



यंत्र-तंत्राचा प्रवास लेख ११८
डॉ. सचिन नलावडे

शेतीमध्ये जमिनीची मशागत हे पहिले आणि महत्त्वाचे काम मानले जाते. जमिनीच्या मशागतीचे प्रामुख्याने प्राथमिक मशागत आणि द्वितीयक मशागत असे दोन प्रकार पडतात. या लेखात प्राथमिक मशागतीसाठी अवजारे निवडताना घ्यायची काळजी, आवश्यक कौशल्ये आणि निर्णय सहायक प्रणाली याबद्दल माहिती घेऊ.

प्राथमिक मशागत म्हणजे काय?

जमीन पिकाच्या पेरणीसाठी किंवा लावणीसाठी तयार करताना केली जाणारी पहिली आणि सर्वात मुख्य मशागत म्हणजे प्राथमिक मशागत. यामध्ये कडक झालेली जमीन खोलकर खोदली, फाडली आणि उलथापालथ केली जाते. प्राथमिक मशागतीची खोली साधारणपणे १० ते ३० सेंमी पर्यंत असते.

प्रमुख उद्देशे

- जमिनीचा कडक झालेला थर फोडणे.
- मातीची उलथापालथ करून खालची सुपीक माती वर आणणे आणि हवेचे विसरण (एरिएशन) सुधारणे.
- मागील पिकांचे अवशेष आणि तण मातीत गाडणे. असे अवशेष कुजून खात बनव्यास मदत मिळते.
- मातीतील हानिकारक कीटक आणि त्यांच्या अड्ड्यांना उल्लास उधेडे पाहून नष्ट करणे.

माती आणि पिकांच्या प्रकारानुसार अवजारे निवडताना घ्यायची काळजी

कुकीच्या अवजारांच्या वापरामुळे जमिनीचे नुकसान होऊ शकते आणि इंधनाचा खर्च वाढतो. त्यामुळे खालील बाबी लक्षात ठेवणे आवश्यक आहे.

मातीच्या प्रकारानुसार

- **भारी आणि काळी कसदार माती** : या मातीची पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता जास्त असते आणि ती सुकल्यावर कडक होते. अशी माती खोलकर फुटण्यासाठी फाळचा (मोल्डबोर्ड) नांगर किंवा सबसॉइलर वापरावा.
- **हलकी आणि पोयटा/वाडूमिश्रित माती** : या मातीत जास्त खोल नांगरणी केल्यास जमिनीची धूप वाढते. येथे तळ्याचा (डिस्क) नांगर किंवा कमी खोलीवर चालणारा दात्याचा (चीझल) नांगर वापरावा.
- **दगड-मोटांबांची जमीन** : अशा जमिनीमध्ये मोल्डबोर्ड नांगराचा फाळ तुटण्याची शक्यता असते. त्यामुळे येथे डिस्क नांगर वापरणे फायद्याचे ठरते. अशा जमिनीमध्ये दागावकरून डिस्क सहज फिरते आणि तुटत नाही.

पिकांच्या प्रकारानुसार

- **खोल मुळे असणारी पिके** : कापूस, ऊस आणि फळबागा यांसारख्या पिकांसाठी खोल नांगरणी आवश्यक असते. यासाठी सबसॉइलर किंवा मोल्डबोर्ड नांगर निवडावा.
- **उच्च मुळे असणारी पिके** : धान (भात), गहू, किंवा पालेभाज्यांसाठी जास्त खोल मशागतीची गरज नसते. अशा वेळी चीझल नांगर किंवा रोटाव्हेटरचा वापर प्राथमिक आणि दुय्यम मशागत एकाच वेळी करण्यासाठी योग्य ठरतो.

आवश्यक कौशल्ये

मशागतीसाठी विविध प्रकारची अवजारे वापरली

प्राथमिक मशागतीमध्ये सहायक आधुनिक तंत्रज्ञान



प्राथमिक मशागतीमुळे जमीन भुसभुशीत करण्यासोबत पिकांचे अवशेष जमिनीमध्ये गाडले जातात.

जातात. उदा. नांगर, रोटाव्हेटर, डिस्क हीरो आणि कल्टिव्हेटर इ. यांच्या कार्यक्षम वापर, दुर्लक्षी आणि देखभालीसाठी विशिष्ट कौशल्ये आणि प्रशिक्षणाची अत्यंत आवश्यकता असते. प्राथमिक मशागत यशस्वी आणि सुरक्षित करण्यासाठी शेतकरी किंवा ट्रॅक्टर चालकाकडे खालील कौशल्ये असणे गरजेचे आहे.

- **अवजारे जोडण्याचे कौशल्य** : ट्रॅक्टरला नांगर किंवा इतर अवजारे ग्री-पीईट लिंक्सचा वापर करून योग्य कोनात जोडता आली पाहिजेत. त्यामुळे ट्रॅक्टरवर अतिरिक्त ताण पडणार नाही. एवढेच नव्हे तर ट्रॅक्टर किती पुढे घ्यावा आणि मागे वळून पाहताना अवजारे जोडणाऱ्या व्यक्तीला इजा होणार नाही, अशा प्रकारे प्रथम डाव्या बाजूची लोअर लिंक जोडावी. नंतर उजव्या बाजूची उंची कमी जास्त करता येणारी लिंक जोडावी. टॉप लिंक व लोअर लिंक्स व्यवस्थित सेट करणे, अशा बाबींचे कौशल्य चालकाने मिळविण्यासाठी प्रशिक्षणासोबत अनुभवही महत्त्वाचा ठरतो.
- **खोली आणि रुंदी नियंत्रण** : मातीच्या प्रकारानुसार नांगराची खोली नियंत्रित करण्याचे कौशल्य असणे आवश्यक आहे.
- **मातीतील ओलावा ओळखणे** : जमीन खूप ओली असताना नांगरणी केल्यास चिखल होऊन मातीचे ठेकेकड कडक होतात, तर खूप सुकी असल्यास अवजारांची झीज जास्त होते. मातीमध्ये वाफसा (योग्य ओलावा) असतानाच मशागत करण्याचे कौशल्य आत्मसात असणे गरजेचे आहे.
- **सुरक्षितता आणि देखभाल** : नांगराचे फाळ वेळेवर बदलणे, वॉग (ग्रीसिंग) करणे आणि बळगावर ट्रॅक्टरचा वेग कमी राखणे.

निर्णय सहायक प्रणाली

कृषी क्षेत्रात आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करून मशागत कधी, कशी आणि कोणत्या अवजाराने करावी, याचे मार्गदर्शन करणाऱ्या प्रणालींना 'निर्णय सहाय्यक प्रणाली' (DSS- डिसिजन सपोर्ट सिस्टिम) म्हणतात. शेतीचे यांत्रिकीकरण करताना कोणते यंत्र कधी, कुठे आणि कसे वापरावे, याबद्दल योग्य निर्णय घेणे खूप महत्त्वाचे असते. याच कामात 'निर्णय समर्थन प्रणाली' शेतकऱ्यांना आणि कृषी व्यवस्थापनांना मदत करते.

मोकळ्या शेताच्या मशागतीमध्ये डी.एस.एस. चा वापर कसा केला जातो?

डी.एस.एस. हे एक संगणक किंवा मोबाइल ॲप्लिकेशनवर आधारित डिजिटल साधन (Software Tool) आहे. हे यंत्रांची माहिती, मातीचा प्रकार, हवामान आणि उपलब्ध वेळ या सर्व डेटाचा अभ्यास करून शेतीची कामे कमी खर्चात आणि अचूकपणे करण्यासाठी योग्य तो सल्ला देण्याचे काम करते.

मशागतीच्या यंत्रांमध्ये डी.एस.एस. वापराची उदाहरणे

मशागत करताना ट्रॅक्टर आणि नांगर, रोटाव्हेटर यांसारख्या अवजारांची योग्य निवड न केल्यास डिझेलचा खर्च वाढतो आणि मातीचेही नुकसान होते. डी.एस.एस. यामध्ये खालीलप्रमाणे मदत करते.

ट्रॅक्टर आणि अवजारांचे अचूक जुळणी (मॅचिंग)

- **वापर** : अनेकदा शेतकऱ्यांकडे मोठ्या अक्षरशक्तीचा ट्रॅक्टर असतो, पण अवजारे लहान असते, किंवा ट्रॅक्टर लहान आणि अवजारे मोठे असते. डी.एस.एस. मातीचा कडकपणा पाहून कोणत्या ट्रॅक्टरला किती आकाराचा नांगर किंवा रोटाव्हेटर जोडावा, याचा अचूक सल्ला देते.
- **उदाहरण** : समजा एखाद्या शेतकऱ्याकडे ४५ एचपीचा ट्रॅक्टर आहे आणि त्याची जमीन खोल काळी आहे. डी.एस.एस. च्या संगणक प्रणाली (सॉफ्टवेअर) मध्ये हा माहिती (डेटा) टाकल्यास, ते अचूक गणना करून सांगेल की, या जमिनीसाठी ३-बॉटम एवजी २-बॉटमचा उलटणारा नांगर योग्य राहील. यामुळे ट्रॅक्टरवर ओव्हरलोड येत नाही आणि डिझेलची बचत होते.
- **मशागतीचा प्रकार निवडणे**
- **वापर** : जमिनीची जास्त मशागत करावी की कमीत कमी नांगरणी - शून्य मशागत (झीरो/कॉन्व्हॅशन टिलेज) करून थेट पेरणी करावी, हे ठरवण्यासाठी डी.एस.एस. मदत करते. यामुळे जमिनीची सुपीकता टिकून राहते.
- **उदाहरण** : पावसाळ्यानंतर गव्हाच्या पेरणीसाठी शेतात किती ओलावा आहे आणि आधीच्या पिकाचा (उदा. भाताचा) किती अवशेष शिल्लक आहेत, हे पाहून DSSAT (ड्राॅप सिम्युलेशन मॉडेल) सारखी प्रणाली शेतकऱ्याला सल्ला देते, की आता रोटाव्हेटर

फिरवण्याऐवजी थेट 'हीमी सीडर' किंवा 'झिरो टिलेज' यंत्राद्वारे पेरणी करा. यामुळे मशागतीचा वेळ आणि खर्च दोन्हीमध्ये ५० टक्क्यांनी बचत होते.

इंधन आणि वेळेचे व्यवस्थापन

- **वापर** : मोठ्या शेतांमध्ये किंवा भाड्याने ट्रॅक्टर देणारे केंद्र (कस्टम हार्विंग सेंटर्स) मध्ये एकाच वेळी अनेक कामे करायची असतात. उपलब्ध वेळेत किती डिझेल लागेल आणि काम कधी संपेल, याचे नियोजन डी.एस.एस. करते.
- **उदाहरण** : शेतात नांगरणी करताना ट्रॅक्टरचा वेग किती असावा आणि मातीचा प्रकार लक्षात घेता प्रति एकर किती डिझेल लागेल, याचा अंदाज डी.एस.एस. सॉफ्टवेअर आधीच देते. जर डिझेल जास्त जळत असेल, तर ते चालकाला गियर बदलण्याचा किंवा वेग कमी करण्याचा सल्ला स्क्रीनवर देते.

मातीच्या स्थितीनुसार खोली ठरवणे

- **वापर** : अत्याधुनिक ट्रॅक्टरमध्ये लावलेले सेन्सर्स हे डी.एस.एस. शी जोडलेले असतात. जमिनीच्या कडकपणानुसार नांगर मातीत किती खोलकर घालायचा, हे ठरवले जाते.
- **उदाहरण** : शेताच्या एका भागात माती भुसभुशीत आहे आणि दुसऱ्या भागात कडक आहे. ट्रॅक्टर चालू असताना डी.एस.एस. कडक भागामध्ये नांगराची खोली संवेदकाच्या मदतीने मोजून आघोआप योग्य प्रमाणात समायोजन करतो. त्यामुळे ट्रॅक्टरचे चाक एकाच जागी फिरून टायर झिजणार नाहीत आणि इंधन वाया जाणार नाही.

मशागतीत डी. एस. एस. वापराचे फायदे

- **खर्चात बचत** : डिझेल आणि मजुरांचा खर्च कमाळोचा कमी होतो.
- **जमिनीचे रक्षण** : गरजेइतकीच मशागत झाल्याने मातीची धूप व अन्य समस्या कमी होतात. मातीतील ओलावा टिकून राहतो.
- **अचूकता (प्रेसिशन)** : पूर्वी कामांमध्ये चालकांचे कौशल्य आणि अनुभववर विसंबून राहावे लागत होते. आता या आधुनिक तंत्रज्ञानामुळे विज्ञानाचा वापर करून अचूक निर्णय घेणे सोपे झाले आहे. धोडक्यात सांगायचे, तर मशागतीच्या यंत्रांमध्ये निर्णय साहाय्यक प्रणालीचा वापर म्हणजे शेतीला डिजिटल 'स्मार्टिस' देणे.
- **मशागत नियोजन सॉफ्टवेअर** : हे सॉफ्टवेअर उपग्रह आणि हवामानाचा अंदाजावरून जमिनीतील ओलाव्याचे प्रमाण मोजतात आणि नांगरणीसाठी सर्वात अचूक दिवस कोणता, हे शेतकऱ्याला सांगतात. सुसंगतता (कॉम्पॅटिबिलिटी) मॉड्युलस मॉडेल ही प्रणाली शेतकरी कोणत्या प्रकारचे पौक घेणार आहे आणि त्याच्या शेतातील मातीचा प्रकार कोणता आहे, डेटा गोळा करून सर्वात योग्य ट्रॅक्टर आणि अवजाराची (उदा. डिस्क किंवा मोल्डबोर्ड) शिफारस करते. यामुळे डिझेलची आणि पेशांची मोठी बचत होते.
- **मोबाइल ॲस** : सध्या स्थितीत अनेक सरकारी आणि खाजगी ॲस (उदा. 'STARGATE' फ्लॅटफॉर्म किंवा कृषी विद्यापीठांचे ॲस) उपलब्ध आहेत. त्यामध्ये माती तपासणीचे अहवाल अपलोड केल्यास मशागतीचा योग्य सल्ला मिळतो.

प्राथमिक मशागतीमध्ये सहायक आधुनिक तंत्रज्ञान

» पान ९ वरून

अवजारांचा वापर

अवजारे शेतात चालवताना त्यांचा कार्यक्षम वापर करण्यासाठी चालकाकडे तांत्रिक कौशल्ये असणे गरजेचे आहे.

- अवजार व यंत्राचे समायोजन (कॅलिब्रेशन) करणे गरजेचे असते. कॅलिब्रेशन म्हणजे कोणत्याही मशीन किंवा उपकरणाचे मोजमाप १००% अचूक आहे की नाही, हे तपासणे. ते योग्य मानकावर समायोजन (सेट/अॅडजस्ट) करणे.

उदा. वजन काट्याचे अचूक वजन दाखवण्यासाठी केलेले सेटिंग किंवा थर्मामीटरचे तापमान अचूक दाखवण्यासाठी केलेले अंशांकन किंवा जमिनीच्या प्रकारानुसार मशागतीची खोली नियंत्रित करणे इ.

- पॉवर टेक ऑफ (पीटीओ) ऑपरेशन : रोटाव्हेटरसारख्या फिरत्या अवजारांसाठी योग्य पीटीओ स्पीड (उदा. ५४० RPM) निवडणे.

विविध प्रशिक्षण घटक

- ट्रॅक्टर आणि अवजारांचे योग्य प्रकारे अलाइनमेंट करणे. प्रत्येक अवजार जोडण्याची पद्धत वेगवेगळी असते आणि त्यामुळे ट्रॅक्टरवर पडणारा दबाव बदलतो. म्हणूनच ट्रॅक्टर अवजारांची जुळणी आणि त्याचे समायोजन योग्य प्रकारे झाले तर दोन्ही यंत्रणा कार्यक्षमतेने काम करतात.
- शेतातील सरीच्या शेवटी वळणांवर अवजार उचलणे आणि ट्रॅक्टर सुरक्षितपणे वळवणे.
उदाहरण : जर रोटाव्हेटर शेतात चालवायचा असेल, तर तो जमिनीच्या पातळीत समांतर असणे आवश्यक आहे. जर एका बाजूला कललेला असेल, तर एका बाजूला जास्त खोल आणि दुसऱ्या

मशागत अवजारांच्या कौशल्यांचा गोषवारा

| अवजाराचा प्रकार | मुख्य वापर कौशल्य | दुरुस्तीचे उदाहरण | नियमित देखभाल |
|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| पलटी नांगर | टिल्ट अँगल समायोजन (सेट) करणे. | झिजलेला फाळ (शेअर) बदलणे. | लँडसाइड आणि मोल्डबोर्डला ऑइल लावणे. |
| रोटाव्हेटर | योग्य गियर आणि PTO स्पीड निवड | जे-J, एल-L पाते (ब्लेड्स) बदलणे. | गियरबॉक्स ऑइल तपासणे आणि ग्रीसिंग |
| डिस्क हॅरो | गँग अँगल समायोजित करणे. | स्पूल, बेअरिंग दुरुस्ती | बेअरिंग हबमध्ये दररोज ग्रीस भरणे. |

बाजूला उथळ मशागत होईल. प्रशिक्षणात हे साइड लिंक्स द्वारे कसे लेव्हल करायचे हे शिकवले जाते. **अवजार दुरुस्ती व देखभालीचे प्रशिक्षण घटक** : काम करताना अवजारांची झीज होणे किंवा ती तुटणे स्वाभाविक आहे. यासाठी यांत्रिक दुरुस्तीचे कौशल्य लागते. आवश्यक कौशल्यामध्ये खालील घटकांचा समावेश होतो.

- **वेलिडिंग आणि फॅब्रिकेशन** : तुटलेले फाळ (शेअर्स), फ्रेम किंवा दाते (टाइन) जोडण्यासाठी गॅस किंवा आर्क वेलिडिंगचे ज्ञान.
- **नट-बोल्टचे प्रकार व आटे (फास्टनर्स आणि थ्रेड्स) ओळखणे** : नट-बोल्टचे आटे कोणत्याही प्रकारचे असू शकतात. योग्य प्रकार (थ्रेड्स- मेट्रिक/ इम्पिरिअल) ओळखून ते बदलणे.
बेअरिंग आणि सील बदलणे : डिस्क हॅरो किंवा रोटाव्हेटरच्या हबमधील खराब झालेले बेअरिंग आणि ऑइल सील बदलणे.
कार्यशाळा साधनांचा वापर : मध्ये (वर्कशॉप टूल्स) अनेक छोट्या मोठ्या अवजारांचा, यंत्रांचा समावेश होतो.
उदा. टॉर्क रॅच, पुलर आणि ग्राइंडरचा सुरक्षित वापर इ.
उदाहरण : कल्टिव्हेटरचा 'फाळ' वारंवार घासल्यामुळे झिजतो किंवा दगडावर आपटून वाकतो. ऑपरटर किंवा मेकॅनिकला तो गॅस टॉर्चने गरम करून तो सरळ करणे

किंवा नवीन फाळ वेलिडिंग/बोल्टिंग करून अचूक कोनात बसवण्याचे प्रशिक्षण दिले जाते.

अवजारांचे आयुष्य वाढवण्यासाठी तेल-पाणी करणे (लुब्रिकेशन) : ग्रीस गनचा वापर करून योग्य ठिकाणी (ग्रीस निपल) ग्रीसिंग करणे आणि गियरबॉक्समधील ऑइल लेव्हल तपासणे.

- **तपासणी** : नट-बोल्ट सैल झाले आहेत का, किंवा ब्लेडला तडे गेले आहेत का हे ओळखणे.
हंगामी साठवणूक : हंगाम संपल्यानंतर अवजारे स्वच्छ करून, गंजरोधक तेल किंवा पेंट लावून सुरक्षित शेडमध्ये ठेवणे.
मॅटेनन्स शेड्यूल
● दैनंदिन, साप्ताहिक, मासिक आणि वार्षिक देखभाल वेळापत्रक समजून घेणे. **उदाहरण** : रोटाव्हेटरच्या गियरबॉक्समध्ये ऑइल ग्रेड (उदा. EP-९०/१४०) तपासणे अत्यंत महत्त्वाचे आहे. ऑइल कमी झाल्यास किंवा त्यात माती मिश्रित पाणी गेल्यास गियर पूर्णपणे खराब होऊ शकतात. रोज काम सुरू करण्यापूर्वी ऑइल लेव्हल कशी तपासायची, याचे प्रात्यक्षिक दिले जाते.
डॉ. सचिन नलावडे, ९४२२३८२०४९, सहयोगी अधिष्ठाता, डॉ. अण्णासाहेब शिंदे कृषी अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान महाविद्यालय, महात्मा फुले कृषी विद्यापीठ, राहुरी