



कृषीचर्चा-२

श्री. अशोक कोठारे



लेखमाला खंड दुसरा

लेखांक ११ ते ३०

लेखक : अशोक कोठारे

बळीराजा मासिकांत १९९४ ते २००५ ह्या
कालखंडात हे पासष्ट लेख शेतकऱ्यांच्या शंकांचे
समाधान करण्यासाठी लिहीले गेले होते.
ते आता ह्या लेखमालेच्या स्वरूपात उपलब्ध
होत आहेत.

ई-साहित्य प्रतिष्ठान



ई साहित्य प्रतिष्ठान

G1102, Eternity, Eleventh floor

Eastern Express Highway. Thane, 400604

www.esahity.com

esahity@gmail.com

©esahity Pratishtan®2018

- विनामूल्य वितरणासाठी उपलब्ध.
- आपले वाचून झाल्यावर आपण हे फॉरवर्ड करू शकता.
- हे पुस्तक वेबसायटवर ठेवण्यापुर्वी किंवा वाचना व्यतिरिक्त कोणताही वापर करण्या पूर्वी साहित्य प्रतिष्ठानची लेखी परवानगी घेणे आवश्यक आहे.

निसर्गशेतीत वातावरणातील दमटपणाचे (वाफसा) महत्व

लेखांक ११ वा

गेल्या लेखात कर्बवायू ह्या स्वाभाविक खताचा व्यवहार शेतात कसा चालतो व त्याचे नियमन करण्यासाठी कोणकोणत्या नैसर्गिक गोष्टींचा विचार करणे आवश्यक असते ते आपण पाहिले. त्यामध्ये वातावरणातील आर्द्रता म्हणजेच दमटपणा बदलची काही माहिती आपण समजून घेतली. कर्बवायूच्या व्यवहारात दमटपणा फारच महत्वाचा असतो. हवेतील दमटपणामुळे कर्बग्रहण क्रियेला मदत होत असते. त्याच प्रमाणे इतर काही क्रियांनासुद्धा मदत होत असते. त्यातील परिकाष्ठ ऊर्तीतून जो अन्नरस वनस्पतीच्या पानांतून मुळांकडे वहात असतो, त्याला मदत करण्याचे काम वातावरणातील दमटपणा (आर्द्रता) करीत असतो. वातावरणातील तापमान जास्त होत असतांना त्या वातावरणात उभ्या असलेल्या वनस्पतीचे तापमान मात्र बऱ्याचशा प्रमाणात कायम राखले जाते. हे साध्य करण्याच्या क्रियेत वातावरणातील दमटपणाचा व वनस्पतीतील पाण्याच्या अभिसरणाचा फार मोठा प्रभाव असतो. त्याशिवाय वनस्पतीतील महत्वाच्या जीव-रसायनिक क्रियांशी संबंध असलेल्या संजीवके व वितंचके ह्यांच्या निर्मितीवर सुद्धा वातावरणातील दमटपणाचा परिणाम होत असतो. तसेच दमटपणा त्या पिकाला पाहिजे त्यापेक्षा जास्त असल्यास आणखीन एक वाईट परिणाम पिकांवर होत असतो व त्यामुळे पिकांवर रोगपीडांचा प्रादुर्भाव होत असतो. म्हणजे शेतावरील वातावरणातील दमटपणा योग्य राखणे पिकांवरील रोगपीडांच्या नियंत्रणासाठी आवश्यक असते.

वनस्पतीची स्वतःची अशी स्वाभाविक स्वरूपाची रोगपीडा विरोधक व्यवस्था असते. ती व्यवस्था बऱ्याचशा प्रमाणात वातावरणातील दमटपणा वाढल्यामुळे बिघडण्याची शक्यता असते. ह्यासाठी वनस्पतीचे आरोग्यसुद्धा वातावरणातील दमटपणावर अवलंबून असते. जर शेतकरी आपल्या शेतावरील वातावरण नियंत्रित करून हे साध्य करू शकला तर वनस्पतीवर रोग पडणे थांबवता येते. कोरडवाहू प्रदेशात पिके घेतांना कधी जास्त पाणी तर कधी कमी पाणी होऊन इतर प्रश्न उत्पन्न होण्याची शक्यता असते. बागाईती शेतीत मात्र शेतावरील वातावरणाच्या सापेक्ष आर्द्रतेचे नियंत्रण करून त्यानुसार नेमके पाणी देण्याचे शेतकऱ्याला जमले तर हळी आपल्याकडे शेतीसाठी पाण्याचा जो प्रश्न आहे तो कमी तीव्र करणेसुद्धा जमेल.

शेतावरील वातावरणाच्या सापेक्ष आर्द्रतेचे काही परिणाम आपण येथे जे पाहिले त्याची अधिक चर्चा ह्या लेखात आपण करणार आहोत. अन्नरस निर्मिती व वहन ह्यावर शेतावरील वातावरणातील आर्द्रतेचा कसा प्रभाव पडतो ते येथे थोडक्यात पाहूया. वनस्पतीच्या सर्व चयापचय क्रिया नीटपणे चालू रहाण्यासाठी जे विविध रस त्या वनस्पतीमध्ये फिरत असतात त्यांचे दोन प्रकारांत विभाजन केलेले आहे. पहिला प्रकार आहे त्याला पोषकरस असे म्हणतात. तो मुळांतून जमिनीतील पाणी व इतर पोषक द्रव्ये ह्यांचे शोषण होऊन नंतर त्या पोषक द्रव्याचे त्या वनस्पतीस सुयोग्य अशा सेंद्रीय द्रव्यात रुपांतर केले जाते. अशारितीने हा पोषकरस तयार होतो. तो मुळांतून पुढे वरील भागात बुंध्याच्या माध्यमाने ढकलला जातो. त्यात वनस्पतीचे पोषण व संरक्षण करणारी अशी सर्व रसायने असतात. पोषकरसात भरपूर पाणी असते, त्यामुळे तो बराच पातळ असतो. ह्या रसातून वनस्पतीला खनिजद्रव्ये, संजीवके, वितंचके, काही विम्लसा आणि विषारी द्रव्ये पुरविली जातात. विम्लसा व विषारीद्रव्ये त्या वनस्पतीस रोगपीडांपासून संरक्षण देण्यासाठी असतात, त्यालाच वनस्पतीची स्वाभाविक रोगपीडा विरोधक व्यवस्था असे समजले जाते. हा

पोषकरस वनस्पतीत खालून वर शेंड्याकडे व फांघा असल्यास त्यांच्या टोकाकडे असा सर्व दिशांनी पसरविले जातो. कोणत्याही वनस्पतीची जमिनीवरील भागातील टोकाची जागा असते पाने, त्यापर्यंत हे पोषकरसाचे वहन होत तो पानांच्या शिरात पोहोचतो. तेथे त्यातील जादाचे पाणी, पानांच्या शिरांतून हवेत बाष्पीभवन होऊन निघून जातांना वनस्पतीचे तापमान योग्य राखण्याच्या कामात, मदत करते. दिवसा बाष्पीभवन जास्त होते व रात्री कमी होत असते. ह्या बाष्पीभवन क्रियेवर वातावरणातील सापेक्ष आर्द्रतेचा परिणाम होत असतो. जेवढे हवामान कोरडे तेवढे बाष्पीभवन जास्त होते. जर वातावरणाची सापेक्ष आर्द्रता खूपच जास्त असेल तर बाष्पीभवन फारच कमी होत असते. एकाद्या वनस्पतीला दिवसाला किती पाणी लागते ते वनस्पतीने त्या दिवशी किती पाणी बाष्पीभवनाने उडवले त्यावर अवलंबून असते. ह्याचाच अर्थ असा होतो की, शेताला किती पाणी द्यावयाचे ते तेथील वातावरणाच्या सापेक्ष आर्द्रतेवर अवलंबून असते.

अनेक प्रयोगांवरून असे आढळून आले आहे की, वनस्पती जेवढे पाणी मातीतून घेते त्यातील ८० टक्के पाणी बाष्पीभवनाने ती वातावरणात सोडून देत असते. ह्याचा अर्थ असा होतो की, जर शेतातील वातावरणाचा दमटपणा शेतकरी नियंत्रित करू शकला तर पाण्याची फार मोठी बचत करणे शक्य होईल.

महाराष्ट्रात बऱ्याच मोठ्या प्रदेशात पाण्याचे दुर्भिक्ष्य आहे. त्यामुळे कमी प्रमाणात बागाईती शेती होते व बहुधा खरीपाच्या म्हणजे पावसाळी शेतीवर शेतकरी अवलंबून असतो. बाकीच्या काळात शेतजमीन काहीच उत्पन्न न देता तशीच पडून असते. त्यासाठी आपल्या शासनाने ठिबक सिंचन व्यवस्थेचा प्रचार व प्रसार केला आहे. सर्वांना ते ठिबक सिंचन मानवत नाही कारण त्यात बहुधा विहीरीचे मुचूळ पाणी वापरले जाते त्यातील सुक्ष्म क्षार ठिबकच्या तोटीत अथवा ठिबक्यात साचले तर ठिबकच्या नळ्या चोंदून जातात. बऱ्याच ठिकाणी त्यामुळे ठिबक सिंचन अयशास्वी ठरले आहे. इतर ठिकाणी त्यासाठी विहीरीचे पाणी मोकाट सिंचनाने दिले जाते. तसेच काही ठिकाणी नेमके सिंचन करून पाण्यात बचत करतात परंतु, बाष्पीभवन कमी करण्यासाठी शेताभोवती पानमळ्याप्रमाणे वनभित्त केल्याने अथवा प्लास्टीकच्या पदराची कनात (भित्त) उभी करून त्याद्वारा शेतावरील वातावरणातील बाष्प दिवसाच्या प्रहरी तेथेच धरून ठेवून मग रात्री ते दंवांच्या रुपांने पुन्हा त्याच शेतात उतरवून (म्हणजे आर्द्रता चक्र स्थापन करून) उडलेले बहुतेक पाणी वापरता येते. पॉलिभित्त किमान वीस फुट इतकी उंच असावी लागेल. प्रयोगांनी असे सिद्ध झाले आहे की दिवसाच्या काळात माती व वनस्पतीतून बाष्पीभूत होणारे बाष्प त्या तेथेच तसेच हवेत धरून ठेवलेले असते. आणि जास्तीत जास्त १५ फुट इतके वर पर्यंत ते पसरलेले असते. पॉलिभित्तीमुळे हे शेताच्या वरील वातावरणात धरून ठेवलेले बाष्प तेथेच रहाते, एवढी वाऱ्याने ते इतरत्र वाहून जात असते. अशा पॉलिभित्तीमुळे पाण्याची फार मोठी बचत होत असते. पॉलिभित्तीचा प्लास्टीक पांढऱ्या, लाल किंवा निळ्या रंगाचे किंवा पारदर्शक असे असावे. त्याशिवाय अशा आडोशाचे इतर अनेक फायदे आहेत ते सुद्धा मिळतात. दोन शेतातील अशी भित्त करतांना येणारा खर्च दोघांनी वाटून घेतला तर खर्चात दोघांना बचत करता येते. कारण, अशा भित्तीमुळे दोघांचा सारखाच फायदा होणार असतो.

मोकाट सिंचनाने सुद्धा निचरा होऊन खूप पाणी जमिनीत वाहून जाते त्यासाठी व्यावहारिक निसर्ग शेतीच्या तंत्रात मोकाट सिंचनाला विरोध असतो. दुसऱ्या सिंचन व्यवस्थेत फवारा सिंचन येते.

ही व्यवस्था वातावरणाची सापेक्ष आर्द्रता वाढवण्यासाठी चांगली असते. परंतु,

जेव्हा पाण्याचे दुर्भिक्ष्य असते तेव्हा फक्त किमान गरजेपुरत्या पाण्याचा वापर व्हावा अशी अपेक्षा असते. तेव्हा येथे ठिबक सिंचनचाच विचार केला जातो.

शोतावरील वातावरणाच्या दमटपणाचा वनस्पतीचे तापमान नियंत्रित करण्याशी संबंध असतो. त्याबद्दल थोडे पाहू या. उन्हाळ्यात वातावरण फारच तप्त होत असते. त्यावेळी उन्हात असलेल्या सर्वच गोष्टी तापून निघतात परंतु, वनस्पती मात्र तापत नाही. ह्याचे कारण जर आपण अभ्यासले तर बऱ्याच गोष्टी लक्षात येतील. आपल्याला असा नेहमी अनुभव येतो, की जर पऱ्याच्या छपराखाली सावलीत आपण उभे राहिलो तरी उष्णतेचा अनुभव येतो परंतु, एकाद्या झाडाखाली उभे राहिलो तर उष्णता जाणवत नाही. त्याचे कारण त्या झाडातून बाष्पोत्सर्जन क्रियेने पाने पाणी सतत सोडत असतात, जर ती पाने हातात धरली तर ती तापलेली नाहीत असे समजते. बाष्पोत्सर्जन क्रियेवर वातावरणाच्या सापेक्ष आर्द्रतेचा प्रभाव असतो. पानातून होणाऱ्या बाष्पोत्सर्जन क्रियेची तीन महत्वाची कामे असतात. १) पोषकरसाला योग्य प्रमाणात प्रवाही स्वरूप घेण्यासाठी जमिनीतून जे जादा पाणी घेतलेले असते ते वातावरणात सोडणे. २) वनस्पतीची पाने व त्या अनुषंगाने एकंदर सर्व वनस्पतीला न तापू देणे. ३) बाष्पोत्सर्जन क्रियेमुळे पानाच्या भोवतीच्या वातावरणाची आर्द्रता वाढते (म्हणजे आर्द्रप्रभा तयार होते) त्यामुळे कर्बग्रहण क्रिया व्यवस्थितपणे पार पाडणे शक्य होते.

पोषकरस व अन्नरस हे दोन प्रमुख रस वनस्पतीच्या चयापचय क्रियेत काम करीत असतात. त्यातील पोषकरसाच्या वहनासाठी जमिनीतून पाणी घेतले जाते व त्यातील काही पाणी पानांतून बाष्पोत्सर्जन क्रियेद्वारे वातावरणात सोडले जाते. त्याचप्रमाणे मोठ्या झाडांच्याबाबत आणखीन एक पाण्याचा स्रोत वनस्पती वापरत असते व तो स्रोत असतो, वातावरणातील दमटपणा. त्याचा व्यवहार कसा होतो त्याची माहिती आपण आता पहाणार आहोत. जमिनीतून मुळांनी घेतलेल्या पाण्याचा प्रवास झाडाच्या उंचीच्या ०.५० ते १ मीटर पर्यंत (२५ ते ३० फुटापर्यंत) सहजपणे होत असतो. त्यापेक्षा जास्त उंच झाड असल्यास जमिनीतील पाणी त्या जादा उंचीला पोहोचवणे झाडाला शक्य नसते. त्यासाठी वेगळ्या व्यवस्थेची गरज असते. तशी व्यवस्था ज्या झाडांबाबत योग्यरित्या कार्य करीत नाही ती झाडे खुरटी होतात. त्यांची आडवी वाढ (रुंदी) कमी होते. ही व्यवस्था असते वातावरणातील बाष्प झाडांच्या सालीतून शोषून घेण्याची. कोरड्या वातावरणात वाढणारी झाडे खुरटल्यासारखी लहान राहतात किंवा त्या झाडाच्या प्रकृतीनुसार जर ते उंच होणारे असेल तर उंच वाढतात पण बुंध्या बारीक रहातो. दिवसाच्या प्रहरी वातावरण तापलेले असतांना झाडांच्या पानांतून बाष्प फेकले जाते व त्यामुळे पाने थंड राहतात. रात्री वातावरण थंड झाल्यामुळे झाडाच्या सर्व पृष्ठभागावर वातावरणातील आर्द्र सुक्ष्म कणांच्या रुपाने विकटून रहाते. ह्याला **संग्रहीत दंव** असे म्हणतात. त्याचप्रमाणे झाडाच्या काष्ठमय भागातून हवेतील आर्द्र शोषले जाते व ते त्यांतील ऊतींमध्ये साठवले जाते. त्याला **शोषित दंव** असे म्हणतात. म्हणजे झाडांच्या पृष्ठभागांतून वातावरणातील आर्द्र शोषले जाऊन ते पाणी बुंध्याच्या सालीत धरून ठेवले जाते. अशारितीने शोषलेले आर्द्र झाडाच्या त्वक्षांच्या ऊतीत वापरले जाते. असा अभ्यास आहे की, रात्री त्वक्षांच्या ऊतीतून ह्या पाण्याच्या मदतीने पुष्क संजीवके (सायटोकिनिन्स) अधिक मोठ्या प्रमाणात तयार केली जातात. कदाचित असे असू शकेल की, ह्या आर्द्राबरोबर वातावरणातील प्राणवायू व नत्र हे सुद्धा त्या आर्द्रात विरघळलेल्या अवस्थेत शोषले जातात.

अशा रीतीने विरघळलेल्या प्राणवायू व नत्रवायू ह्यांच्या अणूत विद्युतभार जास्त

सक्रिय असतो (नॅसंट) म्हणून हे होत असावे व त्यामुळे त्या झाडाची आडवी वाढ होण्यास त्या पुष्क संजीवकांमुळे प्रेरणा मिळते आणि झाडांचे बुंधे रुंद होतात. त्याचबरोबर हे शोषलेले पाणी आणखीन एक काम करून रहाते, वातावरणाचे तापमान जर २० अंश सेंटीग्रेड पेक्षा कमी असेल तर वनस्पतीचा काष्ठमय भाग वातावरणातून आर्द्र शोषून घेऊ लागतो, जसजसे तापमान कमी होईल तसतसे हे शोषण अधिक जोमाने होत जाते. हा साधारण नियम आहे. प्रत्येक वनस्पतीची त्याबद्दलची गुणवत्ता वेगवेगळी असल्याचे दिसून येते. म्हणजे काही झाडे इतर काहीपेक्षा जास्त चांगले शोषण करतात. ह्याचा अर्थ वातावरणाचे तापमान दिवसासुद्धा कमी असेल तर तेव्हासुद्धा आर्द्राचे शोषण करीत असतात. हे वरील भागात शोषलेले पाणी झाडाच्या २५ फुटावरील भागाला पाणी पुरविण्याचे काम करते.

साधारणपणे, आपल्या कडे महाराष्ट्रात दिवसा तपमान २०^० सें. पेक्षा नेहमीच जास्त असते. त्यामुळे आपल्या येथे फक्त रात्रीच असे शोषण होत असते. हे शोषलेले आर्द्र त्वक्षातील ऊतींमधील साठवण ऊतीतून घरून ठेवले जाते व जशी गरज निर्माण होईल तसे हे पाणी अन्न व पोषकरसात मिसळून जात असते. येथे असलेल्या क्षीर वाहिनींतून ह्या पाण्याचा पुरवठा झाडाच्या वरील भागास होत असतो. म्हणून जर वातावरणातून आर्द्र नियमितपणे उपलब्ध होत असेल तर त्या परिसरातील झाडे खूप उंच व रुंद होत असतात. त्यासाठी निदानपक्षी रात्रीच्या वेळी ४० इतकी सापेक्ष आर्द्रता असणे जरूरीचे असते.

मोसमी पिकांची परिस्थिती जरा वेगळी असते. ही पिके ३ मीटरपेक्षा (१० फुट) जास्त उंच नसल्यामुळे त्यांच्या वाढीसाठी जमिनीतून घेतलेले पाणी पुरेसे असते. साधारणपणे असे आढळून येते की, जमिनीपासून ७.५ ते ९ मीटर इतक्या उंचीपर्यंत जमिनीतील पाणी जाऊ शकते व त्यापेक्षा जास्त उंच हे पाणी जाऊ न शकल्यामुळे कोरड्या वातावरणातील वनस्पती फार उंच होत नाहीत. त्यांची वाढ नेहमी खुरटल्यासारखी असते. जमिनीतून कितीही पाणी दिले तरी वातावरण कोरडे असेल तर तेथील झाडांची उंची जास्त होऊ शकत नाही. मोसमी पिकांची उंची नेहमीच सुरक्षित मर्यादित असल्यामुळे तेथे वातावरणातील दमटपणाचा विशेष परिणाम होत नाही. शेतावरील दमटपणा कर्बग्रहण क्रियेस आवश्यक असल्यामुळे त्या दृष्टीने तो उपयोगी ठरतो. हवा अतिशय कोरडी असेल तर फवारा सिंचन मोसमी पिकांसाठी चांगले मानवते. अशा दमटपणाला **वाफसा** असे म्हणतात.

हवेतील आर्द्रतेमुळे वनस्पतीत संजीवके निर्माण होण्यास मोठी मदत होते. पिकाला सुयोग्य अशी ओल शेतावरील वातावरणात नसेल तर कितीही चांगली मशागत केली अथवा उत्तम खत पाणी केले तरी संजीवकांच्या निर्मितीस बाधा आल्यामुळे ते पीक चांगले येत नाही. ह्यासाठी जर अतिशय कोरड्या हवेत पीक घेण्या शिवाय गत्यंतर नसेल तर फवारा सिंचन वापरणे व पॉलिभिंत अथवा जाळीचा आडोसा शेता भोवती करणे श्रेयस्कर ठरते.

आपण मोठ्या झाडांच्या वाढीवर वातावरणाच्या आर्द्रतेचा काय परिणाम होतो ते पाहिले. त्या माहितीचा उपयोग लाकडाच्या शेतीत कसा करता येतो ते थोडक्यात पाहू या. कारण हल्ली काही लोक मोठी झाडे जसे, साग, निलगिरी ह्यांची लागवड करून लाकडाची शेती करतात. ह्या शेतकऱ्यांचा असा अनुभव आहे की, झाडे वाढतात परंतु, बुंधा रुंद होत नसल्यामुळे हिशोबानुसार भाव मिळत नाही व नुकसान होते. लाकडाच्या बागायतीत वनभिंत अथवा पॉलिभिंत तयार करणे काहीच कामाचे नसते. लाकडासाठी लावलेली झाडे स्वतः खूपच उंच होत असतात. त्यांची

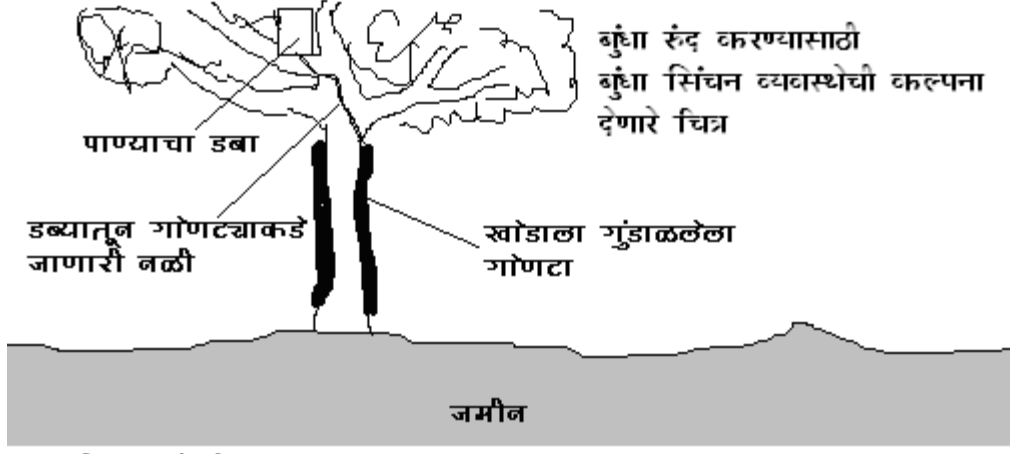
स्वाभाविक आर्द्रता असते आणि वाऱ्याला अडविण्याची क्षमता असते. अशा परिस्थितीत हवा कोरडी असेल तर झाडे कदाचित् उंच होतील परंतु, बुंधा बारीक रहातो. त्यावर उपाय करण्यासाठी जे प्रयोग केले ते येथे दिले आहेत. अशा झाडांना खत देण्यासाठी ते जमिनीतून न देता त्या झाडाच्या बुंध्याला दहा फुट उंचीवर गोण गुंडाळून त्यात हे खत भरले जाते. हे खत शेणरसाच्या स्वरूपात असावे लागते. त्यांवर ठिबकने थेंब थेंब पाणी गोणीत सोडले जाते. अशा व्यवस्थेमुळे गोणीतून शेणरसाचे पाणी सावकाशापणे पाझरून झाडाच्या बुंध्याला विकटून सरकत खाली येत येत त्या झाडाच्या सालीत शोषले जाते. बरेच महिने असे सिंचन चालू ठेवल्यास ज्याभागावरून हे शेणरसाचे पाणी बुंध्यात शोषले जाते त्या बुंध्याचा भागाची रुंदी वाढलेली दिसली. सर्वच झाडांबाबत असा अनुभव आला. त्यामुळे शेणरसाच्या प्रभावामुळे हे झाले असा आमचा समज झाला. परंतु, वनस्पतीच्या कायाशास्त्रानुसार समाधानकारक उत्तर मिळत नव्हते. वातावरण फारच कोरडे असल्यामुळे झाडांना जमिनीतून पाणी न देता ते बुंध्याला बांधलेल्या गोणीवर दिले गेले. संपूर्ण बुंधा गोणपाटाने गुंडाळून घेतला होता त्यात खते नव्हती व त्यावर पाणी ठिबकने दिले जात होते. मुख्य फरक असा की, त्यात शेणरसाचा अंतर्भाव नव्हता. बुंधा बारीक होता, गोणपाट सतत भिजलेल्या अवस्थेत ठेवला होता. प्रयोग होता म्हणून त्या प्रत्येक झाडांचा बुंध्याचा परिघ जमिनीपासून १२० सें. मी. अंतरावर मोजून ठेवला होता. झाडांचा परिघ २४ तासात दोनदा सुक्ष्मप्रमाणात कमी जास्त होत होता. हे बदल हवेच्या सापेक्ष आर्द्रतेनुसार होत असतात. कमी असेल तर कमी फुगणे व जास्त असेल तर जास्त फुगणे असे होत होते. ६ महिन्यात आश्चर्यकारक बदल बुंध्याच्या परिघात झाला. तो मोठा झाला होता. खताच्या वेळी जे फुगणे होते ते अभियमित होते परंतु, केवळ पाणी दिले तेव्हा फुगणे एक सारखे झाले होते. बुंध्याची उंची १५ फुट पर्यंत सारखी जाडी झाली. त्यावरील भागाला गोण गुंडाळणे शक्य नव्हते तरी प्रमाणाने त्या भागाचीसुद्धा रुंदी वाढलेली होती. असे आढळून आले की, जरी आपण शेतावरील आर्द्रता सुधारू शकलो नाही तरी अशा रितीने सिंचन केले तर लाकडाच्या शेतात झाडे चांगली मोठी होतात हे दिसून आले. त्याशिवाय झाडे दररोजच घुतली जात होती त्यामुळे त्यांच्यावर बुरशी इत्यादि व्याधीकारक जीवाणूंचा प्रभाव होत नव्हता. हा प्रयोग फळबागांवर करून तेथे कोणते परिणाम होतात ते पहावे लागेल. ह्या सिंचन प्रकाराला **बुंधा सिंचन** असे म्हणू या. आकृती पहा. आता पर्यंत आपण हवेतील दमटपणाचे चांगले परिणाम पाहिले. ह्या दमटपणाची वाईट बाजूसुद्धा समजून घेणे आवश्यक आहे. त्यासाठी प्रथम शेतावरील वातावरणाची सापेक्ष आर्द्रता मोजणे जमले पाहिजे, त्यासाठी काही अद्ययावत साधने मिळतात पण ती साधारण शेतकऱ्याला परवडणारी नसतात. त्यासाठी ठोकताळ्याची एक सोपी पद्धत मी येथे देत आहे. त्याबद्दल लेखांक १० मध्ये माहिती दिली आहे ती पहावी. उदाहरणातील शर्ट अथवा चड्डी सुकण्यास किती वेळ लागतो त्यावरून त्या हवेतील सापेक्ष आर्द्रता शेतकऱ्यास समजू शकते. त्यासाठी सापेक्ष आर्द्रता चार गटांत विभागली आहे. ३० ते ४० टक्के, ४० ते ६० टक्के, ६० ते ७५ व ७५ ते ९५ टक्के असे ते चार गट आहेत. हवेतील आर्द्रता पहिल्या गटाप्रमाणे असेल तर कपडे सुकण्यास तीन तासापेक्षा कमी वेळ लागतो. दुसऱ्या गटाप्रमाणे असल्यास ६ ते ७ तास लागतात, तिसऱ्या प्रमाणे ८ ते १० तास व चौथ्या प्रमाणे असल्यास २४ तासांहूनही जास्त वेळ लागू शकतो. कपडे सावलीत असावेत व तेथे वारा असता कामा नये हे लक्षात ठेवावे. ह्या वाचणीमुळे जो अंदाज होतो तो मोघम स्वरूपाचा असला तरी शेतकऱ्याच्या कामासाठी तो पुरेसा असतो. जर शेतकऱ्याचे

घर शेताच्या पंचक्रोशीत असेल तर घरी कपडे वाळण्यास किती वेळ लागतो ते पाहूनही तो तेथील सापेक्ष आर्द्रता काय आहे ते ओळखू शकतो. ह्यासाठी सुती कापडाचाच उपयोग करावा, टेरिलीन, नायलॉन अशा वस्त्राचा करू नये.

प्रत्येक पिकाची अशी सुयोग्य आर्द्रता असते, त्याप्रमाणे सापेक्ष आर्द्रता राखणे चांगले असते. त्यासाठी शेतकऱ्याला आपण कोणते पीक घेत आहोत ते पाहून त्या प्रमाणे आर्द्रता ठेवण्याचे काम करावे लागते. हे बोलणे सोपे आहे कारण शेतकऱ्याला ही सर्व माहिती मिळण्याची कोणतीही विश्वसनीय व्यवस्था आज उपलब्ध नाही. त्यासाठी काही ठोकताळे आहेत ते पाहूया. एक तर महाराष्ट्रात घेतल्या जाणाऱ्या बहुतेक पिकांसाठी सापेक्ष आर्द्रता ५० टक्के असली की चालते. सुदैवाने आपल्या येथे एवढी आर्द्रता पिकाच्या काळात म्हणजे खरीप व शरद ऋतुत पिकात नैसर्गिक रीत्या उपलब्ध असते. फळभाज्या, फळांवर येईपर्यंत ७० टक्के लागते. फळे धरल्यावर ती ५० टक्के असावी लागते म्हणजे रोग पडत नाहीत. खरीपात येणारी तृणधान्य कणीस फुटेपर्यंत ७० ते ८५ टक्के मानवते परंतु, कणसे आल्यावर आर्द्रता कमी होणे व ५० टक्के पर्यंत येणे आवश्यक असते. भाताच्या जातीतील पिकांना सुरुवातीला ९० टक्के किंवा जास्त लागते व भात लोंबी लागल्यावर ती ७० टक्के इतकी कमी असली तर उत्तम समजले जाते. एकंदर असे दिसून येते की कोणत्याही पिकाबाबत फळे घरे पर्यंत आर्द्रता जास्त लागते व फळे धरल्यावर कमी असावी लागते. तसेच फळे पूर्ण पिकण्याच्या वेळी ती आणखीन कमी असावी लागते म्हणजे फळात कीड पडत नाही व रोग पीडांचा प्रादुर्भाव होत नाही आणि फळांची चव सुधारते. कापूस व तंबाखू अशा पिकांतील खरीपाच्या वाणांना दमटपणा जास्त चालत नाही. ह्या पिकांना कोरडे हवामान मानवते त्या प्रमाणे शेताची व्यवस्था करावयाची असते.

वरील विवेचनावरून काही गोष्टी स्पष्ट होतात, बहुतेक सर्वच पिकांना रोपावस्था, बाल्यावस्था व तरुणावस्थेच्या पहिल्या काही काळात जास्त आर्द्रता मानवते. तरुणावस्थेच्या उत्तर काळात व शेवटी वातावरण कोरडे असेल तर रोगराई कमी होते. सुयोग्य आर्द्रता शेताच्या वातावरणात राखली तर रोगपीडा विरहीत शेती करणे शक्य असते. अनुकुलागरात आडोसे उभे करून ते साध्य करता येते. पिकांच्या रोपावस्था, बाल्यावस्था व तरुणावस्थेचा पहिला काळ ह्या अवधीत हवा फार कोरडी असली तरी रोग पडण्याची शक्यता असते. वातावरण अतिकोरडे असेल तर फवारा सिंचनाने व पॉलिभिंतीच्या मदतीने ते सुधारता येते. अति दमट असेल तर योग्य प्रमाणात पाण्याचा ताण देऊन ते सुधारता येते. ह्यासाठी शेतकऱ्याला चांगला अनुभव असावा लागेल. सततच्या प्रयत्नाने ते सहज साध्य होते असा शेतकऱ्यांचा अनुभव आहे. ह्या ठिकाणी अति, कमी व फार ही विशेषणे पिकाच्या अपेक्षित सापेक्ष आर्द्रतेच्या प्रमाणे आहेत. म्हणजे जे अति एका पिकाला असेल ते दुसऱ्या पिकाला कमी असू शकते हे समजून घ्यावे.

खालील विनात बुंध्याला गोणपाटाचे वेष्टण करून बुंध्या सिंचन कसे होत ते दाखविले आहे



बुंधा सिंचनाचे चित्र

अनुकुलागारातील जमिनीचे व्यवस्थापन

लेखांक १२ वा

गेल्या दोन लेखांमधून उघड्या अनुकुलागराची माहिती घेत आहोत. हा अनुकुलागराचा विषय पुढे येण्याचे प्रमुख कारण असे की, आपल्या महाराष्ट्रात जवळपास ७० टक्के पेक्षा जास्त शेतकरी अल्पभूधारक आहेत. त्यामुळे अशा छोट्या शेतकऱ्यांना कोणती शोतीची पद्धत विशेष उपयोगाची पडू शकेल त्याचा विचार व्हावयास पाहिजे. असा आग्रह ह्या शेतकऱ्यांकडून त्यांच्या पत्राद्वारा गेले काही महिने सतत चालू आहे. व्यावहारिक निसर्ग शोतीच्या तंत्रानुसार जर अशा छोट्या जमिनीचे व्यवस्थापन केले तर ह्या जमिनीतून नेहमीपेक्षा जास्त उत्पादन सहज मिळविता येते हे आता पर्यंत जे प्रयोग झाले व जे इतरत्र होत आहेत त्यांतून दिसून आले आहे. व्यावहारिक निसर्गशोतीतंत्रानुसार व्यवस्थापन करणाऱ्या बाबीतील वनभिंती किंवा हल्लीच्या काळातील सहज मिळणारे प्लास्टीकचे पडदे तसेच कंतान, नायलॉनच्या बारीक विणीच्या जाळ्या, ह्यांचा वापर करून पॉलीभिंती उभ्या करून शोताभोवती आडोसे उभे करावे कसे ते आपण आधीच्या लेखात पाहिले आहे. त्याचप्रमाणे पानमळा पद्धतीच्या हलक्या वनभिंतींचा वापर करून अतिशय कमी खर्चात किंवा तसे पाहिले तर अक्षरशः फुकट्यात आडोसे शोताभोवती कसे उभे करावयाचे हे पाहिले. ह्या व्यवस्थेमुळे कर्बग्रहण क्रियेला हवी असलेली स्थिर हवा व दमटपणा शोतांतून राखून पिकांच्या वाढीला मदत कशी होते त्याबद्दलच्या अनेक प्रश्नांचा साधारण विचार केला आहे. शोताच्या वाढीत कर्बवायूचे अनन्यसाधारण असे असलेले महत्व आपण विचारात घेतले. ह्या सर्व व्यवस्थापनातून जे घडते त्या व्यवस्थेला आपण उघडे स्वाभाविक अनुकुलागर असे नाव दिले आहे. हेच सर्व परिणाम, हल्ली महागड्या ग्रीन हाऊस तंत्राने मिळविता येतात. परंतु, भांडवली गुंतवणूकीच्या दृष्टीने जर पाहिले तर एक एकर जमिनीला ग्रीन हाऊस करण्यासाठी अदमासे ८० लक्ष ते एक कोटी रुपये एवढा खर्च अपेक्षित आहे. त्याउलट स्वाभाविक अनुकुलागराचा खर्च अदमासे ३० हजार रुपये एवढा अपेक्षित आहे. आपल्या येथे शोते एकमेकाला लागून असतात त्यामुळे एकच पॉलीभिंत दोन शेतकऱ्यांना उपयोगाची असल्यामुळे खर्च वाटून घेतला तर दोघांचा दुप्पट फायदा होतो ते वेगळे.

हे सर्व करीत असतांना शेतजमिनीच्या मशागतीचा विचार होणे आवश्यक असते. तो थोड्या प्रमाणात आपण ह्या लेखात करणार आहोत. थोड्या प्रमाणात म्हणण्याचे कारण, जमिनीचे व्यवस्थापन हा विषय शोतीच्या संदर्भात निरनिराळ्या विषयांची चर्चा करतांना पुनः पुन्हा चर्चेसाठी येणार आहे. उदा: पोषक द्रव्यांच्या दृष्टीकोनातून जमीन व्यवस्थापन, मुळांना ओलावा व ताजी हवा मिळण्याच्या दृष्टीकोनातून, जल पुरवठ्याच्या दृष्टीकोनातून, रोगपिडांच्या दृष्टीकोनातून, तण व पिकाव्यतिरिक्त इतर वनस्पतींपासून पिकाला त्रास होऊ नये म्हणूनचे अशा अनेक बाबींचा संबंध जमीन व्यवस्थापनाशी येत असतो. आपण ह्या सर्वांचा थोडा विचार करणार आहोत. थोडा म्हणण्याचे कारण, हे सर्व विषय पुर्णशाने अभ्यासावयाचे ठरविले तर ते एका अशा लेखातून शक्य होणार नाही. ह्या लेखात महाराष्ट्रातील शेतजमिनीच्या बाबत आढळून येतात असे काही विशिष्ट प्रश्न पहाणार आहोत. पहिला प्रश्न सदोदीत विचारला जातो तो असा की, कोणत्याही पिकाबाबत महाराष्ट्रातील एकरी उतारा नेहमीच इतर प्रांतांपेक्षा कमी कां असतो? शेतकऱ्याने कितीही चांगले बियाणे वापरले, खते, पाणी वगैरे व्यवस्था केली तरी उत्पादन विक्रमी कधीच येत नाही. त्यामानाने जगातील अनेक भागात त्याच पिकांचे खूप जास्त उत्पादन आणि ते सुद्धा सतत मिळू शकते. दुसरा प्रश्न पहिल्या प्रश्नाला

लागूनच येतो तो असा कीं, आपल्या कडील उत्पादनाची रुची सातत्याने दर्जेदार मिळत नाही. बेचव, स्वादहीन, पाणवट असणे हे दोष नेहमीच आढळल्यामुळे बाजारभाव चांगला मिळत नाही.

ह्या दोन प्रश्नांचा संबंध आपल्या जमिनीतील मातीशी बऱ्याच प्रमाणात आहे. जर मातीतील हे प्रश्न निर्माण करणारे दोष काढण्यात यश आले तर उत्पादनात सुधारणा झाल्यामुळे शेती अधिक फायदेशीर ठरून राहिल. त्यासाठी मातीतील कोणते दोष ह्याला कारणीभूत आहेत हे प्रथम समजून घ्यावे लागेल. सर्वच भूईपिकांसाठी निचऱ्याची जमीन मानवते. भात, ताग अशी काही जलपिके आपल्याकडे घेतात ज्यांना पाण्याचा निचरा आवश्यक नसला तरी पिकाभोवती पाणी तुंबून रहाणे त्यांनाही मानवत नाही. निचरा न झाल्यामुळे जमिनीचा वापसा बिघडतो तसेच वातन होऊ शकत नाही, परिणामतः मुळांना त्यांच्या श्वासोश्वासासाठी जो प्राणवायू हवा असतो तो मिळत नाही. कोणत्याही वनस्पतीच्या वाढीसाठी आणि तिच्यापासून दर्जेदार उत्पादन मिळण्यासाठी जसे कर्बवायूचे पानांना मिळणे अत्यावश्यक असते तितकेच आवश्यक असते मुळांना प्राणवायू मिळणे. कोणत्याही वनस्पतीची पाने व मुळे ही टोकाची अंगे असतात. मुळे मातीत पसरतात तर पाने वातावरणात. परंतु, त्यांच्या गरजांत पूर्ण भिन्नता असते. ती अशी, पाने कर्बवायूत श्वासोश्वास करतात व तेथे प्राणवायू नसणे जितके आवश्यक तितकेच मुळे प्राणवायूत श्वासोश्वास करतांना तेथे कर्बवायू नसणे आवश्यक असते. मुळांना आर्द्रतायुक्त प्राणवायू लागतो तर पानांना आर्द्रतायुक्त कर्बवायू लागतो.

मुळांना आर्द्रतायुक्त प्राणवायू मिळाला तर मुळांच्या सर्व पोषक द्रव्यांच्या बाबतच्या जीव-रसायनिक क्रिया यथोचित रित्या होतात. ते नाही झाले की वनस्पतीच्या उत्पादनावर व गुणवत्तेवर त्याचा वाईट परिणाम होत असतो. शेतात सेंद्रीय खते वापरली जातात ती शेतात दिल्यावर मातीत त्यांची उर्वरित कुजण्याची क्रिया चालू होते. त्यामुळे जमिनीत कर्बवायूचे प्रमाण वाढते. हा कर्बवायू मातीतील पाण्यात विरघळून कर्बाम्ल तयार होते, हे जमिनीतील खनिजे विरसवून (रासायनिक रित्या जिरवून) त्यांची वनस्पतीला आवश्यक अशा रसायनात रुपांतरे होत असतात. असे असले तरी बऱ्याच वेळा जास्त सेंद्रीय खतांमुळे जास्त कर्बवायू निर्माण होऊन तो मुळांभोवती जमा होतो कर्बाम्लाच्या स्वरूपात. त्याचा मुळांच्या पोषक द्रव्य शोषण्याच्या क्रियेवर विपरित परिणाम होतो. त्यासाठी हा कर्बवायू तेथून काढून टाकणे आवश्यक होते. वातन ह्या क्रियेने हे साध्य करता येते. तसे न केल्यास मुळांच्या जीव-रसायनिक क्रिया सुरू होऊन वनस्पतीचे आरोग्य बिघडते, तिला रोगपिडांचा त्रास सुरू होतो. प्राणवायूचा पुरवठा (आर्द्रतायुक्त) व्हावा म्हणून वापसा व कर्बवायूची विल्हेवाट लावण्यासाठी वातन ह्या क्रिया आवश्यक असतात. हे दोनही म्हणजे वापसा व वातन योग्यरित्या राखले तर त्या जमिनीत कोणतेही पीक उत्तम येते, असा अनुभव आहे.

हा वापसा व नंतर वातन चांगले रहावे म्हणून जी कामे शेतकरी करतो त्यासर्व कामांना एकत्र मिळून मशागत करणे असे म्हणतात. मोसमी पिकांच्या शेतीत लावणी करण्याआधी शेताच्या जमिनीची नांगरणी करतात. नांगरणीसाठी जो नांगर वापरतात त्याच्या फाळाची खोली तेवढी ठेवतात, जेवढे खोल त्या पिकाची

मुळं जमिनीत जातात. पहिला नांगर फिरविला की जमिनीची तेवढ्या खोलीची ढेकळे उचकटून काढली जातात व मोठ्या ढेकळ्यांनी शेत भरून जाते. त्यावरून पुन्हा नांगर फिरवला जातो व ती ढेकळे फोडून बारीक केली जातात. अशाप्रकारे जमिनीचा वरचा थर शोतीसाठी योग्य केला जातो. ह्याला मुळक्षेत्र तयार करणे असे म्हणतात. जोवर त्या पिकासाठीचे मुळक्षेत्र योग्य प्रमाणात सखिद्र आहे तोवर वापसा व वातन योग्य रहाणार हे निश्चित, म्हणजे चांगले पीक येणार हे सुद्धा निश्चित असे समजावे. हे झाल्यावर जमिनीमध्ये आलेला पृष्ठभागाचा खडबडीतपणा काढून टाकण्यासाठी सपाटी मारली जाते हे काम सुद्धा, सपाटीचा नांगर म्हणजे एक सपाट लाकडी पट्टी असते ती फिरवून, केले जाते. ह्याला काही ठिकाणी **कुळवणी** असे म्हणतात. कुळवणीनंतर **कोळपे** वापरून (हा एक लहान नांगर असतो.) जमिनीत सऱ्या व वरंबे तयार करतात. अशाप्रकारे पेरणी करण्याची पूर्व तयारी होत असते. सरी वरंबा म्हणजे सपाटी मारलेल्या शेतात समांतर अशा साधारण खोल वरी (सरी) व त्यामध्ये आपसुकच तयार होणारे उंचवटे अर्थात् वरंबे अशी रचना. ह्या व्यवस्थेमुळे चांगली सखिद्र जमीन तयार होते. नांगरणी बरोबर झाली आहे की नाही हे समजण्यासाठी बैल शेतात चालतांना त्याची खुरं मातीत किती रुततात ते पहावे. जितकी जास्त रुततील तितकी नांगरणी चांगली असे समजावे. त्यात नंतर बिया रुजण्यासाठी घातल्या जातात. बिया पेरण्यापर्यंतच्या सर्व कामाला **पूर्व मशागत** असे म्हणतात.

मशागतीचे प्रामुख्याने तीन प्रकार आहेत ते असे, यांत्रिक, रसायनिक व जीव-रसायनिक अथवा जैविक. नांगरणी, कुळवणी व कोळपणी ही यांत्रिक मशागतीची कामे ठरतात. त्यात रासायनिक खते व सेंद्रीयखते घालणे हे रसायनिक मशागतीत येते व शेतावर आच्छादन म्हणून नीम, करंज, एरंड, उंदीरमार (ग्लिरिसीडिया), निर्गुडी, सीताफळ, मोहरीचे ताटे वगैरे औषधी वनस्पतीची पाने व इतर भाग जसे पेंडी वगैरेने जमीन आंधरणे, शोणखत, खतरस वगैरेचे प्रयोजन करणे हे सर्व जीव-रसायनिक मशागतीत येते. अशाप्रकारे हे तीनही प्रकार एकमेकात सरमिसळ होऊन काम करीत असतात. परंतु व्यवस्थापनाच्या दृष्टीने हे तीन प्रकार वेगवेगळे विचारात घेऊन काम करावे लागते.

जोवर पाण्याचे सिंचन झाले नाही तोवर ती चांगली सखिद्र रहाते व एकदा सिंचन सुरु झाले की जमिनीची अवस्था बदलू लागते व तेथेच शेतीचे खरे गमक आहे. ते नियंत्रण करणे हेंच खरे शेतीचे काम ठरते व यशस्वी शेतकरी व अयशस्वी ह्यातील फरक येथे लक्षात येतो. जो शेतकरी हे जमिनीचे सखिद्रता नष्ट होणे यशस्वीरित्या थांबवतो अथवा त्याचा वेग कमी करतो तो यशस्वी होतो.

महाराष्ट्रातील बहुतेक जमीन विकणमाती व मुरुमाची आहे. ह्या दोनही प्रकारच्या मातीत पाणी पिऊन घेण्याचा गुणधर्म असतो. पाण्याच्या सानिध्यात ही माती खूप नरम होते. तिचा कडकपणा नाहीसा होतो. पाण्यातील पृष्ठीय ताणामुळे तिच्यातील कण एकमेकांकडे खेचले जातात. त्यानंतर पाण्यामुळे घर्षणाचा विरोध कमी झाल्यामुळे मातीचे कण खाली घसरू लागतात. ह्यासर्व प्रक्रियेचा परिणाम असा होतो की, पूर्व मशागतीत केलेल्या कामामुळे जी सखिद्रता मातीत निर्माण केलेली असते ती सावकाशपणे नष्ट होऊ लागते. ह्यातसुद्धा सिंचन कोठल्याप्रकारे आहे ते महत्वाचे ठरते. मोकाट सिंचन असल्यास हे फारच लवकर होते. नेमके सिंचन असल्यास

(पूर्वीची मोटाने पाणी शिंपण्याची पद्धत) थोडे सावकाशपणे होते, फवारा सिंचनात त्याहूनही जास्त सावकाशपणे व ठिबक अथवा धार सिंचनात त्याहूनही जास्त सावकाशपणे हे होत असते. म्हणजे शिंपण्याच्या प्रकारावरून मशागतीचे काम किती जास्त होणार ते ठरत असते. सच्छिद्रता नष्ट होऊन जमीन घट्ट होते व वापसा आणि वातन नष्ट होते. ह्या परिणामाला जमीन बसणे असे म्हणतात. हे होत असतांना जर दोन पाळ्यांत अंतर जास्त असेल व हवेत कोरडेपणा असेल तर आणखीन काही गोष्टी होत असतात. त्यांचा मुळांच्या वाढीवर अनिष्ट परिणाम होण्याची शक्यता असते. त्याची थोडी माहिती आता पाहूया. मोकाट सिंचनाने पाण्याची पाळी दिल्यावर सर्व मातीचा लगदा एकसरखा होतो. हा लगदा जणू सर्व शेतभर पसरलेला असतो. पुढे हवेतील कोरडेपणामुळे जमिनीतील पाणी बाष्पीभवन होऊन उडून जाते. असे होताना लगद्याला बारीक फटी पडून मातीच्या लगद्याचे असंख्य एकमेकांना विकटलेल्या ढेकळ्यांत रुपांतर होते. मातीतील पाणी जसे कमी होत जाते तसे मातीचे कण उरलेल्या पाण्यामुळे एकमेकाजवळ मोठ्या जोराने खेचले जातात आणि फार टणक असे गट्टे तयार होतात. बहुधा वनस्पतीची मुळे मातीत होणाऱ्या ह्या स्थित्यंतरामुळे त्या गट्ट्यात अडकतात व ज्या मोठ्या जोरामुळे मातीचे कण एकमेकाजवळ खेचले जातात त्यात सापडून विरडले जाऊन अकार्यक्षम होतात. हे बहुधा केशमुळांबाबत होत असल्यामुळे त्याचा वनस्पतीच्या पोषण क्रियेवर विपरित परिणाम होतो. परिणामतः पीकाचे नुकसान होत रहाते. दोन पाळ्यातील अंतराच्या एक तृतियांश काळात हा दोष निर्माण होतो व त्या काळात पिकाच्या वाढीवरसुद्धा वाईट परिणाम होण्याची शक्यता असते. पुन्हा सिंचन झाले की परिस्थिती सुधारते व वनस्पतीची वाढ होऊ लागते व पुन्हा थोड्या काळाने तेंव होत रहाते अशारितीने ही क्रिया पिकाच्या एकंदर उत्पादनक्षमतेवर अनिष्ट परिणाम करून रहाते.

शेतीच्या सुरुवातीला पूर्वमशागत करणे सोपे असते. शेताचे वावर मोकळे असते, सर्व हालचाली करणे सुलभ असते परंतु, एकदा वनस्पतीची वाढ झाली व रोपे वर आली की, परिस्थिती वेगळी होते. वाढत्या पिकात यांत्रिक मशागत करणे अवघड होते. अशा स्थितीत बसलेली माती पुन्हा उचकटणे पहिल्याप्रमाणे सोपे रहात नाही. त्यासाठी अगदी छोट्या आकाराचे कुळव्याचे औत असतात ते वापरावे लागतात. ते वापरून दोन सरीमधील वरंब्यावरून अथवा जर लावणी वरंब्यात असेल तर सरीमधून ते फिरवून मधली माती उचकटून सुटी केली जाते. ते शक्य नसेल तर पिकात उगवणाऱ्या तणांची काढणी करण्यासाठी जी खुरपणी, वखारणी केली जाते ती करावी लागते. बहुतेक करून प्रत्येक पाण्याच्या पाळी नंतर दुसऱ्या पाळी आगोदर दोन तृतियांश काळ अशी आंतर मशागत करावी लागते. पाणी जमिनीच्या पृष्ठभागावर सुकून मातीत बारीक चीरा पडू लागल्या की ही करणे आवश्यक असते. ह्या सर्व कामामुळे महाराष्ट्रातील शेती भारी कष्टाची झालेली आहे. मजुरांचा तुटवडा व मोठे शेत असे असेल तर रोपाच्या मुळक्षेत्रातील माती सुटी करण्याचे असे काम करणे बऱ्याच वेळी जमत नाही, व मग अशा वापसा बिघडलेल्या व त्यामुळे वातनसुद्धा खराब झालेल्या परिस्थितीतच पिकाची वाढ होत रहाते, अर्थात् ती निकोप होणे शक्य नसते आणि मग उत्पादन कमी व कमी प्रतीचे येते. काही व्यापारी मंडळी त्यावर विविध रसायने, फवारण्याची औषधे असे अनेक उपाय विकत असतात परंतु, त्यामुळे खरे उत्पादन होत नाही. फक्त शेतकरी ते विकत घेऊन फसत असतो, एवढेच. आता आपण जे खुरपणी, वखारणी अशी कामे

विचारात घेतली तो भाग आंतरमशागत म्हणून समजला जातो. शेतात एकंदर तीन मशागती होतात, त्या अशा, **पूर्व मशागत**, **आंतरमशागत** व **उत्तर मशागत**. उत्तर मशागत पिकाची काढणीच्या वेळी व नंतर करावयाची असते. मोक्याट सिंचनामुळे पिकाचे कसे नुकसान होते व मशागतीची कामे कशी वाढतात ते पाहिले. आता पावसाच्या पाण्यात काय होते ते पाहूया. म्हणजे मोक्याट सिंचनाची शेती जी कालव्यातून अथवा विंघन विहीरीतून घेतलेल्या पाण्याची असते ती व पावसाळ्यातील शेती ह्यातील फरक काय ते पाहणार आहोत. पावसाचे पाणी जे वातावरणातून हजार फुटापेक्षा जास्त उंचीवरून खाली येत असते त्यात हवेतील प्राणवायू बऱ्यापैकी विरघळलेला असतो. त्याशिवाय नत्रवायूसुद्धा मोठ्या प्रमाणात असतो असे पाणी जमिनीत भरले जाते तेव्हा वापसा बिघडत नाही, पावसाच्या पाण्यातून वांगल्याप्रमाणात तो मुळांना उपलब्ध होऊन पिकाचे पोषण उत्तमरित्या होत रहाते. त्यातील नत्रसुद्धा मुळांना मिळतो व नत्राची गरज भागल्यामुळे पिकांची वांगल्या प्रकारे वाढ होते हे दिसते. अशा पावसाच्या पाण्यात पिके चार ते पाच दिवस जरी बुडून राहिली तरी काही बिघडत नाही. अशा परिस्थितीत वापसा व वातन नसले तरी काही बिघडत नाही. जर पाणी त्यापेक्षा जास्त काळ थांबून राहिले व नवीन पाऊस पडत नसेल तर मात्र त्याचा परिणाम पिकावर झालेला दिसतो. आणि वापसा व वातन बिघडल्याची लक्षणे त्या पिकात दिसू लागतात. पावसाचे पाणी शेतातून वाहत राहिले व नवीन पावसाचे पाणी येत राहिले तर पीक उत्तम येणे अपेक्षित असते.

कालव्यातील तसेच विहीरीतील पाण्याचे तसे नसते. त्या पाण्यातील प्राणवायुचे प्रमाण अत्यल्प असते. बऱ्याच विहीरीतील पाण्यात प्राणवायू नसतो अशा परिस्थितीत जर असे पाणी पिकाच्या मुळक्षेत्राभोवती सावून राहिले तर ते मुळांच्या कार्यास बाधक ठरते. कालव्यातील पाण्यात विरघळलेला प्राणवायू थोड्याच काळात मुळांकडून वापरला जाऊन मग तसे पाणी प्राणवायू विरहीत व बऱ्याच वेळी कर्बवायूने युक्त झालेले असते, असे पाणी मुळांना त्यांच्या कामात त्रास दायक ठरते. हळी खोल विंघन केलेल्या विहीरीतून पाणी काढून तसेच ते ताबडतोब शेतात शिंपले जाते किंवा मोक्याट सिंचनाने दिले जाते त्यामुळे पिकाच्या मुळांना त्रास होत असतो. ह्या कारणाने वनस्पतीची रोग प्रतिकारक क्षमता नष्ट होते व मग सहजपणे पिकावर रोग पडतात. असे पाणी वापरण्याशिवाय गत्यंतर नसेल तर फवारा सिंचन व्यवस्था वापरणे श्रेयस्कर असते. किंवा असे पाणी शेतात उथळ टाकी बांधून त्यात काही काळ साठवून ठेवून मग वापरण्याची व्यवस्था असावी लागते. मुदा असा की, सिंचनाच्या पाण्यात प्राणवायू जास्तीत जास्त प्रमाणात विरघळलेला असणे पिकांसाठी अत्यावश्यक असते. जितका जास्त प्राणवायू विरघळलेला असेल तितके चांगले असे आहे. थंड पाण्यात प्राणवायू गरम पाण्यापेक्षा जास्त विरघळतो म्हणून सिंचनासाठी वापरावयाचे पाणी जितके कमी तप्त असेल तेवढे चांगले असते. ह्यासाठी वर सांगितल्याप्रमाणे जर शेतात पाण्याची टाकी बांधली तर तीवर छप्पर असावे जेणे करून टाकीतील पाणी दिवसा तापणार नाही. तसेच सिंचन रात्री करणे योग्य असते. आपल्या येथे हमखास पाणी मोक्याट दिले जाते व ते सुद्धा दुपारच्या उन्हात, त्यामुळे त्या पाण्यात प्राणवायू फारच कमी असतो, असे पाणी बराच काळ शेतात सांचून राहिले तर पिकाचे नुकसान होणे अपरिहार्य असते.

मोकाट पाणी देण्यामुळे जमिनीचा वापसा का बिघडतो व त्यामुळे शेताची उत्पादन क्षमता कशी कमी होते ते पाहिले. आता फवारा व ठिबक सिंचनाने पाणी दिल्यास आपल्या मातीतील दोषावर काय परिणाम होतो ते पाहू या. पाणी फवारा सिंचनाने दिल्यास ते लहानशा थेंबाच्या स्वरूपात मातीवर पडते त्याचा दाब निर्माण होत नाही व रिमझिम पाऊस पडावा असे ते असते. त्या शिवाय हवेतील प्राणवायू त्यात विरघळत असतो व म्हणून प्राणवायू व नत्रवायूनी संपृक्त असे झालेले हे पाणी पिकाला फायदेशीर ठरते. फवारा सिंचन पूर्णतया निर्दोष होण्यासाठी फवाऱ्याचे प्रमाण प्रति मिनीट काय असावे ते ठरवावे लागते. जर मातीच्या पाणी जिरवण्याच्या वेगापेक्षा जास्त वेगांने ते दिले गेले तर शेतात तळी साचून मोकाट सिंचनाचे दोष त्यात येतात. ह्या करतां एक गोष्ट पाहिली पाहिजे की, फवारा पडत असतांना शेतात तळी सांचत नाहीत. जर असे होत असेल तर पाण्याचे प्रमाण कमी करावे अथवा सतत फवारणी न ठेवता अथून मधून राहिल असे करावे. जेणेकरून केव्हाही शेतातील माती ओली राहिल पण भिजलेली व अथून मधून डबकी सांचलेली असे होणार नाही. एवढी काळजी घेतल्यास असे फवारा सिंचन उत्तम आहे असे समजले जाते. साधारणपणे मोसमी पिकाला एकरी प्रतिदिवशी ६००० ते १२००० लिटर एवढे पाणी लागते. हे, पिक व हवेतील सापेक्ष आर्द्रता ह्यांवर अवलंबून असते.

फवारा सिंचन दररोज करावयाचे असते तर मोकाट सिंचन काही दिवसाच्या अंतराने करण्याची पद्धत असते. त्यात जमीन पाण्याने संपृक्त करण्याचे धोरण असते. हे जमीन पाण्याने संपृक्त करण्याचे धोरण व्यावहारिक निसर्गशेतीच्या तंत्रानुसार अत्यंत चुकीचे असे समजले जाते. शेतात तळी सांचतील असे फवारा सिंचन सदोष असल्यामुळे त्याचे फायदे मिळत नाहीत. जर योग्य प्रकारे फवारा सिंचन होत असेल तर मातीची सच्छिद्रता बिघडत नाही व वापसा आणि वातन चालू राहिल्यामुळे पिकाला त्याचा फायदा होतो. मोकाट सिंचनात प्रत्येक दोन सिंचनामध्ये वखारणी, कुळवणी असे माती सैल करण्याचे काम करावे लागते त्याला मजूरी पडते व एकंदर खर्च वाढतो. ह्यावरून एक गोष्ट स्पष्ट होते ती अशी की केवळ फवारा सिंचन बसवले की झाले असे नाही तर ते योग्यरित्या वापरणे हे त्याहूनही जास्त महत्वाचे असते. ह्या सर्व गोष्टींचा संबंध वापसा व वातन ह्यांच्याशी आहे हे लक्षात घेतले पाहिजे.

ठिबक सिंचनाचा आता विचार करू या. ठिबक सिंचनामुळे शेताची सच्छिद्रता अजिबात बिघडत नाही. म्हणून ह्या सुक्ष्म सिंचन पद्धतीचा प्रसार जलद आपल्या येथे झाला. तेथे उत्पन्न वांगले आलेले दिसते. ह्याचा अर्थ महाराष्ट्रात ठिबक सिंचन व्यवस्था सर्वाथाने योग्य आहे असा मात्र समज करून घेऊ नये. वापसा व वातन ह्या दृष्टीकोनातून ते वांगले असले तरी इतर काही बाबीत ते सदोष ठरते ते कसे ते पाहिले पाहिजे. महाराष्ट्रातील जमीन मुरुमाड व विकण असल्यामुळे हे सर्व निरीक्षण योग्य असले तरी जर जमीन पोयट्याची, रेटाड असेल तर मोकाट सिंचन वांगले काम करते व तेथे ठिबक सिंचन अयोग्य ठरते हे लक्षात घेऊन वरील विवेचन आपण अभ्यासले पाहिजे. म्हणजे कोणतीही एक सिंचन व्यवस्था सर्वाथाने सर्वोत्तम असे काही नसते. जमीन पाहून तिची सिंचन व्यवस्था ठरवावी.

आता महाराष्ट्रातील जमिनीतील एक प्रकार आहे चोपण जमिनीचा, त्याचा विचार करू या. जमीन चोपण कां होते ते प्रथम आपल्याला पाहिले पाहिजे. जमिनीचा चोपणपणा दोन प्रकारचा असतो. पहिला प्रकार आहे, स्वाभाविक चोपण असण्याचा, दुसरा प्रकार आहे, सिंचनातून क्षारयुक्त पाणी सातत्याने जमिनीला दिल्यामुळे येणारा. हा दुसरा प्रकार खोल विंघण केलेल्या विहीरीतून पाणी उपसून सिंचन केल्यामुळे जमिनीत निर्माण होत असतो. पहिल्या प्रकाराचे कारण अशा जमिनीत मुळातच सोडियमचे क्षार असतात, जसे, सोडियम क्लोराईड, सोडियम सल्फेट, सोडियम कार्बोनेट इत्यादि. स्वाभाविक चोपण जमिनीत सिंचन केल्याने (विशेष करून मोकाट) काय होते ते पाहू या. मातीत अॅल्युमिनियम सिलिकेट हा मुख्य घटक असतो. त्याबरोबर क्लिष्ट अशी रसायनिक रचना असलेली कॅल्शियम, सोडियम, पालाश, लोह, लिथियम, मॅग्नेशियम, बेरियम इत्यादि ह्यांची संयुगे असतात. पाणी दिले की, पाण्यातील हॅड्रोक्साईड घटाचा सिलिकेट घटाशी अर्ध-रसायनिक संयोग होऊन हायड्रेट तयार होते. हायड्रेट होतांना माती फुगते. सोडियमचा समावेश त्यात असल्यास माती केवळ फुगून रहात नाही तर ती पाण्यात विरघळण्याचा प्रयत्न करते. ह्यामुळे माती खूपच जास्त फुगते व त्यातील सच्छिद्रता संपूर्णतया नष्ट होते. त्यामुळे दोन अनिष्ट गोष्टी होतात त्या अशा, मातीत पाणी रासायनिक जोराने धरून ठेवले गेल्यामुळे ते वनस्पतीच्या मुळांना उपलब्ध होत नाही व दुसरे असे की, सच्छिद्रता नष्ट झाल्यामुळे वापसा व वातन बिघडते. असे होते की जमिनीत पाणी असूनही शेताला पाणी न मिळाल्यागत पिके सुकून जातात. कितीही पाणी दिले तरी ते सर्वच पाणी माती पकडून ठेवत असल्यामुळे पिकाला मिळत नाही. त्याचवेळी वापसा व वातन नाहीसे झाल्यामुळे मुळांची वाढ आणि इतर कामे बंद पडतात. जमीन नापीक होते. कोणतेही पीक अशा जमिनीत घेणे दुरापास्त होते. काही तण मात्र त्याही परिस्थितीत वाढतात म्हणून अशी जमीन कुरणासाठी चालते. हा चोपणपणा जमिनीच्या वरच्या भागात असतो म्हणून ज्या पिकांची मुळ खोल जाणारी असतात ती पिके अशा जमिनीत तग धरतात परंतु, त्यांची उत्पादन क्षमता अत्यंत कमी असते. फळबागा व वनीकरणासाठी तसेच चराई अशा कामासाठी अशा जमिनी वापरता येतात. स्वाभाविकपणे चोपण जमीन सुधारणे व शेतीसाठी योग्य करणे आव्हानात्मक असते. बऱ्याच वेळी त्यात यश येत नाही असा अनुभव आहे. जमीन चोपण किती आहे त्यावर ती शेतीसाठी वापरावयाची कां नाही ते ठरत असते. जेवढी जास्त चोपण तेवढी जास्त नापीक असे समजले जाते.

क्षारयुक्त पाण्याने सतत सिंचन केल्यामुळे दुसऱ्या प्रकारतील चोपण होते ते काहीवेळा दुरुस्त करता येते. अशा क्षारयुक्त पाण्याचा वापर केल्यामुळे महाराष्ट्रातील बऱ्याच शेतजमिनी चोपण होऊन नापीक झाल्या आहेत. क्षारयुक्त पाणी सिंचनाने दिल्यामुळे मातीतील कलिली गुणधर्मांमुळे तिच्यात सोडियम धरून ठेवला जातो. सोडियम मातीत असल्यामुळे ती माती चोपण होते. हे विकणमाती असलेल्या जमिनीतच होत असते व तशीच माती महाराष्ट्रात आहे.

चोपण दोष अशा जमिनीतून काढण्यासाठी योग्य प्रमाणात जिप्सम ह्या खनिजाच्या मात्रा द्याव्या लागतात. जिप्सम मधील कॅल्शियमचा संयोग मातीशी होऊन सोडियम सल्फेटच्या स्वरूपात मातीत धरलेला सोडियम मोकळा होतो व जमीन चोपण रहात नाही. हा सल्फेट पाण्यात विरघळत असल्यामुळे तो पाण्यात

विरघळून निचरा होऊन शेतातून निघून जातो. स्वाभाविक चोपण जमिनीसुद्धा अशारितीने सुधारता येतात.

मातीतील आणखीन एक दोष महाराष्ट्रातील जमिनीत दिसून येतो तो निचरा न होण्याचा आहे. जेव्हा मातीत विकण भाग जमिनीच्या मधल्या अथवा खालच्या थरात असतो तेव्हा हा दोष आढळतो. योग्य व्यवस्थापन करून त्याचे नियंत्रण करता येते ते पाहूया. मुरुम व विकणमाती जेव्हा घट्ट होते तेव्हा त्यातून पाणी झिरपणे अशक्य होते. गांवतळी, रानतळी असे जे तलाव आपण पाहतो ते अशा घट्ट झालेल्या मातीच्या थरामुळे झालेले असतात. बऱ्याच ठिकाणी शेतातील मातीत असे थर जमिनीच्या खालच्या स्तरात स्वाभाविकपणे तयार झालेले असतात. त्यामुळे शेताला दिलेले पाणी अथवा पावसाचे जास्तचे पाणी निचरा होऊन जात नाही. अशा जमिनीला पाणबोदड जमीन असे म्हणतात. त्याशिवाय जमीन चोपण असल्यास सुद्धा निचरा होणे अवघड होते. निचरा होणे चांगल्या जमिनीचे एक लक्षण आहे. निचरा न झाल्यामुळे जमिनीचा वापसा बिघडतो तसेच वातन क्रियासुद्धा बंद होऊन मुळांच्या कार्यात अडचणी येतात. कमी निचरा असलेल्या जमिनी महाराष्ट्रात जास्त आहेत त्याकारणाने महाराष्ट्राचे एकरी उत्पन्न कमी असते. निचरा कमी अथवा फार कमी असलेल्या जमिनीत कोणते उपाय करता येतील ते आता पाहू या.

स्वाभाविकपणे निचरा कमी असेल म्हणजे खालील स्तरात विकणमाती व मुरुमाचे घट्ट झालेले थर असतील तर शेतात हे थर किती खोलवर आहेत त्याचा अंदाज प्रथम घेऊन त्यापेक्षाही खोल जातील असे वर शेतात खणावयाचे असतात. असे वर शेताच्या सीमेवर असणे चांगले असते किंवा जेव्हा शेत विस्तीर्ण असेल तेव्हा मधून जाणारे वर खणावे लागतात. वरांची रुंदी किती पाण्याचा निचरा करावयाचा आहे त्याप्रमाणे ठरवावी लागते. हे वर एकमेकांना जोडणे शक्य असल्यास चांगले असते. शेवटी ह्या वरांतील पाणी शेतातच खोदलेल्या निचऱ्याच्या विहीरीत सोडावयाचे असते. अशी विहीर चांगली खोल म्हणजे कातळापर्यंत असावी. असे केले तर जमिनीचा निचऱ्याचा गुण सुधारतो व पिकात फायदा होतो. निचऱ्याच्या विहीरीत जमलेले पाणी पुन्हा सिंचनासाठी वापरता येत असल्यामुळे पाण्यात मोठी बचत होते. काही शेतकरी कमी निचऱ्याच्या शेतात ठिबक सिंचन व्यवस्था बसवतात त्यामुळे निचऱ्याचा प्रश्न निकाली निघतो. जर योग्य प्रमाणात सिंचन होत असेल तर फवारा सिंचनव्यवस्था सुद्धा चांगली काम करते. मोकाट सिंचनात मात्र वर दिलेली वर करण्याची व्यवस्था आवश्यक असते. हे वर माती कोसळून भरतात तसे झाले की त्यांची क्षमता कमी होते ह्यासाठी हे वर चांगल्या स्थितीत ठेवणे हे एक काम करावे लागते, त्यामुळे मजुरी खर्च वाढतो. काही उद्योग निचऱ्यासाठी सख्खि नळ जमिनीच्या खाली घालण्याचा उपाय सांगतात परंतु, त्याचे परिणाम विशेष परिणामकारक दिसत नाहीत.

क्षारयुक्त पाणी दिल्यामुळे जेव्हा शेतात चोपण दोष येतो तेव्हा प्रथम क्षारयुक्त पाणी न देण्याचा प्रयत्न करणे हे आवश्यक असते. त्याशिवाय जिप्समच्या मात्रा देऊन मातीतील चोपण काढून टाकावयाचे असते असे करून शेताचा चोपण दोष काढावा लागतो. सिंचना आधी असे पाणी जिप्समच्या मदतीने क्षारमुक्त करणे हा एक मार्ग असतो.

अनुकुलागाराचे व्यवस्थापन तरंग परिणाम व जमिनीचे शुद्धीकरण

लेखांक १३ वा

सतत अनेक वर्षे मोकाट पाणी देण्यामुळे काही जमिनीमधून खारफुटीचा दोष आढळून येतो, त्याची कारणे आता आपण ह्या लेखात पहाणार आहोत. अनेक वर्षे सतत मोकाट पाणी देऊन शेती करतांना मातीतील एकत्र मिसळलेले जड व हलके असे विविध घटक वेगळे होण्याची क्रिया सुरु होते. त्याला "तरंग परिणाम" असे म्हणतात. इंग्रजीत त्याला बॉयन्स इफेक्ट म्हणतात. तरंग परिणामाची माहिती आधीच्या एका लेखात आली आहे तरीसुद्धा पुन्हा येथे देत आहे. मोकाट पाणी शेताला दिल्यामुळे निचरा कमी असल्यास पाणी शेतात साचून रहाते. त्यात मातीतील घटकांचे एकप्रकारचे मिश्रण तयार होते. अशा परिस्थितीत मातीतील वजनाला हलके घटक पाण्याच्या सानिध्यात एकंदर कणाकणा मधील घर्षण कमी झाल्यामुळे जमिनीच्या पृष्ठभागाकडे सरकू लागतात. ही क्रिया अत्यंत सावकाशपणे होत असते. अनेक वर्षांच्या मोकाट पाणी देण्यामुळे जमिनीतील जड घटक म्हणजे रेती व विकण माती जमिनीच्या मधल्या थरात ढकलले जातात. म्हणजे हे सर्व एकाच वेळी होत असते व त्यामुळे मातीतील जड घटक व हलके घटक सावकाशपणे वेगळे होऊन जमिनीत एके काळी एकसंघपणे असलेले हे सर्व घटक निरनिराळ्या थरात रुपांतरीत होतात. त्यामुळे जमिनीच्या वरच्या थरात हलके घटक ज्यात क्षार, सेंद्रीय पदार्थ, वरच्या पृष्ठभागाकडे सरकून रहातात व जड घटक म्हणजे रेती, दगड, विकण माती हे मधल्या व खालच्या थरात जाऊन वेगळी थराची रचना तयार होते. ह्या तरंग परिणामामुळे जमिनीत मधल्या थरात विकणमातीचा एक अभेद्य थर तयार होतो व त्याखाली त्यापेक्षा जड असे रेती व दगडाचे थर तयार होतात. असे झाल्यावर निचरा होण्याचा गुण आणखीनच कमी होतो व पाणी न जिरल्यामुळे जमीन पाणबोदड होते. त्याच प्रमाणे हलक्या घटकांतील क्षार घटकांमुळे पिकाचे मुळ क्षेत्र बिघडते. बऱ्याच ठिकाणी विंघन विहीरीतून पाणी उपसून ते मोकाटपणे दिले जाते. त्यात असलेले क्षार तरंग परिणामामुळे जमिनीच्या वरच्या थरात थांबतात व त्यामुळेसुद्धा शेताची कार्यक्षमता बिघडते.

आपल्या येथे जो वापसा बिघडण्याचा दोष आहे त्याला मी माती बसणे असे म्हणतो, त्याचे निराकरण असे करता येईल की, तरंग परिणामामुळे जसे हलके घटक जड घटकांपासून वेगळे होतात तसे जड घटकातील कण एकमेकांना अधिक चांगल्या प्रकारे विकटून बसतात. त्यामुळे मातीतील सच्छिद्रता नाहीशी होते. वापसा हा गुण मातीतील सच्छिद्रतेवर अवलंबून असतो. मातीचे कण घट्टपणे एकत्र बसल्याने तो नष्ट होतो. मातीतील सच्छिद्रता नाहीशी झाल्यामुळे वापसा जसा बिघडतो तसा वातन हा गुणसुद्धा नाहीसा होतो व मुळांना प्राणवायूचा पुरवठा होणे थांबते. हे सर्व थांबवण्यासाठी अशा जमिनीत पुनः पुन्हा नांगरणी करणे आवश्यक होते. मातीतील कणांना एकमेकांपासून दूर ठेवण्यासाठी तंतूमय सेंद्रीय पदार्थाचा उपयोग होतो. त्यासाठी सुका पालापाचोळा ह्याचे खत अथवा केवळ चूर्ण मातीत घातले तरी चालते. सुक्या पालापाचोळ्यात तंतूमय भाग ४० ते ५० भाग असतो व उरलेला बहुधा काष्ठांग घटक (लिग्नीन) असतो. दोनही घटक मातीतील घट्टपणा कमी करण्याचे काम करतात व म्हणून त्यांची योग्य मात्रा देणे श्रेयस्कर असते. अशारितीने सच्छिद्रता राखणे शक्य होते. विशेष म्हणजे हा पालापाचोळा कुजण्याची गरज नसते. केवळ नांगरणी करतांना तो घालून नांगरणी करावी म्हणजे झाले.

त्यासाठी लाकडाचा भुसा, नारळाच्या शेंबीचे तंतू, सामान्य पालापाचोळा, बारीक केलेली शेंगदाण्याच्या टरफलाचे चूर्ण, तांदळाच्या गिरणीतील तूस असे अनेक पदार्थ वापरता येतात. साधारणपणे एका एकराला २० टन (अदमासे ४५ खटारे) एवढा असे सुके खत वापरावे. मोकाट सिंचनापेक्षा नेमके सिंचन केले तर तरंग परिणामाचा प्रभाव कमी होतो. दोन मोसमानंतर हे सुके खत कर्ब वायूच्या रुपाने नष्ट होते म्हणजे दर दोन वर्षाने एकदा असे खत नांगरणी करतांना घालणे आवश्यक असते. हे अशारितीने कां वातावरणात निघून जाते ते समजणे शेतकऱ्याला आवश्यक आहे म्हणून त्याची थोडी माहिती करून घेऊ या. आपला देश उष्णकटिबंधातील आहे त्यामुळे आपल्या देशाचे वातावरण व तापमान नेहमीच उष्ण असते. त्याच प्रमाणे जमिनीचा वरील थर सुद्धा सूर्याच्या उष्णतेमुळे २०° सेंटिग्रेड पर्यंत तप्त असतो. बऱ्याच वेळा त्याहूनह जास्त गरम असतो. हे तापमान सेंद्रीय पदार्थांच्या विघटन क्रियेस चांगले असते. त्यामुळे शेतात मिसळलेला सेंद्रीय पदार्थ फार लवकर कुजून जातो. त्याच्यातून कर्ब, वायूच्या रुपाने बाहेर पडून वातावरणात मिसळतो. शीत व समशितोष्ण कटिबंधातील देशात तो अशारितीने लवकर निघून जात नाही. अशामुळे मातीतील सेंद्रीय कवरा व खत लवकर नष्ट होत असते. असे झाल्याने मातीतील ढोबळ सच्छिद्रता नाहीशी होते. आणि वापसा व वातन हे गुण बिघडतात. पाण्याचा निचरा होण्याचा गुणसुद्धा बिघडतो. सेंद्रीय घटकांतील काष्टतंतू वर्ष दोन वर्षांतून कर्बवायू होऊन वातावरणात जातो व काष्टांग (लिग्नीन) चार ते पाच वर्षांत नष्ट होतो. जो थोडा उरतो तो ओलसारकाच्या रुपाने जमिनीत कायम अनेक वर्षे तसाच राहतो, परंतु तेवढ्या अल्प प्रमाणात असलेला कर्ब (ह्याला जैविक कर्ब असे म्हणतात) शेतीच्या दृष्टीने परिणामकारक ठरत नाही. त्याकरता आपल्या येथे पुनः पुन्हा सेंद्रीय घटकांची मात्रा देत रहावे लागते. काही सांगतात की, शेतात तयार होणारा तेवढाच सेंद्रीय कवरा शेतात घालून काम भागते, परंतु ज्यावेळाने कर्ब सूर्याच्या उष्णतेमुळे उडून जातो त्याचे प्रमाण पाहिले तर बऱ्याच वेळा असे करून काम भागत नाही तर आणखीन जास्त सेंद्रीय घटक शेतात घालणे आवश्यक ठरते. शीत व बऱ्याच समशितोष्ण कटिबंधातील शेतात (जपान, युरोप असे देश) असे न घालता काम भागते कारण त्या भागात जमीन तापत नाही व सदैव थंड रहात असल्यामुळे जमिनीतील सेंद्रीय व जैविक कर्ब बराच काळ तसाच राहू शकतो. म्हणजे जे शेतीतंत्र त्या भागात योग्य ठरते ते तंत्र आपल्या येथे अयोग्य ठरते हे लक्षात घेतले पाहिजे. जमिनीतील सेंद्रीय कर्ब सावकाशपणे वायू होऊन नाहीसा होत असतो ती क्रिया चोवीस तास चालत असते. दिवसाच्या सहा तासातील अशारितीने बाहेर पडणारा कर्ब वायू वनस्पतीला कर्ब ग्रहणाच्या क्रियेने मिळत असतो व इतर काळातील कर्बवायू वातावरणात निघून जातो. विशेष करून जर शेतावर वारे वहात असतील तर हा कर्बवायू निश्चितपणे वाया जातो. त्याची भरपाई करण्यासाठी पुन्हा बाहेरचा सेंद्रीय कवरा-खत अशा गोष्टी घालून करावी लागते. तसे नाही केले तर जमिनीचा पोत बिघडून वापसा व वातन ह्या क्रिया पाहिजे तशा होत नाहीत व शेतीवर त्याचा विपरित परिणाम होतो. शेतीत कराव्या लागणाऱ्या सर्व गोष्टींमागे काही निश्चित कारणे असतात हे लक्षात घेऊन ती कारणे समजून घेऊन जर आपण शेतीची कामे केली तर बरे असते. उगाच कोणी काही सांगतो म्हणून काही करणे बऱ्याच वेळी नुकसानकारक ठरण्याची शक्यता असते. जमिनीतून विघटन क्रियेने बाहेर येणारा कर्बवायू **शीत कर्बवायू** समजला जातो व तो कर्बग्रहण क्रियेच्या दृष्टीने उपयुक्त असतो. शेताभोवती वनभित्त अथवा बारीक जाळीची कनात उभी करून वाऱ्याने तो वाहून जाऊ नये म्हणून व्यवस्था केली

तर रात्रीच्या वेळी बाहेर आलेला कर्बवायू दुसऱ्या दिवशी पिकाला मिळण्याची शक्यता असते. तसे शक्य झाले म्हणजे पिकाची वाढ उत्तम होते.

सेंद्रीय कवरा व खत ह्यांचा वापर ज्यांना करता येईल त्यांनी तो करावा. परंतु, महाराष्ट्रात ह्या गोष्टींचा सुद्धा मोठा तुटवडा आहे. त्यामुळे बऱ्याचशा अल्पभूधारक शेतकऱ्यांना आपल्या जमिनीचा निचरा सुधारण्यासाठी हे पदार्थ न मिळण्याची शक्यता आहे. त्यासाठी इतर पर्यायी उपायांचा येथे आपण विचार करणार आहोत. महाराष्ट्रात औष्णिक विद्युत निर्मिती केंद्रे आहेत. त्यामध्ये दगडी कोळसा इंधन म्हणून वापरला जातो. हा दगडी कोळसा पूर्णपणे जाळला जातो व अखेरीस त्याची राख उरते. फार मोठ्या प्रमाणात ती आज उपलब्ध आहे. ही राख म्हणजे प्रामुख्याने सिलीका असते. इतर घटक अत्यल्प स्वरूपात असतात परंतु, येथे आपण फक्त सिलीका ह्या घटकाचाच विचार करणार आहोत. असे आढळून आले आहे की, जर ही राख निचरा नीट न होणाऱ्या मातीत व्यवस्थित मिसळली तर त्या मातीचा निचरा करण्याचा गुण सुधारतो. निचरा उत्तम झाल्यामुळे पिकाचा दर्जा सुधारतो कारण वातन व वापसा दोन्ही सुधारतात. असा समज होईल की, ते खत आहे पण तसे समजू नये, ही राख मातीचे गुण सुधारते म्हणजे शेतीच्या दृष्टीने निचरा हा गुण उत्तम आहे व तो त्या मातीला राखेमुळे प्राप्त होतो एवढाच काय तो फायदा. हेक्टरी ५० ते ६० टन इतकी राख घालता येते. हे प्रमाण मातीचा निचराचा गुण किती खराब आहे त्यावर अवलंबून असते. विशेष म्हणजे अशी राख फक्त एकदाच घालावी लागते. त्या नंतर अनेक वर्षे ती जमिनीला त्या अवस्थेत ठेवू शकते.

प्रथम नांगरण करून ढेकळे फोडून माती सैल करावी व नंतर पुन्हा नांगर फिरवून माती बारीक करावी. त्यानंतर सपाटी मारल्यानंतर ही राख एक थर त्या सपाटी मारलेल्या जमिनीवर पसरावी, आता पुन्हा नांगर मारून ती मातीत एकजीव मिसळेल असे करावे. एकदा ही मेहनत करावी लागते त्यानंतर बरीच वर्षे त्याचा फायदा मिळत रहातो.

जमिनीचा निचरा सुधारण्यासाठी लेखांक तीन मध्ये प्लास्टिकच्या कॅरीबॅगच्या शेवया व जुन्या टायरचा बुका करून वापरावयाची माहिती दिली आहे. उपलब्ध आकडेवारी प्रमाणे १ कोटी वीस लक्ष हेक्टर जमिनीला सुमारे तीन कोटी टन एवढा प्लास्टिकचा व रबराचा चुरा द्यावा लागेल. आपल्या कडील ह्या कचऱ्याचे प्रमाण पहाता जरी सर्व कवरा बारीक करून शेतात रीतसरपणे दिला तरी कित्येक वर्षे हे अभियान चालू ठेवावे लागेल. ह्या विवेचनावरून एकट्या महाराष्ट्राच्या जमिनीचा प्रश्न किती अवाढव्य आहे ह्याची कल्पना येईल. कोणत्याही एका पर्यायाने हा प्रश्न सुटणारा नसल्यामुळे अधिक पर्यायांचा शोध करावा लागेल.

आपल्या येथील जमिनीत सामु बदलण्याचा एक गुणधर्म आढळून येतो. काही जमीन अम्ल प्रवृत्तीच्या आहेत तर काही विम्ल प्रवृत्तीच्या असतात. चांगल्या पिकासाठी जमिनीचा सामु साधारण म्हणजे न आम्ल वा न विम्ल असा असावा लागतो. ह्यासाठी काही गोष्टी कराव्या लागतात. त्याची माहिती आता आपण करून घेणार आहोत. अम्ल जमिनी साधारण करण्यासाठी तीमध्ये चुनकळीची निवळी सिंचनातून देण्याची पद्धत आहे व विम्ल जमीन असल्यास नांगरणी करतांना तीत जिप्समचे (शाडूचे) चूर्ण मिसळण्याची शिफारस करतात. त्याशिवाय काही रासायनिक खतेसुद्धा वापरून हे साध्य करता येते. निसर्ग शेतीत ह्यासाठी सेंद्रीय खते वापरण्याची शिफारस करतात. चुनकळी अथवा जिप्समचा वापर करण्यापूर्वी माती

परिष्कारण करून नेमके किती घालावयाचे ते प्रमाण तज्ज्ञांकडून ठरवून त्यानंतरच ते करावयाचे असते. ह्यात परिष्कारणात चुका होऊन जमिनीचे नुकसान होण्याची शक्यता असते.

व्यावहारिक निसर्गशेतीत सेंद्रीय कवरा आच्छादनाने शेतात घावयाचा असतो. अशा रितीने दिलेले आच्छादन जर हिरव्या कवऱ्याचे असेल तर सावकाशपणे कुजून त्यातील सेंद्रीय आम्ले मातीत मिसळतात व जर जमीन विम्ल असेल तर ती सुधारते. जर तो कवरा सुका असेल तर त्यातील विम्लसा, सालार्क हे त्यावर सिंचनाचे पाणी पडल्यावर मातीत मिसळतात व ही द्रव्ये आम्लता आढोख्यात आणतात. क्रिया नैसर्गिक असल्यामुळे त्याचे प्रमाण कमीजास्त होण्याने फारसा बिघाड होत नाही व म्हणून ही क्रिया अधिक श्रेयस्कर असते. आच्छादनासाठी शेताभोवती वाढवलेल्या वनभिंतीतील पालापाचोळा वेळोवेळी काढून वापरता येतो.

जमिनीत सोडियमचे क्षार जास्त झाल्याने ती जमीन चोपण होते म्हणजे माती तीला दिलेले पाणी अशा प्रकारे घरून ठेवते की, ते पिळाला उपलब्ध होत नाही. अशी जमीन विम्ल सामु दाखवते व तिला सुधारण्यासाठी जिप्समचा उपयोग करावा लागतो. जिप्समचे योग्य प्रमाण दिल्याने सोडियमची जागा कॅल्शियम घेतो व सोडियम पाण्यातून निघरा होऊन निघून जातो व जमिनीचा चोपण गुण दुरुस्त होतो. जिप्समच्या वापरामुळे जमिनीला गंधक हा एक महत्वाचा घटक उपलब्ध होतो. जमिनीचा चोपणगुण सेंद्रीय खतांचा वापर करून अथवा सेंद्रीय कवरा आच्छादन देऊन सुधारत नाही त्यासाठी जिप्समची मात्रा देणे आवश्यक असते. बऱ्याच वेळा कुपविहीरीतील क्षारयुक्त पाण्याचा (मचूळ पाणी) सतत वापर सिंचनासाठी केल्यामुळे हा चोपण गुण जमिनीत येत असतो. त्यासाठी असे पाणी वापरतांना काही काळजी घ्यावयाची असते त्याची माहिती आपण नंतरच्या लेखातून घेणार आहोत.

व्यावहारिक निसर्गशेतीत जमिनीचे शुद्धिकरण करण्याची संकल्पना असते त्यानुसार काही विशिष्ट उपाययोजना करून ते साध्य होते. शुद्धिकरणामुळे होणारे फायदे असे आहेत, पिकाची वाढ जोमाने होते, रोगपिडांचा प्रादुर्भाव कमी होतो अथवा बिलकूल होत नाही, जे फळ अपेक्षित असते ते योग्य आकारमानाचे व चवदार असते आणि टिकाऊ असते. शुद्धिकरणामुळे जमिनीत सकारात्मक जिवाणूंची वाढ होते व विकारी जिवाणूंच्या वाढीवर नियंत्रण होते. जे जीवाणू वनस्पतीच्या वाढीस मदत करतात त्यांना सकारात्मक म्हणतात व जे रोग कारक असतात त्यांना विकारी म्हणतात. मशागत सर्वच शेतकरी नियमितपणे करीत असतात परंतु आपण करीत असलेली मशागत नेमके काय साध्य करते ते जर त्याला नाही समजले तर ती मशागत चुकीच्या पद्धतीने होण्याची शक्यता असते. जमिनीचे शुद्धिकरण हे मशागतीच्या कामाचे शास्त्रीय नांव आहे. मशागतीतून कायसाध्य करावयाचे ते असे, पोषकद्रव्यांच्या दृष्टीकोनातून जल पुरवठा, मुळांना आर्द्रता व ताजी हवा मिळणे हे असतात. रोगपिडांच्या दृष्टीकोनातून तण वगैरे आगंतुक अशा इतर नको असलेल्या वनस्पतींचे नियंत्रण हे येतात. मशागतीत नांगरणीचे महत्त्व अनन्यसाधारण असते. त्यामुळे जमिनीचे वातन व वापसा हे गुण सुधारतात त्याच बरोबर इतर अनेक कामे होत असतात.

शेतात सेंद्रीय कवऱ्याचे आच्छादन केले जाते व जर फवारा सिंचन असेल तर ते सावकाशपणे कुजून मातीत एकरूप होत असते. हे होत असतांना त्यातून कर्बवायू

बाहेर येत असतो तो पिकाला मिळतो. त्याचवेळी कुजणाऱ्या कवऱ्यात अनेक जीवाणू वाढत असतात व त्यांचे जीवनकार्य वनस्पतीच्या वाढीला मदत करीत असते. म्हणजे, एकाच उपाययोजनेने अनेक उद्देश साध्य केले जात असतात म्हणून आपण लक्षात घेतले पाहिजे की, कोणतीही एक क्रिया इतर उद्देशांना सुद्धा कमी-जास्त प्रमाणात पुरक ठरते की नाही हे शेतकऱ्याला पहायचे असते.

आपण नेहमी पहात असतो की, काही जमिनी फारच सुपीक असतात व अगदी काहीही न करतासुद्धा त्यातून चांगले पीक येते. त्याच प्रमाणे काही जमिनी कमी उत्पन्न देणाऱ्या असतात. कितीही काही केले तरी त्यातून उत्पन्न मिळत नाही, थोडक्यात आपण अशा जमिनीला नापीक जमीन असे म्हणतो. हे असे कां होते हा प्रश्न शास्त्रज्ञांना नेहमीच पडत असे, पुढे सूक्ष्म जीवशास्त्र विकसित झाले व त्यामुळे हा सुपीक, कमी सुपीक व नापीक असा फरक कशामुळे पडतो हे स्पष्ट झाले. प्रत्येक जमिनीच्या रचनेत जे खनिज घटक असतात त्यांचा अभ्यास विस्तारपूर्वक माती परिक्षणामधून शोथितज्ञ नेहमी करीत असतात. परंतु, त्यामातीच्या नमुन्यातील विविध सकारात्मक व विकारात्मक जीवाणूंच्या तुल्यबळाचा पहिजे तेवढा अभ्यास हे तज्ञ करीत नसत. जर तो केला गेला तर काही जमिनी इतर जमिनीपेक्षा अधिक सुपीक कां? त्याचे स्पष्टीकरण मिळू शकते. जमिनीतील जीवाणूंचे महत्व लक्षात न आल्यामुळे सुपीकतेचे कारण वातावरण असावे असे कारण हे तज्ञ देत राहिले. परंतु, एकाच प्रदेशात काही भाग सुपीक व काही कमी सुपीक असे आढळल्याने, वातावरणापेक्षा अधिक महत्वाचे दुसरे कारण असले पाहिजे हे स्पष्ट झाले. सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या प्रदीर्घ अभ्यासानंतर हे जीवाणू कां व कशी जमीन सुपीक करतात ते अखरे त्यांना समजू लागले.

हे जीवाणू जमीन सुपीक किंवा नापीक कशी करतात ते आता पाहूया. जमिनीत अनेक प्रकारचे जीवाणू असतात. त्यात मातडी प्रजातीचे जीवाणू महत्वाचे असतात. त्यांच्या नावावरून लक्षात येते की हे जीवाणू प्रामुख्याने मातीशी संबंधित असतात. त्यांच्या अनेक उपप्रजाती असतात. काही मातडी (ॲक्टिनोमायसटीस) सकारात्मक तर दुसरे काही विकारात्मक असतात. मातडी जीवाणूंच्या मातीतील अनेक भूमिका माहीत झालेल्या आहेत. त्यातील विशेष महत्वाची भूमिका आहे ती अशी, हे मातडी जीवाणू वनस्पतीने मुळांद्वारा जे व्यर्थ द्रव्य सोडलेले असते त्याचे विघटन करून ते वनस्पतीला उपयुक्त अशा अवस्थेत आणणे. वनस्पतीच्या चयापचय क्रिया होत असतात त्यामुळे व्यर्थ द्रव्य तयार होते ते वनस्पती तिच्या मुळांद्वारा मातीत सोडत असते. ह्याबद्दलची अधिक माहिती अभ्यासक्रमाच्या पहिल्या पुस्तकात आहे ती पहावी.

व्यर्थद्रव्याची अशारितीने विळेवाट लावणे म्हणजे एका अर्थाने जमिनीचे शुद्धिकरण करण्याचेच कार्य ते करीत असतात. ह्यात असे काम करतांना काही मातडी प्रजाती जे विघटन करून द्रव्य निर्माण करतात ते वनस्पतीला पोषक असतात तर इतर काही प्रजाती जे विघटन करतात त्यामुळे त्रासदायक पदार्थ उत्पन्न होतात व जमीन सुपीक होण्याऐवजी खराब होते. हे त्रासदायक पदार्थ बहुधा मादक गुणधर्माचे असतात त्यामुळे वनस्पतीच्या वाढीला मारक ठरतात. अनेक बुरशीजन्य व विषाणूकारक व्याधी, ह्या मादकद्रव्यामुळे, वनस्पतीत होऊन पीक तोट्यात जाते असा अनुभव आहे.

काही म्हणतील अशा परिस्थितीत सकारात्मक जीवाणूंची मोठी मात्रा देऊन हा प्रश्न सोडविता येईल, परंतु ह्याबाबत जे प्रयोग झाले आहेत ते अयशस्वी ठरले आहेत. ह्याचा अर्थ एकाद्या जमिनीची जीवाणू स्थिती (मायक्रोबियल स्टेटस) बाह्य

प्रयत्नाने बदलता येत नाही. तरीसुद्धा ह्यासाठी जे काही प्रयोग झाले आहेत त्यांची माहिती आपण येथे थोडक्यात करून घेणार आहोत. विशेष उल्लेख करण्यासारखा प्रयोग आहे तो गांडुळशेतीचा. ह्या प्रयोगात जमिनीतील स्वाभाविकपणे आढळणारे गांडुळ वाढवून अथवा बाहेरून गांडुळ जमिनीत वाढविले जातात. गांडुळांच्या वास्तव्यामुळे ती जमीन शुद्ध होत रहाते. ते कसे होते ते असे, गांडुळांची संख्या प्रति घनमीटर एक अथवा तीन असावी. गांडुळ वनस्पतीने सोडलेले व्यर्थद्रव्य विल क्षणरित्या आत्मसात करतो, आणि त्याच्या बदल्यात वनस्पतीला आवश्यक अशी रोगपीडा विरोधक द्रव्ये सोडतो. त्या उपयुक्त द्रव्यात महत्वाचे असते ते अँक्टीनोमायसेटीन हे प्रतिजैविक असते. ह्या प्रतिजैविकामुळे मुळांना होणारे रोग टाळले जातात व त्याशिवाय मातीत सकारात्मक जीवाणूंची वाढ होण्यास मदत होते.

असा अनुभव आहे की, जमिनीतील जीवाणू वाढवणे हे बाहेरून गांडुळ आणून वाढवण्यापेक्षा अधिक श्रेयस्कर असते. जमिनीचा जैविक कर्ब २ ते ३ टक्के राखला व त्याबरोबर मातीत ओलावा राहिल असे केले तर जमिनीच्या खोलभूगर्भातील स्थानिक गांडुळ मातीच्या पृष्ठभागावर येऊन जमिनीचे शुद्धीकरणाचे काम करू लागतात. बहुधा हे गांडुळ रात्रीच्या अंधारात व थंड परिस्थितीत वर येऊन पुन्हा पहाटे दिवसाचा प्रकाश येण्याआधी आत जातात. असे गांडुळ मातीत आहेत का ते त्यांची विष्टा गुठल्यांच्या स्वरूपात आढळल्याने दिसून येते.

त्यासाठी व्यावहारिक निसर्गशेतीत आच्छादनाने सेंद्रीय कर्ब देऊन त्याद्वारा जमिनीचा सेंद्रीय कर्ब २ टक्क्याच्यावर नेण्याची शिफारस केलेली आहे. प्रत्यक्षात असा आजवरचा अनुभव आहे की, बाहेरून गांडुळ आणून ते वाढविण्याचे प्रयोग सहसा यशस्वी होत नाहीत. त्यासाठी आच्छादनाने सेंद्रीय कर्ब देऊन त्याद्वारा जमिनीतील स्वाभाविकपणे असलेले गांडुळ जमिनीच्या वरच्या थरात आकर्षित करणे हाच पर्याय अधिक व्यवहार्य ठरतो. ह्या पद्धतीने जमिनीचे शुद्धीकरण जैविकरित्या करता येते. परंतु, त्यालाही काही मर्यादा आहेत. काही जमिनीत कोरडवाहू प्रदेशात खोल भूगर्भातसुद्धा गांडुळ नसतात. त्यामुळे कितीही चांगले व्यवस्थापन केले तरी त्या जमिनीत न आतून गांडुळ येत व बाहेरून घातलेले गांडुळ टिकत नाहीत. महाराष्ट्राच्या शेती क्षेत्रातील येणारी जमीन ६० टक्के अशा प्रकारची आहे. तसेच बऱ्याच जमिनीतील मातीचा थर पातळ असतो व खाली कातळ असतो अशा परिस्थितीत गांडुळ जमिनीत पाळणे दुरापास्त होते. अशी जमीन १० टक्के आहे म्हणजे ७० टक्के जमीन गांडुळांच्या प्रयोगाच्या दृष्टीने अयोग्य आहे. अशा जमिनीच्या शेतकऱ्यांना इतर प्रकारांचा वापर करावा लागतो. ह्या इतर पर्यायांत रासायनिक पर्याय स्वस्त व चांगला गुणकारी आहे व त्याला पर्यावरणाचे नुकसान न करता वापरता येते. म्हणून त्या पर्यायाची शिफारस व्यावहारिक निसर्ग शेतीच्या तंत्रात करण्यात आली आहे. ह्या ठिकाणी एक गोष्ट आपण लक्षात घेतली पाहिजे व ती ही की, प्रत्येक पर्यायाला त्याच्या उपयुक्ततेची मर्यादा असते. म्हणजे सर्व परिस्थितीत उत्तम असा एकच पर्याय नसतो. ह्यासाठी कोणत्याही जमिनीचे शुद्धीकरण करण्यासाठी परिस्थितीप्रमाणे एकापेक्षा जास्त पर्याय वापरून पहाणे योग्य असते. दोन, तीन पर्यायांचे उत्तम नियोजन करून शेताचे शुद्धीकरण करणेच चांगले असते. हे पर्याय कसे निवडावे ते समजले तो उत्तम शेतकरी ठरतो.

जमिनीच्या शुद्धीकरणाचे जे विविध पर्याय आज वापरात आहेत त्यांची वर्गवारी करून आपण आता त्यांचा थोडा परिचय करून घेणार आहोत. ते असे,

१) गांडुळांच्या मदतीने, २) रसायनांच्या मदतीने, ३) औषधी व तशाच सेंद्रीय द्रव्यांच्या मदतीने, ४) यांत्रिक साधनांच्या मदतीने, व ५) मिश्रपिके घेऊन. असे पांच पर्याय आहेत. त्यांची योग्य निवड करणे हे शेतकऱ्याचे खरे कसब असते. ह्यातील गांडुळांच्या पर्यायाचे आपण पाहिले, यांत्रिक साधनात नांगरणी, कोळपणी, वखरणी, खुरपणी ह्या क्रिया येतात. ह्या क्रियांमुळे जमिनीचा वापसा व वातन सुधारते व जमिनीत प्राणवायुचा पुरवठा सुधारतो. त्यामुळे शुद्धिकरण होते. प्राणवायुचा पुरवठा वाढल्यामुळे जमिनीतील सकारात्मक जीवाणू अधिक कार्यक्षम होतात व त्या प्रकारे जमिनीचे शुद्धिकरण होत असते. इतर शुद्धिकरणाच्या पर्यायांचा खुलासेवार विचार करण्याआधी शेतकरी मला जो एक प्रश्न नेहमी विचारतात त्या बदल थोडे लिहीतो.

आपल्या येथे काही वर्षांपासून जपानी तज्ज्ञ फुकुओका ह्यांच्या पद्धतीने शेती करण्याबाबत बराच प्रचार होत आहे. त्याबाबतचा हा प्रश्न आहे. त्या विचारसरणीप्रमाणे रासायनिक खते, नांगरणी अशा कोणत्याही क्रिया ज्यांना आपण शेताची मशागत असे म्हणतो त्या न करतां म्हणजे विना मशागत शेती करण्याचा विचार फुकुओकांनी दिला व त्याचा सर्व जगभर फार बोलाबाला झाला. मला शेतकऱ्यांनी माझी ह्या महत्वाच्या विषयावरील प्रतिक्रिया विचारली आहे व ह्याबाबतचे प्रश्न अनेक लोकांकडून सतत आणि पुनः पुन्हा विचारले गेल्यामुळे मला असे वाटते, ह्या विषयावर मी माझे मत देणे आवश्यक आहे.

फुकुओकाने ज्या पद्धतीने शेती करण्याचे सांगितले आहे ते पहाता असे वाटते, त्यांनी काही गोष्टी गृहीत धरलेल्या आहेत. त्या गोष्टी अशा,

- १) जमिनीचा वापसा व वातन स्वाभाविकपणे राखले जाणार आहे.
- २) जमिनीत फक्त सकारात्मक जीवाणूंचे प्राधान्य राहणार आहे.
- ३) जमिनीत पाण्याचा निचरा योग्य प्रकारे होत आहे.
- ४) जमिनीच्या मातीची जलधारणा (त्या पिकासाठी) योग्य आहे.
- ५) शेतावरील वातावरणाचा वाफसा (सापेक्ष आर्द्रता) योग्य आहे.
- ६) शेतावरील वातावरणात योग्य प्रमाणात शीतकर्बवायुचा पुरवठा होत आहे.
- ७) शेतावरील वातावरणात दिवसाच्या प्रहरी वारे जोराने वाहत नाहीत.
- ८) शेताला योग्य सूर्यप्रकाश व पाणी मिळणार आहे.

जर ह्या आठ गोष्टी आपोआप व्यवस्थित राखल्या जाणार असतील तर आपण जी मशागतीची विविध कामे वरील गोष्टी अनुकूल व्हाव्या म्हणून करतो त्या करण्याची आवश्यकता नसेल. आणि मग अशा अतिसुंदर जमिनीत फुकुओकाच्या सांगण्या प्रमाणे शेती करणे शक्य होईल. परंतु, ग्यानब्याची मेख ह्यातच आहे, की, वरील ८ गोष्टी इतक्या सहाजपणे निसर्गतः पूर्णांशाने साध्य होतील असे कधी होत नाही. अपवादात्मक एकादे शेत असे असू शकेल पण म्हणून तो परिपाठ समजून स्वीकारला तर अनर्थ होईल. ह्या विवेचनातून आणखीन एक बाब दिसते ती ही की, मशागतीच्या कामांची व्याप्ती ह्या आठ कारणांच्या पूर्ततेत असते. शेतात कोणत्याना कोणत्या एकाची तरी कमी आढळते व त्यानुसार त्या बाबतचे मशागतीचे काम करावे लागतेच.

महाराष्ट्रात सुमारे एक कोटी ब्याऐशी हजार हेक्टर जमिनीत शेती होत आहे. त्यातील फार थोड्या म्हणजे सुमारे १ लक्ष हेक्टर जमिनीच्या बाबत परिस्थिती जरी पूर्णांशाने नाही तरी काही प्रमाणात वरील गोष्टींच्या बाबत जमीन अनुकूल असल्याचे आढळून येते. अशा जमिनीला आपण सुंदर जमीन म्हणूया व इतर जमिनीला कुरूप. ज्या नशीबवान शेतकऱ्याला अशी जमीन मिळाली तो फुकुओकाच्या सांगण्यानुसार शेती करू शकेल. बाकीच्या सर्व शेतकऱ्यांना उरलेल्या

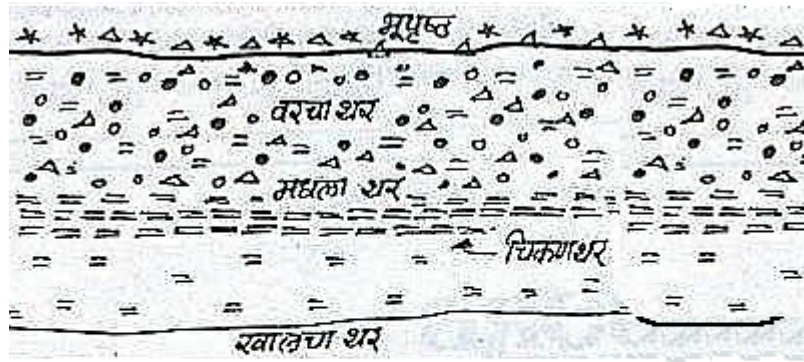
म्हणजे कुरूप जमिनीवरच शेती करावयाची आहे. शेतीच्या शास्त्रानुसार महाराष्ट्राची जमीन मुळातच शेतीची नाही, ती कुरणाची आहे. म्हणून सर्व हिंदुस्थानात एकट्या महाराष्ट्रात धनगरांच्या जास्तीत जास्त वस्त्या आहेत. येथील शेतकऱ्यांनी मोठी मेहनत करून जमीन शेती योग्य केली आहे व ती तशी राखण्यासाठी शेतकऱ्याला सतत प्रयत्न करावे लागत आहेत. महाराष्ट्रातील जमिनीबाबत असे आढळून येते, पहिल्या चार गोष्टींबाबत येथील जमीन अतिशय खराब आहे व त्यासाठी त्या बाबतची मशागतीची कामे सतत करणे आवश्यक होते. म्हणून जर कोणत्या शेतकऱ्याला फुकुओकाच्या पद्धतीने शेती करावी असे वाटत असेल तर त्यांनी प्रथम वरील आठ गोष्टींच्या बदल शेताची काय परिस्थिती आहे ते तपासावे व जर त्यासर्व गोष्टी आपसूकपणे शेतात होत आहेत हे सिद्ध झाले तर खुशाल त्या पद्धतीने शेती करावी. नाहीतर मोठे अपयश येईल.

पुढील लेखात आपण जमिनीच्या शुद्धिकरणाच्या विविध पर्यायांचा सविस्त अभ्यास करणार आहोत.



◆ क्षारफुल, चिकण, सेंद्रीय घटक, चुनखडी, जिप्सम व इतर खनिजे जमिनीत सारखी विखुरलेली आहेत असे ह्या चित्रात दाखवले आहे.

वरच्या व मधल्या थरातील घटकांची साधारण रचना दाखवणारे चित्र



अनेक वर्षे मोक्यात सिंचन केल्यामुळे जमिनीतील घटक तरंग परिणामाने कसे स्तराच्या अवस्थेत जातात ते दाखवणारे चित्र

अनुकुलागरातील जमिनीचे शुद्धीकरण

लेखांक १४ वा

मागील लेखात आपण जमिनीच्या शुद्धीकरणाची थोडी माहिती करून घेतली. ह्या लेखात जास्त तपशिलात जाऊन थोडी जास्त माहिती करून घेणार आहोत. जमिनीच्या शुद्धीकरणाचे जे विविध मार्ग आज प्रचलित आहेत ते मागील लेखात दिले आहेत. परंतु सोयीसाठी ते पुनः येथे देत आहे. ते असे, १) गांडुळाच्या मदतीने जमिनीचे शुद्धीकरण, २) रसायनाच्या मदतीने शुद्धीकरण, ३) औषधी व इतर सेंद्रीय पदार्थांचा वापर करून शुद्धीकरण, ४) यांत्रिक साधनांचा वापर करून शुद्धीकरण, ५) मिश्रपिके घेऊन त्याद्वारा शुद्धीकरण. असे हे पांच प्रमुख मार्ग आहेत.

गांडुळाच्या मदतीने जमिनीचे शुद्धीकरणावर बऱ्याच तज्ज्ञ मंडळींनी वेळोवेळी लिहीले आहे. त्यात डॉ. भवाळकर ह्यांचा मोठा हात आहे हे सर्वांना माहित आहेच. त्याशिवाय डॉ. जांभेकर व डॉ. राहुडकर अशा मंडळींनी गांडुळ कशा प्रकारे शेतात कसे वाढवावयाचे ह्याची माहिती दिलेली आहे. डॉ. राहुडकरांनी ह्या विषयावर पुस्तके सुद्धा लिहीली आहेत. म्हणून मी त्या भागावर येथे लिहून पुनरुक्ती करू इच्छित नाही. असे जरी असले तरी गांडुळामुळे जमिनीचे शुद्धीकरण कसे होते ह्यावर कोणीही सविस्तरपणे लिहीलेले नाही. म्हणून ते आता आपण येथे पहाणार आहोत. गांडुळाचे जमिनीतील व्यवहार पहाता त्यांत चार गोष्टी विशेष महत्वाच्या आहेत. त्या अशा,

१) गांडुळाचे चलन चलन जमिनीच्या मथल्या व वरच्या थरात सतत होत असते. त्यामुळे जमिनीत सच्छिद्रता निर्माण होते. अशारितीने निर्माण झालेली ढोबळ सच्छिद्रता वातन क्रियेस मोठी मदत करीत असते. मुळांना ताजी हवा त्यामुळे सतत मिळत रहाते, तसेच पाण्याचा निचरा होण्यास मोठी मदत होते. ह्याचा परिणाम मुळांच्या वाढीवर चांगला होतो व पीक चांगले वाढते. रोगपीडांचा प्रादुर्भाव कमी होण्यास त्यामुळे मदत होते.

२) गांडुळ जमिनीतील रोगकारक जीवाणुंचा फडशा पाडतात. त्या बरोबर काही सकारात्मक जीवाणू सुद्धा खातात. गांडुळ रोगकारक जीवाणू व त्यांची अंडी खात असल्यामुळे जैविक दृष्ट्या जमीन शुद्ध होत असते. एका घनफूटात ३ अशा प्रमाणात गांडुळ असल्यास संपूर्ण शेतजमिनीचे सतत शुद्धीकरण होत असते.

३) गांडुळांच्या विष्टेत अॅक्टिनोमायसेटीन (मातटी) नांवाचे प्रतिजैविक असते. त्यांचे वनस्पतीच्या मुळांतून सरळ शोषण, निवडक पारगम्यतेच्या नियमानुसार, होत असते. वनस्पतीत हे प्रतिजैविक सर्व मुळांतून पसरते. त्यामुळे वनस्पतीचे अनेक रोगांपासून स्वाभाविकपणे संरक्षण होत असते. विशेष करून बुरशीजन्य रोगांपासून परिणामकारक संरक्षण मिळाल्यामुळे अशा पिकांवर संरक्षक फवारण्या मारण्याची गरज राहत नाही.

४) गांडुळांच्या विष्टेत आणखीन दोन घटक असतात त्यांचा एकत्रित परिणाम पिकांवर दिसून येतो. त्या दोन पदार्थांची नांवे अशी, इर्गस्टेराईड (ह्या बरोबर इतर स्टेराईड्स जसे, कोलेस्टेराईड व स्टिग्मास्टेरोल मिसळलेले असतात) आणि आरडेनिन. ह्या स्टेरोल वर्गातील द्रव्यांचा व आरडेनिनचा फायदा पिकांच्या मुळांना असा होतो किं, मुळांचे जमिनीतून स्फुरदाचे शोषण सहज साध्य होते व वनस्पतीची जीवनसत्व निर्मिती सुधारते. त्याच प्रमाणे हे पदार्थ पेशीच्या जैविक वाढीवर सरळ परिणाम करीत असल्यामुळे पिकांची वाढ जोमात होत रहाते व येणारे

पीक (फळे, धान्य वगैरे) चवदार व उत्तम दर्जाची होतात. आणखीन एक मोठा फायदा असा किं, पिकाची रोग प्रतिबंधक शक्ति सुधारते.

कृत्रिमरित्या ही द्रव्ये देऊन शास्त्रज्ञानी प्रयोग करून हे सिद्ध केले आहे. तरीसुद्धा गांडुळांच्या मध्यमातून ही मिळविणे केव्हाही श्रेयस्कर ठरते. कृत्रिमरित्या देतांना त्यांची मात्रा कमी जास्त होण्याची शक्यता असते. मातीविना शेतीत (हायड्रोपोनिक्स) गांडुळांचा वापर करणे शक्य नसल्यामुळे ह्यांच्या मात्रा कृत्रिमरित्या दिल्या जातात. कदाचित, गांडुळाचे पाणी वापरून तेथे सुद्धा हे साध्य होते कां ते पहावे लागेल. कृत्रिमरित्या वापरणे केव्हाही खूप खर्चिक असल्यामुळे ते आपण टाळणेच जास्त योग्य ठरेल.

सेंद्रीय कार्बनचे प्रमाण जमिनीत जास्त झाले किं, विकारात्मक जीवाणू व मोठे कीटक ह्यांची संख्या सुद्धा वाढते व त्यामुळे जमिनीची पोषकता सुधारण्या ऐवजी उलट कमी होते असे आढळून आले आहे. त्यासाठी हिशोबा बाहेर असे सेंद्रीय घटक शेतात टाकू नयेत. निसर्ग शेतीची स्तुती करणारे लोक सेंद्रीय कवरा व खत देण्याचा आग्रह करतात परंतु, ह्या सेंद्रीय कार्बनचे प्रमाण किती असावे हे कधी विचारात घेत नाहीत. सेंद्रीय घटकांचे प्रमाण सुरक्षित मर्यादित राखले नाही तर ह्या सेंद्रीय घटकांमुळे पिकाला फायदा होण्याऐवजी नुकसान होण्याची मोठी शक्यता असते. येथे मर्यादा तत्वाचे महत्व लक्षात येईल.

आता आपण गांडुळाने जमिनीचे शुद्धीकरण करणाऱ्या पद्धतींच्या मर्यादा व त्यांचा आवाका ह्यांची माहिती थोडक्यात करून घेणार आहोत. सर्व शुद्धीकरणाच्या पद्धतींची माहिती पाहिल्यावर त्यांच्या बऱ्या वाईट गुणांची तुलना करून पहाणार आहोत. त्यामुळे शेतकऱ्याला आपल्या अनुकुलागराचे व्यवस्थापन करतांना निरनिराळ्या परिस्थितीत काय केले पाहिजे ते ठरविणे सोपे जाईल. गांडुळाच्या सहाय्याने जमिनीचे शुद्धीकरण करण्याचे दोन प्रकार वापरात असल्याचे दिसून येते. त्याची प्रथम माहिती लक्षात घेऊया. एका प्रकारात गांडुळ खत व गांडुळ व त्याची अंडी शेतात पेरली जातात व ह्या प्रकारे गांडुळांची वाढ शेतात केली जाते. दुसरा प्रकार व्यावहारिक निसर्गशेतीचा आहे, त्यात गांडुळांची शेतात नैसर्गिक रित्या वाढ करण्याचा प्रयत्न केला जातो. स्वाभाविक रित्या गांडुळांची वाढ होण्यासाठी शेतात दोन गोष्टी असणे आवश्यक असते. एक म्हणजे शेतात योग्य प्रमाणात ओलावा असावा लागतो व दुसरे, शेताचा जैविक कर्ब २ % असावा लागतो, किंवा सेंद्रीय कर्ब ६ ते ८ % असावा लागतो. त्यासाठी सेंद्रीय खताची योग्य मात्रा गरजेनुसार घावी लागते. जर सेंद्रीय कवरा आच्छादनाने शेतात दिला तर त्याचे जागेवर कुजून खत होऊन त्याप्रकारे यथावकाश जमिनीचा कार्बन घटक सुधारत असतो. अर्थात् त्याला बराच वेळ लागतो. ह्या दोन गोष्टी म्हणजे, जमिनीत ओलावा व योग्य प्रमाणात जैविक कर्ब, असतील तर बाहेरून गांडुळ आणून घातले नाही तरी पावसाळ्यात नैसर्गिक रित्या अशा शेतात गांडुळ तयार होतात. असे गांडुळ त्या शेतातील स्वाभाविकपणे तयार झालेले असल्यामुळे ते जास्त वांगल्या रितीने शेताचा पोत सुधारण्यास मदत करतात. जर ह्या गोष्टी नाही केल्या व बाहेरून गांडुळ आणून घातले तर ते फार काळ शेतात टिकत नाहीत व पुनः पुनः गांडुळांची मात्रा घावी लागते. केवळ गांडुळ खत घातले म्हणजे झाले, असा एक गैरसमज आहे तो सोडावा. ओलावा व योग्य प्रमाणात जैविक कर्ब असल्यावर पावसाळ्यात गांडुळ कसे व कोठून येतात ते अजूनही कोणाला समजलेले नाही. एक स्पष्टीकरण असे देतात किं,

पावसाळ्यात जमीन पूर्णपणे भिजल्यामुळे तिच्यातील ढोबळ सख्खिता पाण्याने पूर्णपणे भरली जाते व त्यामुळे खोल भूगर्भातील गांडुळ वरती जमिनीच्या पृष्ठभागावर येतात व नंतर वरील भागात ओलावा व योग्य जैविक कर्ब ह्या त्यांना आवश्यक असलेल्या दोन गोष्टी सातत्याने उपलब्ध असल्यामुळे ते तेथेच राहतात. हे स्पष्टीकरण पटण्यासारखे आहे म्हणून ते येथे दिले आहे. अशारितीने एकदा गांडुळ शेताच्या पृष्ठभागातील थरात राहू लागले किं, त्यांचे नित्याचे व्यवहार तेथे चालू होतात. ह्या नित्य व्यवहारात येणाऱ्या गोष्टी दोन असतात, जमीन पोखरणे व उत्सर्जन क्रियेने विविध उपयुक्त द्रव्यांचे विसर्जन जमिनीत करणे. त्यामुळे जमिनीचे शुद्धीकरण होत रहाते. आपण आताच जैविक कर्ब व सेंद्रीय कर्ब असे दोन प्रकार विचारात घेतले त्यांची थोडी अधिक माहिती पहाणार आहोत. ह्या दोनात नेहमीच गोंधळ होत असतो. तो होवू नये म्हणून ही माहिती समजून घेणे आवश्यक वाटते. जैविक कर्ब म्हणजे जमिनीत घातलेला सेंद्रीय कवरा जो संपूर्णपणे कुजून जमिनीत एकरूप झाला आहे व त्यामुळे त्याचे जमिनीतील नत्राशी नाते जोडले गेले आहे, सेंद्रीय कर्ब म्हणजे जो सेंद्रीय कवरा अजून पूर्णपणे कुजून जमिनीशी एकरूप झालेला नाही. जैविक कर्ब नेहमी नत्राच्या प्रमाणात पाहिला जातो तसे सेंद्रीय कर्बाचे नसते. चांगल्या जमिनीचा पोत ठरवितांना जैविक कर्बाचे प्रमाण विचारात घेतले जाते, सेंद्रीय कर्बाचा त्यात विचार केला जात नाही. बरेच जण हा फरक लक्षात घेत नाहीत व त्यामुळे चुकीच्या रितीने जमिनीला सेंद्रीय खताच्या मात्र दिल्या जातात. जैविक कर्बाचे नत्राशी गुणोत्तर साधारणपणे ६:१ असे असते. ह्या विवेचना वरून एक गोष्ट स्पष्ट होते किं, केवळ कोळशाची पुड जमिनीत घालून जैविक कर्बाचे प्रमाण वाढवता येणार नाही. सेंद्रीय कवऱ्याचे अथवा सेंद्रीय खताचे आच्छादन देऊन सुद्धा जैविक कर्बाचे प्रमाण वाढणार नाही. सेंद्रीय कवऱ्यातील कर्ब व नत्र ह्यांचे प्रमाण खूपच व्यस्त असते. ते ८०:१ पासून १२०:१ इतके विविध असते परंतु, ६०:१ हे प्रमाण सामान्य म्हणून स्वीकारलेले आहे. कुजण्याच्या क्रियेमध्ये जीवाणूंच्या जैविक क्रियांमुळे त्यातील कर्ब हवेतील प्राणवायूशी संयोग करून त्याचे कर्बवायूत रुपांतर होऊन तो नष्ट होत असतो. अशारितीने कर्बाचे प्रमाण कमी होत जाते व जेव्हा ते २०:१ असे नत्राशी होते तेव्हा, आच्छादनाचे खत झाले असे आपण समजतो. हे कर्बाचे कर्बवायूत रुपांतर होण्याच्या क्रियेस **कर्बाचे संप्लवन** असे समजतात. अशारितीने वातावरणात निघून जाणाऱ्या कर्बवायूस **शीतकर्बवायू** असे म्हणतात. हा शीत कर्बवायू कर्बग्रहण क्रियेस मोठी मदत करित असतो. म्हणजे जर आच्छादनाने सेंद्रीय कवरा बारीक करून शेतात दिला तर वाढणाऱ्या पिकाला त्याचा फायदा होऊ शकतो. कर्बाचे संप्लवन चार टप्प्यात होत असते. ६०:१ चे ३०:१, ३०:१ चे २०:१, २०:१ चे १२:१, १२:१ चे ६:१ असे हे चार टप्पे आहेत. पहिल्या टप्प्याची क्रिया बहुधा आसव क्रिया म्हणून ओळखली जाते. त्यात सेंद्रीय खतातील उपलब्ध वितंकांचाच कार्यभाग असतो. पुढील क्रियांत मात्र जीवाणूंचा कार्यभाग असतो. आसव क्रियेच्या अवस्थेतून विघटन क्रियेच्या अवस्थेत जाण्याची प्रक्रिया सावकाशपणे होत असते. हे सर्व होण्यांसाठी त्या सेंद्रीय कवऱ्या भोवती प्राणवायू असणे जरुरीचे असते. जर तो नसेल तर क्रिया अहवेष्णू जीवाणूंच्या मदतीने होतात. जमिनीत दुर्गंधी युक्त वायू व विषारी द्रव्ये निर्माण होतात आणि जमीन प्रदुषित (कुरुप) होते. अशा जमिनीत कोणतेही पीक व्यवस्थितपणे घेणे केवळ अशक्य ठरते. हे सर्व टाळण्यासाठी सेंद्रीय कवरा शेतात नेहमी आच्छादनाने घावा असे व्यावहारिक निसर्गशेतीत सांगितले आहे. कवरा सावकाशपणे कुजत रहातो व त्यातून निर्माण होणारा कर्बवायू पिकाच्या कर्बग्रहण क्रियेत भाग घेतो, पिकांचे पोषण उत्तम प्रकारे होते. आच्छादनाने सेंद्रीय कवरा

दिल्यामुळे जी कुजण्याची क्रिया होत असते त्यातून काही उपयुक्त रसायने सुद्धा तयार होत असतात. शिरकाम्ल (अॅसेटीक अॅसीड), ऑक्झालिक अॅसीड, लिंबाम्ल (सेंट्रीक आम्ल) ही द्रव्ये कुजण्याच्या क्रियेत तयार होत असतात. ती नंतर जमिनीत जातात व तेथे मातीतील खनिजांचे विघटन करून पिकाला उपयुक्त अशी द्रव्ये उपलब्ध करून देतात. तिसरा टप्पा झाल्यानंतर त्या कवचाचे सेंट्रीय खतात पूर्णपणे रूपांतर होते. एक इंच जाडीचा थर असेल तर पूर्णपणे कुजण्यासाठी साधारणपणे तीन महीने लागतात. उगाचच जास्त जाडीचा थर देऊ नये. जमिनीत चुकीच्या पद्धतीने सेंट्रीय कवरा दिल्यामुळे जमिन अशुद्ध होते. जमिनीच्या शुद्धीकरणाच्या दृष्टीने ह्या सेंट्रीय कवरांचे व्यवस्थापन कसे करावे व त्या मागील घोरणे काय असावीत ह्याची थोडी चर्चा आता आपण करणार आहोत.

सेंट्रीय कवरांचे प्रमाण जमिनीत जास्त झाले किं, विकारात्मक जीवाणू व मोठे कीटक ह्यांची संख्या सुद्धा वाढते व जमिनीची पोषकता सुधारण्या ऐवजी उलट कमी होते असे आढळून आले आहे. त्यासाठी हिशोबा बाहेर सेंट्रीय कवरा शोतात कधीही देऊ नये. जमिनीत सेंट्रीय घटकांचे सुरक्षित प्रमाण राखले नाही तर ह्या सेंट्रीय घटकांमुळे पिकाला फायदा होण्याऐवजी नुकसान होण्याचीच जास्त शक्यता असते. ह्यासाठी आपल्या शोतात किती सेंट्रीय कवरा किंवा खत द्यावे त्याची विशेष काळजी शेतकऱ्यांनी नेहमी घेतली पाहिजे. सेंट्रीय कवरा कधीही जमिनीत नांगरणी करतांना गाडू नये. तसे केल्याने जमिनीत विकारात्मक जीवाणूंची संख्या वाढते व जमीन विषारी होते. पूर्णपणे कुजलेले खत ज्याचे कर्ब नत्र प्रमाण १२:१ ते ६:१ असे असते ते अशारितीने जमिनीत गाडून दिले तर फायदा होतो. ह्या टप्प्यातील सेंट्रीय कवरांमुळे जमिनीचा वातावरणातून आर्द्र शोषून घेण्याचा गुण चांगला सुधारतो. जमिनीत सकारात्मक जीवाणूंची चांगली वाढ होत रहाते. विशेष करून **मूळ बुरशी** (मायकोराईझा) व **प्रतिमूळबुरशी** (हेसिक्यलर आरबुस्कुलर मायकोहायझा) ह्या वर्गातील जीवाणूंची वाढ झपाट्याने होते व त्यामुळे जमिनीचे शुद्धीकरण होण्यास मदत होते. जमिनीत असे खत घातले तर त्या जमिनीत गांडुळांची वाढ होते व हे गांडुळ जमिनीतील विकारात्मक जीवाणू खाऊन त्या मार्गाने जमीन शुद्ध करतात. जमिनीच्या शुद्धीकरणाच्या दृष्टीने ह्या सेंट्रीय कवरांचे व्यवस्थापन हा एक महत्वाचा विषय आहे. म्हणून सेंट्रीय कवरांचे व्यवस्थापन कसे करावे व त्यामागील घोरणे कोणती असावीत ह्याची थोडी चर्चा आता आपण येथे करणार आहोत.

सेंट्रीय कवरांचे प्रमाण जास्त झाले किं, विकारात्मक जीवाणू व मोठे कीटक ह्यांची संख्या सुद्धा वाढते व त्यामुळे जमिनीची पोषकता सुधारण्या ऐवजी उलट कमी होते असे आढळून आले आहे. जमिनीच्या वरच्या थरातील एक घनफूट मातीत १५ % एवढे सेंट्रीय खत घातले तर काही दोष होत नाही. हिशोबा बाहेर घातले तर वर दिलेले दोष निर्माण होतात. सेंट्रीय शोतीची भलामण करणारे ही मर्यादा लक्षात घेत नाहीत व जरूरी पेक्षा जास्त सेंट्रीय खत घालतात व जेव्हा नुकसान होते तेव्हा आश्चर्य व्यक्त करतात. नेमके किती खत घालावे ह्याबद्दल साधारण मार्गदर्शन येथे दिले आहे. तरीसुद्धा शेतकऱ्याला स्वानुभवाचा उपयोग करावा लागतो. जर जमिनीत दर घनफुटात स्वाभाविकपणे दोन अथवा तीन गांडुळ आढळले तर ती जमीन शोती योग्य आहे असे समजण्यास हरकत नसावी. कारण अशा जमिनीचा जैविक कर्ब २ ते ३ असण्याची शक्यता असते, आणि जर दोरबुरशीचे (रे फंजाय) पिंगट रंगाचे धागे शोतात पसरलेले दिसत असतील तर त्या जमिनीचा जैविक कर्ब ३% पेक्षा जास्त

आहे हे समजावे व ती जमीन शेतीसाठी उत्तम आहे हे लक्षात घ्यावे. बऱ्याच वेळा जमिनीत योग्य प्रमाणात जैविक कर्ब असूनही गांडुळ तेथे नसतात कारण जमिनीत आवश्यक तितका ओलावा नसतो. ह्याचा अर्थ केवळ जैविक कर्बाचे योग्य प्रमाण असून पुरत नाही तर त्याबरोबर ओलावासुद्धा असावा लागतो. वर सांगितल्या प्रमाणे अशी खते जमिनीत गाडण्या ऐवजी आच्छादन करूनच घावीत. म्हणजे विघातक जीवाणूंची वाढ रोकता येते. थोड्या मंद गतीने परंतु, निश्चितपणे काम करणाऱ्या पद्धतीची ह्यासाठी, व्यावहारिक निसर्गशेतीच्या तंत्रात शिफारस केली आहे. ह्या पद्धतीची माहिती थोडे तपशिलात जाऊन आता आपण पहाणार आहोत.

अनुकुलागरातील शेतात नांगरणी करून प्रथम जमीन पोकळ केली व नंतर सपाटी मारून तिला एक पातळी आणले. ह्या क्रियेमुळे जमिनीत वापसा व वातन सुधारण्यास मदत होते. त्यानंतर सरी वरंबे पिकाच्या गरजेनुसार तयार करून घ्यावेत. सऱ्यात शेण अथवा इतर प्रकारचे सेंद्रीय खत व उपलब्ध असल्यास सेंद्रीय क्वरा बारीक करून पसरावा. ह्या पद्धतीने खते व सेंद्रीय कर्ब देताना फार कमी माल लागतो. हे लक्षात घेईल. हे सर्व यांत्रिक काम ठरते म्हणून, हा जमिनीचे यांत्रिकरित्या शुद्धीकरण करण्याचा प्रकार समजला जातो. त्यानंतर बियांचे रोपण अथवा रोपांची लागवड (जसे काम असेल तसे) करावे. सऱ्यात शेण अथवा इतर प्रकारचे सेंद्रीय खत व उपलब्ध असल्यास सेंद्रीय क्वरा बारीक करून शेतात पसरावा. ह्या पद्धतीने खते व सेंद्रीय क्वरा देतांना फार कमी माल लागतो हे शेताच्या लक्षात घेईल. पारंपारिक पद्धतीत एकरी कित्येक गाड्या खते दिली जाते, त्यातील फार थोडा भाग प्रत्यक्षपणे मातीत मुरून मातीत एकरूप होत असतो. बऱ्याच वेळा अशारितीने दिलेले जास्तचे खत जमिनीत नुकसानकारक ठरू शकते. असे प्रयोगानी सिद्ध झाले आहे किं, निकृष्ट जमिनीसाठी पिकाची सेंद्रीय खताची गरज पिकाच्या रोपाच्या वजना (सुमारे) इतकी असते. मोसमी पिक व बहुवार्षिक पिकांत खत देण्याच्या पद्धतीत फरक असतो. मोसमी पिकात अशी खते पीक घेण्या आधी दिले जाते तर बहुवार्षिक पिकात ते फक्त वर्षातून एकदाच दिले जाते. वरील प्रमाण जे दिले आहे (रोपाच्या वजना (सुमारे) इतकी) ते मोसमी पिकांसाठीचे आहे. समजा, एकरी सुमारे दहा क्विंटल धान्य येते म्हणजे, अदमासे तीस क्विंटल इतके सर्व पिकाचे वजन होईल. म्हणजे अशा पिकासाठी तीस क्विंटल (किमान) वांगले सेंद्रीय खत घावे लागेल. दुसरा अंदाज असा किं, साधारण मानाने जितक्या बिया पेरल्या त्याच्या दुप्पट इतक्या वजनाचे खत देणे श्रेयस्कर ठरते. म्हणजे, समजा एकरात पांच हजार बिया लावल्या आहेत तर, दहा हजार किलो अथवा दहा टन इतके खत घावे लागेल. हे प्रमाण निकृष्ट जमिनीसाठी आहे. जर जमीन सकस असेल तर त्याही पेक्षा कमी खत लागते. खरे पाहता सेंद्रीय खताचे प्रमाण पिकावर अवलंबून नसते तर ते जमिनीच्या गुणवत्तेवर असते. तरीसुद्धा वरील माहिती बऱ्याच पिकांसाठी योग्य ठरते.

व्यावहारिक निसर्ग शेतीच्या तंत्रानुसार मोकटा पाणी देण्यास मनाई आहे हे वाचकांना माहित आहेच. त्यामुळे फक्त गुरुत्व सिंचन, फवारा-तुषार सिंचन व ठिबक-धार सिंचन हे तीनच पर्याय उरतात. त्यातील गुरुत्व सिंचन फारच कमी खर्चाचे असते आणि म्हणून त्याचाच वापर अनुकुलागराच्या शेतीत केला जावा अशी अपेक्षा असते. आणि त्या प्रमाणे, काय परिस्थिती होईल ते आता पाहूया. मोकटा पाणी देणे व गुरुत्व सिंचन (नेमके सिंचन) ह्यात अंशात्मक फरक असतो. म्हणजे

मोकाट पाणी देतांना जी शेताची रचना (सरी वरंबे) करतात तशीच रचना गुरुत्व सिंघनात करावी लागते. ह्या व्यवस्थेमुळे शेतात आच्छादनाने दिलेल्या सेंद्रीय घटकांचे काय होते व त्यांच्या विविध स्थित्यंतरांमुळे जमिनीचे शुद्धीकरण कसे होते ते पहाणार आहोत.

सऱ्यांमधून सिंघनाचे पाणी भरल्यावर हे पाणी खतातील सेंद्रीय घटक शोषून घेते व असे पाणी मातीत जिरल्यावर ह्या पाण्यामुळे व हवेतील प्राणवायू व नत्रवायू मुळे सेंद्रीय घटकांत अनेक जीव-रसयनिक क्रियां सुरु होतात. ह्या सर्व क्रियांमुळे सेंद्रीय घटकांचे मुळ स्वरूप पार बदलून ते मातीत पूर्णतया विरून जातात. थोडक्यात सांगावयाचे म्हणजे सेंद्रीय घटकाचे जैविक कर्बात रुपांतर होते. सुरुवातीच्या क्रिया प्रामुख्याने रसायनिक व जीव-रसयनिक स्वरुपाच्या असतात व नंतरच्या क्रिया जीवाणूंमुळे होत असतात. ह्या जीवाणूंच्या मुळे होणाऱ्या क्रियांत भाग घेणारे जीवाणू विकारात्मक प्रकारातील असतात व त्यांची संख्या मोठी असते. हे जीवाणू त्या कुजणाऱ्या सेंद्रीय घटकांतच रहातात. मातीत मिसळत नाहीत. जसे सेंद्रीय घटकांचे जैविक कर्बात रुपांतर होते तसे हे विकारात्मक जीवाणू नष्ट होतात. हे शक्य होते कारण, सेंद्रीय घटक आपण आच्छादनाने दिले होते. परंतु जर, हे नांगरणी करून जमिनीत गाडून टाकले असतील तर मात्र वेगळी परिस्थिती होते. विकारात्मक जीवाणू जमिनीत शिरून तेथे वाढत राहतात व जमीन अशुद्ध करतात. जमीन अशुद्ध होवू नये व सेंद्रीय घटकांच्या वांगल्या भागाचा फायदा मात्र व्हावा ह्यासाठी सेंद्रीय घटक नेहमी शेताला आच्छादनानेच घावेत असा नियम आहे. सेंद्रीय खते जर पूर्णपणे कुजलेली असतील तर ती नांगरणी करून जमिनीत गाडावयास हरकत नसते परंतु, असा अनुभव आहे किं बहुतेक वेळा ही खते पूर्णपणे कुजलेली नसतात. असा अनुभव आहे किं, बऱ्याच वेळा शेतावर पडणाऱ्या रोगांचे कारण अशी न कुजलेली खते नांगरून गाडलेली होती. **ह्या विवेचनावरून वाचकांच्या असें लक्षात आले असेल किं, सेंद्रीय खते व कवरा किती दिला त्या पेक्षा कसा दिला हे प्रसंगी जास्त महत्वाचे असते.** पारंपारिक पद्धतीत खते देतांना ती पूर्ण कुजली आहेत किं नाहीत हे न पहता सरळ नांगरणी करून गाडली जातात व त्यामुळे शेतातील बरेचसे प्रश्न निर्माण होत असतात. शेती करतांना जमीन सतत शुद्ध राखणे वांगल्या पिकासाठी आवश्यक असते. व्यावहारिक निसर्ग शेतीत त्यासाठी खते नेहमी आच्छादनानेच देण्याचा आग्रह असतो. जमीन अशुद्ध झाल्यामुळे पिकांवर निरनिराळे रोग पडत रहातात व त्यांपासून संरक्षण मिळविण्यासाठी नंतर अनेक प्रकारचे किटकनाशक वगैरे ह्यांचा वापर करावा लागतो, त्यामुळे खर्च वाढतो व प्रसंगी शेती नुकसानकारक ठरते. आच्छादनाने दिलेले खत अथवा सेंद्रीय कवरा सतत ओला राहिल ह्याची काळजी घ्यावी लागते. तो जर कोरडा राहिला तर त्यात विघटन क्रिया होत नाही व असा कवरा शेतास त्रासदायक ठरू शकतो. ह्यासाठी व्यावहारिक निसर्ग शेतीत फवारा सिंघनाची शिफारस केली जाते. ह्या पद्धतीने जर शेतीची कामे केली तर किमान रोगबाधा होवून शेती अधिक किफायतशीर होते. बरेच शेतकरी सुरुवातीला मशागत करतांना सर्व खते देतात. अशारितीने खत देण्याने सुद्धा खताचे व पिकाचे असे दुहेरी नुकसान होण्याची मोठी शक्यता असते. त्याऐवजी दर पंधरवड्याने थोडे असे खत देणे श्रेयस्कर असते. ह्याला **खताची सुद्ध मात्रा** देणे, असें म्हणतात.

फवारा सिंचन पद्धतीने सिंचन केल्यास आच्छादनाने दिलेले खत इतर सिंचन पद्धतीपेक्षा तुलनेने जास्त लवकर विघटन होवून जमिनीत मिसळून जाते. जर जमिनीत जैविक कर्बाचे प्रमाण कमी असेल तर सकारात्मक जीवाणूंचे प्रमाण सुद्धा कमी असते. जमिनीची सुपिकता ह्या सकारात्मक जीवाणूंवर अवलंबून असल्यामुळे परिणामतः अशी जमीन कुरुप ठरते. त्यासाठी अनुकुलागराची जमीन तयार करावयाची म्हणजे त्या जमिनीचा जैविक कर्बाचा टक्का २ व्या पातळीवर आणणे हे सर्व प्रथमचे काम ठरते. हे काम त्वरेने व्हावे असे जर वाटत असेल तर फवारा सिंचन बसवणे अत्यावश्यक होते. मोक्यात सिंचन असेल तर विघटन क्रिया होण्यास बिलकुल मदत होत नाही. तसेच गुरुत्व सिंचनानेही म्हणावी तितकी मदत होत नाही. महाराष्ट्रातील बहुतेक भागातील जमिनीचा जैविक कर्ब ०.४ ते १.२ % इतकाच आहे. ह्याचा अर्थ महाराष्ट्रात कोठेही अनुकुलागर करावयाचे असेल तर त्यात फवारा सिंचन बसविणे श्रेयस्कर ठरते. हे सर्व जरी खरे असले तरी एक अभ्यास म्हणून जेव्हा आपण काही विषयाचा विचार करतो तेव्हा त्याच्याशी संबंधित असणाऱ्या सर्वच बाबींची माहिती विचारात घेणे ऋमप्राप्त असते. म्हणून प्रथम गुरुत्व सिंचनामुळे सेंद्रीय कर्बाचे रुपांतर जैविक कर्बात कसे होते ते पाहिले. आता आपण ठिबक व धार सिंचन केल्यास कसे हे रुपांतर होते ते पहाणार आहोत. ठिबक व धार सिंचन ह्या व्यवस्था रोपाच्या मूळ क्षेत्रात कार्यरत असतात त्यामुळे जमिनीचा वापसा व वातन जरी सुधारत असले तरी इतर भागात सिंचनाचे पाणी विशेष पसरत नसल्यामुळे त्या मर्यादीत क्षेत्रात ठिबक सिंचनाची हे साध्य होते परंतु, जितकी ठिबकाची जागा आहे तितकाच भाग प्रभावित होतो व इतर भागातील खताचे (सेंद्रीय क्वचाचे) विघटन होत नाही. ठिबक व धार सिंचन व्यवस्थेत सऱ्या व वरंबे करण्याची गरज नसते. प्रत्येक रोप किंवा रोप समुह ह्यांसाठी स्वतंत्रपणे सिंचन केले जाते. कधी रोपाभोवती अळे करतात. त्यामुळे सर्व शेतात खत पसरून टाकणे योग्य होत नाही. त्याऐवजी जेथे ठिबक असतो तेथे खताचा गोळा ठेवणे योग्य असते. ह्या व्यवस्थेमुळे जरी खताची गरज कमी होत असली तरी इतर भागात जैविक कर्ब कमी रहातो आणि त्यामुळे रोपाची मुळे ठिबक क्षेत्रात मर्यादीत रहातात. हे जैविक कर्बाचे असंतुलन रोपाच्या पूर्ण वाढीस जरी बाधक ठरत नसले तरी जमिनीची एकंदर जीवाणू परिस्थिती अनियमित होण्याची शक्यता असते. सामान्यतः जेव्हा सर्व जमिनीचा जैविक कर्ब सुधारतो तेव्हा त्या जमिनीची जलशोषकता (हायग्रोस्कोपिसिटी) वांगली सुधारते. आर्दताचक्र उन्तमरित्या काम करू लागते व शेताला पाणी देण्याची गरज कमी होते. ह्याचा अर्थ ह्या सिंचन व्यवस्थेमुळे जमिनीची होणारी सुधारणा तुटपुंजी असते. जर अनुकुलागरातील शेतास ह्या पद्धतीनेच सिंचन करावयाचे ठरले तर जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी इतर मार्गाचा विचार करावा लागतो. त्यांची माहिती आपण नंतर करून घेणार आहोत.

आता पर्यंत सेंद्रीय खते व कवरा ह्यांचा उपयोग करून शेताचे शुद्धीकरण कसे करावयाचे ते पाहिले. आता काही वानस्पतिक औषधींचा वापर करून जमिनीचे शुद्धीकरण कसे करावयाचे ह्याची माहिती आपण विचारात घेऊ या. अभ्यासक्रमाच्या दुसऱ्या पुस्तकातील पांचव्या घड्यात औषधी वनस्पतींचा वापर रोगपीडा निवारण्यासाठी करण्याबाबत बरीच माहिती दिली आहे. ती पुन्हा एकदा ह्या विषयाच्या संदर्भात आपण पहावी. ह्या ठिकाणी त्यापैकी काही औषधींचा विचार विषय समजावण्यासाठी करणार आहोत. सर्वच औषधींचा विचार सविस्तरपणे करणे ह्या लेखाच्या आवाक्याबाहेरचे आहे.

आता पर्यंत आपण, जमिनीच्या सकारात्मक व विकारात्मक जीवाणूंच्या तुल्यबळानुसार जे जमिनीचे सुपीक होणे अथवा नापीक होणे संभवते त्याचा, काही विचार केला आहे. जमिनीच्या निरोगीपणावर तिचा सुपीकपणा अथवा नापीकपणा अवलंबून असतो हे आपण लक्षात घेतले आहे. ह्या निरोगीपणावर जसे जमिनीतील विविध जीवाणूंचा परिणाम होतो तसेच इतर काही घटकांचाही होत असतो. कारण, हे जीवाणू व इतर घटक जे व्यर्थद्रव्य जमिनीत सोडत असतात ते असते. म्हणून, त्याचा विचार आपल्याला करावा लागेल. विकारात्मक जीवाणू त्यांच्या जैविक क्रियांमुळे जसे पिकाला बाधा पोहोचवू शकतात त्याप्रमाणे त्यांनी सोडलेले व्यर्थद्रव्य उत्सर्जित केले आहे ते सुद्धा पिकाला बाधा पोहोचवू शकते. काही मोठे किटक जसे, पांढरी माशी, हुमणी हे सुद्धा त्यांचे व्यर्थद्रव्य उत्सर्जित करतात. ही सर्व उत्सर्जित द्रव्ये पिकाला विषबाधा करतात. ह्यांच्यामुळे, पिकात खनिज द्रव्यांचे शोषण नीटपणे न होणे, अनेक प्रकारचे रोग लागणे व परिणामतया उत्पादन क्षमता बिघडणे असे दोष उत्पन्न होतात. ह्यांपैकी काही विषारी द्रव्ये वनस्पतीत शोषले गेल्यामुळे वनस्पती करपून जाते. ह्यांना पूर्वी शास्त्रज्ञ मंडळी विषाणू बाधा झाली असे म्हणत असत परंतु, बऱ्याच संशोधनानंतर विषाणू प्रमाणे काही विषारी द्रव्येसुद्धा पिकांना नष्ट करू शकतात असे लक्षात आले. ह्यावरून काही गोष्टी लक्षात येतात त्या अशा, जमिनीच्या शुद्धीकरणाच्या कामात केवळ जीवाणू संतुलन राखून चालत नाही तर ह्या विषारी द्रव्यांचा नाश करणे सुद्धा आवश्यक असते. त्यासाठी कोणती व्यवस्था करावयाची ते आपण नंतर पहाणार आहोत. तूर्त सेंद्रीय औषधी द्रव्ये कशी शुद्धीकरणाचे काम करतात ते पहाणार आहोत. प्रथम आपण अखाद्य तेलांच्या विविध पेंडी कसे हे काम करतात ते पाहू या. नैसर्गिकशेतीमध्ये नेहमी अखाद्य तेलांच्या पेंडींची शिफारस प्रामुख्याने नत्रखताची जागा घेण्यासाठी केलेली असते. जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी ह्यांची शिफारस केली जाते ते मात्र एका वेगळ्या कारणासाठी असते. तेलपेंडीमध्ये विम्लसा वर्गातील (अल्कलॉईड्स) द्रव्ये व उरलेले तेल घटक असतात तसेच तेल अखाद्य करणाऱ्या विषारी पदार्थांचा समावेश असतो. ही सर्व द्रव्ये जेव्हा पेंडी शेतात घातली जाते तेव्हा शेतात मिसळतात. पाण्याची मात्रा दिली किं, ही सर्व द्रव्ये त्या पाण्याबरोबर मातीत मिसळून जमिनीत सर्वत्र पसरतात. ह्यामुळे जमिनीतील मोठ्या त्रासदायक जीवांचा पायबंद करणे सोपे होते. ह्याचे कारण, हे पदार्थ त्या जीवांच्या शरीरात प्रवेश करतात व त्यांना विषबाधा होते. शेतात अनेक जीव आपली अंडी व अळ्या सोडतात त्यांचा सुद्धा अशा प्रकारे नाश होतो. काही विम्लसामुळे जरी मरण येत नसले तरी किटकांच्या वाढीवर अनिष्ट परिणाम होतो. त्यांची वाढ खुंटविणे अथवा विकृत करणे असे प्रकार होतात. बऱ्याच वेळा ह्या विषारी द्रव्यांमुळे किटक जमिनीतून दुसरी कडे निघून जातात. अशारितीने त्या जमिनीचे शुद्धीकरण होत असते. खतासाठी म्हणून जेवढी मात्रा दिली जाते तेवढी मात्रा देऊन हे सर्व साध्य होते. जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी इतर अनेक औषधी वनस्पतींचा उपयोग करणे शक्य आहे परंतु, त्यावर अधिक संशोधन होण्याची गरज आहे. त्यातील काहींची माहिती येथे करून घेऊया. गुळवेल ही वनस्पती ह्या दृष्टीने मोठी उपयुक्त असल्याचे निदर्शनात आले आहे.

गुळवेल ही महाराष्ट्रात स्वाभाविकपणे उगवणारी एक औषधी वनस्पती आहे हे सर्वांना माहित आहेच. साधारणपणे मोठ्या झाडावर त्याचे वेल सोडले जातात. असे म्हणतात किं, ज्या झाडावर हे वेल वाढतात त्या झाडाला फारशी रोगबाधा

होत नाही. गुळवेलीत एक कट्ट तत्व असते ते सहजपणे कोणत्याही वनस्पतीत शोषले जाते. तसेच जर पाण्यात गुळवेलीचे तुकडे ठेवले तर ते पाणी कडु होते. अशा पाण्यात अनेक प्रकारचे जीवाणू मरून जातात. किटकांच्या अंडी व अळ्यासुद्धा मरतात. खोडकिडीची सुरवात जमिनीत होत असते, त्याचप्रमाणे पांढरी माशी व अशा अनेक किटकांचा बंदोबस्त ह्या पाण्याचा योग्य रित्या उपयोग करून करता येतो हे दिसून आले आहे. जमिनीत गुळवेलीचे तुकडे रोपाच्या मूळक्षेत्रात ठेवले व नेमके सिंचन केले तर त्या मुळक्षेत्रातील माती कडु झाल्याने अनेक (हुमणी, खोडकिडा, पांढरी माशी इत्यादी) प्रकारच्या बायक जीवांचा प्रादुर्भाव तेथे रहात नाही व तो भाग त्याप्रमाणे शुद्ध होतो असा अनुभव आहे आणि पिकाला संरक्षण मिळते. साधारणपणे ३० दिवस पर्यंत असे संरक्षण मिळते. म्हणजे दर तीस दिवसांनी नवीन मात्रा घावी लागते. गुळवेलीच्या ह्या अनुभवातून असे सुचवावेसे वाटते किं कापसाला लागणाऱ्या बोंडअळी पासून संरक्षण मिळविण्यासाठी गुळवेलीचा उपयोग करून पहावा. इतर पिकांवर मात्र ह्याचा प्रयोग करतांना काळजी घ्यावी लागते. कारण, बाजरीच्या अथवा भाताच्या पिकावर प्रयोग केला तेव्हां असे दिसून आले किं, बाजरीचे व भाताचे दाणे कडु झाले होते. म्हणून खाद्य पिकांवर ह्याचा प्रयोग करू नये.

अभ्यासक्रमाच्या पुस्तकात इतर अनेक औषधी वनस्पती दिल्या आहेत त्या पहाव्यात.

जमिनीचे व्यवस्थापन

लेखांक १५ वा

मागील लेखात आपण जमिनीच्या शुद्धीकरणाबाबतची माहिती पाहिली. त्यामध्ये गांडुळ जमिनीचे शुद्धीकरण कसे करतात ते पाहिले. सेंद्रीय कार्बन व जैविक कार्बन ह्यातील तात्विक फरक लक्षात घेतला आणि त्यांच्या व्यवस्थापनेच्या तंत्रात योग्य त्या सुधारणा काय कराव्यात त्याची माहिती पाहिली. जेथे सेंद्रीय कार्बनच्या व्यवस्थापनाचा वापर करून जमिनीचे शुद्धीकरण करणे शक्य नसते अशा ठिबक सिंचन असलेल्या अनुकुलागरात जमिनीचे शुद्धीकरण कसे करावे ह्याची थोडी माहिती पाहिली. त्यामध्ये अखाद्य तेल पेंडी आणि गुळवेल ह्यांची उपयुक्तता कशी जाणवते ते पाहिले.

सेंद्रीय कार्बन (ह्यामध्ये सेंद्रीय खत व कवरा, जो आच्छादनाने दिला जातो, त्यांचा एकत्रित उल्लेख आहे) व गुळवेल ह्यांच्या नंतर रसायनिक द्रव्यांचा उपयोग केला जातो. त्यात मोरचुद, टाकणखार, फॉर्मिलीन, गंधक, लाकडी कोळसा ह्यांच्या प्रमाणे काही रासायनिक खतांचा सुद्धा वापर परिणामकारकरित्या करता येतो. प्रथम आपण मोरचुदाचा विचार करणार आहोत. मोरचुदात तांबे व गंधक ही द्रव्ये असतात. त्यामधील तांब्याची वनस्पतीच्या वाढीसाठी एक सूक्ष्मद्रव्य म्हणून नितांत आवश्यकता असते. परंतु, तांब्याची जास्त मात्रा दिली गेली तर त्याची बाधा होण्याची शक्यता असते. असे जरी साधारणपणे मान्य केले तरी प्रत्यक्ष अनुभव असा आहे की, तरुणावस्थेत असलेल्या वनस्पतीतील पेशीची निवडक पारगम्यता इतकी चांगली विकसित झालेली असते की, तांब्याच्या संयुगाचे शोषण जास्त केले जात नाही. त्यामुळे तांब्याचे प्रमाण थोडे जास्त झाले तरी ते मातीत राहते व वनस्पतीला त्यामुळे कोठल्याही प्रकारे इजा होत नाही. लहान रोपांच्या बाबत मात्र तसे नसते त्याच्या पेशींची तेवढी ताकद नसल्यामुळे बाल्यावस्थेतील रोपे नष्ट होण्याची शक्यता असते. मोरचुदात गंधक असते हा गंधक वनस्पतीला उपयुक्त असतो. त्याचा फायदा होतो. ह्या विवेचनावरून काही गोष्टी स्पष्ट होतात, त्या अशा, जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी जेव्हा मोरचुदाचा प्रयोग करावयाचा तेव्हा लहान रोपे तेथे नसावीत. पेरणीच्या सुरुवातीच्या काळात तो करू नये. रोपे मोठी झाल्यानंतर करावा. फळबागांत मोरचुदाच्या पाण्यानी झाडाचा बुंधा भिजेल असे पहावे वर्षातून तीन वेळा निदान असे करावे.

मोरचुद - जमिनीत शुद्धीकरणाचे काम मोरचुद कसे करते ते पाहू या. मोरचुद बहुपेशीय वनस्पती व जीवाणू ह्यांना विषारी असते. त्यामुळे जेथे मोरचुदाचा प्रयोग होतो तेथील सर्वच जीवांना धोका असतो. सुक्ष्म मात्रांचा (१:१०००) वापर करावा लागतो. एकपेशीय जीवाणू तांबे त्यांच्यात साठवून ठेवतात त्यांना घातक नसले तरी त्यांची वाढ मंदावण्याची शक्यता असते. मनुष्याच्या पोटात गेले तरच त्याला बाधा होऊ शकते तसे झाल्यास उलटी करून सर्व वीष काढून टाकता येते. गांडुळ हा शेतीच्या दृष्टीने महत्वाचा असलेला प्राणी सुक्ष्म मात्राने दिलेले मोरचुद सहन करू शकतो. गांडुळाच्या शरीरात तांब्याचे प्रमाण असते, आयुर्वेदात ताम्रभस्म करण्यासाठी गांडुळ व मोरपिसे बंद खापरीत भाजून त्यातून ते मिळवितात. मोरचुदाचा वापर करून शुद्धीकरण करतांना ते मातीत थेट न टाकता पिकावर फवारणीच्या पद्धतीने द्यावे. ठिबक सिंचनातून लाखात ५० भाग (१:२०००) इतक्या प्रमाणाने ते द्यावे.

रसायनांचा वापर करून जमिनीचे शुद्धीकरण करतांना अनुकुलागरातील जलसिंचन व्यवस्थेचा विशेष विचार करणे आवश्यक असते. रोपे तरुणावस्थेत

गेल्यावर आंतरमशागतीच्या वेळी मोरचुदाचा प्रयोग करणे श्रेयस्कर असते. पीक वाढून एक महीना झाला की, साधारणपणे पीक तरुणावस्थेत येते तेव्हा ठिबक मधून मोरचुद देऊन नको असलेल्या जीवाणूंचा नाश करता येतो. त्याच बरोबर सुक्ष्म मात्रातून दिल्यामुळे सुक्ष्मद्रव्य म्हणून तांबे व गंधक पिकाला मिळते हा आणखीन एक फायदा असतो. मोरचुद पाण्यात चांगल्याप्रकारे विरघळते त्यामुळे जर सिंचन मोक्यात असेल तर पाणी दिल्यावर सर्व मोरचुद पाण्यातून निवरा होऊन जाते व त्याचा परिणाम रहात नाही त्यासाठी अशा सिंचन व्यवस्थेत पाणी दिल्यावर काही काळानंतर (२४ तास) मोरचुदाची मात्रा घावी. मोक्यात सिंचनात मोरचुदाची मात्रा देण्यासाठी त्याचे १:७०० प्रमाणात पाण्यात विद्राव करावा. तो झारीने रोपांच्या मुळ क्षेत्रात घावा. ते देतांना पानांवर पडणार नाही ह्याची काळजी घेणे आवश्यक आहे. मोरचुदाची मात्रा देण्याआधी माती चांगली भिजलेली आहे ते पहावे. सुक्या मातीत ती मात्रा देऊ नये. मोरचुदाचा प्रभाव ताबडतोब सुरु होतो व सर्व त्रासदायक जीवाणू नष्ट होऊ लागतात. मोरचुदामुळे मिळणारे संरक्षण बराच काळ टिकणारे असते. परंतु, मोक्यात सिंचन असल्यास दर पाण्याच्या मात्रेनंतर मोरचुद निवरा होऊन जात असल्यामुळे ते पुन्हा घावे लागते. इतर प्रकारच्या मध्यम सिंचन व सुक्ष्म सिंचन पद्धतीत मोरचुदाची मात्रा एकदाच दिली तरी चालते. सुक्ष्म मात्रा करून सुक्ष्म सिंचनातून दिल्यास उत्तम परिणाम मिळतात. मोरचुदाचा वापर करून झाडांना संरक्षण देणारी काही संरक्षक द्रव्ये तयार केली जातात. त्यात बोर्डो आणि बर्गडी ही मिश्रणे प्रमुख आहे. ह्यांच्या बनवटीत चुन्याची निवळी व घुण्याचा सोडा मोरचुदा बरोबर मिसळून पाण्यात विद्राव तयार केला जातो. ते मिश्रण झाडांच्या काष्ठमय भागाला चोपडले जाते. त्यामुळे हुमण्या व त्यासारख्या घातक जीवांपासून झाडाला संरक्षण मिळते असा अनुभव आहे. ही संरक्षक द्रव्ये असेंद्रीय प्रकारात येतात. तरी सेंद्रीय शेतीत त्यांचा वापर करण्यास मुभा आहे हे विशेष. मोरचुदाची मात्रा दिल्यानंतर निदान आठ दिवस सिंचन करू नये.

टांकणखार - मोरचुदानंतर आपण टांकणखार ह्या रसायनाचा विचार करणार आहोत. टांकणखार सोडियमचा बोरिक अम्लापासून बनवलेला क्षार आहे. त्यामध्ये सुक्ष्म जीवाणूंचा नाश करण्याचा गुण असतो. टांकणखाराला इंग्रजीत सोडियम बोरेट असे म्हणतात. बाजारात त्याला बोरॅक्स असे म्हणतात. बोरिक अॅसिड व बोरॅक्स हे दोन वेगळे पदार्थ आहेत. बोरिक अम्ल मध्ये गुळगुळीतपणा असतो तो बोरॅक्समध्ये बिलकूल नसतो. बोरिक अम्ल (अॅसिड) महाग असते तर बोरॅक्स तेवढे महाग नसते. टांकणखाराच उल्लेख तामिळनाडूतील द्रविड वैद्यकात आहे म्हणजे ते फारच प्राचीन आहे. आपल्या येथे लोणार येथील तलावातून ते नैसर्गिकरित्या मिळते. त्यामुळे बऱ्याच ठिकाणी त्याला लोणारखार असे म्हणतात. कफ व पित्त ह्यांच्या उद्रेकामुळे जे ज्वर होतात, त्यासर्वांवर टांकणखार एक प्रभावी उपाय समजला जातो. मानवाच्या तसेच इतर प्राण्यांच्या मध्ये निर्माण होणाऱ्या ज्वरावर हे औषध वापरण्याचा प्रघात आपल्या येथे प्राचीन काळापासून आहे. टांकणखाराचा वापर औषधात करतांना त्यापासून उत्पन्न होणाऱ्या मलावरोधाचा दोष टाळण्यासाठी वैद्यमंडळी टांकणखाराचा वापर करतांत तेव्हा आहार पथ्य सांगतात. त्यात ताकभात, मांसाचा सुरवा (सूप, सार), मासळीच्या भुजणाचा रस, भाताची पेज असे पथ्य सांगतात. पूर्ण विश्रांति घेत असल्यास केवळ टांकणखाराच्या औषधाने आजार बरे करता येतात, वेळ लागतो. मलावरोधाच्या दोषामुळेच हे औषध सुक्ष्म कृमिंचा नाश करू शकते. लहान जीवांच्या चयापचय क्रियांत दोष उद्भवतो व पेशी मरून जाते. टांकणखार बहुपेशी जीवांचा नाश करते व त्या दृष्टीने ते मातीच्या

शुद्धीकरणासाठी कामी येते. वनस्पतीतील स्वाभाविक रोग विरोधक शक्ति टांकणखारामुळे वाढते. काही विम्लसा व संजिवके ह्यांच्यात टांकण (बोरोन) समाविष्ट असतो, म्हणजे बोरोन हे एक आवश्यक सुक्ष्मद्रव्य आहे. टांकणखार जेव्हा मातीच्या शुद्धीकरणासाठी वापरला जातो तेव्हा तो पिकाला प्राप्त होत असतो. मोरचुदाप्रमाणे हे होत असते. वनस्पतीतील कर्बोदकाचे वहन सुरळीतपणे होते कारण हे काम करणाऱ्या वितंचकाच्या रवनेत टांकण असते. तसेच पेशीतील विपचन क्रिया करणाऱ्या वितंचकात सुद्धा हा असतो. पिकाला फुलोरा व नंतर फळ धारणा होण्यास टांकण आवश्यक असतो. पुरेश्या प्रमाणात टांकण पिकाला नाही मिळाला तर फुलोऱ्याच्या वेळी बुरशीचे रोग होऊन उत्पन्न बिघडते. फळात होणारा कापशासुद्धा टांकणाच्या अभावामुळे होत असतो. फळे वेडीवाकडी होणे असे अनेक दोष ह्याच्या योग्य मात्रेने सुधारता येतात. ह्या विवेचनावरून लक्षात येईल की, टांकण केवळ जमीन शुद्ध करतो असे नसून पिकालासुद्धा प्रत्यक्षपणे मदत करीत असतो. वनस्पतीने मुळक्षेत्रात सोडलेली व्यर्थद्रव्ये निर्दोष करण्याचे काम तो करतो त्याला रसोपचार असे म्हणतात. इंग्रजीत त्याला केमोथियुरोप्युटीक असे म्हणतात. त्यामुळे विषाणू बाध टाळता येते. विशेषकरून जेव्हा स्फुरदाची जादा मात्रा होते व त्यामुळे विषाणूबाधा होण्याची परिस्थिती निर्माण होते तेव्हा टांकण उपयोगी येतो. निवरा काही कारणाने नीट नाही झाला तर अशी परिस्थिती होत असते त्यावेळी टांकणखाराचा उपयोग करणे श्रेयस्कर असते.

शुद्धीकरणासाठी टांकणखाराचा १:१००० प्रमाणात पाण्यात द्राव करून ते पाणी फवारणीने पिकावर द्यावे. मोरचुदाचा वापर पूर्व मशागतीत व रोपे लावतांना करता येत नाही, परंतु टांकणखाराचा करता येतो. मोकट सिंचनात ते झाल्यावर काही दिवसांनी टांकणाची मात्रा द्यावी. टांकणखाराचा प्रभाव जमिनीत बराच काळ असतो. तरी सुद्धा पीक पाहून त्याप्रमाणे पिकाच्या काळात व विशेषकरून फुलोऱ्याच्या वेळी टांकणखाराची मात्रा द्यावी.

फॉर्मॅलिन - मोरचुदा व टांकणखारानंतर येते फॉर्मॅलिन. फोरमाल्डीहाईड ह्या वायुचा पाण्यातील द्राव असतो. हा द्राव ४० टक्के असतो. हा वायू अति प्रभावी जंतुनाशक आहे व त्याचा वापर वायुच्या रुपात न करता पाण्यातील विद्रावाच्या स्वरूपात म्हणजे फॉर्मॅलिनच्या रुपात होत असतो. हे द्रव्य वनस्पतीला कोठल्याही प्रकारे पोषक नसते जसे मोरचुदाचे अथवा टांकणखाराचे बाबत असते. फोरमॅलिन माणसालासुद्धा विषारी असल्यामुळे त्याचा वापर करतांना विशेष काळजी घ्यावी लागते. पूर्व मशागतीत नांगरणी झाल्यावर सपाटी मारून सरी वरंबे तयार केले जातात. एवढी तयारी झाल्यावर रोपांची लावणी किंवा बियांच्या टोचण्याचे काम केले जाते. परंतु, फोरमॅलिनने मातीचे शुद्धीकरण करावयाचे असेल तर मात्र त्याचा पाण्यातील द्राव १:१०० अशा प्रमाणात करून ते पाणी फवारणीने जमिनीच्या पृष्ठभागावर शिंपायचे असते. हे काम सपाटी मारल्यानंतर ताबडतोब दररोज संध्याकाळी एकदा अशाप्रकारे चार पांच दिवस करावे व जमीन तशीच काही दिवस ठेवावी. असे केल्याने त्याचा द्राव जमिनीत चांगला मुरतो व जमिनीतील सर्व प्रकारचे जीव जीवाणू तसेच त्यांची अंडी व अळ्या मारून टाकतो. साधारणपणे १५ दिवसांनी मातीतील फोरमॅलिन हवेत विरून जाते. ते समजण्यासाठी थोडी माती हातात घेऊन तीचा वास घ्यावा. फोरमॅलिनचा गुदमरून टाकणारा दर्प जर त्या मातीला आला तर पेरणी करू नये. वास बिलकूल नाही आला तर पेरणी करण्यास घ्यावी. फोरमॅलिनचे काम करणाऱ्या माणसाने आपले सर्व अंग पूर्णपणे कापडाने लपेटून झाकावे व फक्त डोळे तेवढे रहातील अशाप्रकारे स्वताला झाकून घ्यावयाचे

असते. अंगावर ते पडणार नाही अशारितीने फवारणी करावी. आजूबाजूला जनावरे, लहान मुले असतील तर ती दूर करावीत. फवारणी करतांना फवारणीचे झारे शक्यतो जमिनीला लागून धरून काम करावे. शेतावर वारे नसतील तेव्हाच हे काम करावे.

गंधक - ह्या रसायनाने जमीन कशी शुद्ध करतात त्याची माहिती घेऊ या. गंधक हे पिवळ्या रंगाचे खनिज आहे. अतिसुक्ष्म कणात पूड केल्यास मात्र ते करड्या रंगाचे दिसते. गंधक पाण्यात विरघळत नाही. साबणाच्या योग्य तीव्रतेच्या द्रावात तो अतिसुक्ष्म केलेला असेल तर पयसाच्या रुपात राहू शकतो. त्यालाच विद्राव्य गंधक असे म्हणतात. गंधक रसायनिक दृष्ट्या फारच सक्रिय असतो.

बहुतेक सर्वच घातूंगी त्याचे सल्फेट व सल्फाईड अशा दोन प्रकारची संयुगे होतात. वनस्पतीच्या जडण घडणीत गंधकाचे प्रमाण स्फुरदाइतकेच असते. स्फुरदाचा आवश्यक घटक म्हणून जेवढा बोलाबाला झाला आहे तेवढा गंधकाचा झालेला नसला तरी तो तितकाच महत्वाचा आहे. गंधकाची उपलब्धता पालाशा प्रमाणे सहज असल्यामुळे कदाचित असे झाले असावे. तसेंच इतर खते देतांना गंधक सल्फेटच्या रुपाने मिळत असल्यामुळे तो दुर्लक्षिला गेला असावा. जिप्सम, अमोनियम सल्फेट, पोटॅशियम सल्फेट अशा खतांतून तो मिळत असतो. सेंद्रीयखतांतून तो मोठ्या प्रमाणात मिळतो. जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी मात्र तो वापरतांना तो त्याच्या मुलभूत स्वरूपातच वापरावा लागतो. गंधकाचा वापर बुरशीनाशक म्हणून सुक्ष्म चूर्णाच्या रुपाने फवारणी (ह्याला धुरळणी असे म्हणतात) करून करतात. काही वेळा विद्राव्य गंधक पाण्यात मिसळून त्याची फवारणी केली जाते. तुषार सिंचनाने प्रथम पाने भिजवली जातात. म्हणजे गंधकाचे कण त्यावर धिकटून बसतात. पाने कुरतडून खाणाऱ्या किडी त्यामुळे नष्ट होतात. जमिनीला सुद्धा तो तसाच दिला जातो. गंधकाची क्रिया पूर्वमशागतीत उपयोगी येत नाही. त्यासाठी त्याचा वापर आंतरमशागतीत करणे श्रेयस्कर असते. जमिनीला पाणी दिल्यानंतर काही वेळाने धुरळणी करावयाची असते. मातीच्या कणांवर गंधकाचे सुक्ष्म कण धिकटून बसतात व तेथील त्रासदायक जिवाणूंचा नाश होतो. विशेषकरून बुरशीवर्गातील जिवाणूंचा नाश जास्त होतो कारण बुरशी गंधकाचे शोषण सहजपणे करतात. बऱ्याच ठिकाणी गंधक व चुनकळी ह्यांचे पाण्यातील मिश्रण वापरले जाते.

आधुनिक विज्ञानाला अजून गंधक नेमके कसे जमिनीचे शुद्धीकरण करतो ते माहित नाही. तरी असे समजले जाते की, गंधकाचे गंधकाम्लात हवेच्या सानिध्यात रुपांतर होते व ते अम्ल शुद्धीकरणाचे काम करते, ह्या स्पष्टीकरणाला काहींचा आक्षेप आहे. गंधकाचा उपयोग करून जमिनीचे शुद्धीकरण करणे फारच महागडे ठरते म्हणून जेवढे गंधक धुरळणीने दिले जाते त्यावरच अवलंबून रहाणे श्रेयस्कर असते.

लाकडी कोळसा - हे एक घरगुती सरपण आहे. शेतातील जमिनीचे शुद्धीकरण करण्यासाठी त्याचा वापर करतांना त्याच्या इंधन ह्या गुणाचा विचार होत नाही. लाकडी कोळशात इतर काही उपयुक्त गुण असतात त्यांचा विचार होतो. असा अनुभव आहे की, लाकूड जर मर्यादित प्रमाणात प्राणवायुचा पुरवठा करून जाळले तर त्यातील उद्जन वायूची संयुगे प्रथम जळतात व त्या बरोबर लाकडातील पाणी उडून जाऊन केवळ कर्ब व राख उरते, म्हणजेच आपला कोळसा उरतो. त्यात कर्ब व इतर खनिजे (राख) असतात. अशारितीने तयार झालेल्या कोळशात त्यातील पाणी व उद्जन वायूच्या संयुगांची जागा सुक्ष्म छिद्राने घेतलेली असते. ही अतिसुक्ष्म छिद्रे असलेला लाकडी कोळसा जमिनीत घातल्या नंतर जमिनीतील सुक्ष्म जिवाणू व

विषारी द्रव्ये शोषून घेतो. जसे स्पंज पाणी पितो व धरून ठेवतो तसेच हे होत असते. ह्या गुणाला संशोषकता असे म्हणतात. इंग्रजीत अशा कोळशाला अॅक्टीव्ह कार्बन असे म्हणतात. निरनिराळ्या लाकडांपासून बनविलेल्या कोळशात हा गुण कमी जास्त स्वरूपात असतो. जेवढे लाकूड जास्त घन तेवढा हा गुण जास्त प्रभावी असा अनुभव आहे. नारळाच्या करवंटीच्या कोळशात हा गुण सर्वात जास्त असतो. असे असले तरी प्रत्येक लाकडी कोळशात हा गुण असतोच. संशोषकता मोजण्यासाठी त्या कोळशाच्या आकारमानाचा प्रमाण म्हणून वापर करतात. म्हणजे असे, नारळाच्या करवंटीच्या कोळशाचे प्रमाण पाहिले तर ते असे आढळून येते की, कोळशाच्या आकारमानाच्या १७९ पट दुषित वायू तो कोळसा शोषून घेऊ शकतो. अथवा असे आपण सांगू शकतो की, एक घन मीटर आकारमानाचा कोळसा १७९ घनमीटर एवढा दुषित वायू शोषून ठेवू शकतो. संशोषक क्रिया केवळ निरनिराळे वायू शोषून घेते असे नाही तर त्या शिवाय इतर द्रव्ये जसे, विषारी रसायने, रोगकारक रसायने, सूक्ष्म जीवाणू हे सुद्धा कोळशात शोषले जातात. शेतामध्ये ह्या लाकडी कोळशाच्या संशोषक गुणाचाच उपयोग प्रामुख्याने होत असतो. शेताच्या मातीत जादा झालेला कर्बवायू, इतर बाधक वायू जसे, सल्फर डाय ऑक्साईड, सल्फाईड्स ह्यांचे शोषण त्यात होत असते. शेतात असलेले अनेक पाशवी जीवाणू जसे, सूत्रकृमी (नेमाटोड) त्यांचे शोषण कोळशात होत असते. कोळशातील सुक्ष्म छिद्रांत हे सर्व खेचले जातात व पिंज्यात उंदीर जसे अडकतात व निष्प्रभ होतात तसेच काहीसे ह्यांचे होते. कोळशात अडकलेले हे सर्व जीवाणू त्यांच्या जैविक क्रिया करू शकत नाहीत. पाशवी जीवाणूंचा छिद्रात शिरण्याचा स्वाभाविक गुण असतो त्यामुळे ते वनस्पतीच्या मुळ्यांतील छिद्रात शिरतात तसे ह्या कोळशातील छिद्रात शिरतात व अडकून बसतात. कोळशात जवखार नांवाचा क्षार असतो (पोटॅशियम कार्बोनेट) त्यामुळे ते मरून जातात. पाशवी जीवाणूंची (सूत्रकृमी) विशेष बाधा असलेल्या जमिनीत लाकडी कोळशाच्या चूर्णाची मोठी मात्रा दिल्यास जमीन शुद्ध होते. जमीन व्यर्थ द्रव्याने भरलेली असल्यास लाकडी कोळशाची मात्रा मूळक्षेत्रात दिल्यास ते व्यर्थद्रव्य त्यात शोषले जाते व सावकाशपणे जमिनीतील प्राणवायुच्या मदतीने त्या द्रव्याचे प्राणिलीकरण होऊन ते सर्व द्रव्य नैसर्गिक खताप्रमाणे वनस्पतीला उपलब्ध होते. विषारी वायू, विषारी व्यर्थद्रव्ये व विषारी पाशवी जीवाणू अशा त्रासदायक घटकांचे शोषण करून त्यांना पायबंद घालण्याचे काम अतिशय कार्यक्षमतेने लाकडी कोळसा करू शकतो. विषारी व्यर्थ द्रव्यांच्या बाबत टांकणखाराची कार्यक्षमता विशेष असते. परिस्थिती व साधनांची उपलब्धता ह्यावरून शेतकऱ्याला जमीन शुद्ध करण्यासाठी कोणता उपचार करावा ते ठरवावे लागते. आपण ह्या लेखातून विविध उपचार समजून घेत आहोत व कोणता उपचार श्रेयस्कर केव्हा हे ठरविणे शेतकऱ्याला जमले पाहिजे. कोणताही एक उपचार आदर्श नाही. प्रत्येक उपचाराचे गुण व मर्यादा समजून घेवून त्यांची शिफारस करावयाची असते.

रासायनिक खते - रासायनिक खते पिकाला पोषक द्रव्य म्हणून वापरली जातात हे सर्वांना माहित असते परंतु, जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी सुद्धा ती वापरता येतात ते बऱ्याच जणांना माहित नसते. ह्या रासायनिक खतांचा जमिनीतील सुक्ष्म जीवाणूंचा परिणाम होत असतो त्याची माहिती शेतकऱ्याला होणे आवश्यक असते.

हल्ली आपण युरिया, सिंगल सुपर फॉस्फेट आणि म्युरेट ऑफ पोटॅश हे तीन प्रकार रासायनिक खताचे म्हणून वापरतो. त्यातील युरिया हे वस्तुतः रासायनिक नाही कारण, प्राण्यांच्या मुत्रात ते असते व पक्षांच्या विष्टेचे खत किंवा गोमुत्र जेव्हा आपण देतो तेव्हा आपण नैसर्गिक युरियाच देत असतो. इतर अनेक जोड खते रासायनिक

म्हणून आपण आज वापरत असतो. जेव्हा आधुनिक शेतीशास्त्राचा विकास झाला तेव्हा सुरुवातीच्या काळात अमोनियम नायट्रेट ह्या खताचा वापर सुरु झाला. त्या खतामुळे उत्पन्नाचे उच्चांग गाठले गेले व आधुनिक रासायनिक खतावर आधारित शेतीचे नांव झाले. सुरुवातीला अमोनियम नायट्रेट नत्राचा पुरवठा करण्यासाठी योजले गेले व त्याचे इतर गुण लक्षात घेतले गेले नाहीत. पुढे युरिया ह्या स्वस्त खताचा पुरवठा सुरु झाला व रासायनिक शेतीला नवीन आयाम प्राप्त झाले.

अमोनियम नायट्रेट हे रसायन स्फोटके बनवण्यासाठी वापरले जाते कारण, ह्यातून मोठ्या प्रमाणात प्राणवायूचा पुरवठा होऊ शकतो. पाण्यात ते वटकण विरघळते व अशा परिस्थितीत त्यातून भारित प्राणवायू तयार होतो. ह्याला इंग्रजीत नॅसंट प्राणवायू असे म्हणतात. हा भारित प्राणवायू जमिनीतील सूक्ष्म जीवांशी क्रिया करतो. विकारत्मक जीवाणू बहुधा अहवेष्णू असल्यामुळे ते अशा भारित प्राणवायूच्या प्रभावात आल्यामुळे नष्ट होतात. अशारितीने प्रत्येक वेळी अमोनियम नायट्रेटची मात्रा दिली जाते तेव्हा जमिनीचे शुद्धीकरण होत असते. हा भारित प्राणवायू वनस्पतीच्या मुळांची प्राणवायूची गरज पूर्ण करतो. विशेष करून ज्या जमिनीत वापसा सतत बिघडण्याचा दोष असतो तेथे अमोनियम नायट्रेटचा उपयोग करणे श्रेयस्कर असते. त्याशिवाय नत्राचा पुरवठा सुद्धा होत असतो. नत्राच्या शोषणाच्या क्रियेसाठी प्राणवायू मुळांना आवश्यक असतो व तो ताबडतोब उपलब्ध असतो त्यामुळे नत्राचे पचन सुद्धा उत्तमरित्या होते. परिणामतः वनस्पतीची वाढ उत्तम होते व उत्पन्न वाढते.

महाराष्ट्रात ६५ टक्के जमीन वापसा बिघडणारी आहे म्हणून येथे युरिया न वापरता अमोनियम नायट्रेटची शिफारस केली पाहिजे. तसेच १० ते १५ टक्के जमीन पाणबोदड (निचरा व्यवस्थित न होणारी) आहे तेथे सुद्धा हे खत उपयोगी ठरते. युरियात प्राणवायूचा पुरवठा करण्याचा गुण नसल्यामुळे ते अशा जमिनीत वापरल्यास फायदा होण्या ऐवजी नुकसान होण्याची जास्त शक्यता असते. हरित क्रांतीचे खरे कारण अमोनियम नायट्रेट हे खत आहे परंतु, त्याला बदलून तेथे युरिया ह्या केवळ नत्र देणाऱ्या खताचा वापर सुरु झाल्यामुळे उत्पन्नाचे विक्रम कमी होत गेले व शेवटी आजची परिस्थिती प्राप्त झाली आहे. युरियातून प्राणवायू मिळत नाही उलट कर्बवायू निर्माण होत असतो व जमीन दुषित करित असतो. सततच्या युरियाच्या वापरामुळे जमीन पूर्णपणे नापिक होत जाते. म्हणजे युरिया हे खत जमीन अशुद्ध करण्याचे काम करते हे लक्षात ठेवून त्याचा वापर अतिशय सावधगिरीने करावयाचा असतो. जैविक कर्ब कमी असलेल्या शेतात अमोनियम नायट्रेटचा वापर केल्यास उरतम परिणाम मिळतात. असे असले तरी आज युरियावर आपण अवलंबून असल्याने जैविक कर्ब वाढवणे जरूरीचे झाले आहे.

महाराष्ट्राच्या जमिनीचा विचार करतां असे म्हणावेसे वाटते की, महाराष्ट्रात युरियापेक्षा अमोनियम नायट्रेटची शिफारस केली पाहिजे. हल्ली बाजारात जे विद्राव्य खत मिळते ते तयार करतांना नत्रासाठी अमोनियम नायट्रेटचाच उपयोग केला जातो. अमोनियम नायट्रेटचे अनेक इतर फायदे आहेत ते पाहू या. मुळांना प्राणवायूचा पुरवठा करणे, त्यामुळे त्यातील सर्व वयापचय क्रिया व्यवस्थितपणे होतात व आवश्यक ती वितंचके व विम्लसा व कषाय द्रव्ये निर्माण होतात. अशारितीने नैसर्गिक संरक्षणाची व्यवस्था निर्माण होते व पिकाला रोग पीडांचा त्रास होत नाही. पोयट्याच्या अथवा रेंताड जमिनीत अमोनियम नायट्रेट ऐवजी युरिया घातले तरी चालते कारण, त्या जमिनीत वापसा साधारणपणे बिगडत नाही. पंजाब, मध्यप्रदेश, गुजरात, राजस्थान, उत्तर प्रदेश आणि बिहार अशा उत्तरेकडील

भागात पोयटा व रेताड जमीन प्रामुख्याने असल्यामुळे तेथे युरिया वापरता येते व काहीही त्रास होत नाही.

परंतु, महाराष्ट्र, कर्नाटक, आंध्र, तामिळनाडु ह्या भागात जमीन काळी, मुरमाड, विकण व चोपण असल्यामुळे तेथे वापसा सहजपणे बिघडतो. अशा जमिनीत युरिया वापरल्यास वापसा वारंवार बिघडत रहातो व पिकांचे नुकसान होते तसेच एकरी उत्पन्न कमी होते. थोडक्यात समजण्याची गोष्ट अशी की, वापसा बिघडणाऱ्या कमी निचऱ्याच्या जमिनीत अमोनियम नायट्रेट व उत्तम निचरा असलेल्या म्हणजेच जेथे वापसा बिघडत नाही तेथे युरिया वापरावे. अमोनियम नायट्रेटचा उपयोग खत म्हणून आंतरमशागतीत करणे श्रेयस्कर असते. हे खत अंतिम प्रकारचे असल्यामुळे ते शोणखतात मिसळून देऊ नये. स्फुरदाची सर्व रासायनिक खते मध्य प्रकारची असल्यामुळे ती शोणखतात मिसळून देणे श्रेयस्कर असते. जी खते मुळांना थेट शोषता येतात ती अंतिम प्रकारची समजली जातात, जी खते जमिनीत इतर प्रक्रिया झाल्यावर मुळांना शोषता येतात ती मध्यम प्रकारची असतात आणि जी खते मुळांना केवळ पोषक द्रव्ये अप्रत्यक्षरित्या उपलब्ध करून देतात ती प्राथमिक प्रकारची असतात, ह्या शेवटच्या प्रकारात सर्व सेंद्रीय खते असतात.

अमोनियम नायट्रेटचा उपयोग स्फोटके बनवण्यासाठी सुद्धा होतो व म्हणून त्याच्या उपलब्धतेत अडचणी येतात परंतु, विहीरी खोदणारे, खाणीत सुरंग फोडण्यासाठी काम करणाऱ्यांकडे ते सहजपणे मिळते. अमोनियम नायट्रेट मध्ये १५ टक्के युरिया मिसळल्यास ते मिश्रण स्फोटकांसाठी वापरता येत नाही म्हणून तसे मिश्रण बाजारात उपलब्ध केले तर बरे होईल. निदान महाराष्ट्र व बाजूच्या राज्यांची ती गरज आहे.

वरील विवेचनावून काही महत्वाच्या गोष्टी स्पष्ट होतात त्या अशा, युरिया जमीन अशुद्ध करणारे खत आहे व म्हणून ते वापरतांना काळजी घ्यावी लागते. उगाचच जास्त खत केवळ ते स्वस्त आहे म्हणून देणे बरोबर नाही. अमोनियम नायट्रेट, पोटॅशियम नायट्रेट, सोडियम नायट्रेट ही खते जमीन शुद्ध करण्याचे काम करू शकतात. अमोनियम सल्फेट, पोटॅशियम सल्फेट, जिप्सम हे जमीन बिघडवत नाहीत. न कुजलेले सेंद्रीय पदार्थ खत समजून घातल्यास जमीन फार लवकर बिघडते. मोठ्या प्रमाणात कोळसा (लाकडी) व लाकडाची राख एकत्र मिसळून जमिनीला दिल्यास जमिनीचा मगदूर चांगला रहातो. जमीन चोपण असल्यास सोडियमयुक्त खते (सोडियम नायट्रेट) कधीही वापरू नयेत. ठिबक किंवा फवारा सिंचन असल्यास आच्छादनाने न कुजलेला सेंद्रीय कवरा शेतात दिल्यास त्याचा फायदा होऊ शकतो. जमीन शुद्धीकरणासाठी असल्यास अमोनियम नायट्रेटचा उपयोग पूर्व मशागतीत करावा. प्राणवायू देणारी खते (पोटॅशियम नायट्रेट, अमोनियम नायट्रेट, सोडियम नायट्रेट) पानांवर शिंपून पडतील अशी देऊ नयेत.

जमिनीचे व्यवस्थापन (जमिनीचे शुद्धीकरण- २)

लेखांक १६ वा

मागील लेखात आपण अमोनियम नायट्रेट ह्या बहुगुणी रासायनिक खताचे जमिनीच्या शुद्धीकरणाच्या दृष्टीकोनातून कसे कार्य चालते त्याची काही माहिती घेतली. अमोनियम नायट्रेट तीन प्रकारे काम करते ती अशी, जमिनीला प्राणवायूचा (भारित, नॅसेंट) पुरवठा करून तिचे शुद्धीकरण करणे, वनस्पतीला प्राणवायूचा पुरवठा मुळांतून करून तिच्या वयापवय क्रिया सुधारण्यास मदत करणे आणि नत्र ह्या पोषक द्रव्याचा पुरवठा करणे. ह्यासाठी निचरा न होणाऱ्या तसेच ज्या जमिनीत न कुजलेले सेंद्रीय पदार्थ जास्त आहेत अशा जमिनीत युरिया ऐवजी अमोनियम नायट्रेटची शिफारस करावयाची असते. नायट्रेट मधील प्राणवायुमुळे न कुजलेले पदार्थ लवकर कुजून जमिनीत सेंद्रीय कर्बाचे प्रमाण सुधारते व पिकाची वाढ जोमाने होण्यास मदत होते. कमी निचऱ्यामुळे मुळकूज रोगाची लागण होण्याची शक्यता असते ते होत नाही. हे युरिया दिल्याने साध्य होत नाही. मुळांना प्राणवायुचा पुरवठा होणे नत्र मिळण्याइतकेच किंबहुना जास्त महत्वाचे असते. विशेष करून पुष्कट संजीवके अधिक प्रमाणात तयार होतात व त्यामुळे रोपांचे बुंधे रुंद होतात, अशा पिकांची उत्पादन क्षमता विलक्षण अशी सुधारते. दुसरे कोणतेही रासायनिक खत एवढे फायदे शोताला देत नाही. म्हणून अमोनियम नायट्रेट ह्या खताला आदर्श खत असे समजले जाते. जमिनीतील घातक अहवेष्णू जीवाणूंचा नाश होते.

अमोनियम नायट्रेट प्रमाणे नत्र देणारी इतर खते जसे, सोडियम नायट्रेट ही सुद्धा प्राणवायुचा पुरवठा जमिनीत करू शकतात. त्यामध्ये एकेकाळी प्रचारात असलेले सोरा म्हणजेच पोटॅशियम नायट्रेट हे एक महत्वाचे खत ठरते. एकेकाळी असे म्हणण्याचे कारण, पोटॅशियम नायट्रेटसुद्धा स्फोटकांच्या निर्मितीत वापरले जाते. बंदुकीची दारू बनवण्यात आजही ह्या रासायनाचा वापर होत असतो. म्हणून आपल्याकडे हे महत्वाचे खत शेतकऱ्याला परवडेल अशा किंमतीत आज उपलब्ध राहिलेले नाही. तरीसुद्धा ह्या खताची एक अभ्यास म्हणून जमिनीतील कार्यपद्धती आपण पहाणार आहोत. अमोनियम नायट्रेटप्रमाणे पोटॅशियम नायट्रेट तीन प्रकारे काम करते. फक्त एवढाच फरक असतो की, येथे नत्राबरोबर पालाशाचासुद्धा पुरवठा होतो. अमोनियम नायट्रेट पासून पिकाला नत्र दोन रित्या मिळतो, एक अमोनियम व दुसरा नायट्रेट. अमोनियम ह्या अयनाचे शोषण नायट्रेटपेक्षा जास्त सहजपणे होते म्हणजे त्याला कमी उर्जा लागते. नायट्रेट पासून मिळणारा नत्र काही जीव-रसायनिक गुंतागुंतीच्या क्रिया पूर्ण झाल्यावर मिळत असल्याने त्याला जास्त उर्जा खर्च होत असते. अभ्यासक्रमाच्या पहिल्या पुस्तकात आपण शक्ति संयुगांचा अभ्यास केला आहे (पहा घडा क्र. ११), ही शक्ति संयुगे अन्नरसाबरोबर मुळांकडे नेली जातात. तेथे मुळांतून जो प्राणवायू ऋणदलांच्या रुपाने उपलब्ध होतो त्यालाच आपण भारित अथवा नॅसेंट प्राणवायू असे म्हणतो. त्याच्या व काही वितंचकांच्या सहाय्याने जीव-रसायनिक क्रिया होतात व अनेक उपयुक्त पदार्थ जसे, संजीवके, वितंचके, जीवनसत्वे (ही प्रसंजीवके म्हणजेच कोएन्झाईम ह्या वर्गात येतात) उत्पन्न होतात हे लक्षात घेता असे दिसून येते की, मुळांतील प्राणवायूचे स्वसन व वनस्पतीच्या उर्वरित भागातील प्राणवायूचे स्वसन ह्यात फरक असतो. उर्वरित भागातील सक्रिय पेशी प्राणवायू संयुगाच्या स्वरूपात शोषतात व त्यापासून मुख्यत्वे करून शक्तीसंयुगे तयार होतात. फारच थोडा प्राणवायू शक्ती संयुगांच्या बरोबर क्रिया करण्यासाठी वापरला जातो. मुळांमध्ये प्राणवायू भारित स्वरूपातच शोषला जातो व नंतर त्याचा संयोग शक्ती संयुगांशी होतो व उपयुक्त पदार्थ

बनतात. जर पुरेशा प्रमाणात शक्ती संयुगे उपलब्ध नसतील तर मुळ आपले कार्य योग्यरितीने करू शकत नाहीत. जर हवा प्रदूषित असेल तर उर्वरित भागातून प्राणवायुचे श्वसन पाहिजे तसे न झाल्यामुळे अशा प्रकारचा दोष निर्माण होतो. वरील विवेचनावरून काही गोष्टी स्पष्ट होतात. त्या अशा कीं, मुळांना हवा लागत रहाणे हितकारक नसते. अशा परिस्थितीत मुळांवरील सुक्ष्मसा पाण्याचा जो संरक्षक थर असतो तो सुकून जाऊन प्राणवायुचे भारित स्वरूपातील शोषण होण्याऐवजी संयुगाच्या स्वरूपात शोषण होऊन मुळं मरून जाण्याची मोठी शक्यता असते. ह्यासाठी मुळं नेहमी मातीत झाकलेली असणे आवश्यक आहे, किंवा पाण्यात भिजलेली असावीत. अशा पाण्यात अमोनियम नायट्रेट सारखी प्राणवायू पुरविणारी खते (२ %) मिसळल्यास वनस्पतीची मुळे जास्त काळ टिकून रहातात. त्याशिवाय कापूर हळद घातल्यास मुळं जिवंत व कार्यरत रहाण्यास मोठी मदत होते असा अनुभव आहे. ह्या विवेचनामुळे असा समज होईल कीं, प्राणवायू देणारे कोणतेही रसायन जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी वापरता येईल परंतु, ते बरोबर नाही. मोठ्या प्रमाणात प्राणवायू देणारी पोटॅशियम परमॅन्गनेट, क्लोरेट वगैरे रसायने वापरल्यास मुळांना त्रास होतो असा अनुभव आहे. ह्याचे कारण असे सांगितले जाते कीं, जेव्हा प्राणवायू भारित स्वरूपात उपलब्ध होतो तेव्हा तो भारिततेच्या कमी जास्त तीव्रतेत प्राप्त होत असतो. मुळांना एका ठराविक तीव्रतेपेक्षा जास्त तीव्रतेचा प्राणवायू चालत नाही आणि जर असा अति तीव्र भारित प्राणवायू मुळांना मिळाला तर ती भाजल्यासारखी होतात. म्हणजे मुळांना मानवेल इतक्याच तीव्रतेचा प्राणवायू पुरविणारी रसायनेच ह्या दृष्टीने उपयोगाची असतात.

अतितीव्रतेचा भारित प्राणवायू जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी मात्र विशेष कार्यक्षम समजला जातो. म्हणजे असे अतितीव्र भारित प्राणवायू देणारे पदार्थ जर जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी वापरावयाचे असतील तर त्या जमिनीत पीक नसावे. पूर्व व उत्तर मशागतीत त्यांचा वापर करता येतो परंतु, आंतरमशागतीत ते वापरू नयेत. कृत्रिम शेतीत ह्या अतितीव्र भारित प्राणवायू देणाऱ्या रसायनांचा वापर होत असतो परंतु नेहमीच्या शेतीत ती सहसा वापरणे परवडणारे नसते.

आपण आता सोडियम नायट्रेट ह्या आणखीन एका नत्र देणाऱ्या खताचा जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी उपयोग होऊ शकतो त्याचा विचार करणार आहोत. आधुनिक शेतीत सोडियम नायट्रेट हे खत सर्वप्रथम वापरले गेले. दक्षिण अमेरिकेतील विली नांवाच्या प्रदेशात ह्या खनिजाचे प्रचंड साठे आढळले त्याचा काहीतरी उपयोग शोधण्याच्या खटपटीत हे शेतीत नत्र पुरविणारे खत म्हणून वापरले गेले आणि त्यामुळे त्याचा वापर त्या क्षेत्रात वाढत गेला. पुढे असे आढळून आले कीं, सोडियमचा प्रभाव जास्त झाल्यास जमिनीची रचना बिघडते. ह्या खतातील सोडियम एकदा शेतात दिला की तो सहजपणे जमिनीतून काढून टाकता येत नाही व जमिनीत क्षाराचे प्रमाण वाढत जाऊन जमीन चोपण होते. चोपण जमिनीत वापसा व वातन ह्या क्रिया व्यवस्थितपणे होत नाहीत व परिणाम असा होतो कीं, शेती करणे अवघड होते. ह्याचा अर्थ जरी सोडियम नायट्रेट खत नत्राचा व त्याच प्रमाणे प्राणवायूचा पुरवठा जमिनीत करीत असले तरी विकण असलेल्या जमिनीचे शुद्धीकरण होत नाही. केवळ एक खत म्हणूनच त्या कडे पहाणे श्रेयस्कर असते. रेटाड व पोयट्याच्या जीमनीत मात्र ते चालते कारण, त्या जमिनी चोपण होत नाहीत.

आता आपण कॅल्शियम नायट्रेटचा विचार करणार आहोत. बहुतेक करून हे खत संयुक्त रासायनिक खतात येते. एक सामान्य गुणधर्म असलेले असे हे रसायन आहे

त्यामुळे मोठ्या प्रमाणात व चांगले शुद्धीकरण त्यामुळे होत नाही. आतापर्यंत आपण निरनिराळ्या नत्रयुक्त खतांचा वापर जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी कसा करता येतो ते पाहिले. आता खताच्या अतिरेकी वापरामुळे अथवा अयोग्य रित्या वापर केल्यामुळे जमीन बिघडते त्याची माहिती करून घेऊया. आधी सोडियम नायट्रेटच्या अतिरेकी वापरामुळे जमीन चोपण होते ते पाहिले तसेच युरिया ह्या अतिपरिचीत खतामुळे काय होते ते पहाणार आहोत. युरियाची रसायनिक घटक परिस्थिती पहाता त्यात एक कर्ब अणू व चार उद्जनवे अणू असल्याचे दिसून येते. ही रचना घन स्वरूपात असलेल्या युरियाची असते परंतु, पाण्यात ते विरघळल्यावर निरनिराळ्या तीव्रतेच्या द्रावात असतांना, मातीतील इतर खनिज द्रव्यांच्या सानिध्यामुळे तसेच निरनिराळ्या तापमानाच्या परिणामामुळे युरियाची रचना बदलत असते. ह्या गुणाला टौटोमेरिझम म्हणतात. अशामुळे काहीवेळा युरिया मोनोअॅसिड (एकाम्लकारक) पद्धतीची रसायनिक क्रिया करते तर काही इतर वेळा विम्लकारक (बेसिक) पद्धतीची रसायनिक क्रिया करीत असते. युरिया अशा प्रकारे कां वागते हे अजून कोणालाही समजलेले नाही. तरीसुद्धा काही प्रवाद उपलब्ध आहेत त्यातील जो मला पटला तो येथे देत आहे. एका अभ्यासानुसार युरिया पाण्यात विरघळवल्यावर चौवीस तासांने किंवा त्या सुमारास युरियाचे भंजन (विभाजन) सुरु होते. अशारितीने विभाजन होतांना तयार होणारे घटक भारित (वार्ज्ड) असतात व म्हणून रासायनिक दृष्ट्या उन्तेजित असे असतात. मातीत असलेल्या खनिज घटकांशी त्यांच्या क्रिया तीव्र होतात. त्याप्रमाणे युरियाचे परिणाम मातीवर व वनस्पतीच्या मुळांवर होत असतात. एका प्रक्रियेत युरियाचे भारित अमोनियम दल व सायनो आम्ल (भारित दल) असे दोन भागात विभाजन होते. ह्यातील अमोनियम हा फारच तीव्रतेने सक्रिय असतो. त्याची क्रिया मुळांवर होऊन नत्राचा पुरवठा होतो. पुढे सायनो आम्लाचे तसेच काही खनिजांच्या सहवासाने (कॅटेलिटीक अॅक्शन) तीव्र भारित नत्र व कार्बन-मोनोक्साईड ह्यात रुपांतर होते. ह्याचे शोषण मुळ व जमिनीतील इतर जीवाणू करतात. हा नत्र वनस्पती घटकन स्वीकारते, त्यामुळे वनस्पतीची शाकीय वाढ झपाट्याने होते. परंतु त्याच बरोबर पुरेशाप्रमाणात प्राणवायूचा पुरवठा झाला तर हे नत्र वनस्पतीला चांगल्याप्रकारे आत्मसात करता येते. ही महत्वाची क्रिया लक्षात घेतां असे दिसून येते की, कार्बन-मोनोक्साईड ह्या भारित दलाचे कर्बवायूत (कर्बन-डाय-ऑक्साईड) रुपांतर होते. हा कर्बवायू मातीतील पाण्यात धरून ठेवला जातो. त्या क्रियेत जमिनीतील प्राणवायू मोठ्या प्रमाणात वापरला जातो व जमिनीचे वातन बिघडते. प्राणवायूचा पुरवठा अपुरा झाल्यामुळे व पाण्याचा निचरा योग्य प्रकारे होत नसेल तर त्या शेतातील पिकाची मुळांत विविध विम्लसांची निर्मिती होण्याचे थांबते. आपल्याला कदाचित् माहित नसेल पण, विम्लसा व सालार्क हे पदार्थ वनस्पतीचे विविध रोग व किटकां पासून संरक्षण करीत असतात. म्हणजे ही वनस्पतीची नैसर्गिक संरक्षक व्यवस्था असते. अशावेळी जर वनस्पतीत रोगपीडांची बाधा झाली तर वनस्पतीचे त्यांपासून संरक्षण करण्याची व्यवस्था नसल्यामुळे पीक हातचे जाण्याची शक्यता असते. त्यात पुन्हा आणखीन एका गोष्टीची भर पडते ते असे की, नत्राचा भरपूर पुरवठा झाल्यामुळे वनस्पतीची जी शाकीय वाढ होते त्यात सालार्क व विम्लसा ऐवजी शर्करेचे (गोडवा) प्रमाण वाढते व त्यामुळे संपूर्ण वनस्पती चांगलीच चवदार होते व त्या परिस्थितीत रस शोषक कीडी व इतर जीवांचे हल्ले होतात. असे झाले की त्या पीकाचे संरक्षण करण्यासाठी कितीही कीटकनाशकांच्या फवारण्या केल्या तरी काहीही उपयोग होत नाही. ह्या सर्व गोष्टींचा साकल्याने विचार करतां युरियाचा उपयोग करतांना मातीत प्राणवायू

रहावा म्हणून विशेष काळजी घ्यावयाची असते. त्यासाठी काय धोरण व्यावहारिक निसर्ग शेतीच्या तंत्रात मान्य केले आहेत ते आता आपण पहाणार आहोत.

युरियाचा फक्त फायदा व्हावा आणि दुष्परिणाम मात्र होऊ नयेत ह्यासाठी युरियाची सूक्ष्म करून मात्रा देण्याची शिफारस व्यावहारिक निसर्गशेतीत केलेली आहे. कोणत्याही पाण्यात विरघळणाऱ्या रासायनिक खताची मात्रा सूक्ष्म करून घावी असा नियम आहे त्याप्रमाणे मात्रा दिल्याने वनस्पतीची मुळं त्यांचे शोषण नैसर्गिक रित्या करतात व सेंद्रीय खताप्रमाणे ही रासायनिक खते काम करतात. सूक्ष्म मात्रांचे शोषण परासरणदाबाच्या नियमाने होत असते व ते वनस्पतीच्या प्रकृतीला मानवणारे असते. साधारणपणे सूक्ष्म मात्रांसाठी अशा खताचे द्रावण लाख भाग पाण्यात १०० भाग असे असावे. म्हणजे १ लिटर पाण्यात १ ग्राम खत असावे. अशा सूक्ष्म द्रावणात गांडुळांसारखे जीव मरत नाहीत तसेच तणांच्या वाढीला विरोध होतो. जेव्हा ही खते फोकून, दाण्याच्या रुपात टाकली जातात तेव्हा तणांची वाढ मोठ्या प्रमाणात होत असते.

आता आपण त्या संदर्भातील इतर मुद्द्यांचा विचार करणार आहोत. त्यात कोणत्या प्रकारच्या जमिनीत युरियाची मात्रा कशी देणे श्रेयस्कर असते आणि कोठे युरियाचा वापर टाळवा ह्याची माहिती येथे समजून घेणार आहोत. निचरा योग्य प्रकारे होत नाही अशा जमिनीत युरिया दिले तर त्याचा त्रास होत असतो कारण, मातीतील प्राणवायू इतरत्र वापरला जातो व युरियातील नत्राचे शोषण व पचन मुळांत होत नाही, परिणामतः विम्लसा, सालार्क इत्यादी ऐवजी शर्करा उत्पन्न होते व अशा परिस्थितीत पीकांवर रोग हमखास पडतात. ह्यासाठी निचरा व्यवस्थित नसलेल्या शेतात प्राणवायू देणाऱ्या, आधी विचारात घेतलेल्या, खतांचा वापर करावयाचा असतो. जर युरिया वापरण्या शिवाय गत्यंतर नसेल तर अशा वेळी सूक्ष्म मात्रा करून व मोठ्या अंतराने युरियाचा वापर करावा. कारण, रासायनिक खताच्या सूक्ष्म मात्रा देणे म्हणजे सेंद्रीय खत देणे असेच असते. दुसऱ्या शब्दात सांगावयाचे म्हणजे सेंद्रीय खतांचे सर्व फायदे रासायनिक खते सुक्ष्म करून देण्याने प्राप्त होतात. सूक्ष्म मात्रा दिल्यामुळे जमिनीत जो तुटपुंजा प्राणवायू असतो तो पुरेसा ठरतो व विम्लसा आणि सालार्क अशा नैसर्गिक संरक्षकांची निर्मिती योग्य प्रकारे होऊन पीक सुरक्षित होते. महाराष्ट्रातील ७० टक्के जमीन ह्या प्रकारात मोडते म्हणून महाराष्ट्रात युरियाचा वापर करतांना ते सूक्ष्म करूनच घावे.

कोणतेही रासायनिक खत सूक्ष्म करून देण्यामुळे दोन गोष्टीत त्याचा प्रभाव आढळून येतो. पहिली गोष्ट, कमी परासरण दाबाचा द्राव मुळांभोवती तयार होतो व त्यामुळे अशा सूक्ष्म करून दिलेल्या खतांचे शोषण मूळं उच्चरित्या करतात. दुसरी गोष्ट, युरियाबाबत विशेष कार्यरत असल्याचे दिसून येते, जमिनीतील प्राणवायूचे प्रमाण बदलत नाही. ज्या जमिनीत निचरा चांगला आहे अशा जमिनीतसुद्धा खते सूक्ष्म करून देण्याने फायदा होतो व म्हणून विद्राव्य रासायनिक खते नेहमी सूक्ष्म करूनच घावीत असा नियम व्यावहारिक निसर्गशेतीत आहे. इतर फायद्यात एक महत्वाचा फायदा असा की, खतात मोठ्या प्रमाणात बचत करता येते. शिफारस केल्यापेक्षा बरेच कमी खत देऊन उच्च पीक येते असा अनुभव आहे ह्याचे कारण, असे समजले जाते की, खताचा अपव्यय जो इतर पद्धतीने म्हणजे फोकून खते देण्यामुळे होतो तो टळतो. नेमके खत देऊनही पीक घेता येते. भारी मात्रा देतांना त्यात अंतर जास्त असते व सूक्ष्म मात्रा देतांना दोन मात्रांमधील अंतर कमी ठेवावे लागते. म्हणजे भारी मात्रा दिल्याने मधल्या काळात बरेचसे खत मातीतून निचरा होऊन वाया जात असते कारण, भारी मात्रा दिल्यानंतर लवकरच

मोकाट सिंचन केले जात असते. त्या पाण्याबरोबर खते वाहून जातात. तसे सूक्ष्म मात्रा दिल्यामुळे होत नाही. अशा बचतीमुळे शेती अधिक किफायतशीर होत असते.

पिकाचे नैसर्गिक संरक्षण उपलब्ध झाल्यामुळे रोग पडत नाहीत व रोगनिवारक औषधींवरील खर्च वाचतो ते सुद्धा शेती अधिक किफायतशीर होण्यास कारणीभूत ठरत असते. एकंदर सूक्ष्म मात्रा देऊन रासायनिक खते देणे सर्व दृष्टीने वांगलेच असते. फवारा, ठिबक, धार सिंचन असे मर्यादीत पाणी देणारी सिंचन वापरात असतील तर त्यातूनच सूक्ष्म मात्रा देता येतात. अनुभवी शेतकऱ्याला पिकाला खत देतांना खत जास्त होते का हे समजते, त्या अनुभवामुळे असे कासकर सूक्ष्म मात्रा देतांना खत पुरे झाले हे समजतात व योग्य वेळी खताच्या मात्रा बंद करतात हे भारी मात्रा देताना शक्य नसते.

ज्या जमिनीत निचरा नीटपणे होत नाही त्याबद्दलची माहिती आपण पाहिली. आता ज्या जमिनीत पाण्याचा निचरा वांगला होतो तेथे भारी मात्रा दिल्यामुळे प्राणवायू नष्ट होण्याची शक्यता कमी असली तरी परासरणदाबाचा प्रश्न असतो. भारी मात्रा व मोकाट सिंचन अशी परिस्थिती असेल तर वनस्पतीचे पोषण बरोबर होत नाही. हे करतांना काही शेतकऱ्यांना मजुरी वाढते असा अनुभव आला त्यावर उपाय म्हणून स्वयंचलित सिंचन व्यवस्था फायदेशीर ठरली. काही ठिकाणी मजूर तयार झाल्यावर सर्व कामे सुरळीत होत गेली. सूक्ष्ममात्राने खते दिल्यामुळे नेहमी पेक्षा थोडे काम वाढते हे खरे असले तरी त्या बदल्यात जे फायदे होतात ते पहाता हा जादाचा खर्च करणे श्रेयस्कर ठरते. एरवी किटकनाशकांच्या मात्रा घाव्या लागतात त्या ऐवजी सूक्ष्म खताच्या मात्रा घावयाचा असतात हे पहाता खर्च वाढतो असे म्हणणे बरोबर ठरत नाही असे मत काही शेतकरी सांगतात.

युरियानंतर इतर खतांचा वापर करतांना जमिनीच्या शुद्धीबाबत काय घडते त्याची थोडी माहिती आपण करून घेतली आहे. आता स्फुरद देणाऱ्या रासायनिक खतांचा निरनिराळ्या रीतीने वापर होत असतांना जमिनीच्या शुद्धीकरणाच्या बाबत काय घडते व त्याचा पिकांवर कोणता परिणाम होण्याची शक्यता असते ते पहावयाचे आहे. स्फुरदासाठी वापरले जाणारे सर्वात जास्त महत्वाचे खत आहे सिंगल सुपर फॉस्फेट. हे खत पाण्यात विरघळणारे नाही. त्यामुळे विद्राव्य खताप्रमाणे त्याची पाण्यात मिसळून सूक्ष्म मात्रा देणे शक्य नसते. ह्या रासायनिक खतामध्ये कॅल्शियम सल्फेट आणि फॉस्फेट असे घटक एकत्र करून असतात. त्यामुळे पिकाला कॅल्शियम (चुना), गंधक व स्फुरद हे तीन महत्वाचे घटक मिळू शकतात. स्फुरदाबाबत विशेष विचारात घ्यावा लागणारा एक दोष (अवगुण म्हणू या) जमिनीत असतो त्यामुळे दिलेला स्फुरद मातीत अडकला जातो व त्या कारणाने तो सहजपणे वनस्पतीला प्राप्त होत नाही. ह्याला स्फुरदाचे स्थिरीकरण असे म्हणतात. थोडक्यात ह्या स्थिरीकरणाचे कारण असे समजतात की, जमिनीत काही खनिज कलिली द्रव्ये असतात व त्यांच्याशी जर स्फुरदाचा रासायनिक (अर्ध) संयोग झाला तर त्या स्फुरदाचा बराच हिस्सा अशारितीने त्या कलिली द्रव्यात अडकून जातो की, मुळांतील विद्युत भार तो सोडवून घेऊ शकत नाही. मुळ कशी पोषक घटकांचे शोषण मातीतून करतात ते अभ्यासक्रमातील पहिल्या पुस्तकात दिले आहे ते पहावे. म्हणजे जेव्हा स्फुरद दिला त्यातील फारच थोडा हिस्सा पिवळ्या प्राप्त होतो. सिंगल सुपर फॉस्फेट रुपाने स्फुरद दिला तर त्यातील स्फुरद कॅल्शियमबरोबर असल्यामुळे मातीतील लोह व अॅल्युमिनियम युक्त कलिली द्रव्ये त्याला अडकवू शकत नाहीत. योग्य प्रमाणात पाणी व प्राणवायू जमिनीत असल्यास म्हणजेच वापसा व वातन परिस्थिती उत्तम असेल तर वनस्पतीची मूळ तो स्फुरद सोडवून प्राप्त करू

शकतात. म्हणजे स्फुरदाचे शोषण योग्य प्रकारे होण्यास जमिनीचा वापसा व त्याबरोबर वातन राखणे जरूरीचे असते. जमिनीतून पाण्याचा निचरा नीटपणे होत नसेल तर वापसा व वातन बिघडते व स्फुरदाचे शोषण व पचन होत नाही अशा परिस्थितीत स्फुरद देऊनसुद्धा पिकाला तो मिळत नाही. शेतकऱ्याने जमिनीचा वापसा व वातन बिघडणार नाही ह्याची काळजी घ्यावयाची असते. दुसरा एक घटक जो ह्या स्थितीकरणावर प्रभाव टाकतो तो आहे, पिकांच्या मुळाभोवतीच्या जमिनीचे म्हणजे मूळ क्षेत्राची विद्युत रासायनिक परिस्थिती, ह्याचा उल्लेख आपण सामू (पी. एच्) असा करतो. पिकाची मुळं त्यांच्या क्षेत्रातील हा सामू त्यांच्या गरजेनुसार बदलत असतात. ह्या नैसर्गिक गुणाचा वापर त्यात ढवळाढवळ न करता करण्याचे धोरण व्यावहारिक निसर्गशेतीत असते. विद्राव्य रासायनिक खताच्या मात्रा भारी दिल्यास (फेकून वगैरे) मुळांची ही क्रिया बिघडते हे लक्षात ठेवावे. योग्य वापसा व वातन राखल्यास ह्या खताच्या भारी मात्रा शेतात देण्यास हरकत नसावी. शेताचा निचऱ्याचा गुण वांगला नसेल तर निचऱ्याच्या विहीरी करणे, चर पाडणे असे अनेक सोयिस्कर उपाय आहेत ते करावे लागतात.

स्फुरदाचा पुरवठा करणाऱ्या व बऱ्यापैकी विद्राव्य असणाऱ्या इतर खताचा विचार करू या. डाय अमोनियम फॉस्फेट हे ते खत आहे. इतर कमी वापरात असलेली खते आहेत रॉक फॉस्फेट. ही खते वापरावयाची असतील तर ती थेट देऊ नयेत त्या ऐवजी ती प्रथम शेणात अथवा शेणखतात मिसळून जिरवावीत व त्यानंतर ते स्फुरद युक्त सेंद्रीय खत घावे. शेणखत व शेणरस ह्यांचा वापर करून अशी बरीच रासायनिक खते देणे थेट देण्यापेक्षा जास्त श्रेयस्कर असते. डाय अमोनियम फॉस्फेट हे खत मोठ्या प्रमाणात जमिनीत स्फुरद उपलब्ध करते. त्यातील मोठा भाग मातीतील कलिली द्रव्यात शोषला जाऊन जमिनीत कायमचा अडकून पडण्याची शक्यता असते. शेणखतात किंवा शेणरसात हे खत जिरवून देता येते त्याच प्रमाणे जीवाणू खतांचा वापर करूनसुद्धा हे खत देता येते. त्यासाठी ज्या जीवाणू खताचा वापर करवयाचा त्याच्या उत्पादकांने दिलेल्या सूचनांप्रमाणे ते घावे. स्फुरद खताचा जरूरीपेक्षा जास्त पुरवठा झाल्यास विषाणू बाधा होण्याची शक्यता असते. पूर्वी फक्त सिंगल सुपर फॉस्फेटचा उपयोग होत असे त्याने स्फुरदाचा पुरवठा मंदपणे होत असे आणि पिके विक्रमी येत असत त्या काळात विषाणू बाधेचे प्रमाण कमी होते. किंबहुना विषाणू बाधा हा प्रकार विचारात घेतला जात नव्हता. पुढे स्फुरदाचे महत्त्व जास्त समजल्यामुळे असेल कदाचित, डाय अमोनियम फॉस्फेटची मात्रा व त्या बरोबर जीवाणू खताच्या मात्रा दिल्या जाऊ लागल्या. त्यामुळे जरूरीपेक्षा जास्त स्फुरदाचे प्रमाण होऊन विषाणू बाधा होऊ लागली. स्फुरदाचा पुरवठा सहजपणे व मोठ्या प्रमाणात होत असल्यामुळे जमिनीत प्रथम विषाणू प्रक्रिया सुरु होत असावी आणि नंतर अशा जमिनीत नवीन पीक घेतले असता त्यास बाधा होत असावी. तसेच विषाणू बाधा झालेल्या शेतातील निचऱ्याचे पाणी बाजूच्या शेतात गेले तर तेथेसुद्धा विषाणू बाधा होण्याची शक्यता असते. हे अंदाज तूर्त खरे मानून आपण काम करू या. व्यावहारिक निसर्ग शेतीच्या तंत्रानुसार नेहमीच रासायनिक खते सुद्धम करून देण्याची पद्धत असल्यामुळे सहसा विषाणू बाधा होण्याची शक्यता नसते. त्याप्रमाणे हे खत सुद्धम करून देण्याने काय होते ते पहाणार आहोत. हे खत १:१०० ह्या प्रमाणात सुद्धम करून देण्याने फायदा होतो. हे खत पाण्यात विरघळवण्यासाठी बराच वेळ लागतो त्यासाठी ते पाण्यात दोन दिवस भिजत ठेवावे लागते. डाय अमोनियम फॉस्फेट जमिनीचा सामू बदलत नाही त्यामुळे त्याचे शोषण बऱ्यापैकी होते. जिप्सम ह्या खता बरोबर दिले तर विषाणू बाधा होत नाही.

अनुकुलागाराचे व्यवस्थापन जमिनीचे शुद्धीकरण- ३

लेखांक १७ वा

जमिनीच्या शुद्धीकरणावर आपण गेली काही लेख अभ्यास करीत आहोत. आता ह्या लेखात आपण यंत्राच्या मदतीने जे शुद्धीकरण केले जाते तसेच मिश्रपिकांच्या मदतीने जे शुद्धीकरणाचे परिणाम होतात ते पहाणार आहोत. तसे पाहिले तर यंत्रांच्या सहाय्याने जे काम केले जाते ते शेतकऱ्याला इतके अंगवळणी पडलेले असते की, त्याबद्दल वेगळे शिकण्याची काय गरज आहे असा प्रश्न पडण्याची शक्यता आहे. म्हणून ह्याची चर्चा येथे कशाला? असा प्रश्न शेतकरी विचारतील. त्यासाठी मी येथे थोडे विवेचन करू इच्छितो. माझ्या अनेक वर्षांच्या शेतकऱ्यांच्या कामाच्या अभ्यासातून असे आढळून आले की, शेतकरी ह्या सर्व गोष्टी नित्य नियमाने व बऱ्याच वेळा अगदी योग्य पद्धतीने करीत असला तरी त्या सर्व उपक्रमा मागील शास्त्रीय कारणमिमांसा मात्र त्याला बिलकूल माहीत नसते. अनेक शेतकऱ्यांना मी जेव्हा प्रश्न विचारला की, तुम्ही प्रत्येक वेळी पीक पेरण्यापूर्वी नांगरणी कां करतां? तर बहुतेक शेतकरी प्रश्न ऐकून माझ्या कडे पहात राहतात! म्हणजे असा प्रश्न विचारला जाऊ शकतो हेंच त्यांना माहीत नव्हते. शेतीतील जी बरीच कामे मजुरांकडून म्हणजे यांत्रिक स्वरूपाची आसतात व जी शेतकरी नियमितपणे करीत असतो, त्यामागील शास्त्रीय कारणाची साधी माहिती सुद्धा त्याला नसते. केवळ परंपरा आहे म्हणून तो ही सर्व कामे अंगवळणी पडल्यागत करीत असतो. पुष्कळ वेळा अशी कामे चुकीच्या पद्धतीने होत असतात. त्याचा परिणाम शेतीच्या उत्पन्नावर होत असतो परंतु ते शेतकऱ्याच्या लक्षात येत नाही. हे असे घडते कारण शेतकऱ्याला एवढी साध्या वाटणाऱ्या क्रियांची कार्यपद्धती माहीत नसते. जर ते त्याला समजले तर ह्या क्रिया तो अधिक जाणीवपूर्वकरित्या करून उत्पन्नाचा दर्जा सुधारू शकेल. ह्यासाठी व्यावहारिक निसर्गशेतीत असे आग्रहपूर्वक समजले जाते की, शेतकऱ्याने कोणतीही क्रिया उपजत बुद्धिने अथवा परंपरा आहे म्हणून अंगवळणी पडली आहे म्हणून, एवढ्यासाठी करणे योग्य नसते. शेतात केल्या जाणाऱ्या प्रत्येक क्रियेची शास्त्रोक्त कारणमिमांसा त्याला माहीत असणे आवश्यक आहे. ह्या मागील उद्देश असा की, जर शेतकरी ह्या सर्व गोष्टी समजून करू लागला तर तो ती कामे बिनचूकपणे व मर्यादांची जाणीव ठेवून करू लागेल, त्यामुळे, शेतीचे कार्य अधिक फायदेशीर ठरेल. बऱ्याच वेळा काही क्रिया करण्याची गरज नसतांना त्या केल्या जातात केवळ परंपरा म्हणून! ते टाळता येईल व त्यामुळे वेळ व पैसा ह्यांची बचत होईल. मी पाहिले आहे की, काही शेतकऱ्यांना चांगली उपजत बुद्धि असते व ते, कसे कुणास ठाऊक, पण नेमके काम कसे, केव्हा व किती करावयाचे ह्याची विलक्षण जाण असल्याचे दाखवतात. असे शेतकरी शोकडा पांच असू शकतात. बाकीचे शेतकरी त्यांचे अनुकरण करून शेती करतांना दिसतात. जेव्हा असा प्रतिभावान कासकर बाजूला नसेल तेव्हा शेतकरी शेत माल विकणाऱ्या दुकानदारास विचारून आपली कामे करतात. आणि येथेच शेतकऱ्याची फसवणूक होण्याची मोठी शक्यता असते. दुकानदार नको तो माल शेतकऱ्याच्या गळी मारतात असे दिसून येते.

शेतकऱ्याला शेती कामाची चांगली शास्त्रशुद्ध माहिती असेल तर असे फसवणूकीचे प्रकार होणार नाहीत. ह्यासाठी आपण जमिनीच्या शुद्धीकरणाची सविस्तर माहिती करून घेत आहोत.

ह्या लेखात यांत्रिक व माणसाने करावयाची कामे व मिश्रपिके घेणे ह्या दोन मार्गांची माहिती पहाणार आहोत. ह्या आधीच्या लेखांतून जे शुद्धीकरणाचे मार्ग

आपण पहिले त्यांच्या उपयुक्ततेची परस्परात तुलना करून त्यांच्यातून ते एकमेकाला पर्यायी ठरतात की त्या प्रत्येकाचे स्वतंत्र कार्य असते ते समजून घेऊ या. त्या बदल आपण थोडा विचार आधी केला आहे त्याचा येथे विस्तार करणार आहोत.

शुद्ध जमिनीत तिच्या शुद्धतेला कारणीभूत असलेली लक्षणे अशी आहेत.

१. जमिनीतील विकारात्मक जीवाणूंची संख्या किमान पातळीवर असणे.
२. जमिनीतील सकारात्मक जीवाणूंची संख्या कमाल पातळीवर असणे.
३. जमिनीत मादक व विषारी पदार्थांचे प्रमाण शून्य पातळीवर असणे.
४. जमिनीत प्राणवायुचे प्रमाण कमाल पातळीवर असणे.
५. जमिनीची स्थूल सच्छिद्रता उत्तम असणे.
६. जमिनीतील कर्बवायूचे प्रमाण किमान पातळीवर असणे.
७. जमिनीचा वापसा पिकानुसार योग्य असला पाहिजे.

८. जमिनीतील हवा व बाहेरील हवा ह्यांचे वातन (आदान प्रदान) उत्तम असले पाहिजे.

ह्या ठिकाणी एक गोष्ट लक्षात घेतली पाहिजे ती ही की, जर जमिनीवर आच्छादान चुकीचे असेल तर वातन व वापसा दोन्हीही बिघडतात. उदाहरणार्थ, समजा, प्लास्टीकचा पदर आच्छादन म्हणून वापरला असेल व त्यामुळे बाहेरील हवेशी जमिनीच्या पृष्ठभागाचा संपर्क राहिला नसेल तर वातन व वापसा बिघडतो. अशामुळे शुद्धीच्या लक्षणांपैकी ४ व ६ निश्चितपणे बिघडतात व त्याचा परिणाम लक्षण १ वर होतो. अशी जमीन अशुद्ध होते, ह्यावरून जमिनीतील वातन किती महत्वाचे असते ते लक्षात येईल.

आता पर्यंत आपण शुद्धिकरणाच्या ज्या विविध पद्धतींचा विचार केला त्यांची ह्या आठ लक्षणांना निर्माण करण्याबाबतची क्षमता पाहू या. प्रथम गांडुळांचा विचार करावा लागेल. सर्व लक्षणे सारखीच महत्वाची असल्यामुळे प्रत्येक लक्षणासाठी १२.५ टक्के असे गुण ठरविले तर आठही लक्षणात काम करणाऱ्या शुद्धिकरणाच्या पद्धतीला १०० गुण मिळतील व त्यावरून ह्या सर्व पद्धतींची गुणवत्तेची तुलना आपण सहजपणे करू शकू. गांडुळामुळे विकारात्मक जीवाणूंचा ऱ्हास होतो व सकारात्मक जीवाणूंची वाढ होते, जमिनीतील मादक व विषारी द्रव्ये नष्ट होतात व काही उपयुक्त द्रव्ये उपलब्ध होतात. जमिनीची स्थूल सच्छिद्रता वांगल्या परिस्थितीत राखली गेल्यामुळे वापसा सुधारतो व वातनसुद्धा सुधारते. फक्त कर्बवायूचे निवारण करण्यास गांडुळाचा उपयोग होत नाही. म्हणजे आठपैकी सात लक्षणात गांडुळ कार्यक्षम असतो. ह्याचा अर्थ एकंदर कार्यक्षमता $7 \times 12.5 = 87.5$ % असते.

दुसऱ्या पद्धतीत रसायनांच्या मदतीने शुद्धिकरण विचारात घेतले आहे. त्यात मोरचुद, टांकणखार, फॉर्मलिन, गंधक आणि लाकडी कोळसा ह्यांचा वापर विचारात घेतला. मोरचुदामुळे विकारत्मक जीवाणू नष्ट होतात. दुसरा काहीही फायदा नसतो तरी प्रसंगी तोच महत्वाचा असतो. म्हणजे कार्यक्षमता १२.५ % असते. टांकणखार बाधते तसेच मादक व विषारी द्रव्ये ह्यांचा ऱ्हास करणारे म्हणून २५ % कार्यक्षम ठरते. गंधकसुद्धा विकारत्मक जीवाणू व मादक विषारी द्रव्ये ह्यांचा ऱ्हास करणारे म्हणून २५ % कार्यक्षम ठरते. लाकडी कोळसा विकारत्मक जीवाणू, मादक विषारी द्रव्ये व कर्बवायू ह्यांचे नियंत्रण करतो म्हणून तो $(12.5 \times 3 = 37.5)$ ३७.५ % ठरतो.

इतर रसायनांत नायट्रेटची खते येतात. ही खते काही प्रमाणात प्राणवायू (भारित) जमिनीत सोडत असल्यामुळे विकारात्मक जीवाणू, (भारित) मादक द्रव्ये आणि

विषारी द्रव्ये (त्यांचे प्राणिलीकरण करून) जमिनीतील कर्बवायूचे नियंत्रण करतात. त्याच बरोबर प्राणवायूचा पुरवठा केल्यामुळे, वापसा बिघडलेल्या व वातन बरोबर नसलेल्या परिस्थितीत म्हणजे पाणबोदड, चोपण अशा जमिनीत सुद्धा पिकाला मदत करतात. म्हणजे रसायनिक रित्या वापसा व वातन ह्यांची कामे करतात. म्हणजे आठही लक्षणात काम करतात. म्हणून ही खते १०० % कार्यक्षम ठरतात. सेंद्रीय द्रव्यात सर्व सेंद्रीय खते येतात. ही योग्य प्रमाणात वापरावयाची असतात. आवश्यकते पेक्षा जास्त वापरली तर फायदा होण्या ऐवजी नुकसान होण्याचीच शक्यता असते.

वरील विवेचनावरून नायट्रेट खते जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी सर्वोत्कृष्ट ठरतात. नंतर गांडुळाचा क्रम त्यानंतर लाकडी कोळसा असा क्रम लागतो. इतर द्रव्ये तुलनेने कमी महत्वाची ठरतात. असे जरी असले तरी काही विशिष्ट परिस्थितीत ही इतर द्रव्ये विशेष काम करतात व त्या दृष्टीने त्यांचे महत्व असते हे लक्षात घेतले पाहिजे.

आता आपण यांत्रिक साधनांचा शुद्धीकरणासाठी कसा उपयोग होतो ते पहाणार आहोत. ह्याआधी वर जे विधान केले आहे त्याच्या पुष्टचर्च काही उदाहरणे पहाणार आहोत. ज्या जमिनीत त्रासदायक किटाणू जसे, हुमणी, तसर, वाळवी ह्यांचा प्रादुर्भाव आहे तसेच सुत्रकृमींचा त्रास होतो, अशा जमिनीत पूर्व मशागतीच्या काळात फॉर्मलीनचा वापर करून जमिनीचे शुद्धीकरण करणे चांगले असते. त्याच प्रमाणे आंतर मशागतीच्या काळात मोरचुदाचा वापर करणे चांगले असते. जर जमिनीत विषाणूबाधा असेल तर तेथे टांकणखाराचा वापर करणे अतिशय सोयीचे असते. लाकडी कोळसा पूर्व मशागतीच्या वेळी जमिनीत मिसळणे चांगले असते. गंधकाचा उपयोग आंतरमशागतीच्या वेळी करणे चांगले असते. त्याचप्रमाणे अखाद्य तेलपेंडीचा उपयोग पूर्व मशागतीच्या वेळी व नंतर जर ठिबक सिंचन असेल तर आंतरमशागतीच्या काळात वापरणे चांगले असते. ह्या तेलपेंडी खते म्हणून वापरल्या जातात. येथे मात्र त्यांचा उपयोग खते म्हणून न होता जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी कसे काम करतात तेवढाच विचार केला आहे. अशासाठी ह्या तेलपेंडी पिकाच्या मूळक्षेत्रात पसरून द्यावयाच्या असतात. नायट्रेट खते व ही तेलपेंडीची सेंद्रीय खते शुद्धीकरण व पोषक द्रव्य पुरविणे अशी दुहेरी कामे करीत असतात. यांत्रिक साधनाने काम करतांना जी कामे होतात त्यात नांगरणी, खुरपणी, निंदणी, भांगलण, वखारणी अशी कामे येतात. मोठ्या अवजड यंत्रांपासून अगदी छोट्या विळी पर्यंत सर्व प्रकारची लहान मोठी साधने ह्यात येतात. ह्या साधनानी जमिनीच्या शुद्धीकरणा बरोबर पिकाचे व्यवस्थापन जसे, छाटणी, उकलणी (झाडे स्वच्छ करणे), विरळणी (नको असलेली रोपे काढून टाकणे) अशी कामे होत असतात.

तसेच खते फोकणे (फेकून टाकणे) वगैरे कामे, फवारणी करणे अशी कामे सुद्धा विविध साधनानी होत असतात. सामान्यपणे, ह्या सर्व साधनांची ओळख येथील शेतकऱ्यांना वेगळी करून देण्याची आवश्यकता नाही. तरी सुद्धा, शहरी मंडळीतील जे व्यावहारिक निसर्गशेतीच्या तंत्राने उद्या शेती करण्यासाठी जाणार असतील त्यांना थोडी माहिती देणे आवश्यक आहे. त्याशिवाय बऱ्याच शेतकऱ्यांना ही साधने व त्यांचे उपयोग माहीत असले तरी त्या मागील शास्त्रीय कारणे माहीत नसतात. अशा शेतकऱ्यांना ह्या माहितीचा उपयोग होईल ह्या कारणासाठी ह्या यांत्रिक क्रियांचा आपण थोडा विचार करणार आहोत. कोणतेही मोसमी पीक घेण्या आधी नांगरणी करणे आवश्यक असते. नांगरणीचे अनेक प्रकार आहेत त्यातील सर्वात जुना प्रकार

आपण प्रथम पाहू या. ह्यात बैलाच्या मदतीने एक फाळ जमिनीतून रुतवून खेचला जातो. अशाने जमीन उखडली जाते व खालचा थर वर उचलला जातो. ह्या क्रियेमुळे माती वर व खाली होते व जमिनीतील थरांचे मिश्रण होऊन हवेतील प्राणवायू त्यात मिसळून शेतीसाठी जमीन तयार होते. नांगरणी सऱ्या पाडून केली जाते त्याने संपूर्ण माती उखडली जाऊन मोठी ढेकळे उघडी पडतात. ह्यात शेतकरी उभे, आडवे, तिरपे अशा अनेक दिशांने फाळ शेतात ओढून जमिनीचा वरचा थर पूर्णपणे सैल करतात. ही ढेकळे काही दिवस उन्हात सुकल्यामुळे ठिसूळ होतात. मग पुन्हा त्यावर नांगर फिरवला जातो त्यामुळे मोठी ढेकळे बारीक होतात. ही क्रिया शेतकरी पुन्हा पुनः थोड्या दिवसांच्या अंतराने करून जमिनीची स्थूल सच्छिद्रता वांगलीच सुधारतो. ह्या क्रियेमुळे जमिनीतील वातन सुधारते. वापसा सुधारण्यास मदत होते. आधीच्या पिकातील मुळांनी जी व्यर्थ द्रव्ये मातीत सोडलेली असतात ती प्राणवायूशी संपर्क आल्यामुळे प्राणिलीकरणाने नष्ट होतात. अहवेष्णू जीवाणू जे बहुधा विकारात्मक असतात ते नष्ट होतात. म्हणजे नांगरणी जर योग्य प्रकारे केली असेल तर जमिनीच्या शुद्धीच्या ८ लक्षणांपैकी ६ लक्षणे साध्य होतात. त्यामुळे नांगरणीची कार्य क्षमता ६ गुणिले १२.५ बरोबर ७५ टक्के असते. म्हणजे गांडुळापेक्षा कमी असते. ह्यावरून एक गोष्ट लक्षात येईल की, जर शेतात गांडुळांची संख्या बरोबर असेल तर नांगरणी करण्याची आवश्यकता नसते. साधारणपणे तेव्हाही संख्या गांडुळांची नसते व म्हणून नांगरणी शेतात पीक घेण्या आधी जरूरीची असते. गांडूळ व नांगरणी ह्यांत एक मोठा फरक आहे तो आपण लक्षात घेतला पाहिजे. तो असा,

नांगरणी केल्यावर पेरणी होते त्यानंतर पीक वाढू लागते. त्यावेळी सिंचन होत असते. ह्या सततच्या सिंचनामुळे नांगरणीने उखडून सैल झालेली माती सावकाशपणे दबली जाऊन घट्ट होते. एक दोन सिंचनातच हा फरक झाल्याचे दिसून येते. विशेष करून मोक्याट सिंचन असल्यास हा फरक जास्त प्रकर्षाने जाणवतो. माती घट्ट झाल्याने जमिनीचा वापसा व वातन बिघडते. तसे गांडुळांचा वावर मातीत असल्यास होत नाही. गांडूळ मातीत सतत कार्यरत असतात व ते त्यांच्या सततच्या हालचालीमुळे माती सैल करीत असतात. म्हणून गांडुळांचा प्रभाव नांगरणीपेक्षा जास्त असतो. अशी दाबलेली माती पुनः उखडावी लागते व त्यासाठी आंतरमशागतीची गरज असते. अशी आंतरमशागत गांडूळ असलेल्या मातीत करावी लागत नाही. आंतरमशागतीत येणारी कामे म्हणजे, वखारणी, खुरपणी पीक होत असतांना सतत करावी लागतात, त्याने शेतीचा खर्च वाढतो हे सर्व गांडुळांमुळे वाचते व शेतीचा खर्च आटोपशीर रहातो, शेती अधिक किफायतशीर होते. आंतरमशागतीसाठी जो लहान नांगर वापरतात त्याला बऱ्याच ठिकाणी औत, कोळपे, कोळपा, कुळवा-वे असे म्हणतात. गांडूळ ज्या शेतात असतात त्या शेताला नेहमी पाणी सिंचनाने द्यावे लागते, म्हणजे पीक लावलेले असो अथवा नसो सिंचन चालू ठेवावे लागते आणि जर ते थांबवले तर गांडूळ नष्ट होण्याची शक्यता असते. जरी शेत करावयाचे नसेल तरी गांडूळांसाठी जमीन ओली राखावी लागते. पीक पेरल्यानंतर ते काढीपर्यंतच्या काळात जी कामे केली जातात त्यासर्वांना **आंतरमशागत** असे म्हणतात.

व्यावहारिक निसर्गशेतीत मोक्याट सिंचन वर्ज आहे कारण अशा सिंचनाने त्या जमिनीतील गांडूळ निघून जातात. गांडूळ शेतात रहावे असे वाटत असेल तर ठिबक, धार, फवारा किंवा नेमके सिंचन वापरावयाचे असते. जर गांडूळ सांभाळणे शक्य नसेल तर किमानपक्षी शेतकऱ्यांने सिंचन पद्धतीमधील फवारा सिंचन हि पद्धत वापरावी. कारण त्यामुळे माती दबून घट्ट होण्याची क्रिया होत नाही. फवारा

सिंचनाचे व्यवस्थापन सुद्धा नीटपणे असावे लागते म्हणजे फवाऱ्याचे प्रमाण ताशी प्रति चौ. मीटर ५० ते ४०० मि.ली. असावे. पीकाच्या गरजेनुसार हे ठरत असते. फवारणीचे पाणी रिमझिम पावसा सारखे पडत असले पाहिजे.

आता आपण मिश्रपीक व्यवस्थेचा जमिनीच्या शुद्धीकरणावर काय व कसा परिणाम होऊ शकतो व त्याची वर दिलेल्या पद्धतीनुसार काय कार्यक्षमता असू शकेल ते पहावे लागेल. मिश्रपीक घेणे हे एक शेतीचे धोरण फारच उपयुक्त ठरलेले आहे. त्यात दोन प्रकारे मिश्र पीक घेतात. पहिल्या प्रकारात फेरपालट करून पीक घेणे असे धोरण असते. ह्यामध्ये पावसाळ्यात (खरीप) एक पीक घेतात व त्या नंतर हिवाळ्यात (रब्बी) वेगळे पीक घेतले जाते. परिस्थिती पुरक असेल तर उन्हाळ्यात सुद्धा एकादे पीक घेतले जाते. अशारितीने, वर्षभरात तीन पीके घेतली जातात. आपल्याला माहित आहे की, प्रत्येक पीक वाढत असतांना व्यर्थद्रव्ये सोडत असते, ती द्रव्ये नंतरच्या पिकाला उपयोगी होतील अशाप्रकारे पिकांची निवड करावयाची असते. ही व्यवस्था सर्व प्रकारच्या पोषक द्रव्यांसाठी उपयोगी असते. एक पीक घेतांना आधीच्या पिकाचे व्यर्थद्रव्य खत म्हणून वापरले जाते व त्या पिकाचे व्यर्थद्रव्य पुढील पीक वापरते अशा व्यवस्थेमुळे जमीन सतत शुद्ध होत रहाते. ह्या व्यवस्थेची शुद्धीकरण क्षमता मात्र कमी असते. साधारणपणे १२.५ टक्के असते. म्हणजे क्रमांक तीनचे लक्षण साध्य होते. तरीसुद्धा खतात जी बचत होते त्यामुळे ह्या मिश्रपीक व्यवस्थेची शिफारस केली जाते. ह्यासाठी मिश्रपीकांची निवड योग्य होणे अतिशय महत्वाचे असते.

दुसऱ्या प्रकाराला अंतरपीक घेणे असे म्हणतात. ह्यात एकाच वेळी शेजारी असलेल्या सरी अथवा वरंब्यात निरनिराळी पिके पेरली जातात. ती एकत्र वाढतात. ह्यात एक फायदा असा असतो की, रोगपिडांचे नियंत्रणसुद्धा शक्य होते. असे असले तरी जमिनीच्या शुद्धीकरणाच्या दृष्टीने ह्या प्रकारच्या मिश्रपीकांचा विशेष फायदा दिसून येत नाही.

अनुकुलागाराचे व्यवस्थापन (नांगरांची माहिती)

लेखांक १८ वा

गेल्या लेखात आपण नांगरणीचा विचार केला व त्यानंतर ह्या लेखापासून जलव्यवस्थापनाचा विचार करावयाचे ठरविले होते, परंतु, नांगरणी व इतर शुद्धीकरणाच्या उपायांबद्दल काही महत्वाचे प्रश्न जिज्ञासु शेतकऱ्यांनी पाठविले व त्यांचे निराकरण लवकर करावे असे सुचविले. त्यासाठी ह्या लेखात प्रथम ठरविलेला सिंचन हा विषय सुरु करण्या आधी विचारलेल्या दोन प्रश्नांचे निराकरण करणार आहे.

प्रश्न असा आहे की, नांगरांचे अनेक प्रकार आहेत, बलराम नांगर, पलटी फाळ नांगर, चक्री नांगर वगैरे बरेच सुधारित नांगर उपलब्ध आहेत, तरी ह्या निरनिराळ्या नांगरांचे वेगळेपण जमीन नांगरणीत कसे विचारात घ्यावे? तसेच कोणत्या प्रकारच्या जमिनीत कोणता नांगर जास्त चांगला हे कसे ठरवावे? ह्या नांगरांबाबतच्या वैशिष्ट्यानुसार तुलना करावी. हा प्रश्न महत्वाचा असल्यामुळे त्याचा विचार आपण ह्या लेखात करणार आहोत. सर्व प्रथम निरनिराळ्या नांगरांची गरज कां वाटते ते पाहू या.

बलराम नांगर हा फार प्राचीन काळापासून प्रचारात आहे. असे म्हणतात की, भगवान श्री कृष्णाचे बंधू बलराम ह्यानी ह्या नांगराचा शोध लावला व म्हणून त्याला त्याचे नांव दिले. ह्या नांगराची रचना संपूर्णपणे लाकडाची असते. एक बैल किंवा दोन बैल लावून अथवा काही वेळा दोन दोन बैलांच्या जोड्या लावून हा नांगर वापरता येतो. जमीन किती जास्त घट्ट झाली आहे त्याप्रमाणे किती बैल लावावयाचे ते ठरवून नांगरणी करावी लागते. नांगराच्या लाकडी फाळाला पोलादी कणी (टोकदार भाग) जोडलेले असते. नांगरणी करतांना हा पोलादी टोकदार भाग जमिनीत घुसून ती उकलत असतो. त्यामुळे जमीन सैल होत जाते. ह्या नांगराची रचना फारच साधी असते. गांवातील कारागीर जसे, सुतार लोहार हा नांगर बनवून देत असतात. ह्याची देखभाल सुद्धा ते सहजपणे करू शकतात. ह्या कारणाने हा नांगर आजसुद्धा चांगलाच यशस्वी ठरला आहे. नांगरणी बैलाच्या मदतीने तसेच माणसाने खेचूनसुद्धा करता येते. बलराम नांगर खेचण्यास कमी शक्ति लागते. पोयट्याची व काळ्या मातीची जमीन तसेच दगडघोंडे नसलेली जमीन असल्यास बलराम नांगर उत्तम ठरतो. जेथे नेहमी प्रत्येक वर्षी शेती केली जाते तेथे हा नांगर वापरणे जमते. पावसाळ्यात पुराच्या पाण्याने बाहेरून लहान सहान दगड घोंडे शेतात येतात ते ह्या नांगराने माती उकलताना उखडून काढता येतात. असे करतांना जरी नांगर मोडला तरी कमी खर्चात तो दुरुस्त करून घेता येतो. अल्पभूधारकांना बलराम नांगर चांगला असतो. मोठी शेती असलेल्या शेतकऱ्याला तो योग्य नसतो. नवीन जमिनीत पहिल्या प्रथमच शेती करण्यासाठी नांगरणी करावयाची असेल व जमीन मुरुमाची अथवा काळी असेल तर हा नांगर योग्य वाटत नाही. बलराम नांगराची एक छोटी आवृत्ती असते त्याला कुळपे किंवा कुळप्या नांगर असे म्हणतात. जो बलराम नांगर एक बैलाने ओढला जातो त्याला औत असे म्हणतात. साधारणपणे दोन बैल लावून नांगरणी केली जाते. परंतु, माती जास्त घट्ट असल्यास त्याही पेक्षा जास्त जोड्या वापरून नांगरणी करतात. कुळप्याचा उपयोग साधारणपणे आंतरमशागतीसाठी केला जातो. म्हणजे पीक वाढत असतांना दोन सऱ्यामध्ये माती सिंचनामुळे दबून जाते व वापसा व वातन बिघडते

तेव्हां ती माती उचकटावी लागते त्यासाठी हा छोट्या आकाराचा नांगर, जो दोन सऱ्यांमधून वावरू शकेल असा, वापरून आंतरमशागत केली जाते. आंतरमशागत वापसा व वातन सुधारण्यासाठी करण्याची गोष्ट आहे. शेती चालू असल्यामुळे माती फार घट्ट झालेली नसल्यामुळे असे छोटे औत माणूस खेचून ही आंतरमशागत करू शकतो. काही वेळा दोन सऱ्यांमध्ये पुरेसे अंतर असेल तर छोटा बैल वापरून अशी नांगरणी औत वापरून करता येते. कोळप्याने अशी जी नांगरणी करतात त्याला वखारणी, कुळपणी, खुरपणी असे बोलतात, त्याला नांगरणी म्हणत नाहीत. त्याचप्रमाणे दोन सऱ्यात उगवणारे तण काढण्यासाठी सुद्धा हे औत वापरता येतात. त्या कामाला निंदणी, भागलणी असे म्हणतात. कोळपणी केल्यामुळे पिकांची जमिनीवर आलेली बारीक मुळ्या तुटतात असे झाल्यामुळे नवीन बारीक मुळ्या येतात व पिकाची वाढ चांगली होते. बलराम नांगर व त्याच्या उपप्रकारांची आपण माहिती पाहिली, त्यांचा उपयोग कोठे व केव्हा करावयाचे ते पाहिले. बलराम नांगर मोठा उपयुक्त आहे खरा परंतु त्याच्या उपयुक्ततेला मर्यादा आहेत ते सुद्धा पाहिले पाहिजे. लहान वेडावाकडा आकार असलेल्या छोट्या जमिनीवर तो चांगला चालतो. वेळप्रसंगी बैल नसल्यास तो माणूस खेचून कशीबशीतरी नांगरणी करू शकतो. कींमत कमी, देखभालीचा खर्च मर्यादीत असे इतर फायदे आहेत. फाळ हवा तसा लांब (३० सेंमी ते ४९ सेंमी) बनवून उखळ नांगरणी करता येते. खोल नांगरणी करता येत नाही. नांगराचे वजन कमी असल्यामुळे एका ठिकाणाहून दुसरीकडे नेणे सोपे असते. इतर प्रकारचे नांगर वजनाला भारी असल्यामुळे ते शक्य होत नाही.

आता दुसरे प्रकार पाहू या. पलटी फाळ नांगर, ह्याची सुरुवात किल्लोस्कर कंपनीने केली. म्हणून बऱ्याच ठिकाणी ह्याला किल्लोस्कर नांगर म्हणूनच ओळखतात. हा नांगर बलराम नांगराची आवृत्ती आहे. मी तिला सुधारित असे म्हणू शकत नाही कारण बैलाच्या मदतीने जर हे दोन नांगर ओढले तर बलराम नांगर कमी कार्यक्षम असल्याचे दिसत नाही. किल्लोस्कर नांगराची संपूर्ण रचना पोलादी असते. त्याला एक फाळ असतो. फाळाला एका बाजूस विशिष्ट आकाराचे पंख असते. जेव्हा नांगर मातीतून खेचला जातो तेव्हा उखडलेली माती त्या पंखामुळे उचलून पुन्हा पुढे टाकली जाते. बलराम नांगर वजनाला हलका असल्यामुळे त्याच्या फाळावर एक फळी आडवी अशी बसवितात कीं, त्यावर पुरेसे वजन बांधून ठेवता येईल. त्याशिवाय नांगर हाकणारा इसम त्यावर उभा राहू शकतो. अशारितीने वजन वाढविल्यामुळे नांगर खेचताना तो मातीवर उचलला जात नाही. किल्लोस्कर नांगर वजनाला भारी असल्यामुळे हे सर्व करावे लागत नाही. तो मातीत चांगलाच रूतून रहातो व नांगरणी उत्तमरित्या करता येते. मजबूत बांधणी मुळे त्याची फारशी देखभाल करावी लागत नाही. अतिशय कणखर असल्यामुळे तो ट्रॅक्टर, पॉवर टिलर, बुलडोझर अशा जादा शक्ती असणाऱ्या अवजारांबरोबर वापरता येतो. माती घट्ट असल्यास अथवा नवीन जमीन असल्यास हा नांगर योग्य ठरतो. उर्जेच्या दृष्टीने पाहिले तर बलराम नांगराला एक बैल अथवा एक अश्वशक्ती पुरते परंतु किल्लोस्कर नांगराला निदान दोन ते तीन अश्वशक्तीची आवश्यकता असते. जेव्हा नांगरणीसाठी ट्रॅक्टर वापरला जातो तेव्हा त्याच्या उपलब्ध अश्वशक्तीनुसार जास्त फाळ बसवून मोठी नांगरणी करणे शक्य असते.

शेतकऱ्याने कोणत्या नांगराने त्याचे शेत नांगराचे हे ठरविण्यासाठी काही ठोकताळे आहेत. ते आता आपण पहाणार आहोत. अल्पभूधारकाला बलराम नांगर सर्व दृष्टीने चांगला असतो. विशेषकरून, जर शेती नियमितपणे होत असेल.

पोयट्याच्या, रेटाड व जादा सेंद्रीय घटक असलेल्या शेतात बलराम नांगर चांगला चालतो. लहान आकाराचे बैल असतील तर तसेच प्रसंगी माणसाला खेचावा लागणार असेल तर हा नांगर योग्य समजला जातो. किलोस्कर नांगराचे अनेक प्रकार अथवा आवृत्त्या आहेत. त्यातील एकपंखी नांगर बलराम नांगराप्रमाणे वापरता येतो. भारी जमीन असल्यास अथवा प्रथमच शेतीसाठी नांगरणी करावयाची असल्यास हा नांगर श्रेयस्कर समजला जातो. ह्या नांगराला ओढण्यासाठी जास्त शक्ती लागत असल्यामुळे भलभक्कम बैल अथवा म्हैस, रेडा वापरावा लागतो. नाहीतर उत्तम म्हणजे ट्रॅक्टर, पॉवर टिलर, अशा अधिक उर्जा असणाऱ्या उर्जावजारांचा वापर करावा लागतो. मोठ्या क्षेत्रफळाची शेती वर जेथे आकार चौकोनी आहे तेथे पोलादी नांगर योग्य समजला जातो. विकणमाती, मुरमाड जमीन, चोपण जमीन तसेच नव्याने नांगरणीखाली घेतलेल्या जमिनी ह्यासाठी हे नांगर योग्य ठरतात. बैलाने नांगरणी करतांना जेवढा वेळ लागतो तेवढा वेळ उर्जावजारांचा वापर करून काम केल्यास लागत नाही. मोठे क्षेत्र नांगरण्यासाठी पोलादी नांगर श्रेयस्कर समजले जातात. पोलादी नांगरात ट्रॅक्टरला जोडण्यासाठी काही विशेष फरक केलेले असतात. भारी व मध्यम जमिनीसाठी जे फाळ वापरले जातात ते जास्त मजबूत असावे लागतात. जेव्हा पोलादी नांगर हलक्या मध्यम व हलक्या जमिनीवर वापरावयाचे असतात तेव्हा ते लहान व कमी वजनाचे असतात. जास्त मजबूत नांगराला प्रति फाळ चार अश्वशक्ती एवढी उर्जा लागते व बारीक आकाराच्या नांगराला दोन अश्वशक्ती लागते असे साधारण ठोकताळे आहेत. समजा, ट्रॅक्टरने नांगरणी करावयाची आहे व वापरण्यात येणाऱ्या ट्रॅक्टरची उपयुक्त अश्वशक्ती ६० आहे तर भारी जमिनीतील नांगरणीसाठी त्याला घसारा लक्षात घेता बारा फाळ असलेले संयुक्त नांगर वापरावे लागतात व त्यामुळे कमी वेळात मोठे क्षेत्र नंगरून होते. हे एका रांगेत न घेता तीन रांगात घरले जातात. पहिल्या रांगेत ५, दुसऱ्या रांगेत ४ व तिसऱ्या रांगेत ३ अशारितीने ते बांधले जातात. अशा अनेक फाळ असलेल्या नांगराला अनेक फाळाचा नांगर असे म्हणतात. ते तयार मिळतात किंवा गांवातील लोहाराच्या कडून बनवून घेता येतात. पहिल्या रांगेतील शेजारच्या दोन फाळातील अंतर ६० ते ७० सें.मी. असावे, पहिल्या रांगेपासून दुसरी रांग साधारणपणे ३० सें.मी. एवढ्या अंतरावर ठेवावी. जमीन भारी व फारच कठीण असेल तर हि अंतरे वाढवावी लागतात. पहिल्या रांगेतील फाळ जमिनीत १५ ते २० सें.मी. इतके रुतले पाहिजेत, दुसऱ्या रांगेतील फाळ २० ते ३० सें.मी. रुतले जावेत व तिसऱ्या रांगेतील फाळ त्याहूनही जास्त रुतवून खोल नांगरणी करता येते. लोखंडी बरगड्याचा सांगडा तयार करून त्यावर नट बोल्ट वापरून ते बसवता येतात. गरजे नुसार त्यांची रचना बदलून निरनिरळ्या परिस्थितीनुसार ही रचना बनवतात. प्रचंड शक्ती असलेल्या मोठ्या ट्रॅक्टरचा वापर करून फार खोल नांगरणी करण्यासाठी चक्रीफाळ असलेले नांगर वापरता येतात. ह्याला टिलर असे म्हणतात. इंग्रजीत टिलर ह्या शब्दाचा अर्थ होतो नांगर. सुरुवातीला कोळप्याच्या जागी हा वापरला गेला. ह्यात पातेदार फाळाच्या ऐवजी गोल चक्राकार फाळ वापरला जातो. तो दिसायला घमेल्यासारखा असतो. ट्रॅक्टर जसा ह्याला खेचतो तसे ते चाक मातीत रुतून गोल फिरते व जमीन उखडून काढते. कमी शक्ती लागून जास्त क्षेत्राची नांगरणी होते. विशेष करून पोयट्याच्या व तशा जमिनीतच ते चांगले चालतात. भारी, मुरमाड अशा घट्ट असलेल्या जमिनीत ते चालत नाहीत. चक्रीफाळाची रचना अशी असते किं, एका गोल परिघावर चार ते सहा किंवा पाच फाळ बसवलेले असतात जसे काटेरी

चाक असावे. नांगरणी करतांना हे काटेरी फाळ मातीत रुतत जातात व जसे परिघ गोल फिरतो तसे ते काटे माती उचकटत रहातात. एक चक्री फाळ असलेले छोटे नांगर कुळपणी साठी वापरतात व ते माणूस हाताने खेचून पिकाच्या दोन सऱ्यामधून नेतात. हळी बऱ्यव कंपनी असे चक्रीनांगर बनवतात व ते तयार मिळतात. शेताच्या परिस्थितीनुसार चक्री बदलून विविध प्रकारे नांगरणी करता येते. नेहमी शेती होत असलेल्या शेतात ते चांगले चालतात. दगडघोडे असलेल्या जमिनीत ते वापरू नयेत कारण त्यांचे काटे (फाळ) मोडून मोठे नुकसान होत असते. असे चक्रीनांगर खूप महाग असतात. फार मोठे शेती क्षेत्र व पोयट्याची जमीन असेल तर हे नांगर वापरणे किफायतशीर असते.

चक्रीफाळात दोन प्रकार आढळून येतात. एका प्रकारात चक्रीफाळ खेचण्याने तो फिरत मातीतून जातो ह्याला मोकळा चक्रीनांगर असे म्हणतात. दुसऱ्या प्रकारात चक्रीफाळाच्या आंसाला ट्रॅक्टरकडून ताकद मिळून ते फिरतात. त्यामुळे ट्रॅक्टर जरी एका ठिकाणी उभा असला तरी ते चक्रीफाळ जागच्या जागी फिरत राहून मातीतील धसकटे व आधीच्या पिकाची उरलेली खुटे उपटण्याचे काम करतात. मोठ्या प्रमाणात अशी खुटे काढण्यासाठी तसेच तण उपटण्यासाठी हे चक्रीफाळ उत्तम ठरतात. असे फाळ ट्रॅक्टरला जोडण्याची व्यवस्था असते व त्यांना राटोवॅट असे म्हणतात. व्यावसायिक कंपनी विविध नांवाने हे आणतात जसे, रोटोमॅक, रोटोटिल वगैरे. मराठीत त्याला **उचकट्या नांगर** किंवा **फिरता चक्रीनांगर** असे म्हणतात. उचकट्या नांगर खेचण्यासाठी खूप उर्जा लागते.

नांगरणी पूर्व मशागतीतील असते त्याप्रमाणे उत्तर मशागतीत सुद्धा करावी लागते. जर वर्षात एकव पीक घेतले जात असेल तर एका पिकाची पूर्व मशागतीची नांगरणी आधीच्या पिकाची उत्तर मशागतीची नांगरणी ठरते. ह्यात आधीच्या पिकाची जमिनीत राहिलेली धसकटे उखडून काढण्याचे काम होते. फिरता चक्रीनांगर हे काम चांगल्या प्रकारे करतो. इतर नांगर वापरल्यास ही धसकटे बाहेर काढून ठेवली जातात नंतर ती धसकटे वेगळी बाजूला करण्यासाठी मजूर लागतात व तो एक जादा खर्च होते परंतु, फिरत्या नांगरामुळे ह्या धसकटांचे बारीक तुकडे होतात व अशारितीने बारीक झालेली धसकटे पुन्हा जमिनीत गाडली जातात. ह्यामुळे शेताला सेंद्रीय कर्ब पुरविले जाते.

नांगरणीच्या कामाचे साधारणपणे तीन प्रकार आहेत. उथळ, मध्यम व खोल असे हे आहेत. उथळ मूळक्षेत्र असलेल्या पिकांसाठी उथळ नांगरणी करतात. त्यात फाळ वीतभर आत जमिनीत घुसून माती उकळण्याचे काम होत असते. ह्यात येणारी पिके अशी, रोपवाटिका, बटाटा, कांदा पालेभाज्या, रताळे इत्यादी कंद पिके आणि काही फुलझाडे येतात. उथळ नांगरणी बळीराम नांगराने चांगली होते. मोठे क्षेत्र असल्यास फिरता किंवा मोकळा चक्री नांगर वापरणे श्रेयस्कर असते. ज्या जमिनीचा निचऱ्याचा गुण मध्यम आहे अशा जमिनीसाठी मध्यम नांगरणीची शिफारस होते. ह्यात फाळ एक फुट ते पंधरा इंच एवढा मातीत घुसून तितकी खोल नांगरणी होते. तसेच ज्या पिकांचे मूळक्षेत्र मध्यम खोलीचे आहे अशा पिकांसाठी ही नांगरणी करावी लागते. त्यात येणारी काही पिके अशी, मका, गहू, भात, भूईमूग, तंबाखू, हरभरा, लहान गवते, वेलीच्या भाज्या, फळभाज्या, द्राक्ष इत्यादी. बलराम नांगर बऱ्याच ठिकाणी वापरता येतो. परंतु, पोलादी नांगर वापरणे चांगले असते. कमी निचरा

असणाच्या व खोल मूळक्षेत्र असल्यास खोल नांगरणी करावी लागते. ही नांगरणी बलराम नांगराने होत नाही, त्यासाठी पोलादी नांगर अथवा चक्रीनांगर वापरावा लागतो. त्यात खूप खोलवर माती उकरली जाते व मोठी ढेकळे काढली जातात. त्यासाठी ट्रॅक्टर वापरून नांगरणी करतात. एका फेरीत अशी नांगरणी होत नाही. अनेक फेऱ्या मारून ती करावी लागते. मूळक्षेत्र खोल असलेल्या पिकांसाठी अशी नांगरणी करावी लागते. त्यात येणारी पिके अशी, सोयाबीन, लसूणगवत, बारसीम, कडधान्ये, कपाशी, काही तृणधान्ये, दालवर्गीय (कडधान्य) पिके, ज्वारी, बाजरी, ऊस, सूर्यफुल, एरंडी, पपया, लिंबू, डाळिंब, वगैरे वनस्पति येतात. ह्यासाठी दोन फूट इतके खोल नांगरावे लागते. प्रथमच शेतीसाठी जमीन तयार करावयाची असेल तर अशी नांगरणी करावी लागते. त्याच प्रमाणे जमिनीचे शुद्धीकरण करण्यासाठी अशी खोल नांगरणी करण्याची शिफारस करतात. अशी नांगरणी उर्जावजारांचा (ट्रॅक्टर, बूलडोजर, जेसीपी इत्यादी) वापर करून करावी लागते. नांगरणीचा संबंध जलसिंचन व्यवस्थेशी निगडीत असतो. जेव्हा ठिबक सिंचन व्यवस्था वापरली जाते तेव्हा उथळ नांगरणी करून बरीच पिके चांगल्या प्रकारे घेता येतात. ह्याचे कारण बऱ्याच मध्यम व खोल मूळक्षेत्र असलेल्या पिकांची मूळ ठिबक असल्यास मातीच्या वरच्या थरात रहातात. खोल न जाता आडवी मातीच्या वरच्या थरात पसरत जातात. जमिनीच्या पृष्ठभागापासून एक फुट पर्यंतच्या मातीच्या थराला वरचा थर म्हणतात. फवारा सिंचन व्यवस्था वापरून व पाण्याचा मध्यम उपयोग केला तर मध्यम व खोल मूळक्षेत्र असलेली बरीच पिके मध्यम नांगरणीने घेता येतात. ह्याचे कारण उघड आहे व ते असे की, पाणी मातीच्या वरच्या व मधल्या थरात रहात असते. मोकट सिंचन व्यवस्था असेल तर मात्र खोल नांगरणी करणे आवश्यक असते. ह्याचे कारण मोकट सिंचनामुळे दिलेले जादा पाणी निचरा होऊन जाण्यासाठी माती खोलवर सैल असणे आवश्यक असते. असे निचरा झालेले पाणी खालच्या थरात जाऊन रहाते तेथे पिकाची मुळ खोल जातात. म्हणजे, पिकाचे मुळ क्षेत्र नांगरणीमुळे प्रभावित होत असते.

वरील विवेचनातून आपण नांगरणीचा संबंध जमिनीचे प्रकार, पिकांचे मूळक्षेत्र व जलसिंचन व्यवस्था ह्यांच्याशी कसा असतो ते पाहिले. कोणत्या प्रकारचा नांगर कोणत्या परिस्थितीत अधिक चांगला ठरतो ह्याची माहितीसुद्धा करून घेतली. ही माहिती शेतकऱ्याला शेती करतांना उपयोगाची असते.

आता आपण दुसऱ्या प्रश्नाचा विचार करणार आहोत. त्यात जमिनीच्या शुद्धीकरणाचे जे आठ उद्देश साध्य करावयाचे व त्यासाठी योग्य उपाय कोणते व ते कसे करावे ह्याबद्दलच्या मार्गदर्शना बाबतचा आहे. ते सर्व आठ उद्देश पुन्हा एकदा पाहूया.

१. जमिनीतील विकारात्मक जिवाणूंची संख्या किमान पातळीवर असणे.
२. जमिनीतील सकारात्मक जिवाणूंची संख्या कमाल पातळीवर असणे.
३. जमिनीत मादक वविषरी पदार्थांचे प्रमाण शून्य पातळीवर असणे.
४. जमिनीत प्राणवायूची उपलब्धता कमाल पातळीवर असणे.
५. जमिनीची स्थूल सच्छिद्रता उत्तम अवस्थेत असणे.
६. जमिनीतील कर्बवायूचे प्रमाण किमान पातळीवर असणे.
७. जमिनीचा वापसा अपेक्षित पिकानुसार योग्य राखला जाणे.
८. जमिनीतील हवा व वातावरणातील हवा ह्यांचे आदान प्रदान व्यवस्थितपणे होत रहाणे. म्हणजे वातन उत्तम असणे.

प्रत्येक उद्देशासाठी आपण ठोकळमानाने १२.५ गुण ठरवून दिले आहेत. हे मागील लेखात आपण पाहिले आहे. तसेच, हे आठ उद्देश साध्य करण्यासाठी जे आठ उपाय सुचविले आहेत त्यांची सुद्धा आपण माहिती करून घेणार आहोत.

१. गांडूळ
२. मोरचूद
३. टांकणखार
४. फॉरमलीन
५. गंधक
६. लाकडी कोळसा
७. नायट्रेट खते
८. तेलपेंडी
९. नांगर

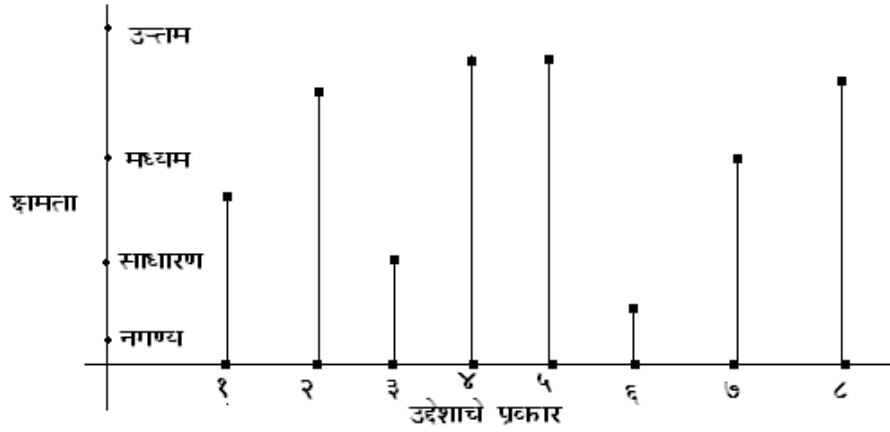
विषय समजणे सोपे जावे म्हणून ९ आलेख दिले आहेत ते पहावेत.

आलेख ९ मध्ये नांगरणी नंतर ताबडतोब काय परिस्थिती असते ते दाखविले आहे. जसा काळ पुढे जातो तसे ४ व ६ मध्ये बदल होत जातो. इतर आलेखात सुद्धा मात्रा दिल्यानंतर ताबडतोब काय परिस्थिती असते ते दाखविले आहे. मात्रा सुद्धा व व्यावहारिक निसर्गशेतीच्या तंत्रानुसार दिलेल्या असाव्यात. ह्या ठिकाणी गांडूळाचे महत्व लक्षात येईल. गांडूळाचा आलेख जी परिस्थिती दाखवितो ती परिस्थिती त्या शेतात कायमच असते. हे पहाता जरी सैद्धान्तिकरित्या अमोनियम नायट्रेट १०० टक्के दाखविला असला तरी ती परिस्थिती कायम नसते. जस जसे मात्रा दिल्यानंतर दिवस उलटतात तसतसे शेताची परिस्थिती पुन्हा बिघडू लागते ते दुसरी मात्रा देई पर्यंत. म्हणजे कार्यक्षमता दिवसेंदिवस कमी होत असते. आपण फक्त मात्रा दिल्यानंतरची प्राथमिक गुणवत्ता नोंदलेली असते. तसे गांडूळाबाबत नसते. कारण, गांडूळ मातीत सतत कार्यक्षमरित्या कार्यरत असतात. ह्याचा अर्थ असा होतो की, मध्यम जमिनीच्या शुद्धीकरणासाठी अमोनियम नायट्रेटपेक्षा गांडूळ श्रेष्ठ असतात. अनुकूलागरात शेतीचे व्यवस्थापन करतांना सिंचन व्यवस्था महत्वाची असते. पिकाला किती पाणी द्यावे हे ठरवितांना शेतावरील सापेक्ष आर्द्रता सुद्धा विचारात घ्यावयाची असते हे आपण आधीच्या लेखातून पाहिले आहे. त्याची ह्या संदर्भात थोडी पुनरुक्ती करणार आहे. मुख्य तत्व असे की, शेतावरील सापेक्ष आर्द्रते प्रमाणे त्या शेतावरील पिकाची पाण्याची गरज बदलत असते. प्रत्येक पिकाची एक योग्य सापेक्ष आर्द्रता असते व जेव्हा ती असते तेव्हा ते पिक उत्तमरित्या वाढते व उत्पन्न देते आणि त्यावेळीची जी पाण्याची गरज असते तिला त्या पिकाची खरी पाण्याची गरज असे मानावे. वस्तुतः नेहमीच अशी परिस्थिती असेलच असे नाही. म्हणजे बऱ्याच वेळा पिकाच्या योग्य सापेक्ष आर्द्रतेपेक्षा कमी किंवा जास्त असू शकते. अशा परिस्थितीत त्याप्रमाणे पाणी द्यावे लागते. म्हणजे कमी आर्द्रता असल्यास जास्त पाणी व जास्त आर्द्रता असल्यास कमी पाणी द्यावे लागते. असे असले तरी आपण पहातो की, शेतकरी शेताला पाणी देतांना ह्याचा विचार करित नाही. सापेक्ष आर्द्रता कशीही असली तरी पाणी तेवढेच दिले जाते. अशामुळे बऱ्याच वेळा जमिनीत जास्त पाणी होते व वातन आणि वापसा बिघडतो. ह्यामुळे रोगराईला आमंत्रण दिल्या सारखे होते. विशेषकरून महाराष्ट्रातील जमिनीचा निवऱ्याचा गुण कमी असल्यामुळे जादा पाणी देण्यामुळे पिकाचे मोठे नुकसान होण्याची शक्यता असते. थोडक्यात सांगावयाचे म्हणजे सिंचनाशी वातावरणातील सापेक्ष आर्द्रतेचा असलेला अन्वोन्य संबंध शेतकरी समजत नाही. शेताला पाणी इतकेच द्यावयाचे

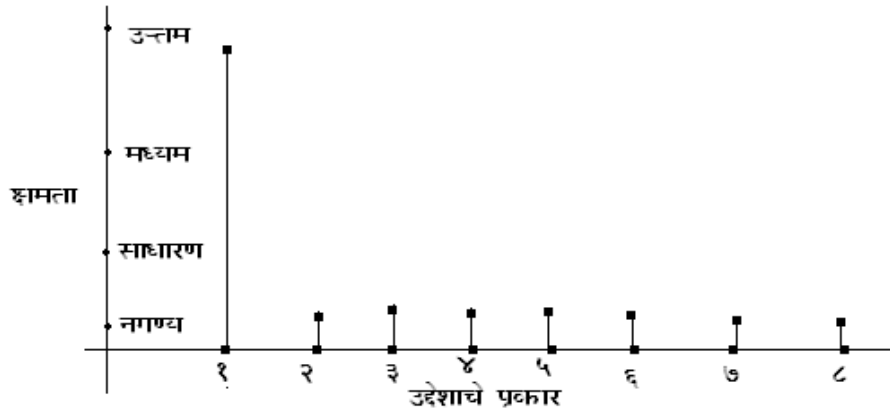
असते कीं, ते शेत ओल्या अवस्थेत राहिल. त्यापेक्षा जास्त पाणी नसावे. ह्यामुळेच ठिबक सिंचन व्यवस्था केलेले शेत जास्त वांगले उत्पन्न देऊन जाते असा अनुभव आहे. शेतावरील वातावरणाची सापेक्ष आर्द्रता योग्य राखण्यासाठी वनभिंतीची अथवा पॉलिभिंतीची, जाळीची व्यवस्था व्यावहारिक शैतीत दिली आहे. वनभिंती बाबत काही व्यावहारिक अडचणी शेतकऱ्यांनी दाखवून दिल्यानंतर त्या ऐवजी जाळीचे पडदे उभे करून हे काम तितक्याच कार्यक्षमतेने साध्य करता येते हे आढळून आले आहे व म्हणून हल्ली त्याचाच प्रचार केला जातो.

वनभिंतीची अडचण अशी आहे कीं, ती पूर्ण वाढण्यास बराच काळ लागतो. तसेच वाढणाऱ्या झाडाची सावली खालील पिकावर पडण्यामुळे पिकास पुरेसा सूर्यप्रकाश न मिळण्याची शक्यता असते. त्याशिवाय शेजारील शेतकऱ्याचा आक्षेप असू शकतो. हे सर्व प्रश्न जाळीदार पडदीने (१०० मॅश) सुटतात. ती पटकन उभी करता येते व काढूनही टाकता येते. जाळीदारपणामुळे हवा त्यातून सावकाशपणे वाहू शकते. जाळी जेवढी बारीक तेवढी वांगली असते. जाळीदार पडदी वांगली २० फूट उंचीची असावी. जमिनीवर तीनफुटापर्यंत जाळी नसली तरी चालते.

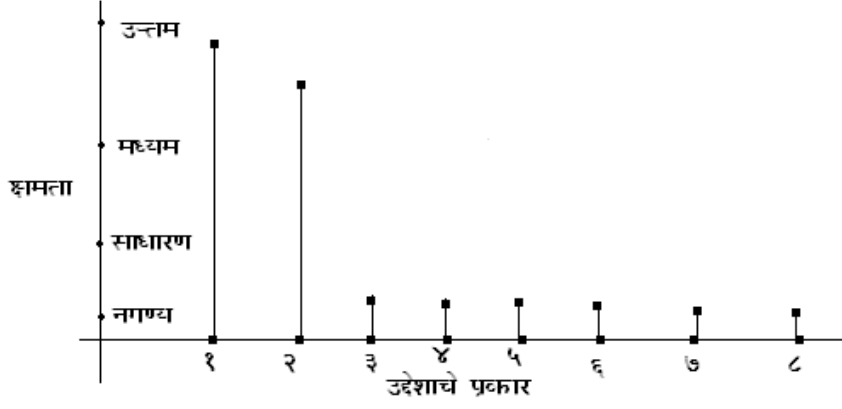
तुलनात्मक परिणाम दाखवणारे आलेख दिले आहेत त्यामुळे विविध उपायांचे परिणाम समजण्यास मदत होईल.



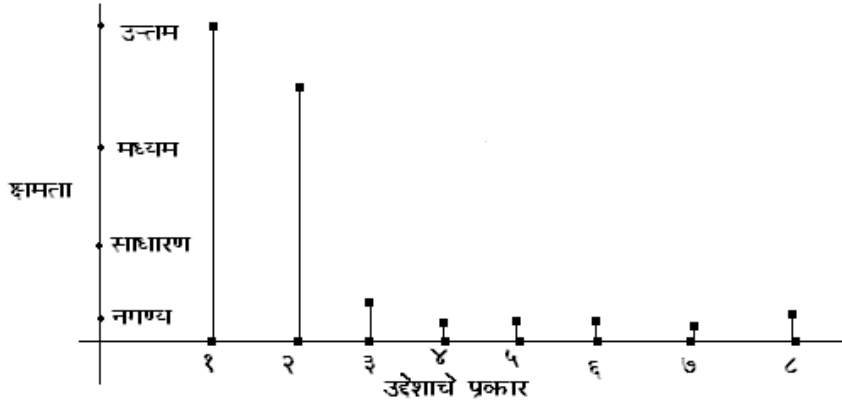
आलेख - १, गांडुळांचा वापर केल्याने होणारे शुद्धिकरण तुलनात्मक दाखवले आहे.



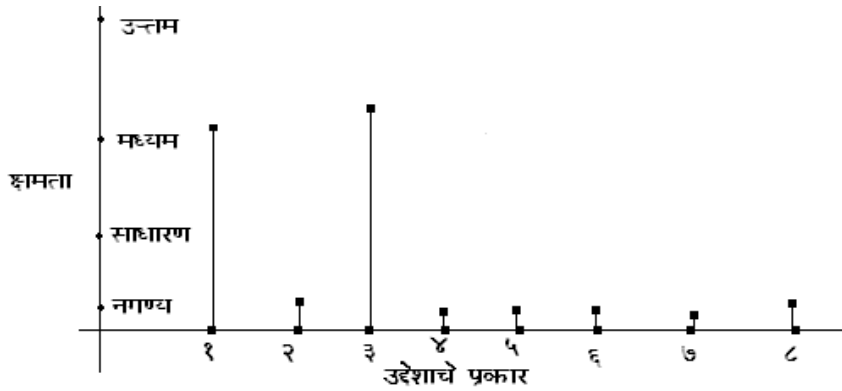
आलेख - २, मोरचुदाचा वापर केल्याने होणारे शुद्धिकरण तुलनात्मक दाखवले आहे.



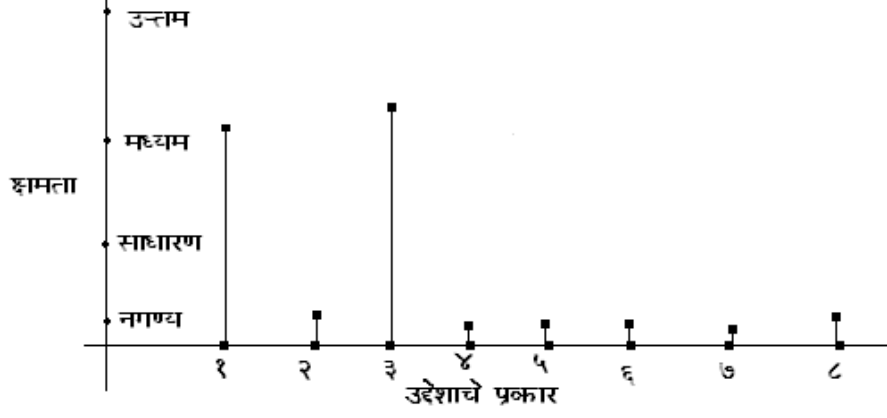
आलेख - ३, टांक्णसाराचा वापर केल्याने होणारे शुद्धिकरण तुलनात्मक दाखवले आहे.



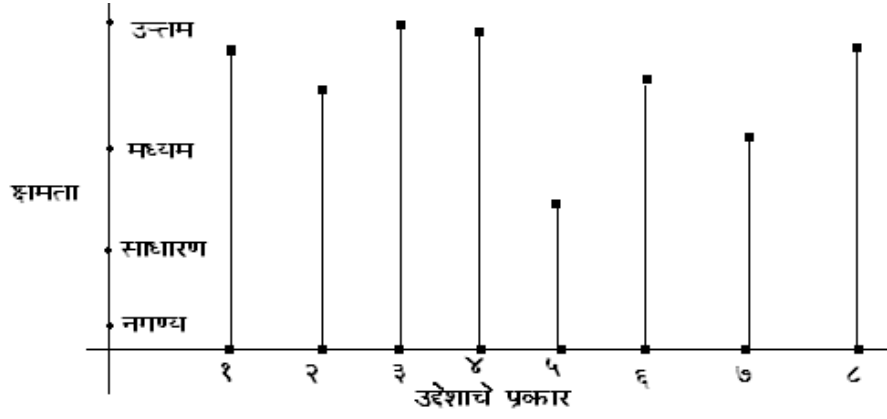
आलेख - ४, फोस्मलिनचा वापर केल्याने होणारे शुद्धिकरण तुलनात्मक दाखवले आहे.



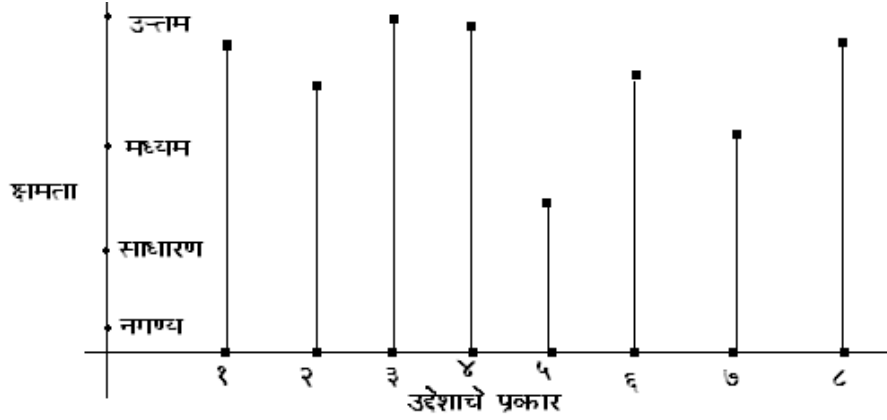
आलेख - ५, गंधकाचा वापर केल्याने होणारे शुद्धिकरण तुलनात्मक दाखवले आहे.



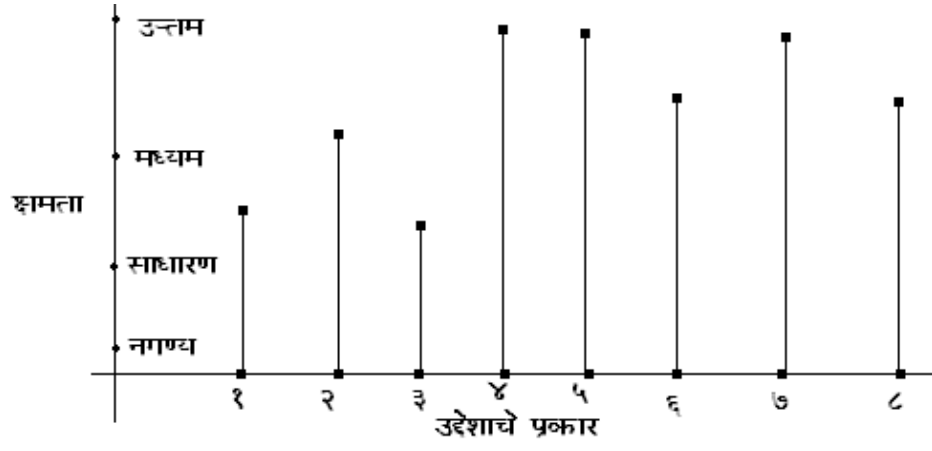
आलेख - ६, लाकडी कोळशाचा वापर केल्याने होणारे शुद्धिकरण तुलनात्मक दाखवले आहे.



आलेख - ७, नायट्रेट सत्ताचा वापर केल्याने होणारे शुद्धिकरण तुलनात्मक दाखवले आहे.



आलेख - ८, तेलपैडीचा वापर केल्याने होणारे शुद्धिकरण तुलनात्मक दाखवले आहे.



आलेख - ९ , नांगरणीचा वापर केल्याने होणारे शुद्धिकरण तुलनात्मक दाखवले आहे.

अनुकुलागाराचे जल व्यवस्थापन

लेखांक १९ वा

मागील काही लेखांतून आपण मातीच्या शुद्धीकरणाच्या कल्पनेचा विचार केला. आता आपण अनुकुलागारातील पिकांना पाणी कसे द्यावे व त्यामागील शास्त्रीय भूमिका काय ते पहाणार आहोत. आपणा सर्वांना माहित आहे की, वनस्पतीला वाढण्यासाठी पाण्याची आवश्यकता असते. एवढेच नव्हे तर संपूर्ण वनस्पतीतील घटकांची टक्केवारी पाहिली तर ८० ते ९० टक्के एवढे पाणी असल्याचे दिसून येते. हिरव्या भागातील पाण्याचे प्रमाण ९० टक्क्या पेक्षा जास्त असू शकते. काष्ठमय भागातील पाण्याचे प्रमाण ७० ते ८० टक्के एवढे असू शकते. म्हणजे वनस्पती वर वर कोरडी दिसली तरी ती पूर्णपणे जलमय असते अशी विलक्षण परिस्थिती असते. ह्याचा अर्थ वनस्पती ही मुख्यता पाण्यापासूनच बनलेली असते. वनस्पतीला पाणी लागते कारण ती मुळातच जलमयच असते. आता बाटलीत पाणी भरले तर ती बाटलीसुद्धा जलमय असते मग ह्यात फरक कोणता? असा प्रश्न विचारला जाऊ शकतो. फरक मोठा असतो व तो असा की, बाटलीतील पाणी कोणत्याही जैविक प्रक्रीयेत भाग घेत नाही व बाटली आणि त्यातील पाणी हे स्वतंत्रपणे तेथे असतात. वनस्पतीतील पाणी हे जैविक प्रक्रीयेत भाग घेत असते व ते वनस्पतीतील एक अविभाज्य घटकासारखे असते. म्हणून वनस्पतीतील अथवा इतर प्राणीमात्रातील पाणी त्या जीवात सक्रीय असते तर बाटलीतील पाणी निष्क्रीय असते. सर्वच जीवांमध्ये असलेले पाणी केवळ उदजन व प्राणवायू ह्यांच्या संयोगाने न रहाता इतर सेंद्रीय घटकांशी जीव-रसायनिक क्रियांनी गुंतलेले असते. दुसऱ्या शब्दात सांगावयाचे म्हणजे, हे वनस्पतीतील पाणी केवळ पाणी नसते तर एक प्रकारचे जलसंयुग असते. त्याची तुलना सिमेंट कॉक्रीटशी करता येईल कारण सिमेंट कॉक्रीट बनण्यासाठी त्यात पाणी घालावे लागते व ते पाणी सिमेंटच्या इतर घटकांशी क्रिया करून मगच घट्ट सांचा तयार होत असतो व एकदा असा सांचा तयार झाला की, त्यातून ते पाणी सहजपणे वेगळे करता येत नाही.

वनस्पतीत ह्या रसायनिक क्रियेमुळे प्रत्येक साखळी क्रिया होतांना एक किंवा जास्त शुद्ध पाण्याचे रेणू (म्हणजे निष्क्रीय पाणी) बाहेर सोडले जातात. बऱ्याच वेळा असे सोडलेले पाणी दुसऱ्या जैव-रसायनिक क्रियेत वापरले जाण्याची शक्यता असते. त्यात आपल्याला माहित असलेल्या क्रियांत ग्लायकोलिस्मिसची क्रिया, पेरुवीक अम्लाची क्रिया, क्रेबची क्रिया, पेरुविक अम्लाच्या प्राणिलीकरणाची क्रिया, शक्तिसंयुगंची उत्पादन करणारी क्रिया अशा काही क्रिया येतात. त्याशिवाय अजून ज्या क्रिया समजलेल्या नाहीत त्या असंख्य क्रियासुद्धा येतात. जेव्हा वनस्पतीतून बाहेर पडणारे पाणी अशारितीने जैविक-क्रियांत वापरले न जाता बाहेर टाकले जाते तेव्हा त्याला आपण वनस्पतीचे बाष्पोत्सर्जन असे म्हणतो. इतर प्राण्यांच्या बाबत आपण त्याला घाम असे म्हणतो. म्हणजे वनस्पतीलासुद्धा घाम येतो हे लक्षात घेतले पाहिजे. ही बाष्पोत्सर्जन क्रिया फक्त जीवंत वनस्पतीतच होत असते. ह्या घाम टाकण्याच्या क्रियेतून वनस्पतीच्या अनेक गरजांची पूर्तता होत असते. त्यांची थोडी माहिती आपण येथे पहाणार आहोत. आपल्याला माहित आहे की, भर उन्हात जेव्हा सूर्याच्या तापाने सर्व जमीन गरम झालेली असते त्या उन्हात उभे असलेले एकादे छोटे रोपसुद्धा आपण तपासले तर ते बिलकूल तापलेले नसते. हे शक्य होते कारण वनस्पतीतून होणारी बाष्पोत्सर्जन क्रिया. जर ही बाष्पोत्सर्जन क्रिया नसती तर अशा उन्हात वनस्पती करपून नष्ट झाल्या असत्या. वनस्पतीत दोन प्रकारचे रस वहात असतात, पोषक रस व अन्नरस अशी त्यांची नावे दिली आहेत.

पोषक रस मुळांकडून पानांच्या अग्रा पर्यंत असा वरच्या दिशेने वनस्पतीतून वहात असतो. अन्नरस पानांकडून मुळांकडे असा खालच्या दिशेने वहात असतो. पोषकरसातून मातीतून घेतलेली खनिजे व त्यांबरोबर मुळांत व खोडातील पेशींतून तयार होणारे वितंचके, संजीवके, क्षार व इतर जमिनीतून घेतलेली द्रव्ये असतात. अन्नरसात पानात कर्बग्रहण क्रियेने बनलेले शर्करा, प्रथिने, पिष्ठमय पदार्थ, कर्बोदके व शक्तिसंयुगे काही महत्वाची संजीवके व पोषकरसातील उरलेले द्रव्य जसे, वितंचके, क्षार, विम्लसा, सालार्क, राळ असे असतात. पोषक रस मातीतून वर वहात असल्यामुळे त्यात जमिनीतून घेतलेले जादा पाणी असते त्यामुळे तो सहज प्रवाही असतो व वरच्या दिशेने त्याचा प्रवास सोपा होतो. हा रस पानांच्या अग्रापर्यंत पोहोचल्यानंतर तेथे ते जादा पाणी पानांतून व बऱ्याच वेळा इतर हिरव्या भागातून हवेत सोडले जाते. पोषक रसाचे पानात बनलेल्या अन्न पदार्थांमुळे अन्नरसात रुपांतर होते व तो आता अन्नरस म्हणून खालच्या व वनस्पतीतील आडव्या भागांत पसरत जातो. अन्नरसात पाण्याचे प्रमाण कमी असते. हा रस बहुधा गुरुत्वाकर्षणामुळे हळूहळू खाली सरकत असतो. पोषकरसाला गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध म्हणजे वरच्या दिशेने प्रवास करावा लागतो. ते सहज सुलभ व्हावे म्हणून तो जास्त पातळ स्वाभाविकपणे राखला जातो. वरच्या दिशेने चढण्यासाठी ह्या रसाचा परासरणदाब कमी असणे अत्यावश्यक असते. वनस्पतीतील पेशींच्या पेशीरसातील परासरण (ऑस्मोटिक) दाब व ह्या पोषक रसातील परासरण दाब ह्यांतील फरकामुळे जो जोर तयार होतो त्यामुळे हा रस वरच्या दिशेने सरकू शकतो. ह्या वर दिलेल्या विवेचनावरून वनस्पतीची पाण्याची गरज केंव्हा व कशी असते ते लक्षात येईल. जर जमिनीतून पुरेशा प्रमाणात पाण्याचा पुरवठा झाला नाही तर निसर्गाने कोणती पर्यायी व्यवस्था दिली आहे ते आता पाहू या. मोठ्या वनस्पतीत ही व्यवस्था विशेष करून कार्यरत असते. त्यासाठी अशा वनस्पतीतील काष्ठमय साल हवेतून आर्द्र शोषून घेऊन ते आर्द्र म्हणजेच पाणी वनस्पतीला पुरवून पोषकरसाचा वरच्या दिशेने होणारा प्रवास सुलभ करते. लाकडात हवेतील पाणी शोषून घेण्याचा गुण असतो हे आपल्याला माहित आहे, पावसाळ्यात दारे, खिडक्या फुगतात ते ह्याच कारणाने. काष्ठमय भाग हवेतून पाणी रात्रीच्या थंडप्रहरी शोषून घेतो हे सिद्ध झाले आहे. शास्त्रज्ञानी पुराव्याने हे दाखविले आहे की, रात्री अडीच ते चारच्या सुमारास असे हवेतून पाण्याचे होणारे शोषण जास्तीत जास्त असते. झाडाच्या बुंध्याचे माप त्यासुमारास सुक्ष्मप्रमाणात वाढत असते. जिवंत वनस्पती जे बाष्प शोषून घेते ते सालीतून त्वक्ष ह्या भागात जमून तेथून रसवाहक पेशींच्या माध्यमाने पोषकरसात तसेच अन्नरसात सामील होते व झाडाची जादा पाण्याची गरज पूर्ण होते. ह्या विवेचनावरून आपल्या लक्षात येईल की, कोणतीही वनस्पती केवळ मातीतून मिळणाऱ्या पाण्यावर अवलंबून नसते. वातावरणातून रात्री पाणी ओढून घेण्याचा व दिवसा पुन्हा हवेत बाष्पोत्सर्जनाद्वारे ते सोडण्याचा गुण शेताचे सिंचनतंत्र ठरवितांना विचारात घेणे आवश्यक असते. त्यासाठी, वनस्पती किती पाणी स्वताच्या जैविक क्रियांसाठी वापरते व किती बाष्पोत्सर्जनात सोडते हे समजले तर वनस्पतीला किती पाणी लागते त्याचा अंदाज करता येतो. बाष्पोत्सर्जन क्रियेत किती पाणी लागेल हे दोन गोष्टींवर अवलंबून असते. एक गोष्ट, वातावरणाची सापेक्ष आर्द्रता व दुसरी वनस्पतीची अवस्था, जसे, रोपवस्था, बाल्यावस्था, तरुणावस्था, वयस्कता इत्यादी. रोपावस्थे पासून तरुणावस्थेपर्यंत वनस्पतीची वाढ होत असते. म्हणजे, तिचे नवीन भाग तयार होत असतात. तशा परिस्थितीत

शोषलेल्या पाण्याचा ४० टक्के भाग वनस्पतीत वापरला जातो व उरलेला भाग बाष्पोत्सर्जन क्रियेने वातावरणात सोडला जातो. जर वातावरण कोरडे असेल तर बाष्पोत्सर्जनाने जास्त पाणी वातावरणात सोडले जाते व वातावरण चांगलेच दमट असेल तर फार थोडे पाणी वातावरणात सोडले जाते किंवा ही क्रिया बंद होते. अशा परिस्थितीत सर्व पाणी वनस्पतीत वापरले गेल्यामुळे वनस्पतीची वाढ उच्चमरित्या होत असते, जसे पावसाळ्यात होते. बाष्पोत्सर्जन क्रियेने जास्तीत जास्त ८० टक्के ते कमीत कमी २० टक्के इतके पाणी वनस्पती वातावरणात सोडत असते. वाढणाऱ्या वनस्पतीत हे प्रमाण ५० टक्क्यापेक्षा जास्त नसते तर पूर्ण वाढलेल्या वनस्पतीत ते जास्त असू शकते. ह्याचा अर्थ जर शेतावरील वातावरणात आर्द्रता जास्त ठेवली तर अशा शेतात पाणी कमी घावे लागते हे लक्षात घेतले पाहिजे. वाढीव पिकांची त्याप्रमाणात पाण्याची गरज जास्त असते.

आता आपण जमिनीतून होणाऱ्या पाण्याच्या शोषणाचा विचार करू या. जमिनीतून वनस्पती पाण्याचे शोषण करते ते निवडक पारगम्यतेच्या तत्वानुसार असते. जेव्हा हे पाणी शोषले जाते तेव्हा ते निष्क्रिय अवस्थेत असते. म्हणजे ते त्या वनस्पतीचा भाग बनलेले नसते. पुढे ह्या पाण्याचे सुद्धा पचन व्हावे लागते. पचन क्रियेनंतरच सर्व पाण्याचे वनस्पतीच्या अंतर्भागात सम्मिलन होत असते. असे सम्मिलित पाणी सक्रिय होऊन त्या वनस्पतीच्या अंतर्गत अशा ज्या जीव-रसायनिक क्रिया असतात त्यामध्ये भाग घेऊ शकते. त्यासाठी पाण्याचे पचन होणे आवश्यक असते. पाण्याचे पचन होते म्हणजे एकतर पाण्याचे विघटन होऊन त्यातील उद्जन अणू वेगळा काढला जातो व तो दुसऱ्या जीव-रसायनिक क्रियेत वापरला जातो व उरलेला प्राणवायू बहुधा कर्ब अणू बरोबर जोडला जातो व कर्बवायुच्या रुपाने बाहेर सोडला जातो. किंवा, इतर वितंचकांच्या क्रियेत वापरला जातो व त्यापासून उपयुक्त द्रव्ये जसे, पुष्क संजीवके, जीवनसत्वे वगैरे निर्माण केली जातात. काही वेळा अशा क्रियेतून नवीन पाण्याचे रेणू तयार होतात व असे तयार झालेले पाणी हे त्या वनस्पतीच्या अंतर्भागात समाविष्ट केले जाते. हे सर्व मुळांच्या त्वक्कातील पेशीमधून होत असते. दुसऱ्या सम्मिलन क्रियेत पाण्याचा रेणू तसाच दुसऱ्या अतिक्लिष्ट (Complex) संयुगांत जोडला जातो. जास्तीत जास्त क्रियांत दुसरी क्रिया विशेष करून होत असते. अशा क्रियांत शक्ति संयुगांचा वापर होत असतो. ह्याचा अर्थ वनस्पतीचे हे पाणी सम्मिलन वनस्पतीला फुकट मिळत नाही तर त्यासाठी सुद्धा तीला उर्जा खर्च करावी लागते. शक्ती संयुगांचे ज्वलन होण्यासाठी प्राणवायू आवश्यक असतो आणि तो प्राणवायू जमिनीतील सुक्ष्म वातावरणातून घेतला जातो. पाण्याचे शोषण चालू असताना, जे आपल्याला माहित आहे की ते सततच होत असते, प्राणवायूचा पुरवठा मुळांना पाहिजे तसा झाला नाही तर शोषलेल्या पाण्याचे वर दिल्या प्रमाणे पचन होत नाही. अशा परिस्थितीत मुळातील असंख्य पेशीत हे शोषलेले निष्क्रिय पाणी तसेच साठून राहते व हे सर्व नेहमीच होत असले तर तेथे पेशींचे विघटन होण्यास सुरुवात होण्याची शक्यता असते व असे विघटन होणे म्हणजे एका प्रकारे कूजण्याची क्रिया होणे असेच असते. मूळकूज रोगाची सुरुवात अशी होत असते. ह्याचा अर्थ मूळ क्षेत्रात शुद्ध हवेचे आदान प्रदान म्हणजे वातन नसेल तर अशी परिस्थिती निर्माण होऊ शकते. मूळकूज रोगाला कारणीभूत असतात काही अहवेष्णू जीवाणू व त्यांची वाढ अशा न पचलेल्या पाण्यामुळे होते. ह्यातून एक गोष्ट आपण लक्षात घेतली पाहिजे की केवळ शेताला पाणी देऊन भागत नाही तर ते पाणी वनस्पतीला पचण्यासाठी मुळांना योग्य प्रमाणात प्राणवायू उपलब्ध करणे आवश्यक

असते. बरेच जण असे समजतात की वनस्पतीच्या मुळांनी पाणी शोषणे व कापसाच्या वातीने पाणी शोषणे हे एकाच प्रकाराचे आहे परंतु ते तसे नसते हे आपण लक्षात घेतले पाहिजे. वनस्पतीच्या मुळांनी जमिनीतून पाणी शोषणे ही एक जीव-रसायनिक क्रिया आहे तर कापसाच्या वातीने पाणी शोषणे ही एक पदार्थविज्ञानाची क्रिया असते. वांगला वापसा व वातन असलेल्या जमिनीत पाण्याचे शोषण व पचन योग्य प्रकारे होत असते. म्हणून जमिनीचा वापसा व वातन बिघडणार नाही ह्याची काळजी घेणे आवश्यक असते.

मोकाट पाणी देण्याच्या पद्धतीत पाणी शेताला दिल्यानंतर बराच काळ जमिनीचा वापसा पूर्णपणे बिघडलेला असतो. ह्या काळात जमिनीत प्राणवायू नसल्यामुळे वनस्पती पाण्याचे शोषण करीत नाही. शेतकऱ्याला वाटते की त्यांनी पिकाला भरपूर पाणी दिले आहे परंतु वस्तुस्थिती अशी असते की, मुळाभोवती पाणी असूनही त्यातील फारच थोडे पाणी मुळांत वापरले जात असते. अशी परिस्थिती नेहमीच राहिली तर मुळकूज रोगाची बाधा होण्याची शक्यता असते. जेव्हा पाणी निवरा होऊन सरल्यावर त्या जमिनीत पुन्हा हवा शिरते व प्राणवायू मुळांना मिळू लागतो तेव्हा जे पाणी मुळांनी पारगम्यतेच्या नियमानुसार शोषून साठवलेले असते त्याचे पचन सुरु होते. समजा, निवरा वांगला नसेल तर जास्त काळ पाणी मुळाभोवती राहू लागेल व केषमुळे नष्ट होण्यास सुरुवात होईल. अशा परिस्थितीत पिकांचे आरोग्य बिघडते व रोगपीडांचा प्रादुर्भाव होतो. ह्याचा अर्थ शेताला पाणी जेवढे महत्वाचे आहे तेवढे किंबहुना त्यापेक्षा जास्त महत्वाचे असते प्राणवायूचे जमिनीत असणे. ह्यासाठी आपण पहातो की, ठिबक सिंचन व्यवस्थेत, जेथे वापसा व वातन कधीच बिघडत नाही तेथे पिकांची वाढ अधिक वांगली होत असते. मोकाट सिंचन करणाऱ्यांनी आणखीन काही गोष्टी लक्षात घ्यावयाच्या असतात त्या अशा, मोकाट सिंचनात दिलेल्या पाण्यात किती प्राणवायू विरघळलेला आहे हे महत्वाचे असते. पावसाच्या पाण्यात भरपूर प्रमाणात प्राणवायू विरघळलेल्या अवस्थेत असल्यामुळे असे पाणी मुळाभोवती सांचून राहिले तरी फारसे बिघडत नाही त्याचप्रमाणे नदी, उघडे तलाव ह्यांतून घेतलेले पाणी प्राणवायूने बऱ्यापैकी संपृक्त असण्याची शक्यता असते व म्हणून तसे पाणीसुद्धा मोकाट सिंचनासाठी योग्य समजले जाते. परंतु, खोल विहीरीतून उपसा करून काढलेल्या पाण्यात प्राणवायू बिलकूल नसतो व असे पाणी मोकाट सिंचनासाठी वापरल्यास प्राणवायूचा जबरदस्त ताण पडून पिकाचे जलशोषण बिघडू शकते. पाणी सिंचन करतांना प्राणवायू संतुलनाचा विचार करण्याची सवय जर शेतकऱ्यांना लावली तर बरेच रोगपीडांचे प्रश्न मुळातच निकालात निघतील.

जेव्हा खोल विंधण केलेल्या विहीरीतून पाणी वापरावयाचे असेल तेव्हा ते पाणी थेट उपसल्यावर सिंचनासाठी वापरणे घोक्याचे असते त्यासाठी असे पाणी प्रथम उपसून एका मोठ्या विस्तीर्ण व उथळ अशा टाकीत दोन दिवस साठवून मगच सिंचनासाठी वापरावे जेणे करून त्या दोन दिवसात पुरेसा प्राणवायू वातावरणातून त्या पाण्यात मुरला जाईल. बऱ्याच इतर क्लुप्त्या वापरून जास्तीत जास्त प्राणवायू विरघळवण्याचा प्रयास करता येतो जसे, टाकीत कारंजे बसवून पाणी हवेत फेकून त्यात प्राणवायू घेणे वगैरे. काही खोल विंधण केलेल्या विहीरीतील पाण्यात कर्बवायू, गंधकाम्ल वायू (SO₂) असतात. ते काढून टाकून मगच असे पाणी वापरावयाचे असते. एवढी काळजी घेतल्यास अशा विहीरीतील पाणी सुद्धा वापरण्या हरकत

नसावी. अशा विहीरीतील पाणी शेतात वापरण्या आधी प्रयोग शाळेतून तपासून घ्यावे व नंतर वापरावे. आज शेतकरी एवढी काळजी घेत नाहीत.

पुढील लेखात आपण विचार करणार आहोत अशा एका विलक्षण नैसर्गिक व्यवस्थेचा, ज्यामुळे हवेतून वनस्पति परस्पर पाणी मिळवितात. ह्याचा उपयोग अनुकूलगारात कसा करावा हे समजेल.

अनुकुलागारातील जलव्यवस्थापन

लेखांक २० वा

मागील लेखात आपण पाण्याचे शोषण झाल्यानंतर त्याच्या पचनासाठी प्राणवायुची गरज कशी असते आणि तो प्राणवायू योग्य प्रमाणात मिळण्यासाठी काय परिस्थिती शोतात असणे जरूरीचे असते त्याची माहिती करून घेतली. वनस्पतीची पाण्याची गरज प्रामुख्याने जमिनीतून पाणी पुरवून केली जाते. हे जरी खरे असले तरी बऱ्याच वेळा वनस्पतीचा जमिनीवरील भाग हवेतून आर्द्र शोषून घेऊन पिकाची पाण्याची गरज काही प्रमाणात पूर्ण करीत असतो. विशेष करून मोठ्या झाडांसाठी हे होत असल्याचे दिसून येते. हल्ली शोतीचे इतर प्रकार विकसित होत आहेत त्या दृष्टीने वातावरणातील आर्द्र वनस्पतीला कशा रितीने पाणी पुरविते त्याची थोडी अधिक माहिती आपण येथे करून घेणार आहोत. पूर्वीच्या काळी शोती म्हंटली म्हणजे मोसमी पिकाची शोती असे समजले जात असे. परंतु आता शोती ह्या शब्दाने इतर अनेक वनस्पतींची लागवड व उत्पादन करण्याचा विचार केला जातो. जेव्हा आपण शोतीच्या समग्र शास्त्राचा विचार करतो तेव्हा ह्या सर्व निरनिराळ्या शोती प्रकारांची जी काही वैशिष्टपूर्ण अशी गरज असते तिचासुद्धा आपल्याला विचार करावा लागणार आहे.

हे सर्व लिहीण्याचे कारण आहे व ते असे, माझ्या कडे जो शेतकऱ्यांचा मोठा पत्रव्यवहार होतो त्यातून असे आढळून येते की, पत्र लेखकांचा नेहमी एकच आग्रह असतो की, त्यांच्या शोतातील प्रश्नांचाच आणि ते जे पीक घेत आहेत त्याचाच विचार व्हावा. परंतु असे करता येत नाही. उदाहरणार्थ, ऊसाची शोती करणारे फक्त ऊस ह्या एकाच पिकाचा विचार करतात मग, ज्वारी, बाजरी, भाज्या, फुलझाडे, कडधान्ये ह्यांची आलटून पालटून लागवड करणारे शेतकरी आग्रह धरतात की, फक्त त्यांच्याच समस्यांचा विचार व्हावा आणि जेव्हा इतर समस्यांची चर्चा होते तेव्हा ते नाराज होतात. माझ्या मते अशा रितीने एकाद्या शास्त्राचा संकुचितरीत्या विचार करणे म्हणजे त्या शास्त्रावर अन्याय करण्यासारखे होईल. अशा संकुचित विचारसरणीमुळे त्या शास्त्राचा सर्वकश विकास होणे थांबेल व जेव्हा शेतकरी आपले नेहमीचे पीक सोडून इतर पीक घेण्याचा विचार करेल तेव्हा त्या पिकाचा पुरेसा अभ्यास झालेला नसल्यामुळे त्याला योग्य मार्गदर्शन मिळणार नाही. ह्यासाठी मी सर्व शेतकऱ्यांना विनंती करू इच्छितो की, त्यांनी अशा रितीने संकुचित विचार न करता इतर पिकांचासुद्धा अभ्यास व व्यासंग करण्याची सवय लावावी, त्यातच त्यांचे हित आहे. केव्हा कोणते ज्ञान कसे व कोठे उपयोगी येईल ते आज सांगता येणार नाही हे लक्षात ठेवावे.

ह्या लेखात आपण जंगल शोती अथवा काष्ठशोतीचा अभ्यास करणार आहोत. काही प्रमाणात फळबाग करणाऱ्यांनासुद्धा ह्या लेखातील माहिती उपयोगाची आहे. मोसमी व कमी कालखंडात येणाऱ्या पिकांसाठी ह्या लेखातील माहिती फारशी उपयोगाची नाही. शोतीतील एक जलव्यवस्थापन समजून घेणे असा विचार करून शेतकऱ्यांनी हा लेख वाचावा.

वनस्पती जमिनीतून जे पाणी मुळांद्वारा शोषून घेते ते परासरण दाबाच्या तत्वानुसार संपूर्ण झाडाला पुरविले जाते. हे आपण अभ्यासक्रमाच्या पहिल्या पुस्तकात पाहिले आहे. केषाकर्षण क्रिया व परासरणदाब ह्यांच्या माध्यमातून पाणी जमिनीच्या वर जास्तीत जास्त तीस फुटापर्यंत पोहोचू शकते. परंतु जेव्हा झाड त्याहीपेक्षा जास्त उंच वाढते तेव्हा त्या वरील भागातील पाण्याची गरज कशी भागवली जाते हा प्रश्न शास्त्रज्ञांना पडला होता. त्यावर बरेच संशोधन झाल्यावर

जे निष्पन्न झाले ते आता आपण पहाणार आहोत. अनेक निरिक्षणे झाली व असे आढळून आले की, ज्या भागात सापेक्ष आर्द्रता फार कमी असते अशा भागातील जसे, वाळवंट, कमी पाण्याचे प्रदेश अशा ठिकाणी झाडांची उंची नेहमीच कमी असते. जेथे सापेक्ष आर्द्रता भरपूर असते तेथे त्याप्रमाणात झाडे खूप उंच वाढलेली दिसतात. शास्त्रज्ञानी जेव्हा वाळवंटात (इस्रायल मधील प्रयोग) व्यवस्थितपणे पाणी देऊन फळबागा वाढविल्या तेव्हा तेथे त्यांना असे दिसून आले की, त्या भागातील वृक्ष तीस फुटापेक्षा जास्त उंच होत नाहीत. अशा झाडांच्या आडव्या फांद्यांची वाढ भरपूर होत असे. म्हणजे आपण जेव्हा झाडाची वाढ वर व्हावी म्हणून फांद्यांची छटणी करतो तेव्हा ते झाड वर वाढते परंतु वाळवंटात तसे न होता झाडांची वाढ आडव्या फांद्यांच्या स्वरूपात होते असे त्यांना आढळून आले. हे जसे शुष्क प्रदेशातील झाडांच्या बाबत दिसते तसेच ते कमी आर्द्रता असणाऱ्या प्रदेशातील झाडांच्या बाबत सुद्धा आढळून येते. ज्या प्रदेशात सर्वसाधारण सापेक्ष आर्द्रता ७० च्या आसपास किंवा त्याही पेक्षा जास्त असते तेथे मात्र झाडांची वाढ वरच्या दिशेने होऊन ती झाडे खूप उंच होतात असे दिसून येते. नारळाचे झाड हे एक चांगले उदाहरण आहे. ज्या प्रदेशात हवा भरपूर दमट असून दिवसा उष्णता व रात्री थंडावा असतो अशा भागात नारळ चांगले उंच वाढतात असे दिसते. विशेष करून डोंगराळ प्रदेशात दिवसाच्या बऱ्याच काळात धुके व ढग ह्यांनी वातावरण भरलेले असते तेथे झाडे खूप उंच होतात व बुंध्याशी चांगली रुंद होतात.

अमेरिकेतील कॅलिफोर्निया येथे अशी बरीत उंच झाडे आहेत की, त्यांची उंची शोकडो फुट असते व बुंधा ९ ते १२ मीटर एवढा किंवा त्याही पेक्षा जास्त रुंद असतो. आग्नेय आशियातील मलाया, इंडोनेशिया ह्या भागात हवा चांगली दमट असल्यामुळे तेथील जंगलात खूप उंच झाडे आहेत हे आपण पाहिले आहे. थंड प्रदेशातील झाडे विशेष करून खूप उंच होतात व त्यांची वाढ प्रामुख्याने वरच्या दिशेनेच होत असते. हे सर्व पाहिल्यावर झाडांना त्यांच्या वरील भागातून हवेतील आर्द्र शोषण्याचा व ते पाणी झाडाच्या वरील वाढीस वापरण्याचा गुण असावा असे वाटू लागले. वातावरणातील आर्द्र शोषण्याचे कार्य मुख्यत्वे करून मध्यवर्ती असलेल्या खोडांच्या पृष्ठभागावरील काष्ठमय भागातून होत असते. त्यामुळे अशा झाडांना आडव्या फांद्या नसतात. आणि जर असतील तर त्या तोकड्या असतात. त्याउलट उष्ण कटिबंधातील मोठ्या झाडांना आतून व चांगल्या रुंद अशा आडव्या फांद्या असतात. जेवढा काष्ठमय भाग बुंध्यावर जास्त, तेवढे जास्त पाणी झाड वातावरणातून शोषून घेत असते. हे काम रात्रीच्या प्रहरी जेव्हा हवा थंड असते तेव्हा विशेष करून होत असते. म्हणजे मोठ्या झाडांच्या संवर्धनासाठी त्यांचा बुंध्यावरील काष्ठमय भाग महत्वाची भूमिका पार पाडित असतो. लहान रोपांना काष्ठमय भाग कमी असतो कारण त्यांना त्यांची उंची कमी असल्यामुळे जमिनीतून घेतलेले पाणी पुरत असते. ह्या निरिक्षणातून एक गोष्ट स्पष्ट झाली की, झाडांची उंची किती होऊ शकते ते तेथील वातावरणातील सापेक्ष आर्द्रतेवर अवलंबून असते. वातावरण कोरडे असेल तर त्या भागात होणारी झाडे खुजी रहातात. बहुधा अशा भागात गवत अधिक चांगल्या प्रकारे वाढते.

वरील माहितीचा उपयोग करून मोठ्या झाडांचे जल व्यवस्थापन वेगळ्या प्रकारे करण्याचे प्रयोग झाले त्याची माहिती आता आपण पहाणार आहोत. ह्या प्रयोगातून असे दिसून आले की, अशा जलव्यवस्थेमुळे झाडे खूप उंच व त्यांचे बुंधे बऱ्यापैकी रुंद होतात. लाकडाची शेती करण्याचा विचार करणाऱ्यांसाठी हे तंत्र विशेष उपयोगाचे

आहे. तसेंच फळबागा करणाऱ्यांनासुद्धा हे तंत्र वापरून लवकर मोठी होऊन फळावर झाडे आणणे सोपे होणार आहे.

कॅलिफोर्नियातील एका विद्यापीठातील विद्यार्थ्यांनी काही प्रयोग केले ते प्रथम आपण पाहू या. झाडांच्या बुंध्यांचे परिघ एका अत्यंत सूक्ष्म मोजमाप करणाऱ्या साधनाने तपासले. दिवसा निरनिराळ्या वेळी अशी मापे घेतली गेली व त्यातून असे निष्पन्न झाले की, झाडाचा बुंधा पहाटे जास्त रुंद असतो व दिवसाभरात तो सावकाशपणे कमी होत जाऊन मध्यान्हीस तो सर्वात कमी असतो. तो तसाच रात्रीपर्यंत रहातो. मध्यरात्री त्याची जाडी पुन्हा वाढू लागते ह्या निरीक्षणाची दुसरी बाजू अशी की, जेव्हा सापेक्ष आर्द्रता जास्त असते तेव्हा होणारी वाढ प्रमाणाने जास्त असते. ह्या प्रयोगामुळे शास्त्रज्ञाना खात्री पटली की, हवेतील पाण्याचा व खोडाच्या होणाऱ्या बदलत्या मापाचा प्रत्यक्ष संबंध आहे. आता हे पाहिल्यावर सहाजिकच एक कल्पना पुढे आली की, जर आपण झाडाला बुंध्यावर झिरपत जाईल अशाप्रकारे पाणी दिले तर त्यामुळे झाडाला बुंध्यावरच पाणी मिळाल्याने त्याच्या बुंध्याची व उंचीची वाढ जास्त होईल. हे पहाण्यासाठी झाडाच्या बुंध्याला पाणी धरून ठेवणाऱ्या कापडाचे वेष्टण करून त्यावर ठिबकने पाणी देण्याचा प्रयोग केला गेला. त्याचे चांगले अनुभव आले. हे वाचल्यावर मी काही प्रयोग केले ते असे. मोठ्या झाडांना त्यांच्या काष्ठमय भागातून आर्द्राचा पुरवठा पाण्याच्या रुपाने करण्याच्या कल्पनेचा विकास माझ्या संशोधनात झाला ह्याचे कारण जेव्हा मी शेणरसाचा प्रयोग करीत होतो तेव्हा मला काही विलक्षण अनुभव आले. त्यांची प्रथम मी येथे माहिती देतो. तसे करण्याचे कारण त्यामुळे ह्या जलव्यवस्थेचे तत्व समजणे सोपे होईल. शेणरसाच्या पद्धतीने रासायनिक खते सूक्ष्म करून देण्याची माहिती अभ्यासक्रमाच्या पुस्तकातून सविस्तरपणे दिली आहे म्हणून त्याची चर्चा मी येथे करीत नाही. थोडक्यात सांगावयाचे म्हणजे शेण व योग्य प्रमाणात संयुक्त रासायनिक खते (१५-१५-१५ वगैरे) मिसळून त्याचा काला करून तो भरलेले गोण (साधारणपणे १० ते १५ किलो एवढा भार) झाडाच्या बुंध्याला वरच्या बाजूस बांधावा. त्यानंतर ठिबकची एक नळी त्या गोणीत वरच्या बाजूने खोचून ठेवावी. पाणी सोडावे. थेंब थेंब असे पाणी झिरपत त्या गोणीत प्रथम भरते व नंतर सावकाशपणे ते गोणीतून झाडाच्या बुंध्याला विकटून खाली वाहत रहाते. गोण झाडाला चापून बसवावी लागते नाहीतर पाण्याचे थेंब गोणीतून झाडाला न मिळता तसेंच खाली पडू लागतील व त्यामुळे झाडाचे खोड भिजविणे हा मुख्य उद्देश सफल होणार नाही. ह्या पद्धतीने खते देण्याचे अनेक फायदे आढळले ते असे, मोठा फायदा असा की, फार कमी खत लागते. झाडाची उत्पादकता कमलीची सुधारते.

शेणरसाचे प्रयोग करीत असतांना एकदा असे झाले की, काही झाडांवरील गोणीतील शेणकाला संपला होता व तरीसुद्धा ती गोण तशीच ठेवून पाणी झिरपत होते. हे खरे तर अनवधाना मुळे झाले होते परंतु त्याचे अनुभव मात्र लक्षात घेण्यासारखे ठरले. ते असे, बुंध्याला धरून पाणी झिरपत झाडाला मिळत होते व त्यामुळे त्या भागातील खोडाचा भाग इतर भागापेक्षा खूपच जास्त रुंद झालेला दिसला. मग मी तो प्रयोग आणखीन काय होते ते पहाण्यासाठी तसाच चालू ठेवला. नव्याने काष्ठमय भागातून पाणी पुरविण्याच्या प्रयोगात दिवसाची झिरपणी व रात्रीची झिरपणी (झिरपत पाणी दिले जात असल्यामुळे येथे सिंचन हा शब्द न वापरता झिरपणी असा शब्द वापरलेला आहे) असे दोन प्रयोग केले. ह्याचे कारण, काष्ठमय भाग दिवसाचे तापमान जास्त असल्यामुळे पाण्याचे शोषण कमी करतो व

रात्री तापमान कमी असल्यामुळे शोषणाचे प्रमाण तुलनेने जास्त असते. रात्री झिरपणी चालू ठेवून दिवसाची बंद केल्याने पाण्यात बचत होत होती व परिणाम समाधानकारक मिळत होते. रात्रीच्या काळात सुद्धा मध्यरात्री १.३० पासून पहाटे सहा वाजेपर्यंत अशा वेळात फक्त झिरपणी चालू ठेवली व बाकीच्या काळात संपूर्णपणे बंद ठेवली तरी परिणाम तेवढेच चांगले मिळाले. ह्यासर्व निरीक्षणात्मक प्रयोगात बरीच वर्षे गेली, हे वेगळे सांगावयास नकोच. झाडाच्या आकारमानानुसार पाणी द्यावे लागते. ह्याकाळात त्या झाडांना जमिनीतून पाणी दिले नव्हते.

माझ्यामते, वाळवटी प्रदेशात व एहवी लाकडाची शेती करावयाची असल्यास, पाण्याचे दुर्भिक्ष असल्यास, तसेच फळबागांना, झिरपणीने पाणी देणे ही सिंचन पद्धती सर्वोत्कृष्ट ठरेल. कमीत कमी पाण्यात झाडाची पाण्याची गरज भागवणे शक्य होते. रात्रीच्या प्रहरी वातावरणातील सापेक्ष आर्द्रता वाढलेली असते त्यामुळे जे पाणी झिरपणीने देतो त्यापेक्षा प्रत्यक्ष जास्त पाणी झाडाला शोषित दंवाच्या रुपाने उपलब्ध होत असते. अशा परिस्थितीत दिवसा झिरपणी चालू व रात्री बंद ठेवणे श्रेयस्कर ठरते. फळबागायतीत आज भूमिगत ठिबक सिंचन वापरण्याचा प्रघात वाढत आहे. त्याचा खर्च बराच असतो त्यापेक्षा कमी खर्चात झिरपणीचा खर्च होतो हे समजले. जेव्हा झाडाला खत द्यावयाचे असेल तेव्हा गोणीत ते भरून ठेवावे व एहवी गोण रिकामी असली तरी चालते. ठिबक सिंचनात जेव्हा ठिबकच्या नळ्या बिघडतात तेव्हा त्यांची दुरुस्ती करणे जिकीरीचे काम असते तसे झिरपणीत होत नाही कारण, प्रत्येक नळी एका झाडावरून दुसऱ्या झाडावर नेलेली असते. ठिबक मध्ये पाणी मूळक्षेत्रास समान प्रमाणात मिळावे म्हणून खोडा भोवती चार ते पांच ठिबके बसवावे लागतात त्याऐवजी झिरपणीत एकच नळी बुंध्याला विकटून बांधावी लागते. एक मात्र आहे की, झाड जसे उंच होत जाते तसे झिरपणीची नळीसुद्धा वर वर वढवावी लागते. नाहीतर बुंध्याची रुंदी एकसारखी मिळत नाही. झिरपणीची व्यवस्था बसवल्यावर काही काळ झाड बुंध्यातून पाणी घेत नाही परंतु ते तसेच चालू ठेवले तर काळांतराने झाडाला बुंध्यातून पाणी घेण्याची सवय निर्माण होऊन मग हे सिंचन परिणामकारक ठरते. एक मात्र असे आढळून आले की, रासायनिक विद्राव्य खते ह्या पद्धतीने देता येत नाहीत ह्याचे कारण असे असावे की, मुळांमधून ज्या जीव-रासायनिक क्रियांच्या सहाय्याने रासायनिक खतांचे पचन व त्यानंतर सात्मीकरण होत असते त्या क्रिया जी वितंचके आवश्यक असतात त्यांची योजना झाडांच्या इतक्या वरील भागात नसते. तरीसुद्धा बराच काळ झाडाला अशारितीने पाणी दिले तर म्हणजे सतत झिरपणी चालू राहिली तर खोडाला गुटी कलमाप्रमाणे बारीक मुळकुट्या तयार होतात. असे जरी होत असले तरी जर आपण काष्ठशेती करणार असलो तर अशा मुळकुट्या असलेले लाकूड टिंबर म्हणून उपयोगाचे नसते. फळबागांना मात्र त्याचा फायदा होऊ शकतो. लाकूड शेतीसाठी ही झिरपणीची सिंचन व्यवस्था चांगली आहे परंतु, सर्वच लाकूड देणाऱ्या झाडांना फक्त एकच सोट खोड असेल असे नाही. उदाहरणार्थ, आंबा, पिंच, बोर तसेच फळबागेच्या झाडांमध्ये विकू, डाळिंब, संत्री, मोसंबी वगैरेंना आडव्या फांधा भरपूर असतात तेथे झिरपणी बसविणे सोपे नसते त्यासाठी अशा ठिकाणी झोत सिंचनाचा उपयोग होतो. असा अनुभव आहे की, मोकाट सिंचनापेक्षा झोत सिंचन अधिक परिणामकारक असते.

झोत सिंचनामुळे संपूर्ण झाड सदैव धुतले जाते त्यामुळे कर्बग्रहण क्रिया सुधारते त्याशिवाय इतर फायदे होतात ते असे, झाडाच्या काष्ठमय भागात अनेक सुक्ष्म जीव वस्ती करतात ते त्यांची विष्टा तेथेच सोडत असतात ह्या विष्टेमुळे

बुरशीजन्य रोगांचा प्रादुर्भाव झाडावर होत असतो. झोट सिंचनामुळे हे आगंतुक जीव व त्यांची विष्टा हे सर्वच नाहीसे होतात. झोट सिंचनामुळे झाड अधिक निरोगी रहाते. झाडाची एकंदर वाढ व फलोत्पादन वगैरे गोष्टी सुधारण्यास मदत होते. झोट सिंचनाने झाडाला प्रत्येक वेळी आंधोळ घातली जात असते. त्यामुळे कर्बग्रहण व प्रकाश संश्लेषण क्रिया कमालीचा सुधारतात.

झाडाला सुद्धा आपल्या प्रमाणे घाम फुटतो ते बऱ्याच शास्त्रज्ञाना माहित नाही व त्याची साधी दखलसुद्धा शेती तज्ज्ञ घेत नाहीत. माझ्या निसर्गशेतीत ह्या घाम फुटण्याचा विचार केला आहे कारण, त्याचे नियमन झाडाच्या आरोग्याच्या दृष्टीने महत्वाचे असते. हा घाम वर्षातून निदान चार वेळा घुतला जाणे आवश्यक असते असे प्रयोगाने सिद्ध झाले आहे. पावसाळ्यात तो वेळोवेळी अनेकदा घुतला जातो व त्यानंतर नोव्हेंबर - मार्च - मे असा आणखीन तीनदा घुणे आवश्यक असते. असे केल्याने झाडांची जोमाने वाढ होऊन त्यांचे फलोत्पादन सुधारते. ह्याचा संबंध नेहमीच्या पाणी देण्याशी बिलकूल नसतो. म्हणून फळबागांना कसेही तुम्ही पाणी द्या त्या शिवाय जादा पाण्याने झाडे घुणे हे एक आवश्यक काम समजून करावे. काही वेळा फलोत्पादनसाठी झाडाला पाण्याचा ताण द्यावा लागतो त्यावेळी मात्र आंधोळ घालू नये.

आतापर्यंत आपण मोठ्या झाडांवर वातावरणातून पाणी पुरविण्याच्या प्रयोगाची माहिती पाहिली. अनुकुलागरात अशाप्रकारचे झिरपणी संच बसविले तर, तसेच तुषार सिंचन किंवा झोट सिंचन बसविले, तर कमी पाण्यात झाडांची पाण्याची गरज पूर्ण होऊ शकते. मोसमी पिकांची गरज वेगळी आहे. त्यांचा कालखंड फारच मर्यादित असतो व त्या काळात काष्ठमय भाग फारसा वाढू शकत नाही. त्यामुळे त्यातून पाणी देणे शक्य नसते व तेथे जमिनीतून पाणी देणेच आवश्यक असते.

अनुकुलागराचे व्यवस्थापन

लेखांक २१ वा

डिसेंबरच्या लेखात ज्या नेमक्या सिंचना बद्दल लिहीले होते त्यावर अधिक मार्गदर्शन आता आपण करून घेणार आहोत. नेमके सिंचन करण्यासाठी दररोज सिंचन करणे आवश्यक असते. अशा परिस्थितीत विजेच्या अनियमितपणामुळे ते शक्य होत नाही. त्यासाठी काय करतां येईल हे आपण आता पहाणार आहोत. आमचे एक अभ्यासक श्री. मुकुंदराव घाटे ह्यांनी एक शेताचा आराखडा तयार करून मतप्रदर्शनासाठी पाठविला आहे. तरी आपण ह्या आराखड्याला प्रमाणित समजून ह्या प्रश्नाचा विचार करणार आहोत. कोणतेही व कशाही आकाराचे शेत असले तरी त्याला थोड्या फरकांने हे मार्गदर्शन उपयोगी येईल अशा रितीने आपण सर्व विषय हाताळणार आहोत. ह्या प्रश्नाचे उत्तर थोडक्यात असे आहे की, जेव्हा वीज उपलब्ध असेल तेव्हा पंपाने मिळेल तेवढे पाणी उपसून जमिनीपेक्षा जास्त उंचावर बांधलेल्या टाकीत साठवून ठेवावे. जेव्हा शेताला पाणी द्यावयाचे असेल तेव्हा योग्य व्यवस्थेद्वारा ते पाणी शेताला द्यावयाचे असे आहे. हे झाले मूळसुत्र परंतु, त्याच्या अंमलबजावणीचा तपशिल समजून घेणे आवश्यक आहे. त्यासाठी एक उदाहरण आपण आता पहाणार आहोत. उदाहरणातील शेत साधारण सात एकर क्षेत्राचे व आयताकृति आहे. विषय समजल्यावर कोणत्याही आकाराच्या शेतात ही व्यवस्था बसविता येईल. त्यासाठी शेतकऱ्याला थोडे कल्पक व्हावे लागेल. तेवढी कल्पकता आपल्या येथील शेतकऱ्यात निश्चितपणे आहे. कोणतेही शेत कधीही समपातळी नसते. कितीही समपातळी दिसले तरी त्यात थोडा फरक असतोच. त्याप्रमाणे आपल्या उदाहरणातील शेताची उत्तरेकडील बाजू वरच्या पातळीवर असून त्याचा उत्तर दक्षिण व पूर्व दिशेकडे आहे आणि पश्चिम दिशा समपातळीला आहे. एक विहीर ह्या शिवारात आहे व ती दक्षिण दिशेकडे व सर्वात खालच्या बाजूस आहे. ह्या विहीरीतून सिंचनासाठी पाणी घेतले जाणार आहे. विहीरीची क्षमता ताशी दहा हजार लिटर आहे. त्या विहीरीवर एक पांच अश्वशक्तिचा उपशा (पंप) बसविला आहे त्याची पाणी उपसण्याची क्षमता ताशी दहा हजार लिटर आहे. त्या भागात विजेचा पुरवठा अनियमित आहे. म्हणजे दोन दिवस वीज नसते व जेव्हा येते तेव्हा ती जेमतेम बारा तास रहाते. अशी परिस्थिती आहे. आपल्या अभ्यासाप्रमाणे ऊस केळी अशा जास्त पाणी लागणाऱ्या पिकांसाठी प्रति एकर १० हजार लिटर पाणी प्रति दिन देणे आवश्यक असते. इतर पिकांसाठी त्याहून कमी पाणी लागते. त्यावरून ह्या शेतात कोणते पिक घ्यावे हे सुद्धा ठरविता येते. बाजाराची गरज व शेताची क्षमता अशा दोन गोष्टींचा मेळ घालून हे ठरवावयाचे असते. बारा तासात उपशा १,२०,००० लिटर पाणी उपसू शकतो. हे पाणी तीन दिवसात वापरावयाचे आहे. म्हणजे प्रति दिनी ४०,००० लिटर पाणी मिळू शकते. हे पाणी सात एकराला पुरवावयाचे आहे. म्हणजे प्रति एकर फक्त साडेपांच हजार लिटर पाणी मिळू शकते. योग्य सिंचन व्यवस्था व वनभिंतीची (पॉलिभिंत, जाळीचे आडोसे इत्यादी) व्यवस्था करून हे सहजपणे साध्य करता येते. सर्व प्रकारच्या भाज्या, कडधान्ये, तेलवर्गीय (गळीताची) पिके, सोयाबीन, तंबाखू, कपाशी, भुईमूग अशी अनेक पिके घेता येतात. त्याशिवाय बाजरी, गहू, मका अशी धान्य पिके घेता येतात. सर्व प्रकारच्या फळबागा त्यात डाळींब, संत्रा, मोसंबी, विकू, पेरू, सीताफळ अशी विविध फळपिके घेता येतात. चांगल्या पिकासाठी शेता भोवती पानमळ्यासारखी वनभिंत तयार करणे बरे असते. त्याला बराच वेळ लागतो. त्यासाठी जाळीची कनात शेताभोवती उभी करून सुद्धा काम करता येते. जाळीची भोके १०० मॅश इंच एवढी असावीत. जाळी उभी

करावयाची असेल तर ती साधारणपणे किमान चौदा ते पंधरा फुट उंचीची (४.५ मीटर) असावी. जमिनी पासून चार फुटापर्यंत भाग मोकळा असला तरी चालते. त्यामुळे शेतात फिरणे शक्य होते. उदाहरणातील शेतातील विहीर कमी क्षमतेची असल्यामुळे कोणते पीक घ्यावयाचे ह्याला मर्यादा पडतात. शेताच्या तीन दिवसाच्या गरजे प्रमाणे पाणी विहीरीतून उपसून एका योग्य आकाराच्या टाकीत साठवून ठेवणे हे काम असते. त्यानंतर गरीबाच्या ठिबक अथवा फवारा सिंचनाने ते पाणी शेतात देता येते. उदाहरणातील शेतासाठी १,२०,००० लिटर क्षमतेची टाकी बनवावी लागेल. तीचे घनफळ १२० असेल. प्रयोगातील अनुभवानुसार टाकीची उंची दीड मीटर असावी. पांच फुटापेक्षा जास्त नसावी. समजा दीड मीटर उंचीची टाकी आहे तर तीचे क्षेत्रफळ ८० चौ. मीटर असावे लागेल. जर टाकी गोल आकाराची असेल तर तीचा व्यास १० मीटर पेक्षा थोडा जास्त असावा लागेल. ही टाकीची आतील मापे आहेत. ही टाकी शेतात सर्वात उंच ठिकाणी बांधावी लागते. टाकी जमिनीवर थेट उभी न करता प्रथम भराव घालून त्या भागाची उंची वाढवून घ्यावी. एक मीटर (साडे तीन फुट) उंची वाढवली तर ठिबक सिंचन करता येते व जर फवारा सिंचन करावयाचे असेल तर पंधरा फुटाचे ((४.५ मीटर) बांधकाम करून मग त्यावर टाकी बांधावी लागेल. सीमेंटचा गारा करून त्याच्या लेपणाने प्रथम टाकीचा तळ तयार करावा लागेल. त्यानंतर वीटांची भिंत बांधून टाकीच्या बाजू तयार कराव्या लागतात. हा खर्च एकदाच करावा लागतो व तो व्यवस्थितपणे केला असेल तर अनेक वर्षे ती टाकी चांगली काम करित रहाते. सीमेंटचा गिलावा करून टाकीच्या भिंती पाणीबंद कराव्यात. हे सर्व गावातील गवंडी चांगले समजून करतात. ही टाकी शेताच्या अशा भागात उभी करावी लागेल की, तेथून शेतात पाणी देण्यासाठी टाकला जाणारा दंड (मुख्य नळा) उत्तर व पश्चिम दिशांच्या कोपऱ्यात म्हणजे वायव्य दिशेकडे असेल. टाकी वायव्य दिशेला असल्यामुळे दंड वायव्य ते आग्नेय दिशा असा तिरपा टाकावा लागेल. त्यातून नळ्या काढून त्यांचे जाळे सर्वत्र शेतात पसरून सिंचन व्यवस्था करता येते. मुख्य दंडाचे एक टोक टाकीच्या तळात बसवलेला असेल. टाकी शेतात उंचावर व त्यात सुद्धा टाकी आणखीन उंचावर असल्यामुळे नळाची तोटी उघडल्यावर पाणी गुरुत्वाच्या जोरामुळे सर्व शेतात पसरते. ह्याला आपण गुरुत्व सिंचन असे म्हणतो.

उपशातील नळ टाकीत वरून बसविला असेल त्यामुळे उपशाने विहीरीतून उपसलेले पाणी टाकीतपडून साठविले जाईल. शेतात पाणी फिरविण्यासाठी बऱ्याच वेळा मुख्य दंडातून येणाऱ्या उपनळ्यांवर तोट्या बसवाव्या लागतात. त्याने शेतात कोठे पाणी द्यावयाचे व कोठे नाही द्यावयाचे हे ठरविता येते. पंपाची वीज नियंत्रित करणारा खटका तसाच चालू ठेवावा म्हणजे केव्हाही वीज आली की ताबडतोब पाणी उपसले जाऊन टाकीत पाणी भरण्यास सुरुवात होईल. शेताला जेव्हा पाणी द्यावयाचे तेव्हा टाकीला असलेला दंडाच्या नळाची तोटी उघडली कि झाले. अशारितीने शेतात नेमके पाणी देता येईल. ही व्यवस्था जरी प्रथम भांडवली खर्चाची असली तरी कालांतराने ती किफायतशीर असल्याचे आढळते.

अनुकुलागारातील जलव्यवस्थापन

लेखांक २२ वा

लेखांक २० मध्ये आपण वातावरणातून मोठ्या झाडांना पाण्याचा पुरवठा स्वाभाविकपणे कसा होतो त्याची काही माहिती पाहिली. ह्या लेखात जमिनीतून पाण्याचा पुरवठा करण्याच्या ज्या पद्धती आहेत त्यांच्या मागील शास्त्रीय कारणांचा विचार करणार आहोत. आपल्याला माहित आहे की, वनस्पतीच्या जगण्यासाठी व वाढीसाठी इतर सर्व जीवां प्रमाणे पाण्याची नितांत आवश्यकता असते. परंतु, वनस्पतीच्या बाबत पाण्याचे आणखीन काही उपयोग असतात. त्यांची माहिती आपण येथे करून घेणार आहोत.

कोणत्याही वनस्पतीच्या रचनेत पाण्याचा भाग साधारणपणे ८० टक्के एवढा असतो. त्यामुळे वनस्पती हे एक पाण्याचेच स्वरूप असते, असे म्हंटले तर ते अतिशयोक्ती वाटण्याचे करण नाही. त्याशिवाय वनस्पती जमिनीतून जी पोषक द्रव्ये शोषून घेते ती पाण्याच्या माध्यमातून घेतली जातात. म्हणजे ही पोषक द्रव्ये पाण्यात विरघळलेल्या अवस्थेत असावी लागतात. अशी विद्राव्य अवस्थेत असलेली पोषक द्रव्ये मुळांतून निवडक पारगम्यता ह्या तत्वाने शोषली जातात. जर जमिनीत ही पोषक द्रव्ये विरघळण्यासाठी पुरेसे पाणी नसेल तर किंवा ही पोषक द्रव्ये विरघळलेल्या परिस्थितीत नसतील तर ती वनस्पतीला मिळू शकत नाहीत. म्हणजे पोषक पदार्थ वनस्पतीला मिळण्याचे काम पाण्याशिवाय होत नाही. दुसरा उपयोग असा असतो की, वनस्पतीच्या मुळांतून बाहेर पडणारे व्यर्थद्रव्य म्हणजे एका अर्थाने वनस्पतीचे मलमूत्र मुळं जमिनीत तेथेच वनस्पतीच्या खालील भागात सोडत असतात. ते मूळक्षेत्रात साठून राहिल्यास त्या रोपास रोग पीडा होण्याची शक्यता असते. सिंचनाचे पाणी जर योग्य प्रमाणात मिळाले तर हे व्यर्थ द्रव्य जादा पाण्याच्या निचऱ्याने तेथून बाहेर काढले जाते. हा पाण्याचा दुसरा महत्वाचा उपयोग आहे. व्यर्थद्रव्याचे व्यवस्थापन हा शेतीच्या तंत्रातील एक महत्वाचा विषय आहे. वापसा व वातन नीट सांभाळून हे साध्य होत असते. त्याशिवाय अशा परिस्थितीत जमिनीत पुरेश्या प्रमाणात हवा व आर्द्रता असेल तर त्या व्यर्थद्रव्याचे प्राणिलीकरण होऊन ते व्यर्थद्रव्य पुन्हा रोपास उपयुक्त अशा पदार्थात रूपांतरीत होत असते.

पुरेसे पाणी दिले जात नसेल तर व्यर्थद्रव्याची निचरा होऊन विल्हेवाट लागत नाही किंवा हवा व आर्द्रता नसल्यास प्राणिलीकरण न होऊन ते व्यर्थद्रव्य तसेच मूळ क्षेत्रात राहिल्यामुळे त्यापासून काही मादक पदार्थ निर्माण होऊन (कुजल्यामुळे) मूळ क्षेत्र प्रदुषित होत असते. व्यर्थद्रव्य नियमितपणे मूळक्षेत्रातून वाहून जाणे आवश्यक असते. त्यासाठी सिंचन करतांना थोडे जास्त पाणी घावयाचे असते. नेमके किती जास्त ते अनुभवने शेतकरी ठरवू शकतो. अशाप्रकारे जर वेळोवेळी हे व्यर्थद्रव्य निचरा होऊन मूळक्षेत्रातून बाहेर काढले जात असेल तर मूळक्षेत्रात हवा नसली तरी चालते. परंतु, लक्षात घेण्यासारखी गोष्ट अशी की, निचरा होऊन पाणी मूळ क्षेत्रातून बाहेर काढले जात असतांना वातावरणातून नवीन हवा त्या मातीतील सच्छिद्रतेत शिरून वातन क्रिया सुरू होते व त्यामुळे दुहेरी फायदा होत असतो. व्यर्थद्रव्य जर प्राणिलीकरणाने शुद्ध झाले नाही अथवा निचरा होऊन त्या मूळक्षेत्रातून बाहेर काढले गेले नाही तर तशा परिस्थितीत मूळक्षेत्र प्रदुषित होऊन मूळकूज व इतर बुरशीजन्य व्याधींचा प्रादुर्भाव पिकात होत असतो.

पहिल्या प्रकारे शुद्धीकरण हे जमिनीतील वापशामुळे होत असते. त्यासाठी जमीन दमट अथवा ओली असली तरी ते पुरेसे असते. दुसऱ्या प्रकारे शुद्धीकरण होण्यासाठी जमीन भिजलेल्या अवस्थेत असतांना तिच्यातील खनिजांचे शोषण दल-विनिमय क्रियेने होऊन होत असते.

पाण्याचे प्रमाण जमीन भिजलेल्या अवस्थेत असल्यास जमिनीतील खनिजे जी मूळक्षेत्राबाहेर असतात ती दल-विनिमय क्रियेने मूळक्षेत्रात आणण्याचे काम होत असते. जेव्हा आपण केवळ ठिबक अथवा धार-सिंचन करून पाणी देतो तेव्हा ही मूळ क्षेत्राबाहेर असलेली खनिजे अशारितीने खेचून आणणे शक्य नसते. आणखीन काही क्रिया पाण्यामुळे होणे शक्य असते त्या अशा, मातीत असलेली अनेक उपयुक्त खनिजे, मातीत मूळांच्या जैविक क्रियांमुळे निर्माण होणाऱ्या अम्लतात विद्रवतात (विद्रवणे म्हणजे रासायनिक क्रिया होऊन विरघळणे) व ती वनस्पतीला मिळतात. तसेच, काही खनिज अम्ले मातीत इतर कारणामुळे असतात त्यांची क्रिया होऊन एवढी न विरघळणारी खनिजे विद्राव्य अवस्थेत वनस्पतीला उपलब्ध होतात. विशेषकरून जमिनीत असलेल्या दगडात अशी अनेक खनिजे असतात. तसेच मातीत स्थिर झालेल्या स्फरदाचे विघटन होण्यात ही विद्राव्य अम्ले उपयोगी येतात. त्याशिवाय मूळांतून त्यांच्या स्वसन क्रियेमुळे बाहेर पडाणारा कर्ब वायु अशा पाण्यात विरघळतो व त्यातून कर्बवायुचे अम्ल तयार होते. हे अम्लसुद्धा अशाप्रकारे कार्य करून जमिनीतील एवढी उपलब्ध नसलेली अनेक खनिजे पिकांना मिळवून देतात. जसे अम्लांचे तसेच विम्लांचे, जमिनीतील अनेक सेंद्रीय पदार्थ कुजतांना अमोनिया सारखे वायु निर्माण होतात. तो अशा जास्तच्या पाण्यात विरघळून विम्लद्रव्ये तयार होत असतात. ती विम्लद्रव्ये सुद्धा अशी एवढी न विरघळणारी खनिजे विद्रावून नंतर वनस्पतीला उपलब्ध करून देतात. जमिनीतील पाण्याच्या वाचण्या करतांना असे दिसून येते की, काहीवेळा हे पाणी अम्लगुण दाखविते तर इतर काही वेळा विम्लगुण दाखविते. ह्याचा अर्थ जमिनीत अम्ल व विम्ल क्रिया आळीपाळीने होत असतात आणि त्या द्वारा वनस्पतीला आवश्यक असलेले पोषक पदार्थ मिळत असतात. मोठ्या शेतात एकावेळी एका भागातील पाणी अम्लगुण दाखवतांना दुसऱ्या भागातील पाणी विम्लगुण दाखवत असते. असे क्रमण सारखे चालू असते. जर ठिबक सिंचन असेल तर हे शक्य होत नाही. त्यामुळे जमिनीचा हवा तसा वापर होत नाही. अशारितीने सतत सामु बदलत असल्यामुळे एकावेळी घेतलेल्या सामुला प्रमाणित मानून काम करण्याची जी पद्धत आज वापरली जाते ती चुकीची ठरते. हे जे आपण पाहिले ते नैसर्गिक शेतीच्या संदर्भात खरे ठरते. परंतु, हल्ली रासायनिक खतांच्या भारी मात्रा देऊन शेती करित असल्यामुळे ह्या स्वाभाविक परिस्थितीत मोठा फरक झालेला दिसून येतो. रासायनिक खतांच्या भारी मात्रा फोकून दिल्या जातात, त्यामुळे त्या शेताची रासायनिक अवस्था बदलली जाते. अशा परिस्थितीत संपूर्ण शेताचा सामु एकच आढळून येतो. ह्याचा परिणाम असा होतो की, जर समजा, अम्ल सामु राहिला तर त्या प्रकारातील खनिजांचे शोषण होते व विम्ल सामुतील खनिजांचे शोषण होत नाही व वनस्पतीचे पोषण बिघडते. पिकाचे कुपोषण होऊ लागते व कालांतराने काही रोगपीडांचा प्रादुर्भाव होतो. पुन्हा पुन्हा भारी मात्रांने रासायनिक खते दिल्यामुळे वनस्पतीचे पोषण संतुलित रहात नाही व पिकाची उत्पादक क्षमता बिघडते. त्यासाठी व्यावहारिक निसर्गशेतीमध्ये रासायनिक खतांच्या मात्रा सुद्धम करून देण्याची शिफारस केली जाते.

रासायनिक खतांच्या सुक्ष्म मात्रा दिल्यामुळे जमिनीचा सामु सामान्य रहाण्यास मदत होते व अम्ल अथवा विम्ल अवस्थेत जाण्याचे प्रमाण नगण्य होते. त्यामुळे बहुतेक खनिजांचे शोषण चांगले होण्यास मदत होते. भारी मात्रा देत राहिलो आणि सामु अम्ल राहिला तर स्फुरद, पालाश, नत्र, चुना, मॅग्नेशियम, गंधक, मॉलिब्डेनम अशा द्रव्यांचे शोषण बिघडते व विम्ल राहिला तर लोह, बोरॉन, मॅंगनीज, स्फुरद, जस्त, तांबे ह्यांचे शोषण बिघडते. अशा परिस्थितीत पिकात रोग पीडांचा प्रादुर्भाव होत असतो. ह्यावरून खत नियोजन व जल नियोजन एकमेकांशी संबंधीत असते हे लक्षात घेऊन त्याप्रमाणे शेताचे काम करावे लागते. हल्ली शेतकरी सरकारने दिलेल्या कार्यक्रमाने खतांचे नियोजन करतांना त्याचे जलसिंचनाशी असलेले संबंध विचारात घेतले जात नाहीत. रोग पडले की, विषारी पदार्थांच्या फवारण्या करावयाच्या असे अडाणीपणाचे काम होत आहे. पिकांवर विनकारण रोग पडत नाहीत व त्याची कारणे कोणती हा अभ्यासाचा वेगळा विषय आहे. ह्या ठिकाणी आपण फक्त एकाच गोष्टीचा विचार केला आहे.

व्यावहारिक निसर्ग शेतीच्या नियमानुसार शेती केली तर खत नियोजन व जल नियोजन ह्यांचे सूत्र नीट जुळवून शेत जमीन जास्तीत जास्त काळ सामान्य सामुच्या परिस्थितीत राहिल ह्याची दक्षता बाळगली जाते. परिणाम असा दिसून आला आहे की, खनिज व इतर पोषक द्रव्यांचे शोषण आणि सञ्मिलीकरण पिकात इतके सुंदररित्या होते की, त्यामुळे त्या पिकाची उत्पादक क्षमता व निरोगीपणा कायम राखला जातो.

आतापर्यंत पाणी शेतात पिकाला कशा विविध प्रकारे उपयोगी येते ते पाहिले. पुन्हा एकदा थोडक्यात त्याची यादी करून हा विषय पूर्ण करू या.

पाण्याचे पिकातील प्रमाण ८० टक्के असते. म्हणजे पाणी हा वनस्पतीच्या रचनेतील एक प्रमुख घटक आहे. किंबहुना, वनस्पती पाण्याचीच बनलेली असते असे म्हणणे चुकीचे ठरणार नाही. ही पाण्याची सर्वात महत्वाची भूमिका पिकाच्या संदर्भात असते.

इतर खनिजे विरघळवून उपलब्ध करणे ही दुसरी भूमिका,
दल विनिमय क्रियेत माध्यम म्हणून भाग घेणे ही तिसरी भूमिका,
चौथी भूमिका खनिज व कर्ब वायू ह्यांपासून अम्ल अथवा विम्ल ह्यांचे माध्यम बनून एरवी उपलब्ध नसलेली खनिजे वनस्पतीला उपलब्ध करून देणे,
योग्य प्रमाणात पाणी शेतात जर उपलब्ध असेल तर केवळ त्यामुळे सुद्धा शेताचा सामु सामान्य राखण्याचे काम होते. ही पाचवी भूमिका,

अशा रीतीने पाणी पिकाला उपयोगी होत असते. यासाठी पाण्याचे प्रमाण शेतात योग्य राहिल ह्या दृष्टीने जलनियोजन कसे करावे ह्याचा आता आपण विचार करणार आहोत. प्रथम आपल्या येथे जे प्राचीन जलनियोजन प्रचलित होते ते पाहू या. जे थोडे संशोधन झाले आहे त्यानुसार असे दिसून येते की, त्या काळी सतत विक्रमी उत्पन्न येत असे. त्याबदलचे आकडे दक्षिण भारतातील तंजावर येथील जुन्या दस्तऐवजातून मिळाले आहेत.

तंजावरमध्ये महाराष्ट्रातील भोसले घराण्याच्या लोकांचे राज्य होते. त्याचा अर्थ महाराष्ट्रातसुद्धा त्याप्रकारेच शेती करण्यात येत असावी असे मानणे चुकीचे ठरणार नाही. महाराष्ट्रात सुलतानांची सतत लुटालुट होत असल्यामुळे अधिकृत आकडे उपलब्ध नाहीत त्यासाठी आपण तेथील माहितीच्या आधारे विचार करणार आहोत. प्राचीन काळी जर विक्रमी उत्पन्न येत होते तर त्याकाळातील पद्धतीचा विचार हल्लीच्या शास्त्रोक्त पद्धतीने केला तर ते उपयोगाचे ठरेल असे वाटते. त्याकाळात रहाट व मोट वापरून विहीरीतून पाणी उपसून ते शेताला देऊन सिंचन केले जात असे. हल्लीसुद्धा बरेच शेतकरी अजूनही ह्या पद्धतीने सिंचन करीत आहेत तरी ह्या सिंचन पद्धतीत यशस्वी शेतीचे मर्म आहे हे मात्र त्यांच्या घ्यानी आलेले नाही. ह्या पद्धतीने पाणी दिल्याने उत्पन्न कां सुधारते व पंपाने पाणी दिल्याने रोगराई व कमी उत्पादन असे कां होते ते आपण समजून घेऊ या. साधारणपणे विहीर शेताच्या उंच भागात काढली जाई. तिथून सर्व शेताला वर करून विभाग पाडून व त्या प्रत्येक विभागात नाल्या काढून पाणी पोहोचवण्याची व्यवस्था असे. रहाटाने अथवा मोटाने पाणी उपसून ते एका हौदात टाकले जाई. तेथून ते शेतात सर्वत्र पसरलेल्या नाल्यांतून दिले जाई. एक वेळी एकच विभाग सिंचण्यासाठी घेतला जाई. त्यासाठी हौदाला जेवढे नाले तेवढे जोड असतात व एक नाला वापरला जाई तेव्हा इतर नाल्यांना बूच मारून ते बंद केले जातात. हौद शेतात वरच्या भागात असल्यामुळे पाणी गुरुत्वाकर्षणाच्या कारणाने शेतात पसरत जाई. पाणी पुरेसे दिल्यानंतर तो नाला बंद करून दुसरा नाला उघडला जाई. ह्या पद्धतीने पाणी देण्यामुळे जमिनीत पाणी मुरण्यास भरपूर वेळ मिळत असे. अशा रीतीने दिलेल्या पाण्याचा जलदाब (हॅड्रॉलिक प्रेशर) फार कमी असतो. जमिनीतील सख्खिता बऱ्याच प्रमाणात मोकळी राहिल्यामुळे वातन व वापसा चांगला राखला जातो. रहाट व मोट ह्यांची पाणी उपसण्याची क्षमता पंपापेक्षा खूपच कमी असल्यामुळे विनाकारण जास्त पाणी जे पंपाने दिले जाते व त्यामुळे जे धोके शेताला निर्माण होतात ते होत नाहीत. बऱ्याच शेतकऱ्यांना हे माहित नाही की, जरूरीपेक्षा जास्त पाणी दिल्यामुळे अनेक रोग शेतात होत असतात. नेमके पाणी देणे हे यशस्वी शेतीचे एक महत्वाचे तत्व आहे हे लक्षात घेतले पाहिजे. एका एकराला प्रति दिवशी तीन हजार लिटर पासून दहा हजार लिटर एवढे पाणी द्यावयाचे असते. निरनिराळ्या पिकांसाठी व हवेतील आद्रतेच्या प्रमाणानुसार ही प्रमाणे बदलत असतात. पंपाने पाणी उपसून दिल्याने त्यापेक्षा खूपच जास्त पाणी दिले जाते. परिणामतः जमिनीचा वापसा पूर्णपणे बिघडतो. नंतर वातन बिघडते व पिकांने मूळक्षेत्रात सोडलेले व्यर्थद्रव्य तेथेच कुजून अनेक रोगांना आमंत्रण दिल्यासारखे होते. पंपाने पाणी देतांना जलदाब खूप वाढतो व जमिनीत पाणी दाबले जाते. रहाट व मोटाने पाणी कितीही दिले तरी त्याचे प्रति क्षेत्र प्रमाण कधीही एवढे वाढत नाही की, जमीन पाण्याने संपृक्त होईल.

आता रहाट व मोट आणणे शक्य नाही त्यासाठी पंपाने पाणी उपसूनही तोच परिणाम कसा साध्य होईल ते पहाण्यासाठी मी काही प्रयोग केले. त्याची माहिती अशी, ह्या प्रयोगाची तुलना मी खताच्या सूक्ष्म मात्रांशी करतो. त्याचे कारण असे की, शिफारस केलेल्या खताच्या मात्रा देतांना त्या कशा द्याव्यात ह्याचा फारसा विचार न करता घाऊकपणे शेतकरी त्या देऊन टाकतो. तसेच पाण्याचे असते. पाणी किती द्यावयाचे त्याची शिफारस असते. त्याप्रमाणे ते एकदम घाऊकपणे देण्यामुळे पिकाच्या आरोग्यावर विपरीत परिणाम होत असतो.

जसे सुक्ष्म खताच्या मात्रा देऊन आपण पोषक पदार्थांचा पुरवठा सावकाशपणे करतो तसेच पाणीसुद्धा पिकाच्या गरजेनुसार सावकाशपणे दिल्याने पिकाची प्रकृती सुधारते. खते सुक्ष्म मात्रा करून दिल्याने ज्याप्रमाणे पिकाच्या परिस्थितीत फायदेशीर असा फरक झाला तसेच पाणी थोडे थोडे करून म्हणजे, सुक्ष्म करून दिल्यामुळे पिकाच्या कायिक व शाखीय वाढीत फायदेशीर असा फरक झाला असे दिसून आले. पुढे फवारा सिंचन हीच उत्तम पद्धत आहे हे अनेक प्रयोगांने सिद्ध झाले आहे तरी हल्ली शेतकरी प्रामुख्याने मोकाट सिंचन करीत असल्यामुळे त्या पद्धतीच्या साधक बाधकतेचा विचार आपण आता करणार आहोत. त्यासाठी केलेल्या प्रयोगांमार्गील मूलभूत विचार प्रथम लक्षात घेऊ या.

सर्वसाधारणपणे कोणत्याही मोसमी पिकासाठी एकरी १०,००० लिटर पाणी दरदिवशी असे दिल्याने चांगले उत्पन्न होते असा अनुभव आहे. जेव्हा सापेक्ष आर्द्रता ५० पेक्षा कमी असेल तेव्हा व जेव्हा त्यापेक्षा जास्त असेल तेव्हा ५००० लिटर एवढे सुद्धा पुरते. पूर्वी रहाटाने अथवा मोटाने ह्याही पेक्षा कमी पाणी देऊनही चांगली पिके येत असत अर्थात् त्याकाळी जमिनीत जैविक कर्बाचे प्रमाण योग्य असे. आता प्रयोगाचा उद्देश असा होता की, आधुनिक साधनसामुग्री वापरून इतके पाणी कसे द्यावयाचे. एक अश्वशक्तिचा उपशा (पंप) वापरला तर ताशी तो १५०० लिटर पाणी उपसतो असे घरले तर ५००० लिटर पाणी उपसण्यासाठी तीन साडेतीन तास पाणी द्यावे लागेल. १०,००० लिटरसाठी सात ते आठ तास लागतील असे समजू या. पूर्वी रहाटाने अथवा मोटाने असेच पाणी हळूवारपणे दिले जात असे. पाणी सतत झिरपत सावकाशपणे दिले गेल्यामुळे मातीत व्यवस्थितपणे मुरते व जलदाब न वाढल्यामुळे पिकाला वापसा न बिघडता पाणी मिळते. अनुभव असा आहे की, एक अश्वशक्तिच्या उपशाने तीन एकर एवढी जमीन भिजवता येते. बऱ्याच पिकांना त्याही पेक्षा कमी पाणी लागत असल्यामुळे आणखीन जास्त क्षेत्रफळ तेवढ्या पंपाने सहजपणे भिजवता येते. मोठे क्षेत्र असल्यास ह्याही पेक्षा मोठा पंप वापरावा लागेल हे उघडच आहे परंतु त्यावर हल्ली जसे मोठे नळ बसवून पाणी शिवारात नेले जाते तसे न करता दिड ते दोन इंच व्यासाचे बारीक नळ वापरून त्यांचे जाळे पसरून सर्व शिवारात पाणी नेणे योग्य ठरते. मोठे नळ टाकल्यामुळे काही भागात जास्त पाणी दिले जाते व शेताचा वापसा बिघडतो. बारीक नळ व त्याला त्याहूनही बारीक (अर्ध्या) नळ्या टाकल्यामुळे पाणी वेगाने त्यातून वाहत सर्व शेतात पसरते. ठिकठिकाणी व्हाव (तोट्या) बसवून पाण्याचे वितरण अधिक चांगले करता येते. अशारितीने पाणी दिल्याने पाणी मातीच्या वरच्या थरात रहाते व पिकाच्या मुळ क्षेत्रात पसरते. पाण्याचे प्रमाण साधारण असल्यामुळे माती दमट राखली जाते व वापसा सुधारतो.

आज शेतकरी शेत किती आहे ते न बघता सरसकट पांच अथवा दहा अश्वशक्तिचा पंप वापरतात असे दिसते व त्यामुळे शेताचा वापसा बिघडून जातो आणि परिणामतः पीक बिघडते. उदाहरण पाहू या, पांच अश्वशक्तिचा पंप वापरल्यास एका तासात ४५००० लिटर पाणी उपसले जाते व कमीत कमी १२००० लिटर पाणी मिळू शकते. म्हणजे एका एकरासाठी हा पंप १० मिनीटे अथवा एक तास चालवावा लागेल. इतक्या कमी वेळात पाणी शेतात सोडल्यास ज्या भागात प्रथम पाणी दिले गेले त्या भागात पाण्याचा दाब वाढून जेथे शेवट असतो तेथे अतिशय

कमी पाणी पोहोचते.

त्याशिवाय हे जादाचे पाणी मातीत खोल शिरून जमिनीच्या खालच्या थरात जाते व पिकाच्या मुळांना ते मिळत नाही. एकंदर अशा रितीने सिंचन केल्याने पीक खराब होत असते व हे एक प्रमुख कारण आहे आपल्या येथे पीकाचा उतारा कमी असण्या मागे, असे आमच्या लक्षात आले. वापशाची परिस्थिती शेतात एक सारखी नसल्यामुळे पिकाचा उतारा सुद्धा कमी जास्त येतो तसेच पिकाची गुणवत्तासुद्धा तशीच असते. एकाच शेतात पिकाची प्रतवारी समान नसते. कमी अश्वशक्तिचा पंप वापरल्यामुळे पाणी सर्वदूर सारखे पसरते व पिकाची प्रतवारी व इतर गुण चांगले राखले जातात. ह्यासाठी एकरी पाऊण अश्वशक्ति असे प्रमाण पकडून शेताचा पंप किती मोठा असावा हे ठरविणे योग्य असते. कमी अश्वशक्तिचा पंप वापरून आपण रहाटाचे अथवा मोटाचे काम पंपाकडून करून घेतले असे होते, एवढेच. इतक्या साध्या फरकाचे फायदे मात्र अनेक आहेत.

१. विजेच्या खर्चात बचत. २. दिलेले पाणी जमिनीच्या वरच्या थरात रहात असल्यामुळे पाण्याची बचत. ३. वापसा उत्तम रहातो. ४. खताच्या सुक्ष्म मात्रा देणे सोयीचे होते. ५. तण कमी वाढतात. ६. वापसा सतत योग्य राखल्यामुळे रोगराईचा प्रदुर्भाव कमी किंवा बिलकूल होत नाही. ७. लहान पंप व बारीक नळ्या वापराच्या लागल्यामुळे बचत होते.

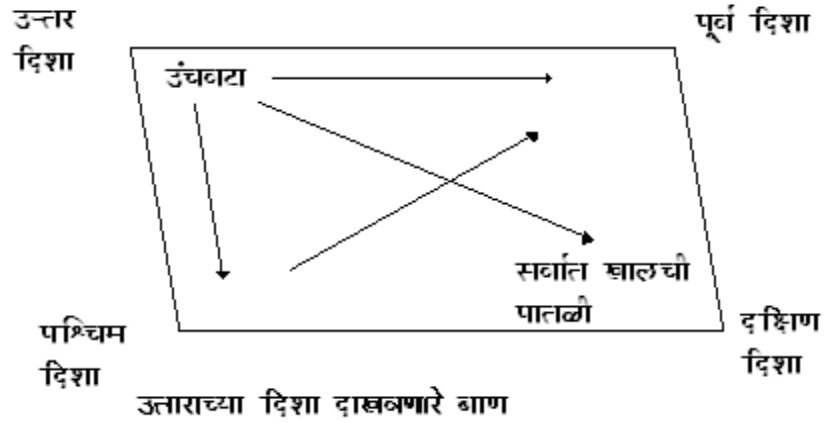
जर वीज सतत उपलब्ध नसेल तर मोठ्या अश्वशक्तिचा उपसा बसवून व साठवण टाकीची व्यवस्था करून जेव्हा वीज आहे तेव्हा पाणी भरून घ्यावे व नंतर सोयिनुसार ठिबकने घावे. म्हणजे पंप कसा असावा हे विजेच्या उपलब्धतेवर अवलंबून असेल. डिसेंबरच्या लेखात ज्या नेमक्या सिंचना बदल लिहीले होते त्यावर अधिक मार्गदर्शन आता आपण करून घेणार आहोत. नेमके सिंचन करण्यासाठी दररोज सिंचन करणे आवश्यक असते. अशा परिस्थितीत विजेच्या अनियमितपणामुळे ते शक्य होत नाही. त्यासाठी काय करतां येईल हे आपण आता पहाणार आहोत. आमचे एक अभ्यासक श्री. मुकुंदराव घाटे ह्यांनी एक शेताचा आराखडा तयार करून मतप्रदर्शनासाठी पाठविला आहे. तरी आपण ह्या आराखड्याला प्रमाणित समजून ह्या प्रश्नाचा विचार करणार आहोत. कोणतेही व कशाही आकाराचे शेत असले तरी त्याला थोड्या फरकांने हे मार्गदर्शन उपयोगी येईल अशा रितीने आपण सर्व विषय हाताळणार आहोत. ह्या प्रश्नाचे उत्तर थोडक्यात असे आहे की, जेव्हा वीज उपलब्ध असेल तेव्हा पंपाने मिळेल तेवढे पाणी उपसून जमिनीपेक्षा जास्त उंचावर बांधलेल्या टाकीत साठवून ठेवावे. जेव्हा शेताला पाणी घावयाचे असेल तेव्हा योग्य व्यवस्थेद्वारा ते पाणी शेताला घावयाचे असे आहे. हे झाले मूळसुत्र परंतु, त्याच्या अंमलबजावणीचा तपशिल समजून घेणे आवश्यक आहे. त्यासाठी एक उदाहरण आपण आता पहाणार आहोत. उदाहरणातील शेत साधारण सात एकर क्षेत्राचे व आयताकृति आहे. विषय समजल्यावर कोणत्याही आकाराच्या शेतात ही व्यवस्था बसविता येईल. त्यासाठी शेतकऱ्याला थोडे कल्पक व्हावे लागेल. तेवढी कल्पकता आपल्या येथील शेतकऱ्यात निश्चितपणे आहे. असे मी गृहीत धरून पुढील चर्चा करणार आहे. कोणतेही शेत कधीही समपातळी नसते. कितीही समपातळी दिसले तरी त्यात थोडा फरक असतोच. उदाहरणातील शेत शेवटी दिलेल्या आकृतीत आहे.

त्याप्रमाणे आपल्य उदाहरणातील शेताची उत्तरेकडील बाजू वरच्या पातळीवर असून त्याचा उतार दक्षिण व पूर्व दिशेकडे आहे आणि पश्चिम दिशा समपातळीला आहे. ह्या शिवारात एक विहीर आहे व ती दक्षिण दिशेकडे व सर्वात खालच्या बाजूस आहे. ह्या विहीरीतून सिंचनासाठी पाणी घेतले जाणार आहे. विहीरीची क्षमता ताशी दहा हजार लिटर आहे. त्या विहीरीवर एक पांच अश्वशक्तिचा उपशा (पंप) बसविला आहे त्याची पाणी उपसण्याची क्षमता ताशी दहा हजार लिटर आहे. त्या भागात विजेचा पुरवठा अनियमित आहे. म्हणजे दोन दिवस वीज नसते व जेव्हां येते तेव्हां ती जेमतेम बारा तास रहाते. अशी परिस्थिती आहे. आपल्या अभ्यासाप्रमाणे ऊस केळी अशा जास्त पाणी लागणाऱ्या पिकांसाठी प्रति एकर १० हजार लिटर पाणी प्रति दिन देणे आवश्यक असते. इतर पिकांसाठी त्याहून कमी पाणी लागते. त्यावरून ह्या शेतात कोणते पीक घ्यावे हे सुद्धा ठरविता येते. बाजाराची गरज व शेताची क्षमता अशा दोन गोष्टींचा मेळ घालून हे ठरवावयाचे असते. बारा तासात उपशा १,२०,००० लिटर पाणी उपसू शकतो. हे पाणी तीन दिवसात वापरावयाचे आहे. म्हणजे प्रति दिनी ४०,००० लिटर पाणी मिळू शकते. हे पाणी सात एकराला पुरवावयाचे आहे. म्हणजे प्रति एकर फक्त साडेपांच हजार लिटर पाणी मिळू शकते. योग्य सिंचन व्यवस्था व वनभिंतीची व्यवस्था करून हे सहजपणे साध्य करता येते. सर्व प्रकारच्या भाज्या, कडधान्ये, तेलवर्गीय (गळीताची) पिके, सोयाबीन, तंबाखू, कपाशी, भुईमूग अशी अनेक पिके घेता येतात. त्याशिवाय बाजरी, गहू, मका अशी धान्य पिके घेता येतात. सर्व प्रकारच्या फळबागा त्यात डाळींब, संत्रा, मोसंबी, विकू, पेरू, सीताफळ अशी विविध फळ पिके घेता येतात. चांगल्या पिकासाठी शेता भोवती पानमळीसारखी वनभिंत तयार करणे बरे असते. त्याला बराच वेळ लागतो. त्यासाठी जाळीची कनात शेताभोवती उभी करून सुद्धा काम करता येते. जाळीची भोके पाव इंच एवढी असावीत. जाळी उभी करावयाची असेल तर ती साधारणपणे चौदा ते पंधरा फुट उंचीची (४.५ मीटर) असावी. जमिनी पासून चार फुटापर्यंत भाग मोकळा असला तरी चालते. त्यामुळे शेतात फिरणे शक्य होते. उदाहरणातील शेतातील विहीर कमी क्षमतेची असल्यामुळे कोणते पीक घ्यावयाचे ह्याला मर्यादा पडतात. शेताच्या तीन दिवसाच्या गरजे प्रमाणे पाणी विहीरीतून उपसून एका योग्य आकाराच्या टाकीत साठवून ठेवणे हे काम असते. त्यानंतर गरीबाच्या ठिबक अथवा फवारा सिंचनाने ते पाणी शेतात देता येते. उदाहरणातील शेतासाठी १,२०,००० लिटर क्षमतेची टाकी बनवावी लागेल. तीचे घनफळ १२० असेल. प्रयोगातील अनुभवानुसार टाकीची उंची दीड मीटर असावी. पांच फुटापेक्षा जास्त नसावी. समजा, दीड मीटर उंचीची टाकी आहे तर तीचे क्षेत्रफळ ८० चौ. मीटर असावे लागेल. जर टाकी गोल आकाराची असेल तर तीचा व्यास १० मीटर पेक्षा थोडा जास्त असावा लागेल. ही टाकीची आतील मापे आहेत. ही टाकी शेतात सर्वात उंच ठिकाणी ठेवावी लागते. टाकी जमिनीवर थेट उभी न करतां प्रथम भराव घालून त्या भागाची उंची दोन फुटानी वाढवून घ्यावी. एक मीटर (साडे तीन फुट) उंची वाढवली तर ठिबक सिंचन करता येते व जर फवारा सिंचन करावयाचे असेल तर दहा फुटाचे (तीन मीटर) बांधकाम करून मग त्यावर टाकी बांधावी लागेल. सीमेंटचा गारा करून त्याच्या लेपणाने प्रथम टाकीचा तळ तयार करावा. त्यानंतर वीटांची भिंत बांधून टाकीच्या बाजू तयार कराव्या लागतात. हा खर्च एकदाच करावा लागतो व तो व्यवस्थितपणे केला असेल तर अनेक वर्षे ती टाकी चांगली काम करीत रहाते. सीमेंटचा गिलावा करून टाकीच्या भिंती पाणीबंद कराव्यात. हे सर्व, गावातील गवंडी चांगले समजून करतात. ही टाकी शेताच्या अशा भागात बांधावी किं, तेथून

शेतात पाणी देण्यासाठी टाकला जाणारा दंड (मुख्य नळा) उत्तर व पश्चिम दिशांच्या कोपऱ्यात म्हणजे वायव्य दिशेकडे असेल. टाकी वायव्य दिशेला असल्यामुळे दंड वायव्य ते आग्नेय दिशा असा तिरपा टाकावा लागेल. त्यातून नळ्या काढून त्यांचे जाळे सर्वत्र शेतात पसरून सिंचन व्यवस्था करता येते. मुख्य दंडाचे एक टोक टाकीच्या तळात बसवलेला असेल. टाकी शेतात उंचावर व त्यात सुद्धा टाकी आणखीन उंचावर असल्यामुळे नळाची तोटी उघडल्यावर पाणी गुरुत्वाच्या जोरामुळे सर्व शेतात पसरते. ह्याला आपण **गुरुत्व सिंचन** असे म्हणतो.

उपशातील नळ टाकीत वरून बसविला असेल त्यामुळे उपशाने विहीरीतून उपसलेले पाणी टाकीत पडून साठविले जाईल. शेतात पाणी फिरविण्यासाठी बऱ्याच वेळा मुख्य दंडातून येणाऱ्या उपनळ्यांवर तोट्या बसवाव्या लागतात. त्याने शेतात कोठे पाणी धावयाचे व कोठे नाही धावयाचे हे ठरविता येते. पंपाची वीज नियंत्रित करणारा खटका तसाच चालू ठेवावा म्हणजे केव्हाही वीज आली की ताबडतोब पाणी उपसले जाऊन टाकीत पाणी भरण्यास सुरुवात होईल. शेताला जेव्हा पाणी धावयाचे तेव्हा टाकीला असलेला दंडाच्या नळाची तोटी उघडली कि झाले. अशारितीने शेतात नेमके पाणी देता येईल. नेमके सिंचन व मोकाट सिंचन ह्यात वरकरणी साम्य दिसते परंतु, कार्यपद्धतीत मोठा फरक असतो हे लक्षात घ्यावे.

लेख २१ मध्ये विचारात घेतलेल्या व वर येथे वर्णिलेल्या शिवाराचे चित्र खाली दिले आहे.. उंचवटा जेथे आहे तेथे पाण्याची टाकी असेल व नळ उताराच्या दिशेने टाकले जातील.



अनुकुलागारातील जलव्यवस्थापन

लेखांक २३ वा

ह्या लेखात मी शोती विषयक लेख लिहीताना व ते वाचताना घेणाऱ्या अडवणींवर प्रकाश टाकणार आहे. कारण, माझे लेख न समजल्याची तक्रार केली जाते. एकादा लेख समजणे अथवा न समजणे ह्याची दोन कारणे असतात. पहिले कारण भावनिक स्वरूपाचे असते. दुसरे कारण तांत्रिक स्वरूपाचे असते. भावनिक कारणांचा आपण प्रथम विचार करू या. त्याप्रमाणे, असे आढळून येते की, शेतकऱ्यांचे शोतीबाबत काही निश्चित असे समज असतात. त्यांना तो प्रमाणित समजून काम व विचार करीत असतो. जर एकादा लेख त्या समजूतीना धरून त्यानुसार लिहीलेला असेल तर तो लेख त्या वाचकास वटकन समजतो. कारण, लेखातील गृहीत तत्वे व वाचकाची त्या विषयावरील मते एकच असतात. तो लेख त्या वाचकाच्या समजूतीना दुजोरा देणारा असल्यामुळे काहीवेळा असा लेख वाचकांना आवडतोसुद्धा. परंतु, जर लेखातील मुद्दे वाचकाच्या गृहीत तत्वांना आव्हान देणारे असतील तर असा लेख वाचकाला समजत नाही किंवा आमचे वडिलधारे मित्र कै. गोपीनाथजी धारिया ह्यांच्या शब्दात सांगावयाचे म्हणजे डोक्यावरून जातात. सामान्य वाचक अथवा शेतकरी व प्रगतिशील शेतकरी ह्यांच्यामध्ये हाच मुख्य फरक असतो. प्रगतिशील, प्रयोगशील शेतकरी कधीही कोणत्याही एका विचार प्रवाहाच्या आहारी जाणे पसंत करीत नाही. तो नेहमीच नवीन विचार व तत्वे समजून घेण्याच्या मनस्थितीत असतो. तो स्वतःसुद्धा वेगवेगळ्या संकल्पनांचा विचार करीत असतो. असे वाचक नवीन संकल्पनांच्या शोधात असल्यामुळे असे विचार जर त्यांना लेखातून वाचावयास मिळाले तर ते नाराज न होता उलट खूष होतात असा माझा अनुभव आहे. जर लेख सामान्य वाचकाच्या समजूतीना धरून नसेल तर त्या लेखातील विचार अतिरंजित, चुकीचे असल्याचा समज करून असा वाचक लेखावर व त्यातील विचारांवर नेहमीच अन्याय करीत असतो. त्या उलट प्रयोगशील शेतकरी असे लेख वाचल्यावर त्यातील मुद्दे अधिक चांगल्या रितीने समजून घेण्यासाठी माझ्याशी संपर्क करून शांका समाधान करण्याचा मार्ग स्वीकारतात. मी पाहिले आहे की, प्रयोगशील प्रगतिशील शेतकऱ्यांना नवीन विचारांवर टीका वगैरे करण्यात स्वारस्य नसते.

माझे लेख व पुस्तके अशा प्रगतिशील व प्रयोगशील शेतकऱ्यांसाठी असतात. बुरसटलेल्या मागस प्रवृत्तीच्या लोकांसाठी नसतात. म्हणून अशा लोकांनी काही व्यर्थ टिका टिपणी केली तर त्याचे मला काही देणे घेणे नसते. हे झाले भावनिक कारणांचे बाबत. आता तांत्रिक कारणामुळे काय होते ते पाहू या. हा प्रश्न दुसऱ्या प्रकारातील वाचकांबाबत येत असतो. म्हणजे प्रयोगशील शेतकऱ्यांचा असतो. नवीन संकल्पना समजून घेण्यासाठी जेव्हा हे शेतकरी माझे लेख वाचतात तेव्हा त्यातील बरेच मुद्दे ज्या शास्त्रीय तत्वावर अवलंबून असतात ती शास्त्रीय तत्वे ह्या शेतकऱ्यांना माहित नसतात. अर्थातच, त्यामुळे पुढील विवेचन समजणे त्यांना अवघड होते. ही अडचण समजण्यासारखी आहे. म्हणून ह्या कारणासाठी माझे लेख समजले नाहीत अशांसाठी मी काही गोष्टी येथे स्पष्ट करणार आहे. कोणत्याही विषयाचा अभ्यास करणे व त्या विषयावरील लेख वाचणे ह्या दोन गोष्टींत फार मोठा फरक असतो. जेव्हा आपण अभ्यास करण्यासाठी एक लेख वाचतो तेव्हा त्या विषयाचे

प्राथमिक ज्ञान असणे आवश्यक असते. जर ते नसेल तर तो लेख कितीही चांगल्या प्रकारे लिहीलेला असला तरी तो वाचणाऱ्याला समजत नाही, आणि अभ्यास करता येत नाही. ही गोष्ट सर्वच विषयांबाबत सारखीच अनुभवास येते. शेती बाबत असा एक मोठा गैरसमज आहे की, शेती हा एक सोपा विषय आहे. त्यामुळे त्यावरील लेख समजणे सोपे असले पाहिजे. प्रत्यक्षात परिस्थिती उलट आहे. हे लिहीण्याचा मला अधिकार आहे कारण, मी एक अभियंता असून शेती शास्त्राचा चांगला अभ्यास केला आहे. गेल्या काही वर्षांत आयुर्वेदाचा अभ्यास करून त्यातील भैषज्य शाखेचे बऱ्यापैकी ज्ञान प्राप्त केले आहे. वैद्यक शास्त्रात संशोधन करून मधुमेह, आग्या नागिन (हार्पिस), पक्षघात व त्वचाकुष्ठ (सोरायसीस) अशा रोगांवर काम केले आहे व रंगण बरे सुद्धा केले आहेत. अशारितीने अनेक शास्त्रांचा व्यासंग करणारा असल्यामुळे कोणते शास्त्र किती अवघड ते मी चांगले समजून आहे. शेतीचा अभ्यास करतांना मला जाणवले की, इतर विषयात एकाच विषयाचा अभ्यास करावा लागतो परंतु, शेतीचा अभ्यास करतांना अनेक भिन्न विषयांचा अभ्यास करावा लागतो तरच शेतीचे प्रश्न समजू शकतात. शेतीचे शास्त्र अनेक शास्त्रांच्या मिलाफातून तयार होत असते म्हणजे, गणित, पदार्थविज्ञान, रसायन, सेंद्रीय रसायन, सुक्ष्मजीवशास्त्र, अभियांत्रिकी, भूगर्भशास्त्र, वनस्पती शास्त्र, प्राणीविज्ञान, पर्यावरणशास्त्र अशा विविध शास्त्रीय शाखांचा अभ्यास केला तरच शेतीतील समस्यांचे समाधान करण्याची क्षमता प्राप्त होऊ शकते. दुर्दैवाने आज हे कोणीही समजून घेत नाही व साधारण अकलेच्या मर्यादित शेती विषयातील प्रश्न सोडवता येतील अशा भ्रमात संबंधित मंडळी असल्याचे दिसते. असा विषय समजावून सांगतांना विविध शास्त्र शाखांचा संदर्भ द्यावा लागत असल्यामुळे जर विषय सामान्य अकलेच्या लोकांना नाही समजला तर त्यात माझा काय दोष? आज जे शेतकरी यशस्वीरित्या शेती करीत आहेत त्यांना वर दिलेल्या अनेक शास्त्र शाखांचा अभ्यास बिलकूल नसतो. हे शेतकरी त्यांच्या उपजत बुद्धीने शेती यशस्वी करीत असतात. शेतात ते जे काही करतात ते त्यांनी तसे कां केले असे जर विचारले तर त्याचे शास्त्र शुद्ध स्पष्टीकरण ते देऊ शकत नाहीत. त्यांच्या कामात चुका होत असतात त्या बदल जर विचारले तर ते त्या बदल योग्य कारण सांगू शकत नाहीत. शेकडा असे शेतकरी एक टक्कासुद्धा नसतात. मग बाकीच्या शेतकऱ्यांनी काय करावयाचे? पूर्वी मेस्त्री लोक इंजिनियरिंगची सर्व कामे करीत असत. आजही करीत आहेत. कोल्हापूरात तुम्हाला उत्तम काम करणारे अनेक कारागिर भेटतील. परंतु, त्यांचा ते जे काम करतात त्या विषयाचा अभ्यास नसल्यामुळे काही अडचण झाली की ते तसेच बसून रहातात. समाजाचे औद्योगिकरण करण्यासाठी त्यामुळेच आपण अशा उपजत बुद्धी असलेल्या लोकांवर अवलंबून राहू शकत नाही. युरोप व अमेरिकेच्या औद्योगिक क्रांतीच्या काळात हे त्या लोकांच्या लक्षात आल्यानंतर तेथे उत्तम प्रकारे काम करणारे मेस्त्री असूनही अभियांत्रिकीचा वेगळा अभ्यास करण्याचे ठरवावे लागले. तेथे निरनिराळ्या विषयाच्या प्राध्यपाकांच्या जोडीने असेच उपजत बुद्धी असलेले मेस्त्री हाताशी घेऊन अभियांत्रिकी विद्यापीठांची व्यवस्था करावी लागली. तेव्हा कोठे औद्योगिक क्रांतीचे काम सुरळीतपणे होत गेले. जे औद्योगिक क्रांतीचे तेच आता कृषी क्रांतीचे बाबत आहे असे समजल्यावर माझ्या कार्याचे महत्व समजेल.

त्यासाठी, शास्त्र शुद्ध स्पष्टीकरणे देता येतील इतके ज्ञान शोती करून इच्छिणाऱ्यांना मिळावे म्हणून माझे हे कार्य चालू आहे. जेणेकरून उपजत बुद्धी नसलेल्या मंडळीनासुद्धा चांगली शोती करणे शक्य होईल अशी अपेक्षा आपण करू शकू. अनुभव असा आहे की, प्रशिक्षित शेतकरी उपजत बुद्धीच्या शेतकऱ्यापेक्षा जास्त चांगली शोती करू शकतात. एवढेच नाही तर ते उपजत बुद्धी असलेल्या शेतकऱ्यांना शोतीचे धडे देऊ शकतात. आपल्या येथे कृषी विद्यापीठे आहेत परंतु दुर्दैवाची गोष्ट म्हणजे त्यातून योग्य मार्गदर्शन करण्याच्या दृष्टीने आवश्यक असलेला अभ्यासक्रम नाही. त्यामुळे तेथून प्रशिक्षित झालेले लोकसुद्धा माझा अभ्यासक्रम करीत आहेत. मी अशा अनेक अभ्यासकांना जेव्हा विचारले की, तुम्ही कृषी विद्यापीठातून पदच्युत्तर अभ्यास केला आहे मग माझा अभ्यासक्रम कां करता? तेव्हा मला त्या लोकांनी सांगितले की एवढा कृषी विद्यापीठाचा अभ्यास केला तरी आम्हाला शोतीबद्दल जो आत्मविश्वास प्राप्त व्हावयास पाहिजे तो आला नाही व आपला अभ्यासक्रम केल्यावर तो प्राप्त झाला आहे. ह्यावरून सर्व गोष्टी स्पष्ट होतात. असे अभ्यास केलेले शेतकरी त्यांचे प्रश्न पाठवितात व त्यातूनच ही लेखमाला सुरु झाली आहे. आणि त्यांना हे लेख समजतात कारण, त्यांना अभ्यासक्रम करतांना शोतीच्या प्राथमिक विषयांचा परिचय झालेला असतो. जे शेतकरी अभ्यासक्रम करीत नाहीत त्यांनाच लेख न समजण्याचा प्रश्न असतो. त्यासाठी ज्यांना हे लेख समजून घेण्याची इच्छा आहे त्यांनी तक्रारी, टिका, निंदा करण्यात वेळ फुकट न घालवता अभ्यासक्रमाची पुस्तके घेऊन अभ्यास सुरु करावा, म्हणजे सर्व गोष्टी सोप्या होतील. हा अभ्यासक्रम करणाऱ्या कित्येकांनी इतर शेतकऱ्यांना सल्ला देण्याचा धंदा करून फायदा केला आहे, हे विशेष. शोतीच्या सामानाचे व्यापारी त्यात जास्त आहेत. नागरी जीवनाला कंटाळून गांवाकडे गेलेले व जाऊ इच्छिणारे शहरवासी हा अभ्यासक्रम करून यशस्वी शेतकरी झाले आहेत. एकंदरीत हा अभ्यासक्रम करून फायदा झाला आहे अशांची संख्या दिवसेंदिवस वाढत आहे. जागृत वाचकांच्या पत्रांची दखल घेताना मला श्री. के. डी. कुलकर्णी ह्यांचे पत्र आठवते. त्यात त्यांनी शोताभोवती ब्रीनवॉल व पानमळ्यासारखी व्यवस्था असावी असे सुचविले आहे. ह्या सुचनेचा विचार मी माझ्या लेखातून आधीच केला आहे. मला फक्त वाईट एवढेच वाटते की, वनभित्त ह्या मराठी शब्दा ऐवजी इंग्रजी शब्द ब्रीनवॉल असे मराठी शब्दाचे अक्षरशः भाषांतर वापरले आहे. मराठी भाषा मी व माझ्यासारखे मराठीचे अभिमानी वैज्ञानिक संज्ञांच्याबाबत परिपूर्ण करण्याचा प्रयत्न करीत असतांना मुदाम इंग्रजी शब्द (तो सुद्धा भाषांतरीत) वापरून श्री कुलकर्णी ह्यांनी कोणत्या संस्कृतिये प्रदर्शन केले हे समजले. काही मंडळींना पाश्चात्य वैज्ञानिकांचे नामोल्लेख करून लिहीण्याचे कौतुक असते. परंतु, आपल्याच मराठी वैज्ञानिकांचा उल्लेख करण्याची संधी असली तरी तो ते करीत नाहीत. असे शेतकऱ्यांचे होत नाही. शेतकरी मनमोकळेपणे सर्व लिहीतात बोलतात म्हणून मला शेतकऱ्यांची सेवा करायला आवडते. असे मनाला विषण्ण करणारे अनेक अनुभव येतात. कोणी शोतीतज्ज्ञ आला तर मी त्याला जास्त महत्व देत नाही कारण आजमितीला माझ्या मते महाराष्ट्रात शोती तज्ज्ञ म्हणता येईल असा कोणीही नाही. परंतु, कोणी शेतकरी आला तर त्याला मी भरपूर वेळ देतो ह्याचे कारण सुद्धा हेच आहे. मी प्रयोगशील व प्रगतिशील शेतकऱ्यांसाठी आहे शोतीतज्ज्ञां (?) साठी नाही.

अनुकुलागराचे अनुकुलन

जलसंवर्धन तंत्र १

लेखांक २४ वा

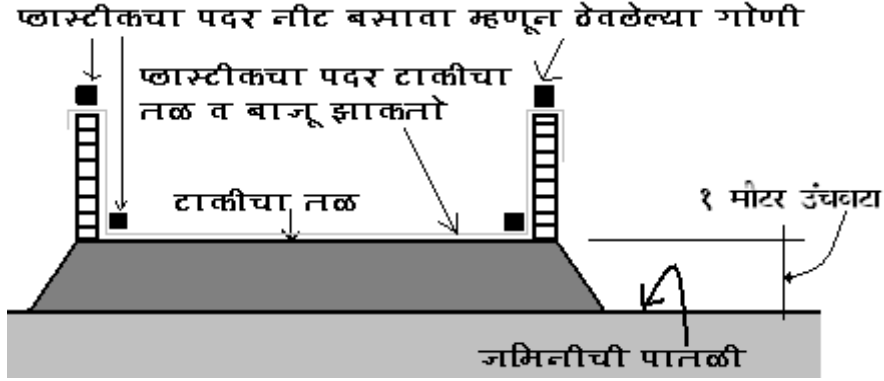
विजेचा पुरवठा हल्ली अनियमित झाला आहे व तो तसा आणखीन बराच काळ रहाणार आहे त्यासाठी एका वेगळ्या प्रकारच्या सिंचन व्यवस्थेचा अभ्यास आपण एक नमुना शेत विचारात घेऊन मागील लेखात केला होता. त्यावर शेतकऱ्यांचा फारच चांगला प्रतिसाद मिळाला. प्रयोगशील शेतकरी अनेक प्रयोग स्वताच्या शेतात करीत असतात. त्यापैकी काही शेतकऱ्यांनी त्यांचे अनुभव सांगितले आहेत त्यांचा येथे आपण प्रथम विचार करणार आहोत. ह्या सर्व अभियानातून एक गोष्ट स्पष्टपणे सिद्ध होते की सामान्य शेतकरी एकाद्या प्रशिक्षित अभियंत्याप्रमाणे कामे करू शकतो. त्यानंतर ह्या लेखात पुढे, ठरलेला झोत सिंचनाचा आपण विचार करणार आहोत.

पुण्यातील श्री. मुणगेकर ह्यांनी जी शंका मांडली आहे ती प्रथम पाहू या. ते म्हणतात, शेतात एका जागी पाण्याची टाकी उभारल्यामुळे काही जागा कायम अडून रहाणार त्या ऐवजी शिवारातील सर्व शेतकऱ्यांनी संघटना करून एक मोठी टाकी मध्यवर्ती ठिकाणी उभारावी व नळांनी त्यातील पाणी सर्व सदस्य शेतकऱ्यांना वाटून द्यावे. ही व्यवस्था शहरातील अनेक इमारती असलेल्या संकुलात सध्या प्रचलित आहे. अशी टाकी उंचावर बांधली गेल्यामुळे त्या खालील भागात सुद्धा लागवड करता येईल अशी त्यांची कल्पना आहे. प्रथम दर्शनी ही व्यवस्था चांगली वाटत असली तरी काही शेतकऱ्यांनी ह्या व्यवस्थेबद्दल काही शंका व्यक्त केल्या आहेत. प्रथम एक गोष्ट लक्षात घेतली पाहिजे की, लेखात जी आकडेवारी घेतली आहे ती सर्वच शेतांना सारखी लागू होईल असे नाही. प्रत्येक सदस्याने नेमके किती पाणी टाकीतून उपसावे ह्याचे निर्बंध घालणे अवघड असल्यामुळे त्यातून वाद निर्माण होणार. सोसायटी झाल्यावर त्यात जे बलदंड असतील ते इतर कमजोर सदस्यांच्या वाटणीचे पाणी सुद्धा घेणार नाहीत ह्याची कोणी खात्री द्यावयाची? हा प्रश्न मांडला गेला. टाकी बनविण्यासाठी कोणाची जागा वापरावयाची? त्यात पुन्हा कमजोरांचा बळी जाणार नाही ह्याची कोणी खात्री द्यावयाची? टाकीच्या देखभालीचा खर्च कसा वाटून द्यावयाचा? एकच मोठी टाकी बांधल्यावर तीतून नळ काढून पाण्याचे वितरण करतांना हे नळ इतरांच्या शेतातून जाणार त्यामुळे इतर प्रकारचे वाद निर्माण होणार नाहीत हे कोण सांगणार? जेव्हा मोठी जलवितरण व्यवस्था बनविली जाते तेव्हा पाण्याच्या दाबाचा विचार करावा लागतो. त्यात नळ चुकीच्या रितीने टाकले गेले तर कोणाला पाणी मिळणे व कोणाला पाणी न मिळणे असे प्रश्न उत्पन्न होणार त्याचे काय? असे अनेक प्रश्न उपस्थित झाले. आपल्या येथे भांडणतंटा ह्यांचा सुकाळ असल्यामुळे समाधिक टाकीमुळे आणखीन नवीन प्रश्न व वाद होणार व मग ही व्यवस्था अयशस्वी होणार ह्याची अनेकांनी ग्वाही दिली. ह्या सूचने मागील कळीचा मुद्दा असा की, प्रत्येक शेतात स्वतंत्र टाकी बांधली तर काही जागा कायम अडून राहिल हा आहे. तर अशी किती जागा अडून राहिल ते आपण प्रथम पाहूया.

ह्यातील हिशोब असा आहे, प्रति एकर दहा हजार लिटर पाणी प्रति दिन लागते, दोन दिवसांच्या पाण्याची सोय करावयाची म्हणजे प्रति एकर वीस हजार लिटर पाणी साठवावे लागेल. टाकीची खोली एक मीटर आहे असे धरले तर वीस चौ. मीटर क्षेत्रफळाची टाकी प्रति एकर बनवावी लागेल. ४००० चौ. मी. क्षेत्रात फक्त २० चौ. मी. जागा अडणार. टक्केवारीत पाहिले तर अर्धा टक्का जागा अडेल. जेव्हा सरी वरंबा करून पीक घेतले जाते तेव्हा सऱ्यात ३० टक्के जागा जाते असा अनुभव आहे. म्हणजे

एरवीसुद्धा ६० ते ७० टक्के जागाच प्रत्यक्ष शेतासाठी उपलब्ध असते. प्रत्येक शेतकऱ्यांनी स्वताची टाकी बांधली तर कोणतेही वर दिलेले मुद्दे उपस्थित होणार नाहीत. म्हणजे मुणगेकरांची कल्पना सामान्य शेतकरी स्वीकारणार नाही असे वाटते. शेतात सिंचन करण्यासाठी जी टाकी बांधावयाची ती जमिनीपासून फक्त एक मीटर एवढीच वर असावी जास्त उंचावर बांधली तर त्या पाण्यात जोर वाढून गरीबाची सिंचन व्यवस्था करणे शक्य होत नाही असा अनेक जणांचा अनुभव आहे. आकृती १ पहा

आकृती १.



ठाण्याचे अविनाश तारे ह्यांच्या मते शेतातील घरावर टाकी बांधली तर दोनही गोष्टी एकत्रित होतील म्हणजे प्रथम घर बांधावे व त्यावर टाकी बांधावी. ह्यात दोन फायदे दिसतात. एक म्हणजे घराचा पायाचा खर्च कमी होईल व एकाच ठिकाणी दोनही असल्यामुळे वेगळी जागा अडण्याचा प्रश्न रहाणार नाही. दुसऱ्या एका शेतकऱ्याच्या मते टाकीचा व्याप मोठा असल्यामुळे तीत मासे पालन करता येईल. त्याच प्रमाणे स्फिरुलिना सारख्या महागड्या शेवाळाचे उत्पादन सुद्धा घेता येईल. म्हणजे, काही जोडघंदे करणे शेतकऱ्याला शक्य होईल. ह्या सर्व गोष्टी समाईक टाकी केल्यास शक्य होणार नाही. एका बँक अधिकाऱ्याने सुचविले की, अशा योजने साठी विजेची बचत, पिकाची खात्री इत्यादी कारणे देऊन वँके कडून कर्ज घेता येईल. अशा टाक्या बांधणे व त्यांची देखभाल करणे ह्या गोष्टींमुळे व नेमके सिंचन ह्या सिंचन पद्धतीची उभारणी करण्याचे काम तिचा प्रसार होत गेल्याने, इतर अनेक प्रकारचे रोजगार त्यातून निर्माण होऊ शकतील असे ह्या बँक अधिकाऱ्याला वाटते. ठिबक सिंचन सारख्या महागड्या सिंचन पद्धतीमुळे शेतकऱ्याचे बरेच नुकसान होत असते. पूर्वी शेतकऱ्याची सर्व कामे गावातील सुतार, लोहार, गवंडी असे स्थानिक लोक करून देत व गांव स्वावलंबी रहात असे, त्या ऐवजी हल्लीच्या तथाकथित आधुनिक तंत्रामुळे प्रत्येक गोष्टीसाठी बाहेरच्या तज्ज्ञाकडे सतत जावे लागते हे कमी करता येईल.

कोल्हापुरातील अनेक शेतकऱ्यांनी ठिबक सिंचनाचे संघ काढून झाडावर टांगलेले मी पाहिले आहेत. कारण विचारले तर सांगतात की, हे संघ विकतांना त्या कंपन्या मोठी आश्वसने देतात परंतु, एकदा संघ विकला की बिलकूल फिरकत नाहीत. तक्रार केली तरी त्याचे साधे उत्तरसुद्धा देत नाहीत. आपल्या कडील शेतकरी प्रामुख्याने अशिक्षित असल्यामुळे त्यांना मोठ्या कंपन्याचे अधिकारी दाद देत नाहीत असा सर्व साधारण अनुभव आहे. मग काही शेतकऱ्यांना दंडेलीच्या मार्गाचा अवलंब करून

आपली कामे करून घ्यावी लागतात. अशा गोष्टीमुळे शेतकऱ्याचे जे नुकसान होते त्याची जबाबदारी ह्या सर्व आधुनिक गोष्टींचा आग्रह धरणारे सरकारसुद्धा घेत नाही. त्यासाठी माझ्यामते शेतकऱ्यांच्या सर्व सुविधा अशा स्वरूपाच्या असाव्यात की त्यांची देखभाल स्थानिक कारागिर करू शकतील. गरीबाची सिंचन पद्धती, नेमके सिंचन ह्या सर्व सिंचन पद्धती जरी काही लोकांना गावठी वाटल्या तरी गांवातील कारागिर सहजपणे दुरुस्ती करू शकतील अशा आहेत हे आपण लक्षात घेतले पाहिजे. एका एकराला अर्धा लाख इतके पैसे मोजूनही, आणि ते सुद्धा कर्ज काढून, जर शेवटी हे संच मोडीत काढावे लागणार असतील तर त्यापेक्षा थोडी गावठी परंतु विश्वसनीय अशी व्यवस्था शेतकऱ्यांनी स्वीकारली तर ते निश्चितपणे जास्त श्रेयस्कर ठरेल.

शेतातील टाकी बनविताना तीचा खर्च कमी करण्याच्या दृष्टीने काही सुचना आहेत त्या अशा, टाकी पाणीबंद करण्यासाठी महागडे सिमेंटचे काम न करता त्या ऐवजी प्लास्टीकच्या पदराचा वापर करता येईल. १ मी.मी. जाडीचा असा पदर मिळतो. त्याची रुंदी ८ ते १२ फुट एवढी असते. वळकटीच्या स्वरूपात ते मिळतात. त्याला विरून रुंदी दुप्पट करता येते. टाकी जर खूपच जास्त लांबीची असेल तर हे पदर प्लास्टीक विकटवण्याच्या गोदामे विकटवून वाढवता येतात. टाकीच्या बाजू (भिंती) सुद्धा त्या पदराने छकून टाकाव्यात. त्यानंतर बाजूच्या भिंतीवर माती भरलेल्या गोणी वजन म्हणून ठेवून त्या खाली पदर दाबून धरून ठेवावा. आकृती १ मध्ये दाखविले आहे.

आता आपण **झोत सिंचन** ह्या अत्याधुनिक सिंचन पद्धतीचा परिचय करून घेणार आहोत. तसे पाहिले तर छोट्या स्वरूपात आपण नेहमीच झोत सिंचनाचा वापर करून बागेतील झाडांना पाणी देत असतो. प्लास्टीकची लवचिक नळी जर तिच्या तोंडावर वेपली तर त्यातून पाण्याची पिचकारी निघते. हेंच तत्व झोत सिंचनात वापरण्यात येते. फरक एवढाच की, येथे नळ मोठा असतो व पिचकारी काढण्यासाठी मुद्दाम बनविलेला मोडीया असतो. इंग्रजीत ह्याला **जेट इरीगेशन** असे म्हणतात. फवारा सिंचनात अनेक छोटे फवारा निर्माण करणारे मोडीये बसवून त्या द्वारा आपण शेतात लहान लहान असे कारंजे तयार करून हे साध्य करीत असतो. त्याऐवजी झोत सिंचनात एकच मोठा फवारा वापरला जातो. शेतात योग्य अशा ठिकाणी ह्या संचाची कायम स्वरूपी व्यवस्था केलेली असते. त्यातून पाणी मोठ्या वेगाने आकाशात उंच उडवले जाते. नेम असा धरलेला असतो की, ते पाणी शेवटी पावसा प्रमाणे सर्व शेतात पडावे. झोताचा मोडीया थोडा हलवून झोताचे क्षेत्र कमी जास्त करता येते. जसे बागेत पाणी देतांना आपण नळीचे तोंड थोडे हलवून सर्व बागेत पाण्याचा फवारा देत असतो त्याच प्रकारे हे होते, फक्त मोठ्या प्रमाणात असते.

पावसाचे सिंचन शेतीसाठी सर्वोत्तम समजले जाते, झोताने हाच परिणाम काही प्रमाणात साध्य केला जातो. ह्या विषयी जास्त माहिती माझ्या तिसऱ्या पुस्तकात दिली आहे. ज्यांच्या कडे ती नाहीत त्यांच्यासाठी येथे थोडी माहिती देत आहे.

पावसाचे साधारणपणे चार प्रकार आढळून येतात. १) रिमझिम, २) बारीक धारेचा पाऊस, ३) मोठ्या धारेचा पाऊस, ४) मुसळधार पाऊस असे हे चार प्रकार आहेत. जर मुसळधार पावसाबरोबर वारे जोराने वहात असतील तर त्याला आपण वादळी पाऊस असे म्हणतो. ह्यातील पहिले तीन प्रकार शेतीसाठी निरनिराळ्या परिस्थितीत उपयोगी असतात. चौथा प्रकार मात्र शेतीसाठी त्रासदायक असतो. शेतातून नळ्या टाकून त्याद्वारा जे फवारा सिंचन केले जाते ते रिमझिम व बारीक

धाराचा ह्या दोन प्रकारच्या पावसाचे अनुकरण करतात. झोट सिंचनात ह्या दोन प्रकारच्या पावसा बरोबर मोठ्या धारेच्या पावसाचे सुद्धा अनुकरण साध्य करता येते. भरपूर पाणी कमी वेळात देण्यासाठी झोट सिंचन फारच उपयोगाचे असते. मुख्य म्हणजे ह्या सिंचनाने पिकाची पाने घुता येतात. त्यामुळे प्रकाश संच्लेशण क्रिया सुधारते व कर्बग्रहण उत्तमरित्या होऊन पिकाचे पोषण सुधारते म्हणून ऊस, फळबागा (आमराई, विकूराई, लाकूडशेती इत्यादी) ह्यांसाठी झोट सिंचनाची शिफारस केली जाते. केळ्याच्या बागेत झोट सिंचन वापरण्यासाठी झोताचे नियंत्रण विशेष प्रकारे करावे लागते. म्हणून बऱ्याच वेळा आपण फवारा सिंचनानेच केळ्याच्या बागेत पाणी देण्याची शिफारस करतो.

ऊसासाठी जगभरचे देश आग्रहाने झोट सिंचनाची शिफारस करतात. ब्राझिल, मॉरेशियस, फिझी बेटे, हवाई बेटे अशा सर्वच ठिकाणी झोट सिंचनाचा वापर मोठ्या प्रमाणात होत असतो. वस्तुतः आपल्या येथे सुद्धा ह्या सिंचन पद्धतीचा प्रचार फार पूर्वीच व्हावयास पाहिजे होता. कारण, आपल्या येथे जेथे ऊस पिकवला जातो तो सर्व प्रदेश कोरड्या हवामानाचा आहे. ऊसासाठी हे हवामान योग्य नाही. ऊसासाठी उष्ण व सातत्याने दमट असे हवामान आवश्यक असते. झोट सिंचनामुळे शेतात पाऊस पडल्यासारखा अनुभव येतो. झोतातून किती पाणी दिले त्यावरून पाऊस रिमझिम का बारीक धारेचा की मोठ्या धारेचा हे ठरविता येते. फवारा सिंचनाच्या ज्या विविध व्यवस्था उपलब्ध आहेत त्यात माझ्या मते झोट सिंचन सर्वोत्कृष्ट ठरते. जर शेतकरी ही व्यवस्था समजून वापरतील तर शेताचे उत्पन्न सुधारणे सोपे होईल. आता शेतकरी मंडळी नवनवीन सुविधांचा वापर करण्यात घजावत आहेत त्यांनी ह्या सिंचन पद्धतीचा वापर करण्याचा प्रयत्न करून पहावा. अर्थात् झोट सिंचनाच्या काही बाबी अशा आहेत की त्यामुळे अशा सिंचन पद्धतीला काही मर्यादा पडतात. एक तर अशी सिंचन व्यवस्था वापरण्यासाठी शेतीक्षेत्र खूप मोठे असावे लागते. लहान क्षेत्रात हे सिंचन वापरले तर त्यातून पडणारे पाणी बाहेरील इतर भागावर पडते. त्यामुळे अनेक प्रश्न निर्माण होण्याची शक्यता असते. रस्ता, घरे, कारखाने अशा भागावर पाणी पडल्यास वाद निर्माण होतील व कोणी आक्षेप घेतल्यास सिंचन बंद करावे लागेल. परंतु, जर अनेक शेतकऱ्यांनी, जर ते एकच पीक घेत असतील तर, मिळून सामायिक सिंचन म्हणून हे स्वीकारले तर मोठ्या शिवारात हे सिंचन अमलात आणता येईल. आज झोट सिंचनाचे संघ फार महाग आहेत. बहुधा ते बाहेर देशातून आणावे लागत आहेत. बहुतेक करून हे संघ पितळीचे बनवितात त्यामुळेसुद्धा ते महाग होतात. त्या शिवाय पितळ ह्या धातूला चांगला भाव असल्यामुळे त्यांची चोरी होण्याची शक्यता असते. माझ्यामते प्लास्टीकच्या (पॉलिकारबोनेट) संचाची किंमत परवडणारी असेल व त्याची चोरीसुद्धा करणे सोयीचे नसल्यामुळे तो धोका रहाणार नाही. झोट सिंचनात एकच झोट टाकणारा मोडीया (तोंड) असतो. तो सहसा बिघडत नाही. इतर प्रकारच्या फवारा सिंचनात असंख्य लहान लहान मोडीये शेतभर बसविलेले असतात व ते बिघडण्याची शक्यता असते. म्हणजे देखभालीचा खर्च कमी असतो. झोट सिंचनाच्या मोडीयात बारीक भोकांचे झारे नसतात त्या ऐवजी नळाचे तोंड फक्त टोकाला निमुळते केलेले असते. अशा व्यवस्थे मुळे पाण्यात बारीक कण असले तरी झोतास काही त्रास होत नाही. एकच झोटसंच (ह्याला इंग्रजीत रेनगन असे म्हणतात) वार हेक्टर एवढे क्षेत्र भिजवू शकतो. लहानात लहान झोट संच २०० फुट व्यासाच्या क्षेत्राला सिंचन करू शकतो. झोटसंच एक माणूस हाताळून काम करतो. इतर फवारा सिंचन व्यवस्था आपसुकपणे चालतात तसा झोट संच काम करीत नाही. जर

शेताच्या बाजूने रस्ता असेल तर ट्रॅक्टरवर पाण्याची टाकी बसवून त्या द्वारा ट्रॅक्टरवरून झोताने पाणी शेतात देता येते. थोडक्यात सांगावयाचे म्हणजे झोत सिंचनावर अनेक प्रयोग करून त्याची उपयुक्तता वाढविता येईल.

प्रचलित प्रकारचे फवारा सिंचन व झोत सिंचन हे दोन्ही प्रकार फवारा सिंचन ह्या एकाच प्रकारातील असले तरी त्यात काही भेद आहेत. ते शेतक्यानी लक्षात घेतले पाहिजेत. प्रचलित फवारा सिंचनात पाणी तुषारांच्या स्वरूपात वनस्पतीच्या पानांना खालून मारले जाते व तशी ती धुतली जातात, त्याउलट झोतसिंचनात पाणी पावसाप्रमाणे पानांवर पडून पाने वरून धुतली जातात. पानांना खालून धुतल्यामुळे काही प्रकारच्या किटकांच नाश होतो तसे झोत सिंचनाने होत नाही. प्रचलित फवारा सिंचनाचा भांडवली खर्च खूप असतो त्या मानाने झोत सिंचनाचा खर्च कमी असतो. वारे जोराने वहात असतील तर त्यावेळी झोत सिंचन करून शेतात पाणी व्यवस्थितपणे मिळत नाही कारण, वाऱ्याबरोबर बरेचसे पाणी हवेत निघून जाते. प्रचलित फवारा सिंचनात पाण्याच्या तुषारांची उंची पिकाबरोबर असल्यामुळे सर्व पाणी व्यवस्थितपणे शेताला मिळते. प्रचलित फवारा सिंचन शेतात बसविता येते तसे झोत सिंचनाचे नसते. त्यातील काही पाणी शेताबाहेर फेकले जाते व त्यामुळे इतर अनेक नको असलेले प्रश्न (शेजार पाजाऱ्यांचे आक्षेप वगैरे) निर्माण होण्याची शक्यता असते. प्रचलित फवारा सिंचनात पाण्याचे तुषार फारच थोडा वेळ वातावरणात तरंगत असतात त्यामुळे हवेतील प्राणवायू व नत्रवायू त्या पाण्यात योग्य प्रमाणात विरघळत नाहीत. झोतसिंचनाची व्यवस्था योग्य प्रकारे राखली तर म्हणजे झोतातून बाहेर पडणारे तुषार निदान ५०० फुट प्रवास वातावरणातून करून मगच जमिनीवर पडतील अशा बेताने झोताचा मोडीया (कोन करून) ठेवला तर हवेतील प्राणवायू व नत्रवायू त्या तुषारात पूर्णपणे विरघळल्यामुळे शेताचे पोषक मुल्य सुधारते व पीक चांगले येण्यास मदत होते. वातावरणात ५०० फुट एवढा प्रवास पाण्याचे तुषार करणार ह्यासाठी झोताची धार उंच आकाशात १५ ते ४५ अंशाचा कोन करून मारावी लागते. त्यामुळे पाणी निदान १५ ते २० टक्के शेताबाहेर फेकले जाते. ते टाळण्यासाठी वनभिंती शेता भोवती असाव्यात. झोत सिंचनामुळे महत्वाचा एक परिणाम दिसून येतो तो असा की, शेतावरील वातावरणात सापेक्ष आर्द्रता वाढते. इतर प्रकारच्या सिंचन व्यवस्थेतून जसे आपण विद्राव्य खते देऊ शकतो तसे झोत सिंचनातून देऊ नये. कारण, झोत सिंचनाचे तुषारे वातावरणात मिसळतात व त्यामुळे विद्राव्य खताचे प्रदुषण त्या वातावरणात होण्याची शक्यता असते. शेत सपाट आहे की उतारावर ह्याचा विचार इतर काही सिंचन व्यवस्था शेतात बसवितांना करावा लागतो तसे झोत सिंचनात करावं लागत नाही. पॉलिभिंत, जाळीचे पडदे शेता भोवती आडोशासाठी बसविलेले असतील तर झोत सिंचन करू नये.

फळबागांसाठी झोत सिंचन अप्रतिम ठरते. झाडे धुतली जातात त्यामुळे अनेक बुरशीचे रोग नाहीसे होतात. महाराष्ट्रात सध्याची पाण्याची कमतरता पहाता ऊसासारख्या महत्वाच्या पिकासाठी झोत सिंचनाबरोबर वनभिंतीचे प्रयोजन केल्याने झोत सिंचनाचे सर्वच दोष टाळता येतात. म्हणून माझ्यामते भविष्यात महाराष्ट्राने झोत सिंचनाला प्राधान्य द्यावयास पाहिजे. मोकट सिंचनाने जे नुकसान महाराष्ट्राच्या शेतीचे केले आहे ते पुसून टाकण्यासाठी झोत सिंचन हा एकच उपाय सध्यातरी मला दिसतो. महाराष्ट्रात असे जमिनीचे मोठे पट्टे आहेत की ज्यात फक्त ऊसाची शेती होते आहे. अशा ठिकाणी झोत सिंचन शासनाने बसवून

दिले तर ते श्रोतक्यांना व ँहवी पिकाच्या अनेक गरजांच्या दृष्टीनेसुद्धा हितकारक ठरेल. त्या ँवजी ठिबक सारख्या अनेक दोष असलेल्या सिंचन व्यवस्थेचा आग्रह शासनाकडून केला जात आहे हे आपल्या सर्वांचे दुर्दैवच म्हंटले पाहिजे.

अनुकुलागराचे अनुकुलन

जलसंवर्धन तंत्र २

लेखांक २५ वा

शेतातील पाणी देण्याच्या अनेक पद्धती आज प्रचारात आहेत. शेतकऱ्याला ह्या सर्व सिंचन व्यवस्थांचा अभ्यास असावा लागतो. परंपरेने शेती करणारे शेतकरी आपल्या शेतात पारंपरिक पद्धतीनेच पाणी शिंपत असतात. परिस्थितीमुळे जेव्हा त्याला प्रचलित (वाळू) सिंचन बंद करून नवी स्वीकारावीशी वाटते तेव्हा त्या सर्व विविध सिंचन व्यवस्थांचा वांगल्या वाईट परिणामांचा त्यांनी पूर्ण विचार करून नंतरच आपल्या शेतीसाठी कोणती सिंचन व्यवस्था योग्य हे ठरविले पाहिजे. एका शेतात एक सिंचन पद्धती यशस्वी झाली म्हणून सर्वच शेतात ती तितकीच यशस्वी होईल असे नाही. ह्या मागील कारणे समजणे प्रशिक्षित शेतकऱ्याला आवश्यक असते. ह्या लेखात त्यासाठी विविध सिंचन पद्धतींचा आपण अभ्यास करून प्रत्येक पद्धतीच्या मर्यादा समजून घेणार आहोत. अभ्यासक्रमाच्या दुसऱ्या पुस्तकात ह्या विषयावर सविस्तरपणे चर्चा विवेचन दिले आहे. ते वाचकांनी जरूर वाचावे. ह्या लेखात त्या घड्यांतील बऱ्याच माहितीची पुनरावृत्ती झालेली आहे. शेताला पाणी देण्याच्या घोरणाची निश्चिती करण्यासाठी काही मुलभूत गोष्टींचा विचार करावा लागतो. त्यामध्ये जमिनीचा प्रकार, पिकाची पाण्याची आवश्यकता, पाण्याची उपलब्धता ह्या प्रमुख असतात. त्यानंतर अप्रत्यक्षरित्या पाणी देण्याच्या कार्यावर परिणाम करणाऱ्या आणखी काही गोष्टी आहेत. त्या परिसराची त्या मोसमातील हवेची सापेक्ष आर्द्रता, दिवसाचे कमाल तापमान, जमिनीतील सेंद्रीय घटकांचे प्रमाण, पिकाच्या जीवन काळाची अवस्था (रोपावस्था, बाल्यवस्था, तरुणावस्था इत्यादी), शेतकऱ्याची आर्थिक कुवत. ह्या सर्व परिणाम करणाऱ्या गोष्टींचा जर व्यवस्थित अभ्यास असेल तर त्या परिस्थितीत कोणती सिंचन व्यवस्था त्या शेतासाठी योग्य ठरेल ते सहज निश्चित करता येईल. ह्या आठ घटकांचा आपण ह्या लेखात थोडक्यात विचार करणार आहोत. केव्हाही शेतकरी एकाच शेतात एकाच प्रकारची सिंचन व्यवस्था वापरत असतो म्हणून, वर्षभरात कोणतेही पीक घेतले तरी ती पद्धत उपयोगाची ठरली पाहिजे. हे झाले कृत्रिम सिंचन पद्धतीबाबत. महाराष्ट्रात शेती बहुतेक खरीपाची म्हणजे पावसावर अवलंबून असलेली अशी आहे. बहुतेक शेतकऱ्यांकडे कृत्रिम सिंचनासाठी जे भांडवल लागते ते नसल्यामुळे त्यांची शेते पावसाळ्या नंतर न उजवता तशीच रहातात. परंतु, त्यानंतर जर पुरेसा ओलावा राहिला तर हिवाळ्यात रब्बीची शेती केली जाते. हा ओलावा राखणे हा जलसंवर्धन कार्याचा मुख्य उद्देश असतो. बहुतेक म्हणजे ८० टक्के शेतकरी फक्त खरीपाची शेती करित असल्यामुळे ही मोठी गरज आहे. त्यासाठी ह्या प्रश्नाचा विचार आपण आग्रहाने केला पाहिजे. पूर्वापार आपल्या येथील शेतकरी असा ओलावा राखण्यासाठी काय करित होते त्याचा अभ्यास केल्यानंतर जी माहिती उपलब्ध झाली ती येथे आपण प्रथम पहाणार आहोत. आपल्या येथील शेतजमिनीचे चार प्रकार आढळून येतात. सर्वात जास्त प्रमाणात असलेली जमीन काळ्या मातीची. ह्या जमिनीचा निचऱ्याचा गुण अतिशय कमी प्रतिचा असतो. त्यामुळे अशा जमिनीत पाण्याचा निचरा व्यवस्थित न होण्यामुळे निर्माण होणारे प्रश्न आढळून येतात. दुसरा प्रकार आहे रेती व चुनखडीच्या जमिनीचा. ह्यात निचरा चांगला होतो. तिसऱ्या प्रकारातील जमिनीत क्षार असतात. अशा जमिनीत चोपण दोष आढळतो. ह्या प्रकारच्या जमिनीत निचऱ्याचा दोष फार असतो व त्यामुळे शेती करणे अवघड होते. कोकणाची जमीन वेगळी आहे. त्याला जांभ्या दगडाच्या मातीचा प्रकार म्हणूया. ह्यात

निचरा खूपच जास्त म्हणून पुन्हा शेतीला अयोग्य असते. थोडक्यात असे म्हणावे लागेल की, आपल्या येथील जमीन शेतीच्या दृष्टीने अतिशय खराबच आहे. बऱ्याच वेळी जोरदार पाऊस पडला तर भूपृष्ठावरून पाणी वाहून जाताना वरील थरातील माती धुपून जाते. समपातळी वर करण्याचे कार्य गेले काही वर्षे होत आहे. ज्या जमिनीत पाणी व्यवस्थितपणे जिरत नाही अशा जमिनीत खोल वर केल्यास शेतीला चांगला फायदा होतो हे आता सिद्ध झाले आहे. निचरा योग्य प्रकारे न झाल्यामुळे मातीच्या वरच्या थरात पाणी सांचून रहाते. सुकम व स्थूल अशा दोनही सच्छिद्रता पाण्याने भरल्यामुळे वातन व वापसा दोनही बिघडतात. वर केल्यामुळे भूपृष्ठावरून वहाणारे पाणी चरात शिरते व तेथून मधल्या व खालच्या थरात जाते. म्हणजे त्या प्रमाणात निचरा सुधारतो. एरवी दोनही सच्छिद्रता पाण्याने भरल्यामुळे वनस्पतीला मुळकुज रोग होण्याची भिती असते. कितीही उपाय केले तरी हा विकार बरा होत नाही व सर्व पीक नष्ट होण्याची शक्यता असते. वनस्पतीला होणारे बरेच रोग केवळ निचरा बरोबर रित्या होत नाही म्हणून होत असतात. वर सांगितलेले वर साधारणपणे शेताच्या मधून व साधारणपणे चार फुट खोल व वरच्या बाजूस सहा फुट रुंद आणि तळाला दोन फुट रुंद असे करावेत. चराच्या उताराची बाजू चांगली थोपटून घट्ट करावी. वर म्हणजे त्याची दोनही शेवटची टोके बंद असावी लागतात. त्या मुळे अशा चरात पाणी धरून ठेवले जाते. जेव्हा पावसाने विश्रांती घेतली असेल तेव्हा ह्या चरातील पाणी उपसून शेताला सिंचन करता येते. शेत मोठे असेल तर दोन चरात साधारणपणे पन्नास फुटाचे अंतर राहिल अशा बेतांने चरांची आखणी करावी. वर करतांना काही दक्षता घ्यावी लागते. जमिनीचा उतार कसा आहे ते प्रथम पहावे. समजा उतार दक्षिणोत्तर आहे तर वर पूर्व-पश्चिम करावेत म्हणजे उताराला आडवे करावेत. असे केल्याने त्या चरात पाणी व्यवस्थितपणे धरून ठेवले जाईल. दुसरा प्रकार असा आहे की, त्यात वर शेताच्या सीमेवरून केला जातो. अशा चरामुळे सीमेवरील दोनही शेतांना त्याचा फायदा होतो. कोणालाही आश्चर्य वाटेल परंतु ही वस्तुस्थिती आहे की, अशा चरांमुळे शेतीचे उत्पन्न सुधारते. विशेष करून काळ्या मातीच्या जमिनीत ही व्यवस्था फारच चांगली काम करते. असे वर बऱ्याच वेळा पावसाच्या माराने ढासळतात. ते होऊ नये म्हणून चरांच्या बाजूचे पृष्ठभाग चांगले थोपटून घट्ट करावे लागतात. तरीसुद्धा काही प्रमाणात गाळाने वर भरून जातात. ते पुनः पुन्हा खोदून साफ करावे लागतात. हे टाळण्यासाठी मुळातच वर जास्त खोल करावेत. अल्पभूधारक ही कामे स्वतः करीत असतील तर त्यांना विशेष खर्च होणार नाही परंतु, मोठे क्षेत्र असलेल्या शेतकऱ्यांना तो खर्च विचारात घ्यावा लागतो. अशा वेळी काय करावे ह्याचा विचार करीत असतांना एका शेतकऱ्याने अचानकपणे झालेली गोष्ट मला सांगितली. त्या भागात शेतकरी शेतातील विकणमाती पासून वीटा बनवून त्याची घरे बनवितात. अशा कामामुळे सहाजिकच शेतात मोठे खडे पडतात. असाच एक खड्डा त्या शेतकऱ्याच्या शेतात पडला होता. चांगला दहा फुट खोल होता. पावसाळ्यात तो निचऱ्याच्या पाण्याने भरला. त्या वर्षी त्या शेताचा निचरा चांगला झाला व पीक बरे आले. चर्चा करतांना मला त्या भागातील लोकांनी सांगितले की, तेथे सर्वच लोक आपल्या शेतातील मातीच्या कव्या वीटा पाडतात व घरे बांधतात आणि तेव्हा असे मोठे खडे शेतात तयार होतात. पुढे पावसाळ्यात पाण्याने गाळ त्यात भरतो व खडे भरून निघतात. मुख्य म्हणजे जेव्हा असे खडे असतात तेव्हा त्या मोसमात पीक चांगले येते. गंमत म्हणजे ह्या खड्ड्यांचा व चांगले पीक येण्याचा जो संबंध आहे तो कधीच त्यांच्या लक्षात आला नाही. तो मी समजलो. त्या नंतर मी निचऱ्याच्या

विहीरीची संकल्पना तयार केली व मुदाम खोल खडे करून इतर शेतात हा प्रयोग केला व हे स्पष्ट झाले की, खोल खडे केल्याने शेतात निचरा सुधारतो. महाराष्ट्रात पाझर तलाव करण्याची जी कल्पना पुढे आली त्या मागील तत्व सुद्धा हेच आहे. दुर्दैवाने पाझर तलावाची अंमलबजावणी मूर्खासारखी केल्यामुळे ते बहुतेक करून फुकट गेले आहेत. जे पाझर तलाव योग्य प्रकारे तयार केले आहेत ते चांगले काम करतात व त्याचा फायदा सभोवारच्या शिवाराना झाला आहे. पाझर तलाव अथवा निचऱ्याच्या विहीरी करतांना कोणती दक्षता घ्यावयाची असते ते आता आपण पहाणार आहोत. पावसाळ्यात सुरुवातीला जमीन कोरडी असते, अशा जमिनीत स्थूल आणि सुक्ष्म सच्छिद्रता हवेने भरलेली असतात. पाऊस पडण्यास सुरुवात झाल्यानंतर जे पाणी जमिनीवर पडते ते ह्या सच्छिद्रते मुळे जमिनीत मुरत रहाते. जमीन संपृक्त झाल्यावर मगच तिचा निचऱ्याचा गुण कमी होतो. त्याचे कारण समजून घेण्यासारखे आहे. मातीतील काही घटक व पाणी ह्यांच्यात अर्धरसायनिक क्रिया होऊन हायड्रेट प्रकारची संयुगे तयार होतात. ही संयुगे पाण्याचे रेणू धरून ठेवतात आणि एक प्रकारचा पाणीबंद स्थिर तयार होतो. ह्या स्थिरामुळे भूपृष्ठावरील पाणी खालील मातीत जाऊ शकत नाही आणि निचरा थांबतो. असे झाले तरी व माती कितीही विकट असली तरी निचरा पूर्णपणे थांबू शकत नाही. पाणीबंद करणारे स्थिर जमिनीला आडवे असल्यामुळे असेल कदाचित, पाण्याचा निचरा भूपृष्ठाला आडवा राहिल अशाबेताने होत असतो. पाणी उभे खाली जाण्याचा जोर साधारणपणे आडव्या प्रवाहापेक्षा जास्त असतो. आडव्या प्रवाहाला जो विरोध होत असतो त्यामुळे बऱ्याच वेळा पाणी तेथेच थांबून रहाते असा अनुभव आहे. अशा परिस्थितीत जर जमिनीत खोल चर खोदले तर त्या चरात बाजूचे पाणी वाहून उतरते चर पाण्याने भरतो व जर चरा ऐवजी नाला असेल तर पाणी वाहून शिवारा बाहेर निघून जाते. पाणी जमिनीच्या वरच्या थरातून उतरल्यामुळे विशेष करून स्थूल सच्छिद्रता मोकळी होते व त्या जागेत हवा घुसते. म्हणजे वातन क्रिया सुरु होते. तसेच वापसा साध्य होतो. शेतीला ह्या दोन गोष्टी अत्यावश्यक असल्यामुळे त्या साध्य झाल्यानंतर पिक चांगले येते असा अनुभव आहे. शेतात जर अशारितीने दर खरीपाच्या मोसमा आधी योग्य आकाराचे व योग्य अंतरावर चर शेतात केले तर जमीन कितीही खराब निचऱ्याची असली तरी पिक चांगले येते हे लक्षात ठेवावे. असे चर-खडे पावसाच्या सुमारास शेवटी गाळाने भरून जातात. म्हणजे दर खरीपाच्या मोसमा आधी मशागतीची कामे केल्यावर असे चर करणे उत्तम पिक येण्यासाठी आवश्यक असते. माझा अनुभव असा आहे की, हे चर कमीत कमी चार फुट खोल असावेत. म्हणजे जमिनीच्या मधल्या थरात ह्या चराचा तळ असला पाहिजे.

असे चर अथवा खडे करण्यासाठी शेतात योग्य जागा निवडणे ही उपाययोजना यशस्वी होण्यासाठी जरूरीचे असते. कोणत्याही शेताला मशागत केल्यावर एका प्रकारची सपाटी मारली जाते. त्यानंतर सऱ्या व वरंबे काढले जातात. ही सपाटी कितीही व्यवस्थित मारली तरी एक गोष्ट आपल्या लक्षात येईल की, शेताला कोठल्यातरी दिशेने उतार असतो. शेत फार मोठे असेल तर असे अनेक उतार आढळून येतात. लहान शेताला एकच उतार आढळतो. शेतातील सऱ्या पाडतांना सुद्धा ह्या उताराचा विचार करावा लागतो. सऱ्या उताराला आडव्या पाडाव्या लागतात त्याच प्रमाणे हे चर सुद्धा आडवे करावे लागतात. चरा ऐवजी खडे केले असतील तर तो सुद्धा चरा प्रमाणे करावा लागतो म्हणजे हे खडे लांबोडके असावे लागतात. दर तीस फुटावर असे चर (ह्याना निचऱ्याचे चर म्हणूया) करावेत. चराच्या

दोनही कडावर वरंबा येईल असे पहावे. म्हणजे एक सरी ऐवजी हा चर बनतो. समजा उतार पूर्व पश्चिम आहे व शेताची त्या दिशेची लांबी दोनशे फुट आहे. पन्नास फुटावर एक चर प्रमाणे चार चर तयार करावे लागतील. ह्यातसुद्धा काही गोष्टी विचारात घ्याव्या लागतात. पावसाचे प्रमाण हा महत्वाचा मुद्दा असतो. जर पाऊस फार असेल तर हे अंतर कमी करावे लागते. येथे दिलेले प्रमाण साधारणपणे महाराष्ट्रासाठी पुरेसे आहे. जे निसर्गाचे नियम चर, खडे ह्यांना लागू होतात तेच पाझर तलावाला सुद्धा लागू होतात. चरांची लांबीसुद्धा तीस फुट ठेवावी. महाराष्ट्रात अनेक ठिकाणी पाझर तलाव केले आहेत त्यातील बहुतेक अयशस्वी ठरले आहेत. पाझर तलावा पाठील तत्व नीट समजून घेतले तर यशस्वी रित्या काम करणारे पाझर तलाव सहज तयार करता येतील. मुख्य नियम असा आहे की, पाझर तलाव शिवाराच्या अगदी खालच्या पातळीवर जमीन खोदून करावेत. ह्या ठिकाणी, अगदी खालची पातळी भूपृष्ठाची पकडलेली आहे, जमिनी खालील कातळाची नाही. कारण पाझर भूपृष्ठावरील घ्यावयाचा असतो. पाझर तलावासाठी खोदाई कातळापर्यंत करावयाची असते. बऱ्याच ठिकाणी भिंती बांधून पाझर तलाव केलेले दिसतात ते फक्त पावसाळ्यात भरतात व नंतर पाणी वाहून गेल्यामुळे कोरडे पडतात. आपल्या महाराष्ट्रात असा बराच मोठा भाग आहे जेथे कातळ अनेक फुट खोल असतात. बहुधा अशा ठिकाणी विकणाचे प्रमाण मातीत जास्त असते. अशा ठिकाणी पाझर तलाव मातीतच करावे लागतात. पुढील लेखात मातीत पाणीबंद स्थर कसे तयार होतात ते दिले आहे. काही भागात कातळ फारच वर असतो अशा परिस्थितीत त्या ठिकाणी पाझर तलाव करण्याचा प्रयत्न करू नये. पाझर तलाव बनण्यासाठी जमिनीचे तीन थर असणे (वरचा, मधला, खालचा) आवश्यक असते. विशेष करून खालचा थर पाझराच्या दृष्टीने महत्वाचा असतो. ज्या प्रदेशात कातळ खूप खाली म्हणजे साधारणपणे सहा मीटरपेक्षा खाली असतो, येथे भूपृष्ठा खाली असे समजावे, तेथे खालचा थर ३ ते ३.६ मीटर इतका जाडा असू शकतो. त्या थरात मुरलेले पाणी वर्षभर धरून ठेवलेले असे रहाते. जलवीजन क्रियेमुळे हे पाणी वनस्पतीला उपलब्ध होत असते. जलवीजन क्रियेची सविस्तर माहिती अभ्यासक्रमाच्या निसर्गाच्या पुस्तकात आहे ती पहावी. हे सांचलेले पाणी त्या जमिनीच्या कमाल जल धारणा क्षमते पेक्षा कमी असेल तर त्या पाण्याचा जमिनीच्या खालील थरातून प्रवाह उत्पन्न होत नाही. परंतु, असे पाणी आधी सांगितल्या प्रमाणे आडव्या दिशेने प्रवाही होऊन बाजूला सरकू शकते. अशा परिस्थितीत जर कातळा पर्यंत खोल खड्डा केला तर त्या खड्ड्यात हे पाणी झिरपून जमा होते व मग असा खड्डा पुरेसा विस्तृत असेल तर त्याचा पाझर तलाव बनतो. पाझर तलाव त्यात जमा झालेले पाणी उपसून वापरण्यासाठी असतात. ते नेहमी जमिनीच्या सखल भागातच असावे लागतात. पाणी जमिनीच्या खालच्या थरात मुरावे म्हणून चर व निचऱ्याचे खडे करण्याच्या आणखीन काही पद्धतींचा उपयोग होत असतो त्यांची माहिती आपण आता करून घेणार आहोत. निचऱ्याचे खडे अथवा चर जमिनीच्या वरच्या भागात व उतरणीच्या प्रदेशात तयार करावे लागतात. ह्यातील चर नेहमीच समपातळी असावे लागतात. खडे मात्र समपातळी न पहाता केले तरी चालते. खडे व चर जमिनीच्या खालच्या थरापर्यंत गेलेले असावेत. जर पावसाळ्यात जादाचे पाणी जमिनीच्या उतारावरून वाहीले तर ओढे तयार होतात. खडे करतांना ह्या ओढ्याच्या पात्रात करावेत तसेच खड्डा ओढ्याच्या खोलीपेक्षा थोडाच जास्त खोल असावा परंतु, रुंदीला तो कितीही मोठा असला तरी चालते. चर करतांना ते ओढ्याला आडवे पाडावे लागतात. खडे कातळा पर्यंत खोल

असतील तर ते अधिक चांगले काम करतात. चरांचे दोन प्रकार आहेत. एका प्रकाराला नाल्याचे चर असे म्हणता येईल व दुसऱ्या प्रकाराला निचऱ्याचे चर असे म्हणता येईल. नाल्याचे चर पाणी वाहून शिवारा बाहेर नेतात त्या उलट निचऱ्याचे चर त्यांची शेवटची दोनही टोके बंद असल्यामुळे पाणी वाहून न जाऊ देता तेथेच साठवून ठेवतात. ह्या दोन प्रकारातील चरांच्या रचनेत काही फरक असतो. नाल्याच्या चराचा तळ समपातळी असत नाही, निचऱ्याच्या चराचा तळ समपातळीच असावा लागतो. चरांची रुंदी व त्याच्या बाजूचा उतार पहाता निचऱ्याच्या चराची रुंदी त्या भागात किती पाणी साठवून ठेवावयाचे आहे त्याप्रमाणे ठेवतात. त्या उलट नाल्याच्या चरासाठी जोरात पाऊस पडला तर किती पाणी वाहून जाणे आवश्यक आहे, त्या प्रमाणात ठरवितात. काही वेळा नाल्याच्या चरातूनसुद्धा थोड्या प्रमाणात पाणी मुरविण्याचे काम व्हावे अशा बेताने ते करतात. त्यासाठी असे चर चांगलेच खोल व रुंद करावे लागतात. निचऱ्याच्या चरांची लांबी किमान तीस फुट असावी लागते. कमाल लांबी कितीही असावी. खड्डा किमान एक एकर अथवा चार हजार चौ. मीटर क्षेत्रफळाचा असावा. कमालची मर्यादा परिस्थितीनुसार असते. ह्या खड्ड्यांना शेततळे असे म्हणतात. खड्डा किंवा चर पावसाळ्यात पाण्याने भरल्यावर किती वेळानी पाणी मुरल्यामुळे रिकामा झाला हे पहाणे आवश्यक असते. जर लवकर रिकामा होत असेल तर पाणी जिरण्याची क्रिया उत्तमरित्या होत आहे असे समजावे. जर पाणी न मुरता तसेच रहात असेल तर खड्डा, चर चुकीच्या ठिकाणी केला आहे असे समजावे. हि चाचणी पावसाळ्याच्या सुरुवातीलाच करावी. जर भूप्रदेश साधारणतः समपातळी असेल व मातीचा थर तीन मीटरपेक्षा जास्त असेल तर चर न करता मोठाले खड्डे करणे जास्त श्रेयस्कर असते.

महाराष्ट्राची बहुतांश शेती कोरडवाहू असल्यामुळे चर आणि खड्डे करून पावसाळ्यातील जास्तीत जास्त पाणी स्थानिक भूभागात जिरवून ठेवले तर शेतीचा प्रश्न कमी अडचणीचा होईल. ठिकठिकाणी अशी शेततळी करावीत.

अशारितीने साठविलेले पाणी भूगर्भात वर्षभर रहात असल्यामुळे तेथील जीव जीवाणूंच्या जीवनक्रमात फार मोठी सुधारणा झालेली दिसते. जमिनीतील सर्व थरात गांडुळाचा शिरकाव होतो. त्याच्या चलनचलनाने जमिनीची सच्छिद्रता वाढून हवेचे आदानप्रदान चांगले होते. ह्याला आपण म्हणतो जमीन स्वसन करू लागली. एकदा जमीन स्वसन करू लागली किं, जमिनीतील हवेष्णु जीवाणूंचे जीवन व्यवहार सुधारतात. हे हवेष्णु जीवाणू वनस्पतीचे मित्र असतात. त्यांची वाढ नीटपणे होत गेल्यामुळे शेती चांगली करता येते. विशेष करून रोग पीडा कमी होते व पिकाचा उतारा चांगला येतो. ह्या सच्छिद्रतेमुळे वनस्पतीच्या मुळांना खाली असलेल्या पाण्याचा सुगाव लागतो. मुळ जास्त खोलवर पोहोचतात. खालच्या थरातील खनिजं मुळांना उपलब्ध होतात. मुळ फार खोल गेल्यामुळे वनस्पतीची वरची वाढ सुद्धा जोमाने होत रहाते. एकंदर सर्वप्रकारे फायदेच होत रहातात.

पावसाळ्यानंतर पुन्हा उष्णता वाढते व जमिनीच्या पृष्ठभागातील पाणी बाष्पीभवनाने उडून जाते. असे झाले तरी खालच्या थरातील पाणी तसेच रहाते व हिंवाळी किंवा रब्बीचे पीक घेणे शक्य होते. म्हणजे त्या प्रदेशात दोन पीके घेता येतात. त्याला साथ म्हणून वनभिंतींची व्यवस्था केली तर लघु व दीर्घ आर्द्रताचक्र प्रस्थापित होऊन एकाप्रकारे नैसर्गिक जलव्यवस्थापन केल्यासारखे होते. अगदी योग्य व्यवस्थापन असेल तर रब्बीचे पीक वरचे सिंचन न करता केवळ दंवानेसुद्धा साध्य होते. म्हणजे एका प्रकारे कोरडवाहू प्रदेशाचे दुबार पीक प्रदेशात रुपांतर करणे केवळ योग्य रितीने चर व खड्डे केल्याने शक्य होते हे लक्षात येईल. अत्यंत कमी खर्च

करून असे हे नियोजन होऊ शकते म्हणून, त्याचा पुरस्कार केला पाहिजे असे माझे ठाम मत आहे.

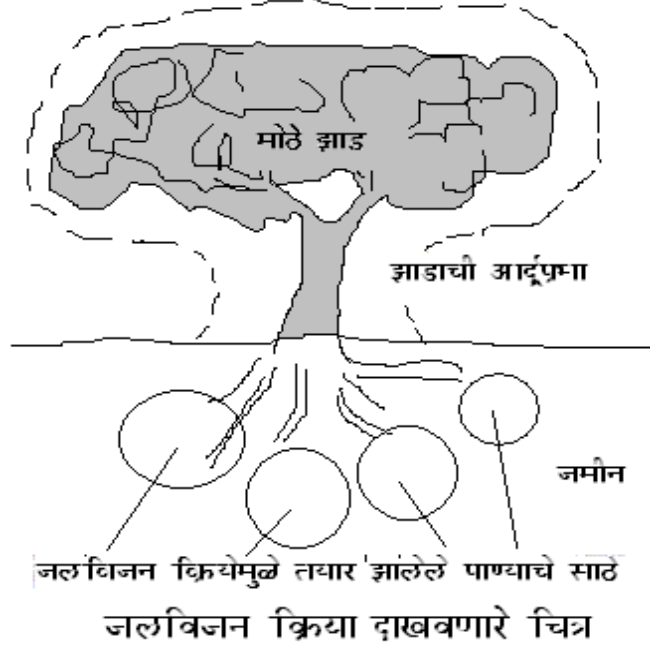
हल्ली पावसाचे पाणी जमिनीत जिरविण्याची कल्पना सर्वांना मान्य झाली आहे. उताराच्या ओढ्यांना बंधारा घालून ते पाणी भूपृष्ठावरच अडविण्याच्या योजना विशेष प्रचारात आहेत असे दिसते. बंधारे तयार करण्याचे काम बरेच खर्चीक आहे असे त्यात काम करणाऱ्या कार्यकर्त्यांचे मत आहे. ओढ्याला त्याच्या पात्राला आडवे चर मोठे व कातळापर्यंत जाणारे काढून त्यात पाणी साठविले तर ते कमी खर्चाचे होईल. भूपृष्ठावर बंधारा घातल्याने जे पाणी साठते ते दिसते व फक्त भूपृष्ठावर थांबते. भूपृष्ठाची पाणी जिरविण्याची क्षमता फारच कमी असल्यामुळे बहुतेक पाणी पावसाळा संपल्यावर बाष्पीभवनाने उडून जाते. चरात साठविलेले पाणी जमिनीत पूर्णपणे जिरून जाते. पावसाळ्यानंतर त्यात पाणी साठलेले दिसत नाही, त्यामुळे असा गैरसमज होतो की, पाणी साठलेले नाही परंतु, वस्तुस्थिती अशी असते की, पाणी भूगर्भात साठलेले असते. म्हणजे वर बंधारे बांधल्यामुळे जरी पाणी साठविले आहे असे वाटत असले तरी प्रत्यक्षात तसे नसते आणि चरात पाणी दिसत नसले तरी पाणी पुरेपुर साठेलेले असते. दुसऱ्या शब्दात सांगावयाचे तर असे म्हणता येईल की, बंधारे पाणी साठविल्याचा आभास तयार करतात, प्रत्यक्षात पाणी मातीत जिरत नसते. **माझ्यामते दिखाऊ गोष्टीवर जास्त लक्ष न देता त्या पाठील शास्त्रीय कारणे लक्षात घेऊन आपण काम केले पाहिजे. पाणी दिसते कां नाही हे महत्वाचे नाही, पाणी जमिनीत खालच्या थरात जिरते कां नाही हे महत्वाचे असते हे आपण लक्षात घेतले पाहिजे.** आणखीन एक गोष्ट ह्या ठिकाणी लक्षात घेतली पाहिजे की, जर खडे जमिनीच्या उताराच्या अगदी खालच्या भागात असतील तर ते पाझर तलावासारखे काम करतात. म्हणजे असे खडे पावसाळ्या नंतरसुद्धा पाण्याने भरलेले रहातात. परंतु जर खडे उताराच्या वरच्या भागात असतील तर ते प्रमाणाने कमी भरलेले दिसतात. उताराच्या आणखीन वरच्या भागात चर केलेले असतील तर ते जास्त लवकर पाणी जिरल्यामुळे रिकामे झालेले दिसतात. हे सर्व पाणी भूगर्भात मूरल्यामुळे होत असते त्या उलट बंधाऱ्यात सांचलेले पाणी बहुतेक करून बाष्पीभवनाने नाहीसे झालेले असते. ह्या वरून एक गोष्ट लक्षात घेते की, खडे व चर दोन प्रकारे काम करतात. वरच्या पातळीतील असतील तर "पाणी जिरविणारे चर-खडे" म्हणून व खालच्या पातळीतील "पाझर चर-खडे" म्हणून काम करतात.

खडे किंवा चर करून किती पाणी आपण साठवू शकतो ते आता पाहू या. जमिनीची पाणी धारण करण्याची क्षमता त्या जमिनीतील निरनिराळ्या घटकांच्या प्रमाणावर अवलंबून असते. जर वानस्पतिक घटकांचे अवशेष कुजून बनलेल्या भागाचे प्रमाण जास्त असेल तर अशा मातीची जलधारणा क्षमता खूपच जास्त असते. वाळू पोयटा ह्या प्रकारातील घटकांचे प्रमाण जास्त असल्यास जलधारणा क्षमता कमी असते. काळी माती, चुनखडी अशा खनिजांची कमी असेल तर जलधारणा क्षमता साधारण असते. एक उदाहरण घेऊन हा मुद्दा आपण समजून घेण्याचा प्रयत्न करू या.

ह्या उदाहरणातील प्रदेशातील जमिनीचा कातळावरील थर ६ मीटर (२० फुट) जाडीचा आहे असे मानले आहे. त्या भागातील एक घनफुट माती साधारणपणे १ लिटर पाणी सुक्ष्म व स्थूल सच्छिद्रतेत धरून ठेवते असे गृहीत धरून हिशोब केला आहे. ह्यावरून जमिनीच्या पृष्ठभागातील प्रत्येक चौ. फुटाची पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता, संपूर्ण मातीच्या (कातळापर्यंतचा) थराची, $20 \times 30 = 120$ लिटर एवढी आहे. ह्याचा अर्थ पावसाळ्यात दर चौ. फुटावर १५० लिटर पाणी पडले तर ते सर्व पाणी

त्या जमिनीत धरून ठेवणे शक्य आहे. अर्थात् त्यासाठी पाणी जिरविण्याची सर्व व्यवस्था जिवी आपण आतापर्यंत चर्चा केली ती केली आहे असे गृहीत धरले आहे. एवढे पाणी पडण्यासाठी पावसाळ्यात सुमारे १७५ सें. मी. (७० इंच) पाऊस पडावा लागेल. आपल्या येथे एवढा पाऊस सहसा पडत नाही. म्हणजे जो पाऊस पडतो तो सर्व जिरविणे शक्य आहे. केवळ ही पाणी जिरविणारी व्यवस्था आपण करीत नाही म्हणून जो पाऊस पडतो त्याचा बराच मोठा भाग वाया जातो.

हे उदाहरण प्रत्येकाला विचार करावयास लावणारे आहे. म्हणून तपशिलात जाऊन आपण अधिक चर्चा पुढील लेखात करणार आहोत.



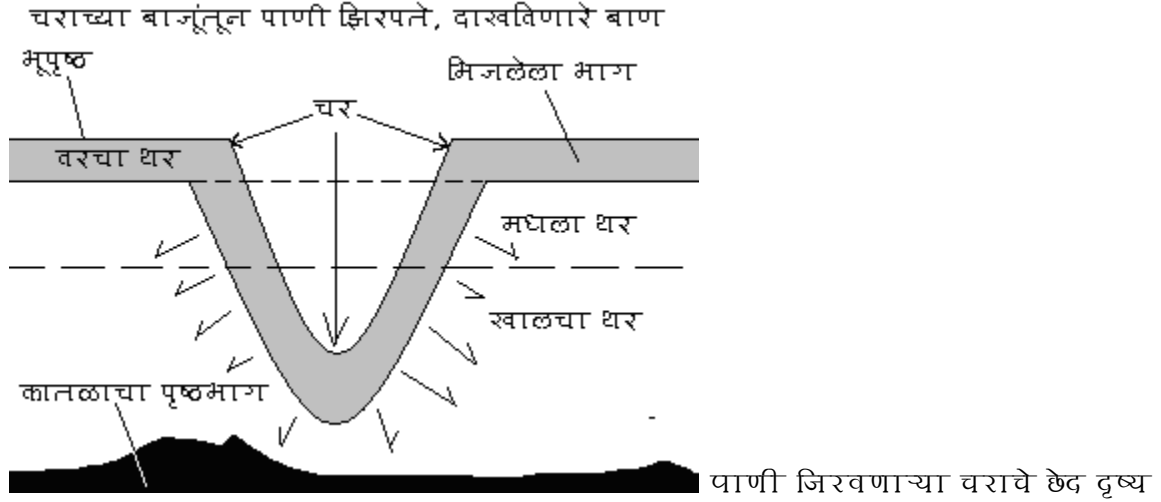
अनुकुलागराचे अनुकुलन

जलसंवर्धन तंत्र

लेखांक २६ वा

ह्या लेखात आपण जमिनीत पाणी जिरविण्यासाठी जे खड्डे व चर करावयाचे असतात त्याची माहिती करून घेणार आहोत. पावसाळ्यात पडणाऱ्या पाण्याचे व्यवस्थापन हा एका दोघा शेतकऱ्याचा विषय रहात नाही. तो सर्व समाजाचा विषय होतो. अशा कार्यात त्या भागातील सर्वच संबंधित मंडळींनी सहकार्य करावयाचे असते. बऱ्याच वेळा शेतकरी स्वताच्या शेतात पाणी देतात व तो आपला खाजगी विषय आहे असे समजतात परंतु, सर्वच जमीन एकत्र असल्यामुळे अगदी हे पाणी देणे सुद्धा एका प्रकारे सार्वजनिक विषय असतो हे साधारणपणे कोणाच्याही लक्षात येत नाही. जमिनीच्या खालच्या थरात जाणारे पाणी केवळ त्या भागात रहात नाही तर ते कातळाच्या उतारानुसार दुसरी कडे वहात जाते. वरच्या भागातील शेतकऱ्यांनी दिलेले पाणी खालच्या भागात असलेल्या शेतात शिरत असते. हे पाणी कसे आहे त्यात काय मिसळले आहे? ह्या गोष्टींचा परिणाम त्या खालच्या भागातील शेतांवर होत असतो. बऱ्याच वेळा एका शेतातील कीड पाण्याने वाहत खालच्या भागातील वावरात जाऊन तेथे रोगाचा प्रदुर्भाव होण्याची शक्यता असते. गेल्या लेखात आपण पाहिले आहे की, पाणी अडविण्यासाठी बंधारे बांधण्यापेक्षा मोकळ्या जागी विस्तीर्ण खंदक करून त्यात पाणी साठविणे जास्त श्रेयस्कर असते. ह्यात दोन महत्वाच्या गोष्टी आहेत. एकतर खंदकांचा खर्च बंधाऱ्यापेक्षा कमी असतो व दुसरा मुद्दा खंदकाची पाणी जिरविण्याची क्षमता बंधाऱ्या पेक्षा खूपच जास्त असते. ह्या उलट बंधाऱ्याच्या देखभालीचा खर्च खंदकाच्या दरवर्षीचा गाळ उपसण्या पेक्षा खूपच कमी असतो. बंधारा बांधल्यावर त्यातील पाणी जमिनीत जिरण्यासाठी जागा फक्त तळाशी असते त्याउलट खंदकात पाणी जिरविण्यासाठी खंदकाचा तळ व बाजूचे उतार असा फार मोठा भूप्रदेश उपलब्ध असतो. पाणी जिरण्याच्या क्रियेत आणखीन काही घटक कार्यरत असतात त्यांचा आता आपण विचार करणार आहोत. पाणी जिरण्यात सुरुवातीला मदत करणारा व नंतर अडथळा निर्माण करणारा घटक आहे मातीची सच्छिद्रता. पाऊस पडतो तेव्हा सुरुवातीला मातीत सच्छिद्रता मोकळी असते. त्यामुळे पाणी झपाट्याने जिरून जाते. नंतर जस जसे मातीत पाणी भरून पाण्याची सच्छिद्रता नाहीशी होते तसे मातीत पाणी जिरण्याचे प्रमाण कमी होते व शेवटी पाणी जिरणे संपूर्णपणे थांबते. एका प्रयोगात आम्ही मातीचा छेद घेऊन तपासणी केली तेव्हा असे दिसून आले की, एका फुटापर्यंत पाणी भरपूर जिरून माती पूर्णपणे भिजलेली होती. त्या खालील माती बहुतेक कोरडीच होती. ह्याचा अर्थ एक फुट जाडीचा मातीचा थर पाण्यानी भिजल्यानंतर त्या मातीतील जिरलेले पाणी अधिक पाण्याला वाहून नेण्यास विरोध करीत होते. एका प्रकारे पाणीबंद असा मातीचा थर तयार झाला होता. त्यामुळे अशा खड्ड्यात नंतर आलेले पाणी सांचून तळे बनले होते. ही एक प्रकारची निसर्गाची तलाव तयार करण्याची पद्धत असावी असे वाटते. मातीत विकणाचे प्रमाण जेवढे जास्त तेवढे हे पाणी थांबण्याचे प्रमाण कमी जाडीच्या मातीच्या थरात साध्य होत असते. पोयट्याच्या व रेटाड जमिनीत असे होत नाही त्यामुळे अशा जमिनीत पाणी सांचून तलाव तयार होत नाहीत. अशा जमिनीत तलाव करण्यासाठी पक्के बांधकाम करून घ्यावे लागते. वरील प्रयोगाने काही गोष्टी स्पष्ट झाल्या त्या अशा, पाणी जिरण्यासाठी मातीत सुक्ष्म व ढोबळ अशा दोनही सच्छिद्रतेत पाण्याचे प्रमाण अत्यल्प असावे लागते. जसे हे प्रमाण वाढत जाते तसे पाणी जिरण्याचे प्रमाण कमी होत जाते. दुसरी गोष्ट, पाणी जिरण्यासाठी चर अथवा खड्ड्याच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ मोठे असावे लागते. जेवढे

जास्त तितके लवकर व जास्त पाणी मातीत जिरू शकते. हे साध्य करण्यासाठी चर जितके लांब करता येतील तितके जास्त पाणी जिरत असते. तसेच ते खोल करावे लागतात. खंदक जितके विस्तीर्ण करता येतील तितके जास्त पाणी जिरवता येते. खंदकच्या बाजू सरळ उभ्या नसाव्यात. साधारणपणे जमिनीच्या पृष्ठभागाशी ४५ अंशाचा कोन करून असाव्यात. आकृती ३ पहा.



समपातळी चर सपाट भूप्रदेशात पाणी जिरविण्यासाठी तसेच पठाराच्या उतारावर वांगले काम करतात असा अनुभव आहे. चराची खोली चार फुट असावी व चराच्या तळाची रुंदी दोन फुट असावी आणि भूपृष्ठाच्या पातळीवर चराची रुंदी चार फुट असावी. शक्य असल्यात ही रुंदी चरा पेक्षा जास्त ठेवणे श्रेयस्कर असते परंतु, चारपेक्षा कमी नसावी. समपातळी चर डोंगर उतार खूप जास्त असेल तर तेथे करू नयेत. शक्य असल्यास डोंगराच्या पायथ्याशी डोंगराच्या बाजूंना समांतर अशाप्रकारे, रुंद चर (दहा फुट खोल व वीस ते तीस फुट रुंद) करून त्यातून डोंगरावरून येणारे पाणी गोळा करण्याची व्यवस्था करून मोठ्या प्रमाणात पाणी भूपृष्ठात जिरविणे शक्य असते. डोंगराच्या आकारमानानुसार हे खंदकरूपी चर करावे लागतात. जर डोंगराच्या तळाशी विकण मातीचे प्रमाण जास्त असेल तर तेथे ते पाणी सांचून रहाते. महाराष्ट्रात माती प्रामुख्याने विकणाची असल्यामुळे तळी सहजपणे बनतात. आणि अशा तळ्यांतून पाणी सावकाशपणे भूगर्भात जिरत रहाते. ही एक वांगली फायद्याची बाब आहे. पावसाचे पाणी साठविण्यासाठी घरणे बांधण्यापेक्षा मोठे खंदक - तळी हा एक वांगला पर्याय आहे.

समपातळी चर म्हणजे काय? असा प्रश्न नेहमी विचारला जातो. समपातळी म्हणजे नेमके काय असा प्रश्न नेहमी विचारला जातो. समपातळी चर ही संकल्पना अनुभवाने प्रचारात आली. जमिनीत खडे व लांबट खडे (म्हणजेच चर) करून पाणी जिरविण्याची कल्पना नवीन नाही हे प्रथम लक्षात घेतले पाहिजे. फार पूर्वी पासून शेतकरी असे खडे करीत आले आहेत. परंतु, जेव्हा डोंगर उतारावरील पाणी जिरविण्याची कल्पना पुढे आली तेव्हा ह्या समपातळी चरांचे महत्व लक्षात घ्यावे लागले. डोंगरावरील पाणी खाली सरळ उतारावरून वाहत येते, त्याला अडवून ठेवण्यासाठी प्रथम आडवे चरासारखे खडे करण्यात आले. ह्या खड्याचे तळाचा भाग समपातळी ठेवावा लागतो हे लक्षात आले. जर तो तळाचा पृष्ठभाग समपातळी नसेल व तो, डोंगराच्या उतारा सारखाच उतरता असेल तर पाणी त्यात सांचून

रहात नाही हे दिसून आले. म्हणूनच अशा चराला समपातळी चर असे म्हणतात. पुढे असे अनेक खडे एकमेकाला जोडून चर तयार केले गेले. ह्या चरातून डोंगरावरील पाणी सांचून राही. असे अनेक चर डोंगरावर काही अंतर राखून एकाखालोखाल एक असे बनविण्याची पद्धत वापरात आली. अशा खड्यातून बरेच पाणी सांचून नंतर ते पाणी सावकाश डोंगराच्या मातीत जिरत जिरत भूगर्भात जात असे. अशा व्यवस्थेमुळे पावसाळ्याच्या पाण्याचे संवर्धन होत असे. असेच चर नंतर सपाट भूप्रदेशात सुद्धा करण्याची कल्पना पुढे आली. चर लांबीच्या मानाने खूपच अरुंद असतात. पावसाळ्यात पाणी धरून ठेवण्यासाठी खडे, चर करावे लागतात. त्यातील चर व नाला ह्यात प्रथम दर्शनी साम्य आहे परंतु, फरक असा की, नाले वहात असतात तर चरातील पाणी वहात नसते. ह्यासाठी चराची शेवटची दोनही टोके बंद असतात. एका प्रकारे चर हे लांबोडके खडेच असतात. जर पावसाळ्यात पाणी जमिनीच्या पाणी जिरविण्याच्या वेगा प्रमाणे पडत असेल तर चर किंवा खडे करण्याची गरज नसती. परंतु, बऱ्याच वेळा पावसाचे पाणी जोराने येत असते व जमिनीच्या पाणी पिण्याच्या वेगापेक्षा ते प्रमाण जास्त असते व परिणाम असा दिसतो की, पडलेले पाणी जमिनीच्या पृष्ठभागावरून वाहून इतरत्र जाते. जर हे पाणी जेथे पडले तेथेच जिरावे असे वाटत असेल तर खडे अथवा चर करण्या शिवाय गत्यंतर नाही. आता आपण एकाद्या प्रदेशात कसे व किती खडे करावेत ह्याचे प्रमाण कसे काढावयाचे ते पाहूया. समजा एका प्रदेशात सरासरीने पावसाळ्यात एका महीन्यात दहा इंच पाऊस पडतो. प्रदेशाची जमीन अशी आहे की, त्यातील पांच इंच एवढे पाणी जिरून जाते. म्हणजे उरलेले पांच इंच पाणी वाहून जाते व ते वाहून जाऊ नये ह्यासाठी आपल्याला तेवढे पाणी साठवू शकतील एवढे आकारमान असलेले खडे आणि चर करावे लागतील. समजा त्या प्रदेशाचे क्षेत्रफळ एक चौ. किलो मीटर आहे. म्हणजे त्या प्रदेशात एका महीन्याला १२,८०० घन मीटर एवढे पाणी जमिनीवरून वाहत जाते. ह्याचा अर्थ ह्या व्यापाचे खडे व चर असे मिळून बनवावे लागतील. समजा सर्वच व्याप आपल्याला खंदकांच्या मदतीने बनवावयाचा आहे व ह्या खंदकांची साधारण खोली चार मीटर (सुमारे १३ फुट) आहे तर ३२०० चौ. मीटर क्षेत्रफळ त्या सर्व खंदकांचे मिळून असावे लागेल. दुसऱ्या शब्दात सांगावयाचे म्हणजे पाऊण एकर क्षेत्रफळ असावे लागेल. ही परीमाणे साधारण आहेत. पावसाळ्यात पडणारे पाणी खंदकात तसेच सांचून रहात नाही. ते सावकाशापणे जमिनीत जिरत असते. दुसरे असे की, पाऊस अद्युनमद्युन पडत असतो. म्हणजे दुसऱ्या महीन्यात पडणाऱ्या पावसासाठी वेगळा हिशोब करावा लागत नाही. ह्याचा अर्थ असा की, दर एक कि. मीटर क्षेत्रासाठी पाऊण एकर क्षेत्रफळ असलेले व चार मीटर खोली असलेले खंदक वनविल्यास त्या भागातील पावसाचे पाणी साठविणे सहज शक्य आहे. प्रदेश व पर्जन्यमान ह्यावरून वरील परीमाणे थोडी बदलतील एवढेच. निदान महाराष्ट्रातील एकंदर पर्जन्यमान पहाता वरील आकारचे खंदक पाणी अडवा-जिरवा ह्या योजने खाली केले तर ते पुरेसे होईल. दुसरा महत्वाचा प्रश्न आता आपल्याला विचारात घ्यावा लागेल तो असा, हे खंदक कोठे व कसे बनवावयाचे? अयोग्य जागी केले तर ते पूर्ण कार्यक्षमतेने पाणी साठविण्याचे काम करू शकणार नाहीत. त्याचप्रमाणे, चर अथवा खडे मातीत केले तर त्यातील पाणी सावकाशापणे भूगर्भात जिरते त्याऐवजी जर खडे खडकात सुरंग मारून केले तर ते पाणी तेथेच राहिल. म्हणजे पाणी अडवा जिरवा योजने साठी करावयाचे खडे नेहमी मातीतच केले पाहिजेत. आणखीन एक उदाहरण घेऊन हा मुद्दा आपण अधिक चांगल्या प्रकारे समजून घेण्याचा प्रयत्न करणार आहोत. त्यासाठी पावसाचे तत्कालिक प्रमाण व

सरासरी प्रमाण अशी दोन प्रमाणे विचारात घ्यावी लागतात. एका गांवाचे पर्जन्यमान ठरवितांना दोन नोंदी ठेवाव्या लागतात. त्या अशा, गांवाचे सरासरी पर्जन्यमान संपूर्ण पावसाळ्याचे ८७.५ सें.मी. (३५इंच) असल्याचे समजते. परंतु, १९८२ साली जी नोंद झाली होती ती अशी, १ जून ते १५ जून फक्त ५ सें.मी. (२ इंच), १६ जून ते ३० जून १० सें.मी. (४ इंच), १ जुलै ते १० जुलै २५ सें.मी. (१० इंच), ११ जुलै ते ३१ जुलै ३७.५ सें.मी. (१५ इंच), १ ऑगस्ट ते २० ऑगस्ट १२ सें.मी. (४.७५ इंच), २१ ऑगस्ट ते ३० ऑगस्ट ७.५ सें.मी. (३ इंच). म्हणजे एकंदर पाऊस ९७.५ सें.मी. (३९.७५ इंच) झाला. म्हणजे त्या वर्षी सरासरी पेक्षा जास्त पाऊस झाला. ह्या नोंदीची तपशिलवार फोड पाहता आणखीन काही गोष्टी विशेष जाणवल्या त्या अशा, ८ ते १० जुलै ह्या तीन दिवसात जोरदार वृष्टी झाली होती व १२.५ सें.मी. (५ इंच) पावसाची नोंद झाली. ११ जुलै ते १५ जुलै ह्या अवधित पुन्हा १२.५ सें.मी. (५ इंच) पाऊस झाला. ह्याचा अर्थ संपूर्ण पावसाळ्याच्या एकंदर पर्जन्यमानातील २५ टक्के पाऊस केवळ ह्या आठ दिवसात झाला होता. तसेच १ जुलै ते ७ जुलै ह्या अवधित १२.५ सें.मी. (५ इंच) पाऊस झाला होता व १६ जुलै ते ३१ जुलै ह्या सोळा दिवसात २५ टक्के पाऊस झाला होता म्हणजे, एकट्या जुलै महिन्यात एकंदर पावसाच्या ५० टक्के पाऊस झाला व बाकीचा पाऊस उरलेल्या तीन महिन्यात (जून, ऑगस्ट व सप्टेंबर) झाला होता. जुलै महिन्यात त्या परीसरातील सर्व ओढे व नाले भरभरून वहात होते. सर्व त्या भागात पडणारे पाणी इतरत्र जात होते. ह्या ठिकाणी मी प्रयोगा खातर काही खंदक व चर करण्याचे ठरविले. सर्व प्रदेश साधारणपणे सपाट होता त्यामुळे चर स्वाभाविकपणे समपातळी होणार होते. चरांची व खंदकांची पाणी जिरविण्याची क्षमता तपासणे व नंतर हिंवाळी पिकाच्या वेळी काय अनुभव येतो ते तपासणे हा ह्या प्रयोगा मागील मुख्य उद्देश होता. त्या प्रदेशात मातीचा थर साधारणपणे ६ मीटर (२० फुट) होता. मातीत पिकाचे प्रमाण बऱ्यापैकी होते. त्याशिवाय चुनखडी व थोड्या प्रमाणात पोयटा काही भागात आढळला. जमीन पूर्ण कोरडी असतांना, म्हणजे जून महिन्याच्या आधीच्या काळात, दर चौ. फुटाला दर दिवसाला ५ लिटर पाणी जमीन पीत होती. परंतु, हे प्रमाण फक्त १-२ दिवसात बदलून दर चौ. फुटाला फक्त अर्धा लिटर एवढे झाले. आणि तीन दिवसांनी भूपृष्ठ पाण्याने संपृक्त झाल्यासारखे झाले. म्हणजे पाणी जिरण्याचे पूर्णपणे थांबले. त्या स्थितीत जमिनीच्या पृष्ठभागाचा छेद घेतला तेव्हा जमिनीचा वरचा थर पूर्णतया भिजलेला व फक्त ३० सें.मी. खोलीनंतर मात्र माती बहुतेक कोरडी आढळली. ह्या जमिनीचे त्या पावसाळ्यात निरीक्षण करतांना असे दिसले की, १ जून ते ६ जुलै पर्यंत जे पाणी पडत असे ते चटकन जमीन जिरवित असे. म्हणून त्या काळात जमिनीवर तळी सांघत नव्हती. परंतु, ७ जुलै नंतर थोडी थोडी तळी बनू लागली. पुढे तळी बनण्याचे प्रमाण वाढत गेले. ८ ते १० नंतर ओढे व नाले वाहू लागले. पाऊससुद्धा त्या काळात संततधार होता. असे असले तरी केवळ दोन फुट खाली सर्व माती बहुतेक कोरडीच आढळली. म्हणजे जमिनीच्या पृष्ठभागावर पाणी थांबवून पाणी जिरत नाही हे स्पष्टपणे समजून आले.

त्या गांवात मी चार खंदक खोदून घेतले. खंदकांची रुंदी (व्यास) साधारणपणे ६ मीटर (२० फुट) होती आणि खोली ५.४ ते ६ मीटर (१८ ते २० फुट) होती. अगदी कातळा पर्यंत खंदक नेले होते. खंदकाचा उतार थोपटून वांगला घट्ट केला होता. जेव्हा जुलैच्या महिन्यात भरपूर पाऊस पडत होता तेव्हा हे खंदक पाण्याने भरत व मध्ये पाऊस थांबला की, त्यातील पाणी कमी होत असे. खंदकाची खोली त्या भागातील मातीच्या पूर्ण थरा येवढी (वरचा, मधला व खालचा) होती. त्यामुळे खंदकातील

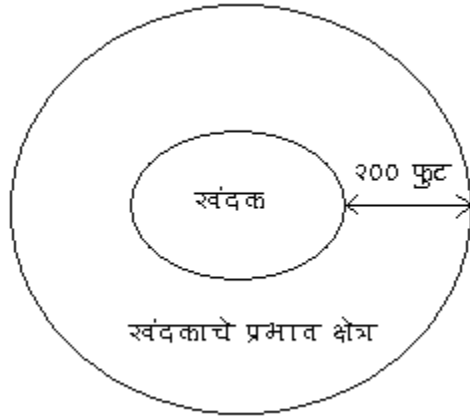
पाणी त्या सर्व थरातून झिरपत सभोवतीच्या जमिनीत जिरत होते. ते खरोखरच होते कां हे पहाण्यासाठी सप्टेंबर मध्ये म्हणजे पाऊस संपल्यावर खंदकापासून १०० मीटर अंतरावर ६ मीटर विंघण केले तेव्हा त्यात तळापासून २.४ मीटर (आठ फुट) पाणी सांठवलेले होते. म्हणजे, त्या भागातील जलपातळी भूपृष्ठापासून ३.६ मीटर (१२ फुट) आली होती. त्या विंघनातून ताशी ५०० लिटर वेगाने पाणी उपसता येत होते. खंदकाचा प्रभाव त्याच्या परिसरात २०० मीटर पर्यंत पसरलेला होता. खंदकाची जागा जर सपाट भूप्रदेशात असेल तर खंदकाभोवतीच्या ४०० मीटर (२०० मीटर त्रिज्या धरून) परिसरातील मातीत खंदकातील जिरलेले पाणी धरून ठेवलेले असल्याचे आढळून आले. खंदक जर उतारावर असेल तर मात्र परिस्थिती वेगळी दिसली. खंदकाच्या वरच्या म्हणजे उताराच्या वरच्या बाजूस प्रभाव फक्त २० ते ३० मीटर एवढाच आढळला आणि खंदकाच्या खालच्या बाजूस तो ३०० मीटर पर्यंत पसरलेला असल्याचे आढळले. लेखाच्या शेवटी दिलेल्या आकृती पहा.

आकृती मध्ये जमिनीचा छेद दाखविला आहे. त्यात जिरलेल्या पाण्याची पातळी कशी उतरत जाते ते दाखविले आहे. म्हणजे खंदकाच्या प्रभाव क्षेत्रात सुद्धा पाण्याची पातळी समान रहात नाही व जसे खंदकापासूनचे अंतर वाढते (दूर जावे) तसे कमी पातळी असल्याचे दिसून येते. ह्या परिसरात जर खोल खड्डा केला तर त्यात पाणी जिरून येते असे दिसते. उतारावरील प्रभाव क्षेत्र मात्र वेगळे दिसते. जो खंदक सर्वात खालच्या पातळीला आहे त्यातील पाणी जिरून नाहीसे होत नाही असे दिसले म्हणजे हा खालच्या पातळीचा खंदक पाझर तलावा सारखा काम करतो हे दिसले. त्या वर्षी त्या शिवारातील कासकऱ्यांनी हिंवाळी पिके चांगली घेतली. पाण्याची कमतरता बिलकूल जाणवली नाही. कोठेही खोदले असता वनस्पतीची मुळं अपेक्षे पेक्षा जास्त खोलवर गेलेली दिसली. एवढी जेवढी मुळं जमिनीच्या वरच्या थरात आढळतात, त्या पिकांची मुळं सुद्धा खोलवर पोहोचलेली दिसली. पिकांची वाढ उत्तम झाली. जमिनीच्या वरच्या भागात वातन सुधारल्यामुळे पिकांत रोगराईचा प्रभाव कमी आढळला.

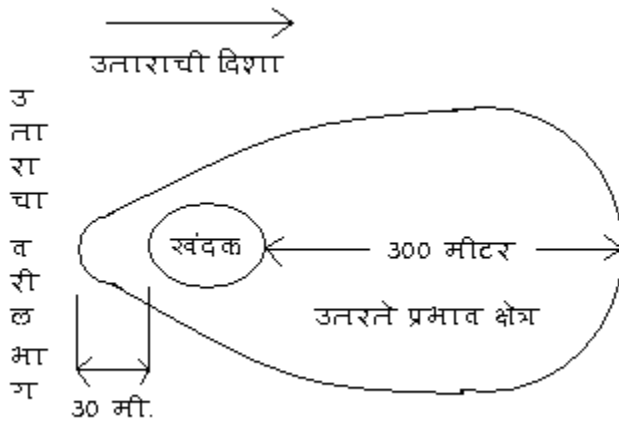
माझ्या ह्या प्रयोगावरून केवळ खंदक योग्य अंतरावर करूनसुद्धा एखाद्या प्रदेशात तेथील पावसाचे पाणी संपूर्ण जिरवता येते हे मला समजले. प्रदेशातील दहा खंदकांचे प्रभाव क्षेत्र अंदाजे २५० एकर जमिनीवर पसरले होते. त्यातील दोन खंदक पाझर तलाव झाले होते. पावसाळ्याच्या काळात पाण्याबरोबर गाळ वाहून आल्यामुळे खंदक पावसाळ्याच्या शेवटी गाळाने थोडे भरलेले होते. दुसऱ्या वर्षी हे खंदक गाळाने भरल्यामुळे कुचकामी झाले. म्हणजे दरवर्षी खंदकातील गाळ उपसून काढण्याचे काम करणे आवश्यक ठरले. जर दर वर्षी गाळ काढण्याचे काम केले तर गाळ काढण्यास कमी वेळ लागतो. काढलेला गाळ उत्तम मातीचा असल्यामुळे तो सभोवतालच्या शेतकऱ्यांनी आपल्या शेतात पसरण्यासाठी न्यावा असा असतो. खरे पहाता, हा गाळ त्यांच्याच शेतातील वरच्या थरातून आलेला असतो. एकंदर प्रयोग यशस्वी झाला होता परंतु, पुढच्या वर्षी तो खंदक स्वखर्चाने तेथील शेतकऱ्यांनी उपसून साफ केला नाही! ह्याचे मला अजून आश्चर्य वाटते. अगदी फायद्याच्या गोष्टीसुद्धा न करण्याचा हा आळस आपल्या लोकांत कां आहे ते मला समजत नाही. चौकशी केली तेव्हा समजले की, लोक स्थानिक पुढाऱ्यांकडे त्यासाठी गेले होते परंतु, शासकीय योजनेत हे काम बसत नाही म्हणून सरकारी व राजकीय मंडळींनी मदत करण्याचे साफ नाकारले. एक खड्ड्याचा खर्च १२००/- रुपये झाला होता. १० खंदकांचा खर्च १२०००/- रुपये होता. जर हे खड्डे यंत्राने केले तर खर्च त्याहूनही कमी झाला असता. पहिला खंदक खोदण्यास जास्त त्रास होतो व

नंतरच्या वर्षी तेथेच पुन्हा खोदण्यासाठी फारच कमी वेळ व खर्च होतो हे मी पाहिले होते. जर स्थानिक शेतकऱ्यांनी खर्च वाटून व श्रमदानाने केला असता तरी ते सहज शक्य होते. स्थानिक पुढाऱ्यांच्या वढाओढीत सर्व कार्य संपले होते, कोणी श्रेय घेणार ह्यासारख्या क्षुद्र मुदावर वाद होत होते. शेवटी मी नाद सोडला व तो प्रयोग तेथेच रखडला. प्रयोगाच्या वेळी मी खर्च केला होता तसे नेहमी करणे मला शक्य नव्हते.

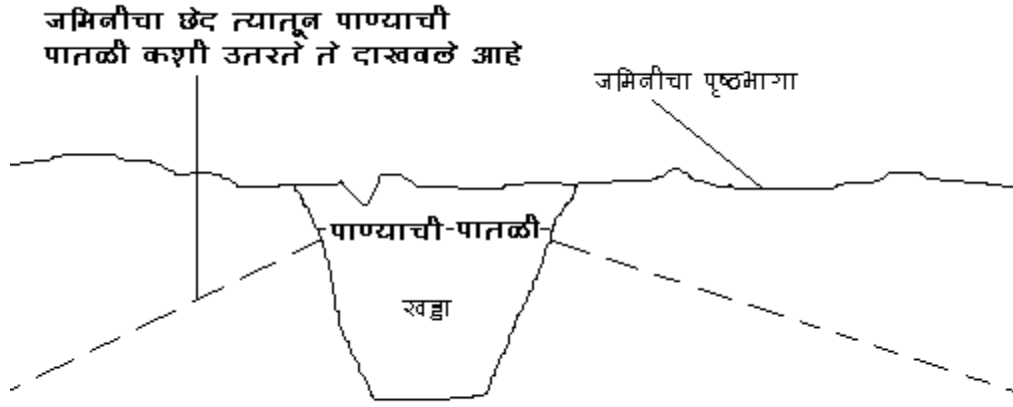
विकणाचे प्रमाण जास्त असलेल्या जमिनीत केवळ खंदक व चर करून पाणी जिरविणे सहज शक्य आहे हे आपण पाहिले. मुरुम, रेती व पोयटा अशा घटकांचे प्रमाण जास्त असल्यास अशा जमिनीत पाण्याचा निचरा जास्त प्रमाणात होत असल्यामुळे केवळ खंदकांचे काम होत नाही. खंदकात जरी पाणी थोडा वेळ सांचले तरी निचरा होऊन लवकरच सर्व पाणी कातळावरून वाहून त्या प्रदेशा बाहेर निघून जाते व नजिकच्या नाल्यात अथवा नदीत जाऊन मिळते. त्यासाठी काय करावे हे आपण पुढच्या लेखात पहाणार आहोत. म्हणजे भूमिगत बंधाऱ्याची माहिती आपण करून घेणार आहोत.



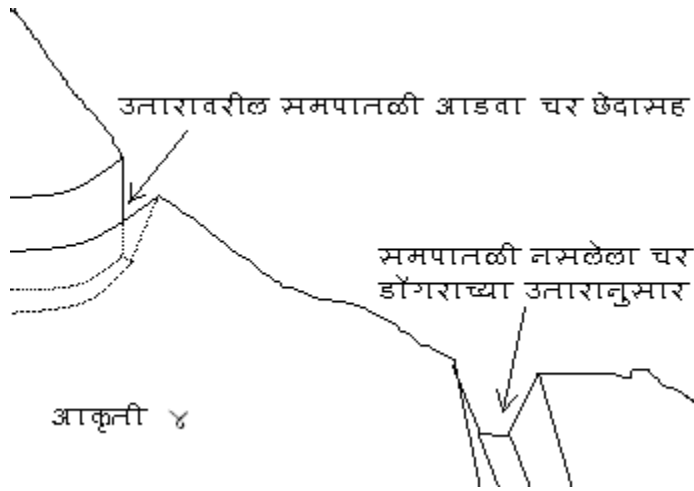
आकृती - १



आकृती - २



आकृती - ३



अनुकुलागराचे अनुकुलन जलसंवर्धन तंत्र २

लेखांक २७ वा

मागील लेखात आपण जमिनीत पाणी जिरविण्यासाठी जे खडे करावयाचे असतात त्याची माहिती समजून घेतली. आपण पाहिले आहे की, महाराष्ट्राची जमीन प्रामुख्याने काळ्या मातीची व मुरुमाड अशा दोन प्रकारची आहे. अशा मातीची जलधारणा क्षमता बऱ्यापैकी असते. साधारणपणे २५ टक्के इतकी सछिद्रता असल्यामुळे हे शक्य होते. केवळ उथळ व विस्तृत खडे व त्याच प्रकारचे चर करून अशा प्रदेशात पाणी जिरविणे सोपे असते. परंतु, रेंताड, खडकाळ, पोयट्याच्या अशा प्रकारच्या जमिनीत पाणी जिरविण्यासाठी एवढे करून काम भागत नाही. रेंताड व पोयट्याच्या जमिनीत पाणी खडे व चर न करतासुद्धा झपाट्याने मुरते. असे झपाट्याने जिरलेले पाणी कातळाच्या पृष्ठभागावरून उताराच्या दिशेने दुसऱ्या प्रदेशात वाहून जाते. अशा रितीने इतरत्र वाहून गेलेले पाणी काहीच कामाचे नसते. म्हणजे केवळ पाणी जिरवून काम पूर्ण होत नाही तर ते पाणी त्याच भूप्रदेशात धरून ठेवलेले जाईल कसे? ह्याचा सुद्धा विचार करावा लागतो. जरी महाराष्ट्रात असा प्रदेश फारसा नसला तरी शेजारच्या व वरच्या म्हणजे गुजरात व मध्यप्रदेशात असा प्रदेश भरपूर आहे. म्हणून ह्याची माहिती आता आपण करून घेणार आहोत. त्यासाठी केवळ महाराष्ट्रापुरता विचार न करता एकंदर जलसंधारणाच्या तंत्राचा विचार करणे श्रेयस्कर ठरेल असे मला वाटते.

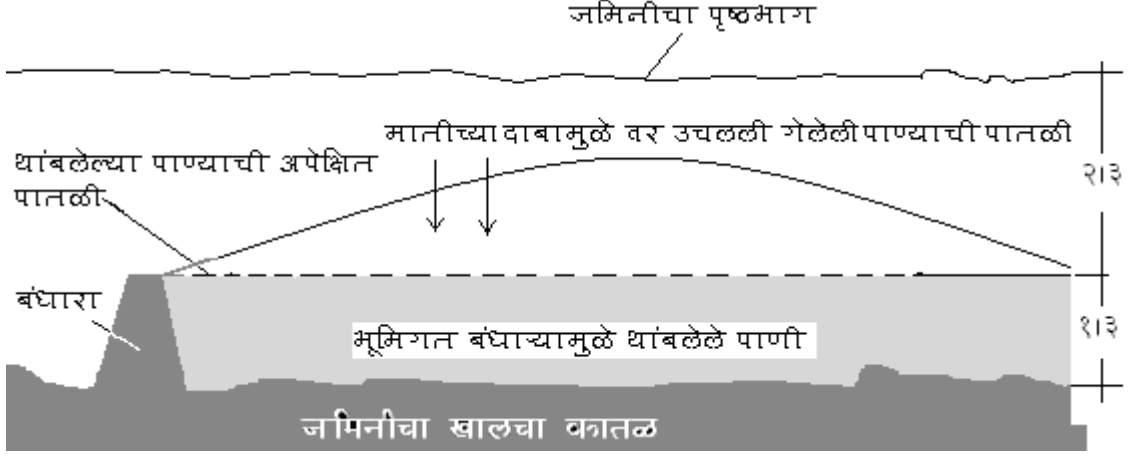
रेंताड व पोयट्याच्या जमिनीत विकण हा गुण नसल्यामुळे त्यात जे पावसाचे पाणी पडते ते गुरुत्वाकर्षणाने थेट भूगर्भात (म्हणजे कातळावर) पोहोचते. फारच जोराचा पाऊस झाला तर थोडावेळ पाणी मातीवरून वाहताना दिसते व पाऊस थांबताच हे भूपृष्ठावरील पाणी पूर्णतया जमिनीत जिरल्याचे आढळते. विकण व मुरुमाच्या जमिनीत असे होत नाही. पाणी जमिनीच्या पृष्ठभागावर बराच काळ थांबलेले दिसते. आपण जेव्हा म्हणतो अमुक एक प्रदेश रेंताड किंवा पोयट्याचा आहे तेव्हा त्याचा अर्थ असतो की, साठ टक्क्यापेक्षा जास्त प्रमाण त्याचे आहे व बाकी विकण अथवा मुरुम आहे. म्हणजे काही प्रमाणात हे पाणी धरून ठेवणारे घटक असतात. म्हणून अशा जमिनीत पाणी काही प्रमाणात (ह्या घटकांच्या प्रमाणात) धरून ठेवलेले रहाते. जर असे नसेल तर अशा प्रदेशाला आपण वाळवंट म्हंटले असते. विकण व मुरुमाच्या जमिनीत ढोबळ सछिद्रता व सुक्ष्म सछिद्रता अशा दोनही असतात. पाणी जे जास्त काळ धरून ठेवले जाते ते ढोबळ व सुक्ष्म अशा दोनही सछिद्रतेच्या कारणाने असते. एवढी ढोबळ सछिद्रता प्रामुख्याने वापसा वातनाच्या कामाची असते व सुक्ष्म सछिद्रता ओलावा राखण्याचे काम करते. हे लक्षात आल्यावर काही गोष्टी स्पष्ट होतात. विकणाच्या व मुरुमाच्या जमिनीत वातन अकार्यक्षमतेने नेहमीच होत असते व म्हणून पिकांची वाढ सावकाश होत असते. रेंताड व पोयट्याच्या जमिनीत प्रामुख्याने ढोबळ सछिद्रता असल्यामुळे पिकांची वाढ उत्तमरित्या होते परंतु, पाणी झपाट्याने निचरा होऊन जात असल्यामुळे सिंचनाची व्यवस्था विशेष प्रकारची ठेवावी लागते. म्हणजे विकणाच्या जमिनीला आपण दहा पंधरा दिवसांनी पाण्याची मात्रा देतो तसे चालत नाही. वांगल्या वाढीसाठी दररोज थोडे असे सिंचन करावे लागते. रेंताड व पोयट्याच्या जमिनीत सुक्ष्म सछिद्रता प्रमाणाने फार कमी असते व अशा जमिनीत ओलाव्यासाठी सुद्धा ढोबळ सछिद्रतेवर अवलंबून रहावे लागते. थोडक्यात सांगावयाचे झाले तर असे म्हणता येईल की, अशा जमिनीत ढोबळ सछिद्रतेचे सर्व फायदे आढळून येतात. पाण्याचा निचरा उत्तम

झाला तरी सर्वच पाणी वाहून जात असल्यामुळे पुनः पुन्हा सिंचन करावे लागते. हा निचऱ्याचा गुण वापसा व वातन ह्यांसाठी चांगला असला तरी जलसंधारण्याच्या दृष्टीने त्रासदायक ठरतो. उदाहरण घ्यावे झाले तर असे दिसते की, विकणाच्या जमिनीत पंचवीस टक्के पाणी (घनफुट व्यापाच्या) रहाते तर पोयट्याच्या जमिनीत पांच टक्के रहाते. म्हणजे एक घनफुट पोयट्याच्या मातीत १.४ लिटर पाणी धरून ठेवले जाते तर विकण मातीत हे सहा ते सात लिटर एवढे असू शकते. पोयट्या व रेताड जमिनीत भूपृष्ठावरील थरातून पाणी खाली गेल्यामुळे दिवसा उन्हाणे पृष्ठभाग तापून निघतो व त्याचा परिणाम मूळांच्या कार्यक्षमतेवर होत असतो. ते टाळण्यासाठी सेंद्रीय कवऱ्याचे आच्छादन करण्याची शिफारस केली जाते. असे आच्छादन विकण व मुरुमाच्या जमिनीला तेवढे आवश्यक नसते. शेताच्या जमिनीत सेंद्रीय खताचे काही प्रमाण असते, त्यामुळे जल संधारणात सुधारणा दिसून येते.

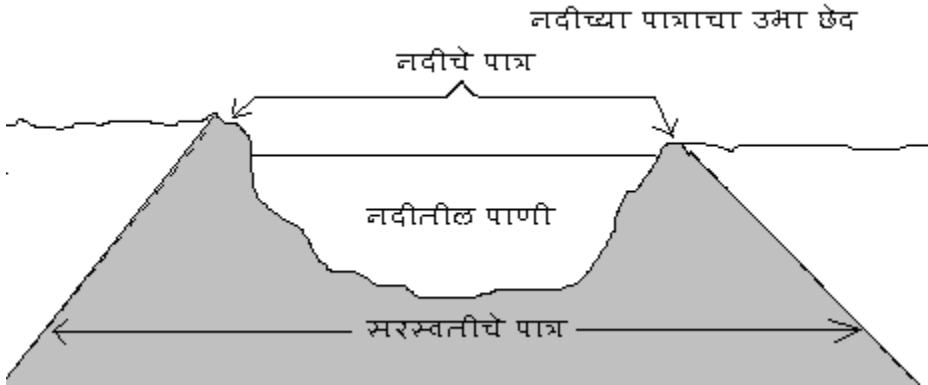
वरील चर्चा आपण अशासाठी केली आहे की, पोयट्याच्या व विकणाच्या जमिनीचे नेमके फरक समजावेत. थोडक्यात सांगावयाचे म्हणजे मातीतील रेती, पोयटा, विकण आणि मुरुम ह्यांच्या प्रमाणावरून त्या जमिनीचे जलसंधारण कसे करावे हे ठरत असते. काही वर्षापूर्वी गुजरातेत आम्ही काही प्रयोग केले. त्यावेळी असे आढळून आले की, तेथील पोयट्याच्या जमिनीत खडे व चर करून काहीही उपयोग होत नाही. थोडा जास्त पाऊस झाला की, सर्व खडे व चर ढासळून नष्ट होत होते. जमिनीचा निचरा चांगला होता व सर्व पाणी जमिनीत भूगर्भात अगदी कातळा पर्यंत पोहोचून तेथून त्या कातळाच्या उतारानुसार वाहत जाऊन कोठेतरी एकाद्या नाल्याला मिळत असे. म्हणजे जेथे पाणी पडले तेथे त्याचा मागमूस सुद्धा रहात नसे. माझ्या मनात असा विचार आला की, जर आपण अगदी कातळावर बंधारा बांधून म्हणजे भूमिगत बंधारा, तयार केला तर हे पाणी त्या बंधाऱ्यावर थांबून राहील आणि मग ते पाणी त्या भागातील रहिवाशाना वापरण्यासाठी उपलब्ध होईल.

भूमिगत बंधारा म्हणजे असा बंधारा जो मातीखाली बांधला जातो व तो दिसत नाही. वरून माती नेहमीसारखी दिसते व तिच्या खाली बंधारा आहे हे समजत सुद्धा नाही. असे बंधारे दोनही बाजूने मातीत असल्यामुळे सुरक्षित असतात. हे नेहमीच्या सामुग्रीने म्हणजे चुना वीटाने अथवा सिमेंट वापरून बनविता येतात त्या प्रमाणे केवळ शाडूच्या मातीचा (कुंभाराची माती) पाणी घालून विखल करून तो थापून त्याप्रमाणे म्हणजे जशी मातीची धरणे बांधतात त्या प्रमाणे सुद्धा बनविता येतो. असा बंधारा बनविल्यावर तो पुन्हा माती भरून गाडून टाकावा लागतो. मातीचा बंधारा बनविल्यास तो पूर्णतया सुकल्यावरच गाडावयाचा असतो. नदीला धरण बांधतांना जो बंधारा घातला जातो तोसुद्धा असाच जमिनीखाली खोलवर कातळापर्यंत घातला जातो. जर तसा घातला नाही तर वर साठविलेले पाणी त्या बंधाऱ्या खालून पाझरत जाऊन बंधाऱ्याच्या पलिकडे पोहोचते. अशारितीने जर पाणी गळून जाऊ लागले तर कोणतेही धरण नदीचे पाणी कधीही थांबवू शकणार नाही. म्हणजे प्रत्येक धरणाची भिंत ही खाली कातळापर्यंत गेलेली असते. निदान तशी ती असावी लागते.

नदीतून जे पाणी वाहत असते ते केवळ वरून वाहत असते असे नाही तर नदीच्या पात्राखालील मातीत जिरत जिरत असे वाहत असते. असे जिरलेले पाणी नदीच्या पात्राच्या दोनही बाजूस असलेल्या प्रदेशात पसरत जाते आकृती पहा.



नदीमध्ये पाणी ज्या वेगाने वाहते त्यापेक्षा खूपच कमी वेगाने हे जिरलेले पाणी त्याच दिशेने पुढे सरकत असते. ह्या वाहणाऱ्या पाण्याला **सरस्वती** असे म्हणतात. म्हणजे प्रत्येक वाहणाऱ्या नदीला तिचा खालून वाहणारी अशी एक सरस्वती असते. म्हणजे सरस्वती ही नेहमी गुप्तच असते. विहीरी व इतर जलस्रोतांना ह्याच सरस्वतीमुळे पाण्याचा पुरवठा होत असतो. अशा सरस्वतीतून पाणी वाहत नसते, तर ते झिरपत असते. त्याचा वेग फार कमी म्हणजे काही फुट प्रति दिन असा असतो. माती विकण अथवा मुरुमाची असेल तर हा वेग आणखीन कमी असतो. रेटाड व पोयट्याच्या मातीत वेग जास्त होतो. म्हणजे सरस्वतीचा वेग मातीतील विकणाच्या व मुरुमाच्या प्रमाणावर अवलंबून असतो. त्यामुळे पावसाळा संपल्यावर जरी नदीचे पाणी आटले व नदी कोरडी झाली तरी तिच्या पात्रात खडे खोदले तर तेथे पाणी मिळू शकते. ही परिस्थिती केवळ मोठ्या नद्यांची असते असे नाही तर अगदी लहान झऱ्यांच्या बाबत सुद्धा असते. आकृती पहा



पावसामुळे ज्या स्थायिक सरस्वती निर्माण होत असतात त्यांना भूमिगत बंधाच्यामुळे आवर बसतो व पाणी तेथेच धरून ठेवले जाते. एक मुख्य फरक उघड्या तलावात व अशा भूमिगत बंधाच्यामुळे जमिनीखाली घातलेल्या भूमिगत तलावात असतो. तो असा की, उघड्या तलावतील पाणी बाष्पीभवनामुळे उडून जाऊन तलाव कोरडा होण्याची शक्यता असते तसे ह्या भूमिगत तलावाचे होत नाही. येथे पाणी माती खाली बराच काळ तसेच राहू शकते. बराच काळ म्हणजे अनेक वर्षे सुद्धा राहू शकते. असा जलस्रोत शेतीच्या दृष्टीने फार मोलाचा असतो.

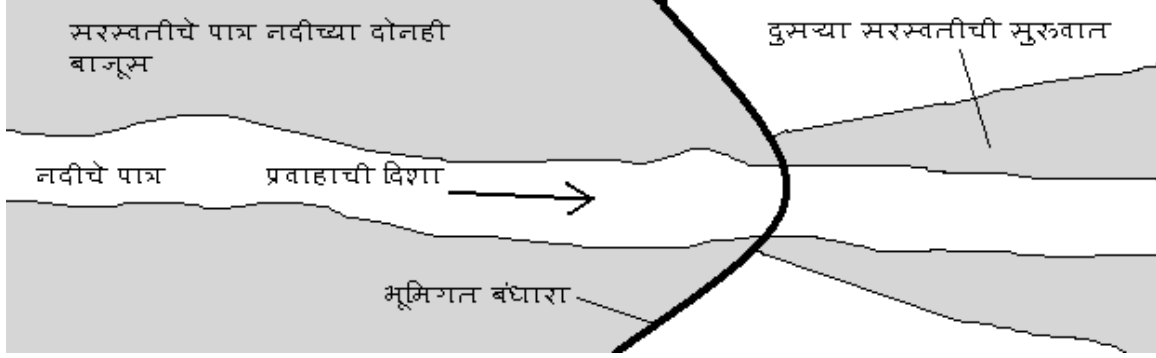
भूमिगत बंधाऱ्यामुळे नदीतील पाणी जमिनीखाली कायम अडवले जाते. बंधारा मातीच्या थराच्या जाडीच्या एकतृतीयांश इतक्या उंचीचा असावा. म्हणजे जर मातीचा थर कातळावर वीस फुट जाडीचा असेल तर बंधारा साधारणपणे सात फुट उंचीचा असेल. पाणी मात्र केवळ सात फुटापर्यंतच थांबेल असे नाही. कारण, ह्या बंधाऱ्याभोवती माती असल्यामुळे पाणी मातीत जिरलेल्या अवस्थेत रहात असते आणि केषाकर्षणामुळे हे सांचेलेले पाणी मातीत वर पर्यंत ओढले जाऊन वरील मातीच्या भागात पसरलेले रहाते. पाणी जसे वर चढते तसेच बंधाऱ्याच्या दोनही बाजूस सुद्धा झिरपून प्रत्यक्ष बंधाऱ्याच्या लांबीच्या बाहेर पसरून रहाते. असे पाणी त्या भागातील असंख्य जीवांचे जीवन बनते व त्यामुळे भूमिगत बंधारे हे आजच्या पाण्याच्या प्रश्नाला एक प्रभावी उत्तर आहे. जमिनीतील मातीच्या दाबामुळे खाली सांचेलेले पाणी आणखीन दाबाने वरील मातीत पसरत असते. आकृती पहा.

घरणे बांधताना जी भिंत बांधली जाते ती आधी सांगितल्या प्रमाणे कातळा पर्यंत घेतली जाते. साधारणपणे घरणे डोंगर दऱ्यांच्या आधाराणे बांधली जातात. त्यात पाणी ह्या डोंगर दऱ्यांच्या बाजूने झिरपून इतरत्र जाऊन घरणातील पाण्याची गळती होत असते. तसेच घरणात दरवर्षी नदीचा गाळ साठून त्याची पाणी साठविण्याची क्षमता प्रतिवर्षी कमी होत असते. बऱ्याच घरणात पावसाळा संपल्यावर गाळ काढून पुन्हा त्या घरणाची खोली पूर्ववत करण्याची व्यवस्था नसते. म्हणजे आज जी घरणे पाणी साठवित आहेत ती कालांतराने गाळाने भरल्यामुळे निकामी होणार आहेत. म्हणजे आज जे प्रचंड भांडवल ह्या घरणे बांधण्यात खर्च होत आहे ते कालांतराने व्यर्थ ठरणार आहे. तसेच घरणात साठविलेले पाणी मोठ्या प्रमाणात बाष्पीभवन होऊन संपणारे असते. त्या मानाने भूमिगत बंधारे जास्त कार्यक्षम ठरणारे आहेत. येथे गाळ साठण्याचा प्रश्न नसतो. बंधारा मातीत गाडलेल्या अवस्थेत असल्यामुळे तो पाण्याच्या दाबाने ढासळण्याचा सुद्धा प्रश्न नसतो. साठलेले पाणी कित्येक वर्षे न खराब होतो तसेच राहू शकते. तेथे बाष्पीभवन होण्याचा प्रश्न नसतो. हे सर्व पहाता असे समजण्यास हरकत नसावी की, **भूमिगत बंधारे ह्या मोठ्या घरणांना एक अतिउत्तम पर्याय आहे.** मूख्य जमेची बाजू आणखीन वेगळी आहे, भूमिगत बंधारा बांधण्यास खर्च मोठ्या घरणाच्या मानाने फारच कमी असतो. तसेच मोठी घरणे भूकंपासारख्या नैसर्गिक आपत्तीची शिकार होऊ शकतात तसे ह्या बंधाऱ्याबद्दल होण्याची मुळीच शक्यता नाही. मोठ्या घरणांना डागडूजी वगैरे देखभालीचे खर्च आहेत तसे काहीही ह्या बंधाऱ्याबद्दल नसते. घरणे बांधण्यासाठी विशिष्ट जागा असावी लागते तसे काहीही ह्या बंधाऱ्यांचे नसते. ते कोठेही जेथे पाणी जिरण्याची शक्यता आहे तेथे बांधता येतात.

थोडक्यात सांगवयाचे म्हणजे मोठ्या घरणांपेक्षा भूमिगत बंधाऱ्यांवर नियोजनात गुंतवणूक केली तर ती अधिक हितकारक ठरेल. भूमिगत बंधारा नदीच्या पात्रात, पठाराच्या उताराच्या प्रदेशात, कोणत्याही सपाट भूप्रदेशात जेथे पाऊस फार पडतो अशा प्रदेशात कातळाच उतार पाहून त्याच्या आडवा असे अनेक जागी घालून भूमि अंतर्गत जलसंवर्धन करता येते. म्हणजे अक्षरशः कोठेही जमिनीखाली बंधारा बऱ्यापैकी लांबीचा घातला तर तेथे भूमि अंतर्गत बऱ्या प्रमाणात पावसाचे पाणी सहजपणे साठविता येईल. बऱ्यापैकी लांबीचा म्हणण्याचे कारण कमी लांबीचा घातला तर पाणी कालांतराने तेथून इतरत्र वाहून जाण्याची शक्यता असते. बऱ्यापैकी म्हणजे निदान दोन ते तीन किलोमीटर एवढा लांब असावा लागतो. जेवढा जास्त लांब तेवढा जास्त चांगला असे समीकरण आहे. पठाराचा उतार असे लिहीले

आहे कारण, डोंगराच्या उतारावर तो घालून उपयोग नसतो. पठाराचा उतार १००-१ ह्या प्रमाणत असू शकतो. जास्तीत जास्त १००-५ एवढा उतार अशा बंधाऱ्यांसाठी चालतो. त्या पेक्षा जास्त उतार असेल तर तेथे भूमिगत बंधारा घालून उपयोगाचे नसते.

नदीच्या पात्राला भूमिगत बंधारा घातल्यावर त्या बंधाऱ्याच्या एका बाजूला सरसाशय तयार होते. बंधाऱ्याच्या दुसऱ्या बाजूला नवीन सरस्वतीची सुरुवात होते हे आकृती मध्ये दाखविले आहे. नदीच्या लांबीच्या प्रत्येक दर दहा किलोमीटर अंतरावर एक असे भूमिगत बंधारे बांधले तर त्या नदीच्या खोऱ्यात जलसंवर्धन उत्तमरित्या होईल.



आपण आधी पाहिले आहे की, असे बंधारे कोणत्याही सपाट प्रदेशात बांधून जलसंवर्धन करता येईल परंतु, त्यात सुद्धा काही नियम आहेत. मनुष्यवस्ती व उद्योग जेथे असतील तेथे असे खाली हे बंधारे असता कामा नये. कारण, अशामुळे पाणी प्रदुषित होत असते. व असे प्रदुषित पाणी साठवून ठेवणे हानिकारक असते. म्हणून जेथे केवळ शेती, बागाईती, चराई करणे, वन प्रदेश अथवा ओसाड प्रदेश आहे अशा ठिकाणीच फक्त भूमिगत बंधारे बनवावेत.

पोयट्याच्या व रेताड जमिनीत सरसाशय मोठे होतात. विकण व मुरुम असलेल्या प्रदेशात पाण्याच्या शिरपण्यास मातीचा विरोध होत असल्यामुळे सरसाशय जास्त ऐसपैस पसरू शकत नाहीत. तरीसुद्धा त्यांचा फायदा होत असतो. गुजरात, मध्यप्रदेशात प्रामुख्याने पोयटा व रेताड जमीन असल्यामुळे असे बंधारे बांधून मोठ्या प्रमाणात जलसंवर्धन करणे शक्य आहे. भूमिगत बंधाऱ्यामुळे जमिनीची जलपातळी वाढते. म्हणून असे बंधारे साधारणपणे भूपृष्ठापासून आठ ते दहा फुट (अडीच ते तीन मीटर) इतके खाली असावेत. जर त्यापेक्षा वर असतील तर त्या भागातील बांधकामाचा पाया कमजोर होतो.

आता पर्यंत आपण ह्या भूमिगत बंधाऱ्याच्या फायद्याची बाजू पाहिली आता तोट्याची बाजू सुद्धा पहाणे आवश्यक आहे. हे सर्व तोटे मनुष्य वस्ती व घरे ह्यांच्या संदर्भात आहेत. जर अशा ठिकाणी असे बंधारे केलेच नाहीत तर ह्या तोट्यांचा विचार करावा लागणार नाही.

महाराष्ट्रात जरी पोयट्याची व रेताड जमीन फारशी नसली तरीसुद्धा असे बंधारे जलसंवर्धनाच्या दृष्टीने महत्वाचे ठरतात. विशेष करून पावसाळ्या व्यतिरिक्त कालव्यातून मोठ्या प्रमाणात व चुकीच्या रीतीने पाणी देण्याची पद्धत आपल्या येथे असल्यामुळे ते पाणी अशा भूमिगत बंधाऱ्यांच्या मदतीने पुन्हा उपयोगात आणून कालवे नसलेल्या बाजूच्या भागांचे जलव्यवस्थापन करणे शक्य होईल.

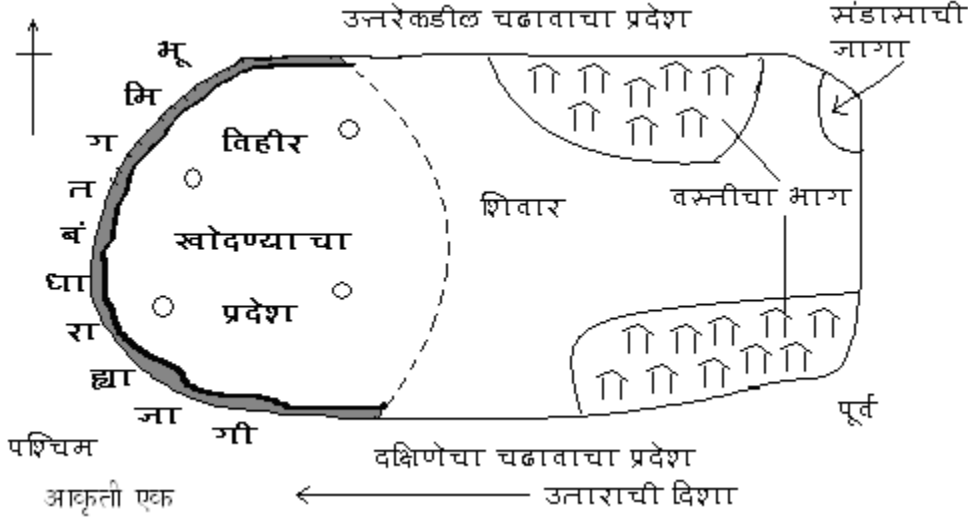
अनुकुलागराचे अनुकुलन - भूमिगत बंधारा

लेखांक २८ वा

लेखांक २० वरील तीन महत्वाचे प्रश्न अभ्यासकांनी पाठविले आहेत. त्यांचा विचार आपण आता प्रथम करणार आहोत. गेल्या लेखाच्या शेवटी मोकाट सिंचनाच्या विविध प्रकारांचा आपण विचार करण्याचे जरी ठरविले होते तरी हे प्रश्न संबंधित लेखांशी निगडित असल्यामुळे त्यांचा विचार पूर्ण करून मगच पुढील विषयाकडे वळणे योग्य ठरेल असे मी समजतो. पहिला प्रश्न आमचे गुजरात राज्यातील नेहमी पत्रव्यवहार करणारे शेतकरी श्री. भुलाभाई पटेल ह्यांचा आहे. त्यांच्या मते रेताड व काही प्रमाणात पोयट्याची असलेली जमीन चर काढून जलसंवर्धन करण्याच्या दृष्टीने कुचकमी ठरते. त्या ऐवजी दुसरा कोणता पर्याय आहे? अशा ठिकाणी भूमिगत बंधारे कसे बांधावेत त्याची माहिती ते मागत आहेत.

त्यासाठी त्यांनी एक उदाहरण दिले आहे व अशा शिंवारात जलसंवर्धन कसे असावे ते पहावयाचे आहे. त्या भागात पर्जन्यमान साधारणपणे २० ते ३७.५ सें.मी. च्या आसपास असते. बहुधा वादळी पावसाबरोबर हा पाऊस पडतो. म्हणजे फारकमी वेळात खूप जास्त पाऊस पडतो. असे पाणी जोरानी वाहून जाते व थोड्याच वेळात पुन्हा सर्वत्र कोरडे होते. रिमझिम पाऊस फार थोडा पडतो. तसेच ह्या प्रदेशात जनावरांचे प्रमाण काय आहे ते निश्चितपणे सांगता येणारे नाही. भूगर्भातील कातळ साधारणपणे ३मीटर ते ९मीटर एवढा जमिनी खाली असतो. ह्याचा अर्थ भूप्रदेश जरी सपाट असला तरी कातळाचा पृष्ठभाग उंचसखल आहे हे स्पष्ट झाले. एवढ्या माहितीवरून ह्या प्रदेशासाठी भूमिगत बंधाऱ्याची काय व्यवस्था करावी ते ठरवावयाचे आहे. सरासरीने १०इंच म्हणजे सुमारे २२५ मि. लि. इतक पाऊस तेथे पडतो म्हणजे प्रति चौ. मीटरला २२५ लिटर पाऊस पडतो. २०० हेक्टर भूप्रदेशावर चार लाख पन्नास हजार टन पाणी पावसाद्वारे येथे कमीतकमी मिळते. प्रति मनुष्य ६४२ टन पाणी उपलब्ध होऊ शकते. जर हे सर्व पाणी त्याच प्रदेशात धरून ठेवले गेले तर भरपूर पाणी होईल हे स्पष्ट झाले. कल्पना करू या की, भूमिगत बंधारे बांधून त्याच भूपृष्ठा खालील कातळावर एक तलाव तयार केला तर, हे सर्व पाणी त्यात साठून राहील आणि त्या साठलेल्या पाण्याची पातळी २५ सें.मी. असेल. प्रत्यक्षात अशा तलावात मातीसुद्धा असल्यामुळे त्यातील सछिद्रतेनुसार (सछिद्रता २५ टक्के पकडल्यास) अशा साठलेल्या पाण्याची उंची साधारणपणे एक मीटर असेल (लेख २७ मधील आकृती पहा). भूमिगत बंधाऱ्याची उंची दोन मीटर ठेवल्यास व जर हा प्रदेश मोठ्या उतारा खाली असेल तर इतर प्रदेशातील पाणीसुद्धा तेथे येऊन थांबेल. अशा बंधाऱ्याच्या दोनही बाजूस माती असल्यामुळे बंधाऱ्याला दोनही बाजूने आधार आहे व म्हणून पाण्याच्या दाबाने बंधारा हलण्याची अथवा पडण्याची शक्यता नसते. मातीतील सछिद्रतेमुळे तलावात साठलेले पाणी कापसाची वात जशी तेल ओढून घेते तसे हे पाणी मातीच्या वरच्या थरात खेचले जाऊन वरील वनस्पतीला उपलब्ध होत रहाते. हे बंधारे बांधण्यासाठी प्रथम मोठा चर करून तळा पर्यंत जावे लागेल. कातळावर पक्का बंधारा दोन मीटर एवढा उंच बांधल्यावर दोनही बाजूने माती भरून पुनः जमीन पूर्ववत करून घ्यावी लागेल. अनुभव असा आहे की, प्रत्यक्षात पाणी ह्या प्रदेशाच्या अगदी खालच्या पातळीच्या भागात साचते. म्हणून बंधारा बांधताना प्रदेशाच्या खालच्या भागालाच तेवढा तो बांधला तरी चालते. ह्या ठिकाणी एक महत्वाचा फरक लक्षात घ्यावा लागेल व तो असा की, जमिनीच्या वरील पातळी प्रमाणेच कातळाची पातळी असेल असे नाही. म्हणजे समजा, भूपृष्ठावर जमीन एका बाजूस उतरती आहे तर त्याचा अर्थ खालील कातळाला सुद्धा तसाच उतार असेल

असे निश्चितपणे सांगता येणार नाही. ह्या साठी भूमिगत बंधाऱ्याचा वापर करून जेव्हा आपण भूमिगत तलाव तयार करतो तेव्हा कातळाची पातळी कशी आहे ते पाहून त्या प्रमाणे ते काम करावे लागते. आपण आधीच्या लेखात पाहिले आहे की, भूमिगत बंधाऱ्याची उंची जमिनीच्या पृष्ठभागा खाली २ ते ३ मीटर असावी. त्याप्रमाणे येथे बंधारे बांधले पाहिजेत. आकृती मध्ये काल्पनिक शिवार दाखविले आहे.



त्याच्या एका भागात पुरताच भूमिगत बंधारा दाखविला आहे. म्हणजे, त्या शिवाराच्या कातळाच्या पातळीचा खालचा भाग आहे असे समजावे. पावसाचे पाणी पाझरत येऊन ह्या भागात सांचत राहिल. पटेलानी दिलेल्या उदाहरणात त्या भागात मनुष्य वस्ती व जनावरे वगैरे आहेत म्हणजे त्यांच्या जैविक व्यवहारामुळे भूगर्भात साठलेल्या पाण्याचे प्रदूषण होईल का? असा एक प्रश्न आहे. ह्यासाठी ज्या भागात बंधारा घातला आहे त्या परिसरात संडाशी न बांधण्याचे नियम करावे लागतील. जनावरांचे मूत्र व विष्ठा जमिनीवरच पडत असल्यामुळे ३ ते ४ मीटर खोल असलेल्या पाण्याला काही बाधा होण्याची शक्यता नसते. अर्थात हे पाणी पिण्यासाठी न वापरता इतर कामासाठी जसे, शेती, उद्योग, इतर घरकाम ह्यांसाठी वापरले जावे असा नियम केल्यास तो प्रश्न निकालात निघेल.

हा बंधारा ६० सें.मी. रुंद (दोन फुट) असावा व उंचीस एक ते सव्वा मीटर असावा. शक्यतर सिमेंट काँक्रीटचा असावा. काही भागात जेथे वीटा बनविण्याची विकणमाती मिळते तेथे त्या मातीचा तो बनविता येतो. त्यासाठी वेगळी व्यवस्था करावी लागते ती पाहूया.

विकणमातीचा राडा तयार करून त्याची वीटा जोडाव्यात. त्या राड्यात रेती किंवा तांदळाचा तूस इत्यादी गोष्टी घालू नयेत. केवळ विकण माती वापरून तो राडा तयार केलेला असावा. अशा बंधाऱ्यासाठी रुंदी १० सें.मी. (३फुट) किंवा त्याहूनही जास्त असावी. असा बंधारा बांधल्यावर व्यवस्थित सुकल्याशिवाय मातीचा भराव करून बुंजवू नये. वीटा चांगल्या भाजलेल्या असाव्यात. सिमेंटचा वापर करून राडा तयार करून वापरतांना आपण वीटा पाण्याने चांगल्या भिजवतो तसे विकणमातीचा राडा वापरतांना करू नये. असा बंधारा सुकण्यास बराच काळ लागतो. त्या प्रमाणे सर्व नियोजन केले पाहिजे. शक्यतर उन्हाळ्यात हे काम करावे.

अशा रितीने तयार केलेले भूमिगत तलाव सरसाशयाच्या स्वरूपात असेल. त्यामुळे जरी हे पाणी वापरले गेले नाही तरी ते तसेच वर्षभर राहू शकते. म्हणून

अशा प्रदेशातील पाण्याचा प्रश्न सोडविण्यासाठी भूमिगत बंधारे हे एक खात्रीचे उत्तर आहे.

दुसरा प्रश्न आमचे नेहमीचे अभ्यासक सोलापूरचे श्री मुकुंदराव घाटेसाहेब ह्यांचा आहे. त्यांनी विबड जमिनीचा प्रश्न मांडून त्यावर काय इलाज करावा असे विचारले आहे.

प्रथम आपण विबड जमीन म्हणजे काय ते समजून घेऊया. विबड जमीन इतर शेतीच्या जमिनी सारखीच असते. फरक इतकाच की, भरपूर पाऊस पडतो तेव्हा तसेच विनाकारण जास्त पाणी मोक्यात सिंचनाने देण्यामुळे अशा जमिनीतून पाण्याचा निचरा व्यवस्थितपणे होत नाही व जमीन जास्त भिजलेली राहते. दुसऱ्या शब्दात सांगावयाचे म्हणजे ज्या जमिनीचा निचरा योग्य नाही अशा जमिनीला विबड जमीन असे म्हणतात. जमिनीत पाण्याचा निचरा व्यवस्थितपणे न होऊन ते पाणी तसेच रहाते व जमिनीचा वापसा बिघडतो तसेच वातन क्रिया सुद्धा बिघडते. वापसाची आवश्यकता नसलेल्या वनस्पती म्हणजे तण, हरळी ह्यां सारख्यांची वाढ होऊन जमीन शेतीसाठी निरुपयोगी होण्याची शक्यता निर्माण होते.

विबड जमिनीचा प्रश्न सोडविण्यासाठी आपल्याला पाण्याच्या व्यवहाराच्या दृष्टीने जे जमिनीचे पांच प्रकार पडतात ते प्रथम विचारात घ्यावे लागतील. दलदलीची, विबड, वापसाची, कोरडी व वाळवंटी असे हे पांच प्रकार आहेत. त्यातील पहिले तीन प्रकार शेतीच्या दृष्टीने उपयोगाचे असतात. म्हणून त्यांची थोडी अधिक माहिती करून घेऊ या. हे प्रकार मातीतील पाण्याच्या प्रमाणावरून ठरत असतात. दलदलीच्या जमिनीत पाणी मातीएवढेच असते. त्यामुळे मातीचे विखलात रुपांतर होते. विबड जमिनीत पाण्याचे प्रमाण त्यामानाने खूपच कमी असते. परंतु मातीतील सर्व प्रकारची सख्खीता (सुक्ष्म व स्थूल) पाण्याने भरलेली असते. वापसा पूर्णतया बिघडलेला असतो. जमीन विबड होण्याची कारणे समजण्यासाठी आपल्याला जमिनीच्या रचनेची माहिती पहावी लागेल. जमिनीचे दोन पृष्ठभाग असतात. एक वरील जो आपण सर्व पहातो. हवा व जमीन ह्यांचा स्पर्श होतो तो वरील पृष्ठभाग आणि खालचा भाग जो आपण कधीच पाहू शकत नाही. तो पृष्ठभाग माती व त्या खालील कातळ ह्यांचा स्पर्श होतो तो असतो. ह्या खालच्या पृष्ठभागाला कातळाचा पृष्ठभाग असे म्हणतात. आपण जमीन खोदत गेलो तर काही खोल गेल्यावर आपल्याला कातळ लागतो. त्यासाठी जेव्हा खोदले त्या खोलीला मातीचा थर असे म्हणतात. हा थर कमी जास्त असतो. जरी वरील पृष्ठभाग दिसायला सपाट असला तरी कातळाचा पृष्ठभाग तसाच सपाट असेल असे नाही. त्यामुळे मातीचा थर कातळावर कमी जास्त होत असतो. आकृती २ पहा.

चोपण व विबड हे दोन वेगळे आहेत हे सुद्धा आपण लक्षात घेतले पाहिजे. चोपण जमिनीत थरून ठेवलेले पाणी जमिनीचा निचरा सुधारला तरी तसेच राहते. विबड जमीन हा वास्तविक (जमिनीच्या वस्तुमात्रांच्या रचनेशी संबंधित) दोष असतो व तो अशी रचना योग्यरित्या बदलून आपण सुधारू शकतो. तसे चोपण जमिनीच्या बाबत शक्य नसते. चोपण दोष हा जमिनीच्या रासायनिक स्वरूपाचा दोष असतो व तो सुधारण्यासाठी आपल्याला त्या जमिनीची रासायनिक रचना सुधारावी लागते. चोपण जमीन कशी सुधारावयाची हे आपण नंतरच्या लेखांतून पहाणार आहोत. चोपण व विबड जमिनीत काही बाबतीत साम्य असते. दोन्ही प्रकारच्या जमिनीत वापसा व वातन बिघडत असते. दोन्ही जमिनीत ज्या तणांना वापसा व वातन आवश्यक नसते अशा हरळी, गाजर गवत अशा सारख्या तणांची वाढ

वेगाने होत असते. विबड जमीन ओली रहाते परंतु, ती चोपण जमिनी प्रमाणे फुगून वर येत नाही. विबड जमिनीतील माती हातात घेऊन दाबली तर कदाचित थोडे पाणी तीतून निघू शकते परंतु चोपण जमिनीची माती कितीही दाबली तरी तीतून पाणी ठिबकत नाही. ह्याचे कारण चोपण जमिनीतील पाणी रासायनिक क्रियेने धरून ठेवलेले असते व विबड जमिनीतील पाणी वास्तविक रित्या धरून ठेवलेले असते. जमिनीच्या ह्या रासायनिक व वास्तविक गुणधर्मांचा फरक आपण जितक्या लवकर समजून घेऊ तितके चांगले. कोणती लक्षणे वास्तविक कारणांने जमिनीत आढळतात व कोणती लक्षणे रासायनिक कारणांने जमिनीत आढळतात ते एकदा समजले कि शेतकरी त्या प्रमाणे त्या लक्षणांत सुधारणा करण्याचा प्रयत्न करू शकतो. बऱ्याच वेळी हे न समजल्यामुळे चुकीची उपाय योजना शेतकरी करतांना दिसून येतात. अशा लक्षणांत सर्वच प्रकारची लक्षणे म्हणजे चांगली व वाईट अशी दोनही येतात. उपाय योजनेचे पर्याय येथे दिले आहेत ते असें.

पहिला पर्याय - विबड जमीन सुधारण्यासाठी शेतातील अतिरिक्त (जादाचे) पाणी झपाट्याने निचरा कसा होईल ह्याची व्यवस्था करावी लागते. त्यात ज्या गोष्टी करणे शक्य असते त्या अशा आहेत. बहुधा विकणाचे प्रमाण जास्त असलेल्या जमिनीत हा दोष आढळून येतो.

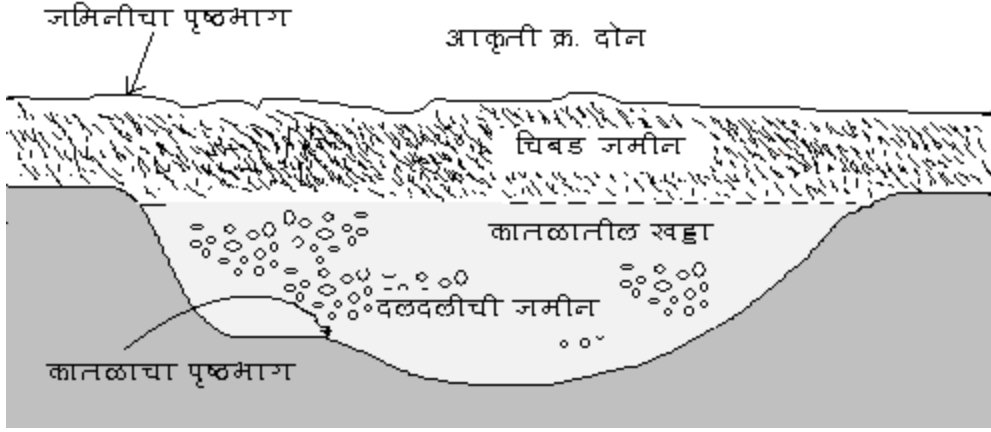
दुसरा पर्याय - निचऱ्याच्या विहीरी शेतात योग्य अंतरावर तयार करून त्यात जास्तचे पाणी साठविणे,

ही व्यवस्था मोकाट सिंचनाच्या व्यवस्थेतील दोषामुळे जे अतिरिक्त पाणी जमा होते त्यासाठी सुद्धा चांगली असते.

तिसरा पर्याय - शेताच्या सीमेवर खोल चर करून त्याद्वारा पाण्याचा निचरा शेता बाहेर करणे.

चौथा पर्याय - शेतातून जमिनीखालून सछिद्र नळ टाकून त्याद्वारा पाण्याचा निचरा करणे. असे नळ टाकतांना त्या शिंवारातील सर्वच शेतांना सामाईक अशा प्रकारचे नळ टाकावे लागतात. जसे, शहरात सांडपाण्याचा निचरा करण्यासाठी जमिनीखालून मोठे नळ घातले जातात त्या प्रकारचे हे करावे लागेल. अशा नळांतून वाहून जाणारे पाणी नंतर एकाद्या पाझर तलावात साठविण्याची व्यवस्था असावी लागेल. हे पाणी पावसाळ्या नंतर घेतल्या जाणाऱ्या पिकासाठी उपयोगी येणार असते. पर्याय दोनचे चर ह्या नळांना मोऱ्या बांधून त्या द्वारा जोडल्यास एक उत्तम व्यवस्था तयार होईल. पर्याय एक मधील निचऱ्याच्या विहीरीसुद्धा ह्या नळांना जोडता येतील. अशा व्यवस्थेने विबड जमिनीचा प्रश्न सहजपणे सोडविता येईल.

काही भागात वरील जमिनीचा पृष्ठभाग व खालील कातळाचा पृष्ठभाग ह्यांत फरक असतो. म्हणजे आकृती दोन मध्ये दाखविल्या प्रमाणे कातळात खड्डा असतो व वरील जमीन मात्र सपाट असते. अशा परिस्थितीत पावसाळ्यात पाणी अशा खड्ड्यात साठते. आणि मग वरील मातीतील सछिद्रतेमुळे हे पाणी केषाकर्षण क्रियेने वर मातीत ओढले जाते. अशा नैसर्गिक रचनेला **सरशासय** असे म्हणतात. सरशासयामुळे बऱ्याच वेळा पाणी अगदी जमिनीच्या पृष्ठभागावर सुद्धा येते. जेथे अशी रचना असते तेथे मात्र चर दिलेले तीनही पर्याय कुचकामी ठरतात. अशा भूगर्भातील खड्ड्यामुळे तेथील पाणी हटत नाही. अशा प्रदेशात शेती करणे शक्य नसते. परंतु अशा प्रदेशातील विहीरीला वर्षभर पाणी असते. त्याचा फायदा भोवतीच्या शिंवारातील शेतकरी घेऊ शकतात.



माझ्यामते अशा प्रदेशात वरील माती काढून तेथे तलाव तयार करावेत. असे म्हणतात की सोलापूरात अशा परिस्थितीत बराच प्रदेश आहे.

पाझर तलाव तयार करण्यासाठी योग्य जागा निवडतांना कोठे जमीन चिबड आहे का? ते पहावे व तेथे तो करावा. हळी कोणताही निकस न लावता पाझर तलाव केल्यामुळे बरेच पाझर तलाव कुचकामी ठरले आहेत. सरसाशयाची परिस्थिती असलेल्या भागात केवळ तलाव करून भागत नाही तर पावसाळ्यात झालेले अतिरिक्त पाणी काढून टाकण्यासाठी अशा तलावातून पाणी काढण्यासाठी नाला काढावा लागतो. नंतर तो नाला नजिकच्या नदीला जोडावा लागतो.

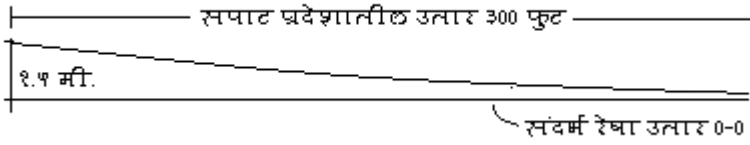
चिबड व चोपण असे दोनही दोष असतील तर ती जमीन शेती योग्य करणे फारच अवघड असते. भूमिगत बंधारा जरूरीपेक्षा जास्त उंचीचा केला तर त्या भागातील जमीन चिबड होऊ शकते. मागील लेखात दिल्याप्रमाणे त्याची उंची मातीच्या थराच्या एक तृतियांश असावी. थ्यापेक्षा जास्त केली तर हा प्रश्न उद्भवू शकतो.

अनुकुलागराचे अनुकुलन जल व्यवस्थापन

लेखांक २९ वा

गेल्या लेखात आपण पावसाच्या पाण्याचे व्यवस्थापन कसे करावे, ह्याची माहिती घेतली. त्याचा पुढील भाग आता आपण पहाणार आहोत. सपाट भूप्रदेशात खडे व समपातळी चर कसे करावेत? त्यानंतर कोकणातील नद्या व नाले ह्यांचे व्यवस्थापन कसे करावे? हे पहाणार आहोत.

सपाट भूप्रदेश म्हणजे किती सपाट हे प्रथम पहावे लागेल. साधारणपणे जेव्हा नजरेला भूप्रदेश सपाट दिसतो तेव्हा आपण त्या प्रदेशाला सपाट प्रदेश असे म्हणतो. प्रत्यक्षात खऱ्या अर्थाने सपाट भूप्रदेश कधीच असत नाही. कोणत्याही प्रदेशात थोड्याफार प्रमाणात उंचसखलपणा असतोच. तरीसुद्धा २० मिनीटे एवढी उंचसखलता असेल तर त्या प्रदेशाला सामान्यता सपाट प्रदेश समजले जाते. २० मिनीटे म्हणजे ३००मीटर लांबीत दीड मीटर वरखालीपणा इतका अथवा १०००फुट लांबीत १ फुट वरखालीपणा असे समजावे. खालील आकृती १ मध्ये हे दाखवले आहे.

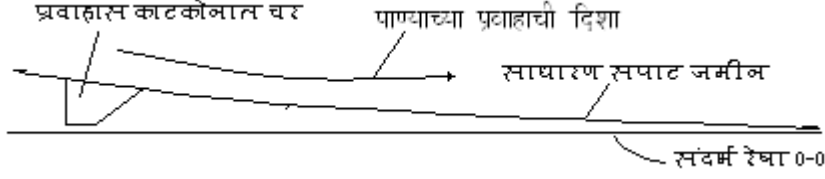


आकृती १

पावसाळ्यात हा उंचसखलपणा स्पष्टपणे दिसून येतो. पाणी समपातळी राखते त्यामुळे जेथे उंच भाग असतो तेथे पाणी थांबत नाही व ते तेथून सखल भागात येऊन थांबते व तेथे तळी तयार होतात. जेव्हा चर दिल्याप्रमाणे प्रदेश साधारण सपाट असतो तेव्हा अशी तळी विस्तीर्ण पसरलेली असतात. अशा प्रदेशात समपातळी चर कसे करावेत? हा प्रश्न आहे. पाऊस पडत असताना पाणी जमिनीवर वरच्या पातळीतून खालच्या पातळी कडे वहात असते. चर सांगितल्या प्रमाणे असलेल्या प्रदेशात चर कसेही म्हणजे कोणत्याही दिशेने केले तरी चालते. चर भरपूर लांबीचे असले तरी चालते फक्त त्यांची दोनही टोके बंद असावी लागतात. चराची खोली त्याच्या रुंदीच्या दुप्पट असावी. साधारणपणे चर एक मीटर रुंद असावेत. कमी रुंदीचे चर पुरेसे पाणी थांबवू शकत नाहीत. चराची जास्तीत जास्त रुंदी ३ मीटर असावी. जर चराची रुंदी त्याहूनही जास्त असेल तर त्याला चर न म्हणता छोटी तळी म्हणावे लागेल.

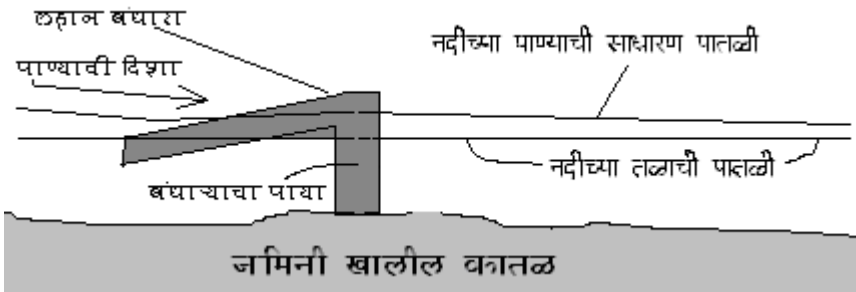
जेव्हा हा उतार १००० फुटास ३० फुट (३०० मीटरला ९ मीटर) इतक किंवा त्याहूनही जास्त असेल तेव्हा चर करण्याची दिशा ठरविणे आवश्यक होते. समजा, असा उतार दक्षिणेकडून उत्तरे कडे असा आहे, अशा प्रदेशात चर करावयाचे आहेत, व ते दक्षिण-उत्तर केले तर त्या चरात पाणी थांबणार नाही. परंतु, ते पूर्व-पश्चिम केले तर त्यात पाणी थांबेल हे मुख्य सूत्र वापरावयाचे असते. आणखीन एक गोष्ट लक्षात घ्यावी लागते ती अशी की, जोरात पाऊस पडत असेल तर वाहणाऱ्या पाण्याच्या जोरामुळे अशा पूर्व-पश्चिम चरात पाणी वेगाने घुसून बाहेर पडत राहील्यामुळे चराचा उत्तरे कडील काठ रुंद होत जाईल. त्याच प्रमाणे जर पाणी सावकाशपणे वाहत असेल तर असे चर काळांतराने गाळाने भरून जातात. ह्या विवेचनावरून एक गोष्ट आपण लक्षात घेतली पाहिजे की, अशा उताराच्या जागी पाणी थांबण्यासाठी चर उताराच्या काटकोनात असावे लागतात. मोठ्या उताराच्या प्रदेशात चरांची रुंदी व खोली ठरविणे महत्वाचे असते. उताराच्या प्रमाणात खोली व त्या अनुषंगाने रुंदी ठरवावी लागते. अशा परिस्थितीत खोलीच्या पाव हिस्सा रुंदी ठेवावी लागते. म्हणजे असे

चर अरुंद व बऱ्यापैकी खोल असावेत. समजा, दोन मीटर रुंद चर असेल तर त्याची खोली किमान चार मीटर म्हणजे तेरा फुट इतकी असावी लागेल. चर खोदतांना त्याच्या दोनही बाजू तिरक्या उतरत्या असाव्यात. म्हणजे पाणी जोराने चरात शिरते व तसेच वेगाने चरातून बाहेर पडते. ह्या व्यवस्थेमुळे जोरात शिरणाऱ्या पाण्याने चरातील माती चराबाहेर काढून टाकली जाते. पावसाळ्यात बऱ्याच वेळी असा पाऊस पडतो की चर त्या पाण्याच्या जोराने वाहण्यामुळे मोकळे होतात. शेवटी पाणी जे थांबते ते मातीत जिरते. अनेक वेळी असे होत राहते व त्यामुळे चर पावसाळ्या नंतर पुन्हा उकरून काढावे लागत नाहीत. आकृती २ मध्ये चराचे छेद दृष्य दाखवले आहे ते पहावे.



आकृती २

वरील व्यवस्थेचा विस्तारीत भाग म्हणून आपण नदीवरील लहान बंधाऱ्यांचा विचार करू शकतो. नदीचे पात्र बऱ्याच वेळा समपातळी प्रदेशातून जात असते. समजा उतार एक हजार मीटरला (एक किलोमीटर) पंधरा मीटर इतका आहे तर तो भाग सामान्यपणे समपातळी समजला जातो. अशा प्रदेशात लहान बंधारे नदीच्या पात्राला घालता येतात. असे बंधारे साधारणपणे एक ते दीड मीटर इतके उंच असावेत व संपूर्ण पात्राच्या रुंदीवर बसविलेले असावेत. पावसाळ्यात पाणी अशा बंधाऱ्या वरून वाहून जाते व पावसाळा संपल्यावर नदीच्या पात्रातून वाहणारे उर्वरित पाणी ह्यात थांबत राहते. संपूर्ण पात्राच्या लांबीत हे थांबत असल्यामुळे नदीचे पात्र व सभोवारच्या प्रदेशातील विहीरींना त्याचा फायदा होतो. काही तज्ज्ञांच्या मते नदीच्या पात्राची खोली वाढवून आणखीन बरेच पाणी थांबविता येईल. परंतु, अशा व्यवस्थेत गाळाने तो डोह काळांतराने भरल्यावर त्याचा काही उपयोग रहाणार नाही. असे डोह पुन्हा पुन्हा उकरून काढणे कितपत परवडेल हा सुद्धा प्रश्न आहेच. जेथे शक्य असेल तेथे नदीचे पात्र रुंद करून सुद्धा जादा पाणी थांबविता येईल. विशेष करून जेथे वस्ती नाही अशा वैराण अथवा वनश्री असलेल्या प्रदेशात असे पात्र रुंद करण्याचे प्रयोग सहजपणे करता येण्यासारखे आहे. परंतु, जेथे वस्ती आहे अथवा जेथे शेती होत आहे अशा भागात पात्र रुंद करण्याचा प्रयोग करणे मूर्खपणाचे ठरेल. आकृती ३ मध्ये लहान बंधाऱ्याचे छेद दृष्य दाखविले आहे.



आकृती ३

पावसाळ्याचे पाणी अडवा-जिरवा हे तत्व कमीत कमी खर्चात कसे साध्य करता येईल ते आपण थोडक्यात पाहिले. आता आपण कोकणातील पाण्याचा प्रश्न पहाणार आहोत. कोकणाची परिस्थिती ठाणे जिल्ह्यापासून सिंधूदुर्गा कडे पाहता वेगळी होत

गेलेली असल्याचे दिसून येते. कोकणातील सर्वच प्रदेश नमुन्यांचा विचार करावयाचा झाला तर एक पुस्तक लिहावे लागेल. असे लिहीण्याचे कारण, ठाण्यातील जमीन, रायगडाची जमीन व रत्नागिरी व शेवटी सिंधुदुर्गातील जमीन पाहिली की एक गोष्ट लक्षात येते ती ही की, कोकण प्रदेशातील जमिनी वेगवेगळ्या प्रकारातील आहेत. म्हणजे सर्वांसाठी एकच मार्ग सांगता येणार नाही. ठाण्यातील जमीन पाहता कातळावर मातीचा थर बऱ्यापैकी असतो असे दिसते. त्या उलट रत्नागिरी व सिंधुदुर्गातील जमीन पाहिली तर तेथे कातळावर फारच कमी मातीचा थर असल्याचे दिसून येते. अशा परिस्थितीत पाणी अडवा-जिरवा हे साध्य करणे अवघड असते. पाणी अडविण्यासाठी ते प्रथम मातीत जिरवून घेणे आवश्यक असते. त्यासाठी कातळावर मातीचा थर असणे जरूरीचे असते. जेवढा जाडा थर तेवढे जास्त पाणी जिरवून घेता येते. त्यामुळे जेथे मातीचा थर फार कमी असतो तेथे वेगळा मार्ग हाताळावा लागतो. केवळ खडे करून व वर दिल्या प्रमाणे वर करून काम भागत नाही. कातळ म्हणजे माती खालील दगड. पृथ्वीचा हा थर सुरु झाला कि आपण म्हणतो, भूगर्भ सुरु झाला. हा भाग नित्य असतो. वरील मातीचा थर परिस्थिती प्रमाणे बदलत असतो. म्हणून त्याला पृथ्वीच्या भूगर्भात समाविष्ट केले जात नाही. कोकणातील रत्नागिरी व सिंधुदुर्ग ह्या भागातील जमीन प्रामुख्याने अशा कातळाची आहे. कातळात काही कातळ सखिद्र असतात. विशेष करून जांभाचे दगड बऱ्यापैकी सखिद्र असतात. सुदैवाने ह्या दोन जिल्ह्यातील जमीन अशा जांभाच्या दगडाची आहे. त्यामुळे योग्य व्यवस्था करून अशा परीसरात पाणी जिरविणे शक्य असते. मातीत जसे पाणी झपाट्याने जिरत जाते तसे ह्या कातळात होत नाही. त्यासाठी पाणी जिरावे म्हणून पाणी कातळात थांबणे आवश्यक असते. कातळात सुरंगाने मोठे खडे करून हे साध्य होते. नदीच्या पात्राभोवती दोनही बाजूस असे विस्तीर्ण खडे करून मोठ्या प्रमाणात पाणी साठविता येते. रत्नागिरी सिंधुदुर्ग भागातील नद्या मोठ्या उताराने वाहत असतात. त्यामुळे असे विस्तीर्ण खडे करणे सर्वच ठिकाणी शक्य नसते. नदीच्या पात्राचा वांगला अभ्यास करून वस्ती पासून दूर अशा भागात असे खडे करावे लागतात. नदीचे पात्र व हे खडे ह्यांत काही फुटाचे (२० ते ३०) अंतर ठेवून हे करावे लागतील. नदी पावसाळ्यात वाहताना प्रचंड वेगाने भले मोठे दगड, उन्मळून निघालेले वृक्ष अशा अनेक गोष्टी वाहत असतात. ते ह्या खड्यात पडू नयेत म्हणून ही व्यवस्था आवश्यक असते. हे खडे नदीच्या पाण्यानेच भरतील असे नाही तर पावसाळ्याच्या पाण्याने सुद्धा भरत राहतात. पाणी त्यामुळे सतत जिरत राहते. पावसाळा संपल्यावर सुद्धा बरेच महीने हे जिरलेले पाणी परीसरातील विहीरींना मिळत राहते. ह्याचा अर्थ असा की कोकणातील नद्यांना थेट बंधारे घालू नयेत असे माझे मत आहे. येथे पाणी अप्रत्यक्ष पद्धतीने जिरविले जावे. बहुतेक सर्वच ठिकाणी नदीवर थेट बंधारे घालतात. कोकणात बंधारे न घालता केवळ आजूबाजूस विस्तीर्ण खडे करून त्यामधून पाणी साठवून जलसंवर्धन साध्य करावे लागेल. हे खडे जरी विस्तीर्ण असले तरी खोल नसावेत हे सुद्धा आपण लक्षात घेतले पाहिजे. कारण हे खडे पाणी साठविण्यासाठी नसून केवळ पाणी जिरविण्यासाठी आहेत हा फरक आपण लक्षात घेतला पाहिजे. पाणी जिरण्यासाठी एक ते दोन मीटर खोलीचे खडे पुरेसे असतात. काही ठिकाणी परिस्थिती तेवढी वाईट नाही, तेथे लहान बंधारे, ज्याची माहिती आपण आधीच्या भागात पाहिली आहे, ते बांधता येतील. ह्या लहान बंधाऱ्याची उंची कमी असल्यामुळे व पाण्याच्या प्रवाहाच्या दिशेने बंधाऱ्याला वांगला उतार दिला असल्यामुळे नदीतून वाहात येणारे मोठाले दगड, वृक्ष इत्यादी गोष्टी न अडता

पलिकडे वाहून जातील. जे, हल्ली ज्या प्रकारचे बंधारे बांधले जातात त्यात होत नाही.

प्रदेश कशाही प्रकारचा असो, जमिनीत विस्तीर्ण व उथळ खड्डे करून पावसाळ्यातील पाणी मोठ्या प्रमाणात साठवून पाणी अडवा-जिरवा ह्या प्रकारचे जलसंवर्धन करणे सहज शक्य आहे. नदीत मात्र कधीही खड्डे करूं नयेत हे लक्षात ठेवावे.

अनुकुलागराचे अनुकुलन जल संवर्धन

लेखांक 30 वा

गेल्या लेखांतून आपण पावसाच्या पाण्याचे संवर्धन करून ते पावसाळ्या नंतरच्या काळात उपलब्ध व्हावे ह्यासाठी ज्या साध्या व कमी खर्चाच्या तसेच ग्रामीण साधनसामुग्रीचा उपयोग करून करता येतील अशा उपाययोजनांचा अभ्यास केला. ह्या लेखात मागील लेखांत काय पाहिले त्याचा थोडा उहापोह करणार आहोत. प्रथम भूमिगत बंधाऱ्याचा विचार करूया. आपल्या येथे मोठी घरणे बांधण्यावर भर असतो. त्यामुळे अनेक त्रासदायक प्रश्न निर्माण होत आहेत. पावसाळ्यात घरणे पूर्ण भरल्यामुळे त्याचे दरवाजे उघडावे लागतात. ते पाणी शेतात भरून पूर येतो व किती नुकसान होते ते आपण दर पावसाळ्यात पहातच आहोत. मोठी घरणे जर केवळ पाण्यासाठी असतील तर त्या ऐवजी नदीच्या पात्रात दर दोन किलोमीटर अंतरावर एक छोटे घरणे फक्त तीन ते चार फूट उंचीचे व भूमि अंतर्गत वीस फूट खोल भूमिगत बंधारा असे बांधत गेले तर सर्व नदीच्या पात्रात वर्षभर पाणी थांबून राहिल्यामुळे त्या परिसरातील सर्व भागातील विहीरींना सतत पाणी उपलब्ध होईल. कारण वरील बंधाऱ्यामुळे नदीचे पाणी थांबत थांबत वाहील. छोट्या घरणात जे पाणी थांबेल ते झिरपून भूमिगत बंधाऱ्यामुळे जमिनीत धरून ठेवले जाईल आणि ते पाणी नंतर आजूबाजूला पसरून सभोवारच्या विहीरींना त्याचा फायदा होईल. अशी घरणे अनेक बांधावी लागतील. विशेष करून जेव्हा नदीचे पात्र समपातळी वाहत असते तेव्हा अशी घरणे बांधणे शक्य असते. महाराष्ट्रातील पश्चिम वाहीनी कोकणातील नद्यांमध्ये असा भाग प्रमाणाने कमी असला तरी पूर्व वाहीनी सर्वच नद्यांना सपाटीचा भाग विस्तीर्ण आहे. त्यामुळे अशा नद्यांवर ही छोटी घरणे अथवा बंधारे बांधून आपण आपला पाण्याचा प्रश्न सहजपणे सोडवू शकतो. पावसाळ्यात नद्या दुथडी वाहतांना ह्या बंधाऱ्यावरून पाणी वाहून जाऊ शकते व फक्त बंधाऱ्या पुरते पाणी तेथे थांबून राहिल. दर दोन अथवा तीन किलोमीटर अंतरावर असे बंधारे बांधल्यामुळे संपूर्ण नदीचे पात्र नेहमीच पाण्याने भरलेले राहिल. त्याचे अनेक इतर फायदे आहेत ते निराळे. मोठी घरणे केवळ वीज निर्मितीसाठी बांधावीत असे माझे मत आहे, नव्हे आग्रह आहे! आणखीन एक मुद्दा लक्षात घेतला पाहिजे तो असा किं, भूमिगत बंधाऱ्यामुळे जे पाणी जमिनीत धरून ठेवले जाते ते उथळ (कमी खोल) विहीरी करून सुद्धा मिळवता येते. हळी खोल विंधण विहीरी करूनही पाणी मिळत नाही व जे मिळते ते क्षारयुक्त असते. एका मोठ्या घरणामुळे फक्त काही भागाला पाणी मिळते परंतु, अशा छोट्या बंधाऱ्यामुळे बऱ्याच मोठ्या प्रदेशाला, म्हणजे नदीच्या सर्व पात्रातील प्रदेशाला, त्याचा फायदा होत असतो. मोठी घरणे व त्यातून काढले जाणारे कालवे ह्यांचा एकंदर भांडवली खर्च पाहिला तर ही छोटी घरणे (बंधारे) जास्त फायदेशीर ठरतात. मोठी घरणे कालांतराने गाळाने भरून जातात तसे ह्या छोट्या घरणांचे होत नाही. म्हणजे अनेक दृष्टीने पाहता आपल्या परिस्थितीत मोठ्या घरणांपेक्षा छोटे बंधारेच अधिक सोयीस्कर आहेत हे दिसून येते. आपल्या येथे जी जल व्यवस्था आहे ती केवळ उसाला गृहीत धरून केलेली आहे हे जाणवते. जणू काही इतर पिके घेतली जातच नाहीत असा समज शासनाचा झाला आहे असे वाटते.

नंतरच्या लेखातून वनस्पतीची मुळं जमिनीतून पोषकद्रव्ये व खनिजे कशारितीने शोषण करतात व त्यांचे सात्मिकरण कसे होते त्याची चर्चा केली आहे. रासायनिक खते सुक्ष्म करून देण्याचे महत्व समजावून दिले आहे. दाणेदार खते फेकून शेतात दिल्यामुळे पिकांच्या मुळांवर जो ताण पडतो त्यामुळे पिकांची रोग विरोधक शक्ती कशी कमी होते ते दाखविले आहे. त्यापुढील लेखात, पिकांना रासायनिक खताच्या

मात्रा कशा घाव्यात ते समजावून दिले आहे. त्यानंतरच्या लेखात सेंद्रीय खताचे महत्व काय त्याची चर्चा केली आहे. सेंद्रीय खते जमिनीचा पोत कसा सुधारतात व जमिनीचा पोत सुधारणे म्हणजे काय? ते पाहिले आहे. पोत सुधारण्यासाठी जमिनीत कोणत्या बदलांची आवश्यकता असते ते दाखविले आहे. नंतरच्या लेखात मोक्याट सिंचनाचे तोटे काय आहेत ते पाहिले आहे. कालव्याने पाणी देण्याची शिफारस शासन करीत असल्यामुळे सर्वत्र शेतकरी मोक्याट सिंचन करीत असतात त्याचा परिणाम जमिनीचा पोत बिघडण्यात होत असतो. व्यावहारिक निसर्ग शोतीत मोक्याट सिंचनाला बंदी आहे त्याचे समर्थन दिले आहे.

त्यानंतरच्या लेखात रासायनिक खतांबद्दल जो अपप्रचार होतो तो कसा अशाश्रोक्त आहे ते दाखवून दिले आहे. जमिनीचे जे काही नुकसान होते ते रासायनिक खतामुळे होत नसून चुकीच्या पद्धतीने ते दिल्यामुळे होते हे दाखवून दिले आहे. ही खते सुद्धा मात्रा करून दिल्याने कसा फायदा होतो ते आपण पाहिले आहे. शाश्वत शोती शक्य होण्यासाठी रासायनिक खते उपयोगी होऊ शकतात ते आपण पाहिले आहे. सुद्धा मात्रा करून ही खते दिल्याने सेंद्रीय खता सारखे परिणाम मिळवता येतात ते आपण पाहिले आहे. महाराष्ट्रात मोसमी शोतीच्या बरोबरीने बागाईती शोती सुद्धा होत आहे त्यासाठी अशा बागायतीत खते कशी घावीत ते आपण नंतरच्या लेखात पाहिले आहे.

त्यानंतरच्या लेखात रासायनिक खतांप्रमाणे सेंद्रीय खते सुद्धा सुद्धा करून देण्याच्या पद्धतीचा विचार आपण केला आहे. सर्वच खते दिवसेंदिवस महाग होत असल्यामुळे ही चर्चा विशेष महत्वाची ठरते. वनस्पतीच्या जडणघडणीत कर्बवायूचे स्थान फार मोठे आहे. किंबहुना संपूर्ण वनस्पती कर्बवायूतूनच घडत असते. त्याचे प्रमाण ९४ टक्के एवढे आहे. त्यामुळे वनस्पतीला वातावरणातून हा वायू शोषून घेऊन त्याचे वनस्पतीला सुयोग्य अशा पोषक द्रव्यात रूपांतर करणे शक्य होण्यासाठी शेतकऱ्याने काय केले पाहिजे ते आपण पाहिले आहे. सिंचन व्यवस्था जसे फवारा सिंचन शोत सिंचन व्यवस्था अशा वापरून पाने नेहमी स्वच्छ ठेवून तसेच शीत कर्बाचे व्यवस्थापन जे आच्छादनाने साध्य करता येते त्याची माहिती आपण पाहिली आहे. बहुतेक शेतकऱ्यांना ह्या गोष्टी नवीन आहेत त्यांचा आपण परिचय करून घेतला. त्या लेखात विषय मुदाम लक्षात रहावा म्हणून कर्बवायूला मी **वायुरूप खत** असे म्हंटले आहे.

जमिनीचे व्यवस्थापन, पाण्याचे व्यवस्थापन ह्या गोष्टी शेतकऱ्याला नवीन नाहीत, परंतु हवेचे व्यवस्थापन हा नवीन विषय आपण प्रथमच शेतकऱ्यांच्या पुढे मांडला आहे. जेव्हा हवेचे व्यवस्थापन हा मुद्दा विचारात घेतला जातो तेव्हा शोतीचे अनुकुलागर ही संकल्पना विचारात घ्यावी लागते ती आपण तेथे पाहिली. शोती अनुकूल करणे म्हणजे उघड्या शोताचे अनुकुलागरात रूपांतर करणे, केवळ पाणी व खत व्यवस्थापनाने अथवा मशागतीने ते होत नाही हे शेतकऱ्यांना दाखवून दिले आहे. खऱ्या अर्थाने शाश्वत व किफायतशीर शोती करावयाची असेल तर आपल्या वावराचे अनुकुलागर झाले पाहिजे हे आपण पाहिले आहे. अनुकुलागराची मुलतत्वे आपण त्या लेखात पाहिली. इंग्रजीत ह्याला ग्रीन हाऊस म्हणतात तेंच परंतु, पूर्णपणे न झाकता सामान्य शोताचे अनुकुलागर कसे करावे ते आपण पाहिले आहे. वनभिंती निर्माण करून ते अतिशय कमी खर्चात बनविता येते. शोताच्या वातावरणाचे संरक्षण करून हवेचा दमटपणा (सापेक्ष आर्द्रता) हा फारच महत्वाचा मुद्दा नंतरच्या लेखात आपण पाहिला आहे. कर्बग्रहण क्रिया वातावरणातील दमटपणाशी निगडित असते ते आपण त्या लेखात पाहिले. तसेच ह्या

दमटपणानुसार पिकाची पाण्याची गरज सुद्धा कमी जास्त होत असते ते पाहिले. म्हणूनच ह्या सर्व लेखमालेचे नांव अनुकुलागराचे व्यवस्थापन असे ठेवले आहे.

१४व्या लेखात अनुकुलागरातील जमिनीचा विचार केला आहे. तोच विषय पुढे चालवत आपण जमिनीच्या शुद्धीकरणाच्या विविध बाबींचा उहापोह केला आहे. अठराव्या लेखात मशागतीचा मुख्य भाग म्हणजे नांगरणी ह्यावर माहिती पाहिली. पुढे सिंचन व्यवस्था व त्या पुढे काष्ठशेती म्हणजे (लाकडासाठी शेती) व त्यात सिंचन व्यवस्था व इतर बाबी ज्यांच्या मुळे झाडाचा बुंधा रुंद व झाड उंच कसे करावे त्यासाठी जे काही करावे लागते ते पाहिले. जल व्यवस्थापनाच्या विविध मुद्यांचा आपण विचार केला. जल व्यवस्थापनात पावसाच्या पाण्याचे व्यवस्थापन हा सुद्धा महत्वाचा भाग असल्यामुळे त्याची माहिती आपण नंतर करून घेतली आहे. त्यामध्ये पावसाचे पाणी कसे जमिनीत जिरवावयाचे ते पाहिले आहे. पाणी अडवा-जिरवा ह्या घोरणाच्या अंमलबजावणी करण्याबाबत पुढे येणाऱ्या विविध तंत्रांचा परिचय करून घेतला. त्यात समपातळी चर, खडे, भूमिगत बंधारे ह्यांची माहिती घेतली. नदीतील पाण्याचा आपण अधिक सविस्तरपणे अभ्यास केला. त्यात नदीची सरस्वती कशी तयार होते व तिचे नियंत्रण करून रब्बी व उन्हाळी पिकांसाठी पाण्याचे व्यवस्थापन कसे करता येते ते पाहिले. हळी विजेचा पुरवठा अनियमित होत असतो. त्याची सुद्धा चर्चा झाली आहे.

गरीबाचे सिंचन व्यवस्थेमध्ये, साध्या प्लास्टीकच्या नळीला योग्य अंतरावर बारीक छिद्रे पाडून झिरपणाच्या पाण्याने संबंध वावरात पाणी देण्याच्या पद्धतीत टाकीत प्रथम पाणी साठवून मग ते शेताला द्यावयाचे असते हे पाहिले. काही शेतकरी अशा सिंचन व्यवस्थेला पंप जोडून पाणी थेट विहीरीतून देत असत व त्यामुळे ही सिंचन व्यवस्था नीटपणे काम करीत नसे. त्यावर, प्रथम पंपाने पाणी टाकीत साठवून मग ते ह्या नळ्यांतून पाठविण्याचे सांगितले आहे. कारण गरीबाच्या सिंचन व्यवस्थेत ज्या नळ्या वापरल्या जातात त्यांना कोणतेही संरक्षण नसते. पंपाने थेट पाणी दिल्याने पाण्याच्या दाबामुळे पाणी झिरपण्या ऐवजी जोराने वाहू लागते. महागड्या ठिबक सिंचन व्यवस्थेत संरक्षण असते त्यामुळे त्यात पंपाने थेट पाणी देता येते हा महत्वाचा फरक आपण पाहिला. एकरी १२००० लिटर क्षमतेची टाकी बांधावी लागते व ती साधारणपणे चार ते आठ फूट उंचीवर तिचा तळ राहिल अशी असावी लागते. टाकीची उंची एक ते सव्वा मीटर ठेवावी व रुंदी दोन ते तीन मीटर असावी. लांबी टाकीच्या क्षमते नुसार करावी लागते. प्रत्येक एकरासाठी स्वतंत्र टाकी असणे श्रेयस्कर असते. टाकीतून मोठा नळ शेताला आडवा टाकावा लागतो. त्याला शेतातील पेरणीनुसार आडव्या शाखा काढाव्या लागतात. आणि त्या शाखांना बारीक (अर्धा इंच ते पाऊण इंच) आकाराच्या नळ्या बसवाव्या लागतात. ह्या नळ्यांना छिद्रे पाडावी लागतात. साधारणपणे छिद्रे पाडलेल्या नळ्या तीस फुटापेक्षा जास्त लांबीच्या नसाव्यात. ह्या प्रमाणे रचना केल्यास गरीबाची सिंचन व्यवस्था उत्तमरित्या काम करते. इतर सिंचन व्यवस्थे पेक्षा ही जास्त सोपिस्कर ठरते.

नंतर आपण मोकाट सिंचनाच्या सर्व प्रकारांचा विचार केला. शेतीत जलसिंचनाचे तीन प्रकार आहेत. सुक्ष्म, मध्यम व स्थूल असे ते आहेत. मोकाट सिंचन हे सामान्यतः स्थूल सिंचन ह्या प्रकारात येते. परंतु, काही व्यवस्था करून आपण मोकाट सिंचनाने सुक्ष्म व मध्यम सिंचनाचे परिणाम साध्य करू शकतो. मोकाट सिंचनाचे आणखीन प्रकार होतात. अतिस्थूल, स्थूल, नेमके असे ते आहेत. कालव्याने जेव्हा पाणी अक्षरशः शेतात ओतले जाते तेव्हा त्याला अतिस्थूल मोकाट सिंचन म्हणतात. असे सिंचन शेती कालांतराने बरबाद करते म्हणून व्यावहारिक निसर्ग

शोतीत असे सिंचन वर्ज आहे. विहीरीतून पाणी पंपाने उपसून जेव्हा शेत शिंपले जाते तेव्हा त्याला स्थूल सिंचन समजले जाते. पूर्वीच्या काळी रहाटाने अथवा अशाच पद्धतीने पाणी उपसून आढ्यात ओतले जाई व तेथून ते पोह्यातून नाल्या कढून शोतात दिले जाई त्याला **नेमके सिंचन** असे म्हणतात. पाण्याच्या प्रमाणात जर ह्यांची मांडणी करावयाची झाली तर असे म्हणता येईल, प्रति एकर दहा हजार लिटर पेक्षा कमी सिंचन प्रति दिनी होत असेल तर ते नेमके सिंचन समजावे, पंधरा हजार लिटर पर्यंत असेल तर त्याला स्थूल सिंचन समजावे व त्याहूनही जास्त पाणी दिले जात असेल तर ते अतिस्थूल समजावे.

पिकाला नेमके किती पाणी लागते ह्याचा नेमका अंदाज करता येणे हे यशस्वी शेतकरी होण्यासाठी आवश्यक असते. कारण, कोणतेही पुस्तक अचूक निदान कधीही करू शकत नाही. परंतु काही आडाखे मात्र आपण येथे पाहू शकतो. अनुभवाने बरेच शेतकरी कोणत्या पिकास किती पाणी लागते ते ठरवू शकतात. त्यात एक चावणी उत्तम काम करते. दररोज सकाळी शक्य झाल्यास भल्या पहाटे शोतात फिरून पिकाच्या पानांची पहाणी करावी. जर पाने टवटवीत असतील तर पिकाला पाणी बरोबर मिळत आहे असे समजावे. जर पाने मळूळ झालेली असतील तर पाणी कमी आहे हे लक्षात घेऊन पाण्याचे प्रमाण वाढवावे. त्याशिवाय वातावरणाची सापेक्ष आर्द्रता, दिवसाचे तापमान, आपल्या वावराच्या वरील भागात असलेल्या शोतांत किती व कसे पाणी देतात ते पाहून आपण किती पाणी द्यावे ते ठरविता येते. पाण्याप्रमाणे खताचे नियोजनसुद्धा करतांना वरील पाखाडीतील शोतात कसे व कोणते रासायनिक खत दिले जाते ते पाहून आपली खते द्यावी म्हणजे बऱ्याच प्रमाणात खताची बचत करता येते. शेतकऱ्याने वरच्या पाखाडीला असणाऱ्या शेतकऱ्यांच्या जल व खत व्यवस्थापनाचा चांगला अभ्यास करून त्यानुसार आपले नियोजन आखले तर तो पाण्यात व खतात मोठी बचत करू शकतो हे पाहिले. त्यासाठी त्याने वरच्या शोतांत फेरफटका मारीत राहिले पाहिजे.

पिकाला दिलेले पाणी त्याच्या जैविक गरजा पुरविण्या इतके मर्यादित नसते. इतर काही कारणाने जास्त पाणी द्यावे लागते. वातावरणातील उष्णतेमुळे पिकाचे तापमान असह्य होण्याइतके वाढू नये व पोषक रसांचे वहन सुरक्षितपणे व्हावे म्हणून मुळांकडून पिके जादा पाणी घेतात व ते बाष्पोत्सर्जन क्रियेने वातावरणात सोडले जाते. जर वातावरणाची सापेक्ष आर्द्रता जास्त असेल तर कमी पाणी ह्या कामी लागते एवढी प्रमाणाने जास्त लागते. तसेच काही पिके स्वभावतः जास्त पाणी घेणारी असतात तर काही कमी पाणी घेणारी असतात. उदाहरणार्थ, गहू बाजरी पेक्षा जास्त पाणी घेतो. पाण्याचे दुर्भिक्ष असेल तर कमी पाण्याची पिके शेतकऱ्यानी लागवडीसाठी निवडावीत. परंतु, आपल्या येथे असे आढळून येते की, शेतकरी जास्त भाव असलेले पीक निवडतात व जेव्हा कमी पाणी मिळाल्यामुळे ते पीक बिघडते तेव्हा नशिबाला दोष देत बसतात. सुरुवाती पासून योग्य नियोजन केले तर बरेचसे प्रश्न मुळातच निर्माण होणार नाहीत. इतर बरेच दोष शेतकऱ्यांच्या काम करण्याच्या पद्धतीत आढळून येतात. काही जण स्वतः कडे भरपूर पाणी आहे म्हणून विनाकारण पिकाला आवश्यकते पेक्षा जास्त पाणी देतात त्यामुळे पाण्याच्या निचऱ्याचा प्रश्न निर्माण होतो. जमीन पाणबोदड होते व चांगले पीक खराब होते. तुमच्या कडे भरपूर पाणी आहे म्हणून ते द्यावे हे धोरण मूर्खपणाचे आहे हे शेतकऱ्याने समजले पाहिजे. पिकाला किती पाणी लागते त्या हिशोबाने ते द्यावे हे पाण्या बदलचे धोरण असले पाहिजे.

शेतासाठी सिंचन पद्धत निवडतांना कोणत्या गोष्टी लक्षात घ्याव्यात ते पाहू या. जमिनीचा प्रकार, वातावरणाची सापेक्ष आर्द्रता, पिकाची पाण्याची गरज ह्या तीन गोष्टी लक्षात घेऊन त्यानुसार सिंचन पद्धत निवडावी लागते. जमिनीच्या प्रकारात मोघमपणे तीन भाग असतात. पोयट्याची व रेताड, विकणमातीची (काळी जमीन) आणि मुरमाड असे हे भाग असतात. एकाद्या शेतात जर ते पुरेसे विस्तीर्ण असेल तर हे तीनही भाग आढळून येतात. पोयटा म्हणजे अतिशय बारीक कण असलेली रेताड जमीन. ह्यात कणाच्या आकारावरून अनेक उप प्रकार असतात. सर्वच प्रकारच्या रेताड जमिनीत पाण्याचा निचरा उत्तम होतो. ह्या प्रकारातील जमिनीत मोकाट सिंचन केले तर चालते. विकणमातीत पोषकद्रव्ये धरून ठेवण्याची क्षमता असल्यामुळे मोसमी पिकांसाठी ही माती उत्तम समजली जाते. तरीसुद्धा निचऱ्याचा गुण समाधानकारक नसतो. अशा जमिनीत मोकाट सिंचन करू नये. मुरुमाच्या जमिनी शेतीसाठी योग्य समजल्या जात नाहीत. तरीसुद्धा आज आपण पाहतो की, बऱ्याच शेतीच्या जमिनी ह्या प्रकारातीलच असतात. मुरुमाच्या जमिनीत शेती करतांना अनेक गोष्टींचे भान ठेवावे लागते. निचऱ्याच्या बाबत मुरुमाची जमीन जास्त त्रासदायक असते.

कालव्याच्या प्रदेशात शेतकरी जेव्हा कालव्याला पाणी येते तेव्हा ते जरुरीपेक्षा जास्त देतात. ह्याचे कारण विचारले तेव्हा ते म्हणाले की, कालव्याला पुनः केव्हा पाणी येईल ते सांगता येत नाही, त्यामुळे जमीन पाण्याने भरून घेत असतो. बहुतेक करून कालव्याचे वेळापत्रक उसाच्या पाण्याच्या गरजेनुसार ठरविले जाते. ही उसाच्या पाण्याची गरज कोणी कशी ठरविली हे मात्र कोणी सांगू शकत नाही. जर कोणी शेतकरी दुसरे पिक घेण्याचे ठरवित असेल तर त्याला पाण्याचा साठा करूनच आपले काम करावे लागते. पाणी अतिशय जास्त प्रमाणात दिल्यामुळे मातीचे गुण बिघडतात. जमीन पाणबोदड होते. मातीतील हवा निघून गेल्यामुळे म्हणजे वातन बिघडल्यामुळे पिकाच्या वाढीवर अनिष्ट परिणाम होतो. सतत जास्त पाणी दिल्यामुळे जमीन क्षारपट व नंतर नापीक होते म्हणून, जादा पाणी देऊ नये.

उसाला केवळ मातीतून पाणी देऊन त्याची पाण्याची गरज पूर्ण होत नाही हे प्रथम आपण लक्षात घेतले पाहिजे. उसाला पाणी हवेतून मिळणे आवश्यक असते. केळी व उस ह्यांची पाण्याची गरज सारखी असली तरी हा महत्वाचा फरक ह्या दोघांत असतो. म्हणजे केळ्याला मातीतूनच सर्व पाणी घावयाचे असते तर उसाला हवेतून म्हणजे फवारा अथवा झोत सिंचनाने उर्वरीत पाणी घावयाचे असते. उसाची कर्बग्रहण क्रिया व्यवस्थितपणे होण्यासाठी वातावरणातील बाष्प आवश्यक असते. त्यामुळे उसाला झोत सिंचनाने पाणी देणे जास्त चांगले असते. जगात जेथे उसाची शेती मोठ्या प्रमाणात होते अशा सर्व ठिकाणी म्हणजे हवाई बेटे, फिजी बेटे, मॉरिशस येथे झोत सिंचनाचाच वापर होत असतो. त्याशिवाय ही सर्व बेटे असल्यामुळे स्वाभाविकपणे तेथे वातावरणात दमटपणा असतो. ब्रझीलमध्ये मोठ्या प्रमाणात उसाची लागवड होते तेथे अॅमेझॉन ह्या महानदाचे पात्र असल्यामुळे वातावरण नेहमीच दमट असते. त्याउलट आपल्या येथे उसाची लागवड होते तो प्रदेश अति कोरडा असा आहे. त्यामुळे उस मुळातच चांगला भरत नाही. थोडक्यात सांगावयाचे म्हणजे आपल्या येथे जी उसाची शेती होत आहे ती संपूर्णपणे अशास्त्रोक्त अशी आहे. केवळ मातीत पाणी ओतले की झाले अशा अडाणी कल्पना आपल्या येथे आहेत व त्याला शासनाच्या बेजबाबदार वागण्यामुळे उत्तेजन मिळत असते. हे सर्व बदलले तर उसाची शेती जास्त साखर देऊ शकेल.

शेतकरी एवढ्या मोठ्या संख्येने उसाची लागवड कां करतात असे विचारले तर उत्तर मिळते, उसाला इतर पिकांपेक्षा कमी मजूर लागतात. नंतर पीक काढण्यापुरते मजूर लावून चांगले उत्पन्न मिळते. विशेष करून मोठे क्षेत्र असेल तर इतर कोणत्याही पिकापेक्षा उस सोईस्कर ठरतो. त्याशिवाय, इतर नगदी पिके जसें, भुईमूग, सोयाबीन, अनेक प्रकारची कडधान्ये, अशी पिके योग्य सिंचन पद्धती वापरून आंतर पीक म्हणून काही काळासाठी चांगली करता येतात.

कालव्याने पाणी देतांना वेळापत्रक कसे ठरवावे? हा नेहमीच प्रश्न असतो. त्यासाठी कालव्यात नेहमीच पाणी थोड्या प्रमाणात वाहत राहिल अशी व्यवस्था करणे सर्वांच्या सोयीचे आहे. एखाद्या नदीत जसे पाणी वाहते तसे ते होईल. काही बागाईतदार वावरात मोठाल्या टाक्या बांधून त्यात जादा पाणी साठवून ठेवतात आणि गरजेनुसार ते पाणी वापरून हवे ते पीक घेतात. अशा टाक्यातून मासे पालन शेवाळ पालन (स्पिरुलिना) असे उपव्यवसाय करून उत्पन्नात भर घालणे शक्य असते.

तिसरा पर्याय असा आहे की, प्रत्येक महीन्याच्या पहिल्या १० दिवसात कालव्यातून पाणी द्यावे व नंतरचे वीस दिवस बंद करावे. म्हणजे पाणी असण्याच्या काळात शेतकरी पाणी साठवून ठेविले व इतर दिवशी ते साठविलेले पाणी वापरेल. उसासाठी झोत सिंचनाचा आग्रह असावा. दाबनळ्याने पाणी सोडणे हा उगड्या कालव्याला खरा चांगला पर्याय आहे हेसुद्धा पाहिले. महाराष्ट्रातील जमीन मुख्यत्वे करून काळी व मुरुमाची आहे. त्यामुळे अमर्याद मोकाट सिंचन करणे मूर्खपणाचे आहे. त्या ऐवजी नेमके मोकाट सिंचन, गुरुत्व सिंचन, गरीबाची सिंचन व्यवस्था अशा पर्यायांचा विचार करणे हितकारक असते.

हा झाला आता पर्यंतच्या अभ्यासाचा आढावा. पुढे इतर बाबी पहाणार आहोत.

ई साहित्य प्रतिष्ठान -

मराठी भाषा आता झेप घेण्याच्या मूड मध्ये आहे. रडणार्यांकडे लक्ष नका देऊ. मराठीत कधीच नव्हते इतके वाचक आहेत आता. पुर्वी पुस्तकाच्या एका आवृत्तीच्या हजार न हजार प्रती छापल्या जात. पांच हजार म्हणजे डोक्यावरून पाणी! आता ई पुस्तकांच्या जमान्यात एक एक पुस्तक पाच लाख वाचकांपर्यंत जात आहेत. वर्षाला अर्धा कोटी डाऊनलोड होतात. वाचक एकमेकांना परस्पर ऑर्डर करतात. व्हट्स अप, ई मेल, ऍप्प, ब्ल्यु टुथ, वेबसाईट, पेन्ड्राईव्ह, सिडी अशा असंख्य मार्गांनी पुस्तकं व्हायरल व्हायला लागली आहेत. सुसाट सुटल मराठीचं वारू. खेड्यापाड्यांच्या गल्लीबोळांपासून ते जगाच्या पाठीवरील प्रत्येक देशात. रॉकेटच्या वेगाने सुसाट सुटलेल्या मराठीच्या गाडीला आता कोणी थांबवू शकत नाही. या धूमधडक क्रांतीत साहभागी व्हा. आपल्या ओळखीच्या मराठी साक्षरांना यात ओढा. त्यांचे ई मेल पत्ते, व्हाट्सप नंबर आम्हाला पाठवा. तुम्ही कितीही वाचक आणा. ते शंभर आणतील आणि ते हजार आणतील. तुमच्या व्हाट्सप ग्रुपमधून याची जाहिरात करा. आपल्याला कुठली पुस्तकं वाचकांपर्यंत पोहोचवायची आहेत ते आपल्याला टिक्की, पेपरची जाहिरात परवडत नाही. आमचे वाचक हेच आमचे जाहिरात एजंट. तेच आमची ताकद. मराठी भाषेची ताकद जगाला दाखवून देऊ.

ई साहित्यची पुस्तके www.esahity.com वरून डाऊनलोड करा.

esahity@gmail.com ला कळवून ई-मेलने मांगवा. किंवा 7710980841 हा नंबर सेव्ह करून ठेवा, या नंबरला तुमचे नांवाने Whatsapp करून पुस्तके whatsapp मार्गे मिळवा. लिंक ई साहित्यचे [app.https://play.google.com/store/apps/details?id=com](https://play.google.com/store/apps/details?id=com).

esahity.www.esahitybooks ह्या लिंकवर उपलब्ध आहेत. ते download करा. हे सर्व मोफत आहेत.

धन्यवाद



