்று நம்பினார். 17ம் நூற்றாண்டின் தொடக்க காலத்தில் கலிலியோ அரிஸ்டாட்டில் கொள்கையை மறுத்து அனைத்துப் பொருட்களும் புவிசர்ப்பு விசையால் ஈர்க்கப்பட்டு, புவியை சீரான வேகத்தில் அடைகின்றன என்று குறிப்பிட்டார். அதன் பின் நியூட்டன் ஈர்ப்பு விசையைப் பற்றியும் கேர்களின் சுழற்சியினைப் பற்றியும் விளக்கினார். ஈர்ப்பு விசையின் வேகம் இழுக்கப்படுகின்ற பொருளின் நிறையை புவியின் நிறையால் பெருக்கும் போது கிடைக்கும் விகிதமே ஆகும். தவிர ஈர்க்கப்படுகின்ற பொருளின் மையநிறைக்கும், புவியின் மையநிறைக்கும் இடையிலுள்ள தூரத்திற்கும் தலைகீழ் விகிதமே ஈர்ப்பு விசை வேகம் ஆகும்.

புவியின் தற்போதைய வடிவம் ஈர்ப்பு விசையால் ஏற்பட்ட ஒன்றாகும். சுழலுகின்ற ஒரு பொருளில் அச்சிலிருந்து மைய விலகு விசை அதிகமாக இருக்கும். இவ்விசை சுழலுகின்ற அச்சிலிருந்து அதிகரிக்கும். அதாவது புவியிடைக் கோட்டிற்கு அருகில் அதிகரிக்கும். இதனால் தான் புவியின் மையப்பகுதி சிறிது உப்பியும், துருவப்பகுதி சற்று தட்டையாகவும் காணப்படுகிறது. புவி சுழற்சியின் காரணமாக துருவத்தில் மைய விலகு விசை '0' ஆகவும், புவியிடைக் கோட்டுப் பகுதியில் உச்சமாகவும் காணப்படுகின்றது. ஈர்ப்பு விசை புவியின் நிறையோடு தொடர்பு கொண்டதாக இருப்பதினால் அனைத்து பகுதியிலும் ஈர்ப்பு விசை சமமாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் மைய விலகு விசை மையத்திலிருந்து இதனை விலக்குகிறது. புவியின் ஈர்ப்பு விசை நின்ற ஈர்ப்பிற்கும், மைய விலகு விசைக்குமுரிய தொடர்பு ஆகும். ஈர்ப்புவிசை துருவத்தினைவிட புவியிடைப் பகுதியில் அதிகமாக இருக்கிறது. துருவப்பகுதியைவிட 0.5மு ஈர்ப்புவிசை அதிகமானதாகும்.

புவிப்பட முக்கியத்துவம்

தமக்கேயுரித்தான கோள வடிவத்துடனும், அளவுகளுடனும் ஈர்ப்பு விசையுடனும் காணப்படும் புவியினைப் பற்றி மக்களுக்கு எடுத்துக்காட்ட புவிப்படவியல் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றது. புவியைப் பற்றி புவிப்படத்தில் காண்பிக்கும் போது அளவைகள் கோட்டுச் சட்டங்கள் முறைக்குறிகள் போன்றவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன. பொருத்தமான அளவையைத் தேர்ந்தெடுத்தால் தான் எதனைப் பற்றி வரைய வேண்டுமென்று விரும்புகின்றோமே அதனை தெளிவாக வரையமுடியும். இவ்வாறு கோட்டுச் சட்டங்களும் புவிப்படவியலில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. புவிப்பரப்பில் கடல்வழி மார்க்கத்தைக் காட்ட வேண்டுமென்றால் அதற்கேயுரிய கோட்டுச் சட்டங்களையும், விளைபொருள்களின் பரவலைக் காட்ட வேண்டுமென்றால் அதற்கேற்ற கோட்டுச் சட்டங்களையும் தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டு வரைய வேண்டும். புவிப்பரப்பின் நதிகளைக் காட்ட வேண்டுமென்றால் நீர்நிலைகளைக் குறிக்கும் குறியீடுகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு பரந்துள்ள கோளவடிவமான புவியைப் பற்றியவற்றை விளக்குவதற்காகவே புவிப்படம் பெரிதும் பயன்படுகிறது. தற்போதுள்ள புவிப்படவியல் வளர்ச்சி புவியை விளக்குவதற்காக மேற்கொண்ட எண்ணற்ற முயற்சிகளின் பலனெயாகும். புவிப்படம் இல்லாவிட்டால் புவியைப் பற்றிய விவரங்களை மக்களுக்கு

விளக்கவே முடியாமல் போயிருக்கக் கூடும். ஆகவே புவிப்படம் புவியினை தெளிவுப்படுத்துவதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றது எனலாம்.

புவியும் இணைப்பாயங்களின் அமைப்பும்(Geographic Co-ordinate System)

இணைப்பாய அமைப்பு என்பது ஒழுங்கான முறையில் அமைக்கப்பட்டுள்ள கோடுகள் ஆகும். இவ்வொழுங்கான கோடுகளின் மீது தான் நிலங்களும், நீர்ப்பகுதிகளும் வரையப்படுகின்றன. இதுபோன்றே புவிப்படங்களைத் தெளிவாக்கிக் கொள்ளப் பயன்படும் மற்றுமொரு அமைப்பு “வலைப்பின்னல் அமைப்பு” ஆகும்.

இணைப்பாய அமைப்பின் தேவை

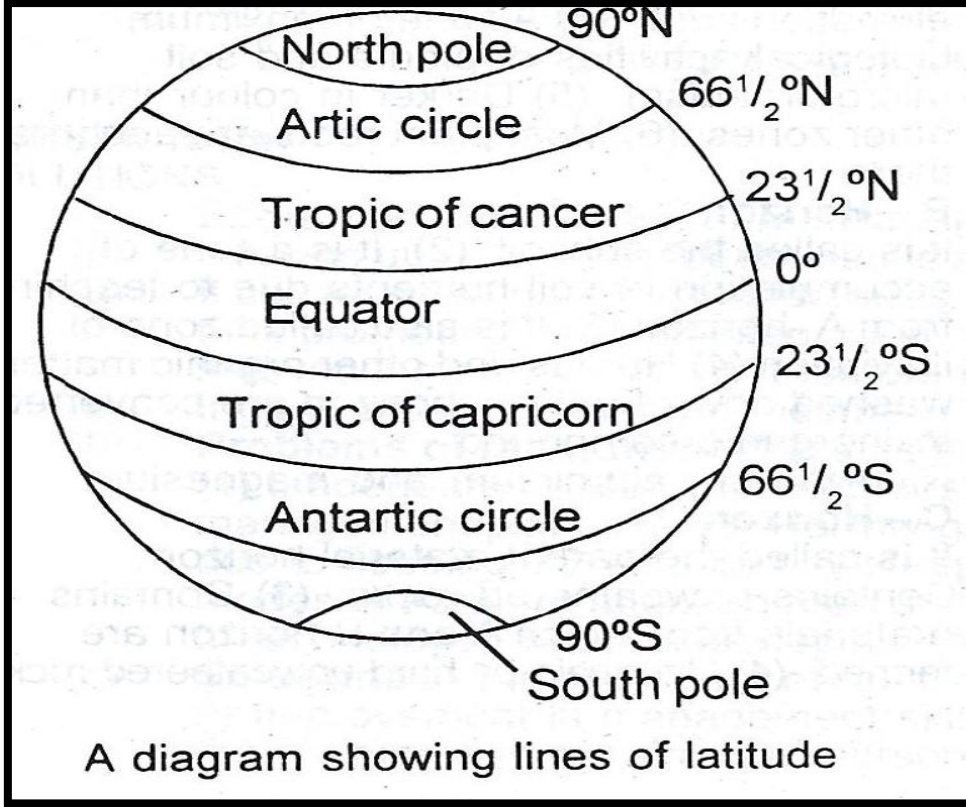
புவிப்பரப்பில் ஏதாவது ஒரு புள்ளியின் அல்லது பகுதியின் இருப்பிடத்தை (அ) அமைவிடத்தைக் காட்ட வேண்டுமென்றால் தூரம், கோணம் என்ற இவ்விரண்டைப் பற்றியும் தெளிவாகத் தெரிந்திருக்க வேண்டும். பழங்கால மனிதர்கள் சூரியனின் உதயத்தினையும், மறைவினையும் கொண்டு இதனைக் கணக்கிட்டு வந்தனர். இவ்வாறு இரவு நேரங்களில் ஓரிடத்தைக் கணித்தல் என்பது கடினமானதாக இருந்தது. புவியின் ஒவ்வொரு அமைப்பும் ஒன்றோடு ஒன்று சார்ந்து இருக்கக் கூடியதால் அனைத்திற்கும் ஆதாரமாக இருக்கக் கூடிய ஆரம்பப்புள்ளியைக் கணக்கிட்டால் புவியின் மற்ற பகுதிகளை அத்துடன் இணைத்து நாம் எளிதில் கணக்கிட்டு விட முடியும்.

அசைவற்ற, சிறிய பரப்புக் கொண்ட சமதளப் பரப்பை எடுத்துக்கொண்டால் அதற்கு எந்தவொரு ஆரம்பப் புள்ளியும் கிடையாது. கணக்கிடுதலுக்காக எடுத்துக்கொண்டால் இச்சிறு சமதளப் பரப்பில் இரண்டு நேர்கோடுகள் வெட்டிக் கொள்ளும் புள்ளியே ஆரம்பப் புள்ளியாகக் கணக்கிடப்படும். இச்சமதளப் பரப்பு மேலும் பல சிறுசிறு செவ்வகங்களாக ஆரம்பப்புள்ளியிலிருந்து, கோடுகளை இணையாகக் கொண்டு பிரிக்கப்படும். இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட சமதளப் பரப்பில் ஏதாவது ஒரு புள்ளியின் அமைவிடம். ஏதாவது ஒரு அச்சின் செங்குத்துத் தூரமாகக் குறிக்கப்படும். இந்த கார்ட்டீசியன் முறையில் கிடையாக வரையப்பட்டிருந்த தூரம் மதிப்பு அல்லது அச்சிசா என்றும், செங்குத்தாக வரையப்பட்டிருந்த தூரம் “லு” மதிப்பு அல்லது ஆயம் என்றும் அழைக்கப்பட்டு வந்தது. புவிப்பகுதியின் ஏதாவது ஒரு பகுதியினைக் காட்ட இது போன்ற இணைப்பாய முறை பயன்பட்டு வந்தது.

மனித இனத்தின் முன்னாள் கோட்பாட்டின்படி கிழக்கு, மேற்கு, வடக்கு, தெற்கு இணைப்பாய அமைப்புகளில் முக்கியமானதாகத் திகழ்கின்றன. வடக்கு, தெற்கிற்கு ஆரம்பப் பகுதியாக புவியிடைக்கோடும், தீர்க்க இணைப்பாய அமைப்பில் ஓ மதிப்போடு தொடர்பு கொண்ட தூரத்தினை குறுக்குக் கோடுகள் (அ) அட்சரேகைகள் என்றும் லு மதிப்போடு தொடர்பு கொண்ட தூரத்தினை நெடுக்குக் கோடுகள் (அ) தீர்க்க ரேகைகள் என்றும் அழைக்கின்றனர். புவிப்பகுதியில் தூரங்களை கோண வளைவுகளாகவும் அளக்க முடியும். கிழக்கு, மேற்கு, வடக்கு, தெற்கு திசைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு அட்ச, தீர்க்கரேகை வலைப்பின்னல் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்சரேகைகள் (அ) இணைகோடுகள் (Latitudes or Parallels)

புவியினை நாம் வரைந்து அதனை சரிபாதிதாக வடபகுதி, தென்பகுதியாகப் பிரிக்குமாறு கோளத்தின் மையத்தில் ஒரு கோடு வரைந்தோமென்றால், புவியை இக்கோடு இருபகுதியாகப் பிரிக்கும். இம்மையக்கோடே புவியிடைக்கோடு என்று அழைக்கப்படுகிறது. அட்சரேகை என்பது புவியின் மையத்திலிருந்து புவியிடைக் கோட்டிற்கு வடக்காகவும், தெற்காகவும் உள்ள கோண அளவு என்று பொருள்படும். புவியிடைக் கோட்டினை '0' என்று ஆதாரமாகக் கொண்டு மற்ற அட்சரேகைகள் வரையப்படுகின்றன. அட்சரேகைகள் என்பவை கிழக்குமேற்காகச் செல்லும் கற்பனைக் கோடுகள் ஆகும். அனைத்து அட்சரேகைகளும் புவியிடைக் கோட்டிற்கு இணையாக உள்ளதால் இவை “இணைகோடுகள்” என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. புவியிடைக் கோட்டிற்கு வடக்கில் உள்ள பகுதி வடகோளார்த்தம் என்றும், அட்சரேகைகள் வட அட்சரேகைகள் என்றும் தெற்கில் உள்ள பகுதி தென்கோளார்த்தம் என்றும் அட்ச ரேகைகள் தென்அட்சரேகைகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. புவியிடைக் கோட்டிலிருந்து துவம் ஒரு முழு வட்டத்தின் நாலின் ஒரு பகுதியாகையால் 90° என்று குறிப்பிடுகின்றது. ஆகையால் புவியிடைக் கோட்டிலிருந்து வடக்கில் 90° தெற்கில் 90° ஆக அட்சரேகைகள் குறிக்கப்படுகின்றன.



புவியின் மத்தியில் செல்லும் புவியிடைக்கோடு மட்டுமே புவியை சமமான இரு கோளார்த்தங்களாகப் பிரிக்கின்றன. புவியை சமமான இரு கோளார்த்தங்களாகப் பிரிக்கின்றன. புவியை இரு சமபாகங்களாகப் பிரிக்கும் மத்திய அட்சரேகைக்கு “புவியிடைக்கோடு” என்று பெயர். இந்த அட்சரேகையை வைத்துத் தான் மற்றரேகைகள் கணக்கிடப்படுகின்றன. இதன் அளவு 0° ஆகும். சூரியனுடைய சலனத்தினையும், சாய்வினையும் வைத்து சில அட்சரேகைகள் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன. சூரியனுடைய செங்குத்துக் கதிர்கள் புவியின் அனைத்துப் பகுதியிலும் விழுவதில்லை. வடகோளார்த்தத்தில் அது விழும் எல்லையாக உள்ளது $23 \frac{1}{2}^{\circ}$ சாய்ந்தே உள்ளது. இது போன்றே சூரியனைச் சுற்றும் நீள் வட்டப் பாகைக்கு $66 \frac{1}{2}^{\circ}$ சாய்வாக உள்ளது. புவிப்பகுதியில் $66 \frac{1}{2}^{\circ}$ யிலிருந்து துருவமையம் வரை உள்ள பகுதிகள் சூரியனுடைய கதிர்களை சில காலங்களில் பெறுவதே இல்லை. வட கோளார்த்தத்தில் உள்ள $66 \frac{1}{2}^{\circ}$ ஆர்க்டிக் வட்டம் என்றும், தென் கோளார்த்தத்தில் உள்ள $66 \frac{1}{2}^{\circ}$ அண்டார்டிக் வட்டம் என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. வடதுருவம் 90° என்ற ஒரு புள்ளியாலும், தென் துருவம் 90° என்றதொரு புள்ளியாலும் குறிக்கப்படுகிறது. மாலுமிகள் தம்

பயணங்களின் போது நண்பகல் சூரியனின் அமைவிடத்தை வைத்து அட்சரேகைகளைத் தீர்மானித்தனர். இது போன்றே துரவ நட்சத்திரத்தையோ மற்ற முக்கிய நட்சத்திரங்களையோ வைத்து அட்சரேகைகளைத் தீர்மானிக்கலாம். தீர்க்கரேகையின் சுற்றளவு 40008 கி.மீ புவியிடைக் கோட்டிலிருந்து துருவம் வரை உள்ள பகுதி நாலில் ஒன்றாகும். அதாவது 10002 கி.மீ 90° வடக்கு (அ) 90° தெற்கு 10002 கி.மீ ஆகையால் 1° என்பது 111 கி.மீ (அ) 69 மைல்கள் கடந்தால் 1° கடந்ததாக ஆகும். இதனை வைத்து அட்சரேகைகளை கணக்கிட முடியும். துருவ நட்சத்திரத்தை வைத்து (வட துருவ) அட்சரேகைகளைக் கணக்கிடலாம். அட்சரேகைகள் புவியிடைக் கோட்டிலிருந்து ஓரிடத்திற்கான கோண அளவு ஆகும். கோண அளவு ஓரிடத்தின் உச்சிக்கும், புவியிடைக் கோட்டின் உச்சிக்கும் இடையிலுள்ள கோண அளவாகும். துருவ நட்சத்திரம் வடதுருவத்தின் உச்சியில் இருக்கும். புவியிடைப்பகுதியில் துருவ நட்சத்திரம் தொடுவானத்தில் இருக்கும். புவியிடைக் கோட்டிலிருந்து வடக்காகவோ, தெற்காகவோ 111 கி.மீ (அ) 69 மைல்கள் கடந்தால் 1° தொடுவானத்தை நோக்கி (அ) துருவத்தை நோக்கி நகர்ந்ததாகக் கணக்கிடப்படும். இம்முறைப்படி அட்சரேகைகளை இரவிலோ (அ) வடகோளார்தத்திற்கு மட்டுமோ கணக்கிட முடியும். அனைத்துப் பகுதிகளுக்கும் பயன்படும் விதமாக சூரியனுடைய நண்பகல் அமைவிடத்தை வைத்து அட்சரேகைகளைக் கணக்கிடலாம்.

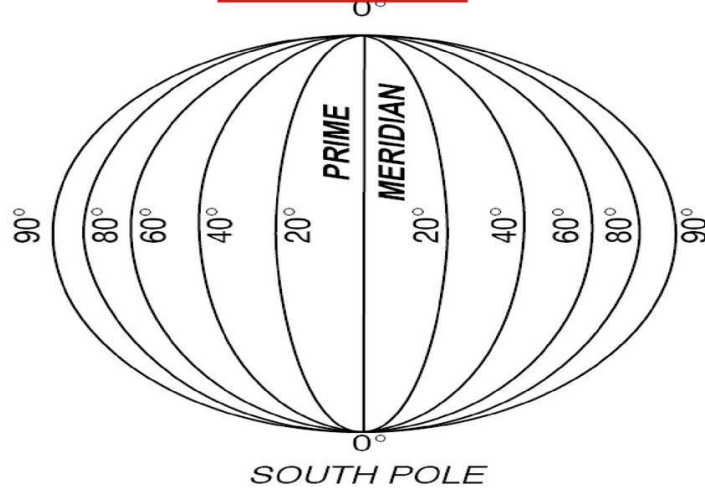
ஓரிடத்தில் சூரியன் உச்சியில் பிரகாசிக்கும் போது அவ்விடத்தின் தொடு வானத்தில் உள்ள வேறுபாடுகளைக் கணக்கிட்டு அட்சரேகைகளைக் கணக்கிட முடியும். “ளுநஓவயவெ” என்ற கருவியின் மூலம் ஓரிடத்தின் தொடுவானத்திற்கும், சூரியன் உச்சியில் உள்ளபோது உள்ள கோணத்திற்கும் உள்ள வேறுபாட்டினைக் கணக்கிடமுடியும். மார்ச் 21 செப்டம்பர் 22 ஆகிய நாட்களில் சூரியனின் கதிர்கள் புவியிடைக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாக விழும். அந்த நாட்களில் சூரியனின் வடக்கிலும், தெற்கிலுமுள்ள தூரங்களின் கோண அளவை வைத்து அட்சரேகைகளைத் தீர்மானிக்கலாம்.

தீர்க்கரேகைகள் (Longitudes)

அட்சரேகைகள், புவிப்பரப்பில் ஓரிடம் வடக்கிலோ, தெற்கிலோ அமைந்திருப்பதனைக் குறிக்கின்றது. புவியைச்சுற்றி ஓரிடத்தின் அமைவிடத்தினைப் பற்றி கிழக்கு மேற்கில் தெரிந்து கொள்ள தீர்க்கரேகைகள் பயன்படுகின்றன. தீர்க்க ரேகைகள் புவியினை இரு சம பாகங்களாகப் பிரிக்கும் “பெருவட்ட கற்பனைக் கோடுகள்” என அழைக்கப்படுகின்றன. தீர்க்கரேகைகள் துருவங்களின் வழியாகச் செல்கின்றன. தீர்க்கரேகைகள் வடதுருவம் முதல் தென்துருவம் வரை சென்று அட்சரேகைகளை பல பிரிவுகளாப் பிரிப்பதினால் ஓரிடத்தின் துல்லியமான அமைவிடத்தை எடுத்துக்காட்ட முடியும்.

புவிக்கோளம் வட்டம் போல 360° கோணங்களால் ஆனது. தீர்க்கரேகைகளும் 360° களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அட்சரேகைகளை நிர்ணயிப்பதற்கு புவியிடைக்கோட்டினை ஆதாரமாகக் கொண்டனர். ஆனால் தீர்க்கரேகைகளைக் கணக்கிடுதலுக்குரிய ஆதாரக் கோட்டினை நிர்ணயிப்பதில் பல சிக்கல்கள் எழுந்தன. முற்காலத்தில் ஒவ்வொரு நாடும் தம் நாட்டிலிருந்து தான் முதன்மைத் தீர்க்கரேகை கணக்கிடப்பட வேண்டும் என்று விரும்பியது. இவ்வாறு செய்ததால் புவிப்படங்கள் வரைவதில் எண்ணற்ற முதன்மைத் தீர்க்கரேகைகள் (0°) ஏற்பட்டு சிக்கல்கள் எழுந்தன. 1634ல் பாரிசில் கூடிய பன்னாட்டு அறிஞர்குழு பாரிஸ் வழியாகச் செல்லும் $19^{\circ} 55' 03''$ கோட்டினை முதன்மைத் தீர்க்கரேகையாக எடுத்துக்கொள்ளத் தீர்மானித்து பயன்படுத்தினர். இம்முதன்மைக் கோடு காலக்கட்டத்தில் “பாரிஸ் தீர்க்கரேகை” என்று அழைக்கப்பட்டதால் மற்ற நாட்டினர் இதனை விரும்பவில்லை. 1884ல் வாரீங்டனில் கூடிய பன்னாட்டு மாநாடு கிரீன்வீச் வழியாகச் செல்லும் தீர்க்க ரேகையை முதன்மைத் தீர்க்கரேகையாக செயல்படுத்த தீர்மானித்தது. இங்கிலாந்தில் லண்டனுக்கருகிலுள்ள கிரீன்விச்சில் செயல்பட்டு வந்த வான்வெளி ஆராய்ச்சி நிலையத்தினை அடிப்படையாகக் கொண்டு, இதன் வழியாகச் செல்லும் தீர்க்கரேகை 0° என்று தீர்மானிக்கப்பட்டு மற்ற தீர்க்கரேகைகள் கணக்கிடப்பட்டன. 0° க்குக் கிழக்கில் 180° கிழக்கு வரையிலும், மேற்கில் 180° மேற்கு வரையிலும் தீர்க்கரேகைகள் கணக்கிடப்பட்டு வருகின்றன.

Draw/Label!: LONGITUDE DIAGRAM



தீர்க்கரேகைகள் புவிபிடைக்கோட்டின் சரிபாதியாக உள்ளன. அட்சரேகைகள் போல இவைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகச்செல்வதில்லை. தீர்க்கரேகைகளுக்கு இடைப்பட்ட தூரம் துருவத்தை நோக்கிச் செல்லச்செல்ல குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. ஆனால் ஒரு அட்சரேகைக்கருகில் இவற்றின் இடைப்பட்ட தூரம் சமமாக உள்ளன.

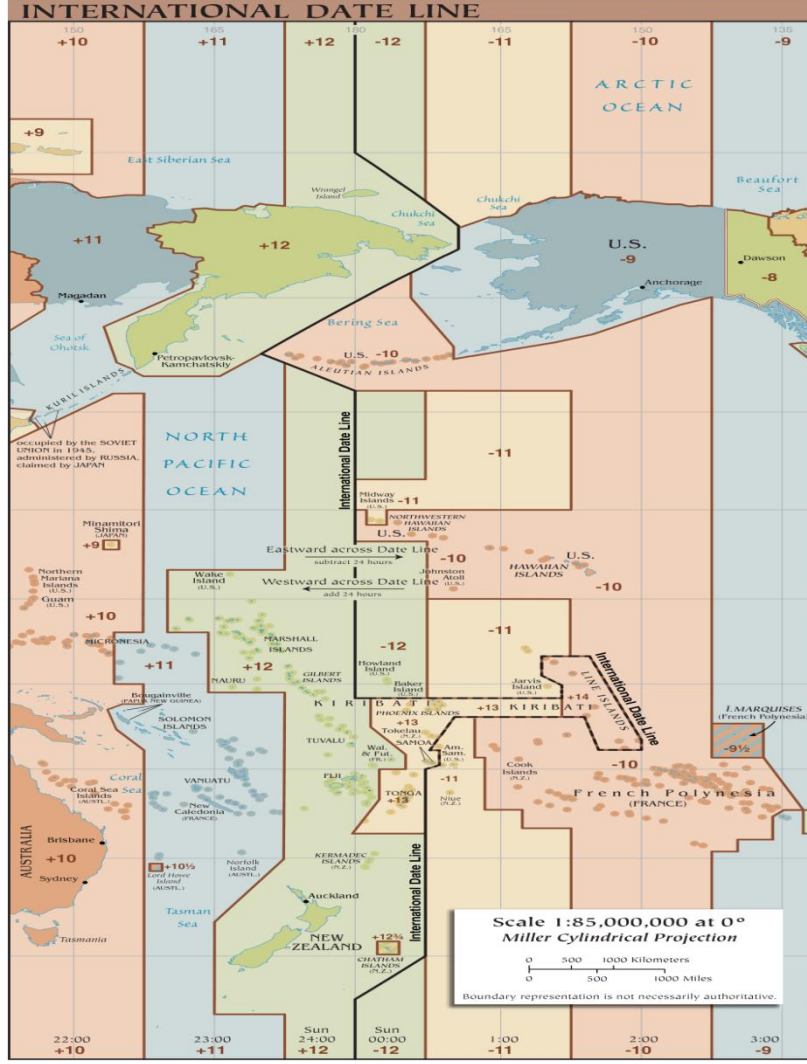
புவிக்கோளம் ஒருமுறை தன்னைத் தானே சுற்றிக் கொள்ள 24 மணி நேரம் ஆகின்றது. புவிக்கோளம் 360° சுற்றுவதற்கு 24 மணி நேரம் ஆகின்றது, ஒரு மணி நேரத்தில் 15° தூரத்தினைப் புவி கடக்கின்றது. 1° யைக் கடப்பதற்கு 4 நிமிடம் ஆகின்றது. இந்த 4 நிமிட நேர வேறுபாட்டினை வைத்து தீர்க்கரேகைகள் கணக்கிடப்படுகின்றன. அனைத்து தீர்க்கரேகைகளும், கிரீன்விச் நேரத்தினை திட்டமாக வைத்து கணக்கிடப்படுகின்றது. “குரொனாமீட்டர்” என்ற கடிகாரத்தின் மூலம் கிரீன்விச் நேரத்தினை துல்லியமாக அறிந்து கொள்ளலாம். கிரீன்விச் நேரத்திலிருந்து ஒவ்வொரு டிகிரியும் 4 நிமிட வேறுபாட்டினைக் கொண்டிருக்கும் கிரீன்விச் நேரத்திற்கும் மற்றுமொரு “ஏ” என்ற இடத்திற்கும் இடையில் வேறுபாடு 8 மணிநேரம் என்றால் “ஏ” என்ற இடத்தின் தீர்க்கரேகை $8 \times 60 = 480 = 480^\circ$ இந்த 8 மணி நேரம் கிரீன்விச் நேரத்தை விட முன்னர் என்றால் 120° கிழக்கு என்றும், பின்னர் என்றால் 120° மேற்கு என்றும் கணக்கிடலாம்.

பன்னாட்டுத் தேதிக் கோடுஷ

புவியின் மேற்கிலிருந்து கிழக்கான சுழற்சி சூரியன் கிழக்கில் தோன்றி மேற்கில் மறைவதாகக் காட்டுகின்றது. புவி ஒருமுறை தன்னைத் தானே சுற்றி வர 24 மணி நேரம் ஆகின்றது. ஓரிடத்திலிருந்து மேற்கு நோக்கிச் செல்லச் செல்ல நேரம் குறைந்து கொண்டும், கிழக்கு நோக்கிச் செல்லச் செல்ல அதிகரித்துக் கொண்டும் இருக்கின்றது. புவியைச் சுற்றி வரும் கடல்வழிப் பயணங்களில் நேரத்தைக் கணக்கிடுதலில் பிரச்சினைகள் ஏற்பட்டன. 180° யைக் கடக்கும் போது நேரத்தில் மாறுதல் ஏற்படும். உதாரணமாக 0° கிரீன்வீச்சில் திங்கட்கிழமை நண்பகலாக இருந்தால் 180° கிழக்கில் திங்கட்கிழமை 180° கிழக்கில் திங்கட்கிழமை இரவு 12 மணியாகவும், செவ்வாய்கிழமை அடுத்த மணிநேரமாகவும் இருக்கும். இதே நேரத்தில் 180° மேற்கில் ஞாயிற்றுக்கிழமை இரவு 12 மணி ஆகும். அடுத்த மணிநேரமே திங்கட்கிழமை தொடக்கமாகும். 180° மேற்கில் திங்கட்கிழமை தொடக்கமாகவும் 180° கிழக்கில் திங்கட்கிழமை முடிவாகவும் இருக்கும்.

1884-ல் வரீங்டனில் கூடிய பன்னாட்டு தீர்க்கரோகை மாநாடு 180° யை பன்னாட்டு தேதிக் கோடாகத் தீர்மானித்தது. இந்த 180° தீர்க்கரேகையினை கிழக்கிலிருந்து மேற்காகக் கடந்தால் ஒரு நாள் பின்னதாக மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும். மேற்கிலிருந்து கிழக்காகக் கடந்தால் ஒரு நாள் முன்னதாக மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும். 180° தீர்க்கரேவை 0° தீர்க்கரேகைக்கு எதிர்ப்புறமாக பசிபிக்கடலின் மத்தியில் அமைந்துள்ளது. இந்த பன்னாட்டுத் தேதிக் கோடு கண்டப்பகுதியில் கழக்காகவோ, மேற்காகவோ வளைந்து கடற்பரப்பில் செல்லுகின்றது. (படம் 4.4)

தீர்க்கரேகைகள் நேரத்தைக் கணக்கிடலில் பெரும்பங்கு பெறுகின்றன. ஓரிடத்தில் சூரியன் தலைக்கு மேலாகப் பிரகாசிக்கும் போது அவ்விடத்திற்கு அது நண்பகல் ஆகும். ஓரிடத்தில் தீர்க்கரேகைக்கேற்ப காணப்படும் நேரமே “தலநேரம்” எனப்படும்.



International Date Line

பல தீர்க்கரேகைகள் செல்லும் நாடுகளில் அந்நாட்டின் மத்தியில் செல்லும் தீர்க்கரேகை “திட்டதீர்க்கரேகை” என்று குறிப்பிடப்பட்டு, அதன் அடிப்படையில் அந்நாடு முழுவதும் நேரத்தினைக் கணக்கிடுகின்றன. 821:2⁰ கிழக்கு தீர்க்கரேகை இந்தியாவின் திட்ட தீர்க்கரேகை ஆகும். மிகப்பரந்த நாடுகள் அவற்றின் தீர்க்க ரேகைகளின் முக்கியத்துவத்திற்கேற்ப பல நேர மண்டலங்களாகப் பிரித்து நேரத்தினைக் கணக்கிடும் ரீயர். அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள் போன்ற பரந்த நாடுகளில் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்கு 3 அல்லது 4 மணி நேர வேறுபாடு காணப்படும். புவிப்பரப்பு 24 மணி நேர மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

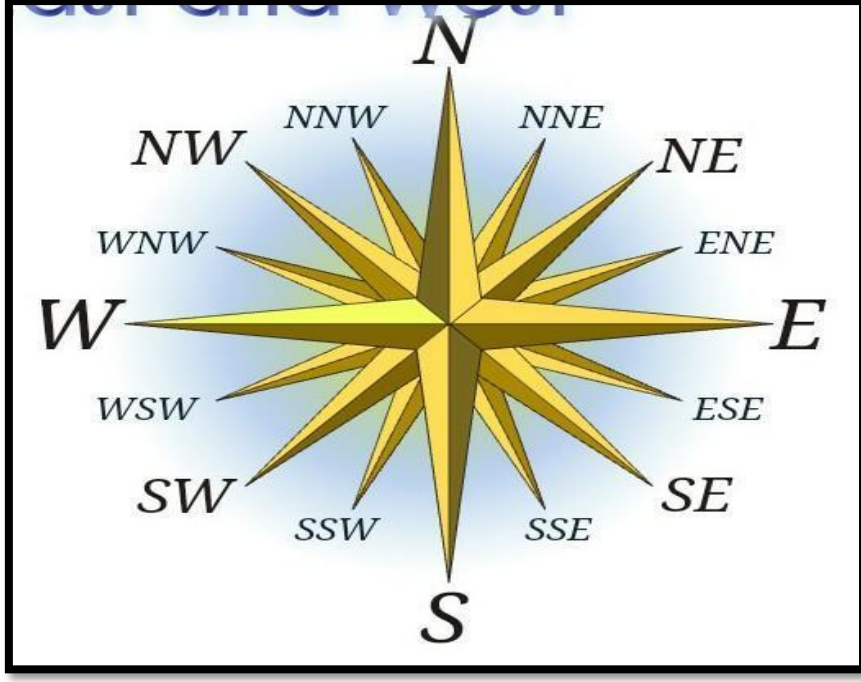
வலைப்பின்னல் அமைப்பு (அ) சதுர இணையமைப்பு

புவிப்படத்தில் ஏதாவது ஒரு புள்ளியினைக் குறிப்பதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு பொதுவான முறை இதுவாகும். இம்முறையில் செங்குத்து, படுக்கைக்கோடுகள் ஒன்றையொன்று செங்கோணத்தில் வெட்டிக் கொள்ளுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்கோடுகள் ஒன்றே போலான சதுரங்களை உருவாக்குகின்றன. புவிப்படங்களில் ஒவ்வொரு சதுரமும் வெவ்வேறு மதிப்புக் கொடுக்கப்பட்டு விளக்கப்படுகின்றன. 1:25000 என்ற அளவை புவிப்படங்களிலும், மற்ற பெரிய அளவை புவிப்படங்களிலும் கிரிட் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் ஒரு புள்ளி அட்ச, தீர்க்கரேகைகளைச் சார்ந்து குறிப்பிடப்படுகின்றன. 1:25000 என்ற பெரிய அளவை புவிப்படங்களில் 1000 அலகுகள் கொண்ட இடைவெளிகளையும் மற்ற சிறிய அளவை புவிப்படங்களில் 10000 அலகுகள் கொண்ட இடைவெளிகளையும் கொண்டு காணப்படுகின்றன. இவ்வலகுகள் கெஜங்களாகவோ, அடிகளாகவோ, மீட்டர்களாகவோ இருக்கும்.

ஒவ்வொரு வலைப்பின்னல் அமைப்பிலும் செங்குத்துக் கோடுகளுக்கான மதிப்புகள் கீழ்ப்பகுதியிலும், படுக்கைக் கோடுகளுக்கான மதிப்புகள் வலது கை ஓரப்பகுதியிலும் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். சில புவிப்படங்களில் 4 பகுதிகளிலும் மதிப்புகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். குறிப்பிட்ட புள்ளியின் கிரிட் முறைக்கான ஆதாரம் தென்மேற்கு மூலையில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். வடக்காகவும், கிழக்காகவும் எண்கள் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும். கிரிட் எண்கள் பல தசமங்களைக் கொண்டிருப்பதால் அளவைக்கேற்ப இறுதி 3 (அ) 4 தசமங்கள் நீக்கப்பட்டே இவைகள் குறிக்கப்படுகின்றன. “வலதுபுறம் - மேற்புறம் படித்தல்” என்பது கிரிட் முறை வாசித்தலின் விதியாகும். முதலில் வலப்புறம் கிழக்காகவும், மேற்புறம் வடக்காகவும் எண்களை வாசித்தல் இதன் பொருளாகும். இவ்வாறு கிரிட் முறையின் அமைப்பு காணப்படுகின்றது. புவிப்பட விவரணத்திற்கு இம்முறை பெரிதும் துணை புரிகின்றது என்றே கூறலாம்.

திசையும் திசையளவும் (Direction & Bearings)

புவிப்படவியலில் இணைப்பாயங்கள் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. இவ்விணைப் பாயங்கள் அனைத்தும் திசைகளை வைத்து நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. கோளத்தில் காணப்படக்கூடிய பாதைகள் அனைத்துமே வடக்கு, தெற்கு, கிழக்கு, மேற்கு என்றே குறிக்கப்படுகின்றன. திசை என்பது ஒரு புவிப்படத்திலோ அல்லது நிலப்பகுதியிலோ காணப்படக்கூடிய பொதுவான அடித்தளத் திசைக்கும், வேறுபட்ட புள்ளிகளுக்கும் இடையிலுள்ள கோண அளவினைக் காட்டுகின்ற கற்பனைக்கோடு ஆகும். எப்பொழுதுமே வடக்குப் பகுதி '0' என்று குறிக்கப்பட்டு அதுவே அடிப்படைக்கோடாகவும் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. பொதுவாக புவிக்கோளத்தினை ஒரு வட்டமாக நிர்ணயித்து கோணங்களைக் குறிக்கின்றனர். புவி அச்சின் இரு முனைகளும் வடக்கு, தெற்கு துருவங்களாகக் குறிக்கப்படுகின்றது. இவ்விரு துருவங்களையும் இணைக்கும் கோடே 0 திசைக்கோடு எனப்படுகிறது. இக்கோடு வடக்கு தெற்காகக் செல்லும் செங்குத்துக் கோடாகும். இக்கோட்டை செங்குத்தாக வெட்டிச் செல்லும் கோடு கிழக்கு, மேற்காகச் செல்லும் கோடாகும். கிழக்கு மேற்காகச் செல்லும் கோடுகள் அட்சரேகைகள் என்றும் வடக்கு, தெற்காகச் செல்லும் கோடுகள் தீர்க்கரேகைகள் என்றும் புவிப்படவியலிலும், புவியியலிலும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. வடக்கு, தெற்கு, கிழக்கு, மேற்கு ஆகிய நான்குமே முக்கிய திசைகளாகும். இவைகளுக்கு நாற்றிசை முனைகள் என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இந்நாற்றிசை முனைகளுக்கு இடையில் பல இடைக்கோணங்களும் உள்ளன.



Cardinal Points

ஒவ்வொரு புவிப்படத்திலும் அடிப்படைத்திசை மற்ற அமைப்புகளைக் குறிப்பிடுவதற்காகக் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். அடிப்படைத் திசைக் கோடு வடக்கு நோக்கிய அம்புக்குறியாகக் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். அம்புக்குறிக்கோடு குறிக்கப்படாமலிப்பினும் புவிப்படத்தின் மேற்பகுதி வடக்கு ஆகும். எப்பொழுதுமே புவிப்படத்தின் மேற்பகுதி வடக்காக இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ளுதல் அவசியம். அதாவது புவிப்படத்தின் மேற்பகுதி உண்மையான வடக்காகவும், தீர்க்கரேகைகள் வடக்கு, தெற்காகக் செல்லும் கோடுகள் ஆகவும் காணப்படுகின்றன.

திசைவில் (Azimuth)

வடக்கு, தெற்கு, கிழக்கு, மேற்கு திசைகளை நாம் தெளிவாகக் காட்டுவது போல பல இடைக்கோண அளவுகளை அம்புக்குறிகளினால் மட்டும் தெளிவாகக் காட்ட முடியாது. வடக்கிற்கும், கிழக்கிற்கும் இடையில் வடக்குவடகிழக்கு, வடகிழக்கு, கிழக்குவடகிழக்கு என்று மூன்று முனைகள் காட்டப்பட்டிருப்பினும் துல்லியமாகக் குறிப்பிட கோண அளவுகள் குறிக்கப்படுகின்றன. வடக்கு 0° என்று குறிக்கப்படுகின்றது. அனைத்துத்திசைகளும் வடக்கிலிருந்து கடிகாரச் சுழல் போன்று கணக்கிடப்பட்டு

வருகிறது. கோணங்கள் வடக்கை 0° ஆகக் கொண்டு 360° வரை கணக்கிடப்படுகின்றன. இவ்வாறு கணக்கிடப்படுபவையே திசைவில் அல்லது “வானுச்சியிலிருந்து அடிவானம் வரையிலுள்ள செங்கோண வளைவு” என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இத்திசைவில் முறையில் கோணங்கள் இருப்பதால் வடகிழக்கிற்கும், கிழக்கிற்கும் இடையில் கிழக்கு வடக்கிழக்கைக் குறிப்பதில் பிரச்சனைகள் எழுவதில்லை.

எல்லா நிரை கோடுகளையும் சமஅளவில் ஊடுருவிச் செல்லும் சாய்வரை (Loxodrome) சரிசறுக்கை (Rhumb Line)

பெரு வட்டங்கள் என்ற கோடுகளே புவியில் இரு புள்ளிகளுக்கு இடையிலுள்ள குறைவான தூரத்தைக் காட்டும் கோடுகள் ஆகும். ஆனால் புவியிடைக் கோட்டை ஒட்டியோ அல்லது தீர்க்க ரேகைகள் ஒட்டியோ பயணம் செய்தாலொழிய பெரு வட்டப் பாதையை யாருமே பின்பற்ற முடியாது. ஒவ்வொரு ரேகைகளையும் கடக்கும் போது பயணம் செய்பவர் திசையளவினை திசைகாட்டும் கருவியினை வைத்துச் சரிசெய்து கொண்டே சென்றால்தான் பெருவட்டப் பாதையினைப் பின்பற்ற முடியும். ஒரே திசையளவுகளைக் காட்டும் கோட்டிற்கு எல்லா நிரை கோடுகளையும் சமஅளவில் ஊடுருவிச் செல்லும் சாய்வரை அல்லது சரிசறுக்கை என்று பெயர். தீர்க்கரேகைகளும், புவியிடைக்கோடுகளும் சரிசறுக்கையாகவும், பெரு வட்டங்களாகவும் செயல்படுகின்றன. மற்ற ரேகைகள் அவ்வாறு கிடையாது. பொதுவாக சரிசறுக்கை ஒரு சிக்கலான, வளை கோடாகக் காணப்படுகிறது.

கப்பற் பயணங்களிலும், வான்வெளிப் பயணங்களிலும் சரிசறுக்கையை ஒட்டிப் பயணம் செய்வதால் குறுகிய தூரமே பயணம் செய்வதாக இருக்கும். இப்பயணங்களில் ஒரேயளவான திசையைக் காட்டும் பெருவட்டங்களில் தொடங்கி பெரு வட்டங்களில் முடிவடையும் பயண வழிகளைப் பின்பற்றுபவர். ஒரு வட்டத்தின் சுற்றளவிற்குள் சிறு சிறு நேர்கோடுகள் வில்வளைவின் நாண் வரை போல காணப்படுகிறது. பெரு வட்டங்கள் நேர் கோடுகளாக இருப்பதினால் இச்சரிசறுக்கை ஒரேயளவான திசையைக் காட்டுவதற்காக வரையப்படுகின்றன.

திசையமைவு (Orientation)

புவிப்படங்களில் திசைகளைக் குறித்தல் ஒரு எளிதான செயல் அல்ல. புவிப்படங்களிலிருந்து திசைகளை தீர்மானித்தல் முன்னேற்பாடுகளுடன் செய்ய வேண்டிய ஒன்றாகும். புவிப்படவியலில் திசையமைவு செய்தல் முக்கியமான ஒன்றாகும். சம பரப்பான தாள்களில் வரையப்பட்டிருக்கும் பரப்பிற்கு மேல், கீழ் என்று நிர்ணயிக்க முடியாது. பார்ப்பவர் எதனை மேல் வைத்து பார்க்கிறாரோ அதுவே மேல்பகுதி ஆகும். இடைக்காலத்தில் ஐரோப்பாவில் முக்கிய பகுதிகளை மேற்பகுதியிலோ அல்லது மையத்திலோ வைத்து புவிப்படங்களை வரைந்து வந்தனர். கிறித்துவ மதத்தில் சொர்க்கம் அல்லது கிழக்கு மேற்பகுதியிலும் ஜெருசலேம் புவிப்படத்தின் மையத்திலும் வரையப்பட்டு வந்தது. இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டுதான் திசையமைவு என்ற சொல் புழக்கத்தில் கொண்டு வரப்பட்டது. நாட்கள் செல்லச் செல்ல வடக்கினை புவிப்படங்களில் மேல் வைத்து வரைதல் புழக்கப்படுத்தப்பட்டு விட்டதால் அதனையே பின்பற்றுமாறு ஏற்பட்டு விட்டது. மேல் வடக்கு, கீழ் தெற்கு என்பது சாதாரண வழக்கமாகிவிட்டது. வட அமெரிக்காவில் மேல்பகுதி மிக்சிகனாகவும், கீழ்பகுதி கலிபோர்னியா என்று சாதாரணமாகப் புரிந்து கொள்ளும்படி அமைக்கப்பட்டு இருந்தது. திசையமைவு செய்வதில் மேல்பகுதி வடக்காக வைத்து வரைதல் புவிப்படவியலில் முக்கியமான ஒன்றாகும்.

UNIT -III

குறியீட்டமைப்பு (SYMBOLIZATION)

புவிப்படம் முழுவதும் புள்ளிகளாலும், கோடுகளாலும், நிழற்பட்டைகளாலும், பலவண்ணங்களாலும் ஆன குறியீடு எனலாம். புவிப்படம் பல குறியீடுகளால் ஆன ஒரு மொத்தக் குறியீடு ஆகும். குறியீடுகள் வார்த்தைகள் போலவே பொருள் பொதிந்தவை குறியீடுகள் நிலங்கள், நீர்ப்பகுதிகள், மலைப்பகுதிகள், நகரங்கள், சாலைப்பகுதிகள் பொன்றவற்றின் பொருளை விளக்குகின்றன. உலகில் காணப்படும் ஒவ்வொரு அமைப்புகளையும் அவ்வாறே காண்பிக்க முடியாது ஆகையால் குறியீடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. குறியீடுகளின் அமைப்பினால்தான் புவிப்படங்கள் வான்வெளி நிழற்படங்களிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. வார்த்தைகள் பொருளை விளக்குவது போல குறியீடுகள் பொருளை விளக்குகின்றன. பல வார்த்தைகள் பேர்ந்து ஒரு புவிப்படத்தினை உருவாக்குகின்றன. பல தொடர்கள் சேர்ந்து ஒரு பத்தியினை ஏற்படுத்தி பொருள் தருவது போலவே, ஒழுங்காக குறியீடுகள் அமைந்த புவிப்படம் பொருளை விளக்குகின்றது. சரியான வார்த்தைகள் இல்லாத தொடர் ஒழுங்கான விளக்கத்தினைத் தராதது போலவே, ஒழுங்கற்ற குறியீடுகளாலான புவிப்படம் அதற்குரிய விளக்கத்தினைத் தரமுடியாது. ஆகவே புவிப்படம் வரைவதில் குறியீடுகள் மிக முக்கியப்பங்கினை வகிக்கின்றன.

பல நூற்றாண்டுகளாக குறியீடுகளில் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டு வந்துள்ளது. குறியீடுகள் தமக்கேயுரிய சங்கெதங்களை குறிப்பிட்ட சிறிய பகுதியில் விளக்குவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சிறிய அளவை புவிப்படங்களில் குறியீடுகளைப் பயன்படுத்தும் புவிப்பட வல்லுநர்கள் தமக்குரிய கற்பனை வளத்துடனும் நுண்ணறிவுடனும் செயல்பட்டு குறியீடுகளை தரமுடையதாக வரையவேண்டும். குறிப்பிட்டவகை புவிப்படங்கள் வரையும் போது குறியீடுகளில் தரம் ஒன்றே போல இருக்குமாறு புவிப்பட வல்லுனர்கள் வரைய வேண்டும் எடுத்துக்காட்டாக தலப்படங்கள் வரையும் போது ஒவ்வொரு தலப்படங்களிலும் பயன்படுத்தப்படும் குறியீடுகளின் தரம் ஒன்றாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். ஆனால் சிறப்பு விவர புவிப்படங்களில் பயன்படுத்தப்படும் குறியீடுகள் புவிப்பட வல்லுனர் அந்நிலப்படத்தை எதற்காகப் பயன்படுத்துகிறார் என்பதைப் பொறுத்தும் எவ்வாறு குறியீடுகளை தேர்ந்தெடுத்து அமைக்கிறார் என்பதைப் பொறுத்தும் மாறுபடுகிறது.

குறியீடுகளின் வகைகள்

TYPES OF SYMBOLS

பொதுவாக, புவிப்பட குறியீடுகளை தரக்குறியீடுகள் எண்ணிக்கைக் குறியீடுகள் என்று இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். இவ்விரு பெரிய வகைகளும் புள்ளிக்குறியீடுகள், கோட்டுக்குறியீடுகள், பரவல் குறியீடுகள் என்று மேலும் பிரிக்கப்படுகின்றன. புவியியலின் அடிப்படையில் பார்க்கும் போது ஒவ்வொரு புவியியல் காரணிகளும் இடத்தோடு தொடர்பு கொண்டவை. ஜான்.கே.ரைட் என்பவர் ஒவ்வொரு புவியியல் அல்லது இட அளவைகள்

பரிமாணங்களாக மாற்றும் போது ஒவ்வொரு இடமும் ஒரு புள்ளியாகவோ, ஒரு கோடாகவோ, ஒரு பரப்பாகவோ, ஒரு கனம் அல்லது பருமனாகவோ காணப்படுகின்றன. என்று குறிப்பிட்டார். புள்ளி விவரங்களை மேற்குறிப்பிட்ட வகையில் ஏதேனும் ஒன்றாக புவிப்பட வல்லுனர் மாற்ற முடியும். முதல் மூன்று வகை குறியீடுகளும் எளிதாகச் செய்ய முடியும். நான்காவது வகை ஓரளவுக்கு அளவைக்கேற்ப சம்பரப்பில் விளக்க வேண்டிய ஒன்றாகும்.

புவிப்பட வல்லுனர் எந்த பயனுக்காக புவிப்படங்களை வரைய உள்ளாரோ அதனைப் பொறுத்து இரு பரிமாணமாகவோ, முப்பரிமாணம் கொண்டதாகவோ குறியீடுகளைக் குறிக்க வேண்டியதாக உள்ளது. ஒரு சில புவிப்படங்களில் அளவு, அமைப்பு, நிறம் போன்றவைகளில் பார்வையில் வேறுபாட்டினை நாம் பார்க்க முடியும், சில புள்ளிகள் பெரிதாகவோ, சிறுதாகவோ, ஒழுங்காகவோ, ஒழுங்கற்றோ, அடர்ந்த நிறத்துடனோ, வெளிறிய நிறத்துடனோ காணப்படும். கோடுகளின் அமைப்பிலும் வேறுபாடுகள் ஏற்படலாம். ஆனால் புவிப்பட வல்லுனர்கள் குறியீடுகளை வரையும் போது இத்தகைய வேறுபாடுகள் ஏற்படாதவாறு பழக்கத்தினை ஏற்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். எண்ணிக்கை விவரக்குறியீடுகளில் ஏற்படும் சிறு அளவு மாறுபாடுகூட பயன் படுத்துபவர்க்கு பல வேறுபாடுகளை ஏற்படுத்திவிடும்.

புள்ளிக் குறியீடுகள் (Point)

புள்ளிகள், வட்டங்கள், கோளங்கள், கன உருவங்கள் போன்ற புள்ளிக் குறியீடுகள் ஏதாவது ஒரு அமைப்பின் இருப்பிடத்தையோ அல்லது இடவிவர அமைதலையோ விளக்கப்பயன்படுகின்றன. ஒரு புள்ளி ஒரு நகரின் இருப்பிடத்தையும், ஒரு முக்கோணம், ஒரு முக்கோண நிலையத்தினையும். ஒரு வட்டம் ஓரிடத்தின் மக்கள் எண்ணிக்கையையும், தொழிற்சாலையின் உற்பத்தியையும் குறிக்கப் பயன்படுகின்றது. புள்ளிக் குறியீடுகள் சாதாரணமாக ஏதாவது ஒன்றின் அமைவிடத்தையோ, அளவோடு தொடர்புகொண்ட புள்ளி விவரங்களையோ ஏதாவது ஓரிடத்தின் மக்கள் எண்ணிக்கையையோ குறிக்குமாறு அமைக்கப்படுகின்றன. புள்ளிக் குறியீடுகள் நேரடியாக விகிதத்தினையோ தொடர்பினையோ குறிக்கப் பயன்படுவதில்லை. புவிப்படத்தினைப் பயன்படுத்துபவர் எளிதில் ஒரு குறியீட்டின் தன்மையினை, அதாவது ஒரு பொருளின் அமைவிடத்தைப் புரிந்து கொள்ளுமாறு புள்ளிக் குறியீடு அமைய வேண்டும்.

புள்ளிக் குறியீடுகளில் தன்மை விளக்கக் குறியீடுகள் உள்ளன. அவைகள் ஒரு கிராமத்தையோ, ஒரு சுரங்கத்தையோ, ஒரு மருத்துவமனையையோ, ஒரு நகரத்தையோ சுட்டிக்காட்டப் பயன்படுகின்றன. இம்மாதிரிக் குறியீடுகள் ஒரு அமைப்பின் இருப்பிடத்தைக்காட்ட மட்டுமே பயன்படுகிறது. புள்ளிக் குறியீடுகளில் தரக்குறியீடுகள் ஒரு பொருளின் அமைவிடத்தை மட்டுமே குறிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் எண்ணிக்கைக் குறியீடுகள் ஒரு பொருளின் அமைவிடத்தை, குறிப்பதோடன்றி அவற்றின் அளவையையோ, கொள்ளளவையோ குறிப்பதாக அமைந்திருக்கும். பட்டைப்படங்கள் ஒன்றின் நீளத்தையோ (அ) உயரத்தையோ குறிக்கவும். வட்ட வளையங்கள் அளவைக் குறிப்பதற்கும், கனஉருவங்கள் கொள்ளளவையோ கனபரிமாணத்தினையோ குறிப்பதற்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எண்ணிக்கை விவரக் குறியீடுகள் சீரான எண்ணிக்கைகளை

விளக்கும் புள்ளிகளாகவோ பட்டைகளாகவோ, வட்ட வளையங்களாகவோ, கன உருவங்களாகவோ ஒன்றினை விளக்கப் பயன்படுகின்றன. ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு அளவினைக் கொண்டிருப்பதால் மொத்த புள்ளிகளைக் கணக்கிட்டு அளவைக்கேற்ப அவ்விடத்தின் மொத்த அளவுகளையோ மொத்த மக்கள் எண்ணிக்கையையோ கணக்கிட முடியும்.

கோட்டுக் குறியீடுகள் (Line)

கோட்டுக் குறியீடுகளிலும் தரக்குறியீடுகள் உள்ளன. பொதுவாக ஒரு அமைப்பின் தன்மையை மட்டுமே விளக்கப்பயன்படும் நதி, சாலை போன்றவை கோட்டுக் குறியீடே ஆகும். இதில் ஒரு நதி அல்லது சாலை என்ற ஒரு அமைப்பின் தன்மை மட்டும் காட்டப்பட முடியுமே தவிர வேறு எதையுமே இதில் காட்ட முடியாது. உதாரணமாக இரு பகுதிகளைப் பிரிக்கும் அமைப்பாக மட்டுமே தவிர எந்த ஒரு எண்ணிக்கையிலும் மாறிக்காணப்படுவது கிடையாது. ஆகையால் நதி, போக்குவரத்து அமைப்புகள், எல்லைக்கோடுகள் போன்றவற்றின் அகல வேறுபாடு எந்த ஒரு எண்ணிக்கையையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைவது கிடையாது.

எண்ணிக்கை அடிப்படையான கோட்டுக் குறியீடுகளும் உள்ளன. புவிப்படங்களில் சமமான அளவுகளைக் கொண்டவற்றைக் காட்டப் பயன்படும் கோடுகள் காணப்படுகின்றன. சராசரி கடல் மட்டத்திலிருந்து ஒரே உயரமுள்ள இடங்களை இணைக்கும் சம உயரக்கோடுகள் முக்கியமானவையாகும். இது போன்றே ஒரே கோண அளவுள்ள கோடுகளை இணைக்கும் சம கோணக் கோடுக் சம அழுத்தக் கோடுகள் போன்று பல வகையில் எண்ணிக்கை விளக்க கோட்டுக் குறியீடுகள் உள்ளன. பொதுவான பதத்தில் சமமான அளவுகளை இணைக்கும் கோட்டிற்கு சமக்கோடுகள் என்று குறிப்பிடப்படுகிறது.





















இது போன்றே போக்குவரத்து அமைப்புகளில் பொருளின் போக்கை அவற்றின் அளவைக்கேற்பக் குறிப்பிடுமாறு கோட்டுக்குறியீடுகள் உள்ளன. போக்குவரத்தின் அளவு, கொண்டு செல்லும் பொருட்களின் அளவு போன்றவை கோட்டமைப்புகளால் நன்கு காண்பிக்கப்படுகின்றன. சாதாரணமாக அம்புக்குறியிட்ட கோடு ஒரு பொருளின் ஒரு திசையின் அசைவினை அல்லது போக்கினைக் காட்டுவதாகவே அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றின் அகல வேறுபாடு அப்பகுதியில் செல்லும் வாகனங்களின் அளவு அல்லது எண்ணிக்கையைக் காட்டப் பயன்படுகின்றன. இது போன்றே குடியேற்ற, குடியிறக்கங்களைக் காட்டும் கோடுகளின் பருமன் அளவைக்கேற்ப மாறுபட்டு எண்ணிக்கையைக் காட்டுமாறு அமைந்துள்ளது.

எண்ணிக்கையைக் காட்டுமாறு வரையப்பட்ட சில கோட்டுக் குறியீடுகளின் மூலம் புவிப்பட விவரணம் செய்பவர்கள் சில அமைப்புகளை கண்டுபிடிக்க முடியும். சம உயரக்கோடுகளின் நெருக்கத்தினை வைத்து அப்பகுதியின் சரிவினை அவர்கள் ஊகித்து நிர்ணயிக்க முடிகிறது. கோட்டுக்குறியீடுகளால் ஒரு பொருளின் தன்மை, எண்ணிக்கை தவிர தொடர்பினை நாம் புரிந்து கொள்ள முடிகின்றது.

பரவல் குறியீடு (Area)

பரவல் குறியீடுகளிலும் தரத்தை மட்டும் விளக்குபவை மற்றும் எண்ணிக்கையை விளக்குபவை என இரண்டு வகைகளாக உள்ளன. ஒரு அமைப்பின் பரவலை மட்டும் காட்டும், குறியீடுகள் அதாவது புல்வெளிகளை, மண் வகைகளை, தாவர வகையினை, நிலத்தோற்ற அமைப்புகளைக் குறிப்பிடப்பயன்படும் குறியீடுகள் தரத்தை மட்டுமே குறிக்கப்பயன்படுகின்றன. சங்கேதக் குறியீடுகளாக வெவ்வேறு நிறங்களில் இது இருந்த போதிலும் என்ற ஒரு எண்ணிக்கையையும் குறிப்பிட இது பயன்படுவதில்லை.

எண்ணிக்கையினைக் குறிப்பிடப் பயன்படும் குறியீடுகள் நிறங்களின் மூலமோ, நிழற்பட்டை முறைகளிலோ பரவலைக் குறிப்பிடுகின்றன. ஒவ்வொரு நிறமும் ஏதாவது ஒரு அளவையினைக் குறிக்குமாறும், ஒவ்வொரு நிழல் அமைப்புகளும், நிழற்பட்டைகளும் ஒரு எண்ணிக்கையினைக் குறிப்பிடுமாறும் காட்டப்பட்டுள்ளன. மக்கள் அடர்த்தியினைக் காட்டும் நிழற்பட்டை முறைகளும், எண்ணிக்கை அடிப்படைக்கேற்பக் காணப்படும் நிற அடர்த்தி வேறுபாடுகளும் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும். அடர்த்தியான நிறம் அதிக அளவினைக் குறிப்பதற்கும், வெளிநிய நிறம் குறைவான அளவினைக் குறிப்பதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

| Feature Type | Visual Variable | | |
|--------------|--|---|---|
| | Shape | Orientation | Color Hue |
| Point |  Spring  House  Tower |  Live Tree  Dead Tree |  Live Tree  Dead Tree |
| Line |  National Border  Trail  Section Line |  Asphalt Road  Concrete Road |  National Border  State Border |
| Area |  Gravel  Sand |  Orchard  Field Crop |  Land  Water |

புவிப்பட இறுதி அமைப்பு (Map format)

புவிப்படங்கள் தமக்கேயுரிய சில பொதுப் பண்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. புவிப்படங்களின் தலைப்பு குறிப்பு திசையளவு அளவை ஆதாரம் ஒரு சில புவிப்படங்களில் உள் புவிப்படம். போன்றவை பொதுவான பண்புகள் ஆகும். புவிப்படங்களில் தலைப்பு ஒழுங்கான கோட்டின் மீது எழுதப்பட்ட வேண்டும். பொதுவான தலைப்பு புவிப்படங்களின் மேல் பகுதியில் இடம் பெற வேண்டும். குறிப்பாக மேல்பகுதியில் இடப்பகுதியில் சில சமயங்களில் கீழ்பகுதியில் இடதுபகுதியில் வலப்பகுதியிலோ தலைப்பு இடம் பெற வேண்டும். துலைப்பு தடித்த எளிதான எழுத்துக்களில் பெட்டி போன்ற அமைப்புகளில் எழுதப்படவேண்டும். இது போன்றே குறிப்பாக ஒழுங்கான கோட்டமைப்பில் முலையில்

எழுதப்படாத. புவிப்படத்தில் காணப்படும். ஒவ்வொரு குறியிடும் சுருக்கெழுத்தும் குறிப்பு புகதியில் நன்கு வளக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். குறிப்பு இடும் பெறும் பகுதி மற்ற விவரங்களுடன் கலக்காமல் தனித்த அமைப்பில் விளக்கப்பட வேண்டும்.

புவிப்படங்களில் வடக்கைக் காட்டும் அம்புக்குறி முலையில் காட்டப்படவேண்டும். ஆளவை புவிப்படங்களின் கீழ்ப்பகுதியில் பலவிதங்களில் குறிக்கப்படவேண்டும். ஏளிதான முறையிலும் பிரதிபின்னமாகவும் அளவை கோட்டாலும் அளவைகள் குறிக்கப்பட்ட வேண்டும்.

புவிப்படங்களில் அளவை நன்கு தெரியும் இடத்தில் தெளிவாக இருக்குமாறு அமைய வேண்டும். பொதுவாக அளவை தலைப்பிற்கு கீழ் புவிப்படங்களில் கீழ் பகுதியில் அமையும்மாறு இருக்க வேண்டும். இதை தவிர அப்புவிப்படங்களை வரைய பயன்படுத்திய புள்ளி விவர ஆதாரங்களையும். குறிப்பிட வேண்டும். பொதுவாக ஆதாரங்கள் புவிப்படங்களின் கீழ் வலது புறத்தில் கொடுக்கப்பட வேண்டும். கீழ் இடது புறத்தில் புவிப்படத்தை தயாரித்தவர் பெயர் வெளியிடப்பட்டவர் பெயர் கொடுக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

பல புவிப்படங்களில் உள் புவிப்படங்கள் தருவது தேவையாகிறது உள் புவிப்படம் சாதாரணமாக பிரசித்தி பெறாத பகுதியில் பிரசித்தி பெற்ற இடங்களின் அருகில் இருந்தால் அவற்றின் தொடர்பினை எடுத்துக்காட்டி விளக்கப்படுகின்றது.சான்றாக ஒரு மாவட்டத்தை காட்டவேண்டும் என்றால் உள் புவிப்படத்தில் அந்நாட்டில் அல்லது மாநிலத்தில் அம்மாவட்டத்தில் அமைவிடம் காட்டப்படவேண்டும். இது போல ஒரு அமைப்பை காட்ட வேண்டும் என்றால் முக்கியமான இடத்தில் அவ்வமைப்பு எவ்வாறு இடம் பெற்றுள்ளது. என்பதையும் விளக்க வேண்டும்.பல விவரங்கள் உள் புவிப்படத்தில் நன்கு தெளிவாக காட்டப்படலாம்.

பொதுவாக புவிப்படங்கள் $\frac{1}{4}$ அல்லது $\frac{1}{2}$ இடைவெளி கோடுகளில் அமைந்திருக்கு தவிர அச்சதீக்க ரேகைகளையும் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். உள் கோட்டைவிட வெளிக்கோடு தடிமனாக வரையப்பட்டிருக்கும். உள் கோடு தெளிவான கோடு என்று அழைக்கப்பட்டிருக்கிறது. சில சமயங்களில் தெளிவான கோடுகளே எல்லைகோடுகளாக காணப்படும். எல்லை புற விவரங்களுள் இதில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும் இது போன்று ஒவ்வொரு விவரங்களும் புவிப்படங்களில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும் இறுதியமைப்பு மேற்கொள்ளப்படுகிறது. முதல் நிலையிருந்து இறுதி நிலைவரை புவிப்படங்கள் ஒழங்கான முறையில் அமைக்கப்பட்டால் இறுதி அமைப்பு தெளிவானதாகும்.

UNIT - IV

புவிப்படங்களைத் தொகுத்தலும் பொதுமைப்படுத்துதலும்

புவிப்படங்கள் புவிப்பரப்பில் இயற்கைப் பண்பாட்டுக் காரணிகளைக் குறியீடுகளின் மூலம் விளக்குகிறது. நாம் அன்றாடம் பயன்படுத்தும் புவிப்படங்கள் வேறுபட்ட பல புவிப்படங்களிலிருந்து தொகுக்கப்பட்டவையாகவே உள்ளன. ஒவ்வொரு புவிப்படமும் புதிய படைப்புகளாகவே உள்ளன. புவிப்பின் நிலப்பரப்புகளை விளக்கும் புவிப்படங்களாகவும், மக்கட்தொகை, மழைப்பரவல், கால்நடை பரவல் போன்றவற்றை விளக்கும் புவிப்படங்களாகவும் புவிப்படங்கள் பிரிக்கலாம். இப்புவிப்படங்கள் வரைவதற்கு பல புள்ளி விவரங்களையும், பல புவிப்பட விவரங்களையும் பயன்படுத்தும் போது முக்கியமானவற்றைத் தொகுத்தலும், பொதுமைப்படுத்துதலும் அடங்குகின்றது.

அடிப்படை புவிப்படம்

எல்லாப் புவிப்படங்களும் எல்லைக் கோடுகள், அட்ச, தீர்க்கரேகைகள் பரவல், முக்கிய இயற்கை, கலாச்சார விவரங்களின் ஒப்புத் தூரம் போன்ற சில அடிப்படைக் கூறுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த அடிப்படைக் கூறுகளை, தலப்படங்களிலிருந்து தான் பெற முடியும். அடிப்படை புவிப்படங்கள் என்பவை பிற விவரங்களைக் குறிப்பதற்கான எல்லைக் கோடுகள் அடங்கிய புவிப்படம் ஆகும். அடிப்படை புவிப்படங்கள் கரையோர எல்லைகள், முக்கிய அரசாங்க எல்லைகள், சம உயரக் கோடுகள், நதிகள் போன்றவற்றைப் பெற்றிருக்கும். இத்தகைய அடிப்படை புவிப்படங்கள் தலப்படங்களிலிருந்தோ, தேசப்பட புத்தகங்களிலிருந்தோ தயாரிக்கப்படுகின்றன. இந்தியாவில் இந்திய நில அளவைத் துறையினரால் பல மாநிலங்களின் அடிப்படை புவிப்படங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. நாம் குறிக்கப் போகின்ற விவரங்களின் அளவைப் பொறுத்து அடிப்படை புவிப்படங்களின் அளவை அமைகின்றது. ஒரு புவிப்படம் வரைவதற்கு முன் அடிப்படை புவிப்படங்களை தயாரிக்க பிற விவரங்களிலிருந்தோ, பிற புவிப்படங்களிலிருந்தோ விவரங்களை தொகுத்தமைக்க வேண்டும். அடிப்படை புவிப்படங்களில் பயன்படுத்துகின்ற அடிப்படை புள்ளி விவரங்களான கரையோர எல்லைகள், நதிகள், ஏரிகள், அரசாங்க எல்லைக் கோடுகள் போன்றவற்றை பெரிய அளவை புவிப்படங்களிலிருந்து நாம் பெற முடியும்.

தொகுத்தல்

புவிப்படத்தின் விவரங்களை பிற புவிப்படங்களிலிருந்து தொகுக்கும் போது முக்கியமான இரு கருத்தை மனதில் கொள்ள வேண்டும். ஒவ்வொரு புவிப்படமும்

வெவ்வேறு அளவைகளில் இருப்பதால் நாம் வரைவதற்கேற்ப அளவைகளை மாற்ற வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக புவிப்பட வல்லுனர் ஒருவரிடமுள்ள புவிப்படத்தின் அளவை 1.செ.மீ-1 கி.மீ ஆகும். ஆனால் அடிப்படை புவிப்படத்திற்கான விவரங்கள் அடங்கிய புவிப்படத்தின் அளவையினை மாற்றியமைக்க வேண்டும். அப்படியே மாற்றாவிட்டாலும் 1 செ.மீ

50 கி.மீ என்ற அளவைக்காவது, 1.செ.மீ – 10.கி.மீ என்ற அளவைக்காவது மாற்ற வேண்டும். இவ்வாறு செய்தல் புவிப்படங்களை தொகுத்தலில் முதன்மை இடம் பெறுகிறது.

இது போன்றே மற்றுமொன்றினை நாம் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். தலப்படங்களிலும் மற்ற புவிப்படங்களிலும் பலவகையான விவரங்கள் செறிந்து கிடக்கலாம். நாம் தொகுக்கும் புவிப்படத்தில் இவ்விவரங்களை அப்படியே வரைவதை விட்டு, பொதுப்படையானவற்றை புவிப்பட வல்லுனர் வரைவேண்டும். இப்பொதுமைப்படுத்தலும் முக்கியமான ஒன்றாகும்.

அளவையை மாற்றுதல் (changing scale)

அளவையில் மாற்றம் ஏற்படும் போது புவிப்படங்கள் பெரிதாகவோ, சிறிதாகவோ ஆக்கப்படுகின்றன. கீழ்க்கண்ட 4 முறைகளில் நாம் புவிப்படங்களை பெரிதாக்கவும், சிறிதாக்கவும் அளவையில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தலாம்.

1. வடிவியல் முறை (புநழஅநவசடையட அநவாழன)
2. இயந்திர அல்லது கருவி முறை (ஆநடாயடையட அநவாழன)
3. புறத்தெறிவு முறை (சுழதநடவழையட அநவாழன)
4. நிழற்பட முறை (ஈழவழபசயிடையட அநவாழன)

வடிவியல் முறை (Geometrical method)

புவிப்படங்களின் வடிவங்களை மாற்றி அமைப்பதின் மூலம் அளவையை மாற்றி அமைக்கலாம். ஒத்த சதுரத்தின் மூலமும், ஒத்த முக்கோணத்தின் மூலமும் புவிப்படங்களைப் பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோ முடியும்.

ஒத்த சதுர முறை

பரந்த நிலப்பரப்புகளை இம்முறையின் மூலம் பெரிதாக்கவும், சிறிதாக்கவும் செய்யலாம். இம்முறைக்கு முதலில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள புவிப்படத்தை ஒரே அளவுள்ள சதுரங்களால் ஆன ஒரு சட்டத்தால் பிரித்துக் கொள்ள வேண்டும். சான்றாக 1:100 என்ற அளவையிலுள்ள புவிப்படத்தை 1 செ.மீ என்ற பக்க அளவை கொண்ட சதுரங்களாகப் பிரித்துக் கொள்வோம். இவ்வாறு பிரித்த பின் அதில் எத்தனை சதுரங்கள் குறுக்குவெட்டிலும், நெடுக்குவெட்டிலும் உள்ளன என்பதனைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும். நீளவாட்டில் 15 சதுரங்களும், பக்கவாட்டில் 10 சதுரங்களும் இதில் இருக்கும். இப்புவிப்படத்தை பெரிதாக்க வேண்டும் என்றால் அதாவது சிறிய அளவைக்கு மாற்ற வேண்டும் என்றால் வரைந்த 1 செ.மீ அளவுள்ள சதுரங்களைவிட பெரிதான 2 செ.மீ பக்க அளவை கொண்ட சதுரங்களாக நீளவாக்கில் 15ம், பக்கவாட்டில் 10ம் வரைந்து கொண்டு புவிப்பட விவரங்களை வரை வேண்டும். 1:100 என்ற அளவை புவிப்படத்தில் உள்ள முதல் சிறு சதுரத்தின் விவரங்களை தற்போது 1:50 என்ற அளவைக்கு மாற்றிய புவிப்படத்தின் மீது வரைந்துள்ள 2 செ.மீ பக்க அளவை கொண்ட முதல் சதுரத்தின் மீது குறிக்க வேண்டும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு விவரங்களையும் சிறிய அளவைக்கு மாற்றப்பட்ட புவிப்படத்தில் வரைய வேண்டும்.

இது போன்று புவிப்படத்தை சிறிதாக்க வேண்டும் என்றால் அதாவது பெரிய அளவைக்கு மாற்ற வேண்டும் என்றால் 1/2 செ.மீ பக்க அளவை கொண்ட சிறு சதுரங்களாக நீளவாக்கில் 7 1/2 செ.மீ நீளத்திற்கும், பக்கவாட்டில் 5 செ.மீ அகலத்திற்கும் வரைந்து கொள்ள வேண்டும். இதன் அளவை இப்பேது 1:200 ஆகும். எத்தனை முறை சிறிதாக்க வேண்டும் அல்லது பெரிதாக்க வேண்டும் என்பதனைப் பொறுத்து அளவைகளும் மாறுபடும் 1:1000 என்ற அளவையை மும்முறை பெரிதாக்கி சிறிய அளவைக்கு மாற்ற வேண்டுமென்றால் வரையப்படும் ஒத்த சதுரங்களின் பக்க அளவை மும்முறை பெரிதாக்குவதோடு, பரப்பு 9 முறை பெரிதாக்கப்படுகிறது. இதே அளவைவை நாலில் ஒரு மடங்காகக் குறைத்து பெரிய அளவைக்கு மாற்ற வேண்டும் என்றால் வரையப்படும் ஒத்த சதுரங்களின் ஒத்த பக்க அளவை நாலில் ஒரு பங்காக குறைக்கப்படுகிறது. பரப்பு 16ல் ஒரு பங்காகக் குறைக்கப்படுகின்றன. அளவைளை மாற்றியபின் அடிப்படை புவிப்படத்திலிருந்து முக்கிய விவரங்களைக் கவனமாக பெரிதாக்கிய அல்லது சிறிதாக்கிய புவிப்படத்தில் குறிக்க வேண்டும். கணக்கிடுதல் முறையிலும் நாம் வரைய வேண்டிய சதுரங்களின் பக்க அளவைக் கணக்கிடலாம். புதிய அளவை பழைய அளவை என்ற சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி நாம் சதுரங்களின் பக்க அளவையைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் புவிப்படத்தின் அளவை 1:50000 என்பதனை 1:150000 என்ற அளவைக்கு மாற்ற வேண்டுமென்றால் 150000-50000-3 அதாவது பழைய புவிப்படத்தின் சதுரங்களின் அளவு 1 செ.மீ என்றால் புதிதாக வரையப்படும் சதுரங்களின் பக்க அளவு 3 செ.மீ அல்லது அங்குலம் ஆகும். இவ்வாறும் நாம் புவிப்படத்தினை பெரிதாக்கவும், சிறியதாகவும் மாற்றி அமைக்கலாம்.

ஒத்த முக்கோண முறை

குறுகிய, நீண்ட பகுதிகளை குறிப்பாக சாலைகள், இரயில் பாதைகள், நதி போன்றவற்றை பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோ இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. கொடுக்கப்பட்டுள்ள சாலை அல்லது ஆற்று பகுதியின் குறுக்கே 'யுடீ' என்ற கோட்டினை வரைந்துகொள்ள வேண்டும். பின்னர் யு யையும், டீ யையும் மு என்ற இடத்தில் இணைக்க வேண்டும். யுடீ கோட்டினை சமமான பகுதிகளாகப் பிரித்து அக்கோடுகளை மு யுடன் இணைக்க வேண்டும்.

இவைகள் வழிகாட்டும் கோடுகளாகக் கருதப்படுகின்றது. யுடீயு ஒரு முக்கோண தோற்றத்தினைத் தருகின்றன. இப்பொழுது கொடுக்கப்பட்டுள்ள பகுதியினை 3ல் 2 பங்காகக் குறைக்க வேண்டுமென்றால் யுமு வை 3 சமபாகங்களாகப் பிரித்து கொள்ள வேண்டும். இரண்டாவது பகுதியிலிருந்து யுடீக்கு இணையாக ஊனு என்ற கோட்டினை வரையவேண்டும். இந்த ஊனு கோடும் வழிகாட்டும் கோடுகளால் சமமாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு மற்ற முக்கிய விவரங்களை ஊனு வழியாக வரையும் பகுதியில் குறிக்க வேண்டும்.

கொடுக்கப்பட்ட சாலை அல்லது ஆற்றுப் பகுதியினை பெரிதாக்க வேண்டும் என்றால் இது போலவே செயல்பட வேண்டும். 3:4 என்ற அளவைக்குப் பெரிதாக்க வேண்டி என்றால் முயு வழியாகச் செல்லும் கோட்டினை அடுத்த பக்கத்திற்கு நீட்டிக்க வேண்டும். முயு வை 3

பங்காகக் பிரித்து அதில் ஒரு பங்கினை நீட்டிக்க வேண்டும். இப்பகுதியிலிருந்து நுகு என்ற கோட்டினை யுட்க்கு இணையாக வரைந்து, வழிகாட்டும் கோடுகளையும் நீட்டிக்க வேண்டும். இவ்வழிகாட்டும் கோடுகளின் உதவியால் மற்ற விவரங்களை யுடையை அடிப்படையாகக் கொண்டு குறிக்க வேண்டும். இதில் ஒத்த முக்கோணம் போன்ற தோற்றம் ஏற்படுவதால் இவை ஒத்த முக்கோண முறை எனப் பெயர் பெறுகிறது.

இயந்திர அல்லது கருவி முறை

பல நுட்பமான கருவிகளைக் கொண்டும் புவிப்படங்களைப் பெரிதாக்கவும், சிறிதாக்கவும் செய்யலாம். இம்முறைக்கு ஓரளவு கருவிகளைப் பற்றிய அறிவும், பயிற்சியும் தேவைப்படுகிறது.

விகிதச்சாரா கவராயம்

விகிதாச்சார கவராயம் இரு நீண்ட இரும்புதண்டுகளால் ஆனது. இவை இரண்டும் மையத்தில் ஒரு சரி செய்யும் திருகாணியால் இணைக்கப்பட்டு இருக்கும். ஒரு முனை கூர்மையாக பங்கிடும் கருவி போல இருக்கும். எளிதில் கொண்டு போகக் கூடியதாக இருக்கும். தகடுகளில் பெரிதாக்குவதற்குரிய, சிறிதாக்குவதற்குரிய வேறுபட்ட அளவுகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றிற்கேற்ப சரி செய்யும் திருகாணியை மாற்றி அமைத்து நாம் பெரிதாக்கவும், சிறிதாக்கவும் முடியும்.

தரைப்பட படியெடுக்கும் கம்பிச் சட்டம்

இது விகிதாச்சார கவராய அடிப்படையில் செயல்படுகிறது. ஓரளவு நுணுக்கமான கருவியாகும். 4 உலோகத்தண்டுகள் தளர்ச்சியாக ஓரிடத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு தண்டு மட்டும் ஒரு பளுவான இரும்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றில் 2 தண்டுகள் நீளமாகவும், 2சற்று குட்டையாகவும் காணப்படும். இரு ஊசி முனைகள் தண்டில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஊசி முனைகளுக்கு இடைப்பட்ட தூரத்தை நமது தேவைக்கேற்ப அதிகரிக்க குறைக்க ஏதுவாக திருகாணி ஒன்று உண்டு. ஒரு ஊசி முனையை படத்தின் மீது நகர்த்தினால் தானாகவே மற்றொன்று நகருமாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. புவிப்படத்தை பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோ மாற்ற இக்கருவி பயன்படுகிறது.

உருப்பதிவுப்பெட்டி

இது ஒரு பளிங்குப் பட்டை மூலம் பொருளின் உருசாயல் தாள் அல்லது துணியின் மீது விழச் செய்யும் வரைபட துணைக் கருவியாகும். இதில் வேறுபட்ட அளவையில் ஆடிகள் இருக்கின்றன. பெரிதாக்குவதற்கும், சிறிதாக்குவதற்கும் ஏற்றதினை நாம் பயன்படுத்த வேண்டும். எந்த புவிப்படத்தை நாம் வரைய வேண்டுமோ அதனை சமதளப்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாகவும், வரைபடத்தாளினை சமதளப்பரப்பில் கிடையாகவும் வைத்துக் கொள்ள

வேண்டும். தேவையான பட்டையை அதன் துணைக் கருவியோடு சமதளப் பலகையில் பொறுத்தி பார்த்தோமென்றால் புவிப்படத்தின் பிம்பம் பட்டைக்குச் செங்குத்தாக உள்ள வரைபடத்தாளில் விழும். எழுதுகோல் மூலம் அப்படியே நாம் இதனை வரைந்து கொள்ளலாம். இக்கருவியில் வரையும் போது ஏற்படும் ஒரு பிரச்சனை கண்ணை பட்டைக்கு ஒப்ப நாம் நகர்த்தினால் இதே அளவு மாற்றம் பிம்பத்திலும் ஏற்படும் இதனால் ஏற்படும் வடிவச்சிதைவு தவிர்க்க முடியாதது ஆகும். இக்கருவியின் மூலம் பெரிதாக்கவே, சிறிதாக்கவோ விரும்பினால் வரைபடத்தாள் அல்லது புவிப்படத்தினை வைக்கும் அமைப்பைப் பொறுத்து அது அமையும். பட்டைக்கு சமமான தூரங்களில் வரைபடத்தாளும், புவிப்படங்களும் வைக்கப்பட்டால் பட்டைக்கு அதே அளவைக்கு பகுதிகள் மாற்றப்படும். வரைபடத்தாள் மிக அருகாமையில் சிறிதான பிம்பம், விழுந்து சிறிதாக்கப்பட்ட பரப்பாக வரையப்படுகின்றன.

புறத்தெறிவு முறை

சிறிய புவிப்படங்களும், பெரிய புவிப்படங்களின் குறிப்பிட்ட சிறிய பரப்புகளும் எபிடயாஸ்கோப் என்ற கருவியின் மூலம் பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோ பயன்படுகின்றன. பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோ கூடிய இயந்திர நுட்பத்துடன் தயாரிக்கப்பட்ட ஒன்றாகும். ஆனால் இதில் குறிப்பிட்ட அளவைக்கு பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோ முடியாது. அளவையின் வடிவச்சிதைவு பெரிதாக்கும் புவிப்படங்களின் ஓரத்தில் ஏற்படுகின்றது. பொதுவாக சிறிய பகுதிகள் தெளிவாகக் காட்டப்படுகின்றன. மிக விரைவில், அதிகச்செலவில் இக்கருவியினால் புவிப்படங்கள் பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோபடுகின்றன. மிகவும் தெளிவான முறையில் “கேயில் பிரதிபலிப்பு புறத்தெறிவு கருவி” மூலம் புவிப்படங்களை பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோ முடியும்.

நிழற்பட முறை

இம்முறை சற்று செலவு அதிகமாகும் முறையாகும். பல கருவிகள் மூலம் இம்முறை பின்பற்றப்படுகிறது. சாதாரண நிழற்படக் கருவியினால் சிறிதாக்க வேண்டிய புவிப்படத்தை படமெடுக்க வேண்டும். இதனை வைத்து நேர்படிவ காட்சிவில்லை தயாரித்து பின் அதனை காட்சி சில்லை புறத்தெறிவு கருவியினால் தேவையான அளவிற்கு மாற்றிக்கொள்ள முடியும். ஆனால் இம்முறையினால் அளவையில் சரியான ஆதிக்கத்தை நாம் செலுத்த முடியும். நமக்குத் தேவையான அளவைக்கு இதனை மாற்றுதல் அரிதானதாகும்.

நிழற்பட முறையில் மற்றுமொரு முறை ஒத்தவழி நிழற்படக் கருவி மூலம் பெரிதாக்குதலும், சிறிதாக்குதலும் ஆகும். மிகவும் துல்லியமான முறையில் புவிப்படங்கள் பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோபடுகின்றன. இதில் பெரிதுபடுத்துதலும், சிறிதாக்குதலும் மறிநிலைத்தகடு எடுக்கும்போதே செய்யப்படுகின்றது. நிழற்படக்கருவியிலேயே தேவைக்கேற்ப சரி செய்யக்கூடிய அமைப்பு உண்டு. இதனை வைத்து பெரிதுபடுத்தவோ அல்லது சிறிதுபடுத்தவோ முடியும். இது பற்றிய விவரங்கள் புவிப்பட பிரதிகள் தயாரித்தலில் விரிவாகத் தரப்பட்டுள்ளன.

மிகவும் முக்கியமான மற்றுமொரு கருவி படியுருவு எடுப்பதற்கான நிழற்படக்கருவி ஆகும். இது நிழற்படக் கருவி போன்றது. தற்போது எண்ணற்ற வகை கருவிகள் மூலம் இமைப்பொழுதிலே பல பிரதிகளை நாம் எடுக்க முடியும்.

மேற்குறிப்பிட்ட முறைகளின் மூலம் புவிப்படத்தை அல்லது ஏதாவது ஒரு படத்தினை பெரிதாக்கியோ, சிறிதாக்கியோ அளவையை மாற்ற முடியும். அடிப்படை புவிப்படத்தின் அளவையினை நம் தேவைக்கேற்ப நாம் மாற்றுவதினால் வரையப்பட வேண்டிய விவரங்களை நாம் தெளிவாக வரைய முடியும். இவ்வாறு அளவைக்கு மாற்றிய பின் கீழ்கண்ட முறைகளில் நாம் தொகுத்தமைத்தலைத் துவங்க வேண்டும்.

தொகுக்கும் முறை

எந்த ஒன்றினை பிறவற்றிலிருந்து தொகுக்க வேண்டுமானாலும் ஒரு சில முறைகளைப்பின்பற்ற வேண்டும். வேறுபட்ட அளவைகளில் உள்ள புவிப்படங்களிலிருந்து விவரங்களைத் தொகுக்கும் போது எந்த முறையில் தொகுக்க வேண்டும் என்பதனைப் பற்றியெல்லாம் புவிப்பட வல்லுனர் நிர்ணயிக்க வேண்டும். தொகுப்பதற்கு முன் எதற்காக புவிப்படம் பயன்பட உள்ளது. எந்த வகை புவிப்படங்கள் தயாரிக்கப்பட உள்ளது. எந்த வகையில் தயாரிக்கப்பட உள்ளது. என்பதனைப் பற்றியெல்லாம் தீர்மானிக்க வேண்டும். இதனைக்கொண்டே அடிப்படை எல்லைக் கோடுகள், அளவையில் மாற்றம் போன்றவற்றைச் செய்ய வேண்டும். இதன் பின்னர் எந்த புற்றி விவரங்களைத் தொகுத்தல் வேண்டும் என்பதனை நிர்ணயித்து அவற்றை மெல்லிய தாளின் மூலம் எடுக்க வேண்டும். இவ்வாறு மெல்லியதாள் அல்லது மெல்லிய துணியில் எடுக்கப்பட்ட முக்கிய விவரங்கள் அடங்கிய புவிப்படம் வழிகாட்டும் புவிப்படம் அல்லது விவரங்களின் நிறுத்தம் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது.

முக்கிய விவரங்களை தொகுத்தல்

குடியிருப்புகள், கட்டிடங்கள் போன்றவை தெளிவாக வரையப்படவேண்டும். பொதுவாக கிராம, நகர குடியிருப்புகள் சிவப்பு நிறத்தில் குறிக்கப்படுகின்றன. நகரக் குடியிருப்பு அவற்றின் எல்லைக்கேற்ப வரையப்பட வேண்டும். அவற்றின் அமைப்பும் சரியான முறையில் வரையப்பட வேண்டும். மிக அதிகளவு குடியிருப்புகள் இருப்பின் அவற்றின் முக்கியத்துவத்திற்கேற்ப சில குடியிருப்புகள் மட்டுமே தொகுத்து வரையப்பட வேண்டும். முக்கிய சாலை கடக்கும் குடியிருப்புகள், இரயில், சாலைப்பாதைகள் இணையும் குடியிருப்பு போன்றவையே தொகுத்தலில் இடம் பெற வேண்டும். இறுதி புவிப்படத்தில் குடியிருப்புகளின் பெயர்கள் குறிக்கப்படவேண்டும். இப்பெயர் எழுதுவதற்கு வசதியாக இடம் ஒதுக்கப்பட வேண்டும். தொகுக்கப்படும் குடியிருப்புகளில் உள்ள முக்கிய சமய வழிபாட்டு மையங்கள், கல்வி மையங்கள் போன்றவையும் இடம் பெறுமாறு அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

வழிகாட்டும் புவிப்படங்கள் வரைவதில் வடிகாலமைப்பினை வரைவதைப் போன்றே போக்குவரத்து சாலைகளும் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன. இவற்றை பெரும்பாலும் சிவப்பு நிறத்திலேயே குறிக்க வேண்டும். இருப்புப் பாதை அதற்குரிய குறியீட்டின் மூலம்

கருப்புநிறத்தில் குறிக்கப்பட வேண்டும். குறுக்கேயுள்ள கடக்கும் பகுதிகள் குறியீடுகளின் மூலமாக காட்டப்பட வேண்டும்.

எல்லைக் கோடுகளை வரையும் போது புவிப்பட வல்லுனர் பல பிரச்சனைகளை எதிர் நோக்க வேண்டியுள்ளது. எல்லைக்கோடுகள் நிலையான தன்மையின்றி, அடிக்கடி மாறுபடும் போது வரைதலும் ஓரளவு பிரச்சனைகளை உருவாக்குகின்றன. எல்லைப் பிரச்சனை உள்ள பகுதிகளில் எல்லைக் கோடுகள் வரையும் போது தெளிவான விவரம் கிடைத்த பின்னரே வரைய வேண்டும். முக்கியத்துவத்திற்கேற்ப எல்லைக் குறியீடுகளும் வேறுபடுகின்றன. மாவட்ட எல்லைக் கோடுகள் மாநில கோடுகள் தேசிய எல்லைக் கோடுகள் என்று பல வகைப்பட்ட கோட்டுக்கு உள்ளன. அவற்றின் குறியீட்டிற்கேற்ப தொகுத்து வரைய வேண்டும். நதி சாலை வழியை ஓட்டிச் செல்லும் எல்லைக் கோட்டினை வரையும் போது மூன்றாவது கோடும் இரு பக்கங்களிலும் இருக்குமாறு வரைய வேண்டும்.

இது போன்றே விளை நிலங்கள் மற்ற பண்பாட்டு விவரங்களையும் காட்ட வேண்டும். காடுகளை அவற்றின் முக்கியத்துவத்திற்கேற்ப அவை பட்டவையா, பிறருக்கு உரியதா என்பதை எழுத்துக் குறியீடுகளின் உதவியால் நிறத்தில் குறிக்க வேண்டும். விளை நிலங்கள் மஞ்சள் நிறத்தில் குறிக்கப்பட இவ்வாறு இயற்கை, பண்பாட்டு விவரங்களை அவற்றின் முக்கியத்துவத்தில் எழுத்து மற்றும் நிறக்குறியீடுகளின் மூலம் தலப்படத்திலிருந்து தொகுத்து வேண்டும்.

UNIT-III

SYMBOLIZATION

Every component of a map is a symbol. Map itself is nothing but a symbol. It is a symbol of symbols. Symbols are like words. As the words giving same meaning differ from language to language, so also the symbols differ from map to map. Except for a few conventionalized symbols, a cartographer has far greater freedom to develop symbols than a linguist has to develop words. Words take the meaning given by its users. Symbols take their meaning given by the cartographers.

When several words are put together in a definite order, we get a sentence. Similarly when several symbols are put together in a definite order, we get a map. Many sentences make a paragraph. These orderly arranged symbols give a meaning which individual symbols fail to give. Symbolization and the arrangement of the symbols in a map are, therefore, crucial processes in map design. No book can be popular if the choice of words is bad. So also no map can be popular if the choice of symbols is bad.

For most purposes we can classify symbols into three types.

1. Point symbols
2. Line symbols
3. Area symbols

Point symbols

Point symbols are those which give the location of an object or the quantitative value represented by it exactly at the point of its location. Point symbols are of two types:

- (1) Qualitative, and
- (2) Quantitative.

Qualitative symbols are used to suggest the existence of an object. For example, a dot is put for a town and a cross for a hospital. Such symbols do not represent any quantitative data. The quantitative point symbols can be used to indicate : (1) the presence (2) the length (3) the size or (4) the volume.

Uniform dot symbols can be used to represent the existence of a certain phenomenon in partially quantitative terms. More about this is discussed in chapter 20. The amount by which an object or idea is characterized can be represented either by bars or circles or spheres depending upon the type of data to be represented. Representation by bars indicates the length or height; by circle or squares, the size and by cubes or spheres, the volume. In this connection it may be noted that the cubes and spheres are three dimensional and, hence, they take less space than squares and circles.

Line symbols

Like point symbols the line symbols are also used to indicate both qualitative and quantitative nature of the data. In the first category fall the latitudes, longitudes, boundaries, lines of transport and communication, streams, coastlines etc. The thickness of these line symbols is not dependent on quantitative measurements of the objects represented on the ground. In fact certain objects like geographic coordinates and coastlines do not exist in reality. The width of the transport and communication lines as well as of the streams and boundaries are highly exaggerated. They are not drawn to scale.





















We do have, however, line symbols which represent quantitative values. The iso-lines of various types used to represent the physical or social data, such as contours and isarithms do represent quantitative values. Similarly the flow lines show the amount of the object represented moving from one place to another.

Area symbols

Area symbols use the point and line symbols to give a combined effect of a real spread of the objects represented. Area symbols also are of two types:

- (1) Qualitative and
- (2) Quantitative.

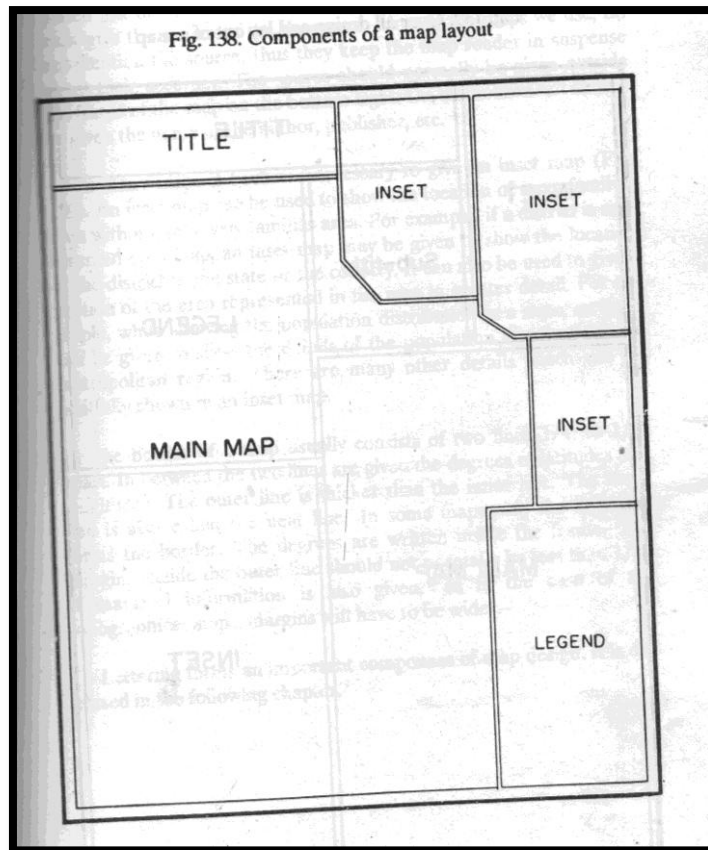
Qualitative symbols indicate the areal distribution of a given phenomenon without showing its density. The swamps, forests, deserts, political units or soil types given on a map are mostly qualitative in nature. When symbols are used to give the relative density of the occurrence of a phenomenon whether by administrative units or by isarithmic lines, they acquire quantitative values.

| Feature Type | Visual Variable | | |
|--------------|--|---|---|
| | Shape | Orientation | Color Hue |
| Point |  Spring  House  Tower |  Live Tree  Dead Tree |  Live Tree  Dead Tree |
| Line |  National Border  Trail  Section Line |  Asphalt Road  Concrete Road |  National Border  State Border |
| Area |  Gravel  Sand |  Orchard  Field Crop |  Land  Water |

FORMAT OF A MAP

All maps must show a few common components. These are title, legend, direction, scale, and source and in some cases insets. The title of a map may be placed anywhere within the neat line. Most appropriate place is the top right of the frame. It can also be placed at the top left or bottom left or bottom right. The title should include the name of the area represented, and the nature of the data shown. If the data pertain to a given year this should also be given. The title should always be given in bold and simple letters. If necessary, it can be enclosed in a box (Fig. 1).

The legend of a map is usually placed in a corner within the neat line. The position of the legend is so selected that it does not interfere with other details. Every symbol and abbreviation used in a map should be explained in the legend. Direction is shown in one of the comers by an arrow pointing to the north. Scales can be expressed in one or more of the several ways explained in chapter V. In an original drawn for reproduction the scale should conform to the requirements of the printed map.



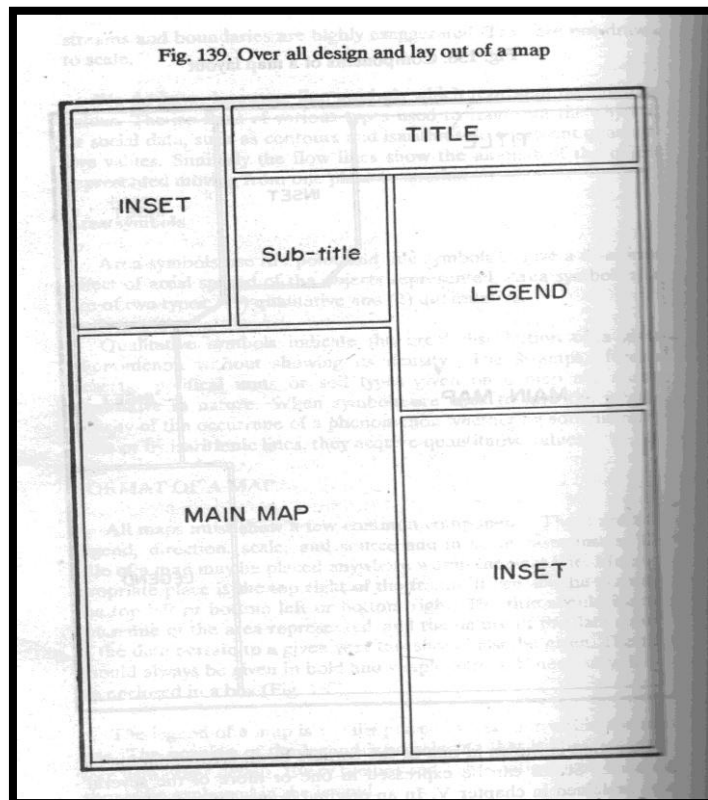
The scale is given in R.F. it should be the scale of the printed map and not of the original drawing. The best thing to do is to give a bar scale because the bar is also reduced with the original drawing. The scale of a map should be placed at a prominent place. It can be placed just below the title or somewhere at the bottom. Every map must give the source of the data used, host of the maps we use, do not mention the source, thus they keep the map reader in suspense about their accuracy.

The source should normally be given outside the frame of the map on the bottom right. On the bottom left should be given the name of the author, publisher, etc. In many maps it becomes necessary to give an inset map. An inset map can be used to show the location of an unfamiliar area within a relatively familiar area. For example, if a district is represented on a map, an inset map may be given to show the location of the district in the state or the country.

It can also be used to give a portion of the area represented in the map in greater detail. For example, while showing the population distribution in a state, an inset can be given to show the details of the population distribution in a metropolitan region. There are many other details which can be fruitfully shown in an inset map.

The border of a map usually consists of two lines $1/4''$ to $1/2''$ apart. In between the two lines are given the degrees of latitudes and longitudes. The outer line is thicker than the inner line. The inner line is also called the neat line. In some maps only the neat line forms the border. The degrees are written inside the frame.

The margin outside the outer line should not normally be less than $1/2''$. If marginal information is also given, as in the case of the topographical maps, margins will have to be wider. Lettering forms an important component of map design. It is discussed in the following chapter.



UNIT –IV

COMPILING MAPS FROM OTHER MAPS

Maps are one of the most important sources of cartographic information. There is no doubt that each map produced by cartographers is always a new product and incorporates new data, but most thematic maps use data already incorporated in other maps. All maps must have certain basic ingredients like outline, relative location and important natural and cultural details.

which can be had only from topographic maps. For example, if we want to make a population map of Mysore State, we have, at first to prepare the outline map of the State. For this purpose we do not conduct original survey for we know how complicated and time consuming is the work of surveying. We therefore prepare a base map of Mysore from the maps produced by the Survey of India and other agencies. Whether we will use 1:1,000,000 or quarter inch or one inch sheets in this process will depend upon the amount of details we would like to incorporate.

While compiling maps from other maps we face two problems

- (1) Reduction or enlargement, and
- (2) Generalization

ENLARGEMENT AND REDUCTION OF MAPS

There are four ways of changing the scale of a map

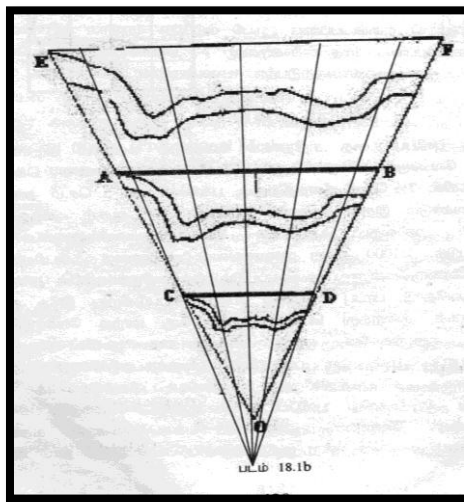
- 1 Geometrical method
- 2 Mechanical method
3. Projection method
4. Photographic method

Geometrical method

Geometrical method is based on the principle of similar triangles and squares. The principle of similar triangles is used in the enlargement or reduction of relatively narrow areas, and the principle of similar squares in those of larger areas. Both the methods are very cumbersome and time consuming.

Similar triangles method

Suppose we have a river course between A and B. To reduce it to one-third of its size, join A and B by a straight line. Select a point P at a distance about twice the length of AB. Join PA and PB and extend them to A' and B' if enlargement is also needed. Locate the bends and other details of the river course, and join them to P by rays as shown in figure 126. Extend these rays up to line A' B'. Now draw a line CD within the triangle PAB parallel to AB but only one-third of its length. Line CD will also be cut by the rays emanating from P at points which have same dimensional relationships as those on A B. With the help of these points the river can be reduced.

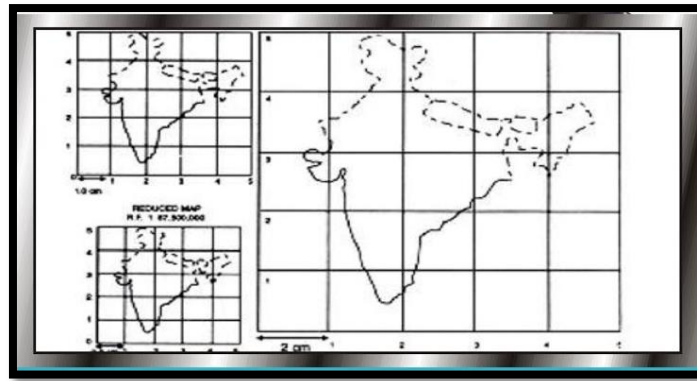


Similar triangles method

Similar Square-method

The triangle method, discussed above, cannot be of much help if the area to be reduced has large longitudinal and latitudinal extensions. In this method the area to be reduced or enlarged is first divided into a convenient number of squares. Then, on a separate sheet of paper, we draw another net work of squares whose sides are proportionately reduced or enlarged. For example, if we want to reduce a map to half and the squares drawn on this map have their sides 1 inch long, the sides will be only 0.5" long in the reduced squares.

After the network of the squares is ready, the details are carefully transferred from the map, square by square. First prominent details ' like rivers, roads etc, are marked, the minute details are filled later.



Enlargement and Reduction of Maps

Mechanical method

Proportional Compass Another, and perhaps more efficient, method of reducing or enlarging a map is the use of instruments like proportional compass, pantograph or edigraph. Proportional compass consists of two bars clamped together by a sliding screw and having a pair of needle points at both ends to act as dividers. It forms a handy aid in enlarging and reducing maps. The sliding screw can be fixed to any ratio engraved on the bars, so that the distance between the two points of the divider on one side is in desired proportion to the distance between the corresponding points on the other side.

Pantograph Pantograph is made on the same principle as the proportional compass. It consists of four tubular bars—two long ones and two short ones—lugged together at the joints to form a parallelogram. The most common pantograph used in India is the so-called Stanley's model.

Projectional methods'

Many small size maps or small areas from large maps can be projected on a paper by an epidioscope. An epidioscope has a built-in mechanism to reduce or enlarge an image. It is difficult, however, to reduce or enlarge a figure to any definite scale. Distortions in scale are also present on the margins of the enlarged figure. Moreover, only a small figure can be used in the epidioscope. There is no doubt, however, that for works where scale is not an important factor, it is an excellent device. It is inexpensive, quick and easy to operate. For accurate reduction and enlargement one may use a plan variograph.

Photographic method:

Photographic method of reduction and enlargement is by far the most precise but costly method. This method also can be manipulated to be used in different ways. One way is to use an ordinary camera to take photographs of a map to be reduced and then to prepare a positive slide which can be projected through a slide projector or enlarger to obtain the required size of a map. But in this process one has no control over the scale of the map projected. So the defects of projection method creep in here also.

Photostat machines can also be used to get copies at required scales. This is a camera like device with a prism fixed to its front frame and magazine to its back frame. It is mounted on a heavy pedestal stand. The original map is placed on an adjustable copy holder which lies in an horizontal position vertically below the prism. The prism transfers the image on to a sensitized photostat paper placed in a vertical plane in the magazine. There are several mechanical devices to vary the distances of the copy holder and the magazine with respect to the prism to obtain the necessary enlargement or reduction. (See chapter on map reproduction).

PROCEDURE FOR COMPILATION

In general, the purpose of compilation is to utilize larger scale source materials covering the same area as the base, for cartographic portrayal on a different scale. The required data are traced upon a transparent medium. The resultant transparency is called a pull-up or 'guide-map.' Laying out the pull-ups:

The first and the foremost thing is the tracing of the required details. Tracing paper or tracing cloth can be used for this purpose. But tracings made on them are subject to shrinkage or expansion. Hence heavy weight "acetate" is preferable. It is an economical and efficient medium for tracings. An added advantage of this medium is that it permits considerable amount of erasing with the help of a sharp etching knife or blade. Plastic ink is better suited for tracing than pencils because:

- (1) It is difficult to keep the pencil sharp,
- (2) The images 'drawn with pencil become blurred when the tracings are stacked, and
- (3) Uneven application of the pencil results in light spots. Care should be taken in using plastic inks, as they dry rapidly.

General practices for physical details:

Relief data are always drafted in brown. While drafting the contours, one can displace them when no other adjustment to drainage or communication symbols can be made. In the process of generalization, contour curves must be maintained in order to retain the character of the landform being depicted.

Where contour lines are so close together that they coalesce, intermediate contours can be dropped. Usually, every fifth contour is taken as an index contour and the brown line drawn to represent it should be twice the weight or gauge of intermediate contours. Green ink should be used for drainage. Streams can be drawn with double lines to represent the two banks and if unity of the banks is not apparent, links should be drawn between the double lines.

The general criteria for giving drainage details is to show enough so as to present the same pattern on the reduced pull-up as appears on the large scale source. The appropriate ratio of larger and smaller streams can be maintained by using discrimination in the width of lines representing them.

General practices for cultural details:

Transportation:

In preparing a guide map, road transportation comes next to drainage pattern. Red is the accepted colour for this. Only important roads need to be shown. Rail roads are drafted in black. Solid lines are intersected at specified intervals by cross ticks to represent the ties.

Built-up areas:

Patterns are generalized according to their boundary outlines if they cover large areas. The choice of towns is determined by their strategic location or importance, such as at road junctions, junctions of roads and rail roads, roads crossing streams or at gateways to other important areas. Each closely built-up area must have a name on the final map. At times some features may have to be eliminated or shifted to provide space for lettering.

Boundaries:

Boundaries of different administrative or political units should be indicated with different line symbols. When a boundary follows a single line or closely spaced double line such as a river, drain or road, it is necessary to show only every third boundary symbol placed alternatively on two sides of the line.

Selection of details:

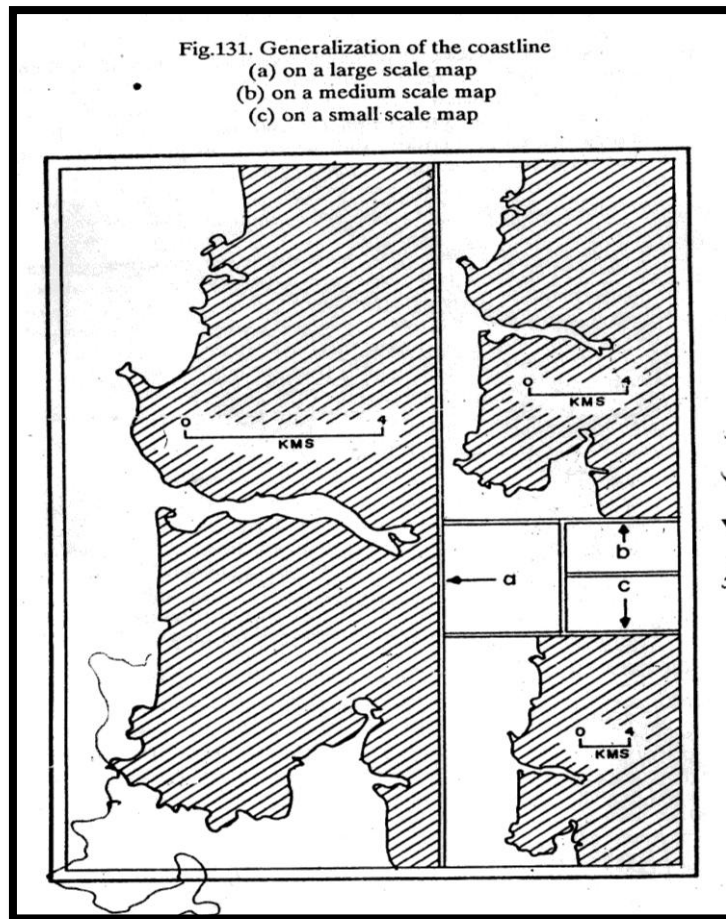
The next important step in the compilation of maps is the selection of details. Original map from which compilations are made may consist of many details but all those details cannot be depicted on a small scale map. Some of them have to be shown in full and popular shape, others only symbolically while still others may have to be left out altogether.

This sorting out is necessary because the reduction of scale means the reduction in the length and breadth of the details to be shown and crowding together of details. The purpose of a map is to convey information. The crowding of details certainly does not serve this purpose. Hence, some of the details have to be removed. Cartographers have to use their judgement in doing so those items which must be there to serve the purpose of the map should not be removed.

A cartographer should think entirely in terms of how the details he is selecting would look when they appear on the reproduced map. It is necessary to choose only those details which depict the essential features of a large area. Names are not lettered on a pull-up but the cartographer must bear in mind that they will be superimposed on the final copy.

- (a) On a large scale map
- (b) On a medium scale map
- (c) On a small scale map

Since the symbols bear direct relationship to the scale of the source, it is quite essential to reduce them in relation to the scale of the pull-up. For example, a circle with 0.6 inch diameter on a scale of 1:200,000 will appear with a diameter of 0.24 inch on 1:50,000 pull. In the case of solid lines, they must be heavy enough to accommodate reduction. Sufficient "light" or open space should be kept between symbols so that they do not coalesce on reduction.



References

1. Raisz, E. General Cartography, New York: Mc Graw Hill, 1946.
2. Brown, L.A. Maps and Map Makers, London: B.T. Batsford, 1949.
3. Hinks, A.R. Map Projections. Cambridge: University Press, 1921.
4. Kilford, W.K. Elementary Air Survey, London: Pitman, 1963.
5. Beckett, P. Cartographic Generalisation, Cartography Journal Vol.14, 1977, pp.49-50.