



शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

दूरशिक्षण केंद्र

सत्र ३ : पेपर ३

मृदा भूगोलशास्त्र
(Soil Geography)

सत्र ४ : पेपर ५

सागरशास्त्र
(Oceanography)

बी. ए. भाग-२

भूगोलशास्त्र

(शैक्षणिक वर्ष २०२०-२१ पासून)

© कुलसचिव, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर (महाराष्ट्र)

प्रथमावृत्ती : २०२१

बी. ए. (मृदा भूगोलशास्त्र/सागरशास्त्र) भाग-२ पेपर ३ व ५

सर्व हक्क स्वाधीन. शिवाजी विद्यापीठाच्या परवानगीशिवाय कोणत्याही प्रकाराने नक्कल करता येणार नाही.

प्रती : ५००



प्रकाशक :

डॉ. व्ही. डी. नांदवडेकर

कुलसचिव,

शिवाजी विद्यापीठ,

कोल्हापूर - ४१६ ००४.



मुद्रक :

श्री. बी. पी. पाटील

अधीक्षक,

शिवाजी विद्यापीठ मुद्रणालय,

कोल्हापूर - ४१६ ००४.



ISBN-

★ दूरशिक्षण केंद्र आणि शिवाजी विद्यापीठ याबद्दलची माहिती पुढील पत्त्यावर मिळू शकेल.

शिवाजी विद्यापीठ, विद्यानगर, कोल्हापूर-४१६ ००४ (भारत)

दूरशिक्षण केंद्र, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

सल्लागार समिती

प्रा. (डॉ.) डी. टी. शिर्के

कुलगुरु,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) पी. एस. पाटील

प्र-कुलगुरु,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) एम. एम. साळुंखे

माजी कुलगुरु,
यशवंतराव चव्हाण महाराष्ट्र मुक्त विद्यापीठ, नाशिक

प्रा. (डॉ.) के. एस. रंगाप्पा

माजी कुलगुरु,
म्हैसूर विद्यापीठ, म्हैसूर

प्रा. पी. प्रकाश

अतिरिक्त सचिव-II
विद्यापीठ अनुदान आयोग, नवी दिल्ली

प्रा. (डॉ.) सीमा येवले

गीत-गोविंद, फ्लॉट नं. २,
११३९ साईक्स एक्स्टेंशन,
कोल्हापूर-४१६००१

प्रा. (डॉ.) आर. के. कामत

I/c अधिष्ठाता, विज्ञान व तंत्रज्ञान विद्याशाखा,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्रा. (डॉ.) एस. एस. महाजन

I/c अधिष्ठाता, वाणिज्य व व्यवस्थापन विद्याशाखा,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्राचार्य (डॉ.) पी. आर. शेवाळे

I/c अधिष्ठाता, मानवविज्ञान विद्याशाखा,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

प्राचार्या (डॉ.) श्रीमती एम. व्ही. गुळवणी

I/c अधिष्ठाता, आंतर-विद्याशाखीय अभ्यास विद्याशाखा
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

डॉ. व्ही. डी. नांदवडेकर

कुलसचिव,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

श्री. जी. आर. पळसे

I/c संचालक, परीक्षा व मूल्यमापन मंडळ,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

श्री. व्ही. टी. पाटील

वित्त व लेखा अधिकारी,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

डॉ. ए. एम. सरवदे (सदस्य सचिव)

I/c संचालक, दूरशिक्षण केंद्र,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

■ अभ्यासमंडळ : भूगोलशास्त्र व भूगर्भशास्त्र ■

अध्यक्ष : प्रा. (डॉ.) संभाजी ज्ञा. शिंदे

विभागप्रमुख, भूगोलशास्त्र विभाग, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर

- प्रा. (डॉ.) एस. एस. पन्हाळकर
भूगोलशास्त्र विभाग,
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर.
- डॉ. आर. एस. माने-देशमुख
छत्रपती शिवाजी कॉलेज, सातारा
- डॉ. बी. एस. जाधव
श्री विजयसिंह यादव कॉलेज पेठवडगांव, जि. कोल्हापूर
- डॉ. एन. एस. मासाळ
आर. बी. माडखोलकर महाविद्यालय, चंदगड,
जि. कोल्हापूर
- प्रा. (डॉ.) एस. बी. गायकवाड
मिरज महाविद्यालय, मिरज, जि. सांगली
- डॉ. टी. पी. शिंदे
मुधोजी कॉलेज, फलटण, जि. सातारा
- डॉ. व्ही. आर. वीर
किसन वीर महाविद्यालय, वाई, जि. सातारा
- डॉ. तात्यासो ए. कुंभार
पी. व्ही. पी. महाविद्यालय, कवठेमहांकाळ,
जि. सांगली
- प्राचार्य (डॉ.) ए. बी. पाटील
कर्मवीर भाऊराव पाटील महाविद्यालय, इस्लामपूर,
ता. वाळवा, जि. सांगली
- डॉ. एन. व्ही. तेलोरे
राजा श्रीपतराव भगवंतराव महाविद्यालय,
औंध, जि. सातारा
- डॉ. बी. एन. गोफणे
संचालक, वाय. बी. चव्हाण कॉम्प्युटिटीव्ह एक्झामिनेशन
सेंटर, द्वारा सौ. वेणुताई चव्हाण कॉलेज, कराड, जि.
सातारा
- प्रा. (डॉ.) एस. जे. देवरे
एस. एन. डी. टी. वुमेन्स युनिव्हर्सिटी, पुणे कॅम्पस,
पुणे-४११०३८
- प्रा. (डॉ.) ए. एस. जाधव
प्राचार्य, श्रीमती देवकीबाई मोहनसिंहजी चौहाण कॉलेज
ऑफ कॉमर्स अँड सायन्स, सिल्व्हासा-३९६२३०
- डॉ. पी. ए. सायमोते
मिठ्टीबाई कॉलेज, वीलेपार्ले (वेस्ट), मुंबई-५६.

प्रस्तावना

शिवाजी विद्यापीठाचे तत्कालीन कुलगुरू मा. माणिकराव साळुंखे यांनी २००७-२००८ सालापासून विद्यापीठामध्ये दूरशिक्षण संकल्पना राबवून बहिःस्थ विद्यार्थ्यांसाठी स्वयं अध्ययन साहित्य उपलब्ध करून देण्याचा अत्यंत स्तुत्य उपक्रम हाती घेतला आहे. नियमित प्रवेश घेवून महाविद्यालयीन शिक्षण पूर्ण करण्याची संधी समाजातील सर्व घटकांना समानपणे उपलब्ध होईलच असे नसते. शिक्षणासाठीच्या पायाभूत सोयींचा अभाव, आर्थिक आणि सामाजिक अडथळे असतानाही अनेकांमध्ये उच्च शिक्षण घेण्याची दुर्दम्य इच्छाशक्ती असते. त्यांच्या इच्छाशक्तीला फलद्रूप करण्याचे काम सध्या शिवाजी विद्यापीठाचे दूर शिक्षण केंद्र करत आहे.

‘मृदा भूगोलशास्त्र’ या सेमिस्टर ३ पेपर ३ साठीच्या अभ्यासक्रमात मृदा भूगोलशास्त्राची ओळख, मृदा : निर्मिती व गुणधर्म, मृदा : वर्गिकरण आणि वितरण, प्रात्यक्षिक (फक्त तात्त्विक) या घटकांचा समावेश करण्यात आला आहे. तसेच ‘सागरशास्त्र’ या सत्र ४ पेपर ५ साठी तयार केलेल्या अभ्यासक्रमात सागरशास्त्राचा परिचय, सागरीय गुणधर्म आणि हालचाली, उपयोजित सागरशास्त्र, प्रात्यक्षिक भूगोल या घटकांचा समावेश करण्यात आलेला आहे. या पुस्तकाची एकूण ८ घटकांमध्ये विभागणी करून मांडणी केली आहे. सर्व विद्यार्थी व शिक्षकांना सदरचे पुस्तक मार्गदर्शक ठरेल, असा आम्हास विश्वास वाटतो.

सदरहू पुस्तकाच्या लिखानाचे काम शिवाजी विद्यापीठ कक्षेतील विविध मान्यवर प्राध्यापकांनी वेळेत पूर्ण केल्याबद्दल, संपादक मंडळ त्यांचे आभारी आहे. या पुस्तकाचे प्रकाशन करण्यासाठी शिवाजी विद्यापीठ व दूर शिक्षण विभागातील प्रशासकीय अधिकारी व कर्मचाऱ्यांनी केलेल्या सहकार्याबद्दल संपादक मंडळ त्यांचे मनापासून आभार मानत आहे.

■ संपादक ■

डॉ. बी. एस. जाधव
श्री विजयसिंह यादव कॉलेज पेटवडगाव,
ता. हातकणंगले, जि. कोल्हापूर

डॉ. के. आर. जाधव
क्रांतीसिंह नाना पाटील महाविद्यालय, वाळवा,
ता. वाळवा, जि. सांगली.

दूरशिक्षण केंद्र,
शिवाजी विद्यापीठ,
कोल्हापूर

बी. ए. भाग-२ : भूगोलशास्त्र

अभ्यास घटकांचे लेखक

लेखक	घटक क्रमांक
सत्र-३ पेपर-३ : मृदा भूगोलशास्त्र	
डॉ. बी. एस. जाधव श्री विजयसिंह यादव कॉलेज, पेठवडगांव, जि. कोल्हापूर	१
डॉ. एन. व्ही. गायकवाड डॉ. पतंगराव कदम कॉलेज, सांगलवाडी, जि. सांगली	२
डॉ. एम. एन. पाटील दूधसाखर महाविद्यालय, बिद्री, ता. कागल, जि. कोल्हापूर	३
श्री. ए. बी. जरग शिक्षणमहर्षि डॉ. बापूजी साळुंखे महाविद्यालय, मिरज, जि. सांगली	४
सत्र-४ पेपर-५ : सागरशास्त्र	
प्रा. ए. बी. पाटील आर्ट्स अँड कॉमर्स कॉलेज आष्टा, ता. वाळवा, जि. सांगली	१
डॉ. के. आर. जाधव क्रांतीसिंह नाना पाटील महाविद्यालय, वाळवा, ता. वाळवा, जि. सांगली	२
प्रा. (डॉ.) एस. डी. शिंदे प्रमुख, भूगोलशास्त्र अधिविभाग, शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर	३
डॉ. बी. एस. जाधव श्री विजयसिंह यादव कॉलेज पेठवडगांव, जि. कोल्हापूर	४

■ संपादक ■

डॉ. बी. एस. जाधव
श्री विजयसिंह यादव कॉलेज पेठवडगाव,
ता. हातकणंगले, जि. कोल्हापूर

डॉ. के. आर. जाधव
क्रांतीसिंह नाना पाटील महाविद्यालय, वाळवा,
ता. वाळवा, जि. सांगली.

अनुक्रमणिका

घटक क्रमांक	घटकाचे शीर्षक	पान क्रमांक
सत्र ३ : पेपर ३		
मृदा भूगोलशास्त्र		
१.	मृदा भूगोलशास्त्राची ओळख	१
२.	मृदा : निर्मिती व गुणधर्म	१९
३.	मृदा : वर्गिकरण आणि वितरण	४९
४.	प्रात्यक्षिक (फक्त तात्त्विक)	७५
सत्र ४ : पेपर ५		
सागरशास्त्र		
१.	सागरशास्त्राचा परिचय	९१
२.	सागरीय गुणधर्म आणि हालचाली	१०३
३.	उपयोजित सागरशास्त्र	१३१
४.	प्रात्यक्षिक भूगोल	१४९

■ विद्यार्थ्यांना सूचना

प्रत्येक घटकाची सुरुवात उद्विष्टांनी होईल. उद्विष्टे दिशादर्शक आणि पुढील बाबी स्पष्ट करणारी असतील.

१. घटकामध्ये काय दिलेले आहे.
२. विद्यार्थ्यांकडून काय अपेक्षित आहे.
३. विशिष्ट घटकावरील कार्य पूर्ण केल्यानंतर विद्यार्थ्यांना काय माहीत होण्याची अपेक्षा आहे.

स्वयं मूल्यमापनासाठी प्रश्न दिलेले असून त्यांची अपेक्षित उत्तरेही देण्यात आलेली आहेत. त्यामुळे घटकाचा अभ्यास योग्य दिशेने होईल. तुमची उत्तरे लिहून झाल्यानंतरच स्वयं अध्ययन साहित्यामध्ये दिलेली उत्तरे पाहा. ही तुमची उत्तरे (किंवा स्वाध्याय) आमच्याकडे मूल्यमापनासाठी पाठवायची नाहीत. तुम्ही योग्य दिशेने अभ्यास करावा, यासाठी ही उत्तरे 'अभ्यास साधन' (Study Tool) म्हणून उपयुक्त ठरतील.

प्रिय विद्यार्थी,

हे स्वयंअध्ययन साहित्य या पेपरसाठी एक पूरक अभ्याससाहित्य म्हणून आहे. असे सूचित करण्यात येते की, विद्यार्थ्यांनी २०१९-२० पासून तयार केलेला नवीन अभ्यासक्रम पाहून त्याप्रमाणे या पेपरच्या सखोल अभ्यासासाठी संदर्भपुस्तके व इतर साहित्याचा अभ्यास करावा.

मृदा भूगोलशास्त्राची ओळख

अनुक्रमणिका

- १.० उद्दिष्ट्ये
- १.१ प्रस्तावना
- १.२ विषय विवेचन
 - १.२.१ मृदा भूगोलशास्त्राची व्याख्या, स्वरूप व व्याप्ती
 - १.२.२ मृदा भूगोलशास्त्राचा इतिहास व मृदाशास्त्र
 - १.२.३ मृदा भूगोलशास्त्राचे महत्व
- १.३ सारांश
- १.४ पारिभाषिक शब्द
- १.५ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न
- १.६ स्वयं-अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे
- १.७ सरावासाठी स्वाध्याय
- १.८ क्षेत्रीय कार्य

१.० उद्दिष्ट्ये

१. मृदा भूगोलशास्त्राची व्याख्या, स्वरूप व व्याप्ती समजून घेणे.
२. मृदा भूगोलशास्त्राचा इतिहासा बरोबर मृदाशास्त्राचे आकलन करून घेणे.
३. मृदा भूगोलशास्त्राचे महत्व समजून घेणे.

१.१ प्रस्तावना

भूगोलशास्त्राच्या अध्यायनाची सुरवात खऱ्या अर्थाने इ.स. पूर्व तिसऱ्या शतकात इरॅटोस्थेनिस पासून झाल्याचे स्पष्टपणे आढळून येते. तदपासून आज अखेर या विषयाचा आयाम वाढतच असल्याचे दिसून येते. काळाच्या ओघात विषय विस्तार होत जाऊन सखोल अभ्यासाच्या दृष्टीने भूगोलशास्त्रांतर्गत

अनेक शाखा निर्माण झाल्या. प्राकृतिक भूगोलशास्त्राची मृदा भूगोलशास्त्र ही एक उपशाखा आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील विविध प्रदेशातील मृदेचा अभ्यास ग्रीक भूअभ्यासकापासून होत असल्याचे दिसून येते. आगदी सुरवातीच्या काळात मृदेचा अभ्यास वर्णन व प्रादेशिक पध्दतीतून होत होता. परंतु १९ व्या शतकात या ज्ञानशाखेच्या अभ्यासाचे पारंपारिक स्वरूप बदलून वैज्ञानिक अधिष्ठान प्राप्त करून देण्याचे काम रशियन भूवैज्ञानिक व्ही. व्ही. डोकचॉव्ह यांनी केले.

याच शतकाच्या उत्तरार्धात जगाची लोकसंख्या प्रचंड वेगाने वाढत गेली याचे परिणाम स्वरूप पाहता अन्नधान्याच्या मागणीत वाढ होऊन, कृषी उत्पादने वाढवण्यासाठी प्रयत्न झाले. कृषी उत्पादने वाढवत असताना पिकांचा मूळ आधार म्हणून मृदेचा अभ्यास करणे क्रमप्राप्त बनले. यातूनच अधुनिक मृदा भूगोलशास्त्राचा विकास होत गेला. या शास्त्राच्या अध्यायनातील एक महत्त्वाचा टप्पा म्हणून व्ही. व्ही. डोकचॉव्ह यांनी घालून दिलेली मृदा भूगोलशास्त्राची तत्त्वे होय.

मूळ खडकावरती विदारण प्रक्रिया होऊन पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरती सर्वात वरच्या बारीक कणांच्या समुच्चयातून निर्माण झालेल्या मृदू अथवा कठीण पदार्थास मृदा असे म्हणतात. विविध प्रकारच्या मृदा व मृदा निर्मिती वरती प्रभाव टाकणारे घटक किंवा मृदा निर्मितीस पूरक असणारे घटक संशोधनाद्वारे डोकचॉव्ह यांनी प्रथमतः मांडले. मृदानिर्मितीची प्रक्रिया स्पष्ट करण्यासाठी मृदाछेदाचे तंत्र विकसित करून मृदा निर्मितीच्या अंगाचा एकत्रीत अभ्यासास ख-या अर्थाने एक वेगळीच दिशा देण्याचा प्रयत्न यांनी केला. भूपृष्ठ, वनस्पती व इतर घटकांवरती आधारीत मृदानिर्मितीची प्रक्रिया चालत असून अशा आकडेवारीच्या साहाय्याने जुन्या मृदा नकाशा तंत्राच्याऐवजी नवीन मृदा नकाशा मांडणीचे तंत्र जगाच्या समोर आणण्याचे कार्य या विचारावंताचे केले. याशिवाय मृदा समोच्चता रेषांचा वापर करून मृदा वितरणाच्या मर्यादा आधारेखित करण्यासाठीची पध्दत प्रचलीत केली.

उपरोक्त बाबींचा एकत्रीत परिणाम पहाता जगाच्या विविध देशात मृदा अभ्याचा प्रचार व प्रसार होऊन मृदा अभ्यासाचे क्षेत्र विस्तारीत झाले. मृदा भूगोलशास्त्र ही महत्त्वाची ज्ञान शाखा म्हणून अनेक विद्यापीठ स्तरांबरोबरच महाविद्यालयांमध्ये अध्यापन व अध्यायन होऊ लागले आहे.

□ मृदा भूगोलशास्त्र

मृदा व मृदा भूगोलशास्त्र या दोन्ही बाबी भिन्न आहेत. मृदा भूगोलशास्त्राचा अर्थ समजून घ्यावयाचा झाल्यास प्रथमतः मृदेची ओळख करून घेणे क्रमप्राप्त ठरते. मृदा भूपृष्ठाचा बाह्य स्तर निर्देशित करतो.

❁ व्याख्या :-

१. 'खडकाच्या विदारण प्रक्रियेतून निर्माण झालेल्या मूळ खडकाचा चुरा किंवा भुग्या पासून बनलेल्या बाह्य पदार्थाच्या थरास मृदा असे म्हणतात.'

२. 'मूळ पदार्थापासून विलग झालेल्या सुक्ष्म कणांपासून ते वाळू सदृश्य कणांपर्यंतच्या भूपृष्ठावरील जैविक द्रव्यांनीयुक्त स्तरास मृदा किंवा जमीन असे म्हणतात.'

३. के. ए. खतिब : 'भूपृष्ठावरील वरच्या सूक्ष्म मातीच्या पातळ थराला मृदा किंवा जमीन म्हणतात.'

४. रॅममन : 'खडकाचे बारीक कणात रूपांतर व रासायनिक बदल होऊ तयार झालेला, वनस्पती व प्राणी यांचे अवशेष असलेला थर म्हणजे मृदा होय.'

मृदा भूगोलशास्त्र ही प्राकृतिक भूगोलशास्त्राची एक प्रमुख शाखा असून या ज्ञानशाखेत मृदेच्या भौगोलिक प्रादेशिकरणाच्या उद्देशाने पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील मृदेचे रचनात्मक वितरण अभ्यासले जाते. मृदा निर्मितीचे घटक, मृदा निर्मितीची प्रक्रिया, गुणधर्म, वर्गीकरण, वितरण, मृदा -हास, कारणे, परिणाम, मृदा संधारण, मृदा व्यवस्थापन व त्यांच्या पध्दतींचा अभ्यास मृदा भूगोलशास्त्रात सखोलपणे केला जातो. मृदा भूगोलशास्त्राच्या अभ्यासाचे हे प्रमुख घटक असले तरी मृदा भूगोलाचा अर्थ सांगण्याच्या हेतूने पुढील काही व्याख्या देता येतील.

१. मृदेच्या अनुषंगाने तिच्या विविध अंगांचे अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजे मृदा भूगोलशास्त्र होय.
२. मृदा निर्मिती, तिच्या निर्मितीची प्रक्रिया, मृदेवर परिणाम करणारे घटक, मृदा प्रकार व त्यांचे वितरण, त्यांचे गुणधर्म व महत्व, मृदेची धूप, त्याची कारणे व उपाय, मृदा संवर्धन इत्यादींचा अभ्यास ज्या शास्त्रात होतो त्यास मृदा भूगोलशास्त्र असे म्हणतात (खतिब, २०१४).
३. भूगोलशास्त्रीय नियमांना अधिन राहून मृदा निर्मिती, तिचे प्रकार व अभिक्षेत्रीय वितरणासह मृदेच्या वैशिष्ट्यांचा अभ्यास करणा-या शास्त्रास मृदा भूगोलशास्त्र असे म्हणतात.
४. ज्या ज्ञानशाखेमध्ये वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून भिन्न भूदृष्यावरील मृदेचे प्रकारासह वितरणाचे विश्लेषण व वर्णन केले जाते त्या शास्त्रास मृदा भूगोलशास्त्र म्हणतात.

१.२ विषय विवेचन

१.२.१ मृदा भूगोलशास्त्राचे स्वरूप

अभ्यास करण्याच्या पध्दतीवरून त्या विषयास त्याचे स्वरूप प्राप्त होत असते. भूगोलशास्त्र हा प्राचीन अभ्यास विषय असल्याने काळाच्या ओघात या विषयाच्या अभ्यास पध्दतीत ही बदल घडून

आल्याचे प्रकर्षाने आढळून येते. अर्थातच मृदा भूगोलशास्त्र ही भूगोलाची अलिकडील काळातील खऱ्या अर्थाने उदयास आलेली ज्ञानशाखा असली तरी भूगोलशास्त्राचे स्वरूप या ही शाखेला बहुदा लागू पडते कारण मृदेचा अभ्यास अनेक विचारवंतानी केला असल्याचे पुरावे त्यांच्या ग्रंथ लिखानातून आढळून येतात. असे गृहीत धरून त्यावेळची अभ्यास पध्दती व आजची अभ्यास पध्दतीचा एकत्रीत विचार करता खालील प्रमाणे मृदा भूगोलशास्त्राचे स्वरूप स्पष्ट करता येईल.

अ) वर्णनात्मक स्वरूप

पृथ्वी तथा पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे वर्णन करणारे शास्त्र म्हणून भूगोलशास्त्रास अगदी सुरवातीच्या काळात ओळखले जात असे. ग्रीक, रोमन, अरेबीयन, भारतीय, चीनी, युरोपीयन इत्यादी भू अभ्यासकांनी विविध देशांचे दौरे पूर्ण करून त्या त्या प्रदेशातील भौगोलिक घटकांचे केलेले निरीक्षण व घेतलेला अनुभव या आधारे यांची वर्णने समकालीन विचारवंतांच्या लिखाणात आढळून येतात. याच विचारवंतांकडून करण्यात आलेल्या दैन्यादरम्यान मृदेचाही अभ्यास करण्यात आला. परंतू मृदेसंदर्भात असलेल्या या नोंदी वर्णनाच्या स्वरूपात प्रामुख्याने आढळून येतात. भौगोलिक घटकांच्या अभ्यासासाठी वर्णनात्मक अभ्यास पध्दती त्या काळात प्रचलीत असल्याचे स्पष्टपणे जाणवून येते. अर्थातच मृदेचा करण्यात आलेला अभ्यास अशा अभ्यास पध्दती पासून वेगळा ठरू शकत नसल्याने मृदा भूगोलशास्त्राचे प्रथम स्वरूप हे वर्णनात्मक असेच होत.

ब) प्रादेशिक स्वरूप

विविध देशातील भू अभ्यासकांमार्फत भिन्न भिन्न प्रदेशातील मृदेचा अभ्यास करण्यात आला परंतू या अभ्यासातील मृदे संदर्भात करण्यात आलेली वर्णने भिन्न प्रदेश असूनही सारखीच असलेली आढळून आली. म्हणून मृदेचा अभ्यास प्रदेशनिहाय व्हावा व तो बिनचूक असेल असा एक विचार प्रवाह पुढे आला व हाच विचार प्रवाह प्रचलीत झाला. जगाची विभागणी लहान लहान प्रदेशात करून तेथील मृदा अभ्यासली जाऊ लागली. प्रदेश निहाय करण्यात आलेल्या मृदेच्या अभ्यासामुळे गुंतागुंत कमी होऊन आधिक सुस्पष्टता येण्यास मदत झाली. विस्तृत विभागाचे लहान लहान प्रदेशात विभागणी करून तेथील मृदांचा अभ्यास करण्याची पध्दत म्हणजे प्रादेशिक पध्दत होय. प्रदेश निहाय मृदेचे वर्णन या अभ्यास पध्दतीचे वैशिष्ट्य ठरते.

क) वस्तुनिष्ठ स्वरूप

प्रादेशिक अभ्यास पध्दतीमध्ये भू अभ्यासक विशिष्ट प्रदेश निवडून तेथील भौगोलिक घटकांचा अभ्यास करित असे. अर्थातच अशा अभ्यास पध्दतीमध्ये सर्वच भौगोलिक घटक विचाराधीन असायचे. त्यामुळे सर्वच घटकांचा सखोल अभ्यास करणे अडचणीचे ठरायचे. प्रादेशिक स्वरूपातील हा दोष दुर

करण्याच्या दृष्टीने भू अभ्यासकांनी प्रदेशाची निवड करून विविध भौगोलिक घटकांपैकी एकाचीच निवड करून तो घटक सखोल पध्दतीने अभ्यास करण्याची रीत प्रचलीत केली. याचा परिणाम पहाता निवडलेल्या एकमेव घटकाच्या मूळापर्यंत पोहचून, का? कुठे? व कसे? अशा प्रश्नांची उत्तरे शाधेण्यात येऊ लागली. मृदा भूगोलातही या अभ्यास पध्दतीचा वापर होऊ लागल्याने या विषयास वस्तुनिष्ठ स्वरूप प्राप्त झाले.

ड) कार्यकारणभाव स्वरूप

मृदा भूगोलशास्त्रात मृदा निर्मितीचे घटक, मृदा निर्मितीची प्रक्रिया, मृदेचे गुणधर्म, मृदा वर्गीकरण, मृदा वितरण, मृदा -हास, कारणे, परिणाम, मृदा संधारण, मृदा व्यवस्थापन व त्यांच्या पध्दतींचा अभ्यास केला जातो. कार्यकारणभाव अध्ययन पध्दतीत दोन किंवा दोन पेक्षा जास्त घटकातील संबंध त्यांच्यातील अंतरक्रिया, दोहोंचे एकमेकांवर होणारे परिणाम इत्यादी सारख्या बाबींना विशेष महत्व दिले जाते किंभवना अशा तत्वाला मूलाधार मानून मृदेचा अभ्यास केला जातो. उदा. मृदा व पिकांचे उत्पादन, मृदा व पिकांचे वितरण किंवा पिक प्रकार. मृदा अभ्यासामध्ये अशा स्वरूपाचा अवलंब केल्यामुळे मृदे संबंधी सखोल व नेमकी विभागवार माहिती प्राप्त होऊ लागली. या शिवाय मृदेची विविध अंगे जाणून घेण्यास मदत होऊन मृदा भूगोलशास्त्राची कक्षा रूंदावून वेगळेच महत्व निर्माण झालेचे दिसून येते.

इ) सांख्यिकी स्वरूप

भूगोलशास्त्रीय नियमांना अधिन राहून मृदेचे कार्यकारणभाव अभ्यासण्याच्या पध्दतीने मृदा भूगोलास वेगळेच महत्व प्राप्त झाले. कार्यकारणभाव स्वरूपाबरोबर मृदेच्या भिन्न भिन्न अंगांचा अभ्यास करित असताना त्या अंगांचे मोजमाप करण्याची नविन पध्दत रूढ होऊन मृदा भूगोलशास्त्रास सांख्यिकी स्वरूप प्राप्त झाले. मृदे संबंधीच्या वर्णन, विश्लेषण व कार्यकारणभाव अभ्यासातून अचूक अंदाज किंवा निष्कर्षा पर्यंत पोहचण्यासाठी मृदा भूगोलाचे सांख्यिकी स्वरूप महत्वपूर्ण भूमिका निभावते. मृदा भूगोलशास्त्रात मृदा घटकांच्या मोजमापातून विविध प्रकारची आकडेवारी उपलब्ध होऊन त्या वरती सांख्यिकी प्रक्रियांचे तंत्रही अवगत झाल्याने मृदा भूगोलाचा पाया मजबूत होण्यास मदत झालीच, शिवाय विश्वासार्हता निर्माण झाली.

ई) वैज्ञानिक स्वरूप

वैज्ञानिक अभ्यास पध्दतीमध्ये प्रश्नाची निवड, गृहिते, उद्देश, तथ्य संकलन, माहितीचे वर्गीकरण, तथ्य विश्लेषण व निष्कर्ष काढले जातात. मृदा अभ्यासामध्ये हे सर्व संशोधनाचे शास्त्रीय अधिष्ठाण असलेले घटक उपयोगात आणले जातात. मृदा भूगोलात अलिकडील काही दशकात याच अभ्यास पध्दतीचा वापर आगदी जसाच्या तसा केला जात असल्याने या विषयाचे सद्यःस्वरूप वैज्ञानिक असल्याचे

दिसून येते. मृदेच्या विविध घटकांचा तथ्य आधारीत अभ्यास करून तो वैज्ञानिकदृष्ट्या प्रमाणीत केला जातो. तसेच त्या आधारीत नवनवीन सिध्दांत व संकल्पना मांडल्या जातात. यालाच मृदा भूगोलशास्त्राचे वैज्ञानिक स्वरूप म्हणून ओळखले जाते.

प) गतिशील स्वरूप

मृदा गतिशील असल्याचे अनेक अभ्यासातून सिध्द झालेले आहे. मृदेची निर्मिती, मृदा निर्मिती प्रक्रिया, मृदेचे प्राकृतिक व रासायनिक गुणधर्म, मृदा ऱ्हास इत्यादी बाबींवरून मृदेची गतिशीलता स्पष्ट होते. मृदेच्या मूळ स्थितीत अर्थातच मृदेची जाडी, नैसर्गिक व जैविक प्रक्रिया, गुणधर्म इत्यादीत होणारे बदल विचारात घेऊन त्या अनुषंगाने मृदेचा अभ्यास करण्याची पध्दत अलिकडील कांही काळात अंगीकारली आहे. हेच मृदा भूगोलशास्त्राचे गतिशील स्वरूप होय.

१.२.२ मृदा भूगोलशास्त्राची व्याप्ती

भूगोल विषयातर्गत मृदेचा अभ्यास अगदी १९व्या शतकाच्या उत्तरार्धापासून खऱ्या अर्थाने होत असल्याने या ज्ञानशाखेची व्याप्ती अगदीच मर्यादीत होती. परंतु रशियन अभ्यासक डोकचॅव्ह यांनी मृदेच्या अभ्यासास वेगळीच उंची प्राप्त करून दिल्याने मृदा भूगोलशास्त्र भूगोलशास्त्राची एक स्वतंत्र शाखा म्हणून उदयास आली. जगभरातील अनेक अभ्यासकानी मृदेचा सखोल अभ्यास करून मृदा भूगोलशास्त्राची क्षितीजे रूंदावण्यास मदत केली आणि यातूनच या विषयाची व्याप्ती सलग पणे वाढत असल्याचे स्पष्ट पणे आढळून येते.

मृदा, पाणी व हवा ही मुलभूत साधनसंपत्ती असून मानव, वनस्पती व प्राणी यांच्या विविध गरजा यासारख्या साधनांमार्फत पूर्ण केल्या जातात. मृदा ही अशी साधन संपत्ती आहे की जिच्या अस्तित्वाने इतरांचे अस्तित्व ठरत असते. पृथ्वीवरील मानव, वनस्पती व प्राणी यांचे अधिवास तसेच त्यांचे खाद्यान्न याच जमिनीतून निर्माण होत असते. मानव आपल्या बुध्दी व कौशल्याच्या जोरावरती मृदेचा वापर अनेक अंगानी करून घेत आहे. याचा अभ्यास मृदा भूगोलात होत असल्याने या विषयाची व्याप्ती दिवसेंदिवस वाढतच आहे.

(i) मृदा भूगोलशास्त्र व लोकजीवन

साधारणपणे जगाची लोकसंख्या १९५० नंतर प्रचंड वेगाने वाढत आहे. वाढत्या लोकसंख्येच्या वाढत्या अन्नधान्याच्या गरजा तसेच मृदा निगडीत संसाधनाच्या गरजा पूर्ण करण्या योगे मर्यातीत जमिनीचा पर्याप्त वापर अपरीहार्य बनतो. कृषी उत्पादने वाढवण्या साठी मृदेच्या अभ्यासची गरज निर्माण होऊन मृदा अभ्यास संशोधनाव्दारे विस्तारने केला जाऊ लागला. परिणामतः या विषयाचे क्षेत्र मोठे झाले.

अलीकडे तर मृदा भूगोलाचे अध्ययन सर्व स्तरांवर होऊ लागल्याने या विषयाची व्याप्ती अतिशय विशाल झाली असून याचे क्षेत्र खूपच विस्तारले आहे.

(ii) भूगोलशास्त्र व उद्योगधंदे

जगाच्या अर्थव्यवस्थेचा इतिहास पहाता बहुतांश देशांच्या अर्थव्यवस्थेचा कणा त्या देशातील कृषीच असल्यांचे आढळून येते. भारतासारख्या देशाने शेतीव्दारे आर्थिक प्रगती साधत औद्योगिक क्षेत्रातही तितकीच प्रगती घडवून आनली आहे. भारतातील बहुतेक उद्योगधंदे कृषीअधारीत आहेत. उदा. साखर उद्योग, कापड उद्योग, ताग उद्योग इत्यादी. आपल्या देशातील अशा उद्योगांमार्फत औद्योगिक प्रगती साधली असून इतर कांही उद्योगांची उभारणी कृषी मालावर आधारीत उद्योगांवरच झालेली आहे. यासारख्या बाबींचा विचार करता अनेक प्रकारच्या उद्योगधंद्यांचा आधार कृषी असून कृषीचे अस्तित्व मृदेवर अवलंबून आहे. त्या मुळे उद्योगांना पुरवण्यात येणाऱ्या कच्चा माल मोठ्या प्रमाणात उत्पादीत करण्याच्या हेतुने मृदेचा अभ्यास वेगवेगळ्या दृष्टीने करण्यात येऊ लागला आहे. किंबहुना अशा उद्योगांचे अस्तित्व मृदेतच दडलेले असल्याचे स्पष्ट होते.

(iii) मृदा भूगोलशास्त्र व शहरीकरण

जगभरात शहरीकरण मोठ्या दराने होत आहे. वाढत्या शहराच्या विस्तारीत जागा, रस्ते, सार्वजनिक इमारती, क्रीडांगणे, निवासी क्षेत्र इत्यादी कारणासाठी भूमीउपयोजनात सातत्याने वाढ होत आहे. शहर नियोजनाच्या आनुषंगाने जागेची मागणी गरजेची बनलेली आहे. जागेची मागणी पूर्ण करणे साठी शहरा सभोवतालच्या शेती क्षेत्रावरती अतिक्रमण होऊ लागले आहे. कृषीयोग्य जमीन अकृषक बनत असल्याने मृदा अभ्यासाव्दारे शहरी विस्ताराच्या अनुषंगाने निर्माण झालेल्या कांही समस्या सोडवण्यायोगे मदत होत आहे. मृदेच्या अभ्यासाव्दारे ढोबळमानाने तेथील भूगर्भीय रचना समजून येण्यास मदत होते की ज्याचा फायदा बांधकामांसाठी होतो.

(iv) मृदा भूगोलशास्त्र व साधनसंपत्ती

मृदा ही पायाभूत साधनसंपत्ती असून विविध सजिवांचे अस्तित्व मृदे वरती आधारलेले आहे. मानव व प्राणी यांच्या भिन्न-भिन्न प्रकारच्या गरजा प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षपणे मृदेमार्फत पूर्ण केल्या जातात. वाढत्या मानवी लोकसंख्येमुळे मृदे वरती प्रचंड ताण पडत असून मृदा साधनसंपत्तीच्या न्हासास आलिकडील काळात मोठ्या प्रमाणात सुरवात झाली आहे. मृदा संधारणाव्दारे चिरंतन विकास साधण्यासाठी मृदेचा अभ्यास वेगवेगळ्या दृष्टिकोनातून केला जाऊलागला आहे. मृदा न्हासाची कारणे, त्याचा परिणाम, त्यावरील उपाययोजना व मृदा व्यवस्थापनासारख्या अनेक बाजू मृदा अभ्यासाच्या माध्यमातून जगा समोर आल्या असून काळाची गरज बनल्या आहेत.

मानवी जीवन, पशु संपदा व इतर संसाधने यांच्यातील परस्पर संबंधाचा अभ्यास प्रादेशिक मृदा भूगोलात महत्त्व पूर्ण ठरतो.

*** स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-१ ***

१. अगदी सुरवातीच्या काळात मृदा भूगोलशास्त्राचे स्वरूप कोणते होते?
अ) वर्णनात्मक ब) गतिशील क) कार्यकारणभाव ड) वैज्ञानिक.
२. मृदा भूगोलशास्त्राचा जनक म्हणून कोणास ओळखले जाते?
अ) मार्बट ब) प्रेसकॉट क) डोकुचॉव्ह ड) ग्लिन्का.
३. खालीलपैकी मृदा भूगोलशास्त्राची कोणती शाखा आहे?
अ) रचनात्मक मृदा भूगोल ब) पर्यावरणीय मृदा भूगोल
क) जैविक मृदा भूगोल ड) प्रादेशिक मृदा भूगोल.
४. व्ही. व्ही. डोकुचॉव्ह यांनी कोणत्या देशातील मृदेचा प्रथमतः शास्त्रीय अभ्यास केला?
अ) अमेरिका ब) भारत क) चीन ड) रशिया.
५. मृदा भूगोलशास्त्राचे आलिकडील काळातील स्वरूप कोणते आहे?
अ) वर्णनात्मक ब) गतिशील क) प्रादेशिक ड) वस्तुनिष्ठ.

१.२.३ मृदा भूगोलशास्त्राचा इतिहास व मृदाशास्त्र

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील मूळ खडकापासून बनलेल्या सेंद्रीय व असेंद्रीय घटक द्रव्ये, हवा, पाणी आणि तापमानाने युक्त सर्वात वरच्या स्तरास मृदा म्हणून ओळखले जाते. अशा सर्वच घटकांना केंद्रीत मानून मृदाशास्त्राचा अभ्यास होत असतो. मृदाशास्त्र ही स्वतंत्र ज्ञान शाखा असून हा असा विषय आहे की ज्यात मृदेच्या सर्व अंगाचा नैसर्गिक घटकांच्या अनुषंगाने मृदेचे गुणधर्मासह मृदा निर्मिती, मृदा प्रकार, मृदेचे आर्थिक महत्त्व, वितरण व नकाशे, मृदा छेद, मृदा अवनती इत्यादींचा अभ्यास शास्त्रीय पध्दतीने सखोल व विस्तारने केला जातो. म्हणूनच मृदाशास्त्राचा अभ्यास मानव, प्राणी व वनस्पती जीवनाच्या दृष्टीने खूपच महत्त्वपूर्ण ठरतो.

प्राकृतिक भूगोलाच्या मृदा भूगोल या शाखेत भौगोलिक घटकांच्या आनुषंगाने मृदा निर्मिती प्रक्रिया, मृदा निर्मितीचे घटक तसेच मृदा निर्मितीवर परिणाम करणारे घटक जसे की मूळ पदार्थ, भूपृष्ठ रचना, हवामान, वनस्पती, प्राणी व कालावधी इत्यादी. मृदेचे प्राकृतिक गुणधर्म (बाह्यरूप, पोत,

संरचना, हवा, पाणी व इतर गुणधर्म: सच्छिद्रता, घनता, व रंग). मृदेचे रासायनिक गुणधर्म, मृदा प्रकार, त्यांची वैशिष्ट्ये, पीकांच्या दृष्टीने महत्व, वितरण, मृदावनती, मृदा संधारन व व्यवस्थापन इत्यादींचा अभ्यास केला जातो.

वरील दोन्ही विषयांचा (मृदाशास्त्र व मृदा भूगोल) सखोल पणे अभ्यास करता दोन्ही ज्ञान शाखा एकमेकांशी संबंधीत व पुरक असलेचे आढळून येते. मृदा भूगोलातील एकुणच घटकांचा अभ्यास करता मृदाशास्त्राचा आधार घ्यावा लागतो. कारण मृदाशास्त्र मूळ विषय असून त्या मध्ये मृदेशी संबंधीत सर्व घटकांचा परामर्श घेतला जातो. मृदाशास्त्राच्या पायावरती मृदा भूगोलाची रचना झालेली असून मृदा भूगोलात वितरणास अधिक महत्व दिलेले असते शिवाय मानवी उपयुक्ततेच्या दृष्टीने मृदेच्या अभ्यासास प्राधान्यक्रम निश्चित झालेले आहेत. मृदा भूगोलाच्या अध्यायनातून मानवी व्यवसायास अनकुल व प्रतीकूलतेचे आडाखे सहजपणे मांडणे शक्य होते.

❁ मृदा भूगोलशास्त्राचा इतिहास

एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धापासून मृदा भूगोलशास्त्राच्या अभ्यासाला खऱ्या अर्थाने सुरवात झालेचे स्पष्टपणे जाणवून येते. मृदा भूगोलाच्या शास्त्रीय अभ्यासाची सुरवात रशियात होऊन पुढे अमेरिका व नंतर जगाच्या इतर देशात त्याचा प्रसार झाला असल्याचे वेगवेगळ्या नोंदी व अभ्यासावरून स्पष्ट होते. मृदेच्या अनुषंगाने प्राकृतिक घटकांची महत्वपूर्ण भूमिका असून त्यांच्या मधील संबंध अभ्यासण्याचे श्रेय प्रथमतः डोकुचॉव्ह यांना जाते. याच दोन प्रमुख घटकातील अंतरसंबंधाचा परीपूर्ण अभ्यास करून 'मृदा भूगोलाची मूलतत्त्वे' हा ग्रंथ प्रकाशीत केला. रशियन शास्त्रज्ञ व्ही. व्ही. डोकुचॉव्ह यांचे मृदा भूगोल ही प्राकृतिक भूगोलशास्त्राची एक स्वतंत्र शाखा म्हणून उदयास आणण्या मध्ये महत्वपूर्ण योगदान असल्यानेच त्यांना मृदा भूगोलाचे जनक म्हणून ओळखले जाते. अगदी ग्रीक, रोमन अभ्यासकांपासून ते आजच्या मृदा अभ्यासकापर्यंत अनेकांच्या कार्याचा अढावा मृदा भूगोलशास्त्राच्या इतिहासाव्दारे घेता येईल. मृदा भूगोलशास्त्राचा इतिहास प्रामुख्याने तीन कालखंडात विभागला असून ते कालखंड खालील प्रमाणे :

१) इ. स. १९०० पूर्वीचा कालखंड

विविध प्राचीन अभ्यासकांच्या ग्रंथसंपदात मृदेविषयी वर्णने आढळून येतात. या कालखंडात मृदेचा अभ्यास फारसा झालेला आढळून येत नाही. अगदी मोजक्याच अभ्यासकानी पीके किंवा वनस्पती यांच्या वाढीचा आधार म्हणून मृदेचा विचार केलेला दिसून येतो. जर्मन अभ्यासक जेस्टस व्हॉन लीबिग (१८०३-१८७३) यांनी मृदेची संकल्पना प्रथमतः जगासमोर मांडली व पुढे हीच संकल्पना सुधारीत, विकसीत करण्याचे काम जर्मन कृषीशास्त्रज्ञानी केले. मृदेचे गुणधर्म जाणून घेण्याच्या हेतून मृदा नमुने

संकलीत करण्याची पध्दत व तिचे प्रयोगशाळेतील रासायनिक विश्लेषणाची रीत प्रचलीत झाली. याच दरम्यान मृदेच्या रासायनिक विश्लेषणांच्या आधारे पीकांचे पोषक घटकांच्या संदर्भात बॅलन्स सिट सिध्दांत मांडण्यात आला. आज मितीला या सिध्दांताचे महत्व तेवढेच असल्याचे कृषीशास्त्रज्ञांकडून सांगितले जाते.

फ्रेडरिक अलबर्ट यांच्या दोन ग्रंथानी मृदा अभ्यासात मोलाची भर घातली गेली. यांचा पहिला ग्रंथ मृदाशास्त्राचे पहिले तत्व (१८५७). या ग्रंथाच्या पुढे दोन आवृत्या प्रकाशित झाल्या तर त्यांचा दुसरा ग्रंथ मृदाशास्त्र किंवा सामान्य आणि विशेष मृदाशास्त्र (१८६२). त्यांच्या लिखानात प्रामुख्याने पध्दतीशीर पध्दतीचा (Systematic Approach) अवलंब करून मृदे संदर्भातील अभिक्षेत्रीय अनुभव मांडले आहेत. मृदा निर्मितीच्या अभ्यासाचे महत्व अनन्यसाधारण असून मृदाशास्त्र हा एक स्वतंत्र अभ्यास विषय म्हणून माण्यता मिळावी यासाठी प्रयत्न केले. त्यांनी १८६२ मध्ये मृदाछेदाचे वर्णन, मृदेचे प्राकृतिक व रासायनिक गुणधर्म आणि खनीज गुणधर्म आधारीत मृदा वर्गीकरणाचा प्रस्ताव सादर केला.

फ्रेडरिक अलबर्ट यांना जवळपास समकालीन असलेले रशियन शास्त्रज्ञ व्ही. व्ही. कोकुचॉव्ह यांनी (१८४६-१९०३) मृदाशास्त्र व मृदाभूगोलात मोलाचे योगदान दिले आहे. मृदा भूगोलशास्त्राच्या अभ्यासाची खऱ्याअर्थाने सुरवात यांच्या पासून झालेचे आढळून येते. रशियाच्या विस्तृत पठारावरील मृदेचा शास्त्रीय अभ्यास प्रथम त्यांनी केला. मृदेबाबतच्या पायाभूत संकल्पना: मृदा निर्मिती, मृदा निर्मितीची प्रक्रिया, मृदा रचना, मृदा छेद, मृदेचे जनुकीय वर्गीकरण या बरोबरच प्राकृतिक घटक व मृदा यांच्यातील अंतर्गत सहसंबंध प्रस्थापीत करण्याचे महत्वपूर्ण योगदान आढळून येते. या शिवाय मृदा सर्वेक्षणाची नावीन्यपूर्ण पध्दत शोधून ती जगभरात प्रचलीत केली. याच काळात मृदा वितरण दर्शवण्यासाठी मृदा नकाशा तयार करण्यात आला. व्ही. व्ही. कोकुचॉव्ह यांनी रशियन स्कूल ऑफ स्वाईल सायन्स नावाची संस्था स्थापन करून मृदेच्या वैज्ञानिक अभ्यासाची नांदी घतली.

याशिवाय एन. एम. सिबीटसेव्ह यांचे ही मृदेच्या पायाभूत संकल्पनातील कार्य महत्वपूर्ण ठरते. मृदा ही एक स्वतंत्र शरीरसदृश्य रचना असून ते हवामान, जैव घटक, मूळ पदार्थ, भूउठाव आणि कालावधी यांचे एकमेव मिश्रण आहे. याचाच आधार घेत पुढे हंस जेनी यांनी त्यांचे मृदा निर्मितीचे प्ररूप सांगितले. नथानीअल शालेर यांनी १८९१ मध्ये त्यांच्या भूगर्भीय मृदा संकल्पनेत मृदा निर्मिती व मृदेचे स्वरूप स्पष्ट केलेचे आढळून येते.

२) इ. स. १९०० ते १९६० चा कालखंड

मृदा अभ्यासाचा हा महत्वाचा कालखंड असून मृदेच्या शास्त्रीय अभ्यासाची एक पध्दत रूढ

झालेली दिसून येते. व्ही. व्ही. कोकुचॉव्ह यांचे अनेक अनुयायी जगभरात निर्माण झालेले होते. याचेच फलीत म्हणून जागतिक पातळीवरती मृदेचे वर्गीकरण व वितरण, त्यांचे विश्लेषण करण्यात आले. रशियन मृदा अभ्यासक एन. ए. डिमो व बी. ए. केलर यांनी मृदा भूगोलशास्त्रातील काही पायाभूत संकल्पना रूढ करण्या बरोबरच वाळवंटी मृदेचा शास्त्रीय अभ्यास करून सुक्ष्म जैव घटक व मृदा यांचेतील नाते संबंध प्रस्थापीत केले.

अमेरिकन मृदा अभ्यास के. डी. ग्लिन्का यांनी विविध प्रदेशातील वनस्पती व मृदेचा अभ्यास करून त्यांचे विश्लेषण केले. ग्लिन्का यांनी १९१४ साली मृदा निर्मितीच्या घटकासंबंधी एक पुस्तक प्रकाशित केले तर याच पुस्तकाचे इंग्रजी अनुवाद १९२७ मध्ये सी. ए. मार्बट यांनी केला.

एल. आय. प्रसोलोवो यांनी इ.स. १९१६ मध्ये आशिया व युरोप मधील मृदेचा अभ्यास करून मैदानी व पर्वतीय मृदेचे विरण सांगितले. पुढे १९२० ते ३० अखेर जगभरातील मृदा सर्वेक्षण पूर्ण होऊन विविध प्रमाणावरील मृदा वितरणाचे नकाशे तयार करण्यात आले. जे. ए. प्रेसकॉट सारख्या ऑस्ट्रेलियन मृदा अभ्यासकाने मृदेतील नायट्रोजन व क्षार यांचा अभ्यास केला.

या शिवाय शॉ, जोफी व हंस जेनी यांनी अनुक्रमे मृदा निर्मितीचे घटक, मृदा निर्मितीचे प्ररूप मांडले. रशियातील लेनिनग्राड व मास्को विद्यापीठात १९३० च्या दशकात मृदा भूगोलशास्त्राचे स्वतंत्र विभाग निर्माण करण्यात आले.

३) इ.स. १९६० नंतरचा कालखंड

या कालखंडातील मृदा भूगोलशास्त्रातील योगदानाचे श्रेय प्रामुख्याने रझानोव्ह (१९७७), डॅनियल या सारख्या अभ्यासकांना जाते. रझानोव्ह यांनी जागतिक मृदेच्या विश्लेषणासाठी मृदेचे प्रमुख पाच गट केले. तर डॅनियल यांनी मृदा व भूरूपे यांच्यातील अंतरीक संबंध प्रस्थापीत करण्याचे काम केले. १९८५ ते १९९५ च्या काळात जगभरातील मृदेचा सखोल अभ्यास करून प्रदेश निहाय मृदा वितरणाचे विविध प्रमाणावरील नकाशे तयार करण्यात आले.

गेल्या तीन दशकात मृदा वर्गीकरणाच्या विविध पध्दती पुढे आल्या. अधुनिक तंत्रज्ञानाने मृदा भूगोलशास्त्राचा चेहराच बदलत असल्याचे दिसून येते. मृदा भूगोलशास्त्रातील संदूरसंवेदन, जीआयएस, जीपीएस, संगणक इत्यादींचा वापर करून अध्यावत मृदा विषयक अचूक माहिती जतन व प्रकाशीत करता येऊ लागली आहे.

जगभरातील जवळपास सर्वच विद्यापीठ व महाविद्यालयीन स्तरावरती या विषयाचे अध्यायन व अध्यापन होत आहे.

*** स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-२ ***

१. खालीलपैकी कोणत्या शास्त्राच्या पायावर मृदा भूगोलशास्त्र निर्माण झाले आहे?
अ) सागरशास्त्र ब) मृदाशास्त्र क) वनस्पतीशास्त्र ड) हवामानशास्त्र.
२. मृदेचे जनुकिय वर्गीकरण प्रथमतः कोणी मांडले?
अ) मार्बर्ट ब) प्रेसकॉट क) डोकुचॉव्ह ड) ग्लिन्का.
३. खालीलपैकी कोणी भूगर्भीय मृदा संकल्पनेत मृदा निर्मिती व मृदेचे स्वरूप स्पष्ट केले आहे?
अ) डोकुचॉव्ह ब) प्रेसकॉट क) नथानीअल शालेर ड) मार्बर्ट.
४. एन. ए. डिमो व बी. ए. केलर यांनी कोणत्या मृदेचा अभ्यास करून सुक्ष्म जैव घटक व मृदा यांचेतील संबंध प्रस्थापीत केले?
अ) काळी ब) गाळाची क) तांबडी ड) वाळवंटी.
५. खालीलपैकी कोणी जागतिक मृदेच्या विश्लेषणासाठी मृदेचे प्रमुख पाच गटात विभागणी केली आहे?
अ) मार्बर्ट ब) रझानोव्ह क) डोकुचॉव्ह ड) ग्लिन्का.

१.२.३ मृदा भूगोलशास्त्राचे महत्व

भूगोलशास्त्राच्या प्रमुख दोन शाखा असून त्या म्हणजे प्राकृतिक भूगोल व मानवी भूगोल होय. यातील प्राकृतिक भूगोलामध्ये अध्यायनाच्या सोयीसाठी ज्या उपशाखा निर्माण केल्या आहेत, त्यामधील मृदा भूगोल ही एक महत्वाची ज्ञान शाखा मानली जाते. त्या मुळे मृदा भूगोलाच्या अध्यायनाला एक वेगळेच अधिष्ठान प्राप्त झाले आहे. म्हणूनच जेथे जेथे मृदेचा संबंध येतो तेथे तेथे मृदा भूगोल दिशा निर्देशनाचे काम करते. यातूनच मृदा भूगोलास विशेष असे महत्व प्राप्त झालेले आहे. ते महत्व खालील प्रमाणे सांगता येईल.

अ) कृषी उद्योगांच्या दृष्टीने

सुपीक जमिनीचे प्रदेश तेथील भौगोलिक परिस्थितीनुसार वेगवेगळ्या पीकांसाठी उपयुक्त असतात. शेती व्यवसायाने समृद्ध असलेल्या प्रदेशात लोकसंख्येची घनता सुद्धा तुलनेने जास्तच राहते. जमिनीची उपलब्धता, मजुर पुरवठा, मुबलक पाण्याची उपलब्धता, कच्चा माल तसेच हमखास बाजारपेठ या सारख्या घटकांच्या अनुकूलतेमुळे शेती आधारीत कच्चा माल (ऊस, कापूस, ताग) भिन्न प्रकारचे

उद्योग शेती क्षेत्राच्या जवळपास स्थापन होतात. अर्थातच या मधील प्रमुख घटक मृदा हाच असलेचे दिसून येते. मृदेच्या अनुकूलते मुळेच विविध पीकांची व्यापारी उत्पादने घेणे शक्य बनते. शेतीस उद्योगांची जोड मिळाल्याने प्रादेशिक विकासाला उत्तम दिशा प्राप्त होते. मात्र या उलट हलकी जमीन असणा-या विभागात कृषी आधारित उद्योगांचा फारसा विकास झालेला आढळून येत नाही. अर्थातच तेथील जमीन यासाठी कारणीभूत ठरते. मृदा भूगोलाच्या अभ्यासाव्दारे सुपीक जमिनीतून अधिकाधिक उत्पादन घेण्याबरोबरच त्या जमिनीची गुणवत्ता टिकवणे व हलक्या जमिनीची गुणवत्ता सुधारून व्यापारी पीकाना चालना देणे सोपे जाते.

ब) कृषी व्यवसायाच्या दृष्टीने

जमीन, पाणी व हवा ही जगाची मूलभूत साधनसंपत्ती असून यांच्या उपलब्धतेवर पृथ्वी वरील जीवावरणाचे अस्तित्व अवलंबून आहे. भूतलावरील प्रत्येक जीवास अन्नाची गरज असते आणि अन्न निर्मितीचा प्रमुख स्रोत म्हणून जमिनीकडे पाहिले जाते. मानवाने आपल्या चरीतार्थासाठी अगदी अनादी कालापासून जमिनीचा वापर केलेला आहे. मानवी विकासा बरोबर त्यांने आपल्या व्यवसायातही योग्य ते बदल करून प्रगती साधलेली आढळून येते. यातील शेती हा मानवाचा प्रमुख प्राथमिक व्यवसाय असून मानवाचा हा व्यवसाय पूर्णपणे मृदेवरती आधारित आहे. मृदा प्रकारानुसार पिकांचे प्रकार बदलत असतात. उदा. काळी मृदा (रेगुर) कापसासाठी, गाळाची मृदा ऊस व तांदळासाठी, जांभी मृदा चहा, कॉफी व फळांसाठी इत्यादी. जमिनीच्या दर्जानुसार पीकांची वाढ व उत्पादन अवलंबून असते. चांगल्या सुपीक जमिनीतील पीके चांगल्या प्रतीची असतात. शिवाय अशा जमिनीतून शेतीमालाचे उत्पादन अधिक मिळते. मृदा भूगोलाच्या अभ्यासाने पिकांचा प्रकार ठरवण्याबरोबरच कृषी अर्थशास्त्र जाणून घेण्यास चांगलीच मदत होते.

क) कृषी बाजारपेठांच्या दृष्टीने

शेती इतर घटकांबरोबरच जमिनीवर अवलंबून आहे. सुपीक जमीन असल्यास शेतीचा विकास होऊन शेती मालाचे उत्पादन वाढते. कृषीतून मिळवण्यात आलेल्या आधिकतम उत्पादनास किंवा खास व्यापारी उत्पादनास बाजारपेठांची गरज असते. यातूनच भारतासारख्या देशात प्रत्येक तालुका स्तरावरती कृषी बाजारपेठा स्थापन झालेल्या आहेत. या शिवाय आपल्या देशातील अनेक ठिकाणे कृषी मालाच्या खरेदी-विक्रीची जागतिक बाजारपेठीची केंद्रे बनली आहेत. उदा. गुळासाठी कोल्हापूर, हळदीसाठी सांगली, द्राक्षेसाठी तासगांव व नाशिक, आंब्यासाठी रत्नागिरी, कांद्यासाठी लोणंद व लासलगाव, तंबाखूसाठी निपाणी, कापसासाठी विदर्भ इत्यादी बाजारपेठा प्रसिध्द पावलेल्या आहेत. मृदा भूगोलाच्या अभ्यासातून पीके त्यांच्या संबंधातून बाजारपेठांचा अभ्यास करणे शक्य होते.

ड) मालवाहतुकीच्या दृष्टीने

मृदा भूगोलाच्या अभ्यासातून विविध हमखास पीकांचे उत्पादन घेणे सोयीचे ठरते. शाश्वत शेती उत्पादनामुळे व्यापारासाठी बाजारपेठांची गरज निर्माण होते. पीक उत्पादन क्षेत्र व बाजारपेठा यांच्यातील सुगमता रस्ते, रेल्वे, जल व हवाई मार्गांद्वारे साधली जाते. अर्थातच या मध्ये मालवाहतुकीला विशेष महत्व प्राप्त होते. मृदेच्या अभ्यासाद्वारे प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षपणे पायाभूत सुविधांचा विकास होण्यास चांगलीच मदत होते.

इ) प्राचीन संस्कृतीचा अभ्यास

जगातील प्राचीन संस्कृतीचा उगम व विकास नदी खोऱ्यातील सुपीक गाळाच्या प्रदेशात झालेला असल्याचे मानवी इतिहासावरून स्पष्ट होते. उदा. नाईल नदी-इजिप्शियन संस्कृती, सिंधू - भारतीय संस्कृती तसेच तैग्रीस व युप्राटीस युरोपीयन संस्कृती इत्यादी. या संस्कृतीचा अभ्यास करताना तेथील मृदा भूगोलाच्या आनुषंगाने करावा लागतो.

ई) कृषी पर्यटनाच्या दृष्टीने

आलिकडील काळात जगभरात पर्यटनाला वेगळेच महत्व प्राप्त झालेले आहे. पर्यटन व्यवसाय जगभरात तिसरा उद्योग म्हणून ओळखला जात आहे. पर्यटनातर्गत विविध घटकांचा समावेश होत असून त्या मधील कृषी पर्यटन संकल्पना चांगलीच लोकप्रीय होत आहे. मृदा भूगोलाच्या अध्यायनाद्वारे तेथील वैशिष्ट्यपूर्ण पिके सहजपणे घेणे शक्य होऊन ते आजमितीस लोकांचे आकर्षणाचे ठिकाणे बनत आहेत. कृषी पर्यटनाचा विकास अप्रत्यक्षपणे मृदेशी निगडीत आहे. म्हणूनच कृषी पर्यटनाच्या विस्तारासाठी मृदा भूगोलाच्या अभ्यासाला विशेष महत्व प्राप्त होऊलागले आहे.

याशिवाय मृदा भूगोलशास्त्राचे महत्व पर्यावरण व त्यामधील परिसंस्था, अभियांत्रिकी, सर्व जैवसृष्टीचा अन्नस्रोत इत्यादी घटकांच्या दृष्टीने सांगता येईल.

* स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-३ *

१. खालीलपैकी कोणता अन्न निर्मितीचा पाया आहे?

अ) मानव ब) मृदा क) प्राणी ड) उद्योग.

२. खालीलपैकी कोणता घटक पीकांचा प्रकार निश्चित करत नाही?

अ) मृदा ब) हवामान क) उद्योग ड) वनस्पती.

१.३ सारांश

भूगोल ही एक प्राचीन ज्ञान शाखा आहे. पृथ्वीच्या उत्पत्तीपासून या विषयाचा अभ्यास होत आहे. परंतू ख-या अर्थाने मृदा भूगोल हा विषय १९ व्या शतकाच्या अखेरीस पुढे आला. कृषी उत्पादने वाढवण्याच्या हेतूने मृदा अभ्यासाची निकड निर्माण झाली व त्या मधून मृदा प्रकार, वर्गीकरण व मृदा मुल्यमापनाची सुरवात झाली. या मधून मृदा भूगोलाचा हळूहळू विकास होत जाऊन आजचे स्वरूप प्राप्त झाले आहे. मृदा भूगोलाचे स्वरूप कालानुरूप बदलत गेलेले असून ते वर्णनात्मक स्वरूप, प्रादेशिक स्वरूप, वस्तुनिष्ठ स्वरूप, कार्यकारणभाव स्वरूप, वैज्ञानिक स्वरूप, सांख्येकी स्वरूप व गतीशील स्वरूप अशा विविध रूपात सांगितले जाते. जागतिक लोकसंख्या वाढी बरोबर मानवी गरजा ही वाढत गेल्या. वाढत्या गरजा पूर्ण करण्याच्या हेतूने भिन्न भिन्न ज्ञानशाखा ही विकसित होत गेल्या. विविध ज्ञानशाखा व त्यांच्यातील अंतर्गतसंबंध तपासले जाऊ लागले परिणामी मृदा भूगोलशास्त्र त्याला अपवाद राहिले नाही. या मधूनच मृदा भूगोलशास्त्राची व्याप्ती रुंदावत गेली. भिन्न पारिस्थितिकी बरोबरच मानवी जिवनात मृदेचे महत्व अनन्यसाधारण असे आहे. जैव सृष्टी, त्यांच्या अधिवास व अन्न गरजा पूर्ण करण्याची क्षमता मृदेत आहे. मृदा भूगोल एक महत्वाचा विषय असून, त्यांचे व्यवसाय, पर्यावरण, संस्कृती इत्यादी अंगानी याचे महत्व अत्यंत व्यापक असेच आहे.

१.४ पारिभाषिक शब्द

- * मृदा : माती किंवा जमीन.
- * मृदाशास्त्र : मृदेचा नैसर्गिक घटकांच्या अनुषंगाने अभ्यास करणारे शास्त्र.
- * मृदा भूगोलशास्त्र : मृदेच्या सर्व अंगाचा अभिक्षेत्रीय विरणाच्या अनुषंगाने अभ्यास करणारे शास्त्र.
- * स्वरूप : अभ्यास करण्याच्या पध्दती.
- * व्याप्ती : आवाका किंवा अभ्यासाची व्यापकता.

१.५ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न

१. मृदा भूगोलशास्त्र ही भूगोलशास्त्राच्या कोणत्या शाखेची उपशाखा आहे?
- अ) मानवी भूगोलशास्त्र ब) प्राकृतिक भूगोलशास्त्र
क) आर्थिक भूगोलशास्त्र ड) राजकीय भूगोलशास्त्र

□ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-३ ची उत्तरे :-

१. ड) उद्योग.
२. अ) मृदा.

१.७ सरावासाठी स्वाध्याय

अ) खालील प्रश्नांची सविस्तर उत्तरे लिहा.

१. मृदा भूगोलशास्त्राची व्याख्या सांगून स्वरूप स्पष्ट करा.
२. मृदा भूगोलशास्त्र म्हणजे काय? मृदा भूगोलशास्त्राची व्याप्ती लिहा.
३. मृदा भूगोलशास्त्राचा इतिहास स्पष्ट करा.
४. मृदा भूगोलशास्त्राचे महत्व लिहा.

ब) टिपा लिहा.

१. मृदा भूगोलशास्त्राचे स्वरूप
२. मृदा भूगोलशास्त्राची व्याप्ती
३. मृदा भूगोलशास्त्राचा इतिहास
४. मृदा भूगोलशास्त्राचे महत्व

१.८ क्षेत्रीय कार्य

१. आपल्या परिसरातील मृदा वितरणाचा अभ्यास करणे.
२. आपल्या परिसरातील मृदा नमुने संकलित करणे.
३. आपल्या परिसरातील मृदा निर्मिती व विकास प्रक्रियेचा अभ्यास करणे.
४. आपल्या परिसरातील मृदा परिक्षण केंद्राना भेटी देणे.

□□□

मृदा : निर्मिती व गुणधर्म

अनुक्रमणिका

- २.० उद्दिष्ट्ये
- २.१ प्रास्ताविक
- २.२ विषय विवेचन
 - २.२.१ जेनीची मृदानिर्मितीची बहुघटकीय प्रतिकृती
 - २.२.२ मृदा निर्मितीची प्रक्रिया : प्राकृतिक, जैविक व रासायनिक
 - २.२.३ मृदेचे प्राकृतिक गुणधर्म
 - २.२.४ मृदेचे रासायनिक गुणधर्म
- २.३ सारांश
- २.४ पारिभाषिक शब्द, शब्दार्थ
- २.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे
- २.६ सरावासाठी स्वाध्याय
- २.७ क्षेत्रीय कार्य
- २.८ अधिक अभ्यासासाठी संदर्भ ग्रंथ

२.० उद्दिष्ट्ये

१. जेनीची मृदा निर्मितीची बहुघटकीय प्रतिकृती समजवून घेण्यास मदत होईल.
२. मृदा निर्मितीची प्रक्रिया, प्राकृतिक, रासायनिक व जैविक घटक यांच्यातील परस्परसंबंधाचे आकलन होईल.
३. मृदेच्या प्राकृतिक व रासायनिक गुणधर्माविषयी ज्ञान मिळेल.
४. मृदा भूगोल अभ्यासातील वैज्ञानिक दृष्टिकोन विकसित होईल.

२.१ प्रास्ताविक

जनक खडकांवरील निरंतर प्रक्रियांचा विकास किंवा उत्क्रांतीच्या परिपाकास मृदा म्हणतात.

मृदेमध्ये सेंद्रिय व असेंद्रिय द्रव्ये असतात. उत्पादनासाठी आवश्यक असणाऱ्या श्रम, भूमी, भांडवल व संयोजन यापैकी भूमी हा एक महत्त्वपूर्ण उत्पादक घटक आहे. ऊन, वारा, पाऊस इत्यादींच्या अखंड आघाताने व प्रत्याघाताने खडकापासून मृदेची निर्मिती होत असते. भूपृष्ठावर होणाऱ्या अनेक प्राकृतिक, रासायनिक व जैविक क्रिया-प्रक्रियांमुळे मृदा निर्मिती होते. मृदा निर्मिती ही एक निसर्गातील अंत्यत मंद गतीने परंतु सातत्याने चालू असलेली गुंतागुंतीची व क्लिष्ट अशी प्रक्रिया आहे. मृदा उत्क्रांत होत जाऊन परिपक्व होतात. मूळ खडकावर मृदेच्या काही सें.मी. थर तयार होण्यास शेकडो वर्षे लागतात. त्यामुळे मृदा निर्मितीचा काळ महत्त्वाचा ठरतो. सदर प्रकरणात आपण मृदा निर्मितीचे घटक, मृदा निर्मितीची प्रक्रिया व मृदेचे प्राकृतिक आणि रासायनिक गुणधर्म यांचा अभ्यास करणार आहोत.

२.२ विषय विवेचन

२.२.१ जेनीची मृदानिर्मितीची बहुघटकीय प्रतिकृती

हॅन्स जेनी यांचा जन्म ७ फेब्रुवारी १८९९ रोजी बसेल, स्वित्झर्लँड येथे झाला. स्विस फेडरल इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी येथून १९२२ मध्ये कृषी पदविका प्राप्त केल्यानंतर त्यांनी १९२७ मध्ये Exchange Reactions या विषयामध्ये संशोधन प्रबंध सादर करून D.Sc. ही सर्वोच्च पदवी संपादन केली. कॅलिफोर्निया विद्यापीठातील बर्क्ली येथे अध्यापनाचे कार्य करित असताना १९४१ च्या दरम्यान त्यांनी "Factors of soil formation - A system of Quantitative Pedology" हा ग्रंथ प्रकाशित केला. ज्यामुळे त्यांना जगभर प्रसिद्धी मिळाली. या ग्रंथामध्ये त्यांनी मृदा निर्मितीसाठी कारणीभूत असणाऱ्या घटकांचे सखोल विश्लेषण केले आहे.

मृदा निर्मितीसाठीचे कारक/घटक या फॉर्म्युलाद्वारे जेनी या शास्त्रज्ञाने खालील समीकरण मांडले.

$$S = f(cl, o, r, p, t)$$

S = Soil Formation (मृदा निर्मिती)

f = Factor (कारक/घटक)

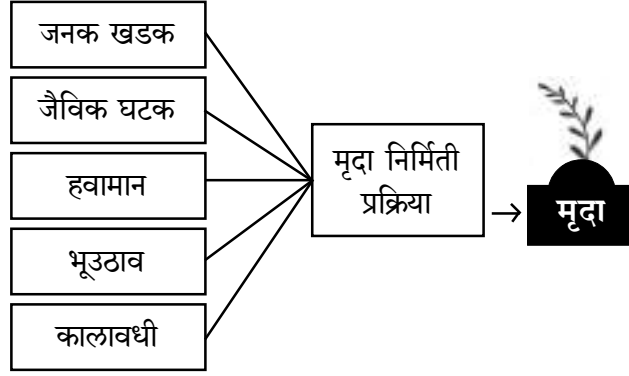
cl = Climate (हवामान)

o = Organism (जीव)

r = Relief (भूउठाव)

p = Parent Material (जनक खडक)

t = Time (काळ)



१. जनक खडक :-

मूळ खडकात किंवा जनक खडकात अपक्षय क्रियेने जे पदार्थ संचयित होतात त्यांना मृदेचे मूळद्रव्य म्हणतात. मूळ खडकांत असलेली द्रव्ये बऱ्याच वेळा मृदेत आढळतात. तसेच मृदेला सुपीकता प्राप्त करून देणारी द्रव्येदेखील मूळ खडकापासून मिळतात. मूळ खडकांचे विदारण व अपक्षय झाल्यास त्या खडकाचे रासायनिक गुणधर्म न बदलता फक्त विखंडन क्रिया घडते आणि खडकांचे मृदेत रूपांतर होते. या अपक्षय क्रियेमुळे मूळ खनिजे, क्षार आणि अन्य घटक द्रव्यांमध्ये काहीच फरक पडत नाही. उदा. बेसॉल्टपासून निर्माण होणारी काळी रेगूर मृदा. रासायनिक अपक्षय प्रक्रियेमुळे खडकावर रासायनिक प्रक्रिया होते आणि खडकांचे विखंडन न होता विघटन होते. या क्रियेत मूळ खडकाचे गुणधर्म बदलून नवीन गुणधर्माची मृदा तयार होते. उदा. उष्ण व दमट हवामान प्रदेशातील जांभी मृदा.

२. जैविक घटक :-

मृदा निर्मितीत वनस्पतींचे योगदान महत्त्वपूर्ण तर असतेच पण ते प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष असे असते. वनस्पतींच्या विघटनातून मृदेतील सेंद्रिय द्रव्य 'ह्यूमस'ची निर्मिती होते. वनस्पतींची पाने, फुले, फांद्या, फळे, बिया, जमिनीवर पडतात व सुकतात. उबदार, आर्द्र हवामानात हे पदार्थ कुजतात, मृदेतील काही सूक्ष्म जिवाणू या कुजलेल्या पदार्थांचे विघटन करतात. वनस्पतीतील पेशीजन्य संरचना भेदली गेल्याने सुलभ रासायनिक संरचना असलेले सेंद्रिय पदार्थ निर्माण होतात. वनस्पतींची मुळे मृदा धरून ठेवतात व त्यामुळे त्यांची झीज रोखली जाते. वनस्पती बाष्पोत्सर्जन करतात म्हणून त्यांच्या भोवतालच्या हवेत बाष्प असते व बाष्पीभवनाचा वेग कमी असतो. पर्यायाने मृदाजलाचे बाष्पीभवन कमी होते व त्या आर्द्र राहण्यास साहाय्य होते. मृदा निर्मितीत वनस्पतींचा सहभाग महत्त्वपूर्ण असतो.

३. हवामान :-

मृदा निर्मितीत वातावरण प्रक्रियांचा लक्षणीय असा सहभाग असतो. तापमान, पर्जन्य, वारे या वातावरणीय घटकांचा फार मोठा सहभाग खडकांच्या अपक्षयांत असतो. जास्त तापमान, अधिक आर्द्रता

व भरपूर पाऊस यामुळे रासायनिक अपक्षय वेगाने होते. वनस्पती कुजण्याची व विघटनाची क्रियाही अशा परिस्थितीत जोमाने होते. मृदाजलाची हालचाल तापमानावर अवलंबून असते. तापमान बाष्पीभवनाचा वेग नियंत्रित करते. तापमान जास्त असेल तर बाष्पीभवन वेगाने होऊन मृदाजल जवळपास संपुष्टात आल्याने मृदा कोरड्या होतात. यामुळे मृदेतील हवेचे प्रमाण वाढते. हिवाळ्यात तापमान कमी असल्याने बाष्पीभवनाचा वेग मंदावतो व मृदाजल टिकून राहते. हवेतील मृदा जलाचे प्रमाण कमी असते, अशी स्थिती मृदेतील सूक्ष्म जिवाणूंचे कार्य क्षीण करते. मृदेतील सूक्ष्मजीव हे सेंद्रिय पदार्थांचे विघटक (Decomposers) असतात ते क्रियाशील नसतील तर सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन होत नाही व पर्यायाने ह्यूमस निर्माण होण्यात अडथळे येतात. तापमान कमी असल्यास कार्बनडाय-ऑक्साइड पाण्यांत अधिक विरघळतो त्यामुळे सौम्य कार्बाम्ल तयार होते. रासायनिक अपक्षयातील कार्बोनेशन क्रियेस याचे साहाय्य होते. तापमान कक्षा अधिक असेल तर खडकांचे आकुंचन प्रसरण होत राहते त्यामुळे कायिक अपक्षयास चालना मिळते. एकंदरीत अशा अपक्षयामुळे खडक दुभंगतात. जोरदार वाऱ्यामुळे खडकांचे सुटे कण तसेच मृदेतील पृष्ठीय कण स्थलांतरित होत राहतात.

४. भूउठाव :-

भूरूपांचा उतार, उंच सखलपणा यावर मृदेची खोली नियंत्रित होते. गुरुत्वशक्तीच्या प्रभावाखाली अपक्षयित कण व मृदा कण उताराला अनुसरून स्थानांतरित होत असतात. शिवाय मृदा जल व त्यात विद्राव्य स्थितीत असलेली पोषणद्रव्ये उताराच्या अनुषंगाने वाहून जात असतात. उतार तीव्र असेल तर मृदा कण वाहून जाण्याचे प्रमाण अधिक असते. अशा भागात मृदा जाडसर-भरड कणांनी बनलेल्या असतात. मूळ खडकावर मृदा थरही पातळ असतो. डोंगर व पर्वत उतारावर अशा मृदा असतात. याउलट मैदानी प्रदेशांत, पठारावर मृदा थर जाड असतो व त्या सूक्ष्म कणांनी बनलेल्या असतात. मृदेच्या विकासांत भूबाह्य व भूअंतस्थ प्रक्रियाही महत्त्वाच्या ठरतात. भूकंपामुळे व ज्वालामुखी क्रियेने नव्या मृदेची निर्मिती होते. अशा मृदा सुपीक असतात. नद्यांमुळे पूरमैदाने, त्रिभुज प्रदेश इ. भूरूपे निर्माण होतात. या भूरूपावरील मृदा शेतीस उपयुक्त असतात. हिमनद्यांच्या हिमोढांचे प्रदेश, हिम-जलोढ मैदाने येथील मृदाही सुपीक असते. वाऱ्याच्या निक्षेपण कार्यामुळे निर्माण झालेली लोएस मृदा उपयुक्त मानली जाते.

५. कालावधी -

मृदा निर्मिती अत्यंत मंद गतीने होत असते. शेकडो वर्षांनंतर काही सें.मी. जाडीची मृदा तयार होते. इतक्या दीर्घ कालावधीत निर्मिती घटकात खूप बदल होतात व त्याचा परिणाम मृदा निर्मितीच्या दरावरही होतो. अनेक भौतिक, रासायनिक व जैविक क्रिया-प्रक्रिया, त्यांच्यातील साहचर्य संतुलन राखले गेल्यास मृदा निर्मितीचा काळ व त्यांचा उपयोगितेचा काळ यांच्यात फार तफावत आढळते.

सातत्याने पिके घेणे, अतिरिक्त जलसिंचन, खतांचा वापर यानुसार अवनत झालेल्या मृदा पुर्नउपयोगी होण्यासाठी द्यावा लागणारा काळ दिला जात नाही व अशा मृदा अनुत्पादक होतात.

*** स्वयं-अध्यनासाठी वस्तुनिष्ठ प्रश्न-१ ***

□ योग्य पर्याय निवडून विधाने पूर्ण करा.

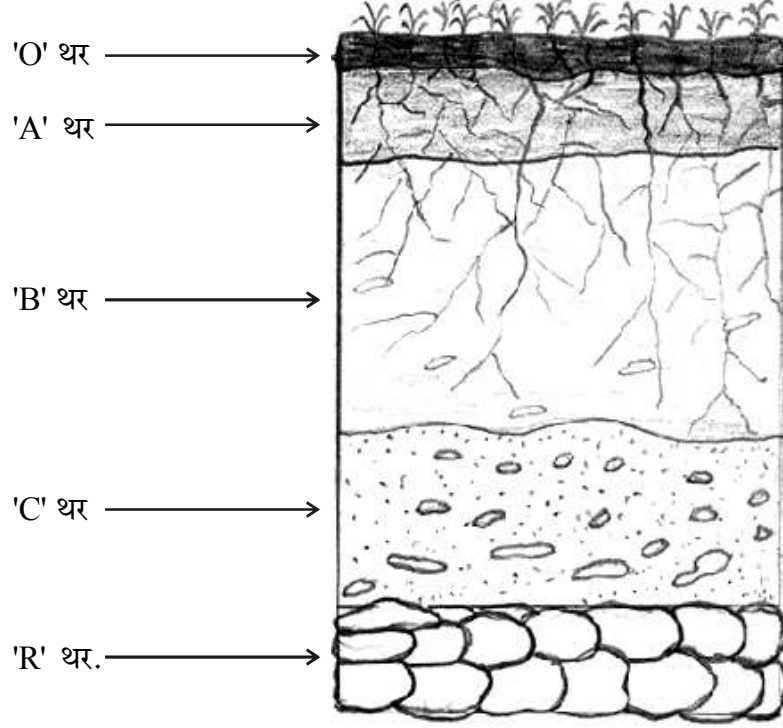
१. खालील पैकी कोणत्या शास्त्रज्ञाने मृदानिर्मितीची बहुघटकीय प्रतिकृती मांडली.
अ) डोकू चॉव्ह ब) केलर क) जेनी ड) डेव्हिस.
२. मृदा निर्मितीचे कारक/घटक स्पष्ट करण्यासाठी जेनी यांनी कोणते समीकरण मांडले.
अ) $S = f(cl, o, r, p, t)$ ब) $s = o(f, cl, r, p, t)$
क) $S = cl(f, o, r, p, t)$ ड) $S = r(f, cl, o, p, t)$
३. मुळे मृदेला ह्यूमसचा पुरवठा होतो.
अ) हवामान ब) भूपृष्ठ क) जैवीक घटक ड) जनक खडक.
४. मृदा निर्मिती कोणत्या गतीने होत असते?
अ) जलद ब) मंद क) तीव्र ड) सखोल.
५. पर्वतीय उतारापेक्षा मैदानी प्रदेशात मृदेचा थर कसा असतो?
अ) जाड ब) पातळ क) उथळ ड) बारीक.

२.२.२ मृदा निर्मितीची प्रक्रिया

मृदा ही वनस्पतींना पोषकद्रव्ये पुरविण्याचे कार्य करते. साधारणपणे ही खनिजे, मुलद्रव्ये मृदेत गाळ (Clay) व सेंद्रिय द्रव्ये (Humus) यांनी धरून ठेवलेली असतात. मृदेचे मुलभूत घटक तीन प्रकारचे म्हणजे स्थायु, द्रव आणि वायु स्वरूपात असतात. यापैकी ५०% स्थायु (४५% मृदा व ५% सेंद्रिय द्रव्ये) २५% हवा आणि २५% मृदेतील पाणी असते. यापैकी स्थायु घटकांचे प्रमाण स्थिर मानले जाते व साधारण परिस्थितीमध्ये मृदेतील वायुंचे प्रमाण वाढल्यास मृदाजल कमी होते व उलट परिस्थितीमध्ये मृदाजलाचे प्रमाण वाढते.

- * मृदा विकासाच्या दीर्घ कालावधीसाठी मृदा विकसीत होत गेली असता तिच्या उभ्या छेदामध्ये (Verticle Section) दोन ते तीन वेगवेगळ्या रंगाचे थर तयार झालेले दिसतात.

- * हे सर्व थर एकमेकांपासून रंग, पोत, तापमान, सच्छिद्रता, रचना, घनता इ. गुणधर्मात भिन्नता दर्शवितात. या थरांना मृदेचे थर (Soil Horizon) म्हणतात.
- * साधारणपणे मृदेत पुढील थर (Soil Horizon) आढळतात.
 - i) 'O' थर ii) 'A' थर iii) 'B' थर iv) 'C' थर v) 'R' थर.



आकृती क्र. २.१ : मृदेचे थर

१. **'O' थर** : हाच भूपृष्ठीय थर म्हणून ओळखला जातो. या थरामध्ये भूपृष्ठानजीक न कुजलेल्या सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण अधिक असते. याउलट कुजलेल्या सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण 'A' थरानजीक अधिक असते. या थरात सेंद्रिय द्रव्यांचे प्रमाण अधिक (Organic Content) असते. म्हणून यास 'O' थर म्हणतात.
२. **'A' थर** : यालाच मृदेचा वरचा थर (Top Soil) म्हणून ओळखले जाते. या थरात सेंद्रिय द्रव्यांचे प्रमाण अधिक असते म्हणून याचा रंग इतर थरांपेक्षा गडद (Dark) असतो. या थरामध्ये जाड्याभरड्या गाळमातीचे प्रमाण अधिक असण्याचे कारण म्हणजे वाहत्या व झिरपत्या पाण्यासमवेत या थरातील मृदाकण वाहून खालच्या थरात जातात. या प्रक्रियेस अवक्षालन (Eluviation) असे म्हणतात. या मृदाथरात जैविक संसाधनांचा (गांडूळ,

कवक, शैवाले इ.) क्रियांचा प्रभाव अधिक असतो त्यामुळे हा थर मृदेचा सर्वाधिक सुपिक थर असतो.

३. **'B' थर** : या थरास उपमृदा (Subsoil) म्हणून ओळखले जाते. हा मृदाथर अ थराच्या खाली असतो. मुळ खडकाच्या सर्व गुणधर्मापासून अत्यंत वेगळी मृदा या थरात आढळते. उष्णकटीबंधीय प्रदेशामध्ये या थरात आयर्न ऑक्साईड, अॅल्युमिनीअम ऑक्साईड चे प्रमाण अधिक असते. कारण अ थरातून वाहून आलेले खनिजे व इतर पदार्थ या थरात जमा होतात या प्रक्रियेस स्थापन थर (illuviation) म्हणतात. या थरात खनिजे जमा होतात म्हणून यास संचय विभाग (Zone of Accumulation) असेही म्हणतात.
४. **'C' थर** : B थराखाली असणाऱ्या या थरावर मृदानिर्मिती प्रक्रियेचा फार कमी परिणाम झालेला दिसतो व मुळ खडकाप्रमाणेच या थराचे प्राकृतिक व रासायनिक गुणधर्म असतात. ही मृदा जाड्याभरड्या दगड-गोट्यांची बनलेली असते. याच्या खाली असणाऱ्या 'R' थराच्या अपक्षयाने ह्या थरातील मृदा तयार होते. शुष्क प्रदेशात या थरात कॅल्शियम कार्बोनेट (CaCO_3) चे प्रमाण अधिक आढळते. या थरात कमकुवत खडकांचे प्रमाण अधिक असते व ते या थराखालील खडकापेक्षा कमकुवत असतात.
५. **'R' थर** : या थरात दगडगोट्यांचे (Regolith) प्रमाण अधिक असते म्हणून या थरास 'R' थर म्हणतात. मुळ खडकाच्या अपक्षयाने हा थर तयार होतो. म्हणून याच्या मृदेत मुळ खडकाचे अधिक गुणधर्म आढळतात.

□ मृदा निर्मितीची प्रक्रिया - प्राकृतिक, जैविक व रासायनिक

१. प्राकृतिक प्रक्रिया :-

कायिक किंवा यांत्रिक पद्धतीने भूपृष्ठावरील खडकांचे तुकडे होऊन त्याचे बारीक मातीत रूपांतर होण्याच्या क्रियेलाच मृदा निर्मितीची प्राकृतिक प्रक्रिया म्हणतात. ऊन, वारा, पाऊस यासारख्या कारंकांमुळे मूळ खडकांवर सातत्याने दाब व ताण पडून खडकांचे विखंडन होते आणि त्यातूनच भूपृष्ठावर मृदेचा थर निर्माण होत राहतो. जास्त तापमानाच्या कोरड्या प्रदेशात दिवसाच्या व रात्रीच्या तापमानात फार मोठी तफावत असते. दिवसा अतिउच्च तापमानामुळे खडक तापतात व प्रसरण पावतात याउलट रात्री कमी तापमानामुळे ते झपाट्याने थंड होतात व त्यांचे आकुंचन होते. या सततच्या आकुंचन प्रसरणामुळे खडकातील खनिजांमध्ये तणाव निर्माण होऊन खडकांना भेगा पडतात व हळूहळू खडक फुटून त्यापासून बारीक मृदाकणांची निर्मिती होते. शीत व उंच पर्वतीय प्रदेशातसुद्धा तापमान गोठण बिंदूखाली जात असल्याने पाणी गोठण्याची क्रिया घडत असते. खडकांच्या भेगामध्ये पाणी गोठते तेव्हा पाण्याचे बर्फात

रूपांतर होत असताना त्याचा दाब खडकातील भेगांमध्ये निर्माण होतो. वारंवार ही क्रिया झाल्यामुळे खडक फुटतात व त्यांचे मृदेत रूपांतरण होते. वाळवंटी प्रदेशात वारा हा कारक जास्त प्रभावी असतो. वाळवंटात वाऱ्याचा वेग जास्त असतो. वाऱ्याबरोबर वाहून येणारी वाळू मार्गातील खडकांवर सतत आघात करते. यामुळे खडक कमकुवत होतो, त्याचे पापुद्रे सुटतात व त्यापासून मृदानिर्मिती होते. जास्त पर्जन्यमान असलेल्या प्रदेशात तडकऱ्याच्या क्रियेद्वारे मृदेची निर्मिती होते. आर्द्र प्रदेशात पर्जन्याच्या आधी सूर्याच्या उष्णतेमुळे खडक अतिशय तापलेले असतात. अशा तप्त खडकावर पाणी पडल्यास खडकास तडे पडून कालांतराने त्याचे लहान-लहान कण अलग होतात.

२. जैविक प्रक्रिया :-

वनस्पती, प्राणी, मानव यांच्यामुळे विघटन व अपघटन क्रिया होवून खडक कमकुवत होतात आणि त्यांचे बारीक माती कणात रूपांतर होते याला मृदानिर्मितीची जैविक प्रक्रिया म्हणतात. वनस्पतीमुळे कायिक व रासायनिक अशा दोन्ही प्रकारचे विदारण होते. वनस्पतींची मुळे जमिनीत खोलवर शिरतात. लहान मुळे खडकांच्या फटीत प्रवेश करतात व कालांतराने ती मोठी होतात तेव्हा खडकांच्या भेगा रूंद होतात आणि खडक दुभंगतात. वनस्पतीमुळे रासायनिक विदारणही होते. वनस्पतीमध्ये जलयुक्त बॅक्टेरिया असतात. हे सूक्ष्म जीवाणू खडकातील खनिज द्रव्ये वेगळी करतात. यामुळे खडक कमकुवत होऊन मृदानिर्मिती प्रक्रिया घडून येते. वनस्पती प्रमाणेच प्राणीसुद्धा मृदा निर्मितीला मदत करतात. पृथ्वीवर अनेक प्रकारचे प्राणी बिळे तयार करतात. निवाऱ्यासाठी विवरे तयार करतात. त्यामध्ये किटक, उंदीर, घुशी यांचा उल्लेख करता येईल. हे प्राणी खडक पोखरून मृदानिर्मितीला साहाय्य करतात. आधुनिकीकरणामुळे मृदानिर्मितीतील मानवी वाटा वाढू लागला आहे. कृषी, जलसिंचन प्रकल्प, वाहतूकमार्ग निर्मिती, इमारत उभारणी, खडी मिळविण्यासाठी डोंगर पोखरणे अशा विविध क्रियांद्वारे मानव मृदानिर्मितीस अप्रत्यक्षपणे कारणीभूत ठरतो.

३. रासायनिक प्रक्रिया :-

वातावरणामधील ऑक्सीजन, कार्बन डाय-ऑक्साईड, हायड्रोजन यांच्या परिणामामुळे खडकांमध्ये रासायनिक परिवर्तन घडतात. खडकातील मुलद्रव्यांच्या आकारमानात व स्वरूपात बदल झाल्याने मूळ खडकाचे विघटन होऊन मृदानिर्मितीला सुरुवात होते यालाच मृदानिर्मितीची रासायनिक प्रक्रिया म्हणतात. पावसाचे पाणी, बर्फ विलय, वातावरणातील विविध वायू, मानवी क्रिया यामुळे रासायनिक विदारण घडून येते. प्रत्येक प्रकारच्या रासायनिक द्रव्याची खडकावर होणारी अभिक्रिया वेगवेगळ्या प्रकारची असते. हवेतील ऑक्सीजनचा दमट हवामानात लोहयुक्त खडकावर परिणाम होतो. खडकातील लोहाचे ऑक्साईडस् बनतात. ही क्रिया लोहाच्या गंजण्यासारखी असते. या क्रियेला ऑक्सिडेशन किंवा भस्मीकरण असे म्हणतात. ऑक्सिडेशनमुळे खडकाचे रासायनिक विघटन होऊन मृदानिर्मितीला मदत

होते. पावसाळ्यात कार्बन डायऑक्साईड वायू पाण्यात विरघळून कार्बोनिक आम्ल तयार होते. या सौम्य कार्बोनिक आम्लाची अभिक्रिया अग्रिजन्य खडकावर होऊन त्यातून कॅल्शियम कार्बोनेट, सोडियम, मॅग्नेशियम, सिलिका हे घटक वेगळे होतात. या क्रियेमुळे खडक कमकुवत होतात. चुनखडी, डोलोमाईट, संगमरवर खडकावर कार्बोनिक आम्लाची अभिक्रिया होऊन हळूहळू त्यापासून मृदाकण निर्माण होऊ लागतात. जास्त पावसाच्या प्रदेशात जलअपघटन क्रियेद्वारे खडकातील फेल्डस्पार या खनिज द्रव्यावर पाण्याची अभिक्रिया होते. पावसाचे पाणी खडकात मुरल्यावर त्याचा फेल्डस्पारशी संपर्क आला असता अशा प्रकारची अभिक्रिया घडून खनिजाचा आकार वाढतो. या क्रियेला हायड्रेशन असे म्हणतात. त्यामुळे खडक ठिसूळ होऊन त्याचे मातीत रूपांतर होते.

□ मृदानिर्मितीचे स्तर (Soil formation Stages) :-

खालील सहा प्रमुख प्रक्रियांद्वारे मृदा निर्मितीची प्रक्रिया चालते :

१. **अपक्षालन (Leaching)** : ही प्रक्रिया प्रामुख्याने उष्ण व दमट हवामानाच्या प्रदेशात चालते. या ठिकाणी मृदेतील विद्राव्य सिलिका, कॅल्शियम यासारखे घटक पाण्यासोबत वाहून जातात (Leaches away) व उर्वरित मृदेत आयरन ऑक्साईड, अॅल्युमिनीअम ऑक्साईडचे प्रमाण वाढते. ही मृदा लॅटेराईटीक मृदा (Lateritic Soil) म्हणून ओळखली जाते. या मृदेत ह्युमसचे प्रमाण कमी असून हायड्रोजन आयनांच्या विनिमयामुळे (Exchange) मृदा आम्लधर्मी होते.
२. **अवक्षालन (Eluviation)** : अति पर्जन्य व मृदेत झिरपणाच्या पाण्यामुळे मृदेतील लोह अॅल्युमिनीअम ऑक्साईडचे विद्राव्य घटक मृदेच्या 'A' थरामधून वाहून जातात. या प्रक्रियेस अवक्षालन प्रक्रिया म्हणतात.
३. **स्थापन थर (Illuviation)** : या प्रक्रियेत वरच्या थरातून वाहून येणारे घटक 'B' थरामध्ये जमा होतात. या प्रक्रियेस illuviation म्हणतात. वरच्या थरातून वाहून येणारे घटक जर आयरन ऑक्साईड आणि अॅल्युमिनीअम ऑक्साईड सारखे दिसतील तर 'B' थराचा रंग 'A' थरासारखा गडद (Dark) असू शकतो.
४. **प्रमृदाकरण (Podzolisation)** : समशितोष्ण कटीबंधीय प्रदेशात (Temperate region) सुचीपर्णी वृक्षांच्या पानांमध्ये थंडीपासून व बर्फापासून बचाव करण्यासाठी संयुग सारखे घटक असतात. या पानांच्या कुजण्यानंतर हे घटक मृदेतील अॅल्युमिनीअम व आयरन मुलद्रव्यांशी अभिक्रिया पावून अॅल्युमिनीअम व आयरन सेक्सीऑक्साईड तयार करतात. हेसेक्सीऑक्साईड पाण्यामध्ये विद्राव्य असल्यामुळे बर्फाच्या वितळल्यानंतर पाण्यासमवेत वाहून जातात.

त्यामुळे मृदेत सिलिकाचे प्रमाण अधिक राहते आणि मृदा राखाडी रंगाची बनते. ही मृदा आम्लधर्मी असून ती नापिक असते.

५. **ग्लेयींग (Gleying)** : ही प्रक्रिया दलदलीच्या प्रदेशात मृदेतील आर्यन ऑक्साईड (ऑक्सिजनविरहीत) परिस्थितीमध्ये कपात प्रक्रिया करतो. यामुळे या मृदेस हिरवा रंग प्राप्त होतो. गाळाचे, दलदलीच्या प्रदेशात सेंद्रिय घटकांचे प्रमाण अधिक असते.

६. **चुनामयन (Calcification)** : या प्रक्रियेमध्ये शुष्क प्रदेशात मृदेतील $CaCO_3$ (कॅल्शियम कार्बोनेट) एकत्र येऊन त्यांचे गोटे/कंकर तयार होतात. गाळाच्या नव्या खादर मृदेत Calcification प्रक्रिया होऊन तिचे भांगर मध्ये रूपांतर होते. या भांगर मृदेत कंकरचे प्रमाण अधिक असते. तुलनेत भांगर नापिक असतो.

□ **मृदेचे प्राकृतिक, जैविक व रासायनिक वैशिष्ट्ये :-**

क्र.	वैशिष्ट्ये	वाळू (Sand)	पोयटा (Silt)	चिकणमाती (Clay)
१.	जलधारण क्षमता	कमी	मध्यम ते जास्त	जास्त
२.	मृदेमधील वायुंचे प्रमाण	अधिक	मध्यम	कमी
३.	पाणी झिरपण्याचा दर	अधिक	मध्यम	कमी
४.	सच्छिद्रता	कमी	मध्यम	अधिक
५.	मृदेतील सेंद्रियपदार्थांचे प्रमाण	कमी	मध्यम	अधिक
६.	सेंद्रिय पदार्थांच्या विघटनाचा दर	वेगवान	मध्यम	हळूवार
७.	पाण्यामुळे होणाऱ्या मृदा अवनतीचे प्रमाण	कमी	अधिक	मृदा सुटीसुटी असेल तर अधिक
८.	पोषणद्रव्ये साठवून ठेवण्याची क्षमता	कमी	मध्यम	अधिक

* स्वयं-अध्यनासाठी वस्तुनिष्ठ प्रश्न-२ *

□ योग्य पर्याय निवडून विधाने पूर्ण करा.

१. वनस्पती व प्राणी यामुळे मृदानिर्मितीची खालील पैकी कोणती प्रक्रिया घडून येते?
अ) प्राकृतिक ब) जैविक क) रासायनिक ड) अजैविक.

२. खालील पैकी कोणती मृदानिर्मितीची प्राकृतिक प्रक्रिया आहे?
अ) ऑक्सिडेशन ब) कार्बोनेशन क) हायड्रेशन ड) तुषारपात.
३. जास्त पावसाच्या व आर्द्र हवामानाच्या प्रदेशात मृदा आढळते.
अ) आम्लधर्मी ब) अल्कधर्मी क) पोयटा ड) रेगूर.
४. लोह ऑक्सिडीकरणामुळे मृदेला कोणता रंग प्राप्त होतो?
अ) तांबडा ब) पिवळा क) काळा ड) करडा.
५. मृदा निर्मितीमध्ये कोणता खडक महत्त्वाचा असतो?
अ) मृदू ब) कठिण क) रूपांतरीत ड) जनक.

२.२.३ मृदेचे प्राकृतिक गुणधर्म :-

मृदेचे प्राकृतिक गुणधर्म खालील प्रमाणे आहेत :-

१. मृदारूप (Soil Morphology) :-

मृदेचे रूप मातीच्या स्वरूपा प्रमाणे वेगवेगळे असते. मोठ्या आणि खडबडीत कणांच्या मातीला वाळू तर बारीक कणांच्या मातीस चिकण माती असे म्हणतात. मातीच्या कणांची वर्गवारी करण्यासाठी त्याच्या आकाराची स्थूल मर्यादा ठरविणे आवश्यक असते. मातीच्या कणांचे वर्गीकरण कणांच्या आकारमानावरून चार वर्गात करण्यात येते.

क्र.	मृदा कणाचा आकार	आकारमान (मि.मी.मध्ये)	वैशिष्ट्ये
१.	जाड वाळू	०.२ ते २.०	यांना खडे म्हणतात, ते डोळ्यांनी दिसतात.
२.	बारीक वाळू	०.०२ ते ०.२	यांना वाळू म्हणतात, ते डोळ्यांनी दिसतात.
३.	पोयटा	०.००२ ते ०.०२	सूक्ष्म आकारमान, साध्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून दिसतात.
४.	चिकण माती	०.००२ पेक्षा लहान	अतिसूक्ष्म, शक्तिमान सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून दिसतात. यांना चिकणमाती म्हणतात.

अ) चिकण माती (Clay) :-

१. चिकण मातीचे कण सूक्ष्म असतात. खडकावर पाणी, वारा, उष्णता यांचा परिणाम होऊन हे कण बनतात. त्यामुळे यात अन्नद्रव्यांचे प्रमाण अधिक असते.

२. असे मातीचे कण पाण्याच्या संपर्कात आले की लिबलिबीत होतात, फुलतात आणि माती भिजली की चिकट बनते. आशा मातीला हवा तो आकार देता येतो. वाळल्यानंतर ती आकसते. मोठ्या भेगा पडतात आणि टणक बनते.
३. पाण्यात चिकण माती मिसळली की मातीचे कण निलंबित स्थितीत (सस्पेंशन स्टेज) राहतात आणि लवकर तळाशी साचत नाहीत. कोलायडलचे गुणधर्म चिकण मातीत आढळतात.
४. जमिनीच्या दोन कणांतील पोकळी कमी असली तरी सर्व कणांतील एकूण पोकळी जास्त असते. त्यामुळे चिकण मातीमध्ये तिच्या वजनाच्या ७० ते ८० टक्के पाणी धरून ठेवले जाते.
५. ज्या जमिनीत चिकण मातीचे प्रमाण अधिक असते अशा जमिनीत पाणी लवकर मुरत नाही. जमीन पाणी धरून ठेवत असल्याने हवा खेळती राहत नाही. ओलावा असताना ती चिकट बनते आणि ओलावा नाहीसा झाला की जमिनीला भेगा पडून ती टणक बनते.
६. अशा जमिनीत नांगरणी करणे जड जाते. मोठी ढेकळे निघतात. अशा जमिनीची कॅटायन एक्सचेंज क्षमता जास्त असते.

आ) पोयटा (Silt) :-

१. पोयट्याचे कण ०.०२ ते ०.००२ मिलिमीटर आकारचे (व्यासाचे) असतात. पोयटा हा वाळू व चिकण माती ह्यांच्या मधली अवस्था आहे. मातीच्या कणातील पोकळी पाण्याचा योग्य निचरा होऊन व हवा खेळती राहिल इतपत मोठा असतो.
२. पोयटा मर्यादितपेक्षा जास्त कोरडा होत नाही किंवा त्यास भेगा पडत नाही. अथवा जास्त पाण्याने लिबलिबीत होत नाही. गाळामधून वाळूप्रमाणे वेगाने पाणी झिरपून जात नाही.
३. पोयट्याची जमीन गाळापासून बनलेली असते. रेटाड किंवा हलक्या जमिनीच्या गुणधर्माचा सुरेख समन्वय जमिनीत आढळतो. अशा जमिनीत वाळू, पोयटा व चिकण माती यांचे योग्य मिश्रण असते. हलक्या व भारी जमिनीचे दोष तिच्यात आढळत नाहीत.

इ) बारीक व जाड वाळू (Fine and coarse sand) :-

१. बारीक वाळू व जाड वाळू यांचे कण उघड्या डोळ्यांना सहजपणे दिसतात. कणांचा आकार प्रमाणबद्ध नसतो, तो लहानमोठा असतो. प्रत्येक कण वेगवेगळे राहतात. एकमेकांना चिकटून राहत नाहीत. घडणसुलभता कमी असते अथवा अजिबात नसते.

२. दोन कणांतील पोकळी मोठी असल्यामुळे त्यात फारसे पाणी धरून ठेवले जात नाही. वाळूमय जमिनीत तिच्या वजनाच्या केवळ ३० टक्के पाणी राहते. पावसाचे किंवा ओलिताचे पाणी लवकर झिरपून जाते म्हणजेच पाण्याचा निचरा जास्त प्रमाणात होतो. त्यामुळे अन्नद्रव्ये झिरपून जातात.
३. जमिनीतील कणांची पोकळी मोठी असल्यामुळे पोकळीत हवा खेळती राहते. कण एकमेकांना चिकटून राहत नसल्यामुळे वाऱ्यामुळे त्यांची धूप होते. कणांचे विघटन हळूहळू होते असल्यामुळे पिकांना फार थोडा अन्नपुरवठा होतो.
४. जमिनीत दगड, वाळू, खडे यांचे प्रमाण जास्त असले की ती जमीन मोकळी भुसभुसीत राहून पाण्याचा निचरा चांगला होतो, हवा खेळती राहते. जमीन मशागतीला सुलभ होते. अशी जमीन हलकी असते, अन्नपुरवठा योग्य प्रकारे होत नसल्यामुळे पिकांची वाढ चांगली होत नाही.

२. मृदेचा पोत (Soil Texture) :-

१. जमिनीचा पोत म्हणजे जमिनीतील वाळू (जाड व बारीक), गाळ (पोयटा) व चिकण माती यांचे परस्परांशी असणारे प्रमाण होय. जमिनीत या चारही प्रकारच्या मातीचे कण कमी अधिक प्रमाणात असतात व त्यांच्या प्रमाणावरून जमिनीचा पोत ठरविला जातो.
२. मातीच्या कणांचे प्रमाण किती आहे हे पाहण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय मान्यताप्राप्त भौतिक पृथक्करण (मेकॅनिकल अॅनालिसिस) पद्धत उपयोगात आणतात. यासाठी इंटरनॅशनल पिपेट-बीकर पद्धतीचा उपयोग करतात.
३. जमिनीतील पाण्याचे चलनवलन क्षमतादेखील जमिनीच्या पोतावरच अवलंबून असते.
४. भारी पोताच्या जमिनीत बारीक कणांचे प्रमाण, खनिजद्रव्याचा साठा आणि जमिनीची जलधारणा शक्तीदेखील अधिक असते. म्हणून पिकाच्या दृष्टीने भारी जमिनी सुपीक असतात.
५. भारी पोताच्या जमिनी पाण्याच्या शोषणामुळे प्रसरण व उन्हाळ्यात आकुंचन पावतात व जमिनीस मोठ्या भेगा पडतात. मातीचे कण जितके सूक्ष्म तितकी जलधारणशक्ती अधिक असते.
६. भारी पोताच्या जमिनीत पाणी मातीमधील सूक्ष्म कणांतील पोकळीत साठून राहते व केशाकर्षणामुळे ते बऱ्याच काळापर्यंत पिकाच्या मुळांना मिळू शकते.

७. हलक्या पोताच्या अथवा वाळूमिश्रीत जमिनीत पाणी फार वेळ राहत नाही. त्यामुळे पिकास दिलेले खत निचऱ्यावाटे बाहेर पडण्याची शक्यता अधिक असते.

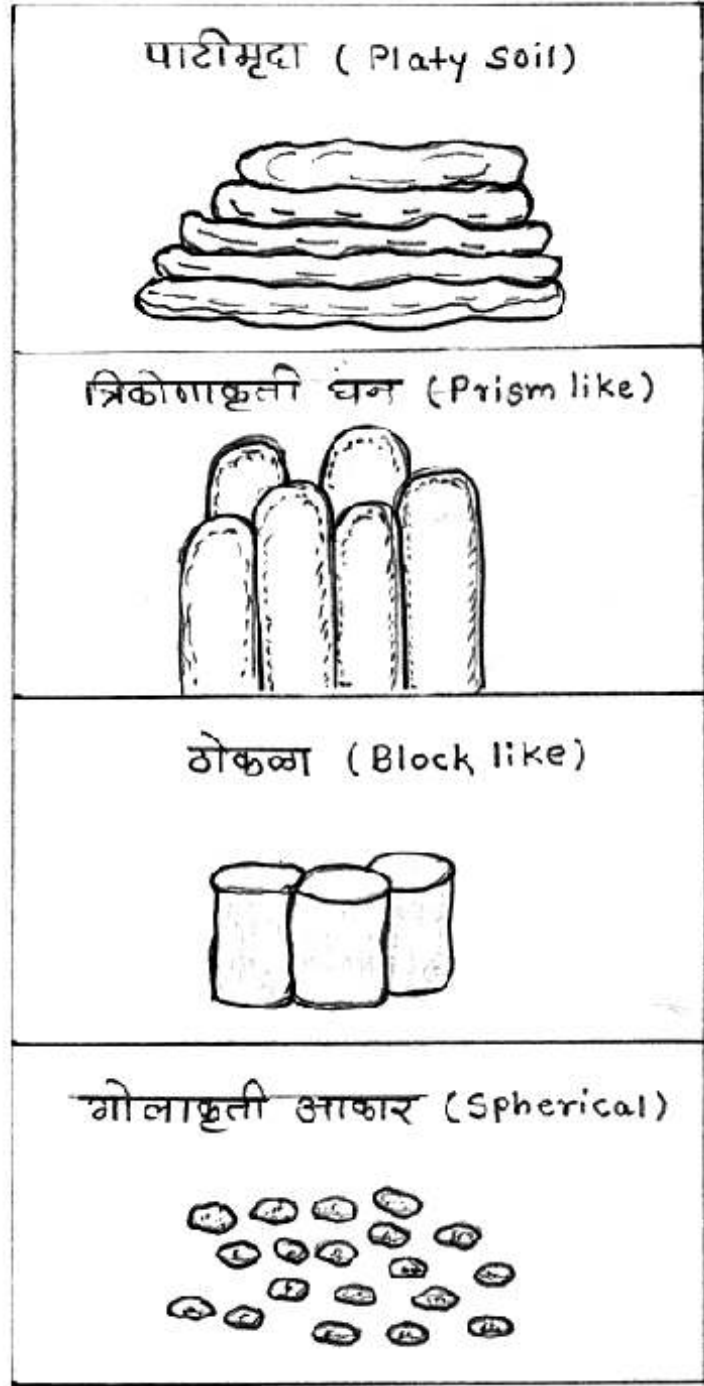
कणांचे सर्वसाधारणपणे प्रमाण (%)

क्र.	मातीचे कण	वाळू (सँड)	पोयटा (सिल्ट)	चिकण माती (क्ले)	वैशिष्ट्ये
१.	जाड वाळू जमीन (कोर्स सँडी लोम)	७०-८०	१०-२०	०-१०	अत्यंत खरखरीत मातीचे कण एकमेकांना चिकटून राहत नाहीत.
२.	वाळूमय पोयटा माती (सँडी लोम)	५०-७०	१०-२०	१०-२०	बारीक वाळूचे प्रमाणव खरखरीतपणा थोडा कमी.
३.	वाळूमय चिकण माती (सँडी क्ले)	५०-६०	१०-२०	२०-३०	चिकट, खरखरीत मातीच्या गोळ्यास आकार देता येतो.
४	पोयटा किंवा गाळाची माती (क्ले लोम)	२०-३०	५०-६०	२०-३०	ओल्या स्थितीत लोण्यासारखा मऊ तसेच हातास चिकटत नाही.
५	चिकण पोयटा	२०-४०	२०-३०	३०-५०	ओली माती हातास चिकटते. मातीच्या (Clay Loam) गोळ्यास आकार देता येतो.
६	चिकण (Clay)	५-२०	२०-३०	५०-७०	अत्यंत चिकट, मातीच्या गोळ्यास कोणताही आकार देता येतो.

३. मृदा संरचना (Soil structure) :-

१. चिकणमाती (Clay) कणांकडे मृदेच्या कणांना एकत्रित आणण्याचा गुणधर्म असतो (Aggregate formation) कॅल्शियम आणि हायड्रोजन आयन यांच्यामुळे हा गुणधर्म चिकणमाती कणांना प्राप्त झाला आहे.
२. मृदा संरचना तयार होण्यासाठी लोह व अॅल्युमिनियम ऑक्साईड हे जोडकारक म्हणून काम करतात व इतर कणांना चिकणमातीच्या कणांशी जोडून ठेवतात. मृदा सरंचनेशी कारणीभूत घटक : १) मृदा व्यवस्थापन, २) धनआयन अवशोषण.

□ मृदा संरचना वर्गीकरण (Classification of soil structure) :-



मृदा संरचनेचे विविध प्रकार

१. पाटीमृदा (Platy Soil) :-

मातीच्या कणांची रचना ही आडव्या प्लेटसारखी असते. अशा प्रकारची रचना नव्याने तयार झालेल्या चिकणमाती (Clay) मध्ये आढळते.

२. त्रिकोणाकृती घन (Prism like) :-

मातीच्या कणांची रचना ही उभ्या प्रकारची (Verticle) असते. प्रिझम सारखा आकार असतो, मुख्यतः मृदा छेदाच्या 'बी' थरात आढळते.

३. ठोकळा (Block like) :-

गोल पृष्ठभाग किंवा ठोकळ्यासारखी रचना. अशा प्रकारची रचना मुख्यतः 'बी' थराच्या वरच्या भागात आढळते.

४. गोलाकृती आकार (Spherical or sphroidal) :-

बिंदूप्रमाणे कणांची रचना असते. गोल आकार, मुख्यतः 'ए' थरामध्ये अशा प्रकारची रचना आढळते.

४. मृदेतील पाणी (Soil Water) :-

मृदेमध्ये असणारी छिद्रे मृदाजलास जागा पुरवितात. या छिद्रांमध्ये मृदाजल साठून राहते. मृदेतील छिद्राच्या आकारावरून मृदाजल आणि मृदाकणांमधील आकर्षणबल ठरते. अतिसुक्ष्म छिद्रामध्ये (Micropores) या बलाचे परिमाण अधिक असते म्हणून हे पाणी वृक्षांच्या मुळांना सहजपणे उपलब्ध होत नाही. याउलट मृदेतील छिद्रांचे आकारमान मोठे असेल (Macropores) तर पाणी सहजपणे झिरपून जाईल व हे पाणीसुद्धा वनस्पती मुळांना उपलब्ध होत नाही. हे मृदालज मृदाकणांस विशिष्ट बलाने धरून राहिलेले असते. हे मृदाजल किती बलाने मृदाकणास चिकटून राहिले आहे त्यावरून मृदाजलाचे पुढील प्रकार पडतात.

क्र.	मृदाजलाचा प्रकार	बल (लरी)	वैशिष्ट्ये
१.	गुरुत्वाकर्षण जल (Gravity Water)	१/३	* यामध्ये मृदाजल व मृदाकणांमध्ये आकर्षण फार कमी असते. त्यामुळे अधिकचे पाणी मृदाछिद्राद्वारे झिरपून जाते. हे पाणी वृक्षांना उपलब्ध नसते.

२.	केशाकर्षण जल (Capillary Water)	१/३-३१	<ul style="list-style-type: none"> * यामध्ये वातावरणातील तापमानाने निर्माण केलेल्या बलामुळे व मृदेतील छिद्राच्या सूक्ष्म आकारमानामुळे मृदाजल पृष्ठभागाच्या दिशेने येण्यास सुरुवात करते. हे मृदाजल केशाकर्षण (Capilarity) प्रक्रियेने वर येते. * या मृदाजलास Capillary water म्हणतात. * हे मृदाजल पिकास वाढीसाठी उपलब्ध असते. * १५ जार पेक्षा अधिक आकर्षण बलाचे पाणी शोषून घेतांना वृक्षांना अधिक ताण पडतो.
३.	आर्द्रता जल (Hygroscopic Water)	३१	<ul style="list-style-type: none"> * हे पाणी मृदाकणाभोवती थराच्या स्वरूपात जमा झालेले असते. हे मृदाजल अतिशय तीव्र आकर्षण बलाने मृदाकणास चिकटलेले असते. * हे पाणी पिकांच्या वाढीस उपलब्ध नसते.

मृदेतील छिद्रांमध्ये साठणाऱ्या मृदाजलाचे प्रमाण पुढील घटकांवर अवलंबून असते.

अ) मृदेचा पोत : सुक्ष्म पोत असणाऱ्या चोपणी मृदा ह्या जलसंधारणासाठी योग्य असतात तर जाडाभरडा पोतच्या वालुकामय मृदा पाण्याचा निचरा करतात.

ब) मृदेची रचना : कणीदार, स्तंभीय मृदाकणांची रचना असणाऱ्या मृदेत सुक्ष्म पोत आढळतो व अशा मृदा जलधारणेसाठी योग्य असतात.

क) मृदेतील सेंद्रिय घटक : हे घटक मृदेच्या कणांना धरून ठेवतात, त्यांची जलधारणक्षमता वाढवितात तसेच मृदेच्या रचनेचा नाश होऊ देत नाहीत.

ड) मृदेच्या सच्छिद्र थराची खोली : मृदाथराखाली खडकाळ किंवा अच्छिद्र अशा कठीण स्तर रचना असेल तर मृदाजल व पाण्याच्या झिरपण्याचे प्रमाण कमी रहाते.

इ) मृदेचे तापमान : तापमान अधिक असेल तर ही मृदा अधिक पाणी शोषून घेते.

फ) मृदेमध्ये पूर्वीच मृदाजलाचे प्रमाण अधिक असले म्हणजे मृदा संपृक्त बनते व नव्याने जलधारण क्षमता कमी होते.

५. मृदेतील हवा (Soil Air)

- १) जमिनीतील पोकळी जमिनीची हवा साठवण्याची जागा होय. मातीच्या कणांच्या रचनेमुळे ही पोकळी निर्माण होते. तर मातीचे कण एकमेकांना चिकटलेले असतील तर पोकळी कमी राहते व याउलट मृदा कण रचनेत अंतर असेल तर हवा अधिक राहते.
 - २) परिणाम भार आणि अपेक्षित भार यांच्या सहाय्याने जमिनीतील सच्छिद्रता काढता येते.
 - ३) जमिनीतील सच्छिद्रता पोकळी मशागतीच्या रानात ३० ते ६० टक्क्यांपर्यंत असते. ही पोकळी ज्या जमिनीत वाळू आहे, तेथे ६० टक्के तर ज्या जमिनीत गाळ जास्त आहे तेथे ३० टक्के असते. नांगरणीनंतर ही पोकळी मोठी होते, नंतर ती कमी होते. वरच्या थरात ही पोकळी जास्त तर खालच्या थरात कमी असते.
 - ४) जमिनीचा पृष्ठभाग वाळूमय असेल तर जमिनीतील सच्छिद्रता पोकळी ३० ते ५० टक्के आणि मध्यम ते चांगल्या घडणीच्या जमिनीत ही ४० ते ६० टक्के असते.
 - ५) जमिनीत सतत पिके घेतली गेली तर पोकळी कमी होते. सेंद्रिय पदार्थांमुळे सच्छिद्रतेत किंवा पोकळीत वाढ होते.
 - ६) सच्छिद्रता पोकळीचा आकार दोन प्रकारचा असतो : (१) मोठा (मॅक्रो), (२) लहान (मायक्रो) ०.०६ मिलिमिटरपेक्षा ज्या रंध्राचा आकार कमी असतो त्यास लहान पोकळी तर त्यापेक्षा आकार मोठा असतो त्यास मोठी पोकळी असे म्हणतात.
 - ७) मोठ्या आकाराच्या पोकळीतून पाणी आणि हवा यांची चांगली हालचाल होते. याउलट जेथे लहान पोकळी आहे तेथील जमिनीत विशेषकरून पाणीच असते. तेथे हवेचे प्रमाण फारच कमी किंवा शून्य असते. रंध्राच्या पोकळीचा आकार एकूण पोकळीपेक्षा महत्त्वाचा असतो.
- विविध प्रकारच्या मृदांमध्ये असलेले हवेचे प्रमाण खालील प्रमाणे -

मृदा प्रकार	हवेचे प्रमाण (%)
वाळुयुक्त मृदा (Sandy Soil)	२५% पेक्षा जास्त
पोयटा मृदा (Loamy Soil)	१५ ते २०%
चिकणमाती (Clay soil)	१०% पेक्षा कमी

६. मृदेचे तापमान (Temperature)

पिकाच्या उगवणीकरीता व वाढीकरिता योग्य तापमानाची गरज असते. ते निरनिराळ्या पिकासाठी

वेगवेगळे लागते. परंतु तापमान सुमारे ९ सेंटीग्रेड (४८ फॅरेनहेट) पेक्षा कमी झाले किंवा सुमारे ५० सेंटीग्रेड (१२० फॅरेनहेट) च्या वर गेले म्हणजे सर्व पिकांची वाढ फारच सावकाश होते. त्याचप्रमाणे अनेक प्रकारच्या सूक्ष्म जीवजंतुचे जमिनीतील कार्य सुमारे २७ सेंटीग्रेड ते ३२ सेंटीग्रेड (८० ते ९० फॅरेनहेट) या तापमानात फार झपाट्याने होते आणि म्हणून जमिनीचे तापमान वनस्पती आणि सूक्ष्म जीव जंतुच्या कार्यासाठी उपयोगी आहे किंवा नाही, हे जाणून घेणे जरूरीचे आहे. मातीच्या कणांची विशिष्ट उष्णता (१ ग्रॅम पदार्थाचे १ सेंटीग्रेड तापमान वाढविण्यासाठी लागणारी उष्णता) सुमारे ०.२ सेंटीग्रेड म्हणजे पाण्याच्या १/५ आहे. गडद रंगाच्या जमिनी हलक्या रंगाच्या जमिनीपेक्षा जास्त उष्णता शोषून घेतात म्हणून त्या जास्त गरम असतात. आच्छादन विरहित जमिनी लवकर तापतात व लवकर थंड होतात. जमिनीचे तापमान हे जमिनीतील रासायनिक आणि सूक्ष्म जीव जंतूंच्या कणांसाठी मदत करतात.

७. मृदेची घनता (Soil Density)

मातीची घनता दोन प्रकारांनी व्यक्त करता येते. एक म्हणजे कण घनता किंवा आकार घनता. दुसरी म्हणजे पोकळी धरून संपूर्ण मातीची घनता पहिल्या प्रकाराला कण घनता (Particle Density) किंवा खरी विशिष्ट गुरुत्व आणि दुसऱ्यास आकार घनता (Bulk Density) म्हणतात.

- १) **कण घनता** : म्हणजे केवळ १ घन से.मी. मातीचे वजन सुमारे २.६५ ग्रॅम असते. जर मातीत हेमेटाईट, मॅग्नेटाईट, लिमोनाईटसारखे वजनदार खनिज पदार्थ जास्त प्रमाणात असतील, तर घनता थोडी जास्त असते आणि सेंद्रीय पदार्थांचे प्रमाण जास्त असेल तर घनता कमी असते.
- २) **आकार घनता** : भट्टीत वाळविलेल्या मातीचे त्यातील पोकळीसह १ घन सें.मी. मातीचे वजन होय. ते नेहमी कण घनतेपेक्षा कमी असते. आकार घनता पर्यायाने मातीच्या एकूण पोकळीबरोबर बदलत असते आणि जास्त पोकळी असेल तर आकार घनता कमी असते. साधारणपणे ज्या जमिनीची आकार घनता कमी असते तिची प्राकृतिक स्थिती जास्त आकार घनता असलेल्या जमिनीपेक्षा चांगली असते. पृष्ठभागावरील जमिनीची आकार घनता तिच्या खाली असलेल्या मातीपेक्षा कमी असते. जमिनीच्या आकार घनतेला पाण्याच्या घनतेने भाग दिला तर आकारमान, वजन किंवा भासमान विशिष्ट गुरुत्व मिळते.

८. मृदेची स्थिरता (Soil Consistency)

जमिनीचा आणखी एक प्राकृतिक गुणधर्म म्हणजे तिची स्थिती होय, जमिनीच्या स्थिरतेमुळे दोन गोष्टींचा निर्णय होतो. एक म्हणजे अवजारांनी कोरडी माती घासली जात असताना त्याला प्रतिकार

करण्याची शक्ती आणि दुसरी म्हणजे माती ओली असताना तिची आकार बदलण्याची पात्रता. ओलसर मातीला थोडा दाब दिला तर हवा तो आकार घेण्याची योग्यता आणि दाब काढला तरीही तो आकार टिकविण्याची पात्रता यालाच जमीनीचा चिकटपणा (Plasticity) असे म्हणतात.

३. मृदेचा रंग (Soil Colour)

मातीच्या रंगावरून तिच्या कसाची कल्पना येते. मातीचा रंग, कसदारपणा यावरून तिच्यातून होणाऱ्या निचऱ्याचा व सुपिकतेचा अंदाज करता येतो. आपल्याकडील बहुतेक सर्व जमिनी सह्याद्रीच्या काळ्या प्रस्तारापासून (Deccan trap) तयार झाल्या आहेत. या खडकास बेसॉल्ट खडक असे म्हणतात. या खडकात विम्लयुक्त खनिजद्रव्ये विपूल प्रमाणात असतात. मातीतील सेंद्रिय पदार्थ, चुन्याचे प्रमाण, लोह क्षाराचे प्रमाण व इतर क्षार यामुळे मातीस विविध रंग येतात. एकंदर मातीच्या रंगानुसार प्रमुख तीन प्रकार आढळून येतात - काळा, पांढरा व तांबडा. ज्या जमिनीत सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण कमी असते ती जमीन फिकट रंगाची दिसते. मातीत सेंद्रिय पदार्थ व चुना विपूल प्रमाणात असेल तर ती गडद रंगाची दिसते. ज्या जमिनीत लोह व खनिजाचे प्रमाण जास्त असेल अथवा ते खनिज विखुरलेले असतील, तेव्हा निरनिराळ्या प्रकारच्या लोहानुसार जमिनीस तांबूस, पिवळसर, तपकिरी इत्यादी रंग चढतात. कापसाच्या काळ्या जमिनी, लाल पोयट्याच्या जमिनी आणि लाल मातीच्या जमिनी इ. टिटॅनियमच्या संयुक्त पदार्थांसारख्या काही खनिज द्रव्यामुळे जमिनीला गडद रंग येतो. हेमेटाईटसारखे लोखंडाचे संयुक्त पदार्थ लाल रंग तर लिमोनाइटसारखे खनिजे पिवळा रंग देतात. या दोन खनिज द्रव्यांच्या प्रमाणावर जमिनीचा रंग लाल किंवा पिवळा दिसून येतो. सिलिका किंवा चुन्याचे प्राधान्य असलेल्या जमिनीला पांढरट किंवा भुरकट रंगाची छटा येते. उदा. गडद तपकिरी किंवा काळ्या रंगाच्या जमिनी अधिक सेंद्रिय पदार्थांचे अस्तित्व व सुपिकता दर्शवितात. लाल किंवा पिवळसर जमिनी हे खेळत्या हवेचे आणि चांगल्या निचऱ्याचे निदर्शक आहेत. क्षार आणि विम्लतेच्या साठ्यामुळे झालेला पांढरा किंवा काळा रंग जमिनीची सुपिकता बिघडण्याचा आणि पिकांच्या सामान्य वाढीकरीता त्यांची अयोग्यता दर्शवितात.

* स्वयं-अध्यनासाठी वस्तुनिष्ठ प्रश्न-३ *

१. पर्वतीय प्रदेशातील मृदा कोणत्या प्रकारची असते?
अ) उत्पादक ब) पोषक क) अपोषक ड) सुपीक.
२. खालील पैकी कोणता घटक मृदेच्या तापमानावर नियंत्रण ठेवते?
अ) पाणी ब) मृदेचा पोत क) मृदेची रचना ड) हवा.

३. मृदेचा पोत हा मृदाकणांच्या कोणत्या बाबींवरून ठरविला जातो?
 अ) थर ब) प्रमाण क) रंग ड) घनता.
४. पाणी जास्त असलेल्या मृदेत हवेचे प्रमाण कसे असते?
 अ) जास्त ब) समान क) कमी ड) यापैकी नाही.
५. संरचना हा मृदेचा कोणता गुणधर्म आहे?
 अ) प्राकृतिक ब) जैविक क) रासायनिक ड) विशिष्ट.

२.२.४ मृदेचे रासायनिक गुणधर्म

मृदेचे रासायनिक गुणधर्म खालील प्रमाणे आहेत.

१. जमिनीचा सामू (जमिनीचा आम्ल/विम्ल निर्देशांक)

जमिनीचा आम्ल/विम्ल निर्देशांक हा एक महत्त्वाचा रासायनिक गुणधर्म आहे. त्यावरून जमिनीची आम्लता व विम्लता अजमावता येते. पिकास दिलेल्या खतांचा सुलभतेने पुरवठा होणे. तसेच जमिनीचा पोत टिकून राहणे इ. बाबतचे प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षपणे या गुणधर्माशी आहे.

जमिनीचा आम्लपणा ज्या अंकात मोजतात ते माप म्हणजे एक प्रकारची फुटपट्टीच होय. या पट्टीत ० ते १४ अंक असतात. प्रयोगशाळेत 'पीएच मीटर' नामक यंत्राद्वारे आम्ल /विम्ल निर्देशांक पाहिला जातो. आम्ल/निम्ल निर्देशांकाचा पल्ला ० पासून १४ पर्यंत आहे आणि त्याचा मध्य बिंदू म्हणजे ७ पीएच हा तटस्थ किंवा मध्यम स्थान दर्शवितो.

पीएच ७ पेक्षा कमी अंक आम्लता व जास्त अंक विम्लता दर्शवितात. पीएचचा बहुतेक शेतीयोग्य जमिनीचा पल्ला सुमारे ६ ते ८.५ असतो. परंतु फारच आम्ल जमिनीचा आम्ल निर्देशांक ४ च्या जवळपास व सोडियम कार्बोनेट असलेल्या अति विम्ल जमिनीचा विम्ल निर्देशांक सुमारे १० असतो. शुद्ध पाण्याचे एच आणि ओएच विद्युतभारीत कण सारख्याच प्रमाणात असतात, म्हणून त्यांचा पीएच तटस्थ असतो.

एकंदरीत पीक वाढीस उपयुक्त अशी परिस्थितीत हा अंक ६.५ ते ७.५ चे दरम्यान असते. जमीन चोपण बनल्यास हा क्रम ८.५ च्या पुढे जातो व तिचा पोत बिघडतो व निचऱ्याचे प्रमाण कमी होते. हा चोपणपणा सोडियम क्लोराईडचे प्रमाण जास्त वाढल्यामुळे येतो. जमिनीच्या पीएचवर तिच्यातील पोषणद्रव्यांच्या उपलब्धतेचे प्रमाण अवलंबून असते. ज्या जमिनीचा पीएच चारपेक्षा कमी अथवा नऊपेक्षा जास्त आहे अशा जमिनीत कोणतेही पीक येत नाही.

pH मूल्य

अति आम्लीय	आम्लीय	साधारण आम्लीय	किंचित आम्लीय	आम्ल-क्षारातील किंचित क्षारीय	साधारण क्षारीय	क्षारीय	अतिक्षारीय
२	४	६	७	८	९	१०	१४

pH मूल्य प्रमाण मापक्रम

मृदेतील विद्युत संचित हॅड्रोजनच्या क्रियाशीलतेवरून आम्ल-विम्ल निर्देशांक ठरतो. क्ले-ह्यूमस या चिकट द्रव्यांच्या संपर्कात मृदाजल व निरनिराळी खनिजे आली की त्यांचे आयनीकरण होऊन निरनिराळी विदले (ions) निर्माण होतात. हे विदल, धनात्मक (cations) व ऋणात्मक (Anions) विद्युतभारीत असतात. विदल हॅड्रोजन सर्वाधिक क्रियाशील असतो. त्यामुळे मृदेत त्याचे प्रमाण जास्त असेल तर तो इतर खनिजांच्या विदल घटकांची जागा घेतो. उतरत्या क्रमाने विदल अवस्थेतील खनिजांची मृदेतील धारकता पुढील प्रमाणे असते $-H^+$ हॅड्रोजन $Ca > mg > K > N > Na$ म्हणजे हॅड्रोजन (H^+) पासून उतरत्या क्रमाने कॅल्शियम, मॅग्नेशियम, पोटॅशियम, नायट्रोजन व सोडियमचे कॅटआयन्स मृदेत राहतात. जर विदल हॅड्रोजन अधिक असेल तर तो पर्यायाने इतर कमी क्रियाशील विदलांना दूर करतो व हे घटक मृदेतून खालील थरात वाहून गेल्याने वनस्पतींना आवश्यक ती खनिजे मृदेत शिल्लक राहात नाहीत. विदल हॅड्रोजन अशा सुमारे १२ किंवा त्यापेक्षा जास्तच खनिजांचे स्थानांतरण करतो. म्हणून क्रियाशील विदल हॅड्रोजनचे प्रमाण कमी असणे महत्त्वाचे असते. विदल हॅड्रोजन मापन आम्ल-विम्ल निर्देशांकावरून करतात. जर विदल हॅड्रोजनची तीव्रता ७ पेक्षा कमी असेल तर ती मृदा आम्लयुक्त (Acidic) असते व जर ७ पेक्षा जास्त असेल तर मृदा विम्लयुक्त (Alkaline) असते. आम्ल-विम्लता ७ म्हणजे तटस्थ गुण (Neutral) किंवा उदासीनता होय. वनस्पती या प्रकारच्या मृदा गुणधर्मास कारणीभूत ठरतात. वनस्पतींच्या पालापाचोळ्याच्या विघटनातून आम्लधर्मीय मूलद्रव्ये तयार झाली तर मृदा कमी आम्ल विम्लतेच्या होतात. जर वनस्पतीजन्य पदार्थांच्या विघटनातून आम्लधर्मीय घटक निर्माण झाले नाहीत तर मृदा विम्लधर्मी होतात.

□ आम्ल-विम्लता व मुख्य मृदा प्रकार

pH मूल्य	मृदागुण	मृदा प्रकार
४ पेक्षा कमी	तीव्र आम्लयुक्त	पडझॉल

४-५.५	मध्यम ते तीव्र आम्ल	लॅटेराईट
५.६ - ६.५	सौम्य आम्लता	तांबडी मृदा
६.६ - ७.३	उदासीन (तटस्थ)	प्रेअरी, रेगूर
७.४ - ८.४	सौम्य ते मध्यम विम्लता	चेर्नोझम मृदा
८.५ - ९.०	तीव्र विम्लता	पिंगट (पिवळा)
९ पेक्षा जास्त	अतितीव्र विम्लता (क्षारयुक्त)	वाळवंटी मृदा

मृदा जर आम्ली झाल्या तर त्यांच्यातील सोडियम, मॅग्नेशियम, फॉस्फरस सारख्या खनिजांचे प्रमाण घटते. शिवाय जिवाणूंची क्रियाशीलता कमी होते. नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करणारे सूक्ष्म जीव मृतवत होतात. परिणामी मृदांची सुपीकता कमी होते. प्रत्येक पिकाची पोषण द्रव्यांची मागणी व मृदेतील पोषणद्रव्यांची स्थिती, यावरून खताचा प्रकार व मात्रा ठरवाव्या लागतात. कोणती पिके कोणत्या मृदेत योग्य ठरतील हा निर्णयही यावर अवलंबून असतो. म्हणूनच मृदेची आम्ल-विम्लता महत्त्वाची असते.

□ सामू मोजण्याच्या पद्धती

सामू मोजण्याच्या पद्धतीपैकी दोन पद्धती म्हत्वाच्या आहेत. त्या म्हणजे इलेक्ट्रोमेट्रिक पद्धत, आणि आम्लविम्ल दार्शनिक कागद पद्धत.

१. **इलेक्ट्रोमेट्रिक पद्धत** : सामूमापक (पी.एच.मीटर) या विद्युतयंत्राच्या साहाय्याने जमिनीचे पी.एच. मूल्य मोजले जाते. ही एक अचूक पद्धत असून तिचा वापर मोठ्या प्रमाणात करतात. या पद्धतीत चार प्रकारच्या विद्युत अग्रांचा (इलेक्ट्रोड) वापर केला जातो.
२. **आम्ल-विम्ल दार्शनिक कागद पद्धत** : हा कागद ओल्या मातीत ठेवल्यास आम्ल-विम्लतेप्रमाणे त्याच्या रंगछटा बदलतात व त्या रंगावरून जमिनीचा आम्ल-विम्ल निर्देशांक ढोबळ स्वरूपात काढता येतो.

१. जैवीक घटक (Organic matter)

अ) वनस्पती :-

प्रदेशामधील मृदेवर वनस्पतींची विविध वैशिष्ट्ये आढळतात. उदाहरणार्थ पानगळ, पर्णाच्छादन, खोड वहन (वनस्पतीच्या खोडाद्वारा पावसाच्या पाण्याचे वहन) मूळ प्रणाली, वनस्पतीच्या वाढीची स्पर्धा इत्यादींचा प्रभाव पडतो व तिच्या वैशिष्ट्यांमध्ये रूपांतरण होते.

१. वृक्षाच्या पर्णाच्छादनाचे स्वरूप (घनदाट/विरळ, वर्षभर हिरवी गार) याच्या परिणाम मृदेची आर्द्रता व मृदेचे तापमान यावर होतो.
२. मृदेच्या रासायनिक गुणधर्माचे निर्धारण पानांच्या कचऱ्यामधील रासायनिक घटकांवर मोठ्या प्रमाणात अवलंबून असते.
३. वृक्षाच्या पानांपेक्षा गवत आणि शिंबा (डशसींशी) मध्ये मोठ्या प्रमाणात पोटॅशियम व मॅग्नेशियम असते.
४. वनस्पतींची मुळे मृदेमध्ये घुसतात व द्रव्यपदार्थांचे अपक्षय होते आणि मृदेच्या गुणधर्मांमध्ये परिवर्तन होते कारण मृदेमध्ये हवा व पाण्याच्या शोधात नवीन मुळे निर्माण होतात. मृदेचे कण एकत्रित बांधण्यास वनस्पतीची मुळे मदत करतात.
५. मृदेच्या उच्छेदाचा एक भाग वनस्पतींचा असतो. द्रव्यपदार्थांचा कुजणारा भाग म्हणजे ह्यूमस असतो.
६. पावसाच्या पाण्यास वनस्पती अडथळा करून वनस्पतींची मुळे मृदेला धरून ठेवतात आणि मृदेच्या धूपेस आळा बसतो.
७. वनस्पती मृदेच्या निम्न क्षितिज थरांच्या विभागापासून आधार तळ शोधून घेतात याची वनस्पतींच्या मूळ, खोड, फांद्या यांना प्राप्ती होते नंतर पानगळ होऊन पुन्हा वरच्या भागामध्ये ते परत प्राप्त होते.

ब) प्राणी

मृदानिर्मितीच्या स्थलांतरण आणि रूपांतरण (Translocation and Transformation) प्रक्रियेमध्ये प्राणी महत्त्वाची भूमिका पार पाडतात.

१. लहान मोठे प्राणी यांची बिळे, विवरे सेंद्रिय व असेंद्रिय द्रव्यपदार्थांचे मिश्रण करतात. मृदेच्या गुणधर्मात वहनद्वारा परिवर्तन होत जाते. मृदेच्या परिवर्तनात ससे, छछुंदर, चिचुंद्री, पेअरी कुत्रे, खारी, उंदीर इत्यादी प्राण्यांचा सहभाग महत्त्वाचा असतो.
२. गांडूळ, वाळवी इत्यादी प्राणी मृदेमध्ये रूपांतर करतात. सूक्ष्म जीव जंतू (Micro-organisma) ह्यूमसमध्ये बुरशी, शैवाल व सूक्ष्म जंतू विभाजन करतात नायट्रोजनचे निश्चितीकरण-हायड्रोनियमसारखे सूक्ष्म जंतू करतात.

२. मृदा पोषक मुख्य अन्नद्रव्ये - नायट्रोजन, फॉस्फरस, पोटॅशियम (Major Nutrients of Crops- NPK)

मृदेच्या व पिकांच्या निरोगी वाढीकरीता १६ घटक-द्रव्यांची आवश्यकता असते. नायट्रोजन, फॉस्फरस, पोटॅशियम, कार्बन, हायड्रोजन, ऑक्सिजन, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम, गंधक, लोह, मॅगनीज, बोरॉन, तांबे, जस्त, मॉलीब्डेनम आणि क्लोरीन यांची अत्यंत आवश्यकता असते.

नायट्रोजन, फॉस्फरस व पोटॅशियम ही मुख्य पोषक द्रव्ये, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम आणि गंधक ही दुय्यम आणि लोह, मॅगनीज, जस्त, तांबे, बोरॉन आणि मॉलीब्डेनम ही सूक्ष्म मूलद्रव्ये म्हणून ओळखली जातात. नायट्रोजन, फॉस्फरस व पोटॅशियम या मुख्य अन्नद्रव्यांचे मृदा व पीक वाढीस असलेले महत्त्व पुढील प्रमाणे :

अ) नत्र (नायट्रोट)

नत्राच्या शोषणाने वनस्पतींच्या पानांची, खोडांची व फांद्यांची वाढ होते. वनस्पतीस गडद हिरवा रंग चढतो. नत्रामुळे मातीतील इतर अन्नघटके यांची देवाण-घेवाण जलद होण्यास चालना मिळते. स्फुरद, पालाश, चुना यांचे शोषण होण्यास मदत होते.

□ नत्राचा उपयोग

वनस्पतीस प्रथिने, हरित द्रव्ये, मृदा आम्ल/अल्कलाईड्स व प्रोटोप्लॅझम तयार करण्यासाठी होतो. मृदेतील काही उपयुक्त सूक्ष्म जिवाणू व द्विदल धान्य पिकांच्या मुळांवरील गाठींद्वारे वनस्पतीस नत्र उपलब्ध होते. वनस्पती नायट्रोट स्वरूपात मृदेतील नत्र शोषण करतात. मृदेतील होणाऱ्या रासायनिक घडामोडींमुळे नत्राचे स्थानांतरण होत असते. मृदेस नत्र खत रूपात पुरवता येते. जनावरांच्या खाण्यात वनस्पती आल्यामुळे शेणखतातून नत्र मृदेत मिसळला जातो.

ब) स्फुरद (फॉस्फेट)

पिकांच्या जीवनचक्रात ज्या काही अनेक घटना घडत असतात त्यात हे पीक पोषक द्रव्य प्रामुख्याने भाग घेते. वनस्पतींच्या रासायनिक व सेंद्रिय घटकात फॉस्फेट आढळते. परिपक्व वनस्पतींच्या फळात किंवा बियात स्फुरदाचे प्रमाण अधिक असते. तसेच पीक वाढत असताना वाढीच्या विकसीत भागात फॉस्फेट जास्त प्रमाणात आढळते. सर्वसाधारणपणे पिकांमध्ये या द्रव्याचे प्रमाण शेकडा ०.१ ते ०.८ पर्यंत असते. नैसर्गिकरित्या अॅपेटाई नावाच्या खनिजात फॉस्फेट आढळून येतो व तोच या पीक पोषक द्रव्याचा एक मोठा नैसर्गिक साठा होय. याशिवाय मृदेत फॉस्फेटचा साठा पुढील निरनिराळ्या रूपात आढळतो.

१. चुन्याशी संबंधित असलेले फॉस्फेट घटक.
२. सेंद्रिय पदार्थाशी संबंधित असलेले घटक.
३. लोह व अॅल्युमिनिअम यांच्याशी निगडित असलेले घटक.
४. अॅपेटाईटच्या रूपात असलेले फॉस्फेट.

□ स्फुरदाचे उपयोग

स्फुरदामुळे मृदेतील सूक्ष्म जीवाणूंची वाढ होते. नायट्रिफिकेशनची क्रिया जलद होते. फॉस्फेटच्या उपलब्धतेमुळे शेंगवर्गातील पिकांच्या मुळांवरील गाठीमध्ये उपयुक्त असणाऱ्या जीवाणूंची वाढ होते व त्यामुळे हवेतील नायट्रोजनचे शोषणही जास्त होते. म्हणून शेंगावर्गीय पिकास स्फुरदाची फार जरूरी असते. मुक्त चुना व उपलब्ध स्फुरद यांचे एकमेकांशी पोषक असे संबंध आहेत. परंतु मुक्त चुना मात्र स्फुरदाची उपलब्धता कमी करतो.

क) पालाश (पोटॅश)

पिकांच्या वाढीस पालाश द्रव्य फार महत्त्वाचे आहे. कारण वनस्पती आपल्या वाढीसाठी मृदेतून हे द्रव्य मोठ्या प्रमाणात घेतात.

□ उपयोग

वनस्पतीच्या जीवन रसात पालाश दिसून येते. ते पदार्थाचे गोठण्याच्या क्रियेस मदत करते आणि पदार्थाची चलनवलन क्षमता वाढविते. पालाशमुळेच पिष्टमय पदार्थाचे साखरेत रूपांतर होण्यास मदत होते. तसेच या द्रव्यांमुळे वनस्पती नेहमी जोमदार व तजेलदार राहतात. ऊसाच्या बाबतीत अधिक नत्रापासून होणारे दुष्परिणाम कमी करून ऊसाची प्रत सुधारण्याकडे जास्त उपयोग होतो. वनस्पतींच्या असंख्य जीवनकार्यात पालाश मदत करते. परंतु स्वतः मात्र कोणत्याही सेंद्रिय घटकात दिसत नाही. पालाशमुळे पिकांच्या प्रत्यक्ष उत्पादन वाढीपेक्षा त्याची प्रत सुधारण्याकडे फार मदत होते आणि म्हणून त्यास प्रत सुधारणारे पोषक द्रव्य म्हणण्यास हरकत नाही.

३. मृदेची लवणता (Salinity of Soil)

मृदेची निर्मिती होत असतानाच मूळ खडकामधील खनिज घटकांवर रासायनिक प्रक्रिया होऊन लवणांची उत्पत्ती होते. मृदेत सर्वसाधारणपणे पुढील लवणे आढळतात : (१) सोडिअम क्लोराइड, (२) कॅल्शिअम क्लोराइड, (३) मॅग्नेशिअम क्लोराइड (४) सोडिअम सल्फेट (५) कॅल्शिअम सल्फेट (६) मॅग्नेशिअम सल्फेट (७) सोडिअम कार्बोनेट व सोडियम बायकार्बोनेट आणि (८) कॅल्शिअम

बायकार्बोनेटे याशिवाय अगदी अल्प प्रमाणात सोडिअम नायट्रेट, पोटॅशियम नायट्रेट व सल्फेट आदी लवणे दिसून येतात. वरील लवणांपैकी क्लोराइड लवणे, सोडिअम सल्फेट व मॅग्नेशियम सल्फेट, सोडिअम कार्बोनेट व बायकार्बोनेट लवणे सहज विरघळतात, परंतु कॅल्शियमची सल्फेट, बायकार्बोनेट आणि कार्बोनेट ही लवणे मात्र अल्प प्रमाणात पाण्यात विरघळणारी असतात. जेव्हा या लवणांचे प्रमाण विशिष्ट मर्यादेपलीकडे जाते तेव्हा मृदा लवणयुक्त बनतात आणि त्यांची उत्पादनक्षमता घटते.

□ लवणांचे पीक वाढीवरील परिणाम

पिकांची मुळे व कोशिका अकार्यक्षम बनतात. कधी-कधी तर मुळे जळून निष्क्रिय बनतात. म्हणून विशिष्ट मर्यादेच्या पलीकडे लवणांचे प्रमाण गेल्यास ते पिकांच्या दृष्टीने अपायकारक ठरते. काही पिके मात्र जास्त लवणांच्या मृदेतदेखील तग धरू शकतात. जलसिंचित लाभक्षेत्रात मृदा पुष्कळदा खारवट बनतात आणि त्याचे प्रमुख कारण म्हणजे तेथे सतत वर येणारी पाण्याची पातळी व निचऱ्याचा अभाव म्हणून सुसंबद्ध चर योजना आखून जादा पाण्याचा निचरा करणे अगत्याचे ठरते.

मृदेतील लवणांचे प्रमाण व त्यास सहिष्णू असणाऱ्या वनस्पती

जास्त लवण १.५ च्या पुढे	पाणकणीस, तुंगा, लव्हाळ, रूद्रवंती.
अधिक लवण १ ते १.५	खजूर, शिंदी, माड, शेवरी, बीट, धेंचा, पॅरा गवत, बाली गवत, डाळिंब, गिनी गवत.
मध्यम लवण ०.५ ते ०.५	कापूस, गजराज गवत, ऊस, गहू, कांदा, करडई, भात, नारळ.
साधारण लवण ०.२ ते ०.५	लसूण, ओट, लसूण घास, ज्वारी, मका, टोमॅटो, सालीट, गाजर.
कमी लवण ०.२ पेक्षा कमी	संत्रा, मोसंबी, सफरचंद आदी फळझाडे, भुईमूग, द्विदल वर्गाची पिके, बटाटा, वाटाणा, कोबीवर्गीय भाजीपाल्याची पिके, मुळा.

* स्वयं-अध्यनासाठी वस्तुनिष्ठ प्रश्न-४ *

- खालील पैकी कोणता मृदेचा रासायनिक गुणधर्म नाही?
अ) सामू ब) नायट्रोजन क) फॉस्फरस ड) सच्छिद्रता.
- मृदेचा सामू ७ पेक्षा जास्त असल्यास मृदा कशी असते?
अ) आम्लयुक्त ब) विम्लयुक्त क) क्षारयुक्त ड) उदासीन.

३. खालील पैकी कोणते जीवाणू नायट्रोजनचे रूपांतर नायट्रेटमध्ये करतात ?
अ) अँझोटोबॅक्टर ब) मॉलिब्डेनम क) बोरॉन ड) रायझोबियम.
४. खालील पैकी कशामुळे पिष्टमय पदार्थाचे रूपांतर साखरेत होण्यास मदत होते ?
अ) नत्र ब) स्फुरद क) पालाश ड) ह्युमस.
५. मृदेत फॉस्फेटची उपलब्धता भरपूर असते तेव्हा मृदेचा सामू किती असतो ?
अ) २ ते ३ ब) ६ ते ७ क) ९ ते १० ड) १३ ते १४.

२.३ सारांश

नैसर्गिक पर्यावरणातील मृदा हा एक अत्यंत महत्वाचा व प्रभावी घटक आहे. नैसर्गिक संसाधन म्हणून मृदेचे महत्त्व मोलाचे आहे. मानवाच्या एकूण अन्नधान्य गरजेपैकी ९९% खाद्य भूपृष्ठाच्या १५ ते ३० सेमी जाडीच्या बाह्यस्तरातून म्हणजे मृदेतून उपलब्ध होते. मृदेची निर्मिती, तिचे गुणधर्म, प्रकार, स्वरूप, मृदेचा विकास, सुपीकता इत्यादीसाठी मृदाची माहिती असणे आवश्यक ठरते. मृदेच्या अध्ययनामुळे भूरूपिक इतिहास जाणता येतो, भूरूपांची उत्क्रांती स्पष्ट करता येते. तसेच हवामान स्थितीतील परिवर्तनसुद्धा जाणून घेता येते. भूकवचाच्या बाह्यस्तरावर प्राकृतिक व रासायनिक प्रक्रिया होऊन मृदा तयार झालेली असते. प्राकृतिक रचना, भूउतार, खडकांचे प्रकार, सेंद्रिय पदार्थ यांचा मृदेच्या गुणधर्मावर प्रभाव पडतो. अचेतन अवशिष्ट स्तर म्हणून मृदेकडे पाहिले जाते. परंतु मृदाशास्त्रानुसार मृदा हा गतिमान भूस्तर असून त्यात प्राकृतिक, जैविक व रासायनिक प्रक्रिया अविरतपणे सुरू असतात. घन, वायू, जल मुलद्रव्यांचे संघटन होऊन मृदा तयार झालेली असते.

२.४ पारिभाषिक शब्द, शब्दार्थ

१. जनक खडक : मृदानिर्मितीस आवश्यक असलेले पदार्थ ज्या खडकांपासून मिळतात तो मूळ खडक.
२. मृदा छेद : जनक खडकांपासून भूपृष्ठाच्या सर्वात वरच्या थरापर्यंतचा मृदेचा उभा काप.
३. विदारण : मोठ्या खडकाचे लहान-लहान तुकड्यात व शेवटी मृदाकणात रूपांतर होण्याची प्रक्रिया.
४. मृदेचा सामू : मृदेचा आम्लविम्लता गुणधर्म दर्शविणारे एकक.
५. ह्युमस : मृदेतील जीवावशेषांच्या कुजण्याच्या प्रक्रियेतून निर्माण झालेले सेंद्रिय मिश्रण.

२.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

□ स्वयं-अध्ययनासाठी वस्तुनिष्ठ प्रश्न-१ ची उत्तरे

१. क) जेनी
४. अ) जलद.
२. अ) $S = f(cl, o, r, p, t)$
५. अ) जाड.
३. क) जैवीक घटक.

□ स्वयं-अध्ययनासाठी वस्तुनिष्ठ प्रश्न-२ ची उत्तरे

१. ब) जैविक
४. अ) तांबडा.
२. ड) तुषारपात
५. ड) जनक.
३. अ) आम्लधर्मी.

□ स्वयं-अध्ययनासाठी वस्तुनिष्ठ प्रश्न-३ ची उत्तरे

१. क) अपोषक
४. क) कमी.
२. अ) पाणी
५. अ) प्राकृतिक.
३. ब) प्रमाण.

□ स्वयं-अध्ययनासाठी वस्तुनिष्ठ प्रश्न-४ ची उत्तरे

१. ड) सच्छिद्रता
४. क) पालाश.
२. ब) विम्लयुक्त
५. ब) ६ ते ७.
३. ड) रायझोबियम.

२.६ सरावासाठी स्वाध्याय

अ) टीपा लिहा.

१. जेनीचे मृदानिर्मितीचे प्रतिमान.
२. मृदेचे प्राकृतिक गुणधर्म.
३. मृदेची लवणता.

ब) खालील प्रश्नांची सविस्तर उत्तरे लिहा.

१. मृदानिर्मितीची प्राकृतिक, जैविक व रासायनिक प्रक्रिया सविस्तर स्पष्ट करा.
२. मृदेच्या प्राकृतिक गुणधर्माचे विवेचन करा.
३. मृदेच्या रासायनिक गुणधर्माचे वर्णन करा.

२.७ क्षेत्रीय कार्य

१. आपल्या परिसरातील मृदा निर्मितीच्या प्रक्रियेचे सूक्ष्म निरीक्षण करून एक अहवाल तयार करा.
२. आपल्या परिसरातील मृदेचे नमुने तपासून मृदेतील रासायनिक गुणधर्माचा अभ्यास करा.

२.८ अधिक अभ्यासासाठी संदर्भ ग्रंथ

१. खतीब के. ए., (२०१९) : 'मृदा भूगोल', मेहता बुकसेलर्स, कोल्हापूर.
२. गुरव डी.यु. व चव्हाण एस.एन., (२०१९) : 'मृदा भूगोल', निराली प्रकाशन, पुणे.
३. सवदी ए.बी. व कोळेकर पी.एस., (२००६) : 'भूगोलाची मूलतत्त्वे (खंड पहिला)', निराली प्रकाशन, पुणे.
४. सावंत पी., (२०१४) : 'मृदा भूगोल', फडके प्रकाशन, कोल्हापूर.
५. Jenny, H., (1941) : 'Factors of Soil formation - A system of Quantitative Pedology', Dover Publication, Inc., New York.
६. Mathur, N., (2012) : 'Soils', Rajat Publications, New Delhi.
७. Plaster, E. J., (2009) : 'Soil Science and Management', Cengage Learning, Boston.

□□□

मृदा : वर्गीकरण आणि वितरण

(Soil Classification and Distribution)

अनुक्रमणिका

३.० उद्दिष्ट्ये

३.१ प्रास्ताविक

३.२ विषय विवेचन

३.२.१ मृदेचे जनुकिय वर्गीकरण (Genetic Classification of Soil)

३.२.२ महाराष्ट्रातील मृदेची वैशिष्ट्ये आणि वितरण (Soil Characteristics and Major Soil Distribution in Maharashtra)

३.२.३ मृदा अवनती : संकल्पना, कारणे, परिणाम आणि उपाययोजना (Soil Degradation : Concept, Causes, Consequences and Measures)

३.३ सारांश

३.४ पारिभाषिक शब्द, शब्दार्थ

३.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

३.६ सरावासाठी स्वाध्याय

३.७ क्षेत्रीय कार्य

३.८ अधिक अभ्यासासाठी संदर्भ ग्रंथ

३.० उद्दिष्ट्ये

या घटकाच्या अभ्यासानंतर आपणांस,

१. मृदेचे जनुकिय वर्गीकरण व त्याचा शास्त्रीय आधार याची माहिती मिळेल.
२. मृदा निर्मिती, मृदेचे विविध प्रकार व जगातील वितरण याची माहिती होईल.
३. महाराष्ट्रातील मृदेचे प्रमुख प्रकार व वितरणाची माहिती होईल.
४. मृदा अवनतीस कारणीभूत ठरणारे घटक व मृदा संधारणासाठीच्या उपाययोजना समजतील.

३.१ प्रास्ताविक

या मोड्युलमध्ये आपल्याला मृदेचे वर्गीकरण व वितरणाच्या अनुषंगिक अध्ययन करावयाचे आहे. खरं तर माती ही वनस्पतींचा आधार असते आणि वनस्पतींपासून मानवाच्या अन्न, वस्त्र व निवारा या गरजा पूर्ण होतात, उद्योगांसाठी लागणारा कच्चा मालही वनस्पतींपासून व मातीतूनच मिळतो, म्हणूनच मृदा अध्ययनाची गरज निर्माण झाली आहे. थोडक्यात सजीवांसाठी मृदा ही आधार म्हणून अभ्यासली जाते.

जगातील वेगवेगळ्या तज्ञांनी मृदेबाबत अध्ययन करून भू-प्रदेश, हवामान, वनस्पती यांचा मृदा वर्गीकरणासाठी आधार घेतला जातो. जगभरातील मृदेचे वर्गीकरण करून मृदेमधील भौतिक, रासायनिक व जैविक घटक स्पष्ट केले. याबरोबरच वेगवेगळी पिकपध्दती व त्यावरील मृदा प्रकारांचा प्रभाव अभ्यासण्याचे काम विविध तज्ञांनी केले आहे. याबरोबरच महाराष्ट्रातील प्रमुख मृदा प्रकार, वितरण व त्यामधील पिकपध्दती यांचे अध्ययनही याठिकाणी केले आहे.

मृदा एक महत्त्वाची नैसर्गिक साधनसंपत्ती आहे. या मृदेचा अतिवापर, शेती करण्याच्या चुकीच्या पध्दती, वृक्षतोड, सागरी लाटा, वारा, वाहते पाणी यांच्या कार्यातून मृदा अवनती घडून येते. जमिनी क्षारपड, आम्ली होतात, जमिनीची धूप, वाळवंटीकरण घडून येते, याचा परिणाम म्हणून जमिनीची उत्पादनक्षमता कमी होते. जमिनी नापीक बनतात. यावर उपाय म्हणून मृदा संधारणासाठी नाला बंदींग, बांधबंदिस्ती, वृक्षारोपण, मशागतीच्या योग्य पध्दतींचा अवलंब, स्थलांतरित शेतीवर निर्बंध, रासायनिक खतांचा योग्य वापर व सेंद्रीय खतांचा वापर इ. अनेक पध्दती अवलंबल्यास मृदासंधारणास मदत होते. यातून मृदासंधारण काळाची गरज आहे हे स्पष्ट होते, याबरोबरच मृदा खराब झालेनंतर तिची काळजी घेण्यापेक्षा ती मृदा खराब होणार नाही या पध्दतीने मृदा वापर करण्याकडे कल वाढतो आहे. मृदेचा संवर्धनात्मक वापर ही आजच्या काळाची गरज आहे.

३.२ विषय विवेचन

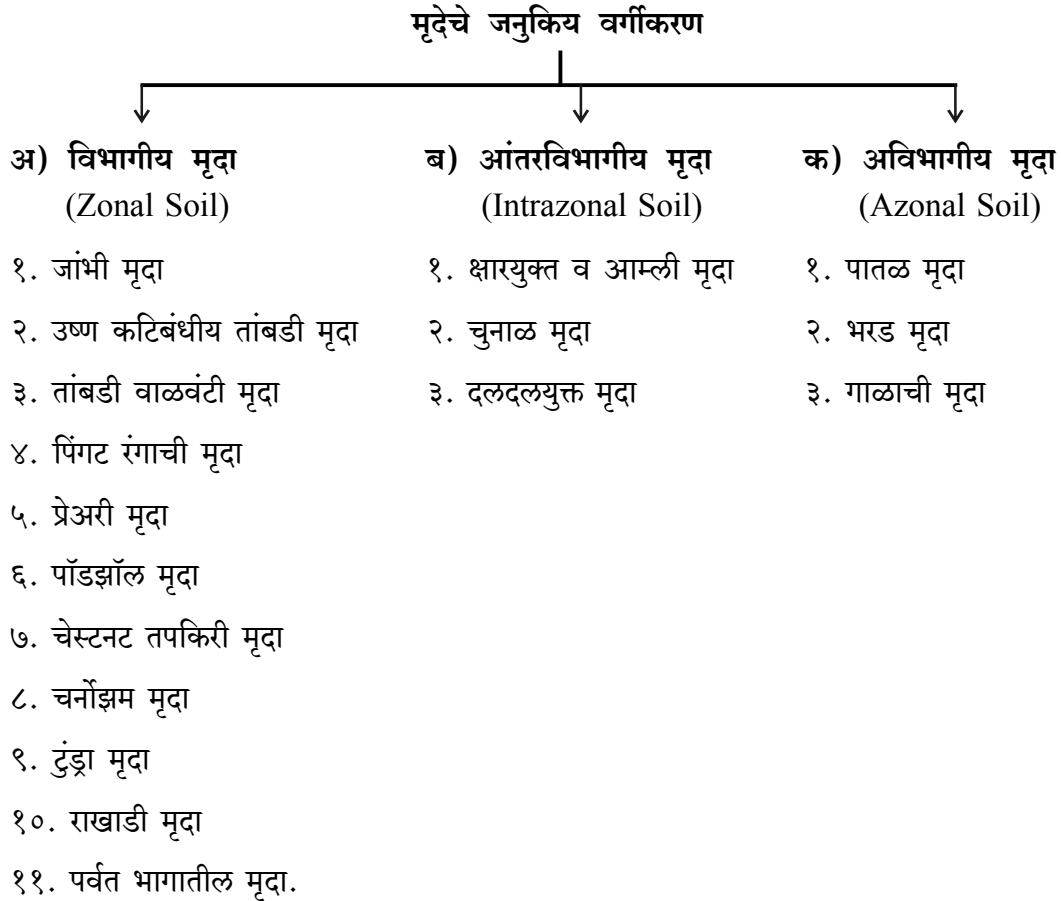
मृदा निर्मिती ही प्राकृतिक आणि जैविक घटकांचा परिपाक असते. मृदा वनस्पतींना आधार देण्याचे काम करते. मृदा ही जनक खडक, सेंद्रीय पदार्थ, हवा, पाणी आणि सूक्ष्म जीवजंतूनी बनलेली असते. मृदा निर्मिती ही अनेक प्रक्रियांचा परिपाक असते. पृथ्वीवरील भिन्न भौगोलिक परिस्थिती मृदा प्रकारातील भिन्नतेसाठी कारणीभूत असते. एखाद्या प्रदेशातील हवामान, भूपृष्ठरचना, वनस्पती यांचा त्याठिकाणच्या मृदेच्या भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्मावर परिणाम होतो. या घटकांचा आधार घेऊनच मृदेची विविध गटात वर्गवारी केली जाते.

जगात मृदेचे वर्गीकरण सर्वप्रथम रशियन भूवैज्ञानिक व्ही.व्ही.डोकूचॉव्ह यांनी केले. अमेरिकन तज्ञ

सी.एफ.मारबुत यांनी १९३८ मध्ये अमेरिकेतील शेती विभागाच्या वतीने मृदा वर्गीकरणाची व्यापक योजना तयार केली. यानंतर १९६० मध्ये अमेरिकन मृदा शास्त्रज्ञांनी 'Comprehensive Soil Classification System' नावाने मृदेचे वर्गीकरण केले. मृदाशास्त्रज्ञ सी.डब्ल्यू. रॉबिन्सन यांनी मृदा अभ्यास हा आंतरविद्याशाखीय असल्याचे सांगितले आहे.

३.२.१ मृदेचे जनुकिय वर्गीकरण (Genetic Classification of Soil)

मृदाशास्त्राचे जनक व्ही.व्ही.डोकूचॉव्ह यांनी मृदेचे जैविक वर्गीकरण इ.स. १९०० मध्ये केले. भूप्रदेश, हवामान व वनस्पती यांचा मृदानिर्मितीवर परिणाम होतो यावर आधारित हे मृदा वर्गीकरण आहे. त्यांनी सर्वसामान्य मृदा, सक्रमणित मृदा व अनियमित मृदा असे प्रकार केले. १९३८ मध्ये अमेरिकन मृदा शास्त्रज्ञ सी.एफ.मारबुत यांनी अमेरिकन कृषि विभागाच्या वतीने मृदेचे पेडॉल्फर मृदा व पेडॉकल मृदा असे दोन प्रकार पाडले व त्या आधारे विभागीय मृदा, आंतरविभागीय मृदा व अविभागीय मृदा असे प्रकार पाडले.



अ) विभागीय मृदा (Zonal Soil)

विभागीय मृदा प्रकारात मृदा गुणधर्मानुसार मृदेचे प्रमुख ११ प्रकार पडतात.

१. जांभी मृदा (Laterite Soil or Latosols)

‘लॅटेराईट’ हा शब्द लॅटिन भाषेतील ‘लॅटर’ म्हणजे ‘वीट’ (Brick) असा होतो. उष्णकटिबंधीय प्रदेशात आर्द्र हवामानात जांभा खडक तयार होतो. पावसाचे प्रमाण २०० सें.मी.पेक्षा जास्त असणाऱ्या या प्रदेशात खडकाचे विदारण व झीज प्रक्रिया होते. खडकातील सिलीकावर विदारणाची क्रिया होऊन लिचींग प्रक्रियेतून आयर्न ऑक्साईड तयार होते व अॅल्युमिनियम व लोह यांचे केंद्रीकरण घडून येते. अशा तांबूस पिवळसर जमिनीस जांभी जमीन म्हणतात.

जांभी मृदा दक्षिण अमेरिकेतील अॅमेझॉन नदी खोरे, मध्य अमेरिका, ब्राझीलचा पूर्व किनारा, आफ्रिकेतील झायरे खोरे, पूर्व मादागास्कर, इंडोनेशिया याशिवाय भारत, म्यानमार, व्हिएतनाम व वेस्ट इंडिज बेटावरही आढळते.

जांभ्या मृदेत लोह, अॅल्युमिनियम व मॅंगनिजचे प्रमाण जास्त असते. लोह अंश गंजल्यामुळे या मृदेस तांबडा रंग प्राप्त होतो. नैसर्गिक वनस्पतींनी समृद्ध पण शेतीच्या दृष्टीने ही मृदा योग्य नसते, कारण या मृदेतून बरीचशी मूलद्रव्ये निघून गेलेली असतात. परंतु काही ठिकाणी सखल भागात नद्यांच्या खोऱ्यात या जमिनीतून आंबा, काजू, फणस, नारळ, सुपारी या फळपिकांचे उत्पादन होते तर नाचणी, तांदूळ व चहाचे उत्पादनही घेतले जाते.

२. उष्ण कटिबंधीय तांबडी मृदा (Red Soil)

ही मृदा उष्ण, दमट हवामानाच्या प्रदेशात डोंगराळ भागात आढळते. या मृदेत लोह अंशाचे प्रमाण जास्त असते, तो गंजल्यामुळे या मृदेस तांबडा रंग प्राप्त होतो.

तांबडी मृदा विषुववृत्तीय आशिया, आफ्रिका, ऑस्ट्रेलिया आणि मध्य व दक्षिण अमेरिकेमध्ये आढळते.

या मृदेत लोह, अॅल्युमिनियम व मॅंगनिजचे प्रमाण जास्त तर आम्ल व चुनखडीचे प्रमाण कमी असते. ही मृदा भरड स्वरूपाची असते. ह्युमसची कमतरता असल्याने या मृदेची उत्पादन क्षमता कमी असते. पाणीपुरवठा व योग्य प्रमाणात खते पुरवल्यास चहा, कॉफी, फळे, बाजरी ही पीके घेता येतात. या मृदेवर आदिवासी लोक भटकी/स्थलांतरित शेती करतात.

३. तांबडी वाळवंटी मृदा (Red Desert Soil)

कमी पर्जन्य व जास्त बाष्पीभवन असणाऱ्या प्रदेशात या मृदेची निर्मिती होते. आफ्रिका आणि

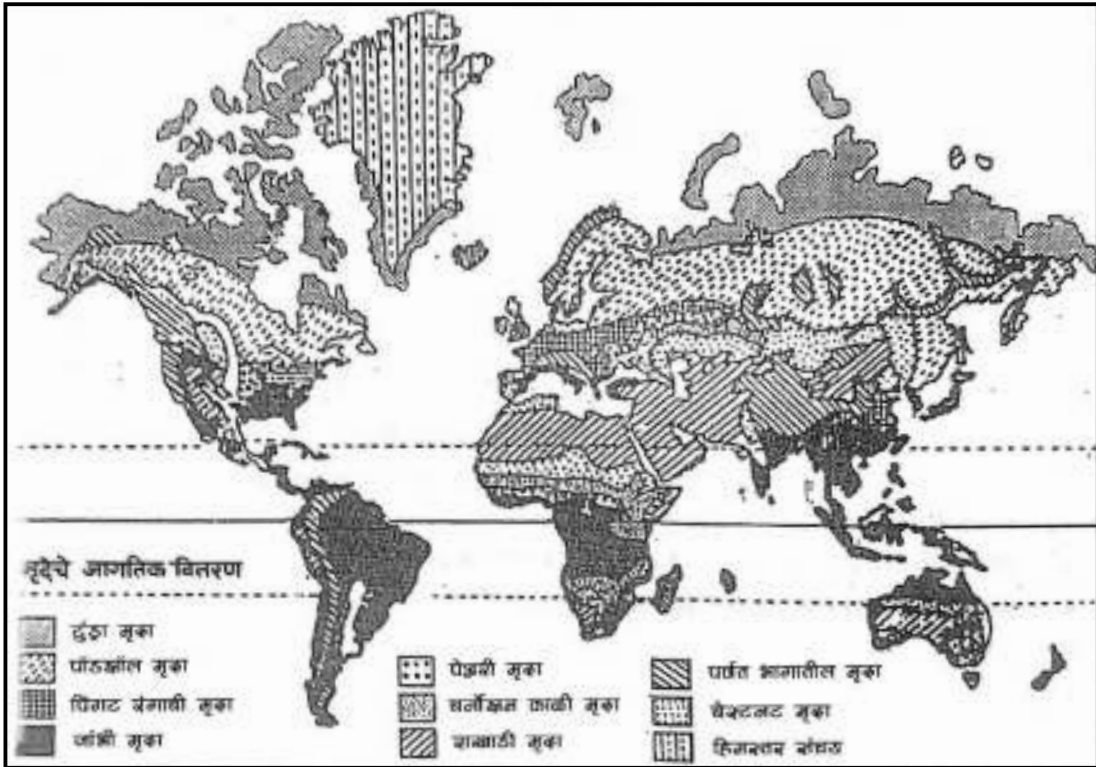
ऑस्ट्रेलियाच्या विस्तीर्ण वाळवंटी प्रदेशात ही मृदा आढळते. याशिवाय प. आशिया, भारत, पाकिस्तानच्या वाळवंटी भागात ही मृदा आढळते.

या मृदेत क्षितीज समांतर थरांचा विकास कमी आढळतो. वनस्पतींचे प्रमाण कमी असलेने ह्युमसचे प्रमाण कमी असते. या मृदेत क्षारांचे प्रमाण जास्त आढळते. ही मृदा वालुकामय व दाणेदार असते. या मृदेत अॅल्युमिनियमचे अविद्राव्य ऑक्साईडस् असलेने या मृदेला तांबडा रंग प्राप्त होतो. जलसिंचनाची सोय असलेल्या ठिकाणी सेंद्रीय व रासायनिक खतांचा वापर करून वेगवेगळ्या पिकांचे उत्पादन घेतले जाते.

४. पिंगट रंगाची मृदा (Grey Bwown Soil)

या प्रकारची मृदा ही दमट हवामानाच्या पानझडी अरण्याच्या प्रदेशात याबरोबरच तीव्र उन्हाळा व वृक्षांची पानगळ होणाऱ्या प्रदेशात आढळते. ही मृदा आशिया खंडाच्या उत्तर भागात, जपान, युरोपचा पश्चिम भाग, रशिया व संयुक्त संस्थानाच्या ईशान्य भागात आढळते.

यामुळे या मृदेत ह्युमस, चुना व पोटॅश यांचे प्रमाण जास्त आढळते. या मृदेत कापूस, ऊस, भात, गहू, ज्वारी ही पिके घेतली जातात.



नकाशा क्र. ३.१ : जागतिक मृदा वितरण

५. प्रेअरी मृदा (Prairie Soils)

समशितोष्ण गवताळ प्रदेशात या मृदेचा विकास झाला आहे, यास 'पार्कलॅन्ड' म्हणतात. पूर्व युरोप, द. अमेरिका व संयुक्त संस्थानाच्या दक्षिण भागात ही मृदा आढळते.

पेडाकल्स व पेडाल्फर मृदा यांच्या दरम्यानच्या संक्रमणयुक्त भागात ही मृदा आढळते. खनिजद्रव्यांनी युक्त व उच्च उत्पादकता असणारी ही मृदा आहे. या मृदेत ह्युमसचे प्रमाण जास्त असलेने 'अ' थर गडद असतो. कॅल्शियमचे प्रमाण कमी असते. जगात या मृदेतून अन्नधान्याचे उत्पादन घेतले जाते. या मृदेतून गहू, मका या पिकांचे उत्पादन होते. 'जगाचे गव्हाचे कोठार' म्हणून या प्रदेशास ओळखले जाते.

६. पॉडझॉल मृदा (Podzol Soil)

पॉडझॉल शब्द रशियन भाषेत राखी मृदा (Ash Soil) असा होतो. आर्द्र व मध्य कटिबंधिय वने व सुचिपर्णी वनांच्या प्रदेशात ही मृदा आढळते. मध्यम ते कमी पर्जन्याच्या प्रदेशात शीत हवामानाच्या प्रदेशात मर्यादित बाष्पीभवनाच्या क्षेत्रामध्ये या मृदेचा विकास होतो. ही मृदा टुंड्रा प्रदेशाच्या दक्षिणेकडे, उ.अमेरिका, उ.युरोप, सैबेरिया येथे आढळते.

या मृदा क्षेत्रामध्ये कमी तापमान असलेने जैविक क्रिया मंदावतात, त्यामुळे विघटन कमी प्रमाणात होते. ही मृदा उच्च आम्लयुक्त असते. या मृदेचे 'अ' व 'ब' क्षितिज थर उत्तम विकसित झालेले असतात. या मृदेमध्ये 'ब' थरामध्ये पीटची निर्मिती होते. या मृदेची सुपीकता कमी असते ती वाढवण्यासाठी चुना व खतांचा वापर करतात. कमी तापमान व मृदा नापीक असल्याने या मृदेमध्ये शेतीचा विकास होत नाही. काही ठिकाणी जंगलतोड करून गवताळ प्रदेशात पशुपालन व्यवसायाचा विकास झालेला आढळतो.

७. चेस्टनट तपकिरी मृदा (Chestnut Brown Soil)

मध्य कटिबंधाच्या स्टेपी भूमीवर ही मृदा आढळते. चर्नोझम मृदेचाच हा एक प्रकार आहे. ही मृदा वाळवंटी ओसाड प्रदेशात आढळते. वाळवंटाला लागून २०० ते २५० मि.मी. वार्षिक पर्जन्य असणाऱ्या प्रदेशात ही गडद तपकिरी रंगाची मृदा आढळते. ही मृदा रशिया, रूमानिया, हंगेरीच्या शुष्क भागात आढळते. याबरोबरच सं.संस्थानाच्या उंच मैदानी प्रदेशात व अर्जेन्टिनाच्या पंपास व द. आफ्रिकेच्या व्हेल्डच्या शुष्क भागात ही मृदा आढळते.

'अ' थर गडद तपकिरी रंगाचा असतो. या मृदेत सेंद्रिय घटकांचे प्रमाण कमी असते. या जमिनीची सुपीकता कमी असते. ही मृदा तयार होणाऱ्या प्रदेशात वारंवार अवर्षण असते. ज्या ठिकाणी जलसिंचनाची सुविधा उपलब्ध असते तेथे अन्नधान्य पिकांचा विकास आढळतो, खनिज द्रव्यांनी ही मृदा संपन्न असते.

८. चर्नोझम किंवा काळी मृदा (Chernozem or Black Soil)

रशियन भाषेत चर्नोझम याचा अर्थ 'काळी पृथ्वी' असा आहे. निमशुष्क हवामानाच्या प्रदेशात ही मृदा आढळते. यामध्ये रशिया, युक्रेन, कझाकिस्तान, हंगेरी, रूमानिया या प्रदेशांचा समावेश होतो. ही मृदा खूपच सुपीक असून खतांच्या पुरवठ्याशिवाय अन्नधान्य पिकांचे उत्पादन घेतले जाते. याशिवाय कॅनडा, संयुक्त संस्थाने, द. अमेरिकेतील पंपास प्रदेश व ऑस्ट्रेलियामध्ये मरे डार्लिंग खोरे प्रदेशात चर्नोझम मृदा आढळते.

या मृदेचा 'अ' थर जाड व काळ्या रंगाचा आढळतो. या मृदेमध्ये एकजिनशीपणा जास्त आढळतो. अगदी बारीक मातीचे कण असतात. या मृदेत चुन्याचे प्रमाण जास्त असते, तसेच नायट्रोजन व सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण जास्त आढळते. ही मृदा सुपीक असते. या मृदेवर तांदूळ, गहू, मका ही पीके घेतली जातात. चर्नोझम मृदेवर बहुतेक ठिकाणी नैसर्गिक गवत आढळून येते.

९. टुंड्रा मृदा (Tundra Soil)

उच्च अक्षवृत्तीय ध्रुवीय प्रदेशात ही मृदा आढळते. हा प्रदेश बर्फाच्छादित असल्याने ही मृदा वर्षभर गोठलेल्या अवस्थेत असते. बाष्पीभवनाचा वेग या प्रदेशात कमी असतो, उत्तर अमेरिकेचा उत्तर भाग, ग्रीनलँडची दक्षिण बाजू, उत्तर युरेशियामध्ये ही मृदा आढळते.

या प्रदेशात कायिक विदारण घडून येते. वनांचे प्रमाण जास्त असणाऱ्या प्रदेशात तपकिरी वन मृदा तयार होते. या मृदेत वनस्पतींचे प्रमाण कमी असल्याने सेंद्रिय घटकांचे प्रमाणही कमी आढळते. कमी उताराच्या प्रदेशात पीट मृदा तयार होते. जैविक किंवा अतिशय मर्यादित असतात त्यामुळे अपरिपक्व मृदा तयार होते. पाणी झिरपणाऱ्या प्रदेशात परिपक्व मृदा तयार होते. टुंड्रा मृदा ही आम्लयुक्त असते. या मृदेची सुपीकता कमी आहे.

१०. राखाडी मृदा (Grey Soil)

या गटाच्या मृदांना 'सिएरोझेम' असेही म्हणतात. उष्ण व समशितोष्ण कटिबंधातील ओसाड प्रदेशात या प्रकारची मृदा आढळते. कॅस्पियन समुद्राच्या पूर्वेस, तुर्कमेनिस्थान व सं. संस्थानाच्या पश्चिम भागात तसेच युरेशियाच्या पूर्व भागात ही मृदा आढळते.

वनांचे अच्छादन कमी व वाऱ्याचे कार्य प्रभावी असणाऱ्या प्रदेशात ही मृदा आढळते. या मृदेत सेंद्रिय घटकांचे व नायट्रोजनचे प्रमाण कमी असते. या मृदेचा रंग राखाडी असतो. या मृदा पातळ थरांच्या व पिकांसाठी अनुकूल नसतात. जलसिंचन व सेंद्रिय खतांच्या वापरातून विविध पिकांचे उत्पादन घेता येते.

११. पर्वत भागातील मृदा (Mountain Soil)

जास्त उतार व पाऊस यामुळे पर्वतीय प्रदेशात जास्त पावसामुळे जमिनीची धूप जास्त झाल्याने पर्वतांच्या उतारावरील मातीचे वरचे थर निघून जाऊन खडक उघडे पडतात. पायथ्याशी भरड पदार्थ, खडकांचे तुकडे यापासून ही मृदा तयार होते. जगातील हिमालय, विंध्य, सातपुडा, सह्याद्री, आल्प्स, रॉकी, अँडीज या पर्वतीय प्रदेशात पायथ्याच्या भागात ही मृदा आढळते. ही मृदा जंगलव्याप्त असते व नापीक असते.

ब) आंतरविभागीय मृदा (Intrazonal Soil)

मृदेच्या विभागीय गटाच्या अंतर्गत आढळणाऱ्या मृदांना आंतरविभागीय मृदा म्हणतात.

१. दलदलयुक्त मृदा (Hydromorphic Soil)

पाण्याचा कमी झिरपा होणाऱ्या दलदलयुक्त व पाणथळ प्रदेशात ही मृदा आढळते. या मृदेत सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन कमी प्रमाणात होते. या मृदेचे पुढील प्रकार पडतात.

२. कुरण मृदा (Meadow Soils)

नद्यांच्या खोऱ्यात चांगल्या प्रकारे जलनिस्सारण होणाऱ्या प्रदेशात बारीक मातीचे कण असणारी ही मृदा आढळते. गवताळ भाग असल्याने ह्युमसचे प्रमाण जास्त असते.

३. दलदलयुक्त/बाँग मृदा (Bog Soils)

शीत हवामानाच्या खंडांतर्गत भागात ही मृदा आढळते. गोड्या पाण्याच्या दलदलयुक्त, कमी पाणी झिरपणाऱ्या प्रदेशात ही मृदा तयार होते. या मृदेत सेंद्रिय घटकांचे विघटन कमी प्रमाणात होते. या मृदेचा वरचा थर अतिशय बारीक चिकण मातीचा असतो.

४. पीट मृदा (Peat Soils)

दलदलयुक्त या मृदेत वनस्पतींचे कुजण्याचे प्रमाण कमी असते. या मृदेत ऑक्सीजनचे प्रमाण कमी असते. नांगरणी करण्याजोगी परिस्थिती असल्याच या जमिनी सुपीक असतात.

५. क्षारयुक्त मृदा (Halomorphic Soils)

स्टेपी आणि वाळवंटी हवामानाच्या प्रदेशात जेथे पर्जन्यापेक्षा बाष्पीभवन क्षमता जास्त असणाऱ्या प्रदेशात ही मृदा आढळते. यामुळे या मृदेतील क्षारांचे प्रमाण जास्त असते. केशाकर्षण क्रियेने खालच्या थरातील क्षार वरच्या थरात येतात. सोडियम क्लोराईड, मॅनेशियम, कॅल्शियम कार्बोनेट,

पोटॅशियम हे विद्राव्य घटक मातीच्या वरच्या थरात जमा होतात. मातीचे कण दाट असल्याने पाणी झिरपण्याची क्रिया होत नाही. या मृदेत अॅल्युमिनियम व लोहाचे प्रमाण जास्त असते तरीही ही मृदा नापीक असते.

६. कॅल्कॅरस/चुनाळ मृदा (Calcimorphic Soils)

कॅल्शियम कार्बोनेट मोठ्या प्रमाणात असणाऱ्या प्रदेशात ही मृदा आढळते. ही मृदा ओलसर असते. या मृदेचा वरचा थर काळा करडा असतो. सेंद्रीय घटकांचे प्रमाण कमी असते. ही मृदा द. पोलंड व संयुक्त संस्थानामध्ये अलवामा राज्यात आढळते. या मृदेचे रॅडझिना मृदा व टेरोरोसा मृदा से प्रकार पडतात.

क) अविभागीय मृदा (Azonal Soil)

अविभागीय मृदेमध्ये नवीन मृदांचा समावेश होतो. या अपरिपक्व व विकासाच्या टप्प्यामध्ये असणाऱ्या या मृदा आहेत. या मृदेचे क्षितिज समांतर थर विकसीत झालेले नसतात तसेच या मृदा पातळ थराच्या असतात.

१. पातळ/पर्वतीय मृदा

पर्वताच्या उतारावर अगदी पातळ मृदेचा थर असतो, यास पर्वतीय मृदा म्हणतात. मृदेचा पोत भरड असून सेंद्रीय घटकांचे प्रमाण कमी असते. तीव्र उतार असल्यास ह्युमसची निर्मिती होत नाही. कृषिसाठी या मृदा योग्य नसतात.

२. भरड मृदा

या प्रकारच्या मृदा हिमनदीमुळे वाहत येणाऱ्या गाळामुळे, वाऱ्याच्या निक्षेपण कार्यातून, नदीपात्रात वाहत्या पाण्यात, सागरी भागात लाटांमुळे व ज्वालामुखीय राख यामुळे निर्माण होतात. या मृदेत खडकांचे तुकडे, लहान-मोठी वाळू इ. भरड पदार्थ असतात. यामुळे ही मृदा अविकसित असते.

* स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-१ *

१. जगात मृदेचे वर्गीकरण सर्वप्रथम रशियन भूवैज्ञानिक यांनी केले.
२. अमेरिकन कृषि विभागाच्या वतीने १९३८ मध्ये यांनी अमेरिकेतील मृदा वर्गीकरण केले.
३. वनस्पती, पाणी व सूक्ष्म जीवजंतू यांचा समावेश या घटकात केला जातो.

४. मृदानिर्मितीमध्ये खडक महत्त्वाचा असतो.
५. या मृदला 'पार्कलँड' असे संबोधले जाते.
६. सुचिपणी अरण्यात आढळणारी मृदा आहे.
७. ही मृदा शीत प्रदेशात आढळते.
८. ही मृदा वाळवंटी, ओसाड व शुष्क प्रदेशात आढळते.
९. सेंद्रिय द्रव्यांचे प्रमाण जास्त असल्याने प्रअरी मृदा रंगाची असते.
१०. सिलीकावर विदारणाची प्रक्रिया होते व अॅल्युमिनियम व लोह यांचे केंद्रीकरण होऊन मृदा तयार होते.
११. मृदेतील लोह अंश गंजल्यामुळे मृदला रंग प्राप्त होतो.
१२. पॉडझॉल शब्दाचा अर्थ रशियन भाषेत असा होतो.
१३. चर्नोझम शब्दाचा अर्थ रशियन भाषेत असा होतो.

३.२.२ महाराष्ट्रातील मृदेची वैशिष्ट्ये आणि वितरण (Soil Characteristics and Major Soil Distribution in Maharashtra)

मृदा एक महत्त्वाची नैसर्गिक साधनसंपत्ती आहे. मृदा सुपीकतेवर तेथील शेती विकास अवलंबून असतो. जनक खडक, हवामान, भूउतार, सेंद्रिय घटक, वनस्पती, हवा, पाणी, सुक्ष्मजीव यांचा मृदा निर्मिती व विकासावर प्रभाव पडतो.

महाराष्ट्रात लाव्हारसाच्या थरापासून खूप मोठ्या भागावर तयार झालेल्या बेसॉल्ट या मूळ जनक खडकापासून काळी मृदा तयार झाली. जेथे हा लाव्हारस पोहोचला नाही तेथे वेगळ्या मृदा आढळतात. हवामान व वनस्पतींचा परिणाम मृदा वैशिष्ट्यांवर झालेला आढळतो.

□ महाराष्ट्रातील मृदेचे वितरण

१. काळी रेगूर मृदा (Black Cotton Soil)

महाराष्ट्रात सर्वात महत्त्वाची व खूप मोठ्या क्षेत्रावर आढळणारी काळी मृदा आहे. महाराष्ट्राचा ३/४ भाग या मृदेने व्यापला आहे. रेगूर मृदेच्या थरांची जाडी सर्वत्र सारखी नाही ती कमी जास्त आढळते. वार्षिक पर्जन्य ५० ते ७५ सें.मी. असणाऱ्या मध्यम पावसाच्या प्रदेशात ही मृदा आढळते.

सह्याद्री पर्वताच्या पूर्वेकडील भागात तापी, गोदावरी, कृष्णा, भीमा, कोयना, प्रवरा, नीरा या नद्यांच्या खोऱ्यात गडद काळी तर उंच भागात फिककट काळी मृदा आढळते. यामध्ये पश्चिम महाराष्ट्राचा काही भाग, मध्य महाराष्ट्र व विदर्भातील कांही जिल्ह्यांचा समावेश होतो.

या मृदेत ह्युमस, लोह, अॅल्युमिनियम, मॅगेनिज यांचे प्रमाण जास्त असते. या मृदेची ओलावा टिकवून ठेवण्याची क्षमता जास्त आहे. उन्हाळ्यात या जमिनीला भेगा भडतात. या जमिनीत कापसाचे पीक चांगले येते, त्यामुळे या जमिनीस काळी कापसाची मृदा असे म्हणतात. या मृदेत ज्वारी, तूर, बाजरी, गहू, ऊस इ. पिके चांगली येतात. या मृदेस काळा रंग ह्युमस व फेरस मॅग्नेटाईटमुळे आला आहे. काळ्या जमिनीत फळबागायती शेतीमध्ये द्राक्ष, केळी, संत्री, डाळींब शेतीचा विकास झालेला आढळतो. उंचीनुसार या मृदेची सुपीकता कमी होत जाते.

अतिरिक्त पाणीपुरवठ्यामुळे या जमिनीतील खालच्या थरातील क्षार वरच्या थरात येऊन जमीन कडक, क्षारपड, नापीक होण्याची शक्यता जास्त आढळते.

२. जांभी मृदा (Laterite Soil)

ही मृदा उष्ण कटिबंधीय आर्द्र हवामानाच्या प्रदेशात तयार होते. २००० मि.मी. पेक्षा जास्त पर्जन्याच्या प्रदेशातील लोह, अॅल्युमिनियम व सिलिकाचे प्रमाण जास्त असणाऱ्या जमिनीतील लोह अंश गंजून या मृदेस लाल/जांभा रंग प्राप्त होतो. सिलिकाचे विदारण व लिचिंग होऊन त्यापासून आयर्न ऑक्साईड निर्माण होते, यातूनच जांभ्या मृदेची निर्मिती होते. या मृदेत चुनखडी, पोटॅश व नायट्रोजनचे प्रमाण कमी असते. सेंद्रिय घटकांचे प्रमाण जास्त असते, पण ते खालच्या थरात निघून जाते.

ही मृदा सह्याद्रीच्या घाटमाध्यावर व डोंगराळ भागात विशेषतः रत्नागिरी, सिंधुदुर्ग, रायगड तसेच सातारा, कोल्हापूर जिल्ह्यांच्या पश्चिम भागात मृदा आढळते.

या जमिनीची सुपीकता व उत्पादनक्षमता कमी असते. ओलावा धरून ठेवण्याची क्षमता या मृदेत जास्त असते. या जमिनीवर वनक्षेत्र जास्त आहे. या मृदेतून भुईमूग, फळबागायती पिकांचे उत्पादन घेतले जाते. रत्नागिरीमध्ये हापूस आंबा या जमिनीतून घेतला जातो. याशिवाय काजू, चिक्कू, नारळ या पिकांचे उत्पादनही या जमिनीतून होते. जांभ्या खडकामध्ये बॉक्साईडचे साठे विपुल प्रमाणात आढळतात.

३. कोकण किनारपट्टीवरील गाळाची जमीन (Alluvial Soil)

या मृदेस 'भाबर मृदा' म्हणतात. नद्यांनी वाहून आणलेल्या गाळापासून ही रेतीमिश्रीत मृदा तयार झाली आहे. या मृदेत चिकण मातीचे प्रमाण जास्त आढळते. नदीमुखालगत, खाजण व खाड्यांमध्ये चिखल व मळीयुक्त गाळाची मृदा आढळते. वाळूमिश्रीत लोम प्रकारची मृदा तांदूळ, नारळी, पोफळीच्या

बागांसाठी उपयुक्त आहे. ही मृदा महाराष्ट्राच्या पश्चिम किनारपट्टी भागातील रत्नागिरी, सिंधुदुर्ग, रायगड, ठाणे, पालघर या जिल्ह्यात आढळते.

या मृदेत सेंद्रिय घटकांचे प्रमाण कमी असते तर खनिज द्रव्यांचे प्रमाण मध्यम असते. या मृदेत सखल भागात सागराचे पाणी मिसळते, त्यामुळे खारपट मृदा तयार होते. कोकणात समुद्राकडील भागात खार मृदा तर पूर्व भागात गाळाची मृदा आढळते.



आकृती क्र. ३.२ : महाराष्ट्रातील मृदेचे वितरण

४. लाल/तांबडी मृदा (Red Soil)

सह्याद्री घाटमाथ्यावर जास्त पावसाच्या प्रदेशात बेसॉल्ट खडकातील लोह अंश गंजून तांबड्या/ लाल रंगाची मृदा तयार होते.

सह्याद्री पर्वताच्या उत्तर भागात पालघर, ठाणे, रायगड जिल्ह्यांच्या पूर्व भागांत, सातारा व सांगलीच्या सह्याद्री पर्वतात ही मृदा आढळते. या मृदेत सेंद्रिय घटक, कॅल्शियम, स्फुरद यांचे प्रमाण कमी असते. पाण्याचा निचरा चांगला होतो. या मृदेची सुपीकता कमी असते. रासायनिक खतांचा पुरवठा केल्यास या जमिनीतून भात, नाचणी, भरड धान्य ही पीके घेता येतात.

५. तांबूस पिवळसर मृदा

पूर्व विदर्भात वर्धा, गडचिरोली, चंद्रपूर जिल्ह्यातील वर्धा-वैनगंगा नदी खोऱ्यात ही मृदा आढळून येते. ही मृदा तांबूस पिवळसर रंगाची आहे. चिकणमाती व वाळूमिश्रीत या मृदेस आर्यन पॅरॉक्साईडमुळे तांबडा रंग आला आहे.

या मृदेत चुनखडी, कार्बोनेट, फॉस्फरिक ॲसिड, ह्युमस व पोटॅश यांचे प्रमाण अल्प असते. ही मृदा तांबूस पिवळसर दिसते. या मृदेवर जास्त पावसाच्या प्रदेशात तांदूळ पिक घेतले जाते. या मृदेची उत्पादनक्षमता कमी आहे. या मृदेतून भरड धान्य, ही पिकेही घेतली जातात. या मृदेस 'भारा', 'वाडी' किंवा 'रेताड हलकी मृदा' असेही म्हणतात.

६. नद्यांच्या खोऱ्यातील गाळाची जमीन

ही मृदा नद्यांच्या खोऱ्यात आढळत असून ती अत्यंत सुपीक आहे. नद्यांनी वाहून आणलेल्या गाळापासून या मृदेची निर्मिती झाली आहे. मुख्यत्वे कृष्णा, गोदावरी, पंचगंगा, भीमा, तापी, पूर्णा इ. नद्यांच्या खोऱ्यात ही मृदा आढळते.

या मृदेचा रंग गडद काळा असून यामध्ये सेंद्रीय पदार्थांचे प्रमाण जास्त आढळते. या मृदेची उत्पादन क्षमता जास्त आहे. रासायनिक खतांचा वापर कमी करूनही जास्त उत्पादन घेता येणे शक्य आहे. या मृदेत गहू, ज्वारी, ऊस, भाजीपाला याबरोबर फळ पिकांचे उत्पादन घेतले जाते.

* स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-२ *

१. महाराष्ट्रात सर्वात महत्त्वाची व मोठ्या क्षेत्रावर मृदा आढळते.
२. महाराष्ट्रात डोंगराळ भागात तर नद्यांच्या खोऱ्यात प्रकारची काळी मृदा आढळते.
३. कोकण किनारपट्टीवरील गाळाच्या मृदेस मृदा म्हणतात.
४. कोकणात मृदेमध्ये आंबा, काजू पिकांचा विकास झाला आहे.
५. रेगूर मृदेस या नावानेही ओळखले जाते.
६. रेगूर मृदेस काळा रंग व मुळे आला आहे.
७. जास्त पर्जन्याच्या प्रदेशात लोह अंश गंजून मृदेस रंग प्राप्त होतो.

३.२.३ मृदा अवनती/मृदा ऱ्हास : संकल्पना, कारणे, परिणाम आणि उपाययोजना (Soil Degradation : Concept, Causes, Consequences and Measures)

सध्याच्या काळातील अतिशय महत्त्वाची समस्या म्हणून मृदा अवनतीकडे पाहिले जाते. वाढती लोकसंख्येमुळे वाढती अन्नाची मागणी व कारखान्यांना लागणारा कच्चा माल यासाठी मोठ्या प्रमाणावर मृदेचा वापर होतो आहे यातूनच मृदा अवनती सुरू झाली. मृदा एक महत्त्वाची नैसर्गिक साधनसंपत्ती असून त्यावर अतिरेकी भार हा मृदा अवनतीसाठी कारणीभूत ठरतो आहे.

१. “मानवाने स्वतःच्या स्वार्थासाठी अयोग्यरित्या व निष्काळजीपणे मृदेचा अतिवापर केल्याने मृदेची गुणवत्ता बिघडून त्या मृदेची उत्पादन क्षमता कमी होते यास मृदा अवनती/मृदा ऱ्हास म्हणतात.”

२. “मृदा अवनती म्हणजे मृदेची भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणवत्ता बिघडणे होय.”

३. “अयोग्य पध्दतीने मृदेचा शेतीसाठी व औद्योगिक गरजा भागविण्यासाठी होणारा वापर यातून मृदेची गुणवत्ता बिघडते यास मृदा अवनती म्हणतात.”

मृदेचा ऱ्हास हा मानवी निष्काळजीपणा, मृदेच्या चुकीच्या व अति वापराने होतो आहे. यामुळे मृदेचा वरचा थर नाहीसा होणे, मृदेची सुपीकता कमी होऊन ती नापीक होणे या गोष्टी होतात. या मृदेत शेतीचा विकास करणे शक्य होत नाही. मृदा अवनती/ऱ्हास प्रामुख्याने वृक्षतोड, चुकीची शेती पध्दती, सागरी पाणी शेतजमीनीत शिरून, जमिनीची धूप, वाळवंटीकरण यातून निर्माण होते.

एकूण मृदा ऱ्हासामध्ये पाणी व वाऱ्याचा सहभाग जास्त असून तो एकूण परिणामकारक घटकांच्या ८५ टक्के इतका आहे. पाण्यामुळे होणारा मृदा ऱ्हास हा ५६ टक्के तर वाऱ्यामुळे तो २८ टक्के इतका होतो.

□ मृदा अवनती/ऱ्हासाचे प्रकार व कारणे

प्रामुख्याने मृदा अवनती/ऱ्हास हा तीन कारणांनी होतो ही कारणे पुढीलप्रमाणे :-

अ) रासायनिक अवनती

यामध्ये पोषक मुलद्रव्य पाण्यात विरघळून निघून जातात. ही खोल मातीमध्ये किंवा पाण्यातून नदीमध्ये निघून जातात. जमिनीला अति पाणीपुरवठा केल्यास व रासायनिक खतांचा वापर वाढवल्यास केशाकर्षण क्रियेने खालच्या थरातील क्षार वरच्या थरात एकत्र होतात व जमिनीची पाणी झिरपण्याची क्षमता कमी होते. जमिनी क्षारपड व पाणथळ बनतात. समुद्राचे पाणी शेतजमिनीत शिरणे, सखल भागात पाणी साचून राहणे यातून जमिनी पाणथळ व नापीक बनतात. याबरोबर वाढणारी लोकसंख्या यातून

झालेला कारखानदारीचा विकास व या कारखान्यातून बाहेर पडणारे टाकाऊ रासायनिक घटकांनीयुक्त असणारे पाणी शेतजमिनीवर सोडल्याने, प्लॅस्टिक, रासायनिक खते, तणनाशक, किटकनाशके यांच्या अतिरेकी वापरातून रासायनिक मृदा अवनती होते.

ब) प्राकृतिक/नैसर्गिक मृदा अवनती

जमिनीचा वरचा सुपीक थर वारा, पाणी या माध्यमातून निघून गेल्याने म्हणजेच जमिनीची धूप झाल्याने प्राकृतिक मृदा अवनती घडून येते. मानवही मृदेचा वरील थर काढून टाकण्यासाठी प्रत्यक्ष अप्रत्यक्ष कारणीभूत असतो. यामध्ये शेती करण्याच्या चुकीच्या पध्दती, वृक्षतोड यातून वारा व पाण्याचे कार्य जोमाने चालण्यास मदत होते व मृदा अवनती होते.

क) जैविक मृदा अवनती

यामध्ये आधुनिक शेती पध्दतीतील किटकनाशके, तणनाशके, रासायनिक खते यांचा अत्यधिक वापर व सेंद्रीय खतांचा कमी वापर यामुळे जमिनीतील अत्यावश्यक जिवाणूंचे प्रमाण कमी होते. त्याचा परिणाम पिकांना जमिनीतील नैसर्गिक व रासायनिक खनिजांची परिपूर्ण उपलब्धता होत नाही त्यामुळे त्यास जैविक मृदा अवनती म्हणता येईल.

याबरोबरच काहीवेळा काही जीवजंतूंमुळे मृदेतील पोषक द्रव्ये, खनिजे नष्ट करण्याची प्रक्रिया होते, यातून जमिनीनापीक बनतात. या प्रकारच्या जमिनीत पीके घेतल्यास मुळकुज किंवा तत्सम प्रकारचे रोग होतात. हे जैविक मृदा अवनतीमध्ये विचारात घेता येतील. वृक्षतोड, चराऊ कुरणांचा वापर, स्थलांतरित शेती तसेच उंदीर, घुशी यासारख्या प्राण्यांमुळेही जमिनीची धूप वाढीस लागते व जैविक मृदा अवनती होते.

□ मृदा अवनती परिणाम

१. चांगली मृदा प्रवाही पाणी, पाऊस, वारा यामुळे एका ठिकाणामुळे दुसऱ्या ठिकाणी वाहून जाते व कठिण खडक उघडे पडतात. यातून जमिनीची उत्पादन क्षमता कमी होते. या मृदा परिपक्व नसतात.
२. पोषक द्रव्य निघून गेल्याने पिकांना आवश्यक घटकांची कमतरता निर्माण होऊन पिकांची वाढ खुंटते, वेगवेगळ्या रोगांना पिके बळी पडतात. उगवण क्षमतेवर याचा वाईट परिणाम होतो व उत्पादन घटते.
३. जमिनीच्या वरच्या थरातील क्षारांचे प्रमाण वाढल्याने जमिनी कठीण बनतात व या जमिनीतून पिकांचे उत्पादन घेणे शक्य होत नाही. या जमिनी नापीक बनतात.

४. काही जमिनीत पाणी झिरपण्याची क्षमता कमी होते यातून त्या पाणथळ बनतात व पिकांचे उत्पादन घेणे शक्य होत नाही.
५. चांगल्या मृदेमध्ये कारखान्यातील टाकाऊ रासायनिक घटक मिसळल्याने जमिनीतील गुणघटकांचे संतुलन बिघडते. जमिनी नापीक होतात व उत्पादन घटते.
६. जमिनीतील सेंद्रीय घटकांचे प्रमाण, चांगल्या उपयोगी जिवाणूंची संख्या कमी झाल्याने पिकाच्या वाढीवर त्याचा विपरित परिणाम होतो व उत्पादन घटते.

□ मृदा ऱ्हास/मृदा अवनती नियंत्रणाच्या पध्दती

मृदा ऱ्हास/अवनतीसाठी पाणी व वारा हे दोन घटक प्रामुख्याने जबाबदार असल्याने त्यावर योग्य पध्दतीने उपाययोजना करणे आवश्यक आहे. मानवाच्या शेती करण्याच्या चुकीच्या पध्दती, शेतजमिनीवरील अतिरेकी ताण, वाढते औद्योगिकीकरण यावर योग्य उपाय योजल्यास मृदा ऱ्हास नियंत्रण करून मृदा संधारण होऊ शकते. यासाठी खालील उपाययोजना महत्त्वाच्या आहेत.

१. पाण्यामुळे होणाऱ्या धूपीवर नियंत्रण

पाऊस, वाहते पाणी, भूमिगत पाणी, सागरी लाटा, भरती ओहोटी यामुळे जमिनीची मोठ्या प्रमाणात धूप होते. हे प्रमाण एकूण मृदा ऱ्हासाच्या ५६ टक्के आहे. याचा विचार करता पाण्यामुळे होणारी धूप महत्त्वाची असल्याने ही थांबवण्यासाठी पुढील घटकावर लक्ष देणे आवश्यक आहे.

यामध्ये वृक्षारोपण करणे, बांधबंदिस्ती करणे, उताराला अनुसरून नालाबंदींग करणे, वाहून जाणारे पाणी आडवण्यासाठी दगडी बांध घालणे, याबरोबरच शेती पध्दतीत सुधारणा करून उताराला काटकोनात नांगरट करणे, मल्टींग पध्दतीचा वापर, आलटून पालटून पिके घेणे, याबरोबरच सागरी पाण्यामुळे होणारी सागरी किनाऱ्याची धूप थांबवण्यासाठी वृक्षारोपण, बांधबंदिस्ती, किनारी भागात भिंतीची निर्मिती या उपाययोजना महत्त्वाच्या आहेत.

२. वाऱ्यामुळे होणाऱ्या धूपीवर नियंत्रण

वाऱ्यामुळे होणारा मृदा ऱ्हास हा एकूण मृदा ऱ्हासाच्या २८ टक्के आहे. यावर पुढील पध्दतीने नियंत्रण मिळवता येईल.

यामध्ये वनसंवर्धन, वृक्षलागवड, चराऊ कुरणांच्या वापरावर बंदी, जमिनीतील ओलावा टिकवण्यासाठी जमिनीवर पालापाचोळा पसरवणे या प्रकारच्या उपाययोजना महत्त्वाच्या आहेत. वाळवंटांचे प्रसरण कमी करण्यासाठी या उपाययोजना महत्त्वाच्या आहेत.

३. आधुनिक जलसिंचन पध्दतींचा वापर

यामध्ये पिकांच्या गरजेनुसार, जमिनीची प्रत व हवामानाचा विचार करून पिकाला आवश्यक तेवढेच पाणी देण्यासाठी आधुनिक ठिंबक सिंचन, तुषार सिंचन पध्दतींचा वापर केल्यास मृदा संधारण योग्य पध्दतीने होऊ शकेल.

४. रासायनिक खतांचा योग्य वापर

रासायनिक खतांचा योग्य प्रमाणात, पिकांची गरज व मृदेत असणारे घटक विचारात घेऊन वापर केल्यास मृदा अवनती टाळता येणे शक्य आहे. यासाठी मृदा तपासून रासायनिक खतांचा योग्य प्रमाणात वापर आवश्यक आहे. रासायनिक खताबरोबर शेणखत, सोनखत, लॅंडी खत, कोंबडी खत, हिरवळीचे खत, गांडुळ खत यांचा वापर वाढवणे आवश्यक आहे.

५. मृदा प्रदूषण रोखणे

रासायनिक कारखान्यातील रसायनमिश्रित पाणी सरळ शेतजमिनीत न मिसळता त्यावर प्रक्रिया करून त्यामधील जमिनीसाठी घातक ठरणारे घटक बाजूला करून हे पाणी शेतीसाठी वापरण्याची तरतूद होणे आवश्यक आहे. प्लॅस्टिक, ऑईल, थर्माकोल असे न कुजणारे घटक शेतजमिनीत जाणार नाहीत याची काळजी घेणे आवश्यक आहे, असे केल्यास मृदा अवनती कमी करता येऊ शकते.

□ मृदा धूप

मृदा ही महत्त्वाची नैसर्गिक साधनसंपत्ती आहे. मानवी जीवनाचा विकास व मानवाच्या सर्व मूलभूत गरजा या मृदेतूनच पूर्ण होतात. मृदा धूप ही आजची खूप मोठी समस्या आहे. मृदा धूपीमुळे भूपृष्ठावरील सुपीक माती वाहून जाते व मृदेच्या उत्पादन क्षमतेवर अनिष्ट परिणाम होतो.

“मृदा धूप म्हणजे जमिनीवरील माती एका ठिकाणावरून दुसऱ्या ठिकाणी पाणी, वारा व गुरुत्वाकर्षणामुळे वाहून नेली जाणे होय.”

मानवी हस्तक्षेपही मृदा धुपीसाठी कारणीभूत ठरतो. मृदेचा सर्वात वरचा थर हा पिकांसाठी व नैसर्गिक वनस्पतींसाठी आधार देण्याबरोबरच पोषक अन्नघटक पुरवतो. या थराची जाडी १५ ते २०सें.मी. असते सुमारे २.५ सें.मी. मृदा थर तयार होण्यासाठी ५०० ते १००० वर्षांचा कालावधी लागतो. पण हा मृदा थर वाहून जाण्यास अल्पसा कालावधीसुद्धा पुरेसा ठरतो. याचा परिणाम त्या मृदेची उत्पादनक्षमता कमी होते व जमिनी नापीक व पडीक बनतात. यावरून मृदा धूप समस्येची भिषणता लक्षात येते.

मृदा धूपीवर पाऊस, वाहते पाणी, वारा, सागरी लाटा, भरती ओहोटी, जमिनीचा उतार व प्रकार, हवामान, वनस्पतींचे अच्छादन हे घटक प्रभाव टाकतात.

□ मृदा धूपीचे प्रकार

मृदा धूप ही प्रामुख्याने पाऊस, वाहते पाणी, वारा या कारणांमुळे होते. धूप कशामुळे व कशी होते यावरून मृदा धूपीचे वेगवेगळे प्रकार पडतात.

अ) पाऊस व वाहत्या पाण्यामुळे होणारी धूप

पावसाचे पाणी जमिनीवरून वाहताना ते मृदा धूप करण्यास कारणीभूत ठरते. या धूपीचे पुढील प्रकार पडतात.

१. चादर धूप : ही धूप पावसाच्या पाण्याने घडून येते. मुसळधार पावसाने/पाण्याच्या माऱ्याने मोठ्या प्रदेशातील मातीचा वरचा थर निघून जातो यास चादर धूप म्हणतात.

२. झोड धूप : पाण्याचा थेंबाचा आकार व गतीमुळे झालेल्या मृदेच्या धूपीस झोड धूप म्हणतात. पडीक मृदेमध्ये याप्रकारची धूप मोठ्या प्रमाणात होते. यावेळी मृदेचे बारीक कण पाण्याच्या थेंबाच्या माऱ्याने बाजूला फेकले जातात.

३. नाली सदृश्य धूप : पाऊस पडून पाणी उताराला अनुसरून वाहण्यास सुरवात करते, तेव्हा जमिनीवर बोट्याएवढे पाण्याचे बारीक ओहोळ दिसतात, त्यास नालीसदृश्य धूप म्हणतात. कमी उताराच्या प्रदेशात ही धूप दिसून येते.

४. घळई धूप : जस जसे पावसाच्या वाहून जाणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण वाढते, त्यानुसार उतारावरून ते जास्त वेग घेते. त्याप्रमाणात तेथे खोली वाढत जाते व त्यास घळईचे स्वरूप प्राप्त होते. यास घळई धूप म्हणतात. जास्त उताराच्या प्रदेशात ही धूप दिसून येते.

ब) वाऱ्यामुळे होणारी धूप

मुख्यत्वे शुष्क आणि वाळवंटी क्षेत्रात जोराच्या वाऱ्याने मातीचे कण एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वाहून नेले जातात. या प्रदेशात वनस्पतींचे आच्छादन कमी असते, यामुळे वाऱ्याचे कार्य जोमाने होते व मृदा धूप घडून येते.

क) नदीकाठची व समुद्र किनाऱ्याची धूप

पुराच्या पाण्याने नदीकाठावरील मातीची धूप होते. नदीच्या नागमोडी वळणाच्या ठिकाणी ही धूप मोठ्या प्रमाणात होते.

याबरोबरच सागरी किनारी भागात सागरी लाटा, भरती-ओहोटी यामुळे मृदा धूप होते.

□ मृदा धूपीची कारणे

मृदा धूप अनेक कारणाने होते. यामध्ये पर्यावरणातील मानवी हस्तक्षेप व नैसर्गिक घटक कारणीभूत ठरतात.

१. पाण्याचे कार्य

पाण्यामुळे मृदा धूप होते. जमिनीचा उतार, जमिनीचा प्रकार, पावसाचे प्रमाण, पाण्याचा वेग, पाण्याचे प्रमाण, पाण्याबरोबर वाहत येणाऱ्या गाळाचे स्वरूप व प्रमाण हे घटक पाण्यामुळे होणाऱ्या मृदा धूपीवर परिणाम करतात. जेथे पाण्याचे कार्य प्रभावी असते तेथे मृदा धूप मोठ्या प्रमाणावर होते.

२. वाऱ्याचे कार्य

पाण्यामुळे मृदा धूप होते. जमिनीचा उतार, जमिनीचा प्रकार, पावसाचे प्रमाण, पाण्याचा वेग, पाण्याचे प्रमाण, पाण्याबरोबर वाहत येणाऱ्या गाळाचे स्वरूप व प्रमाण हे घटक पाण्यामुळे होणाऱ्या मृदा धूपीवर परिणाम करतात. जेथे पाण्याचे कार्य प्रभावी असते तेथे मृदा धूप मोठ्या प्रमाणात होते.

३. भूप्रदेशाचा उतार

भूप्रदेशाचा उतार जितका तीव्र तितका पाण्याचा वेग जास्त असतो व जमिनीवरील मातीचा धर वाहून जाण्याचे प्रमाण जास्त असते. त्यामुळे कठीण खडक उघडे पडतात. यामुळे सपाट प्रदेशापेक्षा जास्त उताराच्या प्रदेशात मृदा धूप जास्त प्रमाणात असते.

४. वृक्ष तोड

वनस्पतींची मुळे माती धरून ठेवतात, पण जेव्हा वृक्षतोडीमुळे जमिनी उघड्या पडतात तेव्हा मृदा धूप मोठ्या प्रमाणात होते. जेथे वनस्पतीची संख्या जास्त असते तेथे मृदा धूप कमी असते.

५. शेती पध्दती

अतिरेकी शेतजमिनीवर पडणारा ताण, चुकीच्या मशागतीच्या पध्दती, स्थलांतरित शेती पध्दती, एकच एक प्रकारचे पीक घेणे, सतत जमिनीचा होणारा वापर, अती पाण्याचा वापर यातून मृदा धूप मोठ्या प्रमाणात होते.

६. अति चराई

गवताळ कुरणांचा वापर गायी, म्हैशी, शेळी-मेंढी चरण्यासाठी केल्यास जनावरांच्या खुरामुळे

जमीन उकरली जाते. जमिनीवरील माती मोकळी झालेने व मातीचे कण सुटे झाल्याने पावसाच्या पाण्याने ती माती एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वाहून नेली जाते व मातीची धूप होते.

७. मानवी हस्तक्षेप

मानवी हस्तक्षेपामुळे खाणकाम व तत्सम गोष्टीमुळे वरील सुपीक मातीचा थर नाहीसा होतो व जमीन नापीक होण्याचा धोका वाढतो.

□ मृदा धूपीचे परिणाम

मृदा धूप ही मोठी समस्या आहे, याचे परिणाम शेतजमिनीवर होतात व मोठे नुकसान होते.

१. जमिनीवरील सुपीक मातीचा थर, पाणी, वारा, मशागतीच्या चुकीच्या पध्दती यामुळे वाहून गेल्याने वनस्पतींना आवश्यक असणारी पोषक तत्त्वे योग्य पध्दतीने मिळत नाहीत. यातून मिळणारे उत्पादन कमी होते.
२. वनस्पतींना आधार देण्याचे काम मृदा करणे. मृदा धूपीमुळे मातीचा वरचा थर निघून गेल्याने व खडक उघडे पडल्याने वनस्पतींचा आधार नाहीसा होतो, यातून वनस्पतींचे प्रमाण कमी-कमी होत जाते व जमिनी उघड्या पडतात. यामुळे तापमान वाढ व पावसाचे प्रमाण कमी होते.
३. मृदा धूपीमुळे जमिनी नापीक होतात. त्यातून त्यावर अवलंबून असणाऱ्या लोकांना आर्थिक आरिष्टाला सामोरे जावे लागते.
४. कारखान्यांना लागणाऱ्या कच्चा माल उत्पादनावर मृदा धूपीचा परिणाम होऊन उत्पादनात घट होते.
५. मृदा धूपीमुळे जमीन ओबडधोबड व शेतीस अयोग्य बनते.
६. मृदा धूपीमुळे वरील थरातील सेंद्रीय घटक व विविध खनिजे निघून गेलेने मृदेचा दर्जा खालावतो व मृदेची उत्पादन क्षमता कमी होते.
७. मृदा धूपीमुळे मृदा परिपक्व बनत नाही. जाड्या भरड्या पोताची अपरिपक्व मृदा तयार होते. या मृदेची उत्पादन क्षमता कमी असते.

□ मृदा धूप नियंत्रणाच्या पध्दती/उपाय/मृदा संधारण

मृदा धूप रोखण्यासाठी, तिच्यातील खनिजद्रव्य, सेंद्रीय घटक टिकवून त्या मृदेची सुपीकता टिकवून ठेवण्यासाठी मृदा संधारण गरजेचे आहे. यासाठी पुढील उपाययोजना महत्त्वाच्या आहेत.

१. वनसंवर्धन

वृक्ष लागवड, वृक्षतोड थांबवणे, पुर्नवनीकरण या माध्यमातून वनसंवर्धनाचे उपाय मृदा धूप रोखण्यासाठी अतिशय महत्त्वाचे ठरतात. वनामधील गवत, झुडपे, वृक्ष हे पाण्याचा वेग कमी करतात. या वनस्पतींची मुळे माती धरून ठेवतात, यामुळे मृदा धूप कमी होण्यास मदत होते.

२. बांधबंदिस्ती

उताराला अनुसरून शेतजमिनीस बांध घातल्याने वाहून जाणारे पाणी अडवले जाऊन मृदा धूप कमी होण्यास मदत होते.

३. नाला बंडींग

उताराला अनुसरून काटकोनात नाला बंडींग केल्यास वाहून जाणाऱ्या पाण्याला अडथळा निर्माण होऊन पाण्याबरोबर वाहून जाणारे मातीचे कण नाल्यामध्ये येऊन साचतात. यातून मृदा धूप थांबवण्यास मदत होते.

४. योग्य शेतीपध्दतींचा वापर

पाणी देण्यासाठी आधुनिक ठिंबक सिंचन, तुषार सिंचन पध्दतींचा वापर, मशागत करत असताना उताराला अनुसरून काटकोनात नांगरट, पायऱ्यांची शेती, जमिनीची धूप नियंत्रित करणाऱ्या पिकांची म्हणजे भुईमूग, द्विदल धान्य या प्रकारच्या पिकांची लागवड, स्थलांतरित शेतीवर निर्बंध, चराऊ कुरणांच्या वापरावर बंदी अशा उपाययोजना केल्यास मृदा धूप नियंत्रित करण्यास मदत होऊ शकेल.

५. पूर नियंत्रण

ओढे, नाले, नद्यांवर छोट्या-छोट्या आकाराचे बंधारे बांधल्यास पाण्याला अडथळा निर्माण होऊन वेगाने वाहून जाणारे पाणी थांबेल अथवा त्याचा वेग कमी होईल. यामुळे मृदा धूप रोखण्यास मदत होईल.

६. दगडगोट्यांचे अस्तरीकरण

जेथे पर्जन्याचे प्रमाण कमी आहे अशा जमिनीवर वाळूमिश्रीत दगडगोटे पसरून वाहून जाणारे पाणी अडवण्याचे व जमिनीत जिरवण्याचे काम होऊ शकते. यातून पाण्यामुळे व वाऱ्यामुळे होणारी मृदा धूप रोखण्याचे काम चांगल्या पध्दतीने होऊ शकते.

७. सागरी किनाऱ्याचे संरक्षण

सागरी किनारी भागात बांध बंदिस्ती, वृक्षारोपण यासारख्या उपाय योजना करून सागरी लाटा व भरती आहोटीपासून होणारी धूप थांबवता येणे शक्य आहे.

* स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-३ *

१. मृदेची सुपीकता व आरोग्य चांगले ठेवण्यासाठी प्रकारची खते योग्य ठरतात.
२. जंगलतोडीमुळे मृदेची सुपीकता होते.
३. मृदेची गुणवत्ता व उत्पादकता नष्ट होणे याला म्हणतात.
४. वारंवार एकच एक पीक घेतल्याने मृदा होते.
५. मृदा अवनती मुळे सर्वात जास्त घडून येते.
६. मृदा संधारणाच्या दृष्टीने मशागतीची सर्व कामे करावी लागतात.
७. स्थलांतरित शेती पध्दती करण्यास कारणीभूत ठरते.
८. मृदा संधारणाच्या दृष्टीने खूपच महत्त्वाची आहे.

३.३ सारांश

मृदा ही एक महत्त्वाची नैसर्गिक साधनसंपत्ती आहे. ती वनस्पतींचा आधार असून यावरच मानवी संस्कृतीचा उगम व विकास प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षपणे अवलंबून असतो. मानवाच्या आर्थिक, सामाजिक, औद्योगिक विकासही मृदेशी संलग्नीत असतो.

मृदेच्या जनुकिय वर्गीकरणासाठी हवामान व त्याठिकाणच्या वनस्पतींचा आधार घेतला गेला त्यानुसार जगभरातील विविध मृदा प्रकाराचे अध्ययन केले गेले. मृदा प्रकार अभ्यासल्यावर अप्रत्यक्षपणे त्याठिकाणच्या हवामानाचा व वनस्पतींचा अभ्यास करता येणे शक्य आहे. तसेच हे घटक एकमेकांशी संलग्नीत आहेत व त्याच अनुषंगाने त्यांचा अभ्यास महत्त्वाचा आहे. जागतिक व स्थानिक या पध्दतीने महाराष्ट्रातील मृदा प्रकारांचा व वितरणाचा अभ्यास यानिमित्ताने याठिकाणी केला आहे.

याबरोबरच मृदा ही महत्त्वाची नैसर्गिक साधनसंपत्ती असताना तिचा अतिरेकी वापर मृदा अवनती/ व्हास यासारखी समस्या निर्माण करतो. यातून जमिनीची उत्पादनक्षमता कमी होते तर काही वेळा जमिनी नापीक बनतात. यातूनच अनेक आर्थिक, सामाजिक समस्या निर्माण होतात. हे थांबण्यासाठी मृदा संधारणाची गरज आणि यासाठीच्या उपाययोजना यानिमित्ताने अभ्यासल्या गेल्या. यातून वनसंवर्धन,

जलसिंचनाच्या आधुनिक पद्धतींचा वापर, सेंद्रीय खतांचा जास्तीत जास्त वापर, स्थलांतरित शेतीवर निर्बंध, मशागतीच्या योग्य पद्धतींचा वापर अशा अनेक बाबींवर लक्ष देण्यावर भर देण्यात आला. जमिनी बिघडणार नाहीत यासाठी पूर्व मृदा व्यवस्थापनाची गरजही यानिमित्ताने विचारात घेणे आवश्यक वाटते.

३.४ पारिभाषिक शब्द, शब्दार्थ

- * मृदा प्रदूषण : मृदेच्या नैसर्गिक गुणधर्मात झालेले बदल.
- * अवसादन : कण तळाशी बसणे.
- * जैविक : वनस्पती व प्राण्याशी संबंधित.
- * मृत्तीका/मृत्तीकाश्म : मृदेचे अतिसूक्ष्म कण.
- * अपक्षरण : खनन, क्षरण.
- * सौरशक्ती : सौर ऊर्जा.
- * पंक : चिखल.
- * पोत : मृदा कणांची रचना.

३.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

□ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-१ ची उत्तरे

१. व्ही. व्ही. डोकुचॉव्ह.
२. सी. एम. मारबुत.
३. जैविक.
४. जनक.
५. प्रेअरी मृदा.
६. पॉडझॉल मृदा.
७. टुंड्रा मृदा.
८. पेडॉकॉल्स.
९. काळ्या.
१०. जांभी (लॅटेराईट).

११. तांबडा/लाल.

१२. राखी (अॅश)

१३. काळी पृथ्वी.

□ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-२ ची उत्तरे

१. काळी.

२. फिक्कट काळी, गडद काळी.

३. भाबर मृदा.

४. जांभी.

५. काळा कापसाची मृदा.

६. ह्युमस व फेरस मॅनेटाईट.

७. तांबडा/लाल.

□ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-३ ची उत्तरे

१. सेंद्रीय.

२. कमी.

३. मृदा ऱ्हास/अवनती.

४. नापीक.

५. पाणी.

६. उताराला काटकोनात.

७. मृदा अवनती/मृदा धूप.

८. वृक्ष लागवड.

३.६ सरावासाठी स्वाध्याय

अ) दीर्घोत्तरी प्रश्न.

१. मृदेचे जनुकिय वर्गीकरण स्पष्ट करा.

२. महाराष्ट्रातील मृदेचे वितरण नकाशासह स्पष्ट करा.

३. मृदा अवनती म्हणजे काय? मृदा अवनतीचे परिणाम व मृदा संधारणाचे उपाय स्पष्ट करा.
४. मृदा अवनती म्हणजे काय? मृदा अवनतीचे प्रकार स्पष्ट करा.
५. मृदा धूप म्हणजे काय ते सांगून कारणे, परिणाम व उपाय स्पष्ट करा.
६. मृदा गुणधर्म सांगून मृदेचे सामान्य जागतिक वितरण नकाशासह स्पष्ट करा.
७. मृदा अवनती/-हास थांबवण्यासाठीच्या उपाययोजना सविस्तर विशद करा.

ब) टिपा लिहा.

१. विभागीय मृदा.
२. प्रेअरी मृदा.
३. टुंड्रा मृदा.
४. महाराष्ट्रातील प्रमुख मृदा प्रकार.
५. मृदा अवनती/-हास.
६. मृदा धूप.
७. मृदा धूप कारणे.
८. मृदा धूप उपाययोजना.
९. मृदा संधारण.

३.७ क्षेत्रीय कार्य

१. आपल्या परिसरातील मृदा प्रकार संकलित करून त्या मृदेतील मृदा कणरचनेचे परीक्षण करा.
२. आपल्या परिसरातील मृदा अवनती/-हासांच्या कारणांची माहिती संकलित करता.

३.८ अधिक अभ्यासासाठी संदर्भ ग्रंथ

१. **Backman, H. O. and Brady, N.C.,** : *'The Nature and Properties of Soils'*.

२. **Longwell and Flint** : *'Introduction to Physical Geology'*.
३. प्रा. ए. बी. सवदी : 'भूगोलाची मुलतत्त्वे' (खंड पहिला)'.
४. प्रा. ए. बी. सवदी : 'महाराष्ट्राचा भूगोल'.
५. प्रा. के. ए. खतीब : 'महाराष्ट्राचा भूगोल'.
६. डॉ. प्रकाश सावंत : 'पर्यावरण शिक्षण व मृदा भूगोल'.
७. प्रा. सु. प्र. दाते, प्रा. सौ. दाते : 'प्राकृतिक भूगोल'.
८. डॉ. विठ्ठल घारपुरे : 'साधनसंपत्ती भूगोल'.

□□□

प्रात्यक्षिक (फक्त तात्विक)
(Practical (Theory Only)

अनुक्रमणिका

- ४.० उद्दिष्टे
- ४.१ प्रस्तावना
- ४.२ विषय विवेचन
 - ४.२.१ मृदा छेद
 - ४.२.२ मृदा छेद म्हणजे काय?
 - ४.२.३ मृदा नमुने व साधने
 - ४.२.४ मृदेचे परीक्षण का करायचे?
 - ४.२.५ मृदाचे नमुने केव्हा आणि कसे घ्यावे
 - ४.२.६ मृदेचे विश्लेषण
 - ४.२.७ कृमीपासून कंपोस्ट खत तयार करण्याची पध्दत
- ४.३ सारांश
- ४.४ पारिभाषिक शब्द, शब्दार्थ
- ४.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्नोत्तरे
- ४.६ सरावासाठी स्वाध्याय
- ४.७ क्षेत्रीय कार्य

४.० उद्दिष्टे

या घटकाच्या अभ्यासानंतर आपणांस,

१. मृदा छेद संकल्पना समजून घेणे.
२. मृदा नमुने, साधने व परीक्षण समजून घेणे.
३. कृमी किंवा गांडूळ खत तयार करण्याची पध्दत समजून घेणे.

४.२ विषय विवेचन

४.२.१ मृदा छेद (Soil Profile) :-

मृदा म्हणजे माती असे आपण म्हणतो. माती हा शेतीचा पाया आहे. मातीमुळेच वनस्पतींना आधार मिळतो तसेच त्यांचे पोषण होते. त्याचबरोबर सर्व सजीवांचे व प्राणीमात्रांचे जीवन, पालनपोषण देखील अवलंबून असते. भूपृष्ठावरील सर्वात वरचा भुसभुशीत थरास मृदा किंवा माती असे म्हणतात. ही मृदा विविध प्रकारच्या दगडगोटे, वाळू, बारीक माती यांची झीज होऊन माती बनलेली असते. या क्रियेत वातावरणातील बदल, अतिउष्णता, पाऊस, अतिथंडी, भूपृष्ठ रचना, उतार यांचा दगडावर आणि खडकावर परिणाम होतो व खडकावर भेगा पडतात आणि त्यात पाणी साठून त्यामुळे खडक फुटतात. कालांतराने त्याची झीज होऊन या बारीक तुकड्यांची नंतर कण व बारीक कणात रूपांतर होऊन त्यांची माती होते. तसेच ही क्रिया अतिशय मंद गतीने होते. साधारणपणे मातीचा एक थर तयार होण्यास हजारो वर्षे लागतात. भूपृष्ठावर सर्वात वरचा बारीक कणाचा मातीचा थर (Top Layer) तयार होतो. या प्रकार मृदेचे एकावर एक थर तयार होत जातात.

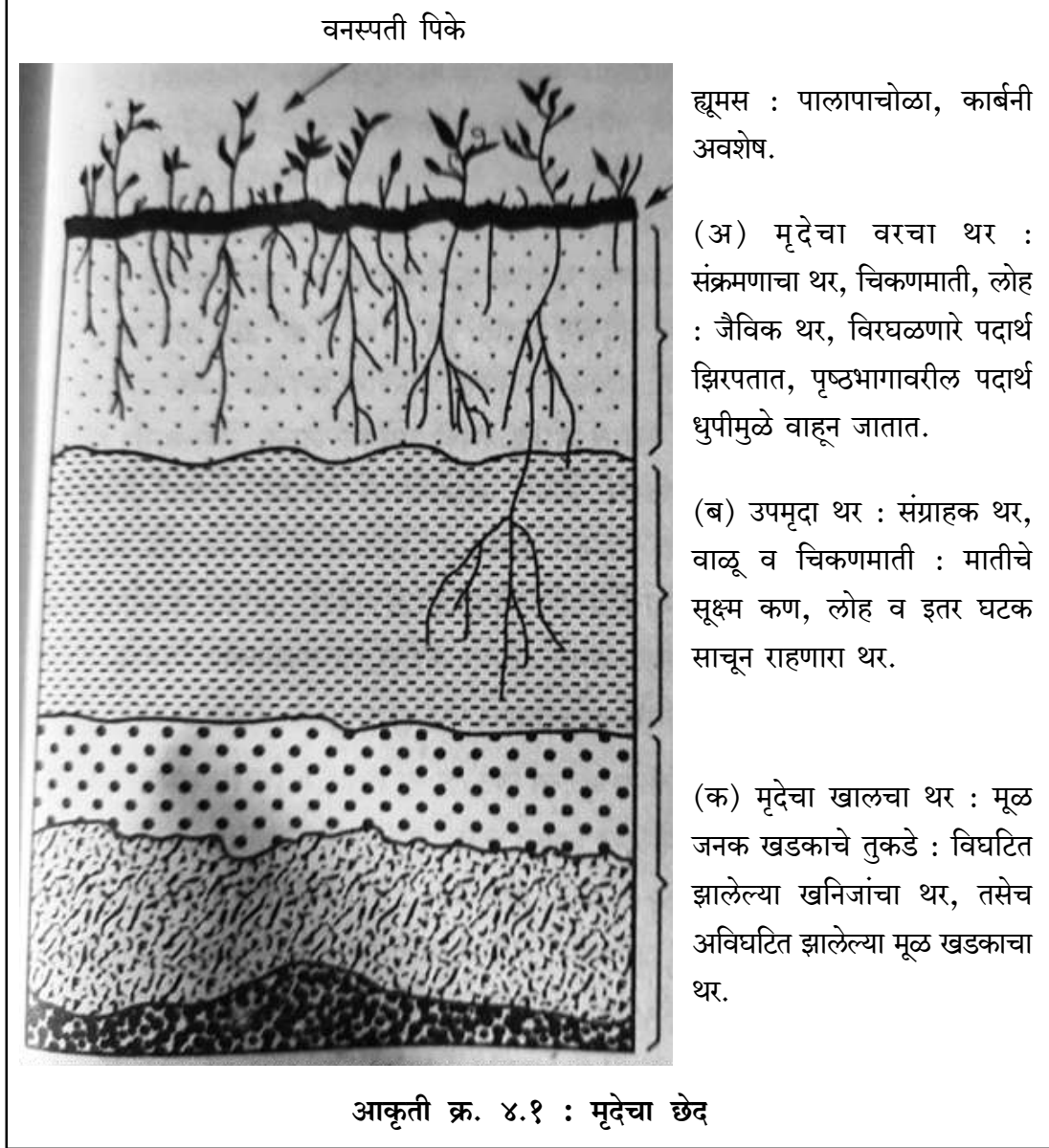
४.२.२ मृदा छेद म्हणजे काय?

मृदा भूगोलशास्त्रामध्ये मृदेचा छेद ही सर्वात महत्त्वाची संकल्पना आहे. जमिनीचा उभा छेद वरपासून ते मूळ खडकापर्यंत घेतात. हे छेद मृदा निर्मितीच्यावेळी तयार होतात. मातीचा चौकोनी खड्डा खोल काढल्यास आणि खोदाई केलेल्या खड्ड्याची पाहणी केल्यास जमिनीतील विविध मृदेचे वेगवेगळे छेद किंवा थर दिसून येतात. त्याचबरोबर या छेदामुळे मृदेचा घट्टपणा, ओलावा, छिद्र, व पोकळी समजते. तसेच पूर्वस्थिती व सद्यस्थितीचा अभ्यास करून माहिती मिळते. भूपृष्ठभागापासून मूळ खडकापर्यंत (Parent Material) विविध स्तर दर्शविणाऱ्या मातीचा अनुलंब विभाग (Vertical Section) किंवा उभा थरास मृदेचा छेद म्हणतात. या मृदेच्या वेगवेगळ्या थरास इंग्रजीमध्ये क्षितिजे (Horizo) असे म्हणतात. प्रत्येक थरामध्ये मातीचा रंग, रचना, खडकांच्या तुकड्यांवर आधारित तेथील भिन्नता आढळते. सामान्यतः मृदेचे तीन थर पडतात, या थरांना (अ) वरचा थर (Top Soil), (ब) मधला थर (Sub Soil) आणि (क) खालचा थर (Sub-Stratum Soil) म्हणतात. प्रत्येक थराची माहिती आपण पुढीलप्रमाणे समजून घेऊ.

४.२.२.१ वरचा थर (Top Soil) :-

या थरास मृदेचा वरचा थर असेही म्हणतात. या थरामध्ये सेंद्रिय द्रव्ये व कुजलेला पाला पाचोळा असतो, त्यामुळे या थराचा रंग अगदी गडद असून या थरातील मातीचा पोतही चांगला असतो. या थरात

सेंद्रीय पदार्थांमुळे वरची मृदा भुसभुशीत व मऊ, पोकळ असते यातून पाणी व हवेचा अंश जाऊन तेथील वनस्पतीची व पिकांची वाढ होण्यास मदत होते. या थरामध्ये विविध अतिसूक्ष्म जंतू, गांडूळ, बुरशी इत्यादी जंतू असतात.



४.२.२.२ मधला थर (Sub Soil) :-

‘अ’ थराच्या खालच्या थरास ‘ब’ किंवा मधला थर असे म्हणतात. या थरामध्ये ह्यूमसचे कण खूपच कमी प्रमाणात आढळतात, त्यामुळे हा थर अधिक मजबूत व कठीण असतो. ‘ब’ थरामध्ये वरच्या

थरातील घटक द्रव्ये येतात व साचून राहतात. यामुळे या थरामध्ये सेंद्रिय द्रव्ये कमी प्रमाणात असल्यामुळे याचा रंग फिकट असतो. परंतु या थरामध्ये खनिज द्रव्ये मोठ्या प्रमाणात आढळतात. या थरामध्ये फारच कमी सूक्ष्मप्राणी असतात.

४.२.२.३ खालचा थर (Sub-Stratum Soil) :-

हा सर्वात खालचा थर असून या थरास मुलभूत खडकाचा थर असेही म्हणत. या थरामध्ये सेंद्रिय द्रव्ये नसतात. हा थर मोठे खडक किंवा अर्धवट तुटलेल्या मुलभूत खडकांपासून बनलेला असतो. ह्या थराची उंची भूपृष्ठभागापासून कमीतकमी ३० ते ४० फूट असते. या थरातील रंग मूळ त्याक्षेत्रातील जनक खडकाचा असतो. हा थर पृथ्वीच्या आतील मूळ खडक आणि क्षितिजाच्या अ आणि बी दरम्यान एक संक्रमण झोन दर्शवितो.

४.२.३ मृदा नमुने व साधने (Soil Sampling and Tools) :-

मातीची चाचणी अनेक कारणांसाठी महत्त्वाची आहे: पीक उत्पादनास अनुकूल बनविणे, वाहून जाणाऱ्या मातीची माहिती घेणे, मृदेचा पोत कमी होणे तसेच वातावरणास दूषित होण्यापासून संरक्षण आणि उत्तेजन देणे. यामुळे मृदेचे परीक्षण करणे महत्त्वाचे आहे. एखादे पिक किंवा वनस्पती घेण्यापूर्वी त्याच्याबद्दल संभाव्य विश्लेषणे, पोषक तत्वांची कमतरता, सामू (pH) असंतुलन किंवा जास्त विद्रव्य क्षारांचे संकेत देतात. माती चाचणीद्वारे सामू (pH) आणि प्रजनन पातळी निश्चित करणे हे एक ध्वनीयुक्त पौष्टिक व्यवस्थापन कार्यक्रमाचे नियोजन करण्याची पहिली पायरी आहे. मृदेचे पौष्टिक व्यवस्थापन व रासायनिक पद्धतीने दूर करून नमुन्यात बसत असलेली पौष्टिकाची मोजमाप करणे यास मृदा परीक्षण (Soil Testing) म्हणतात.

४.२.४ मृदेचे परीक्षण का करायचे?

मातीतील प्रकार आणि मातीमधील पोषक घटकांचा विचार केला तर प्रत्येक क्षेत्र भिन्न आहे. मातीचे नमुने आणि चाचणी आपल्याला वनस्पतीमधील किंवा पिकामधील उपलब्ध पोषक तत्वे दर्शवू शकते. मातीमध्ये पौष्टिक पातळी देखील दरवर्षी बदलत असतात, म्हणून नवीन पीक घेण्यापूर्वी मातीचे नमुने घेणे आणि चाचणी करणे महत्त्वाचे आहे. थोडक्यात 'माती चाचणी' चे फायदे खालीलप्रमाणे आहेत.:

१. मृदेची चाचणी उत्तम खताच्या शिफारशी देऊन पिके व वनस्पतींच्या वाढीस प्रोत्साहित करते.
२. मृदेमध्ये पौष्टिकतेचे प्रमाण कमी किंवा जास्त आहे की नाही हे निदान करते.

३. मृदेची चाचणी पर्यावरणीय गुणवत्तेला प्रोत्साहन देते.
४. खत नियोजनास मदत होते.

४.२.५ मृदाचे नमुने केव्हा आणि कसे घ्यावे

मृदेचा नमुना वर्णन केल्याप्रमाणे योग्य वेळी आणि योग्य पध्दतीने घेणे आवश्यक आहे:

१. शेतात काहीही लावण्यापूर्वी आणि पीक काढून घेतल्यानंतर.
२. कोणत्याही सेंद्रिय किंवा रासायनिक खतांचा वापर करण्यापूर्वी.
३. कोणत्याही सेंद्रिय किंवा रासायनिक खतांचा वापर केला असल्यास तीन महिन्यांनंतर.
४. माती तपासणीसाठी फक्त ०.५ किलो माती आवश्यक आहे.

४.२.५.१ मृदेच्या नमुन्यासाठी माती गोळा करण्याची योग्य प्रक्रिया

१. 'माती परीक्षण'साठी, माती १५ वेगवेगळ्या ठिकाणाहून घेतली जाते.
२. १५ सेमी खोल एक 'व्ही' आकाराचा खड्डा खोदून. त्याच्या एका बाजूला मातीचा नमुना (२ ते ३ सें.मी.जाड) घ्या. १५ वेगवेगळ्या ठिकाणाहून नमुने घेण्यासाठी समान प्रक्रियेचे अनुसरण करा.
३. मातीमध्ये कचरा व खडकाचे तुकडे असल्यास काढून टाकून नमुने स्वच्छ करा.
४. सर्व नमुने खूप चांगले मिसळा (मिश्र नमुन्याचे ४ समान भाग बनवा. मग एकमेकांशी दोन कर्ण उलट भाग मिसळा. चार ते पाच वेळा प्रक्रिया पुन्हा करा.)
५. परीक्षणासाठी आणलेली माती हो बहुधा शुष्क असते. शुष्क माती जमा करणे सुलभ असते. ओल्या मातीचा परीक्षणावर परिणाम होत नाही पण जमा करणे थोडे अवघड असते. जर परीक्षणासाठी घेतलेली माती ओली असेल तर ती शुष्क करावी.

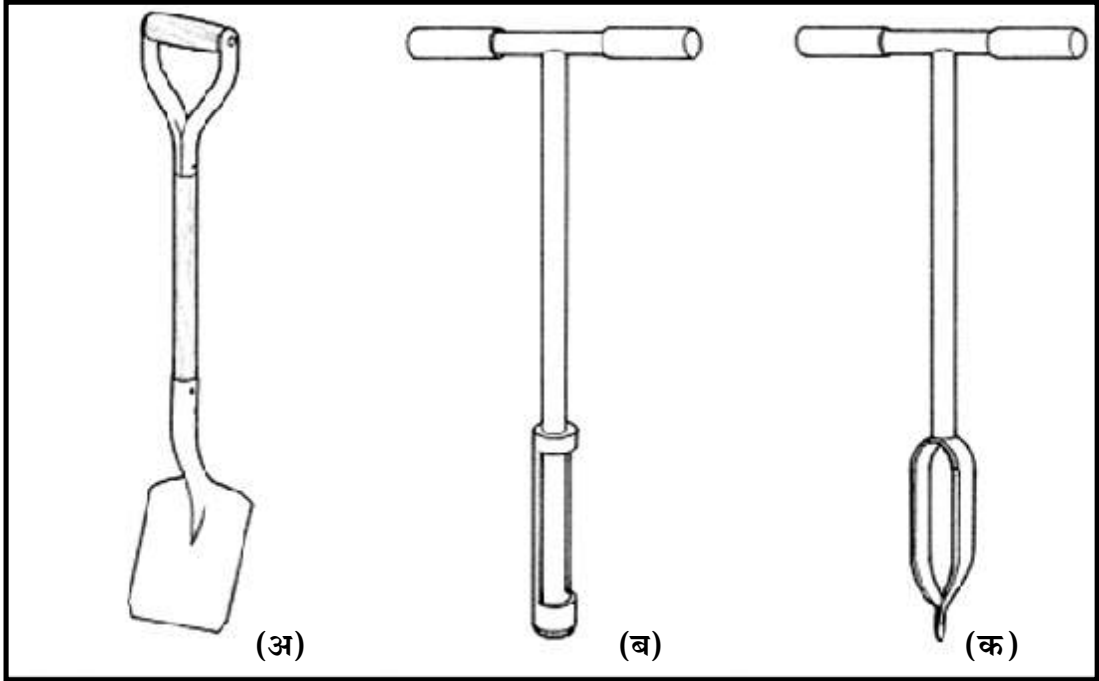
४.२.६ मृदा नमुने घेण्यास वापरली जाणारी साधने

माती नमुन्यांची उपकरणे मातीच्या थरांची वेगवान आणि अचूक प्रोफाइलिंग घेतात आणि वर्गीकरण आणि चाचणीसाठी नमुने गोळा करण्यास मदत करतात. मृदा नमुने घेण्यासाठी विविध साधने लागतात ती पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. **प्रमाणित गिरमीट (Standard Auger)** : प्रमाणित गिरमीट हे सर्व मातीच्या प्रकाराचे नमुने घेण्यासाठी वापरले जातात. ते ३ इंच (७६ मिमी) आणि ४ इंच (१०२ मिमी) व्यासामध्ये उपलब्ध आहेत.

२. **चिकणमाती खणन गिरमीट (Clay Auger)** : हे गिरमीट एकत्रित मातीतील नमुने तयार करण्यासाठी ते चांगले कार्य करतात. हे ३ इंच (७६ मिमी) आणि ४ इंच (१०२ मिमी) व्यासाचे खुल्या आकाराचे साधन उपलब्ध आहेत.

३. **वाळू खणन गिरमीट (Sand Auger)** : सुटे वाळूचे कण किंवा मातीसाठी याचे डिझाइन केलेले आहे. हे ३ इंच (७६ मिमी) आणि ४ इंच (१०२ मिमी) व्यासामध्ये उपलब्ध आहेत.



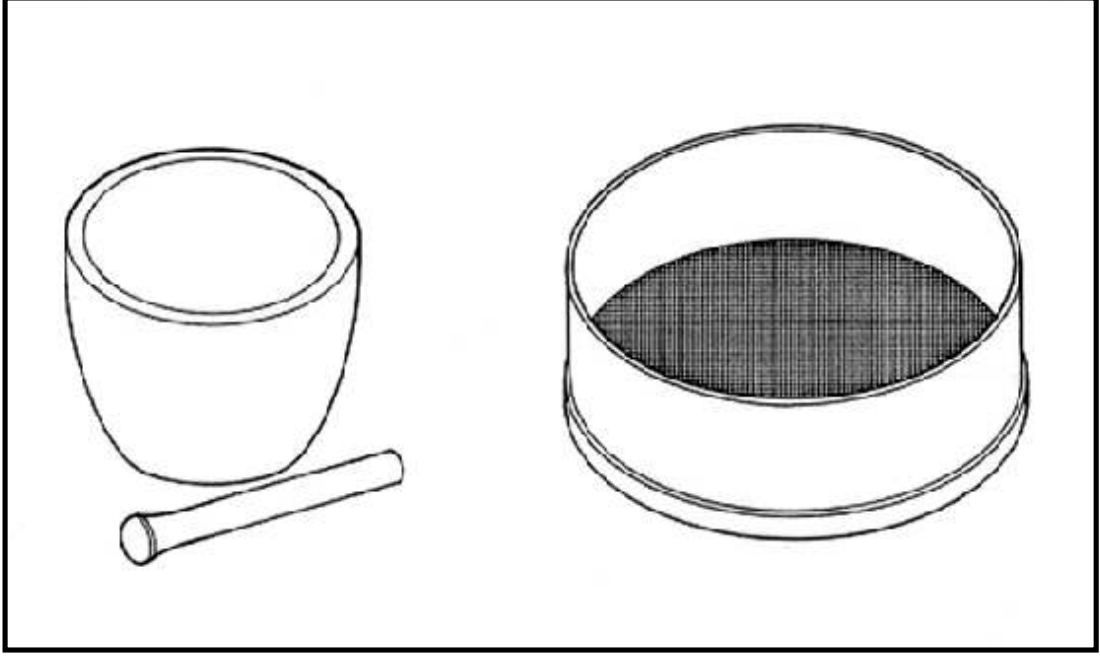
आकृती क्र.४.२ : (अ) पाने, (ब) नळी, (क) गिरमीट

४. **चिखल खणन गिरमीट (Mud Auger)** : याचा उपयोग चिखलयुक्त माती व वनस्पतीच्या मुळाना चिकटलेली माती परीक्षणास वापरण्यात येते. हे ३ इंच (७६ मिमी) आणि ४ इंच (१०२ मिमी) व्यासामध्ये उपलब्ध आहेत.

५. **एक खंड मृदा नमुना (One Piece Soil Sampler)** : याची लांबी ११ इंच (२७९ मिमी) किंवा १४ इंच (३६० मिमी) लांबीसह एक तुकडा माती नमुना घेण्यासाठी उपलब्ध आहेत. याचा दांडा किंवा मुठ हि इंग्रजी टी अक्षराप्रमाणे असते तसेच हे कठीण माती परीक्षणास वापरण्यात येते.

६. इतर खणन गिरमीट (Other Auger) : जलद एकत्र जोडणारे गिरमीट, जलद एकत्र जोडणारे टाचणी, दांडा व विस्तारण याचा खोलवर माती काढण्यासाठी उपयोग केला जातो. याचा आकार २ ते ५ फूट पर्यंत असतो.

७. इतर साधने (Other Tools) : खलबता (मृदा कठीण असल्यास ती बारीक करण्यासाठी), चाळण (परीक्षणासाठी मृदा बारीक करण्यासाठी) याशिवाय बादली, फावडे, नोंद वही इत्यादी.



आकृती क्र.४.३ : (अ) खलबता, (ब) चाळण

४.२.७ मृदेचे विश्लेषण

४.२.७.१ पी.एच. (pH) सामू किंवा आम्ल - विम्ल निर्देशांक) तपासणी :-

pH सामू महणजे हायड्रोजन आयन क्रियाशिलतेचा ऋण लॉगरीथम होय. यावरून जमिनीची आम्ल विम्लता कळते. सामानुसार जमिनीतील अन्नघटकांची उपलब्धता, सुक्ष्मजीवांची कार्यक्षमता तसेच जमिनीची भौतिक परिस्थिती लक्षात येते. या गुणधर्माचे पिकांच्या वाढीसाठी अनन्यसाधारण महत्त्व आहे.

$$\text{pH सामू} = \log (\text{H}^+ \text{ ion activity})$$

H^+ = हायड्रोजन आयनची क्रियाशिलता, मोलस/ लि. (mol. / lit)

४.२.७.२ तत्व :-

या घटकांची निरीक्षणे इलेक्ट्रोमेट्रिक (विद्युत मंत्र) मीटरच्या साहाय्याने घेतली जातात. या उपकरणाच्या साहाय्याने द्रावणातील हामड्रोजन आयनची (H⁺) तीव्रता (Concentration) मोजली जाते. याकरीता उपकरणात दोन संदर्भ विद्युत इलेक्ट्रोड असतात.

अ) रेफरंस इलेक्ट्रोड : यात पोटॅशियमचे (KCL) चे संपृक्त (Saturated) द्रावण भरलेले असते. हा इलेक्ट्रोड द्रावणात बुडवला असता "O" हे निरीक्षण दर्शवतो.

ब) ग्लास इलेक्ट्रोड : ह्या इलेक्ट्रोडमध्ये pH ला संवेदनशीलता असणारे द्रावण भरलेले असते. ह्याच्या टोकाशी असलेल्या बल्बमुळे दोन्ही इलेक्ट्रोडमुळे निर्माण झालेल्या पोटेशियल मधील फरक मोजून त्यानुसार pH चे निरीक्षण दर्शवले जाते.

४.२.७.३ आवश्यक साहित्य :-

pH मीटर (इलेक्ट्रोडसह), बलन्स, १०० मिली बिकर, ग्लास रॉड, बफर सोल्युशन (pH 4.0, 7.0, 9.2) किंवा त्याच्या गोळ्या (Tablets), वॉश बॉटल इ.

४.२.७.४ रसायने :-

अचूक निरीक्षणे नोंदविण्याकरिता pH मीटरचे कॅलीब्रेशन करणे अत्यावश्यक बाब आहे. याकरिता बाजारात मिळणाऱ्या 4.0, 7.0, 9.2 pH गोळ्यांचा वापर करून प्रमाणित बफर सोल्युशन (उभयरोधक द्रावण) तयार करावीत. ही द्रावणे जास्त काळ टिकत नसल्याने ती काही कालावधीनंतर (१०-१५ दिवसांच्या अंतराने) सतत बदलावीत. pH गोळ्या उपलब्ध नसल्यास प्रयोगशाळेत बफर सोल्युशन तयार करता येते.

a) उभयरोधक द्रावण (Standard Buffer Salutation 4.0 pH) : 61.24 g पोटेशियम हायड्रोजन थलेट (A.R) 225 ml कोमट पाण्यात विरघळावा व डिस्टील वॉटरच्या (ऊर्ध्वपातीत पाणी) साहाय्याने २५० ml द्रावण तयार करा. त्यात 2-3 (Toluene) घाला. यातील 100 ml द्रावणात 500 ml अती शुद्ध पाणी (डबल डिस्टील वॉटर) घातल्यास 0.05 M चे द्रावण मिळते. या द्रावणाचा सामू 25⁰C ला 4.0 इतका असतो.

b) बफर सोल्युशन (उभयरोधक द्रावण) (Buffer Salutation pH 7.0) : (1.0 N KCl) for pH 7.0) 18.65 g KCl, 250 ml शुद्ध पाण्यात (डबल डिस्टील वॉटर) विरघळवल्यास या द्रावणाचा सामू 25⁰C ला 9.2 इतका असतो.

c) बफर सोल्युशन (उभयरोधक द्रावण) (Buffer Salutation pH 9.2) : 3.81 g

सोडीयम ट्रेट्राबोरेट (A.R) + 1000 ml ऊर्ध्वपातीत पाण्यात (डबल डीस्टील वॉटर) विरघळल्यास या द्रावणाचा सामू 25⁰C ला 9.2 इतका असतो.

४.२.७.५ कृती :-

- * प्रथम 100 ml च्या बिकरमध्ये 10 gm (2 mm) माती घ्या.
- * त्यात 100 ml डबल डीस्टील वॉटर (ऊर्ध्वपातीत पाणी) घाला. म्हणजेच माती व पाणी माचा संबंध 1:2.5 मा प्रमाणात राहिल.
- * ग्लास रॉडच्या साहाय्याने हे मिश्रण मधून मधून साधारणता एक तास चांगले हलवा.
- * नंतर पी.एच. मीटरच्या साहाय्याने पी.एच.चे रीडिंग घ्या.
- * नवीन नमुना तपासणीपूर्वी ग्लास इलेक्ट्रोड डीस्टील वॉटरने स्वच्छ धुवून टिश्यू पेपरने पुसून घ्या.

४.२.७.६ दक्षता :-

- * नमुना तपासताना द्रावणात इलेक्ट्रोड बुडतेवेळी ते बिकरच्या तळाशी स्पर्श करणार नाही याची काळजी घ्यावी.
- * काम झालेनंतर इलेक्ट्रोड स्वच्छ धुवून डीस्टील वॉटरमध्ये बुडवून ठेवावे.

४.२.७.७ निरीक्षण व सूत्रे :-

मीटरवर येणारी निरीक्षण नोंदवावीत

अ.नं.	निरीक्षण	सामू pH
१.	४.५ पेक्षा कमी	अत्यंतिक आम्ल
२.	४.६ ते ५.२	तीव्र आम्ल
३.	५.३ ते ६.०	मध्यम आम्ल
४.	६.१ ते ६.५	किंचित आम्ल
५.	६.६ ते ७.०	उदासीन
६.	७.१ ते ७.५	किंचित अल्कली
७.	७.६ ते ८.३	मध्यम अल्कली
८.	८.४ ते ९.०	तीव्र अल्कली
९.	९.० पेक्षा जास्त	अत्यंतिक अल्कली

४.२.७.८ विश्लेषण निष्कर्ष

माती : पाणी प्रमाण 1: 2.5 Ratio	वर्गवारी Rating	सामू मर्यादा Range	स्पष्टीकरण General Interpretation
	खूप जास्त	८.५ पेक्षा जास्त	विम्ल जमिनीमध्ये Ca, Mg उपलब्ध होत नाहीत. Na जास्त होवू शकतो बोरॉनची toxicity होते.
	जास्त	७.०-८.५	P व B ची उपलब्धता कमी होते. ७.० पी.एच. च्यावर Co, Cu, Fe, Mn, Zn च्या कमतरतेची (Deficiency) शक्यता निर्माण होते.
	मध्यम	५.५-७.०	सर्व पिकास मानवणारी
	कमी	५.५ पेक्षा कमी	आम्ल जमिनी A1 ची toxicity होते व Co, Cu, Fe, Mn, Zn Ca, Mg, K, N, Mo, P, S कमतरता (Deficiency) होते. ५ पेक्षा पी.एच. ला B ची Deficiency होते.

४.२.७.९ आम्ल जमिनी सुधारण्यासाठी

१. आम्ल जमिनीचा सामू व पोत लक्षात घेवून ०.५ ते २.५० टन चुन्याची पावडर अगर चुना खडीची पावडर वापरावी.
२. सेंद्रिय खताचा व हिरवळच्या खताचा वापर करावा.

४.२.७.१० वाढलेला विम्ल निर्देशांक कमी करण्यासाठी उपाय

१. जमिनीचा चोपपणा वाढत चाललेला असल्यास त्यासाठी उत्तारास समांतर चर काढून पाण्याचा निचरा होईल अशी काळजी घ्यावी.
२. हेक्टरी ५ ते १० टन जीप्सम पूड व १० ते २५ गाड्या चांगले कुजलेले शेणखत जमिनीत मिसळून घालावे. साखर कारखान्यातील मळीपासून तयार केलेले कंपोस्ट १०-२० गाड्या घालाव्यात.

३. भात, कापूस, गहू, शुगरबीट यासारखी पिके घ्यावीत.

४. ताग, शेवरी यासारखी हिरवळीची पिके घ्यावीत.

४.२.८ कृमी कंपोस्ट खत तयार करण्याची पद्धत Vermicompost Process

देशाची वाढती लोकसंख्या लक्षात घेता शेतकरी बांधवांना अन्नधान्याची पूर्तता करण्यासाठी अधिकाधिक पिके घेणे गरजेचे आहे त्याच जमिनीवर प्रति हेक्टरी उत्पादन वाढविणे अनिवार्य आहे. परंतु असे असले तरी ज्या पद्धतीने रासायनिक खतांचा बेसुमार वापर वाढला आहे, त्याचा विपरीत परिणाम पर्यावरणावर दिसून येत आहे. दिवसेंदिवस जमिनीची उत्पादन घेण्याची शक्ती कमी होत आहे. जमिनीतील सूक्ष्मजीवांची संख्या घटून त्या मृतप्राय झालेल्या आहेत. शेतजमिनीची भौतिक, रासायनिक व जैविकदृष्ट्या अपरिमित हानी होत आहे.

वर्षानुवर्ष एकाच जमिनीत एकाच पिकाची लागवड केली जाते. त्यामुळे जमिनीत पाण्याचा वापर वाढला आहे. त्यामुळे जमिनीचे कस कमी होत असून अन्नधान्याची गरज मात्र वाढतच आहे. ही गरज पूर्ण करण्यासाठी उपलब्ध जमिनीचा अधिकाधिक वापर करावा लागणार आहे. त्यासाठी ही जमीन दीर्घकाळ जिवंत, सुपीक ठेवणे ही आपली नैतिक जबाबदारी आहे.

रासायनिक सुपीकता भौतिक व जैविक सुपीकतेमुळे बदलता येते. मात्र भौतिक सुपीकता बदलणे व टिकवणे अत्यंत अवघड गोष्ट आहे. त्यासाठी फार मोठा कालावधी लागतो. म्हणूनच सेंद्रिय खताचा अधिकाधिक वापर शेतीत केला पाहिजे. गांडूळ खत हे आज उपलब्ध असलेल्या सेंद्रिय खतांपैकी एक उत्कृष्ट खत आहे. त्यावर यापुढील काळात भर देण्याची नितांत गरज आहे.

४.२.८.१ गांडूळ खत म्हणजे काय?

गांडूळ हा जमिनीत राहणारा प्राणी आहे. तो जमिनीतील सेंद्रिय पदार्थ खातो. ते खाल्ल्यानंतर त्याच्या शरीराला आवश्यक असा भाग सोडून उर्वरित भाग विष्टा म्हणून शरीरातून बाहेर टाकतो, त्यालाच गांडूळ खत किंवा वर्मिकंपोस्ट असे म्हणतात. या क्रियेला २४ तासांचा कालावधी लागतो. गांडूळ जेवढे पदार्थ खातो त्यापैकी स्वतःच्या शरीरासाठी फक्त १० टक्के भाग ठेवतो व बाकीचा ९० टक्के भाग शरीरातून बाहेर टाकतो. गांडूळखतात वनस्पतीच्या वाढीसाठी लागणारी अन्नद्रव्ये, संप्रेरके, उपयुक्त जीवाणू असून वनस्पतीची रोग प्रतिकारक क्षमता वाढविते. गांडूळखत हे भरपूर अन्नद्रव्ये, संप्रेरके असणारे दाणेदार सेंद्रिय खत असून जैविक गुणधर्म वाढविते. गांडूळखत हा सेंद्रिय शेतातील एक महत्वाचा घटक आहे.

४.२.८.२. गांडूळ खत तयार करण्यासाठी लागणारे पदार्थ

- * पिकांचे अवशेष : धसकटे, पेंढा, ताटे, कोंडा, पालापाचोळा आणि गवत इ.
- * जनावरांपासून मिळणारी उप उत्पादिते : शेण, मूत्र, शेळ्या लीद, कोंबड्यांची विष्टा, इत्यादी.
- * फळझाडे आणि वनझाडांचा पालापाचोळा.
- * हिरवळीची खते : ताग, धेंचा, गिरीपुष्प, शेतीतील तण इ.
- * घरातील केरकचरा : उदा. भाज्यांचे अवशेष, फळांच्या साली, शिळे अन्न इ.

४.२.८.४ गांडूळखत तयार करण्यासाठी महत्वाच्या बाबी

- * गांडूळखत प्रकल्प तयार करायचा आहे ते ठिकाण सावलीत व दमट हवेशीर असावेत.
- * यात शेणखत व शेतातील पिकांचे अवशेष व झाडाचा पालापाचोळा यांचे ३:१ प्रमाण असावे व गांडूळ सोडण्यापूर्वी हे सर्व १५-२० दिवस कुजवावे.
- * प्रथमतः १५ ते २० सें.मी बारीक केलेला वाळलेला पाला पाचोळा खड्ड्याच्या तळाशी टाकावा.
- * गांडूळाच्या अच्छादनावर दररोज किंवा वातावरणातील उष्णतेचे प्रमाण पाहून पाणी मारावे. तसेच हवा खेळती राहावी व याचे योग्यप्रकारे विघटन व्हावे म्हणून दर ३ दिवसांनी उलट सुलट करावे.
- * व्हर्मीवाश जमा करण्यासाठी गांडूळ बेडला एक विशिष्ट जाळी दिलेली असावी, तेथे खड्डा करून व्हर्मीवाश जमा करण्याचे नियोजन करावे.

४.२.८.५ गांडूळखत करण्याच्या पद्धती

गांडूळखत ढीग आणि खड्डा या दोन्ही पद्धतींनी तयार करता येते. मात्र दोन्ही पद्धतींमध्ये कृत्रिम सावलीची गरज आहे. सूर्यप्रकाश व पावसापासून त्यांचे संरक्षण करण्यासाठी छप्पराची शेड तयार करावी. गांडूळखत तयार करण्यासाठी गांडूळांची योग्य जात निवडावी.

१. ढीग पद्धत :-

ढीग पद्धतीने गांडूळखत तयार करण्यासाठी साधारणतः २.५ ते ३.० मी. लांबीचे आणि ९० सें.मी. रूंदीचे ढीग तयार करावेत. प्रथम जमीन पाणी टाकून ओली करून घ्यावी. ढिगाच्या तळाशी

नारळाचा काथ्या, गवत, भाताचे तूस यासारख्या लवकर न कुजणाऱ्या पदार्थांचा ३ ते ५ सें. मी. जाडीचा थर रचावा, त्यावर पुरेशे पाणी शिंपडून ओला करावा. या थरावर ३ ते ५ सें. मी. जाडीचा अर्धवट कुजलेल्या शेणाचा, कंपोस्टचा अथवा बागेतील चाळलेल्या मातीचा थर द्यावा. या थरावर पूर्ण वाढलेली गांडुळे हळूवारपणे सोडावीत. वरील सर्व घटकाचा एकत्रीकरण करून स्वतंत्र साठवून ठेवतात. ठराविक खड्ड्यात या ओल्या सेंद्रिय कचऱ्यावर खत, माती, पालापाचोळा याचा थर पसरतात. दुसऱ्या थरावर पिकांचे अवशेष, जनावरांचे मलमूत्र, धान्याचा कोंडा, शेतातील तण, हिरवळीच्या झाडांची पाने, मासोळी खत, कोंबड्यांची विष्ठा इत्यादींचा वापर करावा. या सेंद्रिय पदार्थांचे बारीक तुकडे करून आणि अर्धवट कुजलेल्या स्वरूपात वापरले तर अधिक चांगले असते. त्यातील कर्बनत्रांचे गुणोत्तर ३० ते ४० च्या दरम्यान असावे. संपूर्ण ढिगाची उंची ६० सेंमी पेक्षा अधिक होणार नाही याची दक्षता घ्यावी. कुजणाऱ्या सेंद्रिय पदार्थांमध्ये ४० ते ५०% पाणी असावे. त्यासाठी ढिगावर गोणपाटाचे आच्छादन देऊन झारीने दररोज पाणी फवारावे. ढिगातील सेंद्रिय पदार्थांचे तापमान २५ ते ३० सेल्सिअस अंशाच्या दरम्यान राहिल याची काळजी घ्यावी.

२. खड्डा पद्धत :-

या पद्धतीमध्ये सिमेंटच्या खड्ड्यांची लांबी ३ मीटर, रुंदी २ मीटर आणि खोली ६० सें. मी. ठेवावी. खड्ड्यांच्या तळाशी नारळाचा काथ्या, गवत, भाताचे तूस, गव्हाचा कोंडा ३ ते ५ सें. मी. जाडीचा अर्धवट कुजलेल्या शेणाचा, कंपोस्ट खताचा अथवा बागेतील चाळलेल्या मातीचा थर द्यावा. दोन्ही थर पाण्याने पूर्ण ओले करून त्यावर साधारणतः १०० कि. ग्रॅम सेंद्रिय पदार्थांपासून गांडूळखत तयार करण्यासाठी ७,००० पौड गांडुळे सोडवीत. त्यावर अर्धवट कुजलेल्या सेंद्रिय पदार्थांचा जास्तीत-जास्त ५० सें.मी. जाडीचा थर रचावा. त्यावर गोणपाटाचे आच्छादन देऊन नेहमी ते ओले ठेवावे. गांडुळांच्या वाढीसाठी खड्ड्यातील सेंद्रिय पदार्थांमध्ये हवा खेळती राहणे आवश्यक आहे. त्यासाठी सेंद्रिय पदार्थांचे थर घट्ट झाल्यास हाताने सैल करावेत. त्यामुळे खड्ड्यातील तापमान निमंत्रित राहिल. अशाप्रकारे झालेल्या गांडूळखताच्या शंकू आकृती ढीग करावा. ढिगातील वरच्या भागातील खत वेगळे करून सावलीत वाळवून चाळून घ्यावे. चाळल्यानंतर वेगळी झालेली गांडुळे, त्यांची पिळे व अंडकोष यांचा पुन्हा गांडूळखत तयार करण्यासाठी वापर करावा. गांडुळाचा वापर करून खत तयार होण्यास साधारणतः ३५ ते ५० दिवसाचा कालावधी लागतो.

४.२.८.६ गांडूळ खताचे फायदे

१. गांडूळ खतामध्ये पिकाच्या वाढीसाठी आवश्यक मुख्य व सूक्ष्म अन्नद्रव्ये एकत्रित उपलब्ध असतात. इतर खतांमध्ये असे सहसा आढळत नाही. गांडूळ खतामुळे जमिनीची भौतिक सुपीकता टिकून राहते.

२. जमिनीची धूप झाल्याने मृदा होते.
 अ) सुपीक ब) नापीक क) चिवट ड) दुषित.
३. मृदा थराना म्हणतात..
 अ) *Bion* ब) *Horizon* क) *Arizon* ड) *Ion*.
४. कोणत्या थरास मृदेचा उपथर असे म्हटले जाते.
 अ) वरचा ब) खालचा क) मधला ड) ओ थर.
५. जसजसे चे प्रमाण वाढेल तसतसे pH मूल्य कमी होईल.
 अ) कॅल्शियम ब) हायड्रोजन क) फॉस्फेट ड) यापैकी नाही.

□ उत्तरे :-

१. ब) असमान.
 २. ब) नापीक.
 ३. ब) *Horizon*.
 ४. क) मधला.
 ५. ब) हायड्रोजन.

४.६ सरावासाठी स्वाध्याय

अ) खालील प्रश्नांची संक्षिप्त उत्तरे लिहा.

१. मृदा म्हणजे काय सांगून मृदेचे थराचे प्रकार सांगा.
 २. मृदेचे विश्लेषण स्पष्ट करा.
 ३. गांडूळ खताची कार्यप्रणाली विशद करा.
 ४. गांडूळ खत तयार करण्याची कार्यपद्धती स्पष्ट करा.
 ५. मृदा नमुने घेण्यास वापरले जाणाऱ्या विविध साधनांची थोडक्यात माहिती द्या.

४.७ क्षेत्रीय कार्य

१. आपल्या शेतातील मातीचा नमुना घेऊन जवळील माती परीक्षण केंद्रातून तपासणी करून घ्यावी. तसेच परिसरातील एखाद्या गांडूळ खत प्रकल्पास भेट देऊन त्याचे महत्व समजून घ्यावे.

□□□

सागरशास्त्राचा परिचय
(Introduction to Oceanography)

अनुक्रमणिका

- १.० उद्दिष्ट्ये
- १.१ प्रास्ताविक
- १.२ विषय विवेचन
 - १.२.१ सागरशास्त्राच्या व्याख्या, स्वरूप व व्याप्ती
 - १.२.२ सागरशास्त्र व भौतिक (प्राकृतिक) शास्त्रे
 - १.२.३ सागरशास्त्राच्या शाखा
 - १.२.४ सागरशास्त्राचे महत्त्व
- १.३ सारांश
- १.४ पारिभाषिक शब्द, शब्दार्थ
- १.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्न व उत्तरे
- १.६ सरावासाठी स्वाध्याय
- १.७ क्षेत्रीय कार्य
- १.८ संदर्भ

१.० उद्दिष्ट्ये

प्रस्तुत घटकाचा अभ्यास केल्यावर आपल्याला पुढील बाबींचे ज्ञान प्राप्त होईल.

१. सागरशास्त्राच्या व्याख्यांमधून या विषयाचा अर्थ समजेल.
२. सागरशास्त्राचे स्वरूप कसे बदलत गेले ते लक्षात येईल.
३. सागरशास्त्राची व्याप्ती किती प्रचंड आहे याचे ज्ञान होईल.
४. सागरशास्त्राचा सहसंबंध भौतिक शास्त्रांशी कसा आहे याची माहिती मिळेल.

५. सागरशास्त्रांच्या शाखेद्वारे विस्तृत स्वरूपात या विषयाचे अध्ययन करता येईल.
६. मानव व पर्यावरणीय दृष्टीकोनातून सागरशास्त्राचे महत्त्व समजून घेता येईल.

१.१ प्रास्ताविक

पृथ्वीचा जो जलव्याप्त प्रदेश आहे, त्याला सागर असे म्हणतात. पृथ्वीच्या एकूण क्षेत्रफळापैकी ७०.८% भाग हा सागराचा आहे तर २९.२% भूभाग खंडाचा आहे. सागरशास्त्र ही प्राकृतिक भूगोलाची महत्त्वाची शाखा आहे. सागरशास्त्राचा अभ्यास करताना सागरतळरचनेचा अभ्यास महत्त्वाचा आहे. तसेच सागराच्या पाण्याचे तापमान, क्षारता व घनता या बाबींचा ही अभ्यास महत्त्वपूर्ण आहे. सागरी प्रवाह, भरती-ओहोटी, सागरी प्राणी व वनस्पती, सागरतळावरील गाळ या गोष्टींचा विविध अंगांनी अभ्यास केला जातो.

पृथ्वीवर पॅसिफिक, अटलांटिक, हिंद, आर्क्टिक या नवीन मान्यता मिळालेला दक्षिण महासागरांचा समावेश आहे. तसेच सागर, उपसागर, सरोवर, खाडी व भूवेष्टित समुद्र याचा अभ्यासही सागरशास्त्रामध्ये येतो. सागराचे महत्त्व खऱ्या अर्थाने आपल्याला समुद्रामार्गे अमेरिका, अंटार्क्टिका व आर्क्टिक महासागराच्या मध्यभागीचा शोध लागल्यानंतर समजले. १५व्या शतकापासून शोध सफरींना सुरुवात झाली. एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात शास्त्रीय दृष्टीकोनातून सागराचा अभ्यास होऊ लागला. 'कोपेन हेगन' (डेन्मार्क) या ठिकाणी जागतिक आंतरराष्ट्रीय सागर संशोधन केंद्र आहे. तर भारताचे सागरसंशोधन केंद्र पणजी (गोवा) या ठिकाणी आहे.

१.२ विषय विवेचन

१.२.१ सागरशास्त्राच्या व्याख्या, स्वरूप व व्याप्ती

□ सागरशास्त्राच्या व्याख्या :-

सागरशास्त्राला इंग्रजीत Oceanography असे म्हणतात. Ocean हा शब्द लॅटिन भाषेतील 'Ocean' या शब्दापासून आला आहे. Ocean या शब्दाचा अर्थ सागर किंवा जलाशय असा होतो. तर graphy (distription) म्हणजे वर्णन होय. म्हणजेच Oceanography म्हणजेच सागराचे वर्णन करणारे शास्त्र होय. सागरशास्त्राचा अर्थ स्पष्ट करण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी विविध व्याख्यांद्वारे स्पष्टीकरण केले आहे ते पुढीलप्रमाणे :-

१. 'सागरशास्त्र हे सागराची रचना, तळभागाची रचना, आकार, सागरतल हालचाली व सागरी जीवसृष्टीचा अभ्यास करणारे विज्ञान आहे.' - एम. ए. मारमेर.

२. 'सागरशास्त्र हे सागरजलाच्या जैविक व प्राकृतिक मूलतत्त्वांचा अभ्यास करणारे व या तत्त्वांमधील परिवर्तनाचा गतिक अभ्यास करणारे विज्ञान आहे.' - जे. प्राऊडमन.
३. 'सागरशास्त्रामध्ये सागराच्या चल, अचल व जैविक घटकांचा अभ्यास केला जातो. त्यावरून सागरातील घटकांचे वितरण व विविधता स्पष्ट दिसून येते.' - फ्रीमन.
४. 'सागरशास्त्र म्हणजे सागराशी संबंधित प्राकृतिक, जैविक, राजकीय, वाहतूक, व्यापार व मनोरंजन या बाबींचे अध्ययन होय.' - विटाल आणि शर्मा.

□ सागरशास्त्राचे स्वरूप :-

सागरशास्त्राचा अभ्यास मानवी जीवनाच्या उत्क्रांतीपासून केला जात आहे. सुरुवातीला मानवी गरजा पूर्ण करण्यासाठी उदा. मासेमारी या एकमेव उद्देशाने सागराचा अभ्यास होत होता. कालांतराने वाहतूक व व्यापार या दृष्टीने विचार केला जाऊ लागला. सध्या मनोरंजनासाठी सागर ही संकल्पना रुजू होऊ लागली आहे. भूगोलशास्त्राचे स्वरूप जसजसे बदलत गेले. त्याचप्रमाणे सागरशास्त्राचे स्वरूप कालानुरूप बदलत गेलेले दिसते. ते पुढीलप्रमाणे :-

१. वर्णनात्मक स्वरूप :-

सागरशास्त्राच्या अभ्यासाची सुरुवात वर्णनात्मक पध्दतीने झाली. सागराचे बाह्यरूप कशा पध्दतीने दिसते, त्यावरून त्याचे वर्णन होऊ लागले. सागरी लाटा, भरती-ओहोटी, प्रवासमार्ग, सागरी किनारे, सागराची भूरूपे यांचे वर्णन केलेले आढळून येते. या वर्णनात्मक बाबींच्यावरून सागरशास्त्रांच्या घटकांचे अध्ययन करणे सोयीस्कर झाले.

२. निरीक्षणात्मक स्वरूप :-

या पध्दतीत सागरामध्ये होणाऱ्या हालचाली भरती-ओहोटी प्रक्रिया, त्सुनामी, सागराचे तापमान, क्षारता, घनता या बाबींचे निरीक्षण केले जाऊ लागले. त्या निरीक्षणाच्या लेखी स्वरूपात नोंदी ठेवू लागल्या. त्यामुळे सागरशास्त्राचे अध्ययन बारकाईने होवू लागले.

३. कार्यकारणभाव स्वरूप :-

निरीक्षणात्मक पध्दतीनंतर सागराचा अभ्यास कारणमिमांसा करण्यावर होऊ लागला. सागरासंबंधी होणाऱ्या घटना का घडतात व त्यापाठीमागील शास्त्रीय कारणे कोणती याचा शोध घेणे. भरती-ओहोटी व त्सुनामी पाठीमागील कारणे काय? सागरी प्रवाह, सागरजल तापमान भिन्नता, क्षारतेचे वितरण असमान यांची कारणे शोधली जाऊ लागली. जलप्राणी व वनस्पती ठराविक ठिकाणीच आढळतात याचा अभ्यास

केला. यापध्दतीने सागरशास्त्राचे अध्ययन कार्यकारणभावात्मक बनले व त्याचे अध्ययन कारणमीमांसाद्वारे केले जाते.

४. संशोधनात्मक स्वरूप :-

सध्या संशोधनात्मक पध्दतीने सागरशास्त्राचा अभ्यास केला जातो. यामध्ये सागरासंबंधीत समस्या किंवा नवीन घटकाचे अध्ययन केले जाते. उदा. सागरजलप्रदूषण किंवा सागरातील उपयुक्त घटकांची माहिती घेणे. त्यानंतर सांख्यिकीय माहितीचे विश्लेषण करणे व अनुमान काढणे. अशा विविध टप्प्यातून सागरशास्त्राचे अध्ययन केले जाते. त्यातून येणारी समस्या सोडविली जाते किंवा नवीन घटकांचा शोध घेतला जातो.

५. उपयोजित सागरशास्त्र :-

भूपृष्ठाचा भाग २३ टक्के आहे, त्यामुळे भविष्यात मानवी जीवसृष्टीला सागरांवर अवलंबून राहावे लागणार आहे. सागरातून होणारी मासेमारी मानवाचे मुख्य अन्न घटक आहे. त्याचप्रमाणे खनिजे व खनिजतेल सागरातून मोठ्या प्रमाणात उत्खनन केले जातात. समुद्रात आढळणारी मौल्यवान वस्तू, मोती, औषधे, जलवनस्पती या सर्व मानवासाठी उपयुक्त आहेत. पर्यटन ही मनोरंजनात्मक गोष्ट सागरावर अवलंबून आहे अशा पध्दतीने सध्या सागर एक उपयोजितशास्त्र म्हणून पाहिले जाते.

□ सागरशास्त्राची व्याप्ती :-

सागरशास्त्र ही प्राकृतिक भूगोलाची महत्त्वाची शाखा आहे. सागराची माहिती मिळविणे व त्याचा पर्यावरण व मानवी जीवनावर होणारा परिणाम अभ्यासणे हे सागरशास्त्र अभ्यासाचे मुख्य केंद्र आहे. मानवी गरजा दिवसेंदिवस वाढत आहेत. त्या पूर्ण करण्यासाठी आपल्याला भविष्यात समुद्राची मदत घ्यावी लागणार आहे. त्यामुळे सागरशास्त्र अभ्यासाची व्याप्ती प्रचंड आहे. त्या व्याप्तीचा अभ्यास आपण पुढीलप्रमाणे करणार आहोत.

१. सागरातील भूरूपे :-

भूपृष्ठावर पर्वत, पठारे, मैदाने अशी विविध भू-रूपे आहेत, त्याचप्रमाणे सागरतळरचनेवरसुध्दा अशाच प्रकारची भूरूपे आढळतात. सागर किनाऱ्यापासून आतमध्ये समुद्रबुड, खंडान्त उतार, मैदान, गर्ता, टेकड्या, दऱ्या, घळई, शिखरे अशी असंख्य भू-रूपे आढळतात. या भूरूपांची निर्मिती ही पृथ्वीच्या निर्मितीबरोबरच झाली. तसेच भूगर्भात होणाऱ्या हालचाली व भूपृष्ठावरील निक्षेपणातून त्यांच्या स्वरूपात बदल होत गेलेले दिसतात. सागरी भूरूपे हे जलवनस्पती, जलचर प्राणी, खनिजे व ऊर्जा साधने यांच्या निर्मितीवर परिणाम करतात. थोडक्यात समुद्रतळावरील सर्व जैविक व अजैविक घटक हे सागरातील भूरूपांवर अवलंबून असतात.

२. सागराचे हवामान :-

हवामान या घटकाच्या अभ्यासात सागराला खूप महत्त्वाचे स्थान आहे. संपूर्ण पृथ्वीवरील भूपृष्ठ व सागर या दोन्ही हवामानावर सागरी भागाचा परिणाम दिसून येतो. तापमान, पर्जन्य, ढगांची स्थिती, वाऱ्याची दिशा, आर्द्रता, बाष्प, चक्रीवादळ या सर्व घटकांवर सागराचे स्थान व स्थिती, आकार, क्षेत्र, सागरी प्रवाह, भरती-ओहोटी यांचा परिणाम होतो. या घटकांच्या आधारांवरच हवामानातील घटकांमध्ये बदल दिसून येतात. समुद्रसपाटीपासून अंतर्गत भागात जस-जसे जावे तस-तसे हवामानातील परिणामांमध्ये बदल दिसून येतात.

३. सागरातील साधनसंपत्ती :-

भूपृष्ठावर येणाऱ्या साधनसंपत्तीचा तुटवडा, त्यामुळे सध्या सागरातील साधनसंपत्तीवर अवलंबून रहावे लागत आहे. मानवी आहारात जलचरांचा खाद्यान्न म्हणून वापर मोठ्या प्रमाणात आहे. त्याचप्रमाणे समुद्रात आढळणारी ऊर्जासाधने. उदा. खनिजतेल व नैसर्गिक वायू इ. आणि खनिजे यांचा उद्योगधंदे व वाहतूकीमध्ये मोठ्या प्रमाणात आहे. सध्या सागरी, पर्यटनाला महत्त्व आले आहे. त्यातून मोठ्या प्रमाणात व्यवसाय निर्माण होत आहे. सागरातून होणारी वाहतूक ही इतर वाहतूक मार्गापेक्षा जास्त सोयीची व स्वस्त आहे. या सर्वच बाबतीत सागर ही एक महत्त्वाची साधनसंपत्ती आहे.

४. सागराचा पर्यावरणीय अभ्यास :-

मानवी व नैसर्गिक घटकांमुळे हवाप्रदूषण व जलप्रदूषण मोठ्या प्रमाणावर होत आहे. परंतु नैसर्गिकरित्या या प्रदूषणाला कमी करण्याचे कार्य सागराद्वारे प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षरित्या होत आहे. भूपृष्ठावर असणारे उद्योगधंदे, शहरीकरण व जलवाहतूक या कारणांमुळे सागरातील जलचर प्राणी व वनस्पतींचा विनाश होत आहे. तसेच प्रवाळ खडक व सागरी पाण्याच्या गुणधर्मावर परिणाम होत आहे. सागराचे होणारे प्रदूषण थांबवणे यासाठी वैज्ञानिक दृष्टीकोनातून अभ्यास होणे गरजेचे आहे. पृथ्वीवरील पर्यावरणात सागराची महत्त्वाची भूमिका आहे.

१.२.२ सागरशास्त्र व भौतिक (प्राकृतिक) शास्त्रे

सागरशास्त्राचा अभ्यास करताना भूशास्त्र, हवामानशास्त्र, रसायनशास्त्र, जीवशास्त्र व विज्ञानाच्या इतर शाखांचा समावेश केला जातो. हवामान बदल व सागरी प्रदूषण यामुळे सागरी जीवन धोक्यात आले आहे. त्यामुळे सागरशास्त्राचा शास्त्रीय दृष्टीकोनातून अभ्यास करणे गरजेचे आहे. सागरशास्त्र व प्राकृतिकशास्त्र याचा सहसंबंध अभ्यासताना पृथ्वी विज्ञान, संरक्षण, भूगोल, पर्यावरणशास्त्र, जीवशास्त्र, रसायनशास्त्र व भौगोलिक माहिती प्रणाली (GIS) या घटकाद्वारे माहिती घेतली जाते. सागरशास्त्रातील

भौतिक घटकांचा अभ्यास करताना समुद्राचा प्राचीन इतिहास, तिची सद्यस्थिती व भविष्यातील बदल यांची माहिती मिळवणे गरजेचे आहे.

१. सागरातील जैविक घटक व प्रदूषण :-

समुद्रातील वनस्पती व प्राणी यांचा सागरी वातावरणाशी येणारा सहसंबंध अभ्यासणे. समुद्राच्या आरोग्यांवर होणारे परिणामांचा अभ्यास करणे. समुद्रातील अन्न, ऊर्जा, पाणी व वाहतुकीसाठी वापर करणे. सागरी प्रदूषणामुळे समुद्रातील जीवसृष्टीस धोका निर्माण झाला आहे. समुद्रातील मासे, वनस्पती व इतर प्राण्यांच्या प्रजाती नष्ट होत आहेत.

२. हवामान बदल व सागर पाणी पातळीत वाढ :-

अटार्टिका खंड, आर्टिक महासागर, हिमालयात, शेंडी, अँडीज व आलप्स पर्वतावरील बर्फ वेगाने वितळू लागला आहे. त्यामुळे समुद्रातील पाणी पातळी झपाट्याने वाढू लागली आहे. त्यामुळे समुद्रातील प्राकृतिक, रासायनिक व जैविक प्रक्रियांमुळे बदल होत आहेत.

३. सागरातील प्राकृतिक घटक :-

जीवशास्त्रीय व भूशास्त्रीय समुद्रशास्त्राबरोबरच सागरातील भौतिक सागरशास्त्र, समुद्रमार्ग, किनारपट्टी आणि सागराचे वातावरण या बाबींचा अभ्यास केला जातो. त्याचबरोबर सागरतळ रचना व त्यावरील भू-रूपे खंडान्त उतार, सागरी मैदाने, गती, टेकड्या या सर्व घटकांचा समावेश सागरातील प्राकृतिक शास्त्रामध्ये केला जातो.

४. सागरातील रासायनिक घटक :-

पृथ्वीचा ७१ टक्के भूभाग पाण्याने व्यापला आहे. पृथ्वीवरील एकूण पाणी साठ्यापैकी ९७ टक्के पाणी हे महासागरात आहे. हवामान व मानवी क्रिया यामुळे समुद्रातील पाण्याच्या रासायनिक क्रियेमध्ये बदल घडून येत आहेत. समुद्राच्या पाण्याचे मूळ गुणधर्म बदलत आहेत. समुद्राचे रसायनचक्र हे प्रामुख्याने भू-चक्रांवर केंद्रित आहे.

५. सागराचे भौतिकशास्त्र :-

पाण्याचे तापमान, क्षारता, लाटा, लहरी, भरती-ओहोटी आणि सागरी प्रवाह या सर्व बाबींचा समावेश सागराचे भौतिकशास्त्रामध्ये होतो. तसेच या सर्व घटकांचा परिणाम सागर व भूपृष्ठाचे हवामान,

सागरातील वनस्पती व प्राणी, किनारपट्टीचा प्रदेश या सर्वांवर होतो. त्यामुळे सागराच्या भौतिक शास्त्राचा अभ्यास महत्त्वाचा आहे.

६. भौगोलिक भूतकाळातील अभिसरण :-

यामध्ये महासागराच्या इतिहासाचा अभ्यास केला जातो. त्यामध्ये प्रामुख्याने भौगोलिक भूतकाळातील अभिसरण, रसायनशास्त्र, जीवशास्त्र, भूविज्ञान, सागरतळरचना व जैविक घटकांचे नमुने घेतले जातात व प्राचीन काळापासून यामध्ये कसे बदल झाले ते पाहिले जाते. या सर्वांचा अभ्यास करून भविष्यातील समुद्राचे पर्यावरण कसे असेल याची माहिती घेतली जाते.

१.२.३ सागरशास्त्राच्या शाखा

सागरशास्त्र हा वैज्ञानिक दृष्टीकोनातून अभ्यास करावा लागणारा विषय आहे. या विषयाची व्याप्ती प्रचंड आहे. त्यामुळे सागरशास्त्राच्या विविध शाखेद्वारे त्याचा अभ्यास करणे गरजेचा आहे, त्या शाखा पुढीलप्रमाणे :-

१. भूगर्भीय सागरशास्त्र :-

या शाखेमध्ये सागरतळरचना, सागरातील भूगर्भात होणाऱ्या आंतरक्रिया उदा. भूकंप व ज्वालामुखी यांचा अभ्यास केला जातो. भूखंडवहन व भूमंचविवर्तन यांचा सहसंबंध हा सागरी भूगर्भरचनेशी आहे. सागरतळरचना ही भूगर्भीय हालचाली व भूगर्भात असणारे पदार्थ यावर अवलंबून आहे. सागरतळातील भूगर्भरचनेचा खनिजे, ऊर्जा साधने. वनस्पती व प्राणी यांच्या संख्येवर व वितरणावर परिणाम होतो.

२. भौतिक सागरशास्त्र :-

सागराशी संबंधित भौतिक घटकांचा अभ्यास या शाखेत होतो. यामध्ये सागरी लाटा, प्रवाह, भरती-ओहोटी, प्रवाहाची दिशा, सागरतळावरील हालचाली या गोष्टींचे अध्ययन केले जाते. या भौतिक घटकांचा आकार, दिशा व कालावधी ठरलेला असतो. सागरामध्ये होणाऱ्या जैविक व रासायनिक प्रक्रिया या भौतिक घटकांवर अवलंबून असतात.

३. रासायनिक सागरशास्त्र :-

सागर-रसायनशास्त्र प्रामुख्याने सागरतळाची क्षमता, तापमान, घनता, पाण्यातील विद्राव्य घटक, खनिजे इ. घटकांचा रासायनिक दृष्टीकोनातून अभ्यास केला जातो. सध्या सागरी प्रदूषण ही समस्या भेडसावत आहे, त्यावर उपाययोजना करणे आवश्यक आहे. मानवी क्रिया व नैसर्गिक बदल यामुळे

सागरजलाचे रासायनिक गुणधर्म बदलत आहेत. या सर्व घटकांचा परिणाम सागरात असणाऱ्या प्राणी व वनस्पती यांच्यावर होतो.

४. जैविक सागरशास्त्र :-

सागरात आढळणाऱ्या वनस्पती व प्राणी हे जैविक घटक जैविक सागरशास्त्र अभ्यासाचे केंद्रबिंदू आहेत. पाण्यात आढळणाऱ्या वनस्पती, त्यांची वाढ व वितरण, त्यांच्यावर परिणाम करणारे घटक या सर्वांचा अभ्यास जैविक सागरशास्त्र या शाखेत केला जातो. त्याचप्रमाणे समुद्रात असणारे लहान जिवजंतूपासून ते मोठ्या महाकाय प्राण्यांचा अभ्यास जैविक सागरशास्त्रामध्ये केला जातो. प्रत्येक प्राण्याचा एक वेगळा अधिवास असतो. ठराविक प्राणी एका विशिष्ट ठिकाणीच आढळतात. या सर्व गोष्टींचे अध्ययन या शाखेत होते.

५. वातावरणीय सागरशास्त्र :-

सागरावरील हवामानाचा अभ्यास या शाखेत होतो. तापमान, पर्जन्य, वारे, वायुदाब, चक्रीवादळे यांचे प्रमाण व त्यामध्ये होणारे बदल यांचा सहसंबंध सागरजलाशी येतो. तसेच सागराच्या वातावरणातील संरचना बदलते. वायुदाबाच्या कमी-जास्त प्रमाणामुळे जलभाग व भू-भाग या दोन्ही ठिकाणी वादळे निर्माण होतात व सागराचे गुणधर्म बदलतात. वातावरणीय सागरशास्त्रांमध्ये वातावरणातील घटकांचा सागरावर होणारा परिणाम अभ्यासला जातो.

६. इतर शाखा :-

आर्थिक, खगोलिय, किनारी, पर्यावरणीय अशा अनेक सागरशास्त्राच्या शाखा आहेत. प्रत्येक शाखेतील घटक, गुणधर्म, वैशिष्ट्ये व परिणामांनुसार सागरशास्त्रांच्या विविध शाखा अभ्यासल्या जातात. सागरशास्त्राच्या विविध शाखांमध्ये विभाजन केल्यामुळे अध्ययन करणे सोयीस्कर झाले. त्यामुळे सागरशास्त्राच्या विकासाला गती प्राप्त झाली आहे.

१.२.४ सागरशास्त्राचे महत्त्व

पृथ्वीवरील ७१ टक्के भूभाग हा महासागराने व्यापला आहे. भूपृष्ठावर असलेल्या नैसर्गिक साधनसंपत्तीच्या मर्यादा मानवाला दिसून आल्या आहेत. त्यासाठी आतापासूनच मानवाने त्याच्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी सागरातील साधनसंपत्तीचा वापर अभ्यास सुरुवात केली आहे. समुद्रतळात असणारी खनिजे, शक्तिसाधने उदा. खनिजतेल व नैसर्गिक वायू यांचा वापर करत आहे. यामुळे दिवसेंदिवस महासागराचे महत्त्व वाढत आहे.

१. मासेमारी :-

मानवी जीवनाच्या उत्पत्तीपासून मासेमारी करणे व त्याचा अन्न म्हणून वापर होत आहे. जगातील १९ टक्के लोकांच्या आहारातील मासे हे प्रमुख अन्न आहे. मासे, झिंगे, खेकडे, बोंबील व इतर अनेक सागरी प्राण्यांचा अन्नात वापर केला जातो. वाढत्या लोकसंख्येची अन्नाची गरज पूर्ण करण्यासाठी मासेमारी उपयुक्त आहे. सागर किनाऱ्यावर असणाऱ्या देशांचा मासेमारी हा एक व्यवसाय आर्थिकदृष्ट्या महत्त्वाचा आहे.

२. हवामान :-

पृथ्वीवर सजीव सृष्टीसाठी उपयुक्त असणारे जलचक्र हे महासागरामुळेच निर्माण झाले आहे. त्यामुळे भू-भागावर पाण्याचा पुरवठा होतो. तसेच पृथ्वीवरील तापमानाचा समतोल सागरामुळे राखण्यास मदत झाली आहे. पर्जन्य, तापमान, वायुदाब, आर्द्रता, वारा ही हवामानाची अंगे सागरी भागामुळे सुरळीत असलेली दिसून येतात. त्यामुळे पृथ्वीच्या वातावरणाचा अभ्यास महासागरावर आधारित दिसून येतो.

३. नैसर्गिक साधनसंपत्ती :-

उद्योगधंदे निर्मिती व घरातील स्वयंपाकासाठी लागणारा नैसर्गिक वायू समुद्रतळाशी मोठ्या प्रमाणात सापडत आहे. खनिज व खनिजतेलाचे साठे समुद्रात मोठ्या प्रमाणात आहे. सध्या त्याचे उत्खनन सुरू आहे. त्याचप्रमाणे जस्त, तांबे, निकेल, युरेनियम अशी महत्त्वाची खनिज समुद्रात आढळून येतात. या सर्व खनिजांची निर्मिती खंडान्त उतार व समुद्रबुडाच्या ठिकाणी होते.

४. वाहतूक :-

जगातील एकूण वाहतूकीच्या ६० टक्के वाहतूक ही सागरी मार्गाने होते. ज्या देशांना समुद्रकिनारे लाभले आहेत ते मालाची आयात-निर्यातीसाठी सागरी वाहतूकीचा पर्याय निवडतात. कारण सागरी मार्गाने वाहतूक करणे हे सोयीचे आहे. यासाठी वाहतूकीचा खर्च कमी येतो. मोठ्या प्रमाणात व्यक्ती व वस्तूंची ने-आण करता येते. रस्ते व रेल्वे मार्ग बांधण्यासाठी जो खर्च येतो तो बांधकामाचा खर्च सागरी वाहतूकीसाठी लागत नाही.

५. जैवविविधता :-

भूपृष्ठाप्रमाणेच समुद्रतळाशी वनस्पती व प्राणी यांच्यामध्ये जैवविविधता मोठ्या प्रमाणात आढळून

येते. वनस्पतीमध्ये सुंद्री, गवत, शेवाळ, पानवनस्पती, प्रवाळ असे अनेक प्रकार आढळून येतात. तसेच प्राण्यामध्ये लहान जीव-जंतूपासून महाकाय देवमासा असे प्राणी आढळून येतात. प्राण्यामध्ये विविध प्रकारचे मासे, खेकडे, कासव, मगर इ. घटक दिसून येतात. सर्वात जास्त जैवविविधता ही समुद्रालगत असणाऱ्या खाडीच्या प्रदेशात आढळते.

६. इतर उपयोग :-

१. लाटांपासून ऊर्जा निर्मिती केली जाते.
२. सागरी वनस्पती औषधासाठी उपयुक्त आहेत.
३. सागरी पर्यटनातून सध्या मोठ्या प्रमाणात आर्थिक उत्पत्ती मिळत आहे.
४. देशाला संरक्षणाच्या दृष्टीने सागराचे महत्त्व आहे.

या व अशा इतर अनेक बाबतीत सागराचा सजीवांना मोठ्या प्रमाणात अन्न, पाणी व हवा यासाठी उपयोग होतो. तसेच दैनंदिन जीवनात वाढणाऱ्या मानवी गरजा पूर्ण करण्यासाठी सागरी साधनसंपत्तीचा वापर होतो.

१.३ सारांश

पृथ्वीचा ७१% भाग हा पाण्याचा आहे, तर एकूण जलसाठ्यापैकी ९७% पाणी महासागराचे आहे. भूपृष्ठावरील साधनसंपत्तीच्या मर्यादा लक्षात घेता आपल्याला सागरशास्त्रांचा अभ्यास शास्त्रीय दृष्टीकोनातून पाहणे गरजेचे आहे. सागरशास्त्र ही प्राकृतिक भूगोलाची महत्त्वाची शाखा आहे. या शाखेचा अभ्यास करताना सर्व प्रथम अर्थ समजून घेतला. त्यासाठी वेगवेगळ्या तज्ञांनी केलेल्या सागरशास्त्राच्या व्याख्येद्वारे सागरशास्त्र म्हणजे काय ते स्पष्ट झाले. सागरशास्त्राचे स्वरूप हे वर्णनात्मक, निरीक्षणात्मक, कार्यकारणभाव, संशोधनात्मक, उपयोजित अशा विविध प्रकारचे आहे. सागरशास्त्राची व्याप्ती पाहताना भुरूपे, हवामान, साधनसंपत्ती व पर्यावरणीय अभ्यास या घटकांचा समावेश होतो.

सागरशास्त्रातील प्राकृतिक घटकांच्या अभ्यासात सागरी प्रदूषण, हवामान बदल, सागरजल वाढ, प्राकृतिक घटक, रासायनिक घटक, भौतिकशास्त्र व सागराचे भौगोलिक भूतकाळातील अभिसरण पाहिले. सागरशास्त्राचा विविध शाखांमध्ये भूगर्भीय, भौतिक, रासायनिक, जैविक, वातावरणीय व इतर अन्य शाखांमुळे या विषयाचा सखोल अभ्यास होतो. सागरशास्त्राचे प्राकृतिक व मानवी अशा दोन्ही घटकांना महत्त्व आहे. मासेमारी, वाहतूक, हवामान, साधनसंपत्ती, जैवविविधता व इतर अन्य उपयोगासाठी सागरशास्त्रांचा अभ्यास महत्त्वाचा आहे.

१.४ पारिभाषिक शब्द, शब्दार्थ

१. सागर : समुद्र.
२. कालिक : काळानुसार.
३. पॅलिओग्राफिक : भूतकाळातील.

१.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्न व उत्तरे

१. सागरशास्त्र कोणत्या भू-विज्ञानाची शाखा आहे?
अ) प्राकृतिक भूगोल ब) मानवी भूगोल
क) पर्यावणशास्त्र ड) भूगर्भशास्त्र.
२. पृथ्वीच्या एकूण किती टक्के भू-भाग जलव्याप्त आहे?
अ) ६९% ब) ७०% क) ७१% ड) ७२%.
३. आंतरराष्ट्रीय सागरसंशोधन केंद्र कोठे आहे?
अ) टोकियो ब) लंडन क) वॉशिंग्टन ड) कोपेन हेगन.
४. नवीन मान्यता मिळालेला महासागर कोणता?
अ) दक्षिण महासागर ब) उत्तर महासागर
क) पूर्व महासागर ड) पश्चिम महासागर.
५. सागरशास्त्राविषयी पहिले पुस्तक कोणी लिहिले?
अ) पेम्स रॉय ब) जेम्स रेनल क) चार्ल्स डार्विन ड) हॉलेमी.

□ उत्तरे :-

१. अ) प्राकृतिक भूगोल.
२. क) ७१%.
३. ड) कोपेन हेगन.
४. अ) दक्षिण महासागर.
५. ब) जेम्स रेनल.

१.६ सरावासाठी स्वाध्याय

अ) टिपा लिहा.

१. सागरशास्त्राचे स्वरूप.
२. सागरशास्त्राची व्याप्ती.
३. सागरशास्त्र व भौतिक शास्त्र.
४. सागरशास्त्राच्या शाखा.
५. सागरशास्त्राचे महत्त्व.

ब) खालील प्रश्नांची सविस्तर उत्तरे लिहा.

१. सागरशास्त्राच्या व्याख्या सांगा व स्वरूप स्पष्ट करा?
२. सागरशास्त्राची व्याप्ती व स्वरूप सविस्तर वर्णन करा?
३. सागरशास्त्र व भूभौतिक शास्त्रांचा सहसंबंध स्पष्ट करा?
४. सागरशास्त्राच्या शाखा स्पष्ट करा?
५. मानवी व पर्यावरणीय दृष्टीकोनातून सागरशास्त्राचे महत्त्व लिहा?

१.७ क्षेत्रीय कार्य

१. सागरशास्त्र अभ्यासासाठी जवळच्या समुद्रकिनाऱ्याला सहलीद्वारे भेट द्या?
२. समुद्रकिनाऱ्यावर आढळणारे सागरातील घटक गोळा करा व माहिती लिहा?

१.८ संदर्भ

१. पाध्ये अशोक (१९९८) : 'सागर विज्ञान', नॅशनल बुक ट्रस्ट इंडिया, नवी दिल्ली.
२. धारपुरे, पवार (१९९८) : 'सागर विज्ञान', पिंपळापुरे अँड कंपनी प्रकाशन, नागपूर.
३. सवदी, कोळेकर (२००४) : 'हवामानशास्त्र व सागरशास्त्र', निराली प्रकाशन, पुणे.
४. जाधव बी.एस., जाधव के.आर., पाटील ए.बी. (२०१४) : 'सागरशास्त्र', नाग नालंदा प्रकाशन, इस्लामपूर.
५. खतीब के.ए. (२०१९) : 'सागरशास्त्र', मेहता बुकसेलर्स, कोल्हापूर.

□□□

सागरीय गुणधर्म आणि हालचाली

अनुक्रमणिका

- २.० उद्दिष्ट्ये
- २.१ प्रस्तावना
- २.२ विषय विवेचन
 - २.२.१ सागरजलाचे तापमान
 - २.२.२ सागरजलाची क्षारता
 - २.२.३ सागरी प्रवाह
 - २.२.४ अटलांटिक, पॅसिफिक आणि हिंदी महासागरातील सागरी प्रवाह
- २.३ सारांश
- २.४ पारिभाषिक शब्द
- २.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्न
 - २.५.१ बहुपर्यायी प्रश्न
 - २.५.२ बहुपर्यायी प्रश्नांची उत्तरे
- २.६ सरावासाठी स्वाध्याय
- २.७ क्षेत्रीय कार्य
- २.८ संदर्भ

२.० उद्दिष्ट्ये

प्रस्तुत घटकाचा अभ्यास केल्यानंतर आपणास,

१. सागरजलाचे तापमान, सागरजलाची क्षारता व सागरी प्रवाह याविषयी ज्ञान मिळेल.
२. सागरजलाचे तापमान, सागरजलाची क्षारता या सागरी भौतिक व रासायनिक गुणधर्माची कल्पना येईल.

३. सागरजलाचे तापमान, क्षारता व सागरी प्रवाह यांच्यातील परस्पर संबंध ओळखता येतील.
४. अटलांटिक, पॅसिफिक आणि हिंदी महासागरातील प्रमुख सागरी प्रवाह त्यांची निर्मिती व प्रवास समजेल.

२.१ प्रस्तावना

पृथ्वीचा सर्वाधिक भाग (७१%) पाण्याने व्यापलेला असून यात सागरजलाचे प्रमाण ९७.३% इतके असले तरीसुद्धा या सागरजलाचा प्रत्यक्ष वापर करता येत नाही. गोड्या पाण्याच्या गुणधर्मापेक्षा सागरजलाचे गुणधर्म वेगळ्या स्वरूपाचे आहेत. सागरजलाच्या गुणधर्मात प्रामुख्याने सागरजलाचे तापमान, क्षारता व घनता यांना विशेष स्थान आहे. सागरजलाचे तापमान हा घटक महत्वपूर्ण असून सागरजलाच्या बदलत्या तापमानानुसार घनतेत व क्षारतेत बदल होताना आढळतात. सागरी क्षारतेचा परिणाम पाण्याच्या विलयबिंदूवर तसेच पाण्याच्या बाष्पीभवनावर होतो. सागरी जलाच्या गुणधर्मानुसार जलचर प्राणी व वनस्पती यांचे अस्तित्व आणि वितरण अवलंबून असलेले आढळते. या सर्व घटकांचा विचार करता सागर जलाचे गुणधर्म अभ्यासणे महत्वाचे ठरते.

२.२ विषय विवेचन

२.२.१ सागरजलाचे तापमान

पृथ्वीच्या सभोवताली असणाऱ्या वातावरणाच्या तापमानाप्रमाणेच सागरजलाचे तापमान महत्वपूर्ण आहे. सागरजलातील अनेक महत्वपूर्ण घडामोडी आणि सागरी जीवसृष्टी सागरजलाच्या तापमानातील बदलामुळे प्रभावित होते. त्यामुळे आपणास सागरजलाच्या तापमानाचे महत्व पुढील घटकांच्या सहाय्याने स्पष्ट करता येईल.

१. पाण्याची उष्णता शोषण क्षमता जास्त असल्यामुळे सागरजलास उष्णतेचे भांडार असे म्हणतात.
२. सागरी वनस्पतीच्या वाढीसाठी सागरजलाचे तापमान महत्वाची भूमिका बजावते.
३. उष्णता संतुलन व वैश्विक तापमान यामध्ये सागरजलाच्या तापमानाची भूमिका महत्वपूर्ण अशीच आहे.
४. सागरजलाची क्षारता हि सागरजलाच्या तापमानावर अवलंबून असते.
५. महासागराची पातळी सागरजलाच्या तापमानानुसार निश्चित होते.

६. सागरजलाचे तापमान सर्वत्र सारखे नसल्यामुळे महासागरात उष्ण व शीत सागरी प्रवाह निर्माण होतात.
७. वातावरणात सुरु असलेल्या जलचक्रात सागरजलाचे तापमान मुख्य भूमिका पार पाडते.
८. सागरजलाच्या तापमानावर बाष्पीभवन आणि वृष्टी यासारख्या वातावरणीय क्रिया अवलंबून असतात.

सागरजलास मिळणारी उष्णता मुख्यत्वेकरून सूर्यापासून प्राप्त होते. सूर्याच्या पृष्ठभागापासून लघु लहरी उत्सर्जित होतात. या लहरी वातावरणातून प्रवास करून सागराच्या पृष्ठभागाला मिळतात. सूर्याच्या पृष्ठभागापासून मिळणाऱ्या उष्णतेशिवाय सागराच्या तळभागास भूअण्विक उष्णता काही प्रमाणात प्राप्त होते. सागरजलाच्या दाबामुळे काही प्रमाणात उष्णता निर्माण होऊन ती सागरजलास प्राप्त होते. सागरजलास मिळणारी सौरशक्ती सर्वत्र सारखी मिळत नाही. कारण सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठाशी होणारा कोन, दिनमान कालावधी, सूर्य व पृथ्वीमधील अंतर व वातावरणाचा परिणाम हे घटक सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करतात. या घटकांचे वितरण सर्वत्र सारखे झालेले नसल्यामुळे सागरजलाचे तापमान सर्वत्र सारखे आढळून येत नाही.

२.२.१.१ सागरजलाच्या तापमानावर परिणाम करणारे घटक

वातावरणाचे तापमान सर्वत्र जसे सारखे आढळत नाही त्याचप्रमाणे सागरजलाचे तापमान सर्वत्र सारखे आढळत नाही. विस्तीर्ण पसरलेल्या सागरजलाचे तापमान स्थल व कालपरत्वे भिन्न भिन्न आढळते. सागराच्या पृष्ठभागावरील सागरजलाचे तापमान विषुववृत्तापासून दोन्ही ध्रुवाकडे बदलत जाते. याशिवाय सागराच्या पृष्ठभागापासून जसजसे खोल जावे तसतसे सागरजलाचे तापमान बदलत जाते. कारण सागरजलाचे तापमान विविध घटक अवलंबून असते. सागरजलाच्या तापमानावर परिणाम करणारे घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. अक्षांश :-

अक्षांशानुसार सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठाशी होणारा कोन बदलत असतो. विषुवृत्तीय प्रदेशातील सागरजलावर वर्षभर सूर्यकिरणे लंबरूप पडतात. त्यामुळे या प्रदेशातील सागरजलास जास्त उष्णता प्राप्त होत असल्यामुळे सागरजलाचे तापमान जास्त आढळते. विषुवृत्तापासून दोन्ही ध्रुवाकडे जाताना सूर्यकिरणांचा सागरजलाच्या पृष्ठभागाशी होणारा कोन वाढत जातो. त्यामुळे मिळणाऱ्या सौरशक्तीचे प्रमाण घटत जाते. परिणामी विषुवृत्तापासून उत्तर व दक्षिण ध्रुवाकडे जाताना सागरजलाच्या तापमानात घट होताना दिसून येते. विषुवृत्तीय ५ अंश अक्षवृत्तांच्यादरम्यान सागरजलाचे तापमान सर्वाधिक नोंदविले जाते. मात्र ८०

अंश उत्तर ते ९० अंश उत्तर अक्षवृत्त आणि ७५ अंश दक्षिण ते ८० अंश दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान सागरजलाचे तापमान सर्वात कमी असल्याचे दिसून येते.

२. जमीन व पाणी यांचे असमान वितरण :-

पृथ्वीवर दोन्ही गोलार्धात भूभाग व जलभागाचे वितरण सारखे झालेले नसून उत्तर गोलार्धात भूभागाचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे त्या गोलार्धास भूगोलार्ध असे म्हणतात. उत्तर गोलार्धात भूभागाचे प्रमाण जास्त असल्याने सागरी भागास भूभागाचा संपर्क जास्त प्राप्त होतो. सागरी जलाचे तापमान उत्तर गोलार्धात जास्त आढळते. तर दक्षिण गोलार्धात महासागराने व्यापलेले क्षेत्र जास्त असल्याने दक्षिण गोलार्धास जलगोलार्ध असे म्हणतात. दक्षिण गोलार्धात महासागराचे क्षेत्र जास्त असल्याने उत्तर गोलार्धाच्या तुलनेत सागर जलाचे तापमान कमी आढळते. बंदिस्त सागरी प्रदेशाचे तापमान खुल्या महासागरापेक्षा जास्त आढळते. कारण बंदिस्त सागराला भूभागाचे क्षेत्र जास्त लाभल्यामुळे सागरजलाचे तापमान वाढत जाते.

३. प्रचलित वारे :-

सागरजलाच्या तापमानावर परिणाम करणारा प्रचलित वारे हा महत्वाचा घटक आहे. प्रचलित वारे सागराच्या किनाऱ्याजवळील उबदार सागरी जल सागराच्या अंतर्गत भागाकडे वाहून नेतात. त्याचवेळी या पाण्याची जागा भरून काढण्यासाठी सागराच्या तळभागाकडील थंड पाणी सागरी पृष्ठभागावर येत असल्यामुळे सागर किनाऱ्याजवळ कमी तापमानाचे पाणी तर सागराच्या अंतर्गत भागात सागर जलाचे तापमान जास्त दिसून येते. व्यापारी वारे भूमीखंडावरून सागरी प्रदेशाकडे वाहत असल्यामुळे सागराच्या पूर्वेकडील प्रदेशात जास्त तापमान तर पश्चिमेकडील किनारी प्रदेशात कमी तापमानाची नोंद झालेली आढळते.

४. सागरी प्रवाह :-

महासागरातील उष्ण व थंड सागरी प्रवाह सागरजलाच्या तापमानावर परिणाम करतात. उष्ण सागरी प्रवाह सागराच्या ज्या प्रदेशातून मार्गक्रमण करतात त्या प्रदेशातील सागर जलाचे तापमान वाढविले जाते. याउलट ज्या प्रदेशातून थंड सागरी प्रवाह जात असतात त्या प्रदेशातील सागरजलाचे तापमान कमी केले जाते. उदा. उत्तर अमेरिकेच्या वायव्य किनाऱ्याजवळून वाहणाऱ्या लॅब्राडोर सागरी प्रवाहामुळे किनारी भागातील सागरजलाचे तापमान कमी होते. गल्फस्ट्रीम या उष्ण सागरी प्रवाहामुळे उत्तर अमेरिकेच्या पूर्व किनारपट्टीलगतच्या सागरी पृष्ठभागाचे तापमान वाढवण्यास मदत करतो.

५. हवेतील स्थानिक बदल :-

अनेकवेळा सागरी प्रदेशातील हवेत अल्पकालीन स्थानिक बदल घडून येतात. उदा. वादळे, चक्रीय

वादळे, हरिकेन्स, टायफून्स इत्यादींची निर्मिती होते. या हवेतील स्थानिक बदलामुळे सागरजलात हालचाली होऊन भिन्न तापमानाचे पाणी एकमेकात मिसळल्यामुळे पाण्याचे तापमान बदलत जाते.

६. सागरतळ रचना :-

भूपृष्ठावरील भूरूपाप्रमाणे सागरतळावर विविध उंचीची भूरूपे आढळतात. सागरतळ रचनेचा सागरी खोलीवरील सागरजलाच्या तापमानावर परिणाम होतो. सागरतळावरील पर्वतरांगा अथवा उंचवटा पाण्याचे मिश्रण होण्यावर परिणाम करतात. त्यामुळे तापमानात अशा ठिकाणी बदल मोठ्या प्रमाणात आढळतात. याउलट सागरी मैदान असलेल्या ठिकाणी सागरजलाचे मिश्रण सहजपणे होते. त्याठिकाणी खोलीनुसार व आडव्या दिशेत सागरजलाचे तापमान सर्वत्र सारखेच आढळते.

७. सागरजलाचे गुणधर्म :-

सागरजलाची घनता व क्षारता हे दोन सागरजलाचे गुणधर्म महत्वाचे असून त्यांचा सागरजलाच्या तापमानावर परिणाम होतो. सागरजलाची क्षारता जास्त असल्यास त्याचा परिणाम सागरजलाच्या उत्कलन बिंदूवर होतो. क्षारता जास्त असल्यास सागरजलाचे तापमान वाढते. सागरजलाची क्षारता जास्त असल्यास अशा पाण्याची घनतासुद्धा जास्त असते. जास्त घनता असणाऱ्या सागरजलाची उष्णताग्रहण क्षमता जास्त असल्याने जास्त घनता असणाऱ्या सागरजलाचे तापमान जास्त आढळते.

८. सागराचे स्थान व आकार :-

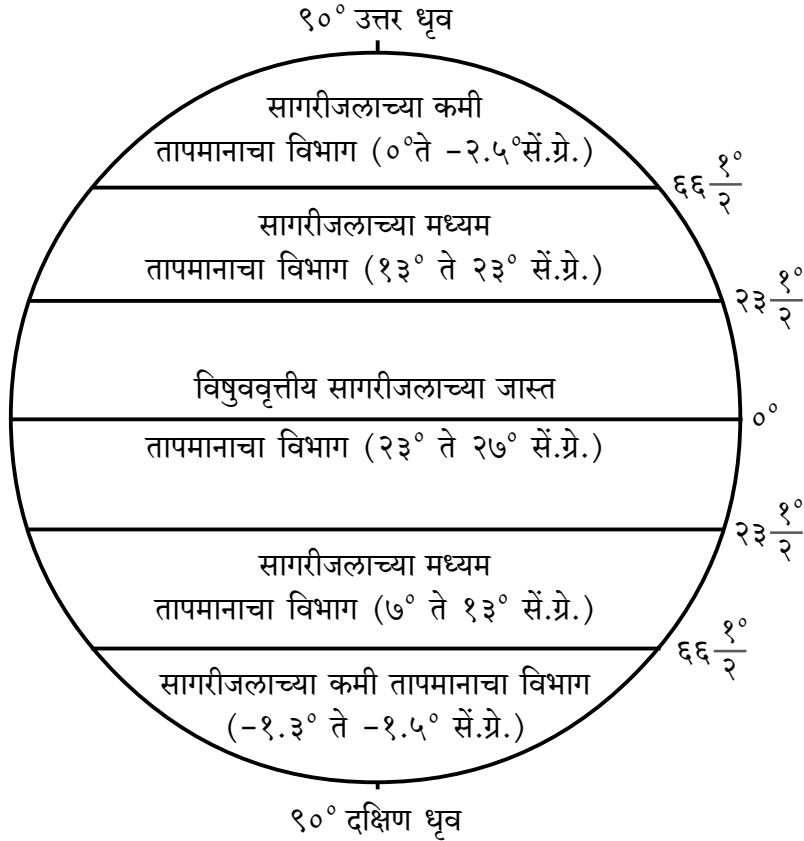
अक्षवृत्तीय स्थानानुसार सागरी प्रदेशास मिळणाऱ्या सौरशक्तीचे प्रमाण अवलंबून असते. विषुववृत्तीय प्रदेशातील सागरजलास सौरशक्ती जास्त मिळते. त्यामुळे या प्रदेशातील सागरजलाचे तापमान जास्त असते. याउलट जास्त अक्षवृत्ताच्या प्रदेशात सौरशक्ती कमी मिळत असल्याने तापमानात घट होताना आढळते. उष्ण कटिबंधीय प्रदेशात निरभ्र आकाश व भरपूर सूर्यप्रकाश यामुळे सागरजलाचे तापमान जास्त आढळते. सागरी प्रदेशाचा विस्तार पूर्व पश्चिम जास्त असल्यास सागर जलाचे तापमान जास्त असते. भूवेष्टित समुद्राचे तापमान भूभागाच्या सानिध्यामुळे जास्त असते.

२.२.१.२ सागरजलाच्या तापमानाचे भौगोलिक वितरण :-

पृथ्वी पृष्ठभागावर भौगोलिक घटकांचे वितरण सर्वत्र समान झालेले आढळत नाही. त्याचप्रमाणे सागरी प्रदेशातही भौगोलिक घटकांचे वितरण असमान झालेले दिसून येते. सागरजलाच्या तापमानावर विविध भौगोलिक घटक परिणाम करीत असल्यामुळे सागरजलाच्या तापमान वितरणात भिन्नता आढळते. सागरजलाच्या तापमानाचे वितरण विविध पद्धतीने अभ्यासले जाते. यापैकी सागरजलाच्या तापमानाचे भौगोलिक वितरण क्षितीजसमांतर व खोलीनुसार अभ्यासणे महत्वाचे असते.

सागरी प्रदेशात बदलत्या अक्षांशानुसार सागरजलाचे तापमान बदलत असल्याचे दिसून येते. तापमानाच्या या बदलामागे विविध घटक कारणीभूत असलेले आढळतात. सागरजलाच्या तापमानावर परिणाम करणाऱ्या घटकात सागरजलास मिळणारी सौरशक्ती हा महत्वाचा घटक आहे. विषुवृत्तापासून जसजसे दोन्ही ध्रुवाकडे जावे तसतसे सागरजलास मिळणारी सौरशक्ती कमी कमी होत जाते त्यामुळे साहजिकच कमी अक्षवृत्तापासून जास्त अक्षवृत्ताकडील सागरजलाचे तापमान कमी कमी होताना आढळते.

पृथ्वीवरील तापमानाचे वितरण दर्शविण्यासाठी समताप रेषांचा उपयोग केला जातो. साधारणपणे जानेवारी महिन्यातील समताप रेषा हिवाळ्यातील तापमानाचे प्रतिनिधित्व करतात. तर जुलै महिन्यातील समताप रेषा उन्हाळ्यातील तापमानाचे वितरण दर्शवितात. पृथ्वीवरील सागरी पृष्ठभागाचे सरासरी तापमान २६.७ अंश से.ग्रे. इतके असून विषुववृत्तापासून दोन्ही ध्रुवाकडे तापमान कमी कमी होते.



आकृती क्र. २.१ सागरी अक्षांशानुसार तापमानाचे वितरण

(i) सागरजलाच्या जास्त तापमानाचा विभाग :-

०° ते २३ $\frac{१}{२}$ कर्कवृत्त व ०° ते २३ $\frac{१}{२}$ मकरवृत्त या अक्षवृत्तादरम्यान असलेल्या सागरजलास

वर्षभर भरपूर प्रमाणात सौरशक्ती प्राप्त होत असल्यामुळे सागरजलाचे तापमान जास्त असते. या अक्षवृत्तीय प्रदेशात सर्वसाधारणपणे सागरजलाचे तापमान २३ अंश ते २७ अंश या दरम्यान आढळून येते.

(ii) सागरजलाच्या मध्यम तापमानाचा विभाग :-

उत्तर गोलार्धात $२३\frac{१}{२}^{\circ}$ उत्तर ते $६६\frac{१}{२}^{\circ}$ उत्तर म्हणजेच कर्कवृत्त ते उत्तर उपध्रुव वृत्त आणि दक्षिण गोलार्धात मकरवृत्त ते दक्षिण उपध्रुव वृत्त म्हणजेच $२३\frac{१}{२}^{\circ}$ दक्षिण ते $६६\frac{१}{२}^{\circ}$ दक्षिण या अक्षवृत्ताच्या दरम्यान सागरजलाचे तापमान मध्यम स्वरूपाचे दिसून येते. या प्रदेशात उन्हाळ्यात सौरशक्ती जास्त मिळत असल्यामुळे तापमान जास्त असते याउलट हिवाळ्यात सौरशक्ती कमी मिळत असल्यामुळे सागरजलाचे तापमान कमी आढळते. मात्र दोन्ही ऋतूंचा विचार करता तापमान फारसे कमी अथवा जास्त आढळत नाही. उत्तर गोलार्धात $२३\frac{१}{२}^{\circ}$ उत्तर ते $६६\frac{१}{२}^{\circ}$ उत्तर म्हणजेच कर्कवृत्त ते उत्तर उपध्रुव वृत्त या दरम्यान सागर जलाचे तापमान १३ अंश ते २३ अंश से.ग्रे. असून दक्षिण गोलार्धात मकरवृत्त ते दक्षिण उपध्रुव वृत्त म्हणजेच $२३\frac{१}{२}^{\circ}$ दक्षिण ते $६६\frac{१}{२}^{\circ}$ दक्षिण या अक्षवृत्ताच्या दरम्यान सागरजलाचे तापमान ७° ते १३° से.ग्रे. इतके नोंदविले जाते.

(iii) सागरजलाच्या कमी तापमानाचा विभाग :-

दोन्ही गोलार्धात $६६\frac{१}{२}^{\circ}$ ते ९०° उत्तर व दक्षिण दोन्ही गोलार्धात उपध्रुव वृत्त ते ध्रुव यादरम्यान सौरशक्ती अत्यंत कमी मिळत असल्यामुळे सागरजलाचे तापमान खूपच कमी आढळते. परंतु दोन्ही गोलार्धात या विभागातील सागरजलाच्या तापमानात भिन्नता आढळते. उत्तर गोलार्धात या विभागात तापमान ०° ते -२.५° से.ग्रे. तर दक्षिण गोलार्धात -१.३०° ते -१.५०° से.ग्रे. इतके आढळते.

२.२.२ सागर जलाची क्षारता

सागरीजलामध्ये विविध स्रोताद्वारे भिन्न प्रकारचे क्षारयुक्त घटक मिसळलेले असतात. क्षारयुक्त घटकांच्या विरघळल्याने सागरास क्षारता प्राप्त होते. सागरजलाच्या प्रमुख गुणधर्मपैकी क्षारता हा एक महत्त्वपूर्ण गुणधर्म आहे. महासागर, समुद्र व सरोवरामधील क्षारता सर्वत्र सारखी आढळत नाही. भिन्न घटकांच्या प्रभावामुळे क्षारतेच्या वितरणात असमानता आढळून येते. सागरजलाच्या क्षारतेमुळेच जलीय घनता, तापीय प्रसरण, सागरजलाचा उत्कलन बिंदू, गोठणबिंदू, बाष्पीभवन, सागरी प्रवाह तसेच विविध सागरी जैव घटकावर सागरी जलाच्या क्षारतेचा परिणाम होत असल्याने सागरशास्त्रात क्षारतेच्या अभ्यासास विशेष महत्त्व प्राप्त झालेले आहे.

◉ क्षारता व्याख्या :-

१००० ग्रॅम सागर जलातील वजनी क्षारांच्या प्रमाणास सागर जलाची क्षारता अथवा लवणता असे म्हणतात.

सागरजलाच्या क्षारतेचे प्रमाण दर्शविण्यासाठी %० या चिन्हाचा वापर करतात. जर १००० ग्रॅम सागर जलात ३५ ग्रॅम क्षार असतील तर त्या सागर जलाची क्षारता दर हजारी ३५ ग्रॅम किंवा ३५%० आहे असा होतो. सागरजलाची सरासरी क्षारता ३५ एवढी आहे. क्षारता म्हणजे पाण्यात विरघळलेल्या घटकांचे प्रमाण होय. सागर जलाची क्षारता समजावून घेण्यासाठी समुद्राचे एक लिटर पाणी घेऊन त्यास उष्णता दिल्यास पाण्याचे बाष्पीभवन होऊन शिल्लक राहिलेल्या क्षारांचे वजन केल्यास सागर जलाची क्षारता समजून येते. सागर जलाची क्षारता स्थल व कालसापेक्ष भिन्न असून सॅलीनोमीटर या उपकरणाच्या साहाय्याने सागर जलाची क्षारता अचूकपणे मोजता येते.

२.२.२.१ सागर जल क्षारतेवर परिणाम करणारे घटक :-

महासागर व सागरजलाच्या क्षारतेत स्थलपरत्वे विविधता आढळून येते. क्षारतेतील भिन्नता विशिष्ट घटकाद्वारे नियंत्रित होत असते. सागरी क्षारतेच्या जडण-घडण प्रक्रियेत कार्यरत असणारे घटक क्षारता वाढविण्यास पूरक ठरतात तर काही घटक क्षारता कमी करण्यास मदत करतात. सागर जलाची क्षारता नियंत्रित करणारे घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. बाष्पीभवन :-

उष्णतेमुळे पाण्याचे बाष्पीभवन होऊन शुद्ध पाणी निघून जाते व क्षार शिल्लक राहतात. जास्त तापमानाच्या सागरी प्रदेशात बाष्पीभवनाचा वेग जास्त असल्यामुळे क्षारतेचे प्रमाण जास्त आढळते. विषुववृत्तीय प्रदेशापेक्षा कर्कवृत्त व मकरवृत्तीय प्रदेशात कोरड्या हवेमुळे बाष्पीभवन वेगाने होते. त्यामुळे सागरजलाची क्षारता या अक्षवृत्ता दरम्यान जास्त आहे. ५ अंश उत्तर अक्षवृत्तावर बाष्पीभवनाचा वेग कमी असल्यामुळे क्षारता ३४.६८ प्रति हजारी असून २० अंश उत्तर अक्षवृत्तावर बाष्पीभवन होण्याचा वेग जास्त असल्यामुळे सागर जलाची क्षारता या प्रदेशात प्रति हजारी ३७ इतकी आहे.

२. पर्जन्य :-

पर्जन्याचे प्रमाण व सागर जलाची क्षारता यांचा परस्पर घनिष्ठ संबंध असून पर्जन्याचे प्रमाण जास्त असल्यास गोड्या पाण्याचा अधिक पुरवठा होऊन सागरजलाची क्षारता कमी होते. पर्जन्याचे प्रमाण कमी असणाऱ्या प्रदेशात गोड्या पाण्याचा पुरवठा कमी होऊन सागर जलाची क्षारता वाढण्यास मदत होते. ध्रुवीय प्रदेशात बर्फ वितळून गोड्या पाण्याचा पुरवठा सागरी प्रदेशाला अधिक होत असल्यामुळे सागर जलाची क्षारता कमी आढळते.

३. नद्याद्वारे पाण्याचा पुरवठा :-

नद्याद्वारे महासागरांना क्षारांचा पुरवठा होत असला तरी त्यातील कॅल्शियम कार्बोनेट सारखा क्षार सागरी जलचराकडून शोषला जातो. तर दुसऱ्या बाजूस मोठ्या नद्या भरपूर प्रमाणात गोड्या पाण्याचा पुरवठा सागरी प्रदेशांना करीत असल्यामुळे नदी मुखालगत सागर जलाची क्षारता कमी असते. उदाहरणार्थ गंगा, कांगो, अमेझॉन, सेंट लॉरेन्स आणि मिसिसिपी यासारख्या नद्यांच्या मुखालगत सागर जलाची क्षारता कमी आहे. पर्जन्य काळात नद्यामार्फत गोड्या पाण्याचा अधिकतम पुरवठा सागरी प्रदेशास होत असल्यामुळे सागरी जलाच्या क्षारतेत घट होते. याउलट उन्हाळ्यात नदीतील पाण्याचे प्रमाण कमी झाल्याने सागराच्या क्षारतेत वाढ होत असल्याचे दिसून येते.

४. वातावरणीय दाब व वाऱ्याची दिशा :-

पृथ्वीवरील हवेचे दाब पट्टे व त्या अनुषंगाने वाहणाऱ्या वाऱ्यामुळे सागराच्या क्षारतेत बदल होताना दिसून येतो. बाल्टिक समुद्रावर वातावरणीय दाब कमी असतो त्याच वेळी उत्तर समुद्रावर मात्र जास्त दाब आढळतो. हवेच्या दाबातील या फरकामुळे उत्तर समुद्रातील कमी क्षारतेचे पाणी बाल्टिक समुद्रात येऊन बाल्टिक समुद्राची क्षारता कमी होते. कर्क व मकर वृत्तीय जास्त दाबाच्या पट्ट्यात सागर जलाची क्षारता जास्त आहे. वारे सागरजलाची क्षारता काही ठिकाणी वाढविण्याचे काम करतात तर काही ठिकाणी ही क्षारता कमी करतात. व्यापारी वारे भूमी खंडाच्या पश्चिम किनारपट्टीलगतच्या सागरी प्रदेशातील क्षारयुक्त पाणी पूर्व किनारपट्टीकडे वाहून नेत असल्यामुळे पश्चिम किनारपट्टीच्या प्रदेशात सागरजलाची क्षारता कमी होते. उलट पूर्व किनारपट्टी जवळ क्षारता वाढते. उदाहरणार्थ मेक्सिकोच्या आखातात सागर जलाची क्षारता दर हजारी ३६ ते ३७ असून कॅलिफोर्नियाच्या किनारपट्टीलगत सागरी प्रदेशात फक्त प्रतिहजारी ३४ क्षारता आढळते.

५. सागरजलाची हालचाल :-

सागरी प्रवाहाद्वारे सागरजल एकमेकात मिसळत असल्यामुळे सागर जलाच्या क्षारतेवर परिणाम होतो. याशिवाय भरती-ओहोटीमुळे सागरजलाचे मिश्रण होऊन क्षारता कमी जास्त होते. सागरी अभिसरण प्रवाहांच्या मुळे क्षारतेस विविधता प्राप्त होते. उत्तर अमेरिकेच्या ईशान्य किनाऱ्यालगत लॅब्रॉडोर शीत प्रवाहामुळे सागर जलाची क्षारता दर हजारी ३३ इतकी कमी होते याउलट गल्फ स्ट्रीम उष्ण सागरी प्रवाहामुळे वायव्य युरोपच्या किनाऱ्यालगत सागर जलाची क्षारता प्रति हजारी ३५ इतकी वाढविली जाते.

६. ऋतूंचा परिणाम :-

उन्हाळा व हिवाळा या दोन्ही ऋतुत सागर जलाची क्षारता भिन्नभिन्न आढळते. उन्हाळ्यात बाष्पीभवनाचा वेग वाढल्याने क्षारता वाढते तर हिवाळ्यात बाष्पीभवनाचा वेग कमी झाल्याने सागर

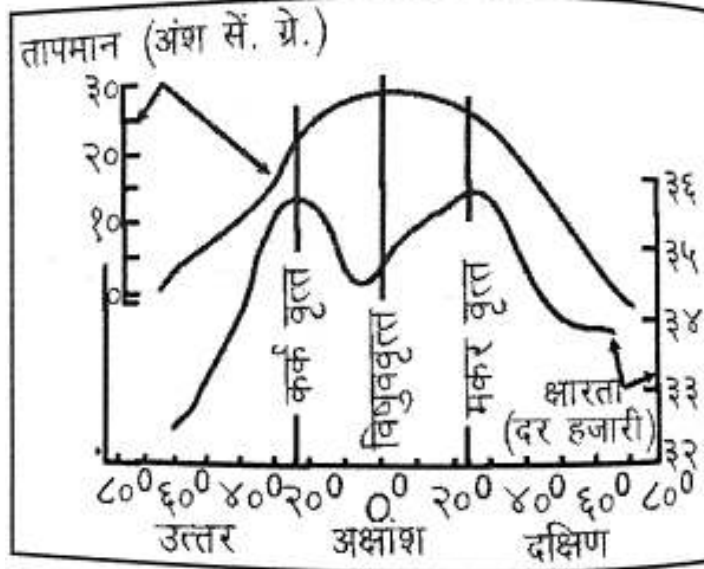
जलाची क्षारता कमी होते. 18° ते 42° उत्तर अक्षवृत्तादरम्यान उन्हाळ्यात उत्तर अटलांटिक महासागरात क्षारता 36.7% तर हिवाळ्यात 36.69% इतकी असते.

२.२.२.२ सागर जलाच्या क्षारतेचे वितरण :-

अ) सागरजलाच्या क्षारतेचे क्षितिज समांतर किंवा आडवे वितरण :-

१. अक्षांशानुसार क्षारतेचे वितरण :-

पृथ्वीवरील विषुववृत्तापासून दोन्ही ध्रुवाकडे जाताना सर्वसाधारणपणे सागर जलाची क्षारता कमी होत जाते. विषुववृत्तीय प्रदेशात अधिकतम ऊर्जा प्राप्त होत असल्याने बाष्पीभवन होण्याचा वेग अधिक आहे. परंतु याच प्रदेशात मोठ्या प्रमाणात दररोज आरोह पर्जन्यामुळे गोड्या पाण्याचा पुरवठा होऊन सागर जलाची क्षारता कमी होते. विषुववृत्तीय सागरी प्रदेशात सरासरी 35% सागर जलाची क्षारता आढळून येते. 200 ते 400 उत्तर अक्षवृत्ता दरम्यान सरासरी क्षारता सर्वाधिक 36% इतकी आढळते. येथील विभागात तापमान जास्त असल्याने बाष्पीभवनाचा वेग जास्त असतो. परंतु पर्जन्याचे प्रमाण मात्र अल्प असल्यामुळे गोड्या पाण्याचा पुरवठा कमी होतो. 10° ते 30° दक्षिण अक्षवृत्ता दरम्यान सागर जलाची क्षारता 35° आहे. दोन्ही गोलार्धातील 40 ते 60° अक्षवृत्त यांच्या दरम्यान उत्तर गोलार्धात 31 तर दक्षिण गोलार्धात दर हजारी क्षारता 33 आहे. ध्रुवीय प्रदेशात खंडीय व सागरी बर्फ वितळून गोड्या पाण्याचा पुरवठा होत असल्याने क्षारता कमी असल्याचे आढळून येते. सर्वसाधारणपणे उत्तर गोलार्धातील सागर जलाची क्षारता 34° असून दक्षिण गोलार्धाची सरासरी क्षारता 35° इतकी आहे.



आकृती क्र. २.२

अक्षवृत्तनुसार सागरजलाच्या क्षारतेच्या वितरणाचे विभाग पुढीलप्रमाणे सांगता येतील.

- १) विषुवृत्तीय कमी क्षारतेचा विभाग.
- २) कर्कवृत्त मकरवृत्त जास्त क्षारतेचा विभाग.
- ३) उपोष्ण कमी क्षारतेचा विभाग.
- ४) ध्रुवीय कमी क्षारतेचा विभाग.

विषुवृत्तीय प्रदेशात तापमान व क्षारता यांचा व्यस्त संबंध आढळतो; मात्र ध्रुवीय प्रदेशात या दोन्हीमध्ये धन संबंध आढळतो.

ब) सागरी क्षारतेचे प्रादेशिक वितरण :-

पृथ्वीवरील प्रमुख महासागर व समुद्रातील क्षारता असमान स्वरूपात वितरित झालेली असून क्षारतेचे वितरण विविध घटकांनी प्रभावित होत असते. सागरजलाच्या क्षारतेचे क्षितिज समांतर व प्रादेशिक वितरण दर्शविण्यासाठी नकाशावर समक्षार रेषा काढल्या जातात, अशा नकाशांना समक्षार रेषा दर्शक नकाशे असे म्हणतात. नकाशामध्ये सागरी भागात ज्या ठिकाणी समान क्षारता आहे अशी ठिकाणे एका रेषेने जोडून समक्षार दर्शक नकाशे तयार केले जातात व त्याद्वारे सागरी क्षारतेचे क्षितिज समांतर वितरण अभ्यासण्यास मदत होते. सागरजलाच्या क्षारतेचे वितरण खालीलप्रमाणे सांगता येईल.

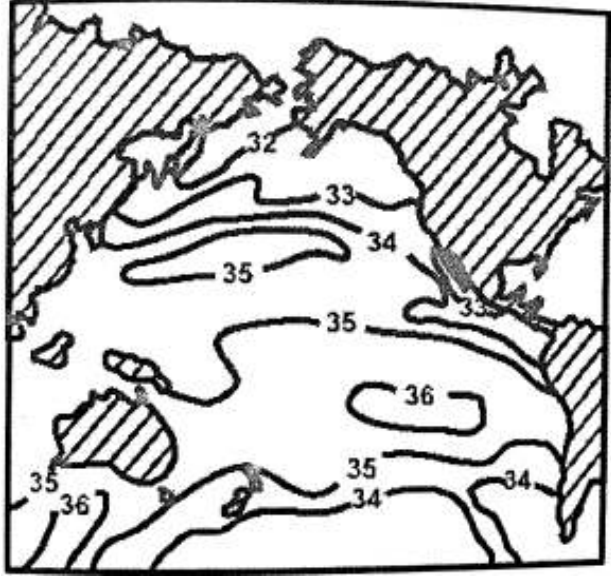
१. पॅसिफिक महासागर :-

पॅसिफिक महासागराचा आकार व विस्तार खूप मोठा असल्यामुळे सागरजलाच्या क्षारतेत विविधता आढळून येते. पॅसिफिक महासागरात विषुववृत्ताजवळ क्षारता ३४.८५%० असून १५ ते २० अंश उत्तर अक्षवृत्त या दरम्यान ३५%० इतकी आढळते. याच अक्षवृत्ताच्या दरम्यान दक्षिण गोलार्धात मात्र प्रति हजारी क्षारता ३६ आढळते. क्युराशिओ उष्ण प्रवाहामुळे बर्फ वितळून गोड्या पाण्याचा मुबलक पुरवठा होत असल्याने पॅसिफिक महासागराच्या वायव्येकडील भागात सागर जलाची क्षारता ३१%० आढळते. याशिवाय कॅलिफोर्निया, मध्य अमेरिका आणि पेरूच्या किनारपट्टीलगत सागर तळावरील थंडपाणी ऊर्ध्वगामी दिशेने सागरी पृष्ठभागावर येत असल्यामुळे क्षारता कमी आढळते. दक्षिण गोलार्धातील २० अंश अक्षवृत्त ते १२० अंश पूर्व रेखावृत्ता दरम्यान क्षारता जास्त आहे. यलो नदीच्या मुखालगत प्रतीहजारी ३० इतकी कमी क्षारता नोंदविण्यात आली आहे.

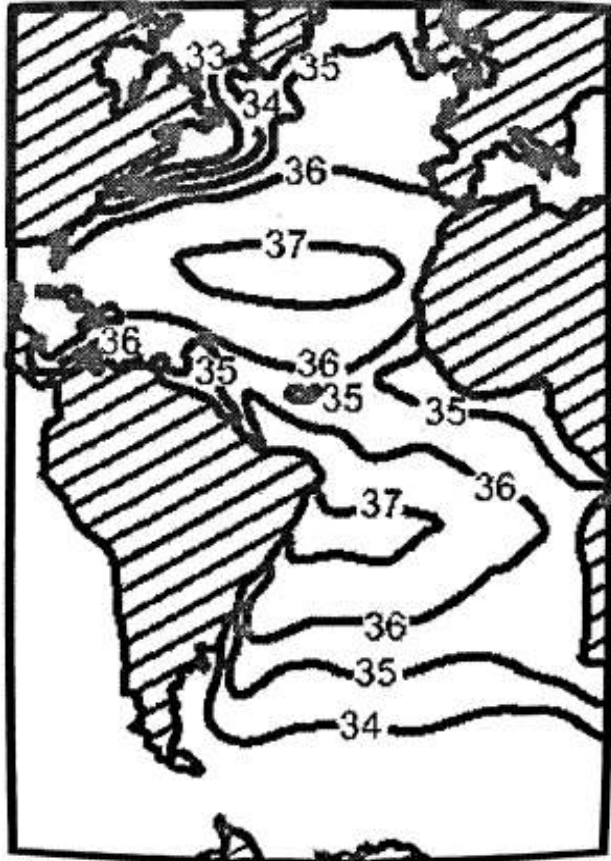
२. अटलांटिक महासागर :-

अटलांटिक महासागराचा विस्तार पॅसिफिक महासागरा खालोखाल असून महासागराची सरासरी क्षारता ३५.६७%० इतकी आहे. अटलांटिक महासागरात सर्वाधिक क्षारता विषुवृत्ताऐवजी १५° ते २०° अक्षवृत्त दरम्यान दोन्ही गोलार्धात नोंद झालेली आहे. ५° उत्तर अक्षवृत्तावर ३४.९८%० असून १५° दक्षिण अक्षवृत्तावर ३७.७७ क्षारता दिसून येते. म्हणजेच विषुववृत्तापासून कर्कवृत्त मकरवृत्ताकडे अटलांटिक महासागरात सागर जलाची क्षारता वाढत जाते. उत्तर अटलांटिक महासागराच्या मध्यभागी २० अंश उ. ते ३०° उ. अक्षवृत्त व २०° पश्चिम ते ६०° पश्चिम रेखावृत्तच्या दरम्यान क्षारता ३७° असून उत्तरेकडे कमी होत जाते. अमेरिकेच्या पूर्व किनारपट्टीलागत गल्फस्ट्रीम उष्ण प्रवाहामुळे ईशान्य भागात क्षारता जास्त आहे.

दक्षिण अटलांटिक महासागरात १२ अंश दक्षिण ते २० अंश दक्षिण अक्षवृत्त दरम्यान आणि ४० अंश पश्चिम ते १५ अंश पश्चिम रेखावृत्तादरम्यानच्या प्रदेशात क्षारता सर्वाधिक ३७ नोंदलेली आहे. सेंट लॉरेन्स, अमेझॉन, कांगो, नायजर आणि सेनेगल या नद्या गोड्या पाण्याचा पुरवठा मोठ्या प्रमाणात करत असल्यामुळे त्यांच्या मुखालगत सागर जलाची क्षारता कमी आढळते.



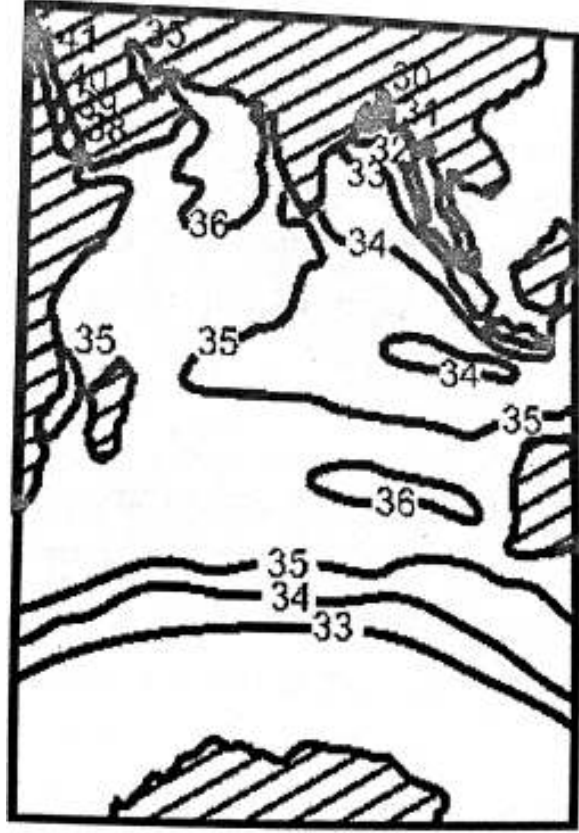
आकृती क्र. २.३



आकृती क्र. २.४

३. हिंदी महासागर :-

अटलांटिक व पॅसिफिक महासागरापेक्षा हिंदी महासागराच्या क्षारतेच्या वितरणात भिन्नतेबरोबरच गुंतागुंत मोठ्या प्रमाणात आढळते. 0° ते 10° उत्तर अक्षवृत्त या दरम्यान सरासरी क्षारता ३५ प्रतीहजारी असली तरी उत्तरेकडे बंगालच्या उपसागरात ती कमी कमी होत जाते. गंगा नदीच्या मुखालगत गोड्या पाण्याच्या नियमित पुरवठ्यामुळे क्षारता ३०%० आढळते. बंगालच्या उपसागरापेक्षा अरबी समुद्राची क्षारता जास्त आढळते. कारण अरबी समुद्रातील पाण्याच्या बाष्पीभवनाचा वेग जास्त आहे. याशिवाय बंगालचा उपसागरापेक्षा अरबी समुद्राला नद्या द्वारे केला जाणारा शुद्ध पाण्याचा पुरवठा तुलनेने खूपच कमी आहे. ऑस्ट्रेलियाच्या पश्चिम किनारपट्टीवर कोरड्या हवामानामुळे क्षारतेची नोंद जास्त असल्याचे आढळून येते.



आकृती क्र. २.५

२.२.३ सागरी प्रवाह

पृथ्वीच्या शिलावरण वातावरण व जलावरणास स्वतंत्रपणे आत्यंतिक महत्त्व असून त्यांच्यातील परस्पर संबंधातून त्यांनाही विशेष महत्त्व प्राप्त झालेले आहे. त्याचाच एक भाग म्हणून सागरी प्रवाहाच्या दृष्टीने वातावरण व जलावरण यांचे नाते अधिकच घट्ट असल्याचे जाणवते. सागरी जलाची हालचाल वातावरणातील वेगवेगळ्या घटकांकडून प्रभावित होत असते. परिणामस्वरूप सागर जल अस्थिर बनते त्यालाच आपण सागरजलाच्या हालचाली असे म्हणतो. सागरजलाच्या हालचालीचे सागरी लाटा, भरती, ओहोटी आणि सागरी प्रवाह असे तीन प्रकार पडतात.

सागरी पृष्ठभागावरील पाण्याची हालचाल क्षितिज समांतर किंवा उभ्या दिशेत होते त्यास लाटा असे म्हणतात. वाऱ्याच्या घर्षण कार्यामुळे सागराच्या पृष्ठभागावर लाटांची निर्मिती होते. याशिवाय सर जॉन मरे यांच्या मते चंद्र व सूर्य यांच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे समुद्राच्या पाण्याला फुगवटा येऊन सागराची पातळी उंचावते त्यास भरती तर सागरी पाण्याचा फुगवटा ओसरून जल पातळी खाली जाते त्यास ओहोटी असे म्हणतात.

सागरी प्रवाह ही महासागरांची एक शक्तिशाली महत्त्वपूर्ण हालचाल असून सागर जलराशी एका विशिष्ट दिशेने व विशिष्ट गतीने मार्गक्रमण करते त्यास सागरी प्रवाह असे म्हणतात. सागरी प्रवाहाचा वेग ताशी ३ ते ११ कि.मी.असून सागरी प्रवाहांची रुंदी व खोली यामध्ये मात्र भिन्नता आढळून येते.

□ समुद्र प्रवाहाचे प्रकार :-

समुद्र प्रवाह ज्या ठिकाणी निर्माण होतात त्या ठिकाणावरून समुद्र प्रवाहाचे मुख्य दोन प्रकार पडतात.

अ) सागर पृष्ठभागावरील प्रवाह :-

सागर पृष्ठावर जे समुद्र प्रवाह निर्माण होतात त्यांना पृष्ठभागावरील सागरी प्रवाह असे म्हणतात. एकूण सागरी प्रवाहपैकी केवळ दहा टक्के समुद्रप्रवाह या प्रकारचे असले तरी महासागरांचा विस्तृत पृष्ठभाग अशा प्रकारच्या समुद्रप्रवाह यांनी व्यापलेला आहे. सागर पृष्ठभागावरील समुद्र प्रवाहांची निर्मिती वाऱ्याचे सागर पृष्ठभागाशी झालेल्या घर्षणामुळे होते अर्थातच समुद्र प्रवाहांची निर्मिती वातावरण व महासागर यांच्यातील प्रत्यक्ष संबंधाचा दृश्य परिणाम आहे. ग्रहीय वारे व समुद्र प्रवाह यांचे प्ररूप जवळ-जवळ सारखेच आढळते. सागरी प्रवाहांचे तापमानाच्या गुणधर्मानुसार दोन प्रकार पडतात.

१. उष्ण सागरी प्रवाह :-

उष्ण सागरी प्रवाह विषुववृत्तीय प्रदेशातील जास्त तापमानामुळे निर्माण होऊन व्यापारी वाऱ्यांच्या दिशेनुसार (पूर्वेकडून पश्चिमेकडे) कर्क व मकरवृत्त या प्रदेशातून पुढे ध्रुवीय प्रदेशाकडे वाहत जातात. उदाहरणार्थ अटलांटिक महासागरात विषुववृत्त या अक्षवृत्तावर गियानाच्या आखातात उष्ण सागरी प्रवाह निर्माण होतो त्यास अटलांटिक उष्ण सागरी प्रवाह असे म्हणतात. हाच प्रवाह २० अंश ते ६० अंश उत्तर अक्षवृत्तादरम्यान गल्फस्ट्रीमचा उष्ण सागरी प्रवाह या नावाने ओळखला जातो.

२. थंड सागरी प्रवाह :-

सागरी प्रवाहाचे तापमान सभोवतालच्या सागर जलाच्या तापमानापेक्षा तुलनेने कमी असते अशा प्रवाहांना थंड सागरी प्रवाह असे म्हणतात. दोन्ही गोलार्धातील ध्रुवीय प्रदेशात थंड सागरी प्रवाह निर्माण होऊन विषुववृत्ताकडे वाहत जाऊन उष्ण प्रवाहाच्या उगमस्थानावरती मिसळतात. उत्तर गोलार्धात थंड समुद्र प्रवाहांची दिशा उत्तर-दक्षिण दिशेत तर दक्षिण गोलार्धात थंड सागरी प्रवाह दक्षिण उत्तर दिशेत वाहतात. सागरी पृष्ठभागाच्या समुद्र प्रवाहाची दिशा, वेळ व आकारमानासारख्या घटकांना अनुसरून समुद्र प्रवाहाचे तीन उपप्रकार पडतात.

१) अपसूरंग किंवा वहन :-

प्रचलित वाऱ्यांच्या प्रभावामुळे सागर पृष्ठभागावरील पाणी प्रवाहित होण्याच्या क्रियेस अपसूरंग किंवा वहन असे म्हणतात.

२) प्रवाह :-

जेव्हा निश्चित दिशेने व गतीने मोठ्या आकारमानाच्या जलराशी वेगाने प्रवास करित असतात त्यास प्रवाह असे म्हणतात.

३) स्ट्रीम :-

अपसूरंग व प्रवाह या पेक्षा वेगाने वाहणाऱ्या सागर जलराशी यांना स्ट्रीम असे म्हणतात.

ब) खोलीवरील सागरी प्रवाह :-

सागरी पृष्ठभागापासून ३०० ते १००० मीटर खोलीवर जे सागरी प्रवाह वाहतात त्यांना खोल सागरी प्रवाह असे म्हणतात. खोल समुद्र प्रवाहांची निर्मिती प्रामुख्याने सागर जलाच्या घनतेतील तफावतीमुळे होते. खोल समुद्र प्रवाहांचे प्रमाण एकूण समुद्र प्रवाहांच्या ९० टक्के आहे. सागर जलाची घनता ही सागरी जलाचे तापमान व क्षारता यावर अवलंबून असते त्यामुळे खोल समुद्र प्रवाहांना थर्मो हलाईन प्रवाह असेही म्हणतात.

२.२.३.१ सागरी प्रवाह यांच्या निर्मितीस कारणीभूत ठरणारे घटक :-

वातावरणीय घटकांबरोबरच पृथ्वीशी संबंधित इतर घटकांचा सागरी प्रवाह यांच्या निर्मितीवर परिणाम होत असतो. या दोघांच्या एकत्रित परिणामांच्या रूपाने सागरी प्रवाह उदयास येतात, याशिवाय सागरजलाचे गुणधर्म क्षारता, घनता व तापमान समुद्रप्रवाह निर्माण होण्यास प्रभावीपणे उपयुक्त ठरतात.

१. पृथ्वीचे परिवलन :-

पृथ्वी स्वतःभोवती पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरते यास पृथ्वीचे परिवलन असे म्हणतात. पृथ्वीच्या परिवलन क्रियेमुळे केंद्रोत्सारी प्रेरणा निर्माण होऊन फेरलच्या नियमानुसार ग्रहीय वाऱ्यांच्या दिशेतील बदलाप्रमाणेच समुद्र प्रवाहांच्या मूळ दिशेत बदल होतो. उत्तर गोलार्धात समुद्रप्रवाह आपल्या मूळ दिशेच्या उजवीकडे वळतात तर दक्षिण गोलार्धात समुद्रप्रवाह मूळ दिशेच्या डावीकडे वळतात.

२. वातावरणीय दाब :-

महासागरीय प्रदेशावर हवेचा दाब सर्वत्र सारखा नसतो. ज्या ठिकाणी हवेचा दाब जास्त असतो

त्याठिकाणची सागरजलाची पातळी कमी असते. याउलट जेथे हवेचा दाब कमी असतो तेथे पाण्याची पातळी वाढलेली असते. वातावरणीय दाबानुसार सागरजल पातळीतील फरकामुळे अधिक जलपातळीच्या सागरी प्रदेशाकडून कमी जलपातळीच्या सागर क्षेत्राकडे जल राशींचे संचलन होऊन सागरी प्रवाहांची निर्मिती होते.

३. वारे :-

सागराच्या पृष्ठभागावरून वाहणारे वारे सागर पृष्ठभागाशी घर्षण करीत असल्याने सागरजलास आपल्या दिशेत पुढे घेऊन जातात. प्रचलित वारे नेहमी निश्चित दिशेने वाहत असल्यामुळे विशिष्ट दिशेनेच सागरी प्रवाह निर्माण होतात. उदाहरणार्थ व्यापारी वाऱ्याच्या घर्षण कार्यामुळे समुद्रप्रवाह निर्माण होऊन ते पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहत जातात, तर काही वेळा वातावरणात आवर्त व प्रत्यावर्त यांची निर्मिती होऊन वाऱ्याच्या दिशानुरूप महासागरात पाण्याचे प्रवाह चक्र निर्माण झाल्याचे दिसून येते.

४. पर्जन्य :-

भूप्रदेश याप्रमाणेच सागरी प्रदेशातही पर्जन्याचे वितरण एक सारखे आढळत नाही. सागरी प्रदेशात ज्या ठिकाणी भरपूर प्रमाणात पाऊस पडतो त्या प्रदेशातील पाण्याची पातळी उंचावलेली असते या उलट ज्या ठिकाणी कमी पर्जन्य असते अशा प्रदेशातील सागराची पातळी कमी असते. जास्त पर्जन्यवृष्टी होणाऱ्या सागर प्रदेशाकडून कमी पर्जन्यवृष्टी असणाऱ्या सागरी प्रदेशाकडे सागर जलराशी वाहतात. उदाहरणार्थ विषुववृत्तीय प्रदेशात सर्वात जास्त पाऊस पडत असल्यामुळे पाणी पातळी जास्त असते मात्र मध्य कटिबंधात कमी पर्जन्यामुळे पाणीपातळी कमी आढळते. त्यामुळेच विषुवृत्ताकडून उत्तरेकडे व दक्षिणेकडील मध्य कटिबंधीय प्रदेशाकडे समुद्र प्रवाह वाहताना दिसून येतात.

५. सौरशक्ती व बाष्पीभवनाचा दर :-

सागराच्या पृष्ठभागास सर्वत्र सारखी सौरशक्ती प्राप्त होत नाही. सौरशक्ती मिळण्याच्या प्रमाणावर सागरी जलाच्या बाष्पीभवनाचा दर अवलंबून असतो. बाष्पीभवनाच्या दरावर सागराची पातळी अवलंबून असते. सौरशक्तीची उपलब्धता अधिक असल्यास बाष्पीभवनाचा वेग जास्त राहतो. सहाजिकच अशा भागात पाण्याची पातळी कमी होते. याउलट सौरशक्ती कमी मिळत असलेल्या प्रदेशात कमी प्रमाणात बाष्पीभवन होत असल्यामुळे पाण्याची पातळी जास्त असते. पाण्याच्या समपातळीत राहण्याच्या तत्वाद्वारे जास्त बाष्पीभवनाच्या प्रदेशाकडे कमी बाष्पीभवनाच्या सागरी प्रदेशाकडून समुद्र प्रवाह वाहतात. उदाहरणार्थ तांबड्या समुद्राच्या बाजूस वाळवंटी प्रदेश असल्याने बाष्पीभवनाचा दर जास्त असल्यामुळे तांबड्या समुद्राची पातळी हिंदी महासागरापेक्षा कमी राहून हिंदी महासागराकडून तांबड्या समुद्राकडे प्रवाह वाहताना आढळून येतात.

६. सागरजलाच्या तापमानातील भिन्नता :-

सागरजलाचे तापमान सागरी प्रवाहाच्या निर्मितीतील एक महत्वाचा घटक म्हणून ओळखला जातो. विषुववृत्तीय सागरजलाचे तापमान अधिक असल्याने ते पाणी हलके होऊन प्रसरण पावते. ध्रुवीय प्रदेशात सागराचे तापमान कमी असल्याने अशा पाण्याच्या आकुंचनामुळे वजनात वाढ होते त्यामुळे सहाजिकच पाण्याच्या वजनातील तफावतीमुळे ध्रुवीय प्रदेशाकडून विषुववृत्तीय सागरी प्रदेशाकडे क्षितिज समांतर दिशेत प्रवाह निर्माण होतात.

याशिवाय सागर जलाचे तापमान वाढल्यास पाण्याचे प्रसरण होऊन हे पाणी लगतच्या सागरी प्रदेशाकडे वाहू लागते. या पाण्याची जागा घेण्यासाठी तळभागाकडील थंडपाणी पृष्ठभागाकडे येऊ लागते. त्यामुळे उर्ध्वगामी प्रवाह निर्माण होतात.

७. सागर जलाची क्षारता व घनता :-

महासागर हे एकमेकाशी संलग्न असले तरी सागरजलाच्या क्षारतेत प्रदेशानिहाय फरक आढळून येतो. सागरजलाची क्षारता जास्त असल्यास घनता जास्त असते. त्यामुळे अशा पाण्याचे आकारमान कमी होते. याउलट क्षारता कमी असल्यास घनताही कमी होऊन आकारमानात वाढ होते. पर्यायाने कमी क्षारतेच्या प्रदेशाकडून जास्त क्षारतेच्या सागरी प्रदेशाकडे समुद्र प्रवाह वाहतात.

जास्त क्षारतेच्या पाण्याची घनता जास्त असल्याने हे पाणी वजनाने जड असल्यामुळे सागराच्या तळाकडे अधोगामी प्रवाह निर्माण होतात. कमी क्षारता असणाऱ्या पाण्याची घनता कमी असल्यामुळे वजनाने हलके होऊन सागराच्या पृष्ठभागाकडे ऊर्ध्वगामी दिशेने सागरी प्रवाह निर्माण होतात. उदाहरणार्थ अटलांटिक महासागरातील कमी घनता व क्षारतेचे पाणी जास्त क्षारता असणाऱ्या भूमध्य समुद्राकडे सागरी पृष्ठभागावरून वाहते तर भूमध्य समुद्रातील जास्त घनता व क्षारतेचे पाणी सागर तळावरून अटलांटिक महासागराकडे वाहते.

८. समुद्रकिनाऱ्याचा आकार :-

सागरी प्रवाह यांचा मार्ग समुद्र किनाऱ्याच्या आकारामुळे बदलत जातो. सागरी प्रवाह किनार-पट्टीला येऊन धडकल्यानंतर किनाऱ्याला अनुसरून प्रवाहांची निर्मिती होते. त्या किनाऱ्याच्या अडथळ्यामुळे प्रवाहांची दिशा बदलून समुद्र किनाऱ्याला समांतर दिशेत प्रवाह पुढे वाहू लागतात. उदाहरणार्थ विषुववृत्तीय अटलांटिक उष्ण प्रवाह दक्षिण अमेरिकेच्या ब्राझील किनाऱ्यावर आदळल्यानंतर त्याचे दोन प्रवाह तयार होतात. यापैकी एक प्रवाह गल्फ स्ट्रीम उत्तरेकडे तर एक प्रवाह ब्राझिलियन दक्षिणेकडे जातो.

१. समुद्राला येऊन मिळणाऱ्या नद्या :-

मोठ्या नद्या समुद्राला येऊन मिळतात तेथे पाणी पुरवठा जास्त होत असल्यामुळे नदीमुखालगत सागर जलाची पातळी वाढते. पाणी नेहमी समपातळीत राहण्याचा प्रयत्न करीत असल्यामुळे समुद्र प्रवाहांची निर्मिती होते. उदाहरणार्थ मिसिसिपी नदीच्या मुखालगत गल्फच्या प्रवाहाची निर्मिती होऊन मेक्सिकोच्या आखातातून वाहत जातो.

२.२.३.२ महासागरातील समुद्र प्रवाहांचे वितरण :-

सागरी प्रवाहाच्या दिशेवर प्रचलित वाऱ्यांचा प्रभाव असल्यामुळे विशिष्ट अक्षवृत्तापासून पुढे आपली मूळ दिशा बदलतात. उत्तर गोलार्धात समुद्रप्रवाह आपल्या मूळ दिशेच्या उजवीकडे तर दक्षिण गोलार्धात सागरी प्रवाह मूळ दिशेच्या डावीकडे वळतात.

पृथ्वीवरील प्रमुख तीन महासागरात अनेक थंड व उष्ण सागरी प्रवाह निर्माण झालेले आहेत. या महासागरातील प्रमुख सागरी प्रवाह पुढील प्रमाणे आहेत.

(अ) पॅसिफिक महासागर :-

अटलांटिक महासागरापेक्षा पॅसिफिक महासागराचा विस्तार जास्त असल्यामुळे अटलांटिक महासागराप्रमाणेच याही महासागरात प्रवाहचक्र निर्माण झालेले आहे. पॅसिफिक महासागरातील समुद्र प्रवाहांच्या स्थानावरून या प्रवाहांचे तीन गटांत विभाजन केले जाते.

१. विषुववृत्तीय विभाग

(i) उत्तर विषुववृत्तीय उष्ण सागरी प्रवाह :-

उत्तर विषुववृत्तीय समुद्र प्रवाहाची निर्मिती मेक्सिकोच्या पश्चिम किनारपट्टीलगत होऊन हा प्रवाह पश्चिम दिशेने वाहत जाऊन फिलिपाईन्स किनारपट्टीजवळ पोहचतो. प्रवाहाची निर्मिती कॅलिफोर्निया प्रवाह आणि आग्नेय मान्सून ड्रिफ्ट यामुळे झालेली आहे. हा प्रवाह पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहत जाताना त्याचे आकारमान वाढत जाते. उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाहाच्या दोन शाखा निर्माण होऊन एक शाखा उत्तरेकडे वाहत जाऊन क्युरोसिवो प्रवाहात मिसळते आणि दुसरी शाखा दक्षिणेकडे वळून पॅसिफिक प्रति प्रवाहाची निर्मिती होते. सूर्याच्या उत्तर व दक्षिणायनामुळे हा प्रवाह थोडा उत्तरेस व दक्षिणेस सरकतो मात्र त्याचे स्थान विषुववृत्ताच्या उत्तरेस असते.

(ii) दक्षिण विषुववृत्तीय उष्ण सागरी प्रवाह :-

दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाहाची निर्मिती आग्नेय व्यापारी वाऱ्यामुळे होऊन हा प्रवाह पूर्वेकडून

पश्चिमेकडे वाहतो. या सागरी प्रवाहाची सरासरी दैनिक गती २० नाविक मैल असून जास्तीत जास्त गती १०० नाविक मैल नोंदवण्यात आली आहे. या प्रवाहास डाव्या बाजूने लहान प्रवाह घेऊन मिळत असल्याने पश्चिमेकडे या प्रवाहाचे आकारमान वाढते. न्युगिनीजवळ दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाहाच्या दोन शाखा निर्माण होतात. यापैकी उत्तरेकडील शाखा पूर्वेकडे वळून प्रति विषुववृत्तीय प्रवाहाची निर्मिती होते. दुसरी शाखा दक्षिणेकडे ऑस्ट्रेलियाच्या उत्तर किनाऱ्याजवळून हिंदी महासागरात प्रवेशित होते.

(iii) विषुववृत्तीय उष्ण सागरी प्रतिप्रवाह :-

उत्तर व दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाहांच्या दरम्यान पश्चिमेकडून पूर्वेकडे विषुववृत्तीय प्रतिप्रवाह वाहतो. पॅसिफिक महासागरात विषुववृत्तादरम्यान निर्माण झालेला विषुववृत्तीय उष्ण सागरी प्रवाह पश्चिमेस वाहत जाऊन फिलीपाईन्स बेटांच्या अडथळ्याने व व्यापारी वाऱ्याकडून सागरी जल पश्चिमेकडे ढकलल्यामुळे पश्चिमेकडे सागरजलाची पातळी वाढवली जाते; मात्र याउलट पूर्वेकडील बाजूस सागरजलाची पातळी कमी असते. यासारख्या कारणांनी पश्चिमेकडून पूर्वेकडे विषुववृत्तीय प्रतिप्रवाहाची निर्मिती होते.

२. उत्तर पॅसिफिक विभाग

(i) क्युरोसिवो उष्ण सागरी प्रवाह :-

उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाहाला फिलीपाईन्स भूमीचा अडथळा आल्यामुळे तैवानच्या किनारपट्टीजवळून ३०° उ. अक्षवृत्ताजवळून उत्तरेस हा प्रवाह वाहतो. क्युरोसिवो उष्ण प्रवाह उत्तर अटलांटिक विभागातील फ्लोरिडा प्रवाहाप्रमाणे असून या प्रवाहाचे सरासरी तापमान ८° सें. ग्रे. इतके आहे. हा प्रवाह जपानच्या किनारपट्टीजवळ ३५° उत्तर अक्षवृत्तापर्यंत वाहत असल्याने यास जपानचा काळा प्रवाह नावाने ओळखले जाते.

(ii) उत्तर पॅसिफिक सागरी प्रवाह :-

३५° उत्तर अक्षवृत्तावर पश्चिमी वाऱ्याच्या प्रभावामुळे जपानचा किनारा सोडून क्युरोसिवो प्रवाह पूर्वेकडे वाहत जाऊन त्याच्या दोन शाखा निर्माण होतात. यातील एक शाखा पूर्वेकडील उत्तर अमेरिकेच्या किनाऱ्याकडे जाते. त्या शाखेस उत्तर पॅसिफिक प्रवाह म्हणतात.

(iii) क्युराईल थंड सागरी प्रवाह :-

क्युराईल हा थंड पाण्याचा प्रवाह असून हा प्रवाह बेरिंगच्या समुद्रधुनीतून सैबेरियाच्या पूर्व किनाऱ्यास समांतर दक्षिणेकडे पुढे सरकतो. जपानच्या पूर्व प्रदेशात क्युराईल द्वीपसमूहाजवळ क्युराईल थंड प्रवाह क्युरोसिओ या उष्ण प्रवाहास येऊन मिळतो. दोन्ही प्रवाह ज्या ठिकाणी एकत्र येतात तेथे दाट

धुक्याची निर्मिती होते. शिवाय आशियाचा ईशान्य किनारा क्युराईल थंड प्रवाहामुळे अनेक महिने गोठलेल्या स्थितीत राहिल्याने वाहतुकीवरती मर्यादा येतात.

(iv) ब्रिटिश कोलंबिया थंड सागरी प्रवाह :-

उत्तर पॅसिफिक प्रवाहाच्या उत्तर अमेरिकेच्या किनाऱ्याच्या अडथळ्याने दोन शाखा निर्माण होतात. यातील एक शाखा उत्तरेकडे किनाऱ्यास समांतर जाते. त्यास ब्रिटिश कोलंबिया शीत प्रवाह अथवा अलास्का शीत प्रवाह म्हणतात.

(v) कॅलिफोर्निया थंड सागरी प्रवाह :-

अटलांटिका महासागरातील कॅनरी प्रवाहाप्रमाणे उत्तर अमेरिकेच्या पश्चिम किनारपट्टीस समांतर वाहणाऱ्या प्रवाहाला कॅलिफोर्निया थंड प्रवाह म्हणून ओळखले जाते. हा प्रवाह पॅसिफिक महासागरात विषुववृत्तावर पोहचल्याने उत्तर पॅसिफिक महासागरातील सागरी प्रवाहाचे घड्याळाच्या काट्याच्या दिशेत एक चक्र पूर्ण होते.

३. दक्षिण पॅसिफिक विभाग

(i) पूर्व ऑस्ट्रेलियन उष्ण सागरी प्रवाह :-

दक्षिण विषुववृत्तीय समुद्र प्रवाहाला पूर्व ऑस्ट्रेलियन किनाऱ्याचा अडथळा आल्यामुळे त्याच्या दोन शाखा निर्माण होतात. यातील एक शाखा उत्तरेकडे, तर दुसरी दक्षिणेकडे जाते. दक्षिणेकडे वाहणाऱ्या या प्रवाहास पूर्व ऑस्ट्रेलियन उष्ण प्रवाह असे म्हणतात. न्युझीलंडच्या सभोवताली हा समुद्र प्रवाह असून ४०° दक्षिण अक्षवृत्ताजवळ प्रतिव्यापारी वाऱ्यामुळे तो पूर्वेकडे वळतो. हा समुद्र प्रवाह ऑस्ट्रेलियाच्या पूर्व किनारपट्टीचे तापमान वाढविण्यास मदत करतो.

(ii) पश्चिमी वाऱ्याचा थंड सागरी प्रवाह :-

पॅसिफिक महासागरात पश्चिमी वाऱ्याच्या प्रभावामुळे टास्मानियापासून पूर्वेकडे दक्षिण अमेरिकेच्या पश्चिम किनारपट्टीकडे पश्चिमी वाऱ्याचा प्रवाह ४०° ते ५०° दक्षिण अक्षवृत्तादरम्यान वाहतो. गर्जणारे चाळीस वारे या प्रदेशातून वाहत असल्यामुळे या समुद्र प्रवाहास अधिकतम गती प्राप्त होते.

(iii) हम्बोल्ट व पेरुव्हियन थंड सागरी प्रवाह :-

पश्चिमी वाऱ्याचा थंड प्रवाह केपहॉर्न भूशिराजवळ आल्यानंतर त्याचे दोन प्रवाह निर्माण होतात. त्यातील एक प्रवाह अटलांटिक महासागरात प्रवेश करतो, तर दुसरा प्रवाह दक्षिण अमेरिकेच्या पश्चिम किनाऱ्यास समांतर विषुववृत्ताकडे जातो. या प्रवाहास दक्षिण अमेरिकेच्या दक्षिण टोकाजवळ केपहॉर्न थंड

प्रवाह असे म्हणतात. हा प्रवाह चिलीच्या किनाऱ्याजवळून वाहताना त्यास हुम्बोल्ट थंड प्रवाह म्हणतात, तर पेरूच्या किनारपट्टीवर त्यास पेरूचा थंड प्रवाह म्हणतात.

पॅसिफिक महासागराच्या पूर्व किनारपट्टीजवळ विषुववृत्तादरम्यान निर्माण झालेल्या विषुववृत्तीय उष्ण सागरी प्रवाहास दक्षिण अमेरिकेच्या पश्चिम किनाऱ्यावरून येणारा पेरूव्हियन शीत सागरी प्रवाह मिळाल्याने दक्षिण पॅसिफिक महासागरातील सागरी प्रवाह चक्राचे घड्याळाच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेत एक चक्र पूर्ण होते.

(iv) एलनिनो उष्ण सागरी प्रवाह :-

३०° दक्षिण ते ३६° दक्षिण अक्षवृत्तांच्या दरम्यान १८० कि.मी. लांबीचा उत्तरेकडून दक्षिणेकडे जो प्रवाह वाहतो त्यास एलनिनो प्रवाह असे म्हणतात. विषुववृत्तीय प्रतिप्रवाहाच्या ज्या दोन शाखा निर्माण होतात, त्यापैकी दक्षिणेकडील शाखेपासून एलनिनो हा प्रवाह निर्माण होतो. एलनिनो हा स्पॅनिश भाषेतील शब्द असून त्याचा अर्थ चाईल्ड ख्राईस्ट म्हणजेच बाल ख्रिस्त असा आहे. या प्रवाहाच्या परिणामाची माहिती सर्वप्रथम पेरूच्या जिओग्राफिक सोसायटीचे अध्यक्ष डॉ. लुईस कॅनान्झा यांनी इ.स. १८९१ मध्ये दिली.

या समुद्रप्रवाहामुळे पेरूच्या किनारपट्टीचे तापमान फारसे कमी केले जात नाही. एल निनोचा परिणाम भारतीय मान्सूनवर होतो. एल निनोमुळे पॅसिफिक महासागरातील तापमान वाढून कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होतो. त्यामुळे भारत व त्याच्या शेजारील देशात मान्सूनचा कमी पाऊस मिळतो.

(ब) अटलांटिक महासागर :-

अटलांटिक महासागरात समुद्र प्रवाहाचे एक वैशिष्ट्यपूर्ण चक्र निर्माण झालेले असून अटलांटिक महासागराचा विस्तार जास्त असल्यामुळे अटलांटिक महासागरातील सागरी प्रवाह यांचे पुढील तीन गटात वर्गीकरण करता येते.

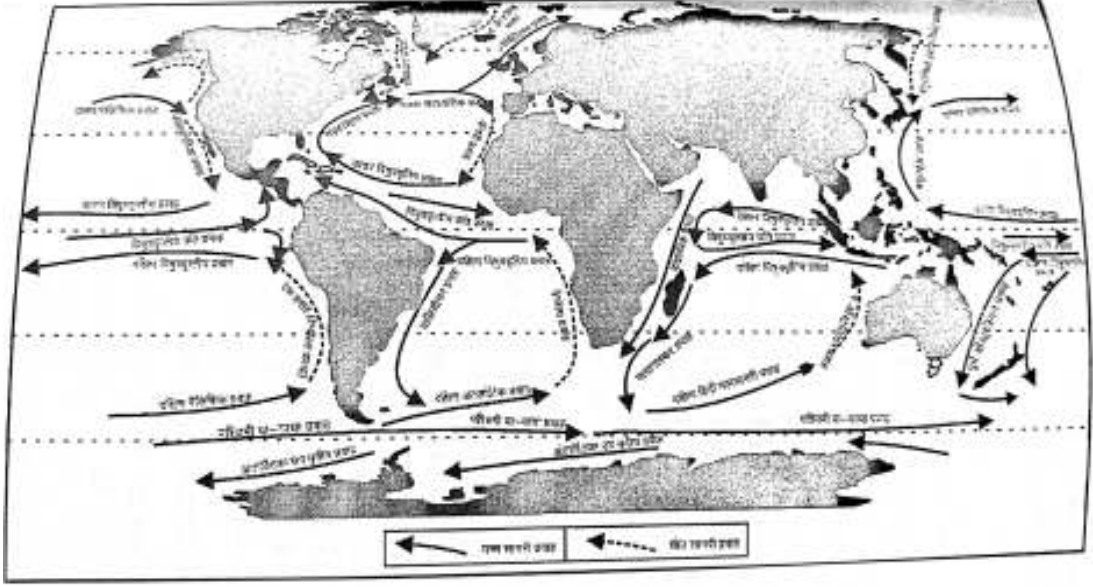
१. विषुववृत्तीय विभाग :-

अटलांटिक महासागराच्या विषुववृत्तीय प्रदेशात एकूण तीन महत्त्वाचे सागरी प्रवाह आहेत.

(i) उत्तर विषुववृत्तीय उष्ण सागरी प्रवाह :-

साधारणतः ० अंश ते १० अंश उत्तर अक्षवृत्त या दरम्यान उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाह असून या प्रवाहाची निर्मिती सागराच्या तळभागाकडून थंड पाणी ऊर्ध्वगामी दिशेने आफ्रिकेच्या पश्चिम किनारपट्टी लागत वर येते. ईशान्य व्यापारी वाऱ्याच्या प्रभावाने सागरजल पश्चिमेकडे वाहू लागते. याशिवाय पृथ्वीच्या परिवलनामुळे पाण्याच्या प्रवाहाची दिशा पूर्व-पश्चिम बनते. ब्राझीलच्या पूर्व किनारपट्टीवर हा प्रवाह

आदळल्यानंतर भूमी खंडाच्या अडथळ्यामुळे त्याच्या दोन शाखा निर्माण होतात. यातील टिलीस प्रवाह वेस्ट इंडीज बेटांच्या पूर्वेकडून वाहतो तर दुसरा प्रवाह कॅरिबियन प्रवाह म्हणून मेक्सिकोच्या आखातात वाहत जाऊन पुढे तो गल्फ स्ट्रीम या नावाने ओळखला जातो.



आकृती क्र. २.६

(ii) दक्षिण विषुववृत्तीय उष्ण सागरी प्रवाह :-

दक्षिण गोलार्धात 0° ते 20° दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान आफ्रिकेच्या पश्चिम किनारपट्टीकडून दक्षिण अमेरिकेच्या पूर्व किनारपट्टीकडे वाहत जातो. हा प्रवाह ब्राझीलच्या पूर्व किनारपट्टीवर येऊन पोहोचल्यानंतर किनारपट्टीच्या स्वरूपामुळे त्याचे दोन प्रवाह निर्माण होतात. येथील एक प्रवाह उत्तरेकडे जाऊन पुढे वायव्येकडे वळतो व उत्तर विषुववृत्तीय समुद्र प्रवाहात मिसळतो दुसरा प्रवाह दक्षिणेस वळून दक्षिण अमेरिकेच्या पूर्व किनारपट्टीला समांतर वाहत जातो.

(iii) विषुववृत्तीय उष्ण प्रति सागरी प्रवाह :-

उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाह आणि दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाह यांच्यादरम्यान पश्चिमेकडून पूर्वेकडे विषुववृत्तीय प्रति प्रवाहांची निर्मिती झालेली असते. व्यापारी वाऱ्याच्या प्रभावामुळे हा प्रवाह कमी प्रमाणात विकसित झालेला आहे. मात्र पूर्वेकडे त्याचा विस्तार जास्त असल्यामुळे त्यास गिनीचा प्रवाह असेही म्हणतात.

२. उत्तर अटलांटिक विभाग :-

उत्तर अटलांटिक महासागरात खालील महत्वाचे सागरी प्रवाह आढळून येतात.

(i) गल्फ स्ट्रीम उष्ण सागरी प्रवाह :-

अटलांटिक महासागरात अनेक प्रवाहांच्या समूहास गल्फस्ट्रीम प्रवाह असे म्हणतात. गल्फस्ट्रीम प्रवाहाची निर्मिती मेक्सिकोच्या आखातात 20° उत्तर अक्षवृत्ताच्या दरम्यान होऊन हा प्रवाह ईशान्येकडे वाहत जाऊन युरोपच्या पश्चिम किनारपट्टीजवळ 60° उत्तर अक्षवृत्ताच्या दरम्यान पोहोचतो. गल्फ स्ट्रीम प्रवाहाच्या तीन उपशाखा असून त्या पुढीलप्रमाणे आहेत.

अ) फ्लोरिडा उष्ण सागरी प्रवाह :-

मेक्सिकोच्या आखातातील युक्टीन खाडीमधून उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाह वाहतो याला संलग्न जो प्रवाह निर्माण झालेला आहे त्यास फ्लोरिडा प्रवाह असे म्हणतात. या उष्ण समुद्र प्रवाहाच्या पृष्ठभागाचे तापमान 24 अंश सेंटिग्रेड इतके आहे. व्यापारी वाऱ्याच्या प्रभावामुळे फ्लोरिडा प्रवाहांची निर्मिती झालेली आहे.

ब) गल्फ उष्ण सागरी प्रवाह :-

गल्फ प्रवाहाची निर्मिती मेक्सिकोच्या आखातात झालेली असून त्याचा सरासरी ताशी वेग 3 ते 10 किलोमीटर असून इतर प्रवाहांच्या तुलनेत सर्वाधिक वेग नोंदविण्यात आला आहे. गल्फ प्रवाह 40 अंश उत्तर अक्षवृत्ताजवळ पूर्वेकडे वळतो यास चेसीपिक उपसागरातून उत्तरेकडून येणारा थंड लॅब्राडोर प्रवाह येऊन मिळतो.

क) उत्तर अटलांटिक उष्ण सागरी प्रवाह :-

45 अंश उत्तर अक्षवृत्त व 25 अंश पश्चिम रेखावृत्त च्या दरम्यान गल्फ स्ट्रीम प्रवाहाच्या अनेक उपशाखा निर्माण झालेल्या आहेत. सर्व शाखांना एकत्रितपणे उत्तर अटलांटिक प्रवाह असे म्हणतात. त्याच्या उत्तरेकडील शाखा ईशान्येकडे वाहतात व पुढे या प्रवाहाचे पुन्हा नॉर्वेजियन प्रवाह, ईमिन्जर प्रवाह यासारख्या शाखांची निर्मिती होते.

(i) लॅब्राडोर थंड सागरी प्रवाह :-

लॅब्राडोर हा थंड सागरी प्रवाह असून त्याची निर्मिती बफिन उपसागरातील डेव्हीसच्या सामुद्रधुनीतून निर्माण होऊन हा प्रवाह न्यू फौडलंड व ग्रँड बँकेच्या पूर्व किनाऱ्याजवळून वाहत जाऊन गल्फ स्ट्रीम प्रवाहांमध्ये मिसळतो. लॅब्राडोर प्रवाह बफिनच्या उपसागरातून हिमनग वाहून आणत असल्यामुळे आणि न्यू फौडलंड जवळ उष्ण व शीत गुणधर्माचे सागरी प्रवाह एकत्र आल्यामुळे दाट धुक्याची निर्मिती होऊन जलवाहतुकीस अडथळा निर्माण होतो.

(ii) कॅनरी थंड सागरी प्रवाह :-

कॅनरी थंड सागरी प्रवाह उत्तर आफ्रिकेच्या मॅडेइरा व केपव्हर्दे दरम्यान वाहतो. गल्फ उष्ण प्रवाहाचे मूळ गुणधर्म लोप पावल्याने या प्रवाहाचे थंड प्रवाहात रूपांतर होऊन पुढे अक्षवृत्ताच्या उत्तरेस गियाना प्रवाह मिळाल्याने उत्तर अटलांटिक महासागरातील सागरी प्रवाहाच्या घड्याळाच्या काट्याच्या दिशेत एक चक्र पूर्ण होते.

३. दक्षिण अटलांटिक विभाग :-

(i) ब्राझीलियन उष्ण सागरी प्रवाह :-

ब्राझील उष्ण सागरी प्रवाह जास्त तापमान व जास्त क्षारतेचा प्रवाह म्हणून ओळखला जातो. दक्षिण विषुववृत्तीय समुद्रप्रवाह ब्राझीलच्या किनारपट्टीवर सन रॉक येथे भूमी खंडाच्या अडथळ्याने. दक्षिणेस मार्गस्थ प्रवाहास ब्राझीलियन उष्ण प्रवाह असे म्हणतात. हा प्रवाह दक्षिण अमेरिकेच्या पूर्व किनारपट्टीला समांतर ४० अंश दक्षिण अक्षवृत्तापर्यंत वाहतो त्यानंतर पश्चिमी वाऱ्यामुळे पूर्वेकडे प्रवाहित होतो.

(ii) फॉकलँड थंड सागरी प्रवाह :-

अंटार्क्टिका समुद्रातून थंड पाणी दक्षिण अमेरिकेच्या पूर्व किनारपट्टीवरून दक्षिणेकडून उत्तरेकडे अर्जेटीनापर्यंत वाहतो. पुढे ब्राझीलच्या उष्ण सागरी प्रवाहात विलीन होऊन पूर्वेकडे दक्षिण अटलांटिक शीत प्रवाहाच्या रूपाने प्रवाहित होतो.

(iii) दक्षिण अटलांटिक थंड सागरी प्रवाह :-

ब्राझील प्रवाह व फॉकलँड प्रवाह यांच्या एकत्रीकरणातून दक्षिण अटलांटिक सागरी प्रवाहांची निर्मिती झालेली आहे. ४० अंश दक्षिण अक्षवृत्तावर कोरिऑलीस प्रेरणेमुळे ब्राझीलचा प्रवाह पूर्वेकडे वाहू लागतो या प्रवाहास पश्चिमी प्रवाह किंवा अंटार्क्टिक प्रवाह या नावाने ओळखले जाते.

(iv) बेन्वेला थंड सागरी प्रवाह :-

दक्षिण आफ्रिकेच्या पश्चिम किनारपट्टीस समांतर दक्षिण उत्तर दिशेत बेन्वेला थंड समुद्रप्रवाह वाहतो. दक्षिण अटलांटिक प्रवाह आफ्रिकेच्या दक्षिण टोकाजवळ किनारपट्टीला पोहोचल्यानंतर तो उत्तरेकडे वळतो. दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाहात मिसळतो या प्रवाहास पूर्वीय सीमावर्ती प्रवाह असेही म्हणतात.

बेन्वेलाचा शीत सागरी प्रवाह दक्षिण अटलांटिक उष्ण सागरी प्रवाहास आफ्रिकेच्या पश्चिम किनारपट्टीवरून जाऊन गियानाच्या आखातात मिळतो व या स्वरूपात दक्षिण अटलांटिक महासागरातील सागरी प्रवाहाचे घड्याळाच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेत एक चक्र पूर्ण होते.

(क) हिंदी महासागरातील सागरी प्रवाह :-

अटलांटिक व पॅसिफिक महासागर यापेक्षा हिंदी महासागरातील प्रवाहाचे स्वरूप वेगळ्या प्रकारचे आहे. प्रचलित वाऱ्याचा परिणाम समुद्र प्रवाहावर होतो. याचे उत्तम उदाहरण म्हणजे दक्षिण हिंदी महासागरातील प्रवाह होय. हिंदी महासागरातील प्रवाहांची विभागणी पुढील प्रमाणे तीन गटात करता येते.

(i) विषुवृत्तीय विभाग

विषुवृत्ताच्या उत्तरेस पूर्वेकडील अरमान बेटापासून पश्चिमेस आफ्रिकेतील सोमालियाच्या किनारपट्टी पर्यंत वाहणारा प्रवाह उत्तर विषुवृत्तीय उष्ण सागरी प्रवाह होय. तर दक्षिण हिंदी महासागरात वायव्य ऑस्ट्रेलिया ते आफ्रिकेच्या पूर्व किनारपट्टी दरम्यान पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहणाऱ्या सागरी प्रवाहास दक्षिण विषुवृत्तीय उष्ण प्रवाह म्हणून ओळखले जाते.

(ii) उत्तर हिंदी महासागर विभाग :-

उत्तर हिंदी महासागर विभागात नैऋत्य मोसमी उष्ण प्रवाह व ईशान्य मोसमी उष्ण सागरी प्रवाह हे दोन महत्त्वाचे सागरी प्रवाह आहेत. उन्हाळा ऋतूत हिंदी महासागरामध्ये नैऋत्य मोसमी वाऱ्यांचा प्रभाव असतो. उत्तर गोलार्धात उन्हाळा ऋतूत नैऋत्यकडून मोसमी वारे वाहू लागल्याने उत्तर विषुवृत्तीय प्रवाह नाहीसा होऊन प्रवाहाची दिशा पश्चिम पूर्व दिशेत राहते. या प्रवाहाची सर्वसाधारण दिशा नैऋत्यकडून ईशान्येकडे असून अरेबियाच्या किनाऱ्याजवळून हा प्रवाह वाहताना त्यास अरेबियन उष्ण प्रवाह म्हणतात.

उत्तर गोलार्धात हिवाळा ऋतूत ईशान्य मोसमी वारे जमिनीकडून समुद्राकडे वाहतात. अंदाजान व सोमाली यांच्या दरम्यान ईशान्य मोसमी उष्ण सागरी प्रवाह निर्माण होतो. हा समुद्र प्रवाह ५ अंश उत्तर अक्षवृत्तकडे वाहतो. याशिवाय बंगालच्या उपसागरात आणि अरबी समुद्रात स्वतंत्रपणे काही प्रवाह निर्माण होतात व दक्षिणेकडून पश्चिमेकडे वाहतात.

(iii) दक्षिण हिंदी महासागर विभाग :-

दक्षिण गोलार्धातील हिंदी महासागरात आफ्रिका खंडाच्या पूर्वेकडील मादागास्कर बेटापर्यंत विषुवृत्तीय प्रवाह आल्यानंतर त्याच्या दोन उपशाखा निर्माण होतात. यातील एक प्रवाह मादागास्कर बेटाच्या पूर्व किनाऱ्याजवळ वाहतो यास मादागास्करचा उष्ण प्रवाह असे म्हणतात. दक्षिण विषुवृत्त प्रवाहाची एक शाखा आफ्रिका खंडाच्या पूर्व किनारा व मादागास्कर बेटाच्या मधून उत्तरेकडून दक्षिणेस वाहते. या प्रवाहास मोझांबिक उष्ण प्रवाह असे म्हणतात. ४० अंश दक्षिण अक्षवृत्त दरम्यान हिंदी महासागरात पश्चिमेकडील थंड जलराशी पूर्वेकडील दिशेने प्रवाहित होतात.

२.३ सारांश

पृथ्वीवरील जलावरणात महासागरांचे स्थान महत्वाचे असून महासागर हे मानव व निसर्ग यांच्या दृष्टीने खूपच महत्वाचे आहेत. अशा महासागराच्या सागरजलाच्या गुणधर्मात विविधता आढळून येते. सागरजलाचे तापमान हा घटक सागरजलाची क्षारता, घनता तसेच सागरी प्रवाह अशा विविध घटकावर परिणाम करित असतो. सागरजलाची क्षारता सर्वत्र सारखी आढळत नाही. क्षारतेच्या वितरणावर विविध घटक परिणाम करित असतात. याशिवाय सागरी प्रवाह हि सागरजलाची महत्वपूर्ण हालचाल असून महासागरात उष्ण व शित गुणधर्मांचे सागरी प्रवाह आढळतात.

२.४ पारिभाषिक शब्द

१. जलावरण : पाण्याने व्यापलेले पृथ्वीचे क्षेत्र.
२. उत्तर गोलार्ध : ० अंश ते ९० अंश उत्तर अक्षवृत्तापर्यंतचा पृथ्वीचा विस्तार.
३. दक्षिण गोलार्ध : ० अंश ते ९० अंश दक्षिण अक्षवृत्तापर्यंतचा पृथ्वीचा विस्तार.
४. प्रचलित वारे : नेहमी जमिनीकडून समुद्राकडे व समुद्राकडून जमिनीकडे वाहणारे वारे.
५. क्षितीज समांतर वितरण : अक्षांसानुसार झालेले वितरण.
६. ऊर्ध्वगामी : खालून वरच्या दिशेने.
७. अधोगामी : वरून खालच्या दिशेने.

२.५ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न

२.५.१ बहुपर्यायी प्रश्न

१. सागरशास्त्र ही खालीलपैकी कोणत्या भूविज्ञानाची उपशाखा आहे?
अ) मानवी ब) सामाजिक क) राजकीय ड) प्राकृतिक.
२. सागरजलाचे तापमान खालीलपैकी कोणत्या ठिकाणी सर्वात जास्त असते?
अ) विषुववृत्त ब) ध्रुव क) कर्कवृत्त ड) मकरवृत्त
३. खालीलपैकी कोणत्या ठिकाणी सागर जलाची क्षारता जास्त आढळते.
अ) नदीमुखालगत ब) जास्त पर्जन्याच्या प्रदेशात
क) हिवाळ्यात ड) उष्ण सागरी प्रवाह प्रदेशात.

४. सागरजलाची क्षारता कोणत्या उपकरणाने मोजतात?
अ) सॅलीनोमीटर ब) हायग्रोमीटर क) थर्मामीटर ड) यापैकी नाही.
५. खालीलपैकी कोणत्या समुद्राची सागरजलाची क्षारता सर्वाधिक आहे?
अ) तांबडा ब) काळा क) मृत ड) भूमध्य.
६. खालीलपैकी कोणता घटक सागरजलाची क्षारता वाढवण्यास उपयुक्त नाही?
अ) जास्त तापमान ब) कमी पर्जन्य क) जास्त बाष्पीभवन ड) हिवाळा ऋतू.
७. खालीलपैकी कोणत्या सागरी प्रवाहामुळे पॅसिफिक महासागराच्या वायव्येकडील भागात सागरजलाची क्षारता कमी आहे?
अ) क्युराशिओ ब) गल्फस्ट्रीम क) कॅनरी ड) लॅब्राडोर.
८. सर्वाधिक वेगाने वाहणाऱ्या सागर जलराशी काय म्हणतात?
अ) अपसूरंग ब) वहन क) स्ट्रीम ड) जलमार्ग.
९. कोणत्या सागरी प्रवाहाचा वेग सर्वाधिक आहे?
अ) गल्फ ब) कॅनरी क) लॅब्राडॉर ड) फॉकलंड.
१०. कोणत्या सागरी प्रवाहामुळे भारत व त्याच्या शेजारील देशांना मान्सूनचा कमी पाऊस मिळतो?
अ) पेरुविअन ब) ब्रिटिश कोलंबिया क) एल निनो ड) कॅनरी.

२.५.२ बहुपर्यायी प्रश्नांची उत्तरे

१. ड) प्राकृतिक भूविज्ञान.
२. अ) विषुववृत्त.
३. ड) उष्ण सागरी प्रवाह प्रदेशात.
४. अ) सॅलीनोमीटर.
५. क) मृत.
६. ड) हिवाळा ऋतू.
७. अ) क्युराशिओ.
८. क) स्ट्रीम.
९. अ) गल्फ.
१०. क) एल निनो.

२.६ सरावासाठी स्वाध्याय

अ) खालील प्रश्नांची सविस्तर उत्तरे लिहा?

१. सागरजलाच्या तापमानावर परिणाम करणाऱ्या घटकांचे वर्णन करा?
२. सागर जलाच्या क्षारतेवर परिणाम करणाऱ्या घटकांचे वर्णन करा.
३. सागरी प्रवाह यांच्या निर्मिती कारणीभूत ठरणारे घटक स्पष्ट करा.
४. प्रमुख महासागरातील मुख्य सागरी प्रवाह यांचे वर्णन करा.

ब) टिपा लिहा.

१. सागर जलाचे क्षितिज समांतर तापमान वितरण.
२. अटलांटिक महासागरातील सागरी प्रवाह.
३. पॅसिफिक महासागरातील सागरी प्रवाह.

२.७ क्षेत्रीय कार्य

- ◉ इंटरनेटच्या साहाय्याने वेगवेगळ्या सागरी प्रदेशातील समुद्र प्रवाह व क्षारता यांची माहिती गोळा करा.

२.८ संदर्भ

१. पाध्ये अशोक (१९९८) : 'सागर विज्ञान', नॅशनल बुक ट्रस्ट इंडिया, नवी दिल्ली.
२. धारपुरे, पवार (१९९८) : 'सागर विज्ञान', पिंपळापुरे अँड कंपनी प्रकाशन, नागपूर.
३. सवदी, कोळेकर (२००४) : 'हवामानशास्त्र व सागरशास्त्र', निराली प्रकाशन, पुणे.
४. जाधव बी.एस., जाधव के.आर., पाटील ए.बी. (२०१४) : 'सागरशास्त्र', नागनालंदा प्रकाशन, इस्लामपूर.
५. खतीब के.ए. (२०१९) : 'सागरशास्त्र', मेहता बुकसेलर्स, कोल्हापूर.

□□□

सत्र-४ : घटक-३
उपयोजित सागरशास्त्र
(Applied Oceanography)

अनुक्रमणिका

- ३.० उद्दिष्ट्ये
- ३.१ प्रास्ताविक
- ३.२ विषय विवेचन
 - ३.२.१ सागरी निक्षेप : स्रोत आणि वर्गीकरण
 - ३.२.२ सागरी साधनसंपत्ती : जैविक, खनिजे व ऊर्जासाधने
 - ३.२.३ सागरी प्रदूषण : कारणे, परिणाम आणि उपाय
- ३.३ सारांश
- ३.४ पारिभाषिक शब्द, शब्दार्थ
- ३.५ स्वयं-अध्ययन प्रश्न व उत्तरे
- ३.६ सरावासाठी स्वाध्याय
- ३.७ क्षेत्रीय कार्य
- ३.८ संदर्भ

३.० उद्दिष्ट्ये

या घटकाच्या अभ्यासातून विद्यार्थ्यांस पुढील उद्दिष्ट्ये साध्य करता येतील.

१. सागरी निक्षेपाचे स्रोत व वर्गीकरण समजण्यास मदत होईल.
२. सागरी साधनसंपत्तीचे महत्त्व लक्षात येईल.
३. सागरी प्रदूषणाची कारणे, परिणाम व उपाय समजण्यास माहिती होईल.

३.१ प्रास्ताविक

जगातील वाढत्या लोकसंख्येबरोबर गरजाही वाढत आहेत व या गरजांच्या पूर्ततेसाठी भूपृष्ठावरील साधनसंपत्ती कमी पडत आहे. वर्तमानकालीन गरजा व भविष्यातील पिढीचा विचार करून साधनसंपत्तीचा एक पर्याय म्हणून सागराकडे पाहिले जाते. महासागर हे विविध साधनसंपत्तीचे भांडार म्हणून ओळखले जाते. सागरी साधनसंपत्तीच्या चिरंतन नियोजित वापरासाठी भौगोलिक ज्ञानाची अंमलबजावणी म्हणजेच उपयोजित सागरशास्त्र होय.

मानव आपल्या विकासासाठी सागरसाधनसंपत्तीचा अमर्याद वापर करू लागला आहे. मानवाच्या हस्तक्षेपामुळे सागराच्या नैसर्गिक गुणधर्मांमध्ये बदल घडून येत आहे. यामुळेच सागरी पर्यावरण हे उपयोजित सागरशास्त्राचा भाग बनलेला आहे. उज्ज्वल भविष्यासाठी साधनसंपत्तीचा भौगोलिक दृष्टीकोनातून सूत्रबद्ध अध्ययन करून अशा साधनसंपत्तीचा योग्य वापर करण्यासाठी उपयोजित सागरशास्त्र महत्त्वपूर्ण ठरते.

३.२ विषय विवेचन

३.२.१ सागरी निक्षेप : स्रोत आणि वर्गीकरण

अ) सागरी निक्षेपाचे स्रोत :-

भूपृष्ठावरील विविध भूरूपांवर बाह्यकारकांच्या (नदी, हिमनदी, वारा, सागरी लाटा इ.) माऱ्यामुळे, ज्वालामुखी, उल्कापात, सागरी प्राणी व वनस्पती यांच्यामुळे सागरतळावर विविध पदार्थांचे संचयन होत असते यालाच सागरी निक्षेप असे म्हणतात. 'सागरी तळावर विविध स्रोतांद्वारे एकमेकांपासून पूर्णतः विलग झालेल्या पदार्थांच्या संचयनास सागरी निक्षेप म्हणतात.'

सर जॉन मरे व ए. एफ. रेनार्ड यांच्या चॅलेंजर मोहिमेंतर्गत इ.स. १८९१ मध्ये सर्वप्रथम सागरी निक्षेपाचे स्रोत व निक्षेपस्थानांचा अभ्यास करण्यात आला. यांच्या मते, सागरी निक्षेपाचे स्रोत पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. भूमीजन्य स्रोत :-

भूपृष्ठावरील खडकावरती विदारणाची क्रिया होऊन विलग झालेले पदार्थ, लहान-लहान कण, बाह्यकारकांमार्फत सागरापर्यंत वाहून आणले जातात. जगभरातील नद्यांद्वारे प्रतिवर्षी १५,००० ते

२०,००० टन गाळ सागरतळावर साठवला जातो. उच्च अक्षांशाच्या प्रदेशात हिमनदी, वाळवंटी प्रदेशात वारा, किनारी प्रदेशात सागरी लाटा यांच्यामुळे हजारो टन भूपृष्ठीय पदार्थ सागरतळावर साठवले जातात. रेती, चिखल, बारीक कण अशा पदार्थांचे मूळस्थान भूपृष्ठ असल्याने यांना भूमीजन्य निक्षेप असे म्हणतात.

२. जलीय स्रोत :-

समुद्रातील जैविक व अजैविक घटकापासून जलीय निक्षेप तयार होतात. समुद्रातील पाण्याच्या रासायनिक व जैविक प्रक्रियेद्वारे खनिजाच्या स्फटिकीकरणामुळे अशा निक्षेपाची निर्मिती होते. बाष्पीभवन क्रियेमुळे अवक्षय तयार होऊन क्षारांची निर्मिती होते. उदा. सोडियम क्लोराईड, कार्बोनेट डोलोमाईट इत्यादी या सर्व प्रक्रियेत पाणी महत्त्वाची भूमिका बजावत असल्याने याला जलीय निक्षेप म्हणून ओळखले जाते.

३. जैविक स्रोत :-

सागरातील अतिसूक्ष्म ते महाकाय प्राणी तसेच विविध जलीय वनस्पतींचा समावेश या निक्षेप स्रोतात होतो. जलीय जैविकांचे सांगाडे, कवच व त्यांचे अवशिष्ट यांचे विघटन होऊन त्यांचे सागरतळाभोवती संचयन होते. त्याला जैविक स्रोत असे म्हटले जाते.

४. वैश्विक स्रोत :-

वातावरणातून भूपृष्ठाकडे येणाऱ्या उल्का हवेच्या घर्षणामुळे जळून राखेच्या स्वरूपात सागर पृष्ठभागावर पडून सावकाशपणे सागरतळ भागावर त्यांचे संचयन घडून येते. याशिवाय जमीनीवर उल्कापातापासून पडणारी राख विविध बाह्यकारकांमार्फत सागरतळावर साठवली जाते. यामध्ये राखेसारख्या पदार्थांचा मुख्य स्रोत अवकाश असल्याने या प्रकारास वैश्विक स्रोत म्हणून ओळखले जाते.

५. ज्वालामुखीय स्रोत :-

सागरतळ भागावरती घडून येणाऱ्या ज्वालामुखीतून विविध पदार्थ बाहेर पडतात. उदा. राख, दगडगोठे, विविध खनिजद्रव्ये इ. संचयन सागरतळ भागावरती होत असल्याने यांना ज्वालामुखीय निक्षेप असे म्हणतात.

६. मानवी स्रोत :-

मानवाच्या विविध हालचालीमुळे सागरी निक्षेप निर्माण होतात. उदा. जमिनीची मशागत,

खाणकाम, बंदराची निर्मिती व सागरी किनारपट्टीचा विकास इ. मानवी कार्यांमुळे भूपृष्ठावरील सुट्टे पदार्थ सागरी लाट, नद्या व सागरी प्रवाह यांच्या साहाय्याने सागरतळ भागावर संचित केली जाते. मानवी वसाहतीत टाकाऊ पदार्थ समुद्रात सोडले जातात. यामुळेही सागरी निक्षेप तयार होतात. या निक्षेपात मानव हा घटक प्रमुख असल्याने या निक्षेपास मानवी स्रोत असे म्हटले जाते.

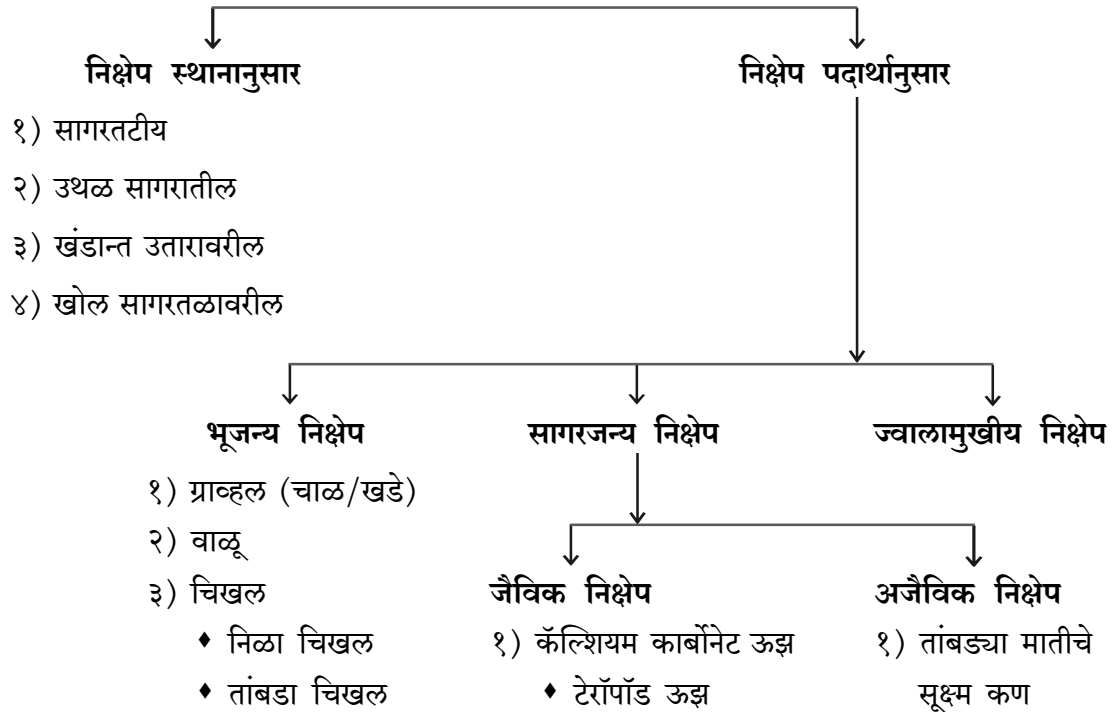
ब) सागरी निक्षेप : वर्गीकरण :-

भूपृष्ठावरील अनाच्छादन व बाह्यकारकांमुळे सागरास विविध पदार्थांचा पुरवठा होतो. सागरी निक्षेपात पदार्थांचा आकार, वजन व स्थान यानुसार अभ्यास केला जातो. इ.स.सन पूर्व ४८४ मध्ये हिरोडोटस यांनी खोल सागरीतळावरील निक्षेपाचा उल्लेख केला आहे.

जमिनीवर झालेल्या विदारण क्रियेमुळे निर्माण झालेले लहान लहान कण शिवाय सागर तळावरील ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून बाहेर पडलेले विविध पदार्थ, सागरातील प्राणी, किटक, वनस्पती यांचे सागरतळावरती संचयन होते.

सागरी निक्षेपाचे वर्गीकरण हे निक्षेप स्थान व निक्षेप पदार्थ या आधारावर केले जाते.

सागरी निक्षेपाचे वर्गीकरण



- ♦ हिरवा चिखल
- ♦ ग्लोबिजेरियन ऊझ
- ♦ ज्वालामुखीय चिखल
- ♦ सिलीसियस ऊझ
- ♦ कोरल चिखल
- ♦ रेडीओलॉरियन ऊझ
- ♦ डायटॉम ऊझ

२) मेटॉरिक डस्ट

(i) सागरतळावरील निक्षेप स्थानानुसार वर्गीकरण :-

१. सागरतटीय निक्षेप :-

सागरी किनाऱ्याला लागून भरती-ओहोटीच्या प्रभावामुळे जाड्या-भरड्या खडकांचे तुकडे व गाळाचे संचयन होते. किनाऱ्यालागत मोठे आकाराचे दगड, गोटे, खडक, वाळूचे कण इ. पदार्थ संचयित होतात. या भिन्न मोठ्या आकाराच्या पदार्थांमध्ये मोकळ्या जागेत विविध जलचरांचा अधिवास असल्याने त्यांचे अवशेषही उदा. हाडांचे सांगाडे, शंख व शिंपले आढळून येतात. सागरी लाटा, भरती व ओहोटीतील पाण्याच्या सततच्या हालचालींमुळे वाळू व खडकासारखे पदार्थ एकमेकांवर घासून त्यांचे क्षरण व संचयन होत राहते. किनारीय प्रदेशात नियमित संचयनाद्वारे गाळाच्या व वाळूच्या पदार्थांपासून चबुतरे तयार होतात.

२. उथळ सागरातील निक्षेप :-

सागरतळ रचनेनुसार उथळ सागरास समुद्रबुड जमीन नावाने ओळखले जाते. समुद्रबुड जमीन असलेल्या सागरी विभागाची खोली साधारणपणे २०० ते ४०० मीटर असते. असा हा विभाग सागरी प्रवाहाच्या प्रभावाखाली असतो. समुद्रबुड जमिनीच्या प्रदेशातील गाळ सहजपणे एका ठिकाणावरून दुसऱ्या ठिकाणी प्रवाहित होत असल्याने गाळाचे मिश्रण चांगल्या पध्दतीने घडून येते. उथळ सागरातील निक्षेपातील पदार्थ प्रामुख्याने भूजन्म निक्षेप स्रोतातून प्राप्त झालेले असतात.

३. खंडान्त उतारावरील निक्षेप :-

समुद्रबुड जमिनीनंतर सागरतळाचा उतार एकदम तीव्र असतो व तीव्र उताराच्या सागरतळास खंडान्त उतार असे म्हणतात. खंडान्त उतारावर शंख, शिंपले व प्राण्यांच्या अवशेषांचे संचयन होते. याशिवाय या उतारावर हिरवा, तांबडा, चिखल, प्रवाळ व सागरी जीवाश्मांचे निक्षेपण झालेले असते. अशा प्रकारचे प्रक्षेपण अत्यंत मंद असून कालांतराने यापासून स्तरीत खडक निर्माण होतो.

४. खोल सागरतळावरील निक्षेप :-

सागरी खोलीवरच्या क्षेत्राच्या यामध्ये समावेश होतो. सागरी मैदान व सागरी डोह किंवा गतीचे विभाग अशा निक्षेपात मुख्य असतात. हेच सागराचे क्षेत्र असल्याने येथे घडून येणाऱ्या संचयनास खोल

सागरी निक्षेप म्हणून ओळखले जाते. सदर निक्षेपीय पदार्थात प्राणी व वनस्पतींच्या अवशेषांचे सर्वाधिक प्रमाण असल्याने याला ऊझ असेही म्हणतात. या निक्षेप प्रकाराने सागराचे विस्तृत क्षेत्र व्यापलेले आहे. टेरिपॉड व ग्लोबिजेरिना चुणखडीयुक्त पंक आणि सिलिकायुक्त चिखलाचे वितरण जवळजवळ सर्वत्र आढळून येते.

(ii) निक्षेप पदार्थानुसार किंवा निर्मिती प्रक्रियेनुसार सागरी निक्षेप :-

अ) भूजन्य निक्षेप :-

१) ग्राव्हल (बारीक मृदा कण, चाळ व खडे) :-

विदारण, अनाच्छादन व बाह्यकारकांचे क्षरण व वहन कार्याद्वारे भूपृष्ठावरील वाहून आणलेल्या पदार्थांमध्ये मृदाकण, खडकाचे तुकडे, दगड-गोटे आणि कणिका इ. समावेश होतो.

सागरी लाटांच्या मान्यामुळे सागरी खडकांची तूटफूट होते. असे एकमेकांपासून वेगळे झालेले पदार्थ त्यांच्या आकार व वजनानुसार किनाऱ्यालगत स्थिर होतात. जलीय हालचालींच्या प्रभावाने पुन्हा ते एकमेकांवर घर्षणाची निर्मिती होते. ग्रॅनाईटमधील क्वार्टझमुळे चाळ किंवा खडे विरघळत नसल्याने दीर्घकालीन विदारण व वहनामध्ये ते मूळ स्वरूपात आढळून येतात.

२) वाळू :-

सागर किनाऱ्याला लागून थोड्याशा अंतर्गत भागात किंवा ग्राव्हलनंतर सागरतळावरती वाळूचे निक्षेपण दिसून येते. वाळूच्या आकारानुसार त्यांचे वेगवेगळे प्रकार पडतात. नद्या, हिमनद्या व वारे यांच्यामार्फत वाळूचे निक्षेपण घडून येते. ढोबळ मानाने ०.१२५ मि.मी. ते २ मि.मी. व्यासाच्या कणांना वाळू म्हणून संबोधले जाते. वाळूच्या कणांच्या आकारावरून अतिसूक्ष्म वाळू, सूक्ष्म वाळू, मध्यम वाळू, जाड वाळू व अतिजाड वाळू असे वाळेचे पाच प्रकार पडतात. वाळूची निर्मिती प्रामुख्याने अग्निजन्य, जलजन्य व रूपांतरित खडकाच्या विदारणातून होते. वाळूमध्ये क्वार्टझ असल्यामुळे वाळूचे सहजासहजी विघटन होत नाही.

३) रेव/पंक/चिखल :-

सागरी उतार, सागरी मैदान व सागरी गती असलेल्या सागरी तळभागावरती वाळूनंतर अतिसूक्ष्म व सूक्ष्म कणांचे निक्षेपण होते. वाळूपेक्षाही अतिसूक्ष्म कणांचा रेव/पंक/चिखल प्रकारात समावेश होतो. ढोबळमानाने अशा पदार्थांचा आकार ०.०००३९ ते ०.६२५ मिमीच्या दरम्यान असतो. याशिवाय ०.०००३९ मिमीपेक्षा लहान कणांचा व्यास असल्यास त्यास मृतिका म्हणतात. अशा सूक्ष्म कणांच्या

पाण्यातील संयुगातून चिखल निर्माण होतो. सागर तळावरील चिखलाच्या रंगावरून सर जॉन मरे यांनी चिखलाचे खालील प्रकार मांडले आहेत.

(i) निळा चिखल :-

ज्यामुळे खडक प्रकारात लोह, सल्फाईड व जैविक घटकांचे प्रमाण अधिक असल्याने चिखलास निळा रंग प्राप्त होतो. निळ्या रंगाच्या चिखलात चुन्याचे प्रमाण ३५ टक्के इतके असते. अशा चिखलाचे वितरण पाहता ते अटलांटिक, भूमध्य समुद्र व आर्क्टिक महासागरात झालेले आहे.

(ii) तांबडा चिखल :-

ज्या खडकांपासून हा चिखल तयार झाला आहे. अशा खडकात जर लोहाचे प्रमाण जास्त असेल तर चिखलास तांबडा रंग प्राप्त होतो. तांबडा रंग असलेल्या चिखलात कॅल्शियम कार्बोनेटचे प्रमाण ५२ टक्के इतके असते. या चिखल प्रकारने निळ्या रंगाच्या चिखलापेक्षा कमी क्षेत्र व्यापलेले असून हा चिखल चीनचा पित समुद्र, ब्राझीलचा किनारा आणि अटलांटिक महासागराच्या तळभागावरती आढळून येतो.

(iii) हिरवा चिखल :-

रासायनिक विदारणामुळे हिरव्या चिखलाची निर्मिती होते. निळ्या रंगाच्या चिखलावर रासायनिक प्रक्रिया होऊन हा चिखल तयार होतो. ग्लॅकोनाईट या खनिजामुळे चिखलास हिरवा रंग प्राप्त होतो. उत्तर अमेरिकेच्या पूर्व व पश्चिम किनारपट्टीवर हा चिखल मोठ्या प्रमाणात आढळतो.

(iv) प्रवाळ निक्षेप :-

प्रवाळ किटक व ज्वालामुखीय पदार्थ यांच्या एकत्रिकरणामुळे प्रवाळ निक्षेपाची निर्मिती होते. हे निक्षेप प्रवाळ बेटांजवळ आढळून येतात.

(v) ज्वालामुखीय चिखल :-

ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून बाहेर पडणाऱ्या पदार्थांचे संचयन सागरतळावरती होऊन हा निक्षेप तयार होतो. या निक्षेपाचा रंग काळा असतो.

ब) सागरजन्य निक्षेप :-

अ) जैविक निक्षेप :-

जैविक पदार्थांच्या संचयनामुळे सागरतळावर निर्माण होणाऱ्या निक्षेपास जैविक निक्षेप म्हणतात. जैविक निक्षेपास ऊझ (Ooze) असेही म्हणतात.

१. कॅल्शियम कार्बोनेट ऊझ :-

ज्या जैविक निक्षेपात कॅल्शियम कार्बोनेटचे प्रमाण जास्त असते, त्याला कॅल्कॅरिअस (कॅल्शियम कार्बोनेट) ऊझ असे म्हणतात. २ ते ४ कि.मी. सागरी तळभागावर हा ऊझ आढळतो. यातील चुन्याच्या प्रमाणावरून दोन उपप्रकार पडतात.

(i) टेराॅपॉड ऊझ :-

यामध्ये कॅल्शियमचे कार्बोनेटचे प्रमाण ८० टक्क्यापेक्षा जास्त असते. हा उष्णकटीबंधीय सागरी प्रदेशात सापडतो.

(ii) ग्लोबिजेरियन ऊझ :-

यात कॅल्शियम कार्बोनेटचे प्रमाण ६४.४६ टक्के असते. उष्णकटीबंधीय हिंदी, पॅसिफिक व अटलांटिक महासागर तळावरती याचे वितरण झालेले आहे. हा अतिखोल महासागरात आढळत नाही.

२. सिलिसियस ऊझ :-

यामध्ये सिलिकाचे प्रमाण जास्त असते. त्या निक्षेपास सिलिसियस ऊझ म्हणतात. यात कॅल्शियमचे प्रमाण कमी असल्याने लवकर विघटित होऊन सागरी तळावर साठले जातात. सागरी जलचरांच्या नावावरून याचे दोन उपप्रकार पडतात.

(i) रेडीओलॅरियन ऊझ :-

फेरामिनीफेरा व रेडीओलॅरियनसारख्या सूक्ष्म सागरी जीवांपासून हा ऊझ तयार होतो. पॅसिफिक महासागरात या ऊझचे प्रमाण सर्वाधिक आढळते.

(ii) डायटॉम ऊझ :-

डायटॉम या सूक्ष्म वनस्पतीचा बाह्य आवरणापासून हा ऊझ तयार होतो. यामध्ये मातीचा अंश असून कॅल्शियमचे प्रमाण ३ ते ३०% असते.

ब) अजैविक निक्षेप :-

सागरातील काही निक्षेप हे अजैविक पदार्थांच्या संचयनामुळे निर्माण होतात. बाह्यकारकांमुळे हे पदार्थ सागरतळापर्यंत आणले जातात. अजैविक निक्षेपात डोलोमाइट, सिलिका इ. खनिजे प्रामुख्याने आढळतात.

१. तांबड्या मातीचे :-

अतिखोल सागरी प्रदेशात तांबड्या मातीचे निक्षेपण आढळते. या प्रकारच्या निक्षेपात अॅल्युमिनियम सिलिकेट व लोह ऑक्साईडचे प्रमाण ८५.३५ टक्के आढळते.

२. मेटॉरिक डस्ट :-

अवकाशातून पृथ्वीकडे येणाऱ्या उल्का वातावरणीय घर्षणाने जळून जाऊन त्याची राख सागरतळावर साचते, त्यास मेटॉरिक डस्ट असे म्हणतात. याचे प्रमाण फार कमी असते.

३.२.२ सागरी साधनसंपत्ती

प्राचीन काळापासून ते आजपर्यंत मानवाने सागराचा वापर आपल्या वेगवेगळ्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी केला आहे. मानवाची गरज पूर्ण करण्याची क्षमता ज्यामध्ये आहे, त्यास साधनसंपत्ती असे म्हणतात.

सागरजल व तळभागावरील जैविक व अजैविक घटकांमध्ये मानवी गरजा पूर्ण करण्याची क्षमता आहे, अशा जलीय घटकांना सागरी साधनसंपत्ती असे म्हणतात. सागरजल, सागरी ऊर्जा, जलीय सजीवसृष्टी, सागरी निक्षेप इ. सर्व घटकांचा समावेश सागरी साधनसंपत्तीमध्ये होतो. सागरी साधनसंपत्तीमुळेच मानव सागराकडे आकर्षित झालेला आहे. मानवाने सागराचा वापर जलवाहतूक, मासेमारी, खनिज, उत्खनन, पर्यटन, औषधे इ.साठी केलेला आहे.

सागरी साधनसंपत्तीमध्ये जैविक, खनिजे व ऊर्जा साधने यांचा समावेश होतो.

अ) जैविक साधनसंपत्ती :-

खंडीय भागाप्रमाणेच सागरातही जैवविविधता आढळून येते. पृथ्वीवर जमिनीपेक्षा पाण्याचे प्रमाण जास्त असल्याने व पाण्यामध्ये जीवांची उत्पत्ती जलद होत असल्याने सागरामध्ये मोठ्या प्रमाणात जैवविविधता आढळते. सागरी विभागात प्रामुख्याने प्लवंग, जलचर प्राणी व सागरतळ निवासी प्रकारची जैविक साधनसंपत्ती आढळते.

१. प्लवंग :-

प्लवंग ही जैव साधनसंपत्ती साधारणपणे २०० मीटर खोलीपर्यंत सापडते. प्लवंग हे वनस्पती व प्राण्यांच्या स्वरूपात आढळते. प्लवंगाच्या आकारानुसार त्याचे मोठे प्लवंग, सूक्ष्म प्लवंग, खुजे प्लवंग व अतिसूक्ष्म प्लवंग असे चार प्रकार पडतात.

प्लवंग	आकार	जैव प्रजाती
१) मोठे प्लवंग	२० ते २०० सेंमी.	समुद्र तणांचे सर्व प्रकार, जेली फिश.
२) सूक्ष्म प्लवंग	२० ते २०० मायक्रॉन	करंडक, तंतुधारी.
३) खुजे प्लवंग	२ ते २० मायक्रॉन	कोकोलियोफोअर्स
४) अतिसूक्ष्म प्लवंग	१ मायक्रॉन पेक्षा लहान	सूक्ष्म अब्या, जंतु.

प्लवंगाचे आणखी दोन प्रकार पाडले जातात.

१. वनस्पती प्लवंग :-

हे लहान कणासारख्या डबी व तंतुवर्गीय प्लवंग असून यामध्ये, करंडक व शैवालचा समावेश होतो. या प्लवंगवाढीचा दर प्रचंड असून एका करंडकापासून एका महिन्यात दहा लाख प्लवंगाची उत्पत्ती होते. सागराच्या एक लिटर पाण्यात १० लाख प्लवंग असतात.

२. प्राणीज प्लवंग :-

प्राणीवर्गात मोडणाऱ्या प्लवंगांना प्राणीज प्लवंग म्हणतात. प्राणीज प्लवंगांच्या अन्न पध्दतीवरून शाकाहारी प्लवंग व मांसाहारी प्लवंग असे उपप्रकार पडतात. प्लवंग हे इतर जलचरांसाठी प्रथिने पुरवितात. प्लवंग हे माशाचे प्रमुख अन्न आहे. प्रतिवर्षी ८ ते १२ अब्ज टन कार्बोहायड्रेट्स प्लवंगापासून बनविले जातात.

२. जलचर प्राणी :-

महासागरात भिन्न-भिन्न खोलीवर विविध जीवांचे अस्तित्व आढळून येते. ज्ञात असणाऱ्या जवळ-जवळ ३०,००० पेक्षा जास्त माशांच्या प्रजाती असून यामध्ये तारली, कुप्पा, पापलेट, शार्क, बांगडा इत्यादींचा समावेश होतो. या जीवांबरोबरच डॉल्फिन व देवमाशासारखे सागरी सस्तन प्राणी, मृदुकाय जीव, साप, कासव, सील, वॉलरस, सिल्वड इ.चा समावेश जलचरात होतो.

मासे, खेकडे, कोळंबी, झिंगे इ.प्राणी मानव अन्न म्हणून वापर करतो तर काही माशांपासून तेल व खतांचे उत्पादन करतो.

३. सागरतळ निवासी जैविक साधनसंपत्ती :-

खोल समुद्रातील वनस्पती व प्राणीज प्रजातींचा यामध्ये समावेश होतो. खोल सागरतळावरती १६ टक्के प्रजाती असून यामध्ये बुड व पद नसलेल्या प्रजातीबरोबरच उदर, कालव, शिंपले, चापटकृमी,

तारामासा, ब्रिस्टल स्टार इ. जाती आढळतात. मानवाचे अन्न, औषधे आणि खतांबरोबरच यांच्या निक्षेपातून खनिजे व ऊर्जा साधनांची निर्मिती होत असते.

ब) खनिजसंपत्ती :-

सागरी जलात विविध प्रकारची खनिजे द्राव्य स्वरूपात अस्तित्वात असतात. यामध्ये मीठ, ब्रोमीन, चांदी, सोने, जस्त, तांबे, युरेनियम, थोरियम, मॅग्नेशियम इत्यादींचा समावेश होतो. समुद्र किनाऱ्यावर सागराचे पाणी वाफ्यात साचवून नैसर्गिक प्रक्रियेद्वारे मीठाचे उत्पादन जगभर घेतले जाते. याशिवाय वाढत्या लोकसंख्येची पिण्याच्या पाण्याची गरज भागवण्यासाठी सागरीजलाचा वापर होऊ लागला आहे.

□ सागरी निक्षेपातील खनिजे :-

भूमीजन्य, जलजन्य, जैविक, ज्वालामुखी व वैश्विक स्रोतापासून उपलब्ध झालेल्या पदार्थांचे सागरतळावर संचयन होत असते. या निक्षेपात अनेक प्रकारची खनिजे सामावलेली असतात, म्हणून यांना सागरी निक्षेपातील खनिजे म्हणतात. निक्षेपातील स्थानावरून सागरी खनिजांचे दोन प्रकार पडतात.

(i) उथळ समुद्रातील खनिजे :-

समुद्रबुड, जमीन व खंडान्त उतारासारख्या सागरतळाचा समावेश उथळ समुद्रात होतो. या ठिकाणी मॅग्नेटाईट, मोनासाइट, सोने, हिरे, प्लॅटिनम, सल्फर इ. खनिज साठे सापडतात. मोनासाइट हा धातू भारत, यु.एस.ए., ब्राझील, श्रीलंका, ऑस्ट्रेलिया व न्युझीलंड यांच्या किनारपट्टीवर आढळतो. भारतातील केरळ किनारपट्टीवर, मोनाझाइटचे प्रचंड साठे आढळतात. सोन्यासारखे मौल्यवान खनिज अलास्का व ओरेगन (यु.एस.ए.) चिली, द. आफ्रिका किनारपट्टीवर आढळतात.

फॉस्फराइटपासून खतांची निर्मिती केली जाते. मेक्सिको, पेरू, जपान किनारपट्टीवर हे खनिज मोठ्या प्रमाणात सापडते.

(ii) खोल समुद्रातील खनिजे :-

1) मॅग्नेनीज :-

पॅसिफिक महासागरात मॅग्नेनीजचे साठे मोठ्या प्रमाणात सापडतात. मॅग्नेनीजमध्ये निकेल, तांबे, शिसे, जस्त, लोह व सिलिकॉन हे धातू समाविष्ट असतात.

2) कोबाल्ट :-

विमान उत्पादनात कोबाल्टचा वापर मोठ्या प्रमाणात केला जातो. कोबाल्टचे साठे सागरी पर्वत व सागरी बेटांवर आढळतात.

वरील खनिजांशिवाय लोह, तांबे, जस्त, फॉस्फेट इ. खनिज साठे आढळतात.

क) ऊर्जा साधनसंपत्ती :-

पारंपारिक व अपारंपारिक अशा दोन्ही प्रकारची ऊर्जा साधनसंपत्ती सागरी प्रदेशात आढळून येते. पारंपारिक ऊर्जा साधनसंपत्तीमध्ये नैसर्गिक वायू व खनिज तेलाचा समावेश होतो, तर अपारंपारिक मध्ये सागरी वारा, भरती-ओहोटी व लाटांचा समावेश होतो.

(i) खनिजतेल व नैसर्गिक वायू :-

खनिज तेल व नैसर्गिक वायू ही भूगर्भीय स्थित शक्तीसाधने समुद्रबुड जमिनीवर मोठ्या प्रमाणात आढळतात. एकूण सागरी खनिज साधनसंपत्तीच्या तुलनेत खनिजतेल व नैसर्गिक वायूचा साठा जवळपास ९० टक्के आहे. खनिज तेलाचे साठे मेक्सिकोचे आखात, पर्शियन आखात, भारत, ब्राझील, तैवान, जपान, ऑस्ट्रेलिया, इंडोनेशिया, टास्मानिया इ. किनारवर्ती प्रदेशात वितरीत झालेले आहेत.

(ii) सागरी वारा :-

सागरी प्रदेशात कोणताही अडथळा नसल्याने विशिष्ट वेगाने वारे वाहतात. यामुळे पवन ऊर्जेच्या निर्मितीस महत्त्व प्राप्त होते. उदा. हॉलंड या देशाने समुद्रकिनाऱ्यावर पवनचक्क्या उभारून ऊर्जा उत्पादन सुरू केले आहे. या देशात एका पवनचक्कीतून ३००० घरांना विद्युतपुरवठा केला जातो.

(iii) सागरी भरती व लाटा :-

सागरी भरती, लाटा व सागरी प्रवाह इ. पासून वीजनिर्मिती करता येते. जलीय हालचालींवर विद्युत निर्मितीचे तंत्र आधारलेले असल्याने योग्य स्थानाची निवड करून काही देश वीज निर्मिती करत आहेत. उदा. जपान, फ्रान्स, भारत इ. हळुहळू या तंत्राचा प्रचार व प्रसार जगभरात होत आहे.

३.२.३ सागरी प्रदूषण : कारणे, परिणाम आणि उपाय

वाढती लोकसंख्या व औद्योगिकीकरण यामुळे महासागरे प्रदूषित होत आहेत. समुद्रात सर्वसाधारणपणे ३.५ टक्के विरघळणारे पदार्थ आहेत. अनेक वर्षांपासून नद्या वेगवेगळ्या भागातून सर्व टाकाऊ पदार्थ व इतर पदार्थ समुद्राकडे वाहून आणत आहेत, यामुळे सागरी प्रदूषण वाढत आहे.

□ सागरी प्रदूषणाची कारणे :-

१. ज्वलनातून समुद्रात मिसळणारे कार्बन :-

जेव्हा आपण प्राणी व वनस्पतींचे अवशेष जाळतो, तेव्हा त्यातून बाहेर पडणारे कार्बन समुद्राचे पाणी शोषून घेते. त्यामुळे सागराच्या पृष्ठभागावरील पाण्याचे आम्लीकरण होते. आम्लीकरणाचा वेग अलीकडील काळात वाढलेला दिसून येतो.

२. टाकाऊ पदार्थांचे विसर्जन :-

अनेक वसाहती व औद्योगिक ठिकाणे समुद्राकाठी स्थापन झालेली आहेत. या वसाहती व कारखान्यातून केरकचरा, टाकाऊ पदार्थ, मैला, सांडपाणी, प्लॅस्टिक इ.वस्तू समुद्रात विसर्जित केल्या जातात. यापैकी काही वस्तू या प्रत्यक्षात सागरात साठल्या जातात तर ८०% वस्तू जमिनीवरील वाहते पाणी, वारा, नदी इ.मार्फत सागरापर्यंत पोहोचविले जाते.

३. रासायनिक व किटकनाशकांचे पाण्यात मिसळणे :-

विविध कारखान्यातून बाहेर पडणारे रसायनमिश्रित पाणी शेतीमध्ये पिकावर फवारली जाणारी किटकनाशके व जमिनीत वापरली जाणारी विविध खते मिश्रित पाणी, जमिनीवरून वाहणाऱ्या पाण्याबरोबर वाहत जाऊन समुद्रात मिसळतात. यामुळे सागराचे प्रदूषण होते.

४. खनिजतेल सागरात मिसळणे :-

समुद्र किनाऱ्यावर बोटीत तेल भरताना तसेच सागरतळावरील खनिज तेलाचे उत्खनन करताना खनिजतेल पाण्यात मिळसते. तेलवाहू बोटीस अपघात झाल्यानंतर मोठ्या प्रमाणात तेल समुद्राच्या पाण्यात मिसळते. सर्वसाधारणपणे दरवर्षी टँकर्समधील ३४१ द.ल. गॅलन तेल समुद्राच्या पाण्यात मिसळते. यामुळे सागराचे प्रदूषण होते.

५. घन पदार्थ समुद्रात जाणे :-

पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर वाढत जाणारे घन पदार्थ शेवटी समुद्रात जाऊन मिळतात. यामध्ये पत्रा, प्लॅस्टिक, सायकल, वाहने इ.चा समावेश होतो. त्सुनामीच्यावेळी जपान, इंडोनेशिया इ. देशांलगत असलेल्या समुद्रात भरपूर वस्तू समुद्रात वाहून आलेल्या होत्या. हा सागरी प्रदूषणाचाच एक प्रकार म्हणता येईल.

६. खनिजे समुद्रात मिसळणे :-

भूपृष्ठावरील शिसे, झिंक, तांबे, क्रोमियम, निकेल यासारख्या धातूंचे कण वाऱ्यामुळे समुद्रात जाऊन मिसळतात, म्हणून सागरी प्रदूषण घडून येते.

७. अणुकिरणोत्सर्गी धूळ पाण्यात मिसळणे :-

अणुऊर्जा केंद्रे व अणुऊर्जेवर चालणारी जहाजे यातून बाहेर पडणारी अणुकिरणोत्सर्गी धूळ समुद्राच्या पाण्यात मिसळून समुद्राचे पाणी दूषित होते.

□ सागरी प्रदूषणाचे परिणाम :-

सागरी प्रदूषणाचे परिणाम पुढीलप्रमाणे सांगता येतील.

१. सागरी प्रदूषणामुळे सागरी परिसंस्था धोक्यात येते. सागरी प्रदूषणामुळे सागराचे आम्लीकरण होते. तेव्हा पाण्यातील कॅल्शियम कार्बोनेटचे प्रमाण कमी होते, ज्यामुळे मासे, सागरी पक्षी व सागरी जीवाणूंच्या जिवितास धोका उत्पन्न होतो.
२. सागरी प्रदूषणामुळे सागरजलाचे तापमान वाढते, त्यामुळे काही सूक्ष्म जीवाणूंची अतिवाढ होते व रोग पसरतात.
३. सागरी प्रदूषणामुळे पाण्यात अमोनियाचे प्रमाण वाढते, त्यामुळे मासे व अन्य जलचरांना कर्करोगांचा प्रादुर्भाव वाढतो.
४. सागरी पृष्ठभागावर खनिजतेलाचे तवंग निर्माण झाल्यामुळे प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया थांबते व ऑक्सिजनचा तुटवडा निर्माण होतो.
५. सागरात जलपर्णीची संस्था जास्त वाढली की, पाण्यातील ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी होते, त्यामुळे मासे व जलचर मरण पावतात.
६. सागरातून संचारणाऱ्या बोटींच्या जलअंतर्गत रॅकेटच्या परिणामामुळे मोठ्या प्रमाणात धूर निर्माण होतो. यामुळे सागरी जीवांच्या संवेदना कमी होतात.
७. समुद्रात वस्तूंचा शोध घेण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या सोनार (SONAR) मशीनचा प्रचंड आवाज होतो, याचा व्हेल माशावर फार मोठा परिणाम होतो.
८. सागरतळावर खनिजतेल व नैसर्गिक वायूंचा शोध घेण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या एअर गनमुळे सागरातील माशांना व जीवजंतूंना हानी पोहचते शिवाय काहीवेळा त्यांना आपले मुळस्थान सोडावे लागते.

□ सागरी प्रदूषण नियंत्रणाचे उपाय :-

सागराचे मानवी जीवनाच्या दृष्टीकोनातून महत्त्व लक्षात घेता सागराचे प्रदूषणापासून बचाव करणे गरजेचे आहे. सागर प्रदूषण नियंत्रणासाठी पुढील उपाय सांगता येतील.

१. मानवी वस्त्यातून समुद्रात विसर्जित केले जाणारे सांडपाणी मैला, टाकाऊ पदार्थ इ.वर कडक निर्बंध केले पाहिजे. हे पूर्णपणे शक्य नसले तर त्याचे प्रमाण कमी करण्याचा प्रयत्न झाला पाहिजे.
२. जे कारखाने रसायनमिश्रित पाणी प्रक्रिया न करता समुद्रात सोडतात त्यांच्यावर कडक कारवाई केली पाहिजे.
३. तेलवाहू जहाजातील तेल समुद्राच्या पाण्यात मिसळणार नाही यासाठी दक्षता घेतली पाहिजे.
४. सागरी प्रदूषण थांबवण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय कायदे करून सर्व देशांनी त्यांची काटेकोर अंमलबजावणी करायला हवी.
५. पर्यटकांमध्ये समुद्राविषयी जागृती निर्माण केली पाहिजे.
६. सागरी प्रदूषणांमुळे माशांचे जीवन धोक्यात आले आहे. त्यांच्या संरक्षणासाठी व वाढीसाठी प्रयत्न करणे गरजेचे आहे. नार्वे, नेदरलँड, ग्रेट ब्रिटन इ. देशांनी यासाठी पुढाकार घेतलेला आहे.
७. सागरी पर्यावरणावर संशोधन झाले पाहिजे.
८. सागर प्रदूषणविरहित ठेवण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय सहकार्याची गरज आहे.
९. प्लॉस्टिक व इतर विषारी कचरा स्वतंत्रपणे जमा करावा तो पाण्यात व मातीत मिसळू देऊ नये.
१०. अणुभट्टीतील विषारी राखेची स्वतंत्र विल्हेवाट लावावी.
११. आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करून प्रदूषण करणाऱ्या घटकांवर प्रक्रिया करणाऱ्या उपकरणांची निर्मिती करून त्यांचा वापर करावा.

३.३ सारांश

अलीकडील काळामध्ये सागराची उपयोगिता वाढत असून त्या अनुषंगाने सागराच्या अभ्यासाला विशेष महत्त्व प्राप्त झाले आहे. सागरी प्रदेशात होणारे निक्षेप हे सहा प्रकारचे असून त्यामध्ये भूमीजन्य, जलीय, जैविक, ज्वालामुखीय, वैश्वीक व मानवी स्रोतांचा समावेश होतो. सागरी निक्षेपाचे निक्षेप स्थान व निक्षेप पदार्थानुसार दोन गटात वर्गीकरण केले जाते.

सागरी साधनसंपत्ती निसर्गाने मानवाला दिलेली सर्वात महत्त्वपूर्ण भेट आहे. मानवाच्या अनेक गरजा सागरामार्फत पूर्ण केल्या जातात. जैविक साधनसंपत्तीमध्ये सागरी, वनस्पती व प्राण्यांचा समावेश

६. खनिजामुळे चिखलास हिरवा रंग प्राप्त होतो.
 अ) ग्लाकोनाईट ब) मॅग्नीज क) फॉस्फेट ड) सिलिका.
७. ज्वालामुखीय निक्षेपाचा रंग असतो.
 अ) पिवळा ब) पांढरा क) काळा ड) निळा.
८. ग्लोबिजेरीयन ऊद्गमध्ये खनिजाचे प्रमाण जास्त असते.
 अ) युरेनियम ब) सिलिका क) मॅग्नेशियम ड) कॅल्शियम.
९. सागरी वाऱ्याद्वारे विद्युत निर्माण करणारा हा प्रमुख देश आहे.
 अ) चीन ब) भारत क) हॉलंड ड) पाकिस्तान.

□ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्नांची उत्तरे

१. ब) १८९१.
 २. ड) जैविक स्रोत.
 ३. क) वैश्विक.
 ४. ब) ३५.
 ५. ब) ३२.
 ६. अ) ग्लाकोनाईट.
 ७. क) काळा.
 ८. ड) कॅल्शियम.
 ९. क) हॉलंड.

३.६ सरावासाठी स्वाध्याय

□ टिपा लिहा.

१. सागरी निक्षेपांचे वर्गीकरण.
 २. खोल सागरात आढळणाऱ्या सागरी निक्षेप.
 ३. सागरी साधनसंपत्तीचे वर्गीकरण.
 ४. सागरी जैविक साधनसंपत्ती.

५. सागरी प्रदूषणाची कारणे.
६. सागरी प्रदूषणाचे परिणाम.

□ खालील प्रश्नांची सविस्तर उत्तरे लिहा?

१. सागरी साधनसंपत्तीचे प्रकार सविस्तर स्पष्ट करा?
२. सागर जलाच्या प्रदूषणाची कारणे व परिणाम स्पष्ट करा.

३.७ क्षेत्रीय कार्य

- ☉ सागरजलाच्या प्रदूषणाचे स्रोत यांना भेट देऊन माहिती गोळा करा.

३.८ संदर्भ

१. पाध्ये अशोक (१९९८) : 'सागर विज्ञान', नॅशनल बुक ट्रस्ट इंडिया, नवी दिल्ली.
२. घारपुरे, पवार (१९९८) : 'सागर विज्ञान', पिंपळापुरे अँड कंपनी प्रकाशन, नागपूर.
३. सवदी, कोळेकर (२००४) : 'हवामानशास्त्र व सागरशास्त्र', निराली प्रकाशन, पुणे.
४. जाधव बी.एस., जाधव के.आर., पाटील ए.बी. (२०१४) : 'सागरशास्त्र', नाग नालंदा प्रकाशन, इस्लामपूर.
५. खतीब के.ए. (२०१९) : 'सागरशास्त्र', मेहता बुकसेलर्स, कोल्हापूर.

□□□

सत्र-४ : घटक-४
प्रात्यक्षिक भूगोल

अनुक्रमणिका

- ४.० उद्दिष्ट्ये
- ४.१ प्रस्तावना
- ४.२ विषय विवेचन
 - ४.२.१ क्षेत्रोन्नती आलेख
 - ४.२.२ वातपुष्प
 - ४.२.३ समक्षार रेषा
 - ४.२.४ समताप रेषा
- ४.३ सारांश
- ४.४ पारिभाषिक शब्द
- ४.५ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न
- ४.६ स्वयं-अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे
- ४.७ सरावासाठी स्वाध्याय
- ४.८ क्षेत्रीय कार्य
- ४.९ अधिक वाचनासाठी संदर्भ ग्रंथ

४.० उद्दिष्ट्ये

१. क्षेत्रोन्नती आलेखाव्दारे जमीन व पाणी यांच्या वितरणा बरोबरच संबंधीत क्षेत्रातील उठाव रचना समजण्यास मदत होईल.
२. वातपुष्प, समक्षार व समताप इत्यादी सारख्या नकाशास्त्रीय तंत्रांचे आकलन करून घेता येईल.

४.१ प्रस्तावना

प्रस्तुत सागरशास्त्र विषयाच्या अनुषंगाने आपण प्रकरण एक, दोन व तीन मध्ये सागर किंवा जलाशयासंबंधी विविध पैलूंचा अभ्यास केला. सदर अभ्यास करत असताना अनेक वेळा आपणास

सांख्यिकी सारख्या बाबीना सामोरे जावे लागले. अर्थातच भूगोलशास्त्राचा अभ्यास करीत असताना स्थल कालपरत्वे भिन्न भिन्न घटकांची आकडेवारी अभ्यासकास प्राप्त होत असते. अशा आकडेवारीचे यथायोग्य आकलन व तीचे स्पष्टिकरण देण्याच्या योगे नकाशाशास्त्रीय तंत्रांचा वापर करून तीच आकडेवारी चित्राच्या स्वरूपात मांडली तर अधिक परिणाम कारक बनते. याच उद्देशाने या प्रकरणात क्षेत्रोन्नती आलेख, वातपुष्प, समक्षार रेषा व समताप रेषा इत्यादी घटकांची प्रायोगिक माहिती करून घेणार आहोत.

४.२ विषय विवेचन

४.२.१ क्षेत्रोन्नती आलेख (Hypsograp/Hypsometric Curve)

Hypsograph या इंग्रजी शब्दाचा मराठी अनुवाद क्षेत्रोन्नती आलेख असा होतो. Hypso म्हणजे उंची तर Graph चा अर्थ आलेख. अर्थातच उंचीचा आलेख किंवा प्रदेश निहाय उंचीतील फरकाच्या आलेखास क्षेत्रोन्नती आलेख असे संबोधले जाते.

खंड व महासागर यांची विभागणी विषम स्वरूपाची असून खंड भागाची रचना व उंची आणि सागर भागाची रचना व खोली आणि तेथील भूवैशिष्ट्ये यांच्यात भिन्नता आहे. यासारख्या बाबी दर्शवण्यास सर जॉन मुरे (१८७२) या अभ्यासकाने भूपृष्ठावरील भूरूपांची उंची व महासागरातील खोलीची आकडेवारी तसेच त्यांनी व्यापलेले क्षेत्र यांच्या टक्केवारीच्या आधारे क्षेत्रोन्नती आलेख काढला. पुढे इ. कोसीन्ना (१९३३), व्ही. एन. स्टेपनोव्ह (१९५९), ए. डी. लाप्परेन्ट (१९८३) इत्यादी अभ्यासकांनी त्यामध्ये दुरुस्त्या केल्या.

पृथ्वीचे एकूण क्षेत्रफळ ५१० द.ल.चौ.किमी असून या पैकी ३६१ द.ल.चौ.किमी क्षेत्र जलव्याप्त आहे. तर १४९ द.ल.चौ.किमी क्षेत्र भूभागाने व्यापलेले असून पृथ्वीवरील जलावरणाची विभागणी महासागर, सागर, व उपसागर इत्यादी मध्ये केली जाते. भूभागावर विविध उंचीचे प्रदेश आहेत. अशा भूभागाची सरासरी उंची ८४० मी इतकी आहे. भूपृष्ठावर जशी भूमिस्वरूपे आढळतात अगदी त्याचप्रमाणे सागरतळावरही भूमिस्वरूपे आढळून येतात. याऊलट महासागरात विविध भूमिस्वरूपे असून त्यांचे वर्गीकरण भूखंडमंच, खंडान्त उतार, सागरांतर्गत निदरी, सागरी मैदान व सागरी गर्त मध्ये केले जाते. महासागराची सरासरी खोली ३८०० मी इतकी आहे. मृदावरणावरील उंचीचे प्रदेश व महासागरातील खोलीचे प्रदेश दर्शवण्यासाठी क्षेत्रोन्नती आलेखाचा वापर केला जातो.

◉ व्याख्या :-

भूमीखंडावरील उंचीचे तर महासागरातील खोलीचे भाग व भूरूपे त्यांच्या स्थानीय वितरणासह दर्शविण्यासाठी जो आलेख काढला जातो त्यास क्षेत्रोन्नती आलेख असे म्हणतात.

❁ क्षेत्रोन्नती आलेख काढण्याची पध्दत :-

आलेख काढताना 'क्ष' अक्ष आलेख कागदाच्या मध्यभागी घ्यावा. 'क्ष' अक्षावर दोन्ही बाजूस (खाली व वर) 'य' अक्ष घ्यावेत. यातील एका 'य' अक्षावर उंची हजार मीटरमध्ये तर दुसऱ्या 'य' अक्षावर हजार मीटरमध्ये खोली घ्यावी. 'क्ष' अक्षावर विशिष्ट उंची व खोलीच्या प्रदेशाने व्यापलेल्या भूरूपांचे क्षेत्रफळ टक्केवारीत प्रमाणानुसार दर्शवावे. शून्य मीटरला समुद्रपातळी दर्शवून उंचीचे गट व त्यांनी व्यापलेल्या क्षेत्राची टक्केवारी यांचे बिंदू निश्चित करावेत. हे बिंदू मुक्तहस्त रेषेने जोडावेत. अशीच क्रिया सागरी प्रदेश दर्शवण्यासाठी करावी.

तक्ता क्र.४.१ : भूपृष्ठीय भूमीस्वरूपाची उंची, खोली व वितरण निर्देशीत करणारी आकडेवारी

खंड विभाग (उंची मीटर मध्ये)	व्याप्तक्षेत्र (टक्केत)	सागर विभाग (खोली मीटर मध्य)	व्याप्तक्षेत्र (टक्केत)
४००० पेक्षा जास्त	१	० - २००	५
२००० - ४०००	२	२०० - १०००	३
१००० - २०००	५	१००० - २०००	२
२०० - १०००	१३	२००० - ४०००	१५
० - २००	८	४००० - ६०००	४१
		६००० पेक्षा जास्त	५
एकूण	२९	एकूण	७१
स्रोत: खतिब के. ए., प्राकृतिक भूगोल, २००८.			

सर मुरे यांच्या मते खंडाचा अतिशय कमी भाग जास्त उंचीचा (फक्त १ टक्के) आहे आणि कमी उंचीचा भाग सर्वात जास्त (५० टक्के) आहे. सागराचा फार थोडा भाग जास्त खोलीचा (फक्त ५ टक्के) असून बराच मोठा भाग (४९ टक्के) सपाट तथा सखल आहे. क्षेत्रोन्नती आलेखावरून समुद्रबूड जमीन, खंडान्त उतार, सागरी मैदान व सागरी गर्ता (डोह) इत्यादी भूमिस्वरूपे स्पष्ट होतात. (आकृती क्र.४.१ पुढील पानावर पहा.)

❁ क्षेत्रोन्नती आलेखाची वैशिष्ट्ये :-

- १) क्षेत्रोन्नती आलेखामुळे भूभाग व सागरी प्रदेश यांच्या विभागणीची तुलना करता येते.
- २) भूभागावरील उंची व महासागरातील खोलीनिहाय व्यापलेले क्षेत्र दर्शवले जाते.

- ३) भूमीखंडावरील सर्वाधिक उंचीने व्यापलेले क्षेत्र केवळ ०.१ टक्का इतके आहे तर ० ते १०००मी उंचीचे सर्वात जास्त क्षेत्र (२०.८० टक्के) आहे.
- ४) महासागरांचा सर्वात कमी खोलीचा ५.३० टक्के व सर्वात जास्त खोलीचा भाग १ टक्का इतका आहे.
- ५) महासागरात ४००० ते ७००० मी खोलीच्या प्रदेशाचे क्षेत्र ५३.५० टक्के आहे.
- ६) महासागरांचा बराच मोठा भाग सखल व सपाट असल्याचे लक्षात येते.

आकृती नं. ४.१ : क्षेत्रोन्नती आलेख

◉ उपयोग :-

- १) भूभाग व जलभाग यांच्या विभागणीचा तुलनात्मक अभ्यास करता येतो.
- २) भूभागावरील विविध उंचीच्या व महासागरातील विविध खोलीच्या प्रदेशांनी व्यापलेले क्षेत्र टक्केवारीत दर्शविता येते.
- ३) महासागराच्या तळभागावरील समुद्रबुड जमीन, खंडान्त उतार, सागरी मैदान, सागरी गर्तासारखी भूमीस्वरूपे क्षेत्रोन्नती आलेखाच्या सहाय्याने समजावून घेण्यास या आलेखाचा उपयोग केला जातो.

४.२.२ वातपुष्प (Wind Rose) :-

हवेच्या भिन्न अंगापैकी वारा हे एक महत्वाचे अंग आहे. वाऱ्याचा प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष परिणाम वातावरणातील अनेक घटकांवर होत असतो. वातावरणाप्रमाणेच वाऱ्याचा परिणाम महासागराशी संबंधित सागरजलाचे तापमान, क्षारता व घनता यावर होतो. सागरी प्रवाहांच्या निर्मिती प्रक्रियेत वारा महत्वाची भूमिका बजावतो. कोणत्याही स्थळावरील वाऱ्याची वाहण्याची दिशा व वेगात कालपरत्वे भिन्नता आढळून येते. एखाद्या ठिकाणी वर्षभर वारा ज्या दिशा व वेगाने वाहतो त्या आकडेवारीच्या आधारे वातपुष्पासारख्या नकाशाशास्त्रीय तंत्राचा वापर करून वाऱ्याची दिशा व त्यांची वारंवारीता दर्शवता येते.

◉ व्याख्या :-

वाऱ्याचा वेग व दिशा इत्यादीसारख्या स्थल व कालसापेक्ष आकडेवारीच्या आधारे तयार करण्यात आलेल्या नकाशाशास्त्रीय आकृतीस वातपुष्प असे म्हणतात.

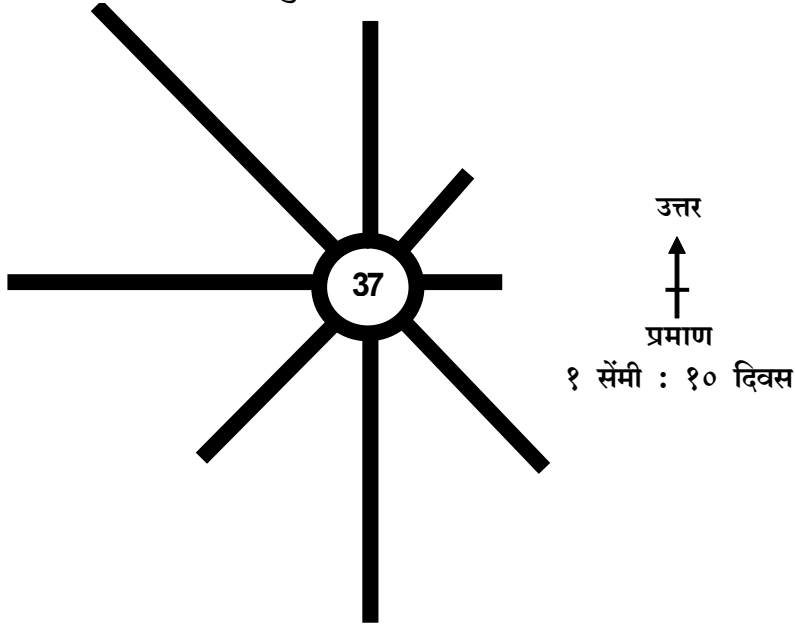
✿ काढण्याची पध्दत :-

वातपुष्प काढण्यासाठी प्रथम ज्या केंद्रासाठी आकृती तयार करावयाची आहे त्या केंद्राची पूर्ण वर्षभराची मुख्य व उपदिशानिहाय वाऱ्याच्या वारंवारितेची व वेगाची आकडेवारी आवश्यक आसते. अशा आकडेवारीच्या आधारे वाऱ्याच्या वारंवारितेसाठी (दिवस) प्रमाण निश्चित करावे. उदा. १ सेमी : ५ दिवस, शांत दिवसाच्या वारंवारितेचा ढोबळमानाने विचार करून योग्य त्रिज्येचे एक वर्तळ कागदावर योग्य ठिकाणी काढावे. वर्तुळाच्या मध्यभागातून मुख्य व उपदिशानुसार वर्तुळ परिघावरून निवडलेल्या प्रमाणाच्या आधारे रेषा काढाव्यात. शेवटी वर्तुळाच्या मध्यभागी शांत दिवसांची संख्या लिहावी. उपरोक्त क्रियानंतर सामासिक माहिती महत्वपूर्ण ठरते. या मध्ये आकृतीचे नाव, प्रमाण व दिशा नोंदवावी लागते. दिशा नोंदवण्याच्या दोन पध्दती असून आपणास योग्य वाटेल त्या ठिकाणी आकृतीच्या जवळ स्वतंत्रपणे किंवा उत्तर दिशेकडील वाऱ्याच्या दिशेच्या आकृतीतील अंतिम स्थानी उत्तर दिशा लिहावी.

उदा. सांगली शहराची वाऱ्याची वारंवारिता-२०१९

वाऱ्याची दिशा	उत्तर	ईशान्य	पूर्व	आग्नेय	दक्षिण	नैऋत्य	पश्चिम	वायव्य	शांत दिवस
वाऱ्याचा वेग	५१	२२	१७	४२	५५	३२	५२	५७	३७

वातपुष्प : सांगली शहर



आकृती नं. ४.२ : वातपुष्प

◉ **उपयोग :-**

- १) वातपुष्प आकृतीव्दारे संबंधीत ठिकाणाच्या वाऱ्याच्या दिशेबरोबरच वाऱ्याच्या वेगाची माहिती अगदी सहजपणे निर्देशित होत असलेने शहरी भूमी उपयोजन नियोजनात (औद्योगिक विभाग, निवासी विभाग, बाजारपेठ इत्यादी) उपयुक्त ठरते.
- २) वातपुष्पाच्या आधारे हवाई अड्ड्यावरील धावपट्टीची रचना निश्चित केली जाते. ज्याव्दारे विमानास उड्डाण करणे व धावपट्टीवरती उतरणेसाठी सोईस्कर बनते.
- ३) पर्यावरणीय परिणामाचे विश्लेषण, पवन ऊर्जा, कृषी आभियांत्रिकी व हवेच्या गुणवत्तेच्या मुल्यमापनासाठी वातपुष्पांचा उपयोग केला जातो.

४.२.३ समक्षार रेषा (Isohalines)

सागरी जलाशयाच्या विविध गुणधर्मांपैकी सागरी जलाची क्षारता हा एक प्रमुख गुणधर्म आहे. सागरी अभ्यासकास महासागर किंवा सागराचा अभ्यास करीत असताना भिन्न प्रकारच्या आकडेवारी प्राप्त होत असतात अर्थातच सागरी जलाची क्षारता त्याला अपवाद ठरत नाही. सागराच्या १००० ग्रॅम पाण्यात वजनी क्षाराच्या प्रमाणास सागरजलाची क्षारता असे म्हणतात. सागरीजलाची सरासरी क्षारता हजारी ३५ ऐवढी असते. क्षारतेच्या वितरणावरती विविध घटकांचा प्रभाव पडत असल्याने जलीय क्षारतेच्या वितरणात विषमता निर्माण झालेली आहे. मात्र सागरजलाच्या क्षारतेवर परिणाम करणाऱ्या घटकांच्यामध्ये साधर्म्य असल्यास अशा ठिकाणी क्षारता सारखीच असते.

◉ व्याख्या :-

महासागर किंवा सागरी प्रदेशातील समान क्षारता मुल्ये असलेली ठिकाणे एकमेकांना जोडून तयार होणाऱ्या रेषांना समक्षार रेषा असे म्हणतात.

◉ समक्षार रेषा नकाशा काढण्याची पध्दत :-

जलाशयाच्या क्षारतेचे अभिक्षेत्रीय वितरण दर्शवण्यासाठी समक्षार रेषा नकाशाचा वापर अधिक प्रभावी ठरतो. ज्या प्रदेशासाठी समक्षार रेषा नकाशा तयार करावयाचा आहे त्या प्रदेशाचा (महासागर किंवा सागर) राजकीय नकाशा तयार असावा लागतो. संबंधित प्रदेशातील विविध ठिकाणांची प्रत्यक्ष क्षारतेची मोजदाद केलेली आकडेवारी नकाशावरती त्या त्या ठिकाणी नोंदवून घेतली जाते. नंतर समक्षार रेषांतर निश्चित करून समान क्षारता असणारी ठिकाणे एकमेकास मुक्त हस्तरेषेने जोडून घ्यावीत. अशा पध्दतीने समक्षार रेषांयुक्त नकाशास समक्षार रेषादर्शक नकाशा असे संबोधले जाते.

◉ समक्षार रेषांची वैशिष्ट्ये :-

- १) नकाशावर दोन लगतच्या समक्षार रेषा ज्यावेळी एकमेकापासून जवळ जवळ अंतरावरती असतात त्या वेळी क्षारतेतील बदल तिब्र असतो.
- २) नकाशावर दोन लगतच्या समक्षार रेषा ज्यावेळी एकमेकापासून दूर दूर अंतरावरती असतात त्या वेळी क्षारतेतील बदल अत्यंत मंद असतो.
- ३) समक्षार रेषा महासागराच्या मध्यवर्ती भागात सरळ असतात.
- ४) समक्षार रेषा किनारवर्ती प्रदेशात काहीशा वेडयावाकड्या असतात.
- ५) समक्षार रेषांची दिशा निश्चित नसते. म्हणजेच त्या पूर्व-पश्चिम, दक्षिण-उत्तर अथवा काही ठिकाणी नागमोडी असतात.

६) समक्षार रेषा कधीही एकमेकांमध्ये मिसळत नाहीत.

◉ उपयोग :-

समक्षार रेषा नकाशांच्या सहाय्याने सागरी प्रदेशातील क्षारतेचे वितरण समजू येत असल्याने विविध जलाशयातील समक्षार रेषा नकाशाव्दारे क्षारतेचा तुलनात्मक अभ्यासास प्रभावी साधन म्हणून अशा नकाशांचा उपयोग केला जातो.

४.२.४ समताप रेषा (Isotherms) :-

पृथ्वीवरील वातावरणाचे तापमान सर्वत्र सारखे आढळत नाही. तापमानाच्या वितरणावर अनेक भौगोलिक घटकांचा परिणाम होत असतो. तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक प्रत्येक ठिकाणी भिन्न भिन्न असल्यामुळे तापमानाच्या वितरणात भिन्नता आढळते. मात्र काही ठिकाणी घटकात साम्य असेल तर अशा ठिकाणी तापमान सारखे असते. अशी समान तापमानाची ठिकाणे एका रेषेने जोडली जातात, त्या रेषांना समताप रेषा असे म्हणतात. समताप रेषा तापमानाचे क्षितीज समांतर दिशेत वितरण दर्शविण्यासाठी उपयुक्त असतात. भूभागावरील तापमानाचे वितरण दर्शविण्यासाठी समताप रेषा तंत्राचा वापर केला जातो. त्या प्रमाणेच सागरीजलाचे तापमान वितरण समताप रेषाव्दारेच दर्शवले जाते.

◉ व्याख्या :-

समान तापमान असणारी ठिकाणे एकमेकांना जोडून तयार होणाऱ्या रेषेस समताप रेषा असे म्हणतात. या रेषांना समोष्णता रेषा किंवा सम तापमान रेषा या नावानेही ओळखले जाते. नकाशावरील समान तापमानाची ठिकाणे एकमेकांस जोडून ज्या रेषा तयार होऊन जो नकाशा तयार होतो त्यास समताप रेषादर्शक असे म्हणतात.

◉ समताप रेषा नकाशा काढण्याची पध्दत :-

समताप रेषा काढण्यासाठी प्रथम वेगवेगळ्या ठिकाणचे तापमान प्रत्यक्ष मोजावे लागते. त्यानंतर त्या तापमानावर होणारा उंचीचा परिणाम गृहीत धरून इतर ठिकाणांचे तापमान निश्चित करावे. १६० मी उंचीला १० सें.ग्रे. ने तापमान कमी होते. त्यामुळे प्रत्यक्ष तापमान मोजलेली ठिकाणे समुद्रसपाटीला प्रमाणित मानून तापमानात वाढ करवी लागते. उदा. अ हे ठिकाण समुद्रसपाटीपासून ११२० मी उंचीवर असून त्या ठिकाणचे तापमान २०° सें.ग्रे. आहे. त्यामुळे अ हे ठिकाण समुद्रसपाटीला प्रमाणित करताना त्याचे तापमान (२०° सें.ग्रे. + ७० सें.ग्रे.) २७° सें.ग्रे. असे होईल. अशा पध्दतीने सर्व ठिकाणचे तापमान समुद्रसपाटीला प्रमाणित करून नकाशावर त्या त्या ठिकाणी तापमान मूल्ये नोंदवावी लागतात. त्यानंतर समताप रेषांतर निश्चित करून समान तापमानाची ठिकाणे जोडून समताप रेषा रेखांकित करावी.

या प्रमाणेच सागरी प्रदेशातील विविध ठिकाणांची तापमानाची नोंद घेऊन किंवा आकडेवारी संकलीत करून त्या त्या ठिकाणी नोंदवावी व वरील प्रमाणे कृती करून सागरी प्रदेशात समताप रेषा नकाशा तयार करावा.

पृथ्वीवरील भूभाग व जलाशयांचे उन्हाळा व हिवाळा या ऋतूतील तापमान दर्शविण्यासाठी समताप रेषांचे नकाशे तयार केले जातात. हे नकाशे तयार करताना जलै महिन्याचे कमाल तापमान व जानेवारी महिन्याचे किमान तापमान यांची सरासरी काढून समताप रेषादर्शक नकाशे तयार करतात.

☼ समताप रेषांची वैशिष्ट्ये :-

- १) समताप रेषा अक्षवृत्तांना समांतर पूर्व-पश्चिम दिशेत असतात.
- २) समताप रेषा महासागरावर सरळ तर किनाऱ्यालगत वेड्यावाकड्या असतात.
- ३) तापमान उतारानुसार दोन जवळच्या समताप रेषांतील अंतर कमी-जास्त असते. .
- ४) नकाशात दोन लगतच्या समताप रेषा जवळजवळ असतात तेव्हा तापमानातील बदल तीव्र असतो. याउलट रेषा दूरदूर असतात त्यावेळी तापमानातील बदल सौम्य अथवा मंद असतो.
- ५) समुद्र किनाऱ्याजवळून थंड प्रवाह वाहत असल्यास समताप रेषा विषुववृत्ताकडे झुकलेल्या असतात.
- ६) समुद्र किनाऱ्याजवळून उष्ण प्रवाह वाहत असल्यास समताप रेषा ध्रुववृत्ताकडे झुकलेल्या असतात.

☼ उपयोग :-

समताप रेषांच्या नकाशाद्वारे तापमानाचे क्षितीज समांतर वितरण जाणून घेण्यासाठी उपयोग केला जातो. तसेच दोन भिन्न प्रदेशातील तापमान स्थितीचा तौलनिक अभ्यास करण्यात मदत होते.

४.३ सारांश

सागरशास्त्राच्या अभ्यासात अभ्यासकास सागरासंबंधी विविध आडेवारीस सामोरे जावे लागते. आकडेवारीच्या स्वरूपानुसार योग्य त्या नकाशाशास्त्रीय तंत्राचा वापर करणे गरजेचे असते. उपलब्ध झालेल्या आकडेवारीचे विश्लेषण, तुलना व प्रभावी सादरीकरणाच्या हेतुने नकाशाशास्त्रीय तंत्राचा वापर केला जातो. भूमिय उंची व सागरी खोली, भूरूपे तसेच त्यांचे वितरण इत्यादीचे चित्रमय सादरीकरणाच्या दृष्टीने क्षेत्रोन्नती आलेख अत्यंत महत्वाचे व पायाभूत नकाशाशास्त्रीय तंत्र ठरते. सागरीजलीय

हालचालींमध्ये सागरी लाटा व सागरी प्रवाह यांच्या निर्मिती मध्ये वाऱ्याची भूमिका महत्त्व पूर्ण ठरते. वाऱ्याची सांख्यिकी स्थळाला अनुसरून (वेग व दिशा) चित्रमय पध्दतीने प्रभावी पणे दर्शवण्यासाठी वातपुष्पसारखे तंत्र योग्य ठरते. सागरी जलाची क्षारता व तापमान यांचे क्षितीज समांतर वितरण तसेच याच घटकांचा प्रदेश निहाय तुलनात्मक अभ्यास करण्यासाठी सममुल्य रेषा तंत्राचा वापर केला जातो. सागरी क्षेत्राची स्थल व काल परत्वे क्षारता व तापमान स्थिती अभ्यासण्या साठी समक्षार रेषा व समताप रेषा सारखे तंत्र प्रभावी मानले जाते.

४.४ पारिभाषिक शब्द

१. नकाशाशास्त्र : भौगोलिक माहिती दर्शवण्याचे प्रभावी चित्रमय शास्त्र.
२. क्षारता : विविध क्षारांचे एकत्रीत सागरीजलातील अस्तित्व.
३. सममुल्य : समान मुल्य असणारे.
४. समक्षार : समान क्षारता असणे.
५. समताप : समान तापमान असणे.

४.५ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न

□ खालील प्रश्नासाठी योग्य पर्यायाची निवड करा.

१. क्षेत्रोन्नती आलेख प्रथम कोणी काढला ?
अ) स्टेपनोव्ह ब) कोसीन्ना क) लाप्परेन्ट ड) जॉन मरे.
२. खालीलपैकी कोणी सर जॉन मरे यांच्या क्षेत्रोन्नती आलेखात दुरूस्ती केली ?
अ) मार्बर्ट ब) प्रेसकॉट क) कोसीन्ना ड) ग्लिन्का.
३. खालीलपैकी कोणत्या आलेखातून भूखंडीय उंची व सागरी खोली यांच्या वितरणासह भूरूपांची कल्पना येते ?
अ) रेषा आलेख ब) समतापरेषा क) स्तंभालेख ड) क्षेत्रोन्नती आलेख.
४. खालील पैकी कोणत्या नकाशाशास्त्रीय तंत्राद्वारे वाऱ्याचा वेग व दिशा स्थल व कालसापेक्ष दाखवण्यासाठी केला जातो ?
अ) क्षेत्रोन्नती आलेख ब) वातपुष्प
क) समक्षार रेषा ड) समताप रेषा.

१२. समताप रेषांचे सर्वसाधारण वितरण महासागरावर कशा स्वरूपात झालेले असते?
 अ) वेड्यावाकड्या ब) सरळ क) गोलाकृती ड) चौकोनी.
१३. महासागरात सरासरी कोणत्या खोलीच्या प्रदेशाने सर्वाधिक ५३.५० टक्के क्षेत्र व्यापलेले आहे?
 अ) ० - २०० मीटर ब) २०० - २००० मीटर
 क) २००० - ४००० मीटर. ड) ४००० - ७००० मीटर.
१४. वाऱ्याची वार्षिक वारंवारिता दर्शवण्यासाठी कोणत्या नकाशाशास्त्रीय तंत्राचा वापर केला जातो?
 अ) समताप रेषा ब) समभार रेषा क) समक्षार रेषा ड) वातपुष्प.
१५. सागरी क्षारतेचे वितरण दर्शवणाऱ्या रेषांना खालील पैकी कोणत्या नावाने ओळखले जाते?
 अ) समताप रेषा ब) समभार रेषा क) समक्षार रेषा ड) वातपुष्प.
१६. समताप रेषांचे सर्वसाधारण वितरण किनारवर्ती प्रदेशात कशा स्वरूपात झालेले असते?
 अ) वेड्यावाकड्या ब) सरळ क) गोलाकृती ड) चौकोनी.
१७. समुद्र किनाऱ्याजवळून वाहणाऱ्या कोणत्या सागरी प्रवाहाचा परिणाम म्हणून समताप रेषा ध्रुववृत्ताकडे झुकलेल्या असतात ?
 अ) थंड ब) उष्ण क) थंड व उष्ण ड) यापैकी नाही.

४.६ स्वयं-अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१. ड) जॉन मरे.
२. क) कोसीन्ना.
३. ड) क्षेत्रोन्नती आलेख.
४. ब) वातपुष्प.
५. ड) वर्तुळाच्या मध्यभागी.
६. अ) दिवसांची वारंवारिता.

७. ब) समक्षार रेखा.
८. क) समभार दर्शक नकाशा.
९. ब) हजारी ३५.
१०. क) समताप रेखा.
११. अ) समताप दर्शक नकाशा.
१२. ब) सरळ.
१३. ड) ४०००-७००० मीटर.
१४. ड) वातपुष्प.
१५. क) समक्षार रेखा.
१६. अ) वेड्यावाकड्या.
१७. ब) उष्ण.

४.७ सरावासाठी स्वाध्याय

□ टीपा लिहा.

१. क्षेत्रोन्नती आलेख.
२. वातपुष्प.
३. समक्षार रेखा.
४. समताप रेखा.

४.८ क्षेत्रीय कार्य

१. आपल्या नजिकच्या सागरी प्रदेशास भेट देऊन सागरी क्षारता व तापमानाचा अभ्यास करा.
२. आपल्या रहात असलेल्या ठिकाणाची वाऱ्याचा वेग व दिशा यांची नोंद ठेऊन वातपुष्प तयार करा.

४.९ अधिक वाचनासाठी संदर्भ ग्रंथ

१. पाध्ये अशोक (१९९८) : 'सागर विज्ञान', नॅशनल बुक ट्रस्ट इंडिया, नवी दिल्ली.
२. घारपुरे, पवार (१९९८) : 'सागर विज्ञान', पिंपळापुरे अँड कंपनी प्रकाशन, नागपूर.
३. सवदी, कोळेकर (२००४) : 'हवामानशास्त्रव सागरशास्त्र', निराली प्रकाशन, पुणे.
४. जाधव बी.एस., जाधव के.आर., पाटील ए.बी. (२०१४) : 'सागरशास्त्र', नागनालंदा प्रकाशन, इस्लामपूर.
५. खतीब के.ए. (२०१९) : 'सागरशास्त्र', मेहता बुकसेलर्स, कोल्हापूर.

□□□