



पीक काढणी प्रक्रियेतील स्वयंचलन तंत्रज्ञान



यंत्र-तंत्राचा प्रवास लेख ९३

डॉ. सचिन नलावडे

या पूर्वीच्या लेखांमध्ये आपण कृषी क्षेत्रातील मशागत, पेरणी, तणनियंत्रण, आणि पीक संरक्षण अशा कामांसाठी स्वयंचलन तंत्रज्ञानाचा वापर करण्याची माहिती घेतली. त्यामध्ये उपयुक्त ठरतील, अशा यंत्रे, संवेदके आणि संगणकीय प्रणाली (सॉफ्टवेअर) यांची माहिती घेतली. या लेखामध्ये आपण पीक कापणी / काढणी प्रक्रियेतील स्वयंचलनाची भूमिका आणि महत्त्वाच्या संवेदकांबाबत चर्चा करू.

अनेक पिकांमध्ये उत्पादनाची कापणी व मळणी ही प्रामुख्याने माणसांद्वारे केली जाई. अलीकडे बहुतांश पिकांच्या कापणीसाठी यंत्रांचा वापर होऊ लागला आहे. तर काही संशोधनाच्या प्रक्रियेमध्ये आहेत. या यंत्रांमुळे शेतकऱ्यांच्या कष्टांमध्ये मोठी बचत होऊ लागली आहे. मात्र काढणीमध्ये स्वयंचलनाचा वापर केल्यास कष्टांमध्ये बचतीसोबतच शेतकऱ्याचा निर्णय घेण्यातील वेळ वाचतो. काढणीदरम्यान अचूकता वाढल्यामुळे उत्पादनाचे होंगारे नुकसान कमी होते.

मुख्य फायदे

- कार्यक्षमतेत वाढ : स्वयंचलित कापणी-मळणी यंत्र (हॉर्वेस्टर मशिन - कम्बाइन हॉर्वेस्टर) एकाच वेळी कापणी, मळणी आणि धान्य वेगळे करण्याचे काम जलद गतीने करतात.
- वेळेची बचत : कमी वेळेत जास्त क्षेत्रातील पिके काढता येतात.
- उत्पादनाची गुणवत्ता : योग्य वेळी आणि योग्य पद्धतीने काढणी झाल्याने धान्याची गुणवत्ता टिकून राहते.

स्वयंचलनासाठी महत्त्वाचे संवेदक

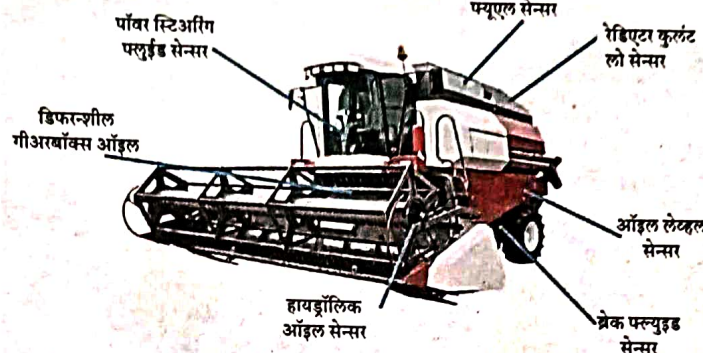
गहू आणि भात काढणीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या स्वयंचलित हॉर्वेस्टरमध्ये अलीकडे संवेदके (सेन्सर्स) वापरले जातात. त्यामुळे काढणी अधिक कार्यक्षम आणि अचूक होते. योग्य वेळी धान्य काढणी झाल्यामुळे धान्याचे नुकसान कमी होते. आधुनिक कम्बाइन हॉर्वेस्टरमध्ये विविध सेन्सर्सचा वापर केला जातो. हे सेन्सर्स मशिनच्या आत आणि बाहेर माहिती (डेटा) गोळा करून ऑपरेटरला किंवा मशीनच्या ऑटोमेशन सिस्टिमला मार्गदर्शन करतात.

उत्पादन मापन संवेदक

काढणी चालू असताना शेताच्या प्रत्येक भागातून मिळणारे उत्पादन आणि आर्द्रता याचे मापन केले जाते.

कार्य

स्वच्छ केलेले धान्य एलेव्हेटर मधून धान्य टाकीत जातात, मार्गावर मास फ्लो संवेदक बसवलेला असतो. हा संवेदक प्रति सेकंद किती धान्य (किलोमध्ये) जमा होत आहे, याची नोंद करतो.



कंबाइन हॉर्वेस्टरमध्ये विविध प्रकारचे सेन्सर वापरले जातात. त्यामुळे यंत्राची कार्यक्षमता वाढते.

त्याच ठिकाणी आर्द्रता संवेदक असतो. तो धान्यातील पाण्याचे प्रमाण (उदा. १४ टक्के आर्द्रता) मोजतो.

फायदा

या जीपीएस-सक्षम डेटाचा वापर करून रिअल-टाइम उत्पादनाचे नकाशे तयार होतात. यामुळे शेतकऱ्याला आपल्या शेताच्या कोणत्या भागात किती उत्पादन मिळाले हे समजू शकते. त्यातून पुढील हंगामाच्या नियोजनासाठी (उदा. खत आणि पाणी व्यवस्थापन) महत्त्वाचे विदा (माहितीसाठी) गोळा होतो.

स्वयंचलित मार्गदर्शन आणि उंची संवेदक

मशिनला शेतात अचूक मार्गावर चालवणे आणि कटर बारची उंची पिकाच्या गरजेनुसार नियंत्रित करणे.

कार्य

- जीपीएस/ आरटीके (ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम / रिअल-टाइम किनेमॅटिक) संवेदक : हे हॉर्वेस्टरला २ सेंटिमिटरपेक्षाही कमी अचूकतेने मार्गदर्शन करतात. त्यामुळे स्वयंचलित स्टिअरिंग (ऑटोस्टिअर) कार्य करू शकते. यात ऑपरेटरला सतत स्टिअरिंग फिडबॅकची आवश्यकता राहत नाही. पिकाची कोणतीही पट्टी सुटत नाही किंवा पुन्हा कापली जात नाही.
- हेडर उंची सेन्सर्स : हे सेन्सर्स पिकाची उंची आणि जमिनीची असमानता ओळखतात. त्यानुसार कटर बारची उंची स्वयंचलितपणे कमी-जास्त करतात. यामुळे

धान्याचे नुकसान आणि कटर बार खराब होणे टळते. (उदा. कापणी खूप उंच होऊन काही धान्य मुटणे किंवा कटर बार जमिनीला घासून होणारे नुकसान टळते.)

कार्यक्षम नियंत्रण संवेदक

मळणी आणि स्वच्छता युनिटचे कार्य सुरळीत चालू ठेवते.

कार्य

- ड्रम लोड आणि स्पीड सेन्सर्स : हे सेन्सर्स मळणी ड्रमवर येणारा भार आणि त्याची गती मोजतात. जर ड्रमवर जास्त भार येत असेल (उदा. पीक खूप जास्त असेल), तर मशिनची गती आपोआप कमी केली जाते. त्यामुळे मशिन जॅम होत नाही.
- क्लिनिंग लॉस सेन्सर्स : हे सेन्सर्स मशिनच्या मागील बाजूस (स्ट्रू-वॉकरजवळ) बसवलेले असतात. जर धान्याचे दाणे स्वच्छ न होता थेट बाहेर (जमिनीत) पडत असतील, तर हे संवेदक लगेच ऑपरेटरला सूचना देतात. यामुळे ऑपरेटरला क्लिनिंग पंख्याचा वेग किंवा चाळणीची सेटिंग्ज त्वरित बदलता येते. ही संवेदके पुढील कामे एकत्रितपणे करतात.
- माहिती संकलन : विविध संवेदके (जीपीएस, ऑप्टिकल, ओलावा) सतत शेतातील आणि पिकातील स्थितीबद्दल माहिती गोळा करतात.
- विश्लेषण : ऑन-बोर्ड कॉम्प्युटर या माहितीचे विश्लेषण करतो. काढणी प्रक्रियेसाठी आवश्यक

पीक काढणीच्या स्वयंचलित प्रक्रियेत अनेक प्रकारचे संवेदक वापरले जातात. ही संवेदके यंत्रांना 'पाहणे' आणि 'निर्णय घेणे' यासाठी आवश्यक माहिती पुरवतात.

संवेदक (सेन्सर)	कार्य
जीपीएस/आरटीके-जीपीएस (ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम)	हे संवेदक हॉर्वेस्टरचे अचूक स्थान (सेंटिमिटरपर्यंत) निर्धारित करतात. यामुळे यंत्र शेतात योग्य मार्गावर चालते आणि पिकाचा कोणताही भाग न काढता राहत नाही. यंत्राला स्वयंचलितपणे मार्गदर्शन करण्यासाठी याचा उपयोग होतो.
प्रकाशीय (ऑप्टिकल) संवेदके (उदा. कॅमेरा, स्पेक्ट्रल संवेदके)	ही संवेदके पिकाचा रंग, आकार आणि वनस्पतीच्या आरोग्याचे निर्देशांक (उदा. NDVI) स्कॅन करून पिकाची परिपक्वता आणि आरोग्याचे मोजमाप करतात. त्यामुळे फक्त काढणीसाठी तयार झालेले पीकच कापले जाते. उत्पादनाची गुणवत्ता राखली जाते. मशिन व्हिजनसाठी कॅमेरे महत्त्वाचे असतात.
धान्यातील आर्द्रता/ओलावा संवेदके	हे संवेदके काढलेल्या धान्यातील ओलाव्याचे प्रमाण तपासतात. काढणी करताना धान्यात योग्य ओलावा असणे आवश्यक आहे, अन्यथा साठवणुकीत ते खराब होऊ शकते. या माहितीनुसार, शेतकरी काढणीची योग्य वेळ निवडू शकतात.
उत्पादन संवेदके	ही संवेदके काढणीच्या वेळी किती उत्पादन मिळाले, याची वास्तविक वेळेत नोंद करतात. यामुळे शेतातील कोणत्या भागात उत्पादन कमी/जास्त झाले, हे समजते. पुढील हंगामासाठी नियोजन करणे सोपे होते.
बल/दाब (टॉर्क/प्रेसर) संवेदके	हे संवेदके हॉर्वेस्टरच्या विविध भागांवर (उदा. ब्लेड, प्रेशिंग ड्रम) पडणारा दाब आणि बल मोजतात. यामुळे यंत्राचा वेग, कापण्याची उंची आणि मळणीची गती स्वयंचलितपणे नियंत्रित केली जाते. त्यामुळे पिकाचे नुकसान टाळता येते.

अपेक्षित सर्वोत्तम परांपरीटर्स (उदा. कापणीची उंची, यंत्राचा वेग) ठरवतो.

- कृती : कॉम्प्युटरच्या आदेशानुसार, यंत्राचे (अॅक्च्युएटर्स - जे यांत्रिक क्रिया करतात.) कापणीचे ब्लेड, प्रेशिंग ड्रम आणि धान्याच्या वाहतूक यंत्रणेचे स्वयंचलितपणे समायोजन करतात.
- नकाशा तयार करणे : उत्पादन संवेदके आणि जीपीएसच्या मदतीने, शेताचा उत्पादन नकाशा तयार होतो. त्यामुळे शेतकऱ्याला त्याच्या जमिनीची अचूक माहिती मिळते.

स्वयंचलित काढणीत महत्त्वाचे संवेदक

दूर संवेदन (रिमोट सेन्सिंग-RS) आणि भौगोलिक माहिती प्रणालीची (GIS) शेतांमालाच्या स्वयंचलित काढणीत अत्यंत महत्त्वाची भूमिका आहे. या दोन्ही तंत्रज्ञानांचा उपयोग काढणीपूर्वी आवश्यक माहिती गोळा करण्यासाठी आणि काढणी यंत्रांना अचूक मार्गदर्शन करण्यासाठी होतो.

दूर संवेदनाची भूमिका

- रिसर्चमध्ये उपग्रह किंवा ड्रोन वापरून शेतात न जाता माहिती गोळा केली जाते.
- दूर संवेदन तंत्राद्वारे पिकाचे आरोग्य आणि परिपक्वता तपासता येते. दूरसंवेदन तंत्रज्ञान पिकांच्या 'स्पेक्ट्रल सिग्नचर'चे विश्लेषण करते. यामध्ये NDVI सारखे निर्देशांक वापरले जातात. पीक काढणीसाठी तयार झाले आहे की नाही, हे या माहितीवरून अचूकपणे कळते. (उदा. गव्हाचा किंवा कापसाचा रंग बदलला आहे का)
- पिकाची परिपक्वता शेताच्या वेगवेगळ्या भागांमध्ये भिन्न असू शकते. त्यातील फरक दूरविश्लेषणासोबत पिकाच्या काढणीचा वेळेनुसार नकाशा तयार करता येतो.
- काढणीपूर्वी पिकाची घनता आणि आरोग्य बघून अंदाजित उत्पन्नाचा नकाशा तयार केला जातो. यामुळे काढणीसाठी आवश्यक असलेल्या साधनांचे नियोजन करणे सोपे होते.

भौगोलिक माहिती प्रणालीची भूमिका

GIS हे रिसर्चिंग आणि जीपीएस द्वारे गोळा केलेल्या माहिती साठवते, त्याचे विश्लेषण करते. नकाशाच्या स्वरूपात प्रदर्शित करते. स्वयंचलित काढणीसाठी GIS चा उपयोग पुढीलप्रमाणे होतो.

- जोआयन्स शेताचे सीमांकन, रस्त्यांचे स्थान आणि पिकांची परिपक्वता पातळी दर्शवणारे अचूक भूस्थानिक नकाशे तयार करते.
- हे नकाशे जीपीएस-सक्षम असलेल्या स्वयंचलित काढणी यंत्रांना पाठवले जातात. त्या माहितीचा वापर करून फील्डमध्ये नेमके कुठे जायचे आणि काढणीची गती/पद्धत कशी बदलायची, याचा निर्णय यंत्रे घेतात.
- उदा. ज्या ठिकाणी पीक जास्त आणि निरोगी आहे, तिथे मशीन वेगळी सेटिंग्ज वापरू शकते. जिथे पीक कमी आहे, तिथे वेगळी सेटिंग्ज वापरली जाते. यामुळे इंधन, वेळ आणि श्रम यांची बचत होते.
- काढणी चालू असताना, कापणी यंत्रातील सेन्सर्स गोळा केलेला वास्तविक उत्पन्नाचा माहिती जीपीएस निर्देशांकांसह जोआयन्समध्ये साठवले जाते. त्यावरून उत्पादन नकाशे तयार केले जातात. या नकाशांचा उपयोग पुढील हंगामातील पेरणी, खत व्यवस्थापन आणि मातीचे आरोग्य सुधारण्यासाठी केला जातो.

- डॉ. सचिन नलावडे ९४२२३८२०४९, सहयोगी अधिष्ठाता, डॉ. अण्णासाहेब शिंदे कृषी अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान महाविद्यालय, महात्मा फुले कृषी विद्यापीठ, राहुरी