



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. बी. एस. जाधव  
श्री विजयसिंह यादव कॉलेज पेठवडगांव, जि. कोल्हापूर
- प्रा. (डॉ.) एस. बी. गायकवाड  
मिरज महाविद्यालय, मिरज, जि. सांगली
- डॉ. व्ही. आर. वीर  
किसन वीर महाविद्यालय, वाई, जि. सातारा
- प्राचार्य (डॉ.) ए. बी. पाटील  
कर्मवीर भाऊराव पाटील महाविद्यालय, इस्लामपूर,  
ता. वाळवा, जि. सांगली
- डॉ. बी. एन. गोफणे  
संचालक, वाय. बी. चव्हाण कॉम्प्युटेटिव्ह एक्झामिनेशन  
सेंटर, द्वारा सौ. वेणुताई चव्हाण कॉलेज, कराड, जि.  
सातारा
- प्रा. (डॉ.) ए. एस. जाधव  
प्राचार्य, श्रीमती देवकीबाई मोहनसिंहजी चौहाण कॉलेज  
ऑफ कॉमर्स अँड सायन्स, सिल्व्हासा-३९६२३०
- डॉ. आर. एस. माने-देशमुख  
छत्रपती शिवाजी कॉलेज, सातारा
- डॉ. एन. एस. मासाळ  
आर. बी. माडखोलकर महाविद्यालय, चंदगड,  
जि. कोल्हापूर
- डॉ. टी. पी. शिंदे  
मुधोजी कॉलेज, फलटण, जि. सातारा
- डॉ. तात्यासो ए. कुंभार  
पी. व्ही. पी. महाविद्यालय, कवठेमहांकाळ,  
जि. सांगली
- डॉ. एन. व्ही. तेलोरे  
राजा श्रीपतराव भगवंतराव महाविद्यालय,  
औंध, जि. सातारा
- प्रा. (डॉ.) एस. जे. देवरे  
एस. एन. डी. टी. वुमेन्स युनिव्हर्सिटी, पुणे कॅम्पस,  
पुणे-४११०३८
- डॉ. पी. ए. सायमोते  
मिठ्ठीबाई 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
<b>सत्र-३ पेपर-३ : मृदा भूगोलशास्त्र</b>	
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
<b>सत्र-४ पेपर-५ : सागरशास्त्र</b>	
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
<b>सत्र ३ : पेपर ३</b> <b>मृदा भूगोलशास्त्र</b>		
१.	मृदा भूगोलशास्त्राची ओळख	१
२.	मृदा : निर्मिती व गुणधर्म	१९
३.	मृदा : वर्गिकरण आणि वितरण	४९
४.	प्रात्यक्षिक (फक्त तात्त्विक)	७५
<b>सत्र ४ : पेपर ५</b> <b>सागरशास्त्र</b>		
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 तत्वे 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 विकसीत 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 निर्देशीत 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 रुंदावून 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 रुंदावण्यास 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.

## (v) मृदा भूगोलशास्त्र व पर्यावरण

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील अनेक परिस्थितींचा पाया जमीन आहे. मानवाचा पर्यावरणातील अतिरेकी हस्तक्षेपा मुळे आपले पर्यावरण धोक्यात आले आहे, शिवाय वेगवेगळ्या परिसंस्था धोक्यात आलेल्या आहेत. वाढते शहरीकरण, उद्योगीकरण व मर्यादित कृषी क्षेत्रातून अधिकतम उत्पादन मिळवण्याच्या हेतूने रासायनिक खतांचा अतिरिक्त वापर, किटक व तृण नाशके, पाण्याचा भ्रमसाठ वापर इत्यादीमुळे मृदा आवणती घडून येत आहे की ज्याचा परिणाम कळत नकळत पणे पर्यावरणावरती होत आहे. या मधूनच जमीन प्रदुषण व जल प्रदुषणा सारख्या समस्यांनी उग्ररूप धारण केले आहे. मृदेचा अभ्यास करताना पर्यावरणातील अनेक उकल होण्या बरोबरच विविध परिसंस्थांचे अस्तित्व जाणून घेण्यास मदत झालेली आहे.

वरील मृदा भूगोलशास्त्राच्या व्यक्ती बरोबरच प्रादेशिक विकास, योजना, व्यापार, अभियांत्रिकी, पर्यटन (कृषी), हवामान, भूरूपे इत्यादी वेगवेगळ्या विभागात किंवा विषयात मृदेचा अभ्यास गरजेचा ठरला आहे. मृदेचा विविध अंगानी होत असलेल्या अभ्यासामुळेच मृदा भूगोलाचे क्षितीज विस्तारीत होऊन या विषयाची व्याप्ती अमर्याद असलेचे स्पष्ट पणे आढळून येते.

### □ मृदा भूगोलशास्त्राच्या शाखा

मृदा भूगोलशास्त्राच्या दोन शाखा असून त्या सामान्य मृदा भूगोल व प्रादेशिक मृदा भूगोल होय.

#### अ) सामान्य मृदा भूगोल

सामान्य मृदा भूगोल ही मृदा भूगोलाची महत्त्वाची शाखा असून या शाखेत मृदा निर्मिती, मृदा निर्मितीवरती परिणाम करणारे घटक, मृदा प्रकार, रंग, पोत, मृदा संरचना, मृदा गुणधर्म, मृदा वैशिष्ट्ये, मृदा आवनती, मृदा आवनतीची कारणे, परिणाम व उपाय योजना तसेच मृदा व्यवस्थापन इत्यादींचा अभ्यास केला जातो.

#### ब) प्रादेशिक मृदा भूगोल

मृदेचा अभ्यास करित असताना वरील सर्व मृदे संबंधी घटकांची उपलब्धता प्रदेशनिहाय भिन्न भिन्न असते. मृदेच्या या सारख्या अंगांचे सखोल विवेचन करण्याच्या दृष्टीने मृदेच्या वैशिष्ट्यांद्वारे तेथील भौगोलिक घटक विचारात घेऊन प्रदेश निहाय जर अभ्यास केला तर तो आधिक परिणाम कारक ठरू शकतो या सारख्या मूळ हेतूने प्रादेशिक मृदा भूगोल ही शाखा उदयास आली. भू पृष्ठभागावरील एखाद्या प्रदेश निवडून मृदा संबंधी सर्व सामान्या घटकांबरोबरच मृदेचे तेथील शेती उत्पादने, पर्यावरण,



मानवी जीवन, पशु संपदा व इतर संसाधने यांच्यातील परस्पर संबंधाचा अभ्यास प्रादेशिक मृदा भूगोलात महत्व 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 महत्व, 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 महत्वपूर्ण 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 बाजारपेठांची 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 महत्त्व 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 महत्त्व 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 महत्त्व प्राप्त होऊलागले आहे.

याशिवाय मृदा भूगोलशास्त्राचे महत्त्व 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



२. मृदा भूगोलशास्त्राचे खालील पैकी कोणते अधुनिक स्वरूप मानले जाते?  
 अ) वर्णनात्मक  
 ब) प्रादेशिक  
 क) वस्तुनिष्ठ  
 ड) सांख्यिकी
३. मृदा भूगोलशास्त्राचे अभ्यास क्षेत्र कोणते आहे?  
 अ) नैसर्गिक घटकांच्या अनुषंगाने  
 ब) निर्मिती, गुणधर्म व अभिक्षेत्रीय वितरण  
 क) अभिक्षेत्रीय वितरण  
 ड) यापैकी नाही
४. खालीलपैकी कोणी मृदा भूगोलशास्त्राची तत्वे प्रथमतः मांडली?  
 अ) डेव्हीस  
 ब) डोकुचॉव्ह  
 क) मार्बर्ट  
 ड) ग्लिन्का
५. खालीलपैकी कोणास मृदा भूगोलशास्त्राचे जनक म्हणून ओळखले जाते?  
 अ) ग्लिन्का  
 ब) डोकुचॉव्ह  
 क) मार्बर्ट  
 ड) डेव्हीस

### १.६ स्वयं-अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

#### □ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-१ ची उत्तरे :-

१. अ) वर्णनात्मक.
२. क) डोकुचॉव्ह.
३. ड) प्रादेशिक मृदा भूगोल.
४. ड) रशिया.
५. ब) गतिशील.

#### □ स्वयं-अध्ययनासाठी प्रश्न-२ ची उत्तरे :-

१. ब) मृदाशास्त्र.
२. क) डोकुचॉव्ह.
३. क) नथानीअल शालेर.
४. ड) वाळवंटी.
५. ब) रझानोव्ह.

□ 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)

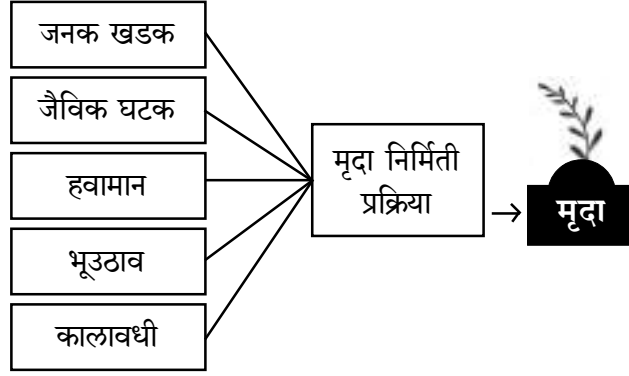
cl = Climate (हवामान)

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 पुनर्उपयोगी होण्यासाठी द्यावा लागणारा काळ दिला जात नाही व अशा मृदा अनुत्पादक होतात.

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

□ योग्य पर्याय निवडून विधाने पूर्ण करा.

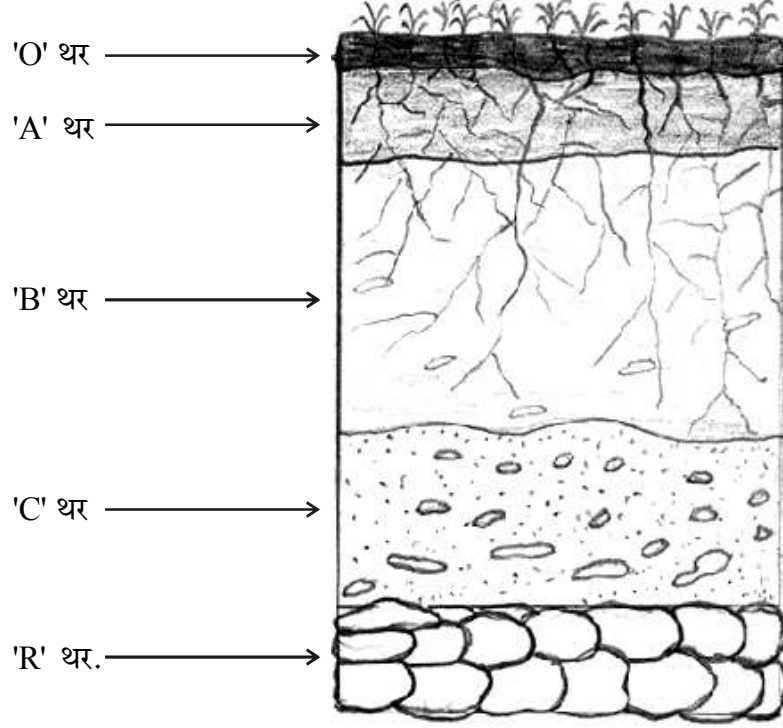
१. खालील पैकी कोणत्या शास्त्रज्ञाने मृदानिर्मितीची बहुघटकीय प्रतिकृती मांडली.  
अ) डोकू चॉव्ह      ब) केलर      क) जेनी      ड) डेव्हिस.
२. मृदा निर्मितीचे कारक/घटक स्पष्ट करण्यासाठी जेनी यांनी कोणते समीकरण मांडले.  
अ)  $S = f(cl, o, r, p, t)$       ब)  $s = o(f, cl, r, p, t)$   
क)  $S = cl(f, o, r, p, t)$       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 ( $\text{CaCO}_3$ ) 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 (%)**

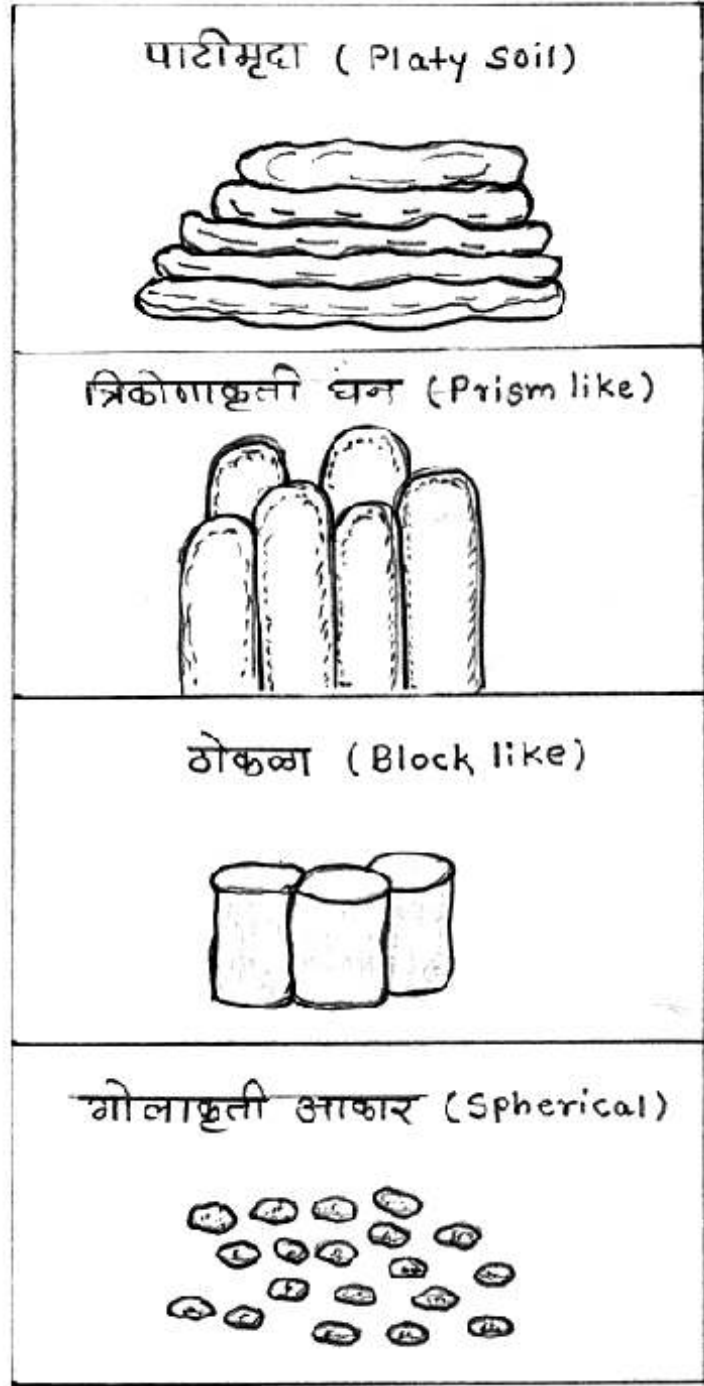
क्र.	मातीचे कण	वाळू (सँड)	पोयटा (सिल्ट)	चिकण माती (क्ले)	वैशिष्ट्ये
१.	जाड वाळू जमीन (कोर्स सँडी लोम)	७०-८०	१०-२०	०-१०	अत्यंत खरखरीत मातीचे कण एकमेकांना चिकटून राहत नाहीत.
२.	वाळूमय पोयटा माती (सँडी लोम)	५०-७०	१०-२०	१०-२०	बारीक वाळूचे प्रमाणव खरखरीतपणा थोडा कमी.
३.	वाळूमय चिकण माती (सँडी क्ले)	५०-६०	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 संरचनेशी 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"> <li>* यामध्ये वातावरणातील तापमानाने निर्माण केलेल्या बलामुळे व मृदेतील छिद्राच्या सूक्ष्म आकारमानामुळे मृदाजल पृष्ठभागाच्या दिशेने येण्यास सुरुवात करते. हे मृदाजल केशाकर्षण (Capilarity) प्रक्रियेने वर येते.</li> <li>* या मृदाजलास Capillary water म्हणतात.</li> <li>* हे मृदाजल पिकास वाढीसाठी उपलब्ध असते.</li> <li>* १५ जार पेक्षा अधिक आकर्षण बलाचे पाणी शोषून घेतांना वृक्षांना अधिक ताण पडतो.</li> </ul>
३.	आर्द्रता जल (Hygroscopic Water)	३१	<ul style="list-style-type: none"> <li>* हे पाणी मृदाकणाभोवती थराच्या स्वरूपात जमा झालेले असते. हे मृदाजल अतिशय तीव्र आकर्षण बलाने मृदाकणास चिकटलेले असते.</li> <li>* हे पाणी पिकांच्या वाढीस उपलब्ध नसते.</li> </ul>

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, धैचा, 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

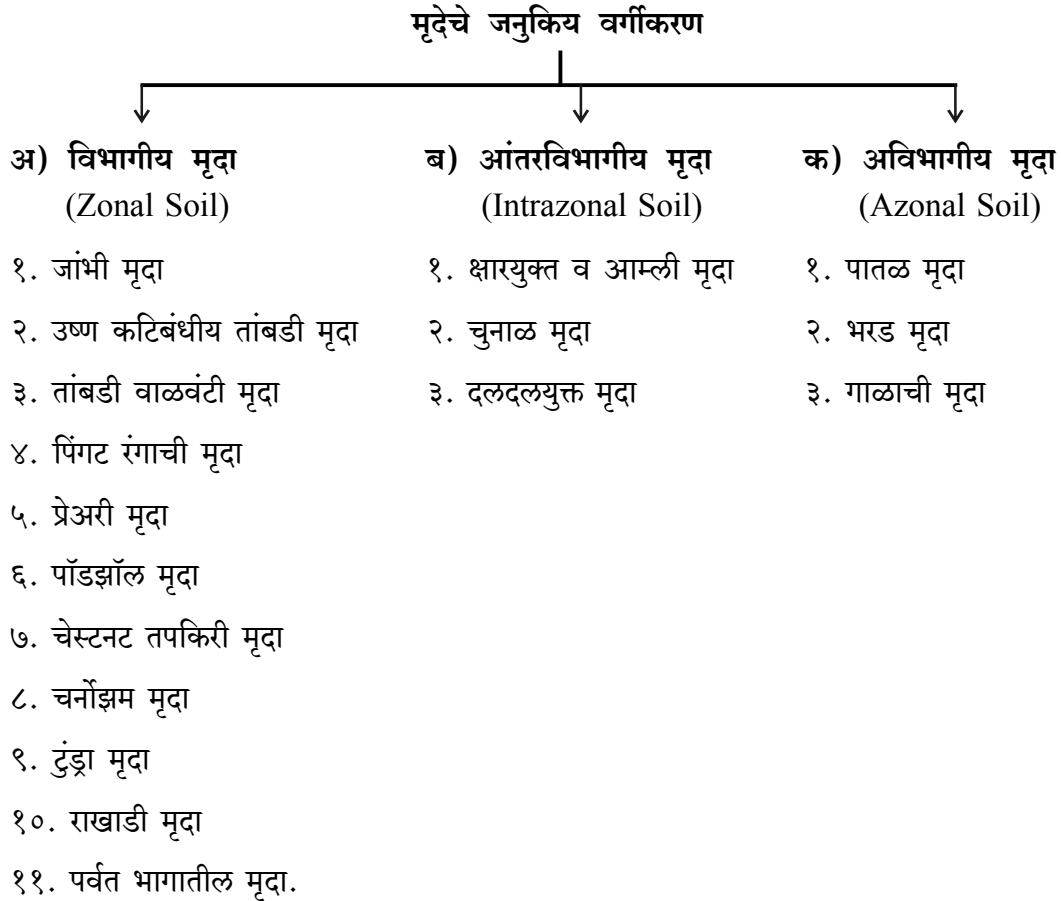
मृदा निर्मिती ही प्राकृतिक आणि जैविक घटकांचा परिपाक असते. मृदा वनस्पतींना आधार देण्याचे काम करते. मृदा ही जनक खडक, सेंद्रीय पदार्थ, हवा, पाणी आणि सूक्ष्म जीवजंतूनी बनलेली असते. मृदा निर्मिती ही अनेक प्रक्रियांचा परिपाक असते. पृथ्वीवरील भिन्न भौगोलिक परिस्थिती मृदा प्रकारातील भिन्नतेसाठी कारणीभूत असते. 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 तांबुस 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 मॅगनेजचे 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 मॅगनेजचे 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

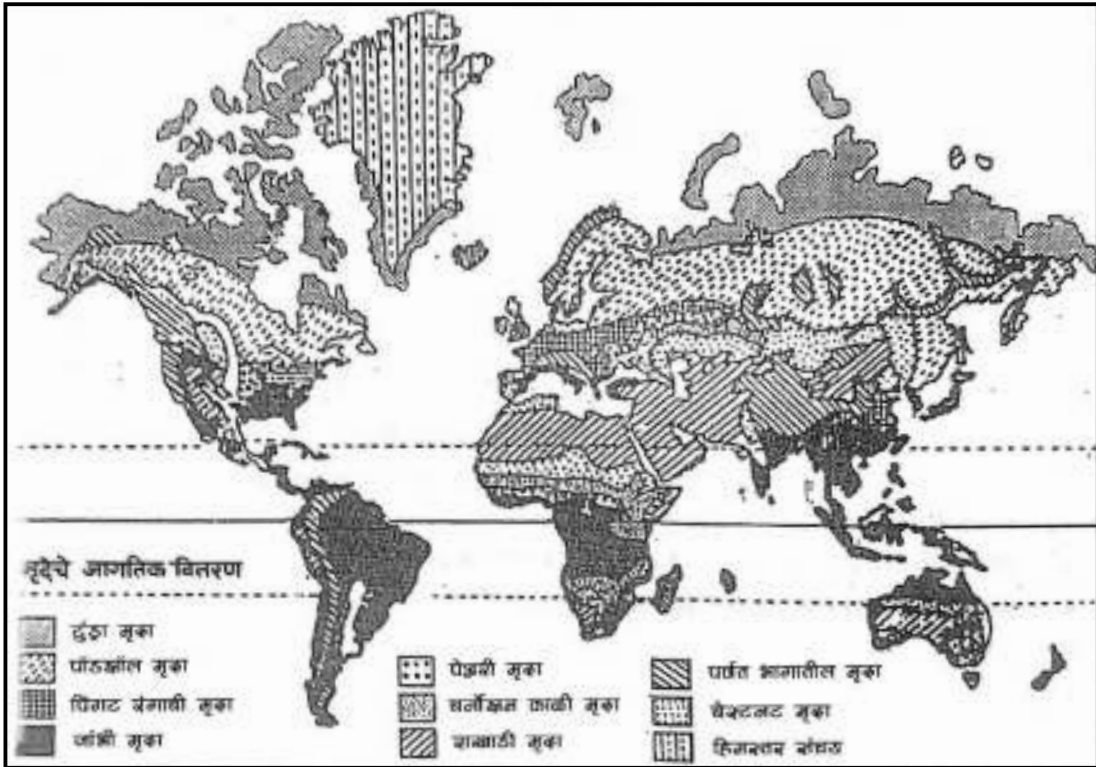
ऑस्ट्रेलियाच्या विस्तीर्ण वाळवंटी प्रदेशात ही मृदा आढळते. याशिवाय प. आशिया, भारत, पाकिस्तानच्या वाळवंटी भागात ही मृदा आढळते.

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 Brown 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 संस्थानांच्या 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.संस्थानांच्या 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, रूमनिया 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, ग्रीनलॅंडची 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 रेंडझिना मृदा व टेरारोसा 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.



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, लेंडी 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 वनस्पतीचे 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/ न्हास 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 प्राणीमात्राचे 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?

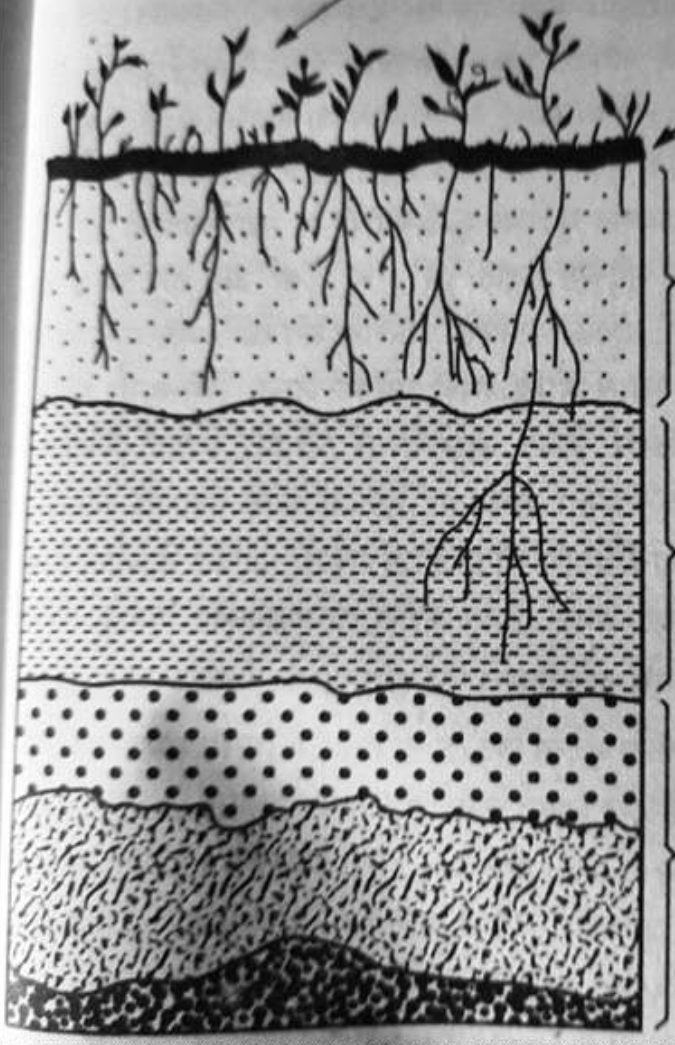
मृदा भूगोलशास्त्रामध्ये मृदेचा छेद ही सर्वात महत्त्वाची संकल्पना आहे. जमिनीचा उभा छेद वरपासून ते मूळ खडकापर्यंत घेतात. हे छेद मृदा निर्मितीच्यावेळी तयार होतात. मातीचा चौकोनी खड्डा खोल काढल्यास आणि खोदाई केलेल्या खड्ड्याची पाहणी केल्यास जमिनीतील विविध मृदेचे वेगवेगळे छेद किंवा थर दिसून येतात. त्याचबरोबर 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.

वनस्पती पिके



ह्यूमस : पालापाचोळा, कार्बनी अवशेष.

(अ) मृदेचा वरचा थर : संक्रमणाचा थर, चिकणमाती, लोह : जैविक थर, विरघळणारे पदार्थ झिरपतात, पृष्ठभागावरील पदार्थ धुपीमुळे वाहून जातात.

(ब) उपमृदा थर : संग्राहक थर, वाळू व चिकणमाती : मातीचे सूक्ष्म कण, लोह व इतर घटक साचून राहणारा थर.

(क) मृदेचा खालचा थर : मूळ जनक खडकाचे तुकडे : विघटित झालेल्या खनिजांचा थर, तसेच अविघटित झालेल्या मूळ खडकाचा थर.

आकृती क्र. ४.१ : मृदेचा छेद

#### 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.

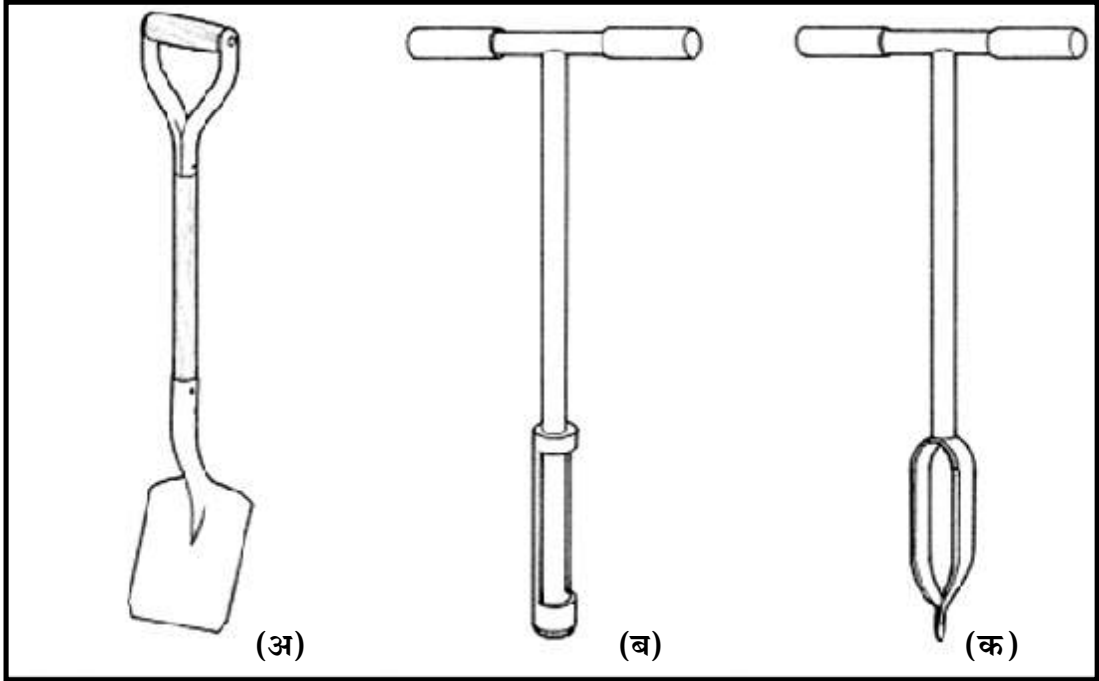
#### ४.२.६ मृदा नमुने घेण्यास वापरली जाणारी साधने

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

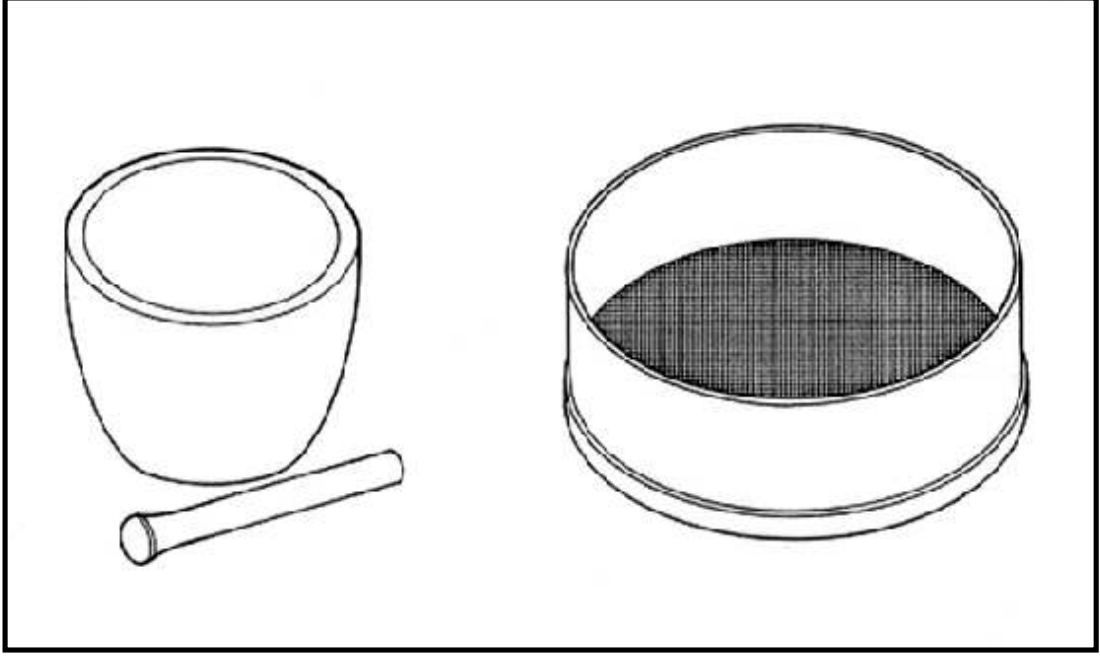
४. चिखल खणन गिरमीट (Mud Auger) : याचा उपयोग चिखलयुक्त माती व वनस्पतीच्या मुळाना चिकटलेली माती परीक्षणास वापरण्यात येते. हे ३ इंच (७६ मिमी) आणि ४ इंच (१०२ मिमी) व्यासामध्ये उपलब्ध आहेत.

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.

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

$\text{H}^+$  = 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<sup>+</sup>) 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 25<sup>0</sup>C 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 25<sup>0</sup>C 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 25<sup>0</sup>C 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.	निरीक्षणे	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 विष्ठा, 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.

## ॡ.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.

□□□