

आधुनिक कृषि अभियांत्रिकी



भाग 5 अंक 1 | जनवरी – मार्च 2026

ISSN: 3049-0154 (Online)



प्रौद्योगिकी की शक्ति का समुपयोजन

भारतीय कृषि अभियंता सोसायटी
कनेक्टिंग इंजीनियर्स इन एग्रीकल्चर



क्योंकि कृषि क्रांति के लिए चाहिए कुछ अधिक

किसान समृद्धि ऋण



फसल उत्पादन के लिए नकद ऋण

- आधुनिक खेती के लिए अधिक ऋण सीमा (सभी लागत शामिल)
- कम ब्याज दर
- सभी किसानों के लिए उपलब्ध



प्रयोजन

• वैज्ञानिक/प्रगतिशील खेती के लिए ऋण



पात्रता

- क्रेडिट स्कोअर : 650 और ज्यादा*
- भूमि धारण : ≥ 4 एकड़ या किसान वैज्ञानिक खेती से जुड़ा हो
- कंपनी और कॉर्पोरेट्स के लिए : पिछले/अगले 2 सालों में लाभ अर्जन



ब्याजदर

- ≤ 50 लाख से कम : 1 साल MCLR+1.80[^]
- ≥ 50 लाख : क्रेडिट रिस्क असेसमेंट (ऋण जोखिम आंकलन) पर आधारित



प्रतिभूति

- प्राथमिक : बैंक ऋण से बनाई फसल/संपत्ति
- जमानत : अचल संपत्ति/कृषि भूमि गिरवी रखना और/या SARFAESI समर्थित सुरक्षा और/या तरल सुरक्षा

*CIC स्कोअर में 600 तक के किसान को अनुमति दी जा सकती है
^घटाया जा सकता है



सहायता के लिए: 1800 1234 / 2100 पर कॉल करें

हमें यहां फॉलो करें



मुख्य संपादक की कलम से



प्रौद्योगिकी की शक्ति का समुपयोजन

वैश्विक खाद्य प्रणाली एक कठिन विरोधाभास का सामना कर रही है: उसे वर्ष 2050 की अनुमानित जनसंख्या को भोजन उपलब्ध कराने के लिए उत्पादन में लगभग 70% की वृद्धि करनी होगी, और साथ ही अपने पर्यावरणीय प्रभाव को भी कम करना होगा। कृषि प्रौद्योगिकी (एगटेक) का उपयोग अब कोई विलासिता नहीं रह गया है; यह इस 'सतत गहनीकरण को अर्जित करने का प्राथमिक माध्यम बन चुका है।

परिशुद्ध कृषि: 'कम में अधिक' का दृष्टिकोण

सतत एगटेक के केंद्र में परिशुद्ध कृषि है। जीपीएस, आईओटी, सेंसर और उपग्रह चित्रण (सैटेलाइट इमेजरी) के उपयोग से किसान एकसमान खेत प्रबंधन से हटकर स्थल-विशिष्ट देखभाल की ओर अग्रसर हो सकते हैं। पूरे खेत पर एकसाथ छिड़काव करने के बजाय, एआई-चालित स्प्रेयर व्यक्तिगत खरपतवारों की पहचान कर उन्हें लक्षित करते हैं, जिससे शाकनाशी (हर्बिसाइड) के उपयोग में 90% तक की कमी आती है।

- मृदा सेंसर: ये वास्तविक समय में नमी और पोषक तत्वों के स्तर की निगरानी करते हैं, जिससे जल अपव्यय और उर्वरक के बह जाने (Runoff) की समस्या को रोका जा सकता है।
- परिवर्तनीय दर प्रौद्योगिकी: यह मिट्टी के किसी विशेष भूखंड की आवश्यकता के अनुसार स्वचालित रूप से बीज या उर्वरक की प्रयुक्त मात्रा को समायोजित करती है।

नियंत्रित पर्यावरण कृषि

जैव विविधता की रक्षा के लिए यह आवश्यक है कि हम वनों को कृषि भूमि में परिवर्तित करना बंद करें। ऊर्ध्वाधर खेती (वर्टिकल फार्मिंग) और जलकृषि (हाइड्रोपोनिक्स) हमें 'बाहर फैलने' के बजाय 'ऊपर की ओर बढ़ने' का अवसर देती हैं। ये प्रणालियाँ पारंपरिक खेती की तुलना में 95% कम जल

का उपयोग करती हैं और निर्जंतुक, इनडोर वातावरण में संचालित होने के कारण रासायनिक कीटनाशकों की आवश्यकता को पूरी तरह समाप्त कर देती हैं। यह विखंडित दृष्टिकोण खाद्य उत्पादन को शहरी केंद्रों तक ले आता है, जिससे 'फूड माइल्स' और परिवहन से होने वाले CO₂ उत्सर्जन में भारी कमी आती है।

जैव प्रौद्योगिकी और डेटा

हार्डवेयर से परे, पौधों के 'सॉफ्टवेयर' को भी उन्नत किया जा रहा है। उन्नत जीन-संपादन (जीन-एडिटिंग) तकनीक, जैसे CRISPR, सूखा-प्रतिरोधी और नाइट्रोजन-दक्ष फसलें तैयार करती है। जब इसे बिग डेटा विश्लेषण के साथ जोड़ा जाता है, तो किसान कीट प्रकोप या जलवायु परिवर्तन की भविष्यवाणी पहले से ही कर सकते हैं — जिससे प्रतिक्रियात्मक 'संकट प्रबंधन' से आगे बढ़कर सक्रिय प्रबंधन की दिशा में कदम उठाया जा सकता है।

इन प्रौद्योगिकियों का एकीकरण एक चक्रीय कृषि अर्थव्यवस्था का निर्माण करता है, जिसमें अपशिष्ट को न्यूनतम किया जाता है और मृदा स्वास्थ्य को पुनर्स्थापित किया जाता है। यद्यपि प्रारंभिक निवेश अधिक है, तथापि दीर्घकालिक लाभ एक सुदृढ़ खाद्य प्रणाली के रूप में प्राप्त होता है जो पृथ्वी की सीमाओं का सम्मान करती है।



Maula

संपादक-मंडल



टी. आर. केसवन
ग्रुप प्रेसिडेंट, टैफे



देविन्दर ढींगरा
कृषि अभियांत्रिकी प्रभाग, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद, नई दिल्ली



आर.के. श्रीवास्तव
स्कासट, जम्मू



प्रसून वर्मा
आईसीएआर. भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर



गोपाल कारपेंटर
आईसीएआर- केंद्रीय कृषि अभियांत्रिकी संस्थान, भोपाल



राजेश मोदी
आईसीएआर. भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान, लखनऊ



राकेश कुमार कुशवाहा
भाकअनुप-केंद्रीय कृषि अभियांत्रिकी संस्थान, भोपाल

आधुनिक कृषि अभियांत्रिकी का ये संस्करण, इंडियन सोसाइटी ऑफ एग्रीकल्चर इंजीनियर्स की एग्रीकल्चरल इंजीनियरिंग टुडे पत्रिका, भाग 50 अंक 1 का हिंदी अनुवाद है।

(दूरभाष: 011-21520143; ई-मेल: isae1960@gmail.com; वेबसाइट: www.isae.in)

इस प्रकाशन से संबंधित सभी पत्राचार निम्नलिखित पते को संबोधित किये जाएं:

प्रधान संपादक आईटी, इंडियन सोसाइटी ऑफ एग्रीकल्चर इंजीनियर्स, जी-4, ए-ब्लाक (जीएफ),

नेशनल सोसाइटीज ब्लाक, नेशनल एग्रीकल्चर साइंस सेंटर (एनएएससी) काम्प्लेक्स, देव प्रकाश शास्त्री मार्ग, पूसा कैम्पस, नई दिल्ली- 110012, भारत

ई-मेल: chiefeditoraet@isae.in

लेखकों द्वारा व्यक्त की गई राय एग्रीकल्चर इंजीनियरिंग टुडे या आई.एस.ए.ई की नहीं है।

संशय की स्थिति में 'एग्रीकल्चर इंजीनियरिंग टुडे' का अंग्रेजी रूपांतर ही अंतिम मान्य है।

अंशदान ब्यौरे

	अंतरदेशीय	विदेश
वार्षिक अंशदान	Rs. 3000.00	US\$ 550.00
एक प्रति के लिए	Rs. 900.00	US\$ 200.00
अतिरिक्त डाक और हैंडलिंग शुल्क		
पूरे वर्ष के लिए	Rs. 200.00	US\$ 50.00
एक प्रति के लिए	Rs. 75.00	US\$ 25.00

भुगतान के लिए शुल्क सहित चेक/ड्राफ्ट नई दिल्ली में देय एवं 'भारतीय कृषि अभियंता' सोसाइटी के नाम से तैयार करें और उसे महासचिव 'इंडियन सोसाइटी ऑफ एग्रीकल्चरल इंजीनियर्स', जी-4, ए-ब्लाक (जीएफ), नेशनल सोसाइटीज ब्लाक, नेशनल एग्रीकल्चरल साइंस सेंटर (नास) कॉम्प्लेक्स, देव प्रकाश शास्त्री मार्ग पूसा कैम्पस, नई दिल्ली- 110012, भारत को भिजवाएं।

न्यू यूनाइटेड प्रोसेस, ए-26, नारायणा इंडस्ट्रियल एरिया, फेज दो, नई दिल्ली-110028, मोबाइल: 9811426024 में मुद्रित।

अन्तर्वस्तु

आधुनिक कृषि अभियांत्रिकी 5 (1)

- 01** **अध्यास की कलम से**
स्थिरता के लिए कृषि प्रौद्योगिकियों की शक्ति का उपयोग
डॉ. एस. एन. झा
- 04** कृषि की सततता हेतु प्रौद्योगिकियाँ
डॉ. टी. जनकीराम एवं डॉ. एस. विजय राकेश रेड्डी
- 07** तमिलनाडु के अरियंडिपुरम के मिर्च किसानों के लिए, सिंजेटा का 'हॉट' प्रयोग मीठे परिणाम दे रहा है
सुशील कुमार
- 13** किसानों के हितों के अनुरूप जैव ईंधन लक्ष्यों का पुनर्समायोजन: नीतियों में त्वरित सुधार की आवश्यकता
कृष्ण बीर चौधरी
- 17** सततता हेतु कृषि प्रौद्योगिकियाँ: भारत के लघु एवं सीमांत किसानों पर परिप्रेक्ष्य
पवन कुमार
- 19** भारतीय खेतों में परिशुद्ध कृषि वास्तव में कैसी दिखती है
एश्लिन नानमारन
- 21** कृषि के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई), जैव प्रौद्योगिकी और स्वचालन तकनीकें
दीपक पारीक
- 23** कम में अधिक उगाना — कृषि प्रौद्योगिकी किस प्रकार टिकाऊ खेती को आकार दे रही है
अनुराग सक्सेना एवं प्रीती राजकुमारी
- 25** पर्यावरणीय सततता के लिए भारतीय कृषि का आधुनिकीकरण
बी.बी. रमना राव एवं सुरेंद्र सिंह
- 27** भारत की कृषि के सुदृढ़ीकरण हेतु कृषि-प्रौद्योगिकी का प्रभावी उपयोग
डॉ. बी. विजयन
- 29** हिमालय की चुभने वाली बिच्छू बूटी (अर्टिका डायोइका) के पोषण संबंधी एवं औषधीय गुण
संध्या ध्यानी एवं सिमरन कौर अरोरा
- 31** लघु एवं सीमांत किसानों के लिए कृषि प्रौद्योगिकियाँ
डॉ. आशुतोष पाल
- 33** मिट्टी, कौशल और आत्मनिर्भरता: वर्मीकम्पोस्ट प्रशिक्षण किस प्रकार ग्रामीण महिलाओं के जीवन को बदल रहा है
कपिल वर्मा
- 35** झारखंड के लिए स्थिरता-उन्मुख कृषि प्रौद्योगिकी
अजय सिंह
- 37** जलकृषि में प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग
प्रताप मुखोपाध्याय
- 41** कृषि का डिजिटल बदलाव: फार्म से सीख
स्वप्निल (नील) जाधव
- 43** प्रौद्योगिकी किस प्रकार खेतों और आपूर्ति श्रृंखलाओं के बीच मजबूत संबंध बनाने में सहायता कर रही है
विनय नायर
- 45** जीएम फसलों पर पुनर्विचार: वादे, जोखिम और स्थिरता को संतुलित करना
डॉ. आर. विनोय
- 47** रेशे के पीछे का परिश्रम : भारत की कपास अर्थव्यवस्था में श्रम बोज़, स्वचालन और रोबोटिक्स के अवसर
चेतन एम. बडगुजर, मृत्युंजय पधियारी एवं लोरी डंकन
- 51** हाइड्रोपोनिक संरक्षित खेती में चेरी टमाटर में फल धब्बा विकार
सूर्यप्रकाश कुक्यान, भनोथु शिवा, सुरेश राव ई.वाय., रणजीत गोपाल पाटिल एवं वेनुतेजा रेड्डी
- 54** पर्वतीय क्षेत्रों में लघु कृषि यंत्रिकरण: एक लैंगिक दृष्टिकोण
डॉ. सुखबीर सिंह एवं डॉ. ओमप्रभा
- 59** खुले पैन वाली गुड़ भट्टियों में डिजाइन और दहन नवाचारों के माध्यम से ऊर्जा दक्षता में सुधार
एस.आई. अनवर
- 63** पंजाब में यांत्रिक धान रोपाई मशीनों की स्थिति, बाधाएँ और संभावनाएँ
दविंदर सिंह, डॉ. बलदेव डोगरा एवं डॉ. महेश कुमार नारंग
- 67** ट्रैक्टरों और हलों से परे: एआई और नैनो-ड्रोन से भारतीय खेती के भविष्य की समृद्धि
डॉ. जॉली मसोह, सुश्री पशमा

स्थिरता के लिए कृषि प्रौद्योगिकियों की शक्ति का उपयोग

डॉ. एस. एन. झा

अध्यक्ष, भारतीय कृषि अभियंता सोसायटी (आईएसएई) एवं उप महानिदेशक (कृषि इंजीनियरिंग), भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् (आईसीएआर), नई दिल्ली

वैश्विक कृषि क्षेत्र वर्तमान में दोहरी चुनौतियों

2050 तक लगभग 10 अरब तक पहुँच रही अनुमानित जनसंख्या का पेट भरना और साथ ही इसके पर्यावरणीय प्रभाव को भारी मात्रा में कम करना, का सामना कर रही है। कृषि अभी विश्व के कुल मीठे पानी का लगभग 70% उपभोग करती है और वैश्विक ऊर्जा खपत के लगभग 30% तथा ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन के 22-37% के लिए उत्तरदायी है। हमारा भारतवर्ष अब केन्द्रीय मंच पर है और ऐसे परिदृश्य में विश्व को भरपेट भोजन उपलब्ध कराने के विशाल कार्य को पूरा करने में देश को महत्वपूर्ण भूमिका निभानी है। सटीक खेती (Precision Farming) और इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) से लेकर उन्नत जैव प्रौद्योगिकी (Advanced Biotechnology) तक आधुनिक कृषि प्रौद्योगिकियों का उपयोग करना अब वैकल्पिक नहीं रहा, बल्कि दीर्घकालिक स्थिरता प्राप्त करने के लिए एक अनिवार्य आवश्यकता बन गई है।

सतत कृषि प्रौद्योगिकी के स्तंभ

सतत कृषि तीन मूल आयामों को एकीकृत करती है: पर्यावरणीय स्वास्थ्य, आर्थिक लाभप्रदता और सामाजिक समानता।



पारंपरिक प्रौद्योगिकियों में किसानों की घटती रुचि और जलवायु परिवर्तन स्थिति को और अधिक जटिल बनाते हैं। आधुनिक



प्रौद्योगिकियाँ इन चुनौतियों का समाधान कई प्रमुख नवाचारों के माध्यम से करती हैं:

सटीक कृषि: इसे अक्सर 'स्मार्ट फार्मिंग' कहा जाता है। सटीक कृषि सही समय पर और सही स्थान पर सही इनपुट (जल, उर्वरक या कीटनाशक) लगाने के लिए जीपीएस, सेंसर और डेटा विश्लेषण (डेटा एनालिटिक्स) का उपयोग करती है (चित्र-1)।

सटीक खेती के लिए परिवर्तनीय-दर प्रौद्योगिकी

■ **संसाधन दक्षता:** सटीक अनुप्रयोग उर्वरक और कीटनाशक के उपयोग को 10-20% तक और जल उपयोग दक्षता को 4-7% तक कम कर सकता है।

■ **मृदा स्वास्थ्य:** लक्षित छिड़काव और



चित्र 1: सटीक खेती के लिए परिवर्तनीय-दर प्रौद्योगिकी

नियंत्रित मशीनरी यातायात रासायनिक अपवाह और मृदा संघनन को कम करते हैं।

• **इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) और रियल-टाइम मॉनिटरिंग:** परस्पर जुड़े सेंसर मृदा नमी, पीएच, तापमान और पोषक तत्वों के स्तर, फसल स्वास्थ्य, फसल की गुणवत्ता और उनके प्रबंधन पर निरंतर डेटा प्रदान करते हैं।

• यह डेटा-संचालित दृष्टिकोण पारंपरिक 'एकसमान' उपचारों को स्थल-विशिष्ट प्रबंधन से प्रतिस्थापित करता है, जिससे किसान सूखे या कीट संक्रमण जैसे पर्यावरणीय खतरों के प्रति सक्रिय रूप से प्रतिक्रिया कर सकते हैं।

• **कृषि जैव प्रौद्योगिकी:** जैव प्रौद्योगिकी सूखा-सहिष्णु और ताप-प्रतिरोधी किस्मों के विकास को सुगम बनाती है, जो गर्म होते ग्रह के अनुकूल होने के लिए अत्यंत आवश्यक है। CRISPR जीन संपादन और मार्कर-सहायता प्राप्त चयन जैसी तकनीकें ऐसी फसलें तैयार करती हैं जो स्वाभाविक रूप से अधिक लचीली होती हैं। इस क्षेत्र में कृत्रिम

बुद्धिमत्ता और रोबोटिक्स के अनुप्रयोग से सटीकता प्राप्त करने और किस्म विकास प्रक्रिया को त्वरित करने में सहायता मिलेगी।

■ **रासायनिक निर्भरता में कमी:** इंजीनियर्ड कीट-प्रतिरोधी फसलें (जैसे, Bt कपास) सिंथेटिक कीटनाशकों की आवश्यकता को उल्लेखनीय रूप से कम करती हैं।

तकनीकी नवाचार प्रगति में हैं

• **वर्टिकल फार्मिंग एवं नियंत्रित वातावरण कृषि:** फसलों को परतों में व्यवस्थित करके और एलईडी प्रकाश, स्वचालित पर्यावरण नियंत्रित कृषि का उपयोग करके, ऊर्ध्वाधर फार्म शहरी केंद्रों में 95% तक कम जल और लगभग बिना कीटनाशकों के खाद्य उत्पादन कर सकते हैं।

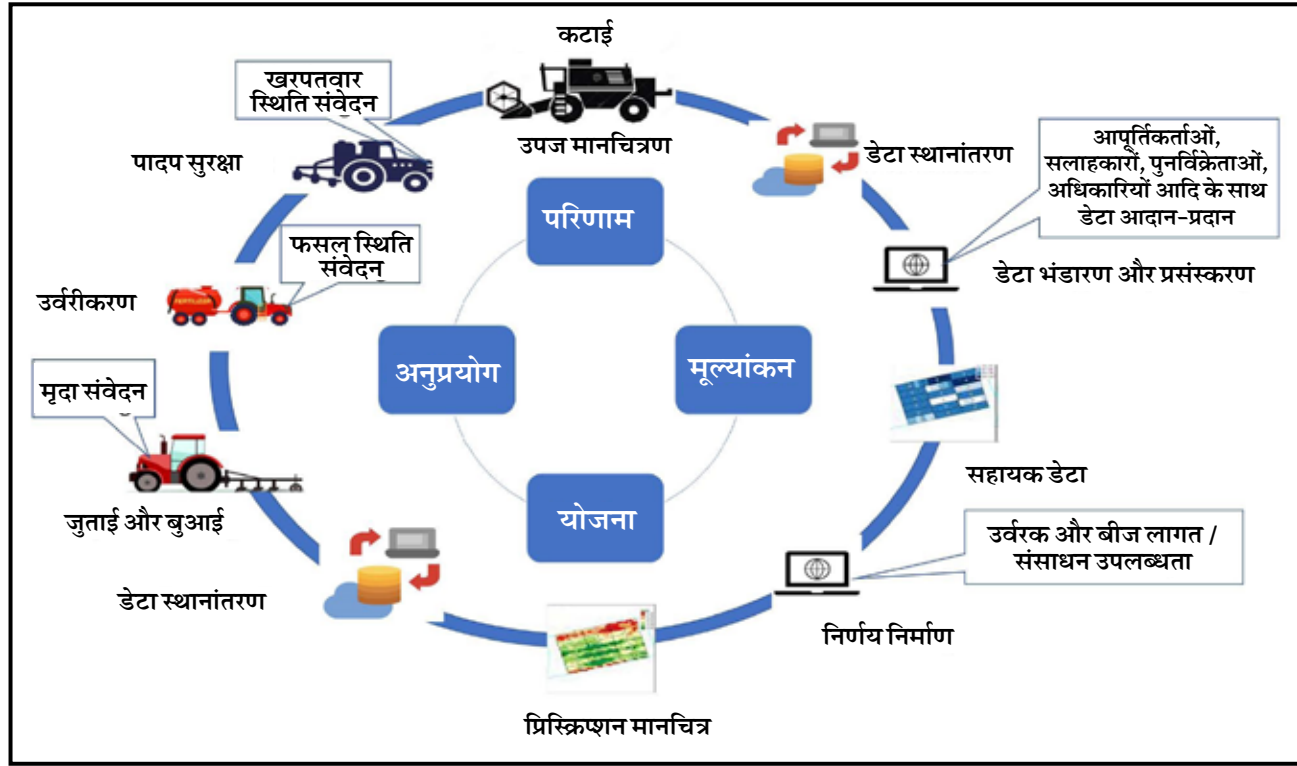
• **रोबोटिक्स और स्वचालन :** स्वायत्त ट्रैक्टर और निराई रोबोट श्रम लागत को कम करते हैं और हानिकारक रसायनों के प्रति मैनुअल संपर्क को समाप्त करते हैं। यह किसानों और अन्य हितधारकों को खेत की

तैयारी से लेकर भंडारण, प्रसंस्करण और विपणन सहित आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन तक अधिक सुविधा प्रदान करता है।

• **ट्रेसिबिलिटी के लिए ब्लॉकचेन:** यह किसी उत्पाद की खेत से उपभोक्ता तक की यात्रा के अपरिवर्तनीय रिकॉर्ड बनाता है, स्थिरता के दावों को सत्यापित करता है और खाद्य सुरक्षा प्रतिक्रिया समय में सुधार करता है।

• **नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण:** सौर-ऊर्जा चालित सिंचाई और बायोमास ऊर्जा खेत संचालन के कार्बन पदचिह्न को कम करती है और भारत कई विकासशील/विकसित देशों की तुलना में कहीं बेहतर प्रगति कर रहा है।

आर्थिक और सामाजिक प्रभाव
तकनीकी अपनाना 'कृषि मूल्य-वर्धन' (AGRIVA) का एक प्रमुख चालक है, जो यंत्रीकरण/सिंचाई अवसंरचना और आर्थिक विकास के बीच एक मजबूत सकारात्मक



चित्र सं. 1: खेत से परे, प्रौद्योगिकी संपूर्ण आपूर्ति श्रृंखला और वैकल्पिक उत्पादन, प्रसंस्करण तथा आपूर्ति श्रृंखला विधियों में क्रांति ला रही है

सहसंबंध दर्शाता है। किसानों के लिए, ये उपकरण निम्नलिखित प्रदान करते हैं:

- **बढ़ी हुई लाभप्रदता:** अध्ययनों से पता चलता है कि एआई और सटीक कृषि वैश्विक परिचालन लागत को सालाना 22% से अधिक कम कर सकती है, जबकि उपज में लगभग 4% की वृद्धि कर सकती है।
- **जीवन गुणवत्ता में सुधार:** स्वचालन श्रम के शारीरिक बोझ और अप्रत्याशित चरों के प्रबंधन के मानसिक तनाव को कम करता है।
- **लघुभूमिधारकों (किसानों) का सशक्तिकरण:** डिजिटल बाजार ऐसे किसानों को बिचौलियों से बचा कर वैश्विक खरीदारों तक सीधे पहुँचने में सक्षम बनाते हैं, जिससे उचित मूल्य निर्धारण सुनिश्चित होता है।

चुनौतियाँ और भविष्य के परिप्रेक्ष्य
संभावनाओं के बावजूद, व्यापक अपनाने में महत्वपूर्ण बाधाएँ बनी हुई हैं:

- **उच्च प्रारंभिक लागत:** उन्नत मशीनरी और सेंसर नेटवर्क के लिए पर्याप्त अग्रिम निवेश की आवश्यकता होती है, जो सरकारी सब्सिडी या ऋण कार्यक्रमों के बिना लघु किसानों की पहुँच से अक्सर बाहर होती है।
- **डिजिटल विभाजन:** विश्वसनीय इंटरनेट कनेक्टिविटी और तकनीकी विशेषज्ञता अभी भी कई ग्रामीण और विकासशील क्षेत्रों में अपर्याप्त है। ग्राम/पंचायत, ब्लॉक और जिला स्तर पर पर्याप्त संख्या में प्रशिक्षित कृषि अभियंताओं की तैनाती जितनी जल्दी हो सके उतना बेहतर है।
- **सार्वजनिक धारणा:** किसानों और उपभोक्ताओं की धारणाएँ अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। उच्च-तकनीक का उपयोग स्थिरता के लिए अत्यावश्यक होते हुए भी, ऐसी प्रौद्योगिकियों को लेकर संदेह और डेटा गोपनीयता की चिंताएँ आधुनिक प्रौद्योगिकियों

की उपभोक्ता स्वीकृति को धीमा कर रही हैं। टिकाऊ कृषि का भविष्य एक समग्र रणनीति पर निर्भर करता है जो उच्च-तकनीकी नवाचारों को सामाजिक जिम्मेदारी के साथ जोड़ती है। 'कृषि 4.0' (सटीकता) से 'कृषि 5.0' (स्वायत्त, AI-संचालित) की ओर परिवर्तन के लिए सरकारों, तकनीकी कंपनियों और कृषि समुदाय के बीच सहयोग की आवश्यकता होगी, ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि ये शक्तिशाली उपकरण सुलभ, न्यायसंगत और ग्रह के लिए वास्तव में पुनर्स्थापनकारी हों।



कृषि की सततता हेतु प्रौद्योगिकियाँ



डॉ. टी. जनकीराम¹ एवं डॉ. एस. विजय राकेश रेड्डी²

¹पूर्व कुलपति, डॉ. वाईएसआरएचयू, आंध्र प्रदेश; # 180, एसएफएस-208, चौथी मेन रोड, चौथा चरण, येलहंका न्यू टाउन, बेंगलुरु- 560 064, कर्नाटक (ushajanaki2023@gmail.com)।
²वरिष्ठ वैज्ञानिक, पीएचडी एवं एई प्रभाग, भाकृअनुप-भारतीय बागवानी अनुसंधान संस्थान, हेसरघट्टा लेक पोस्ट, बेंगलुरु- 560 089, कर्नाटक (drrakesh.reddyiihr@gmail.com)।

कृषि प्रौद्योगिकी, सटीक उपकरणों, जैव-प्रौद्योगिकी और कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) में हो रहे अत्याधुनिक शोध से प्रेरणा लेते हुए, उत्पादकता बढ़ाने के साथ-साथ पर्यावरण को होने वाले नुकसान को कम करके खेती में एक क्रांति ला रही है। हाल के अध्ययनों में यह बात सामने आई है कि ये नवाचार संसाधनों की बर्बादी को कम कर सकते हैं और जलवायु संबंधी चुनौतियों के बीच टिकाऊ खेती को बढ़ावा दे सकते हैं। वर्तमान में, वैश्विक कृषि क्षेत्र एक गहरे बदलाव के दौर से गुजर रहा है। वर्ष 2050 तक अनुमानित 10 अरब की जनसंख्या का पेट भरने और जलवायु परिवर्तन के बढ़ते प्रभावों — इन दोनों चुनौतियों का सामना करते हुए, यह क्षेत्र अब केवल साधारण मशीनीकरण से आगे बढ़ चुका है। आज का ध्यान बुद्धिमान, स्वचालित और पुनर्जीवित करने वाली प्रणालियों पर केंद्रित है, जो खेत को केवल एक उत्पादन केंद्र के रूप में नहीं, बल्कि एक जटिल पारिस्थितिकी तंत्र के रूप

में देखती हैं।

स्थायित्व में योगदान देने वाली प्रमुख प्रौद्योगिकियाँ

आधुनिक कृषि-प्रौद्योगिकी में जीपीएस, ड्रोन और आईओटी सेंसर का उपयोग करते हुए सटीक खेती (प्रेसिशन एग्रीकल्चर) शामिल है, जो उपज को 20-30% तक बढ़ाती है और उर्वरकों जैसे आदानों की बर्बादी को 40-60% तक कम करती है। जैव-प्रौद्योगिकी, जैसे कि क्रिस्पर (सी.आर.आई.एस.पी.आर.) तकनीक से विकसित फसलें, सूखे को सहन करने की क्षमता में सुधार करती हैं और कीटनाशकों के उपयोग को कम करती हैं — जैसा कि भारत में बीटी कपास के मामले में देखा गया है, जहाँ कीटनाशकों के छिड़काव में 50% की कमी आई है। स्मार्ट सिंचाई और एआई आधारित विश्लेषण प्रणालियाँ पानी के उपयोग को 40-60% तक अनुकूलित करती हैं और समस्याओं की पहचान 90% से अधिक

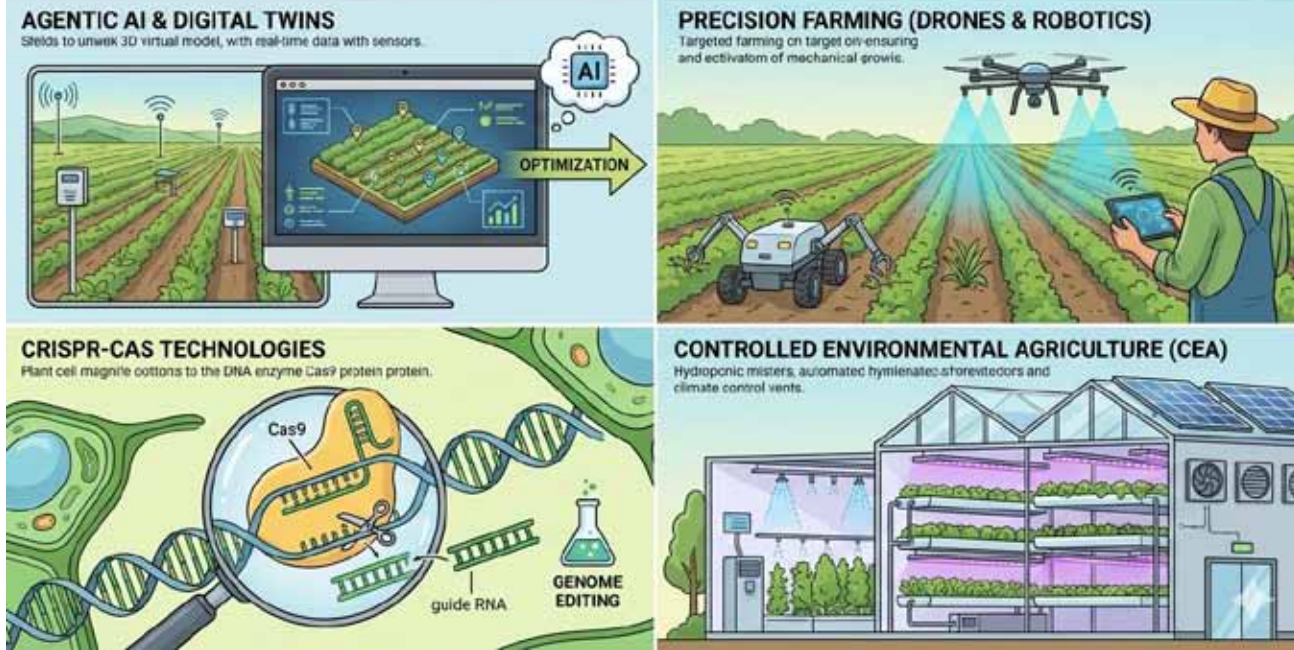
सटीकता के साथ पहले से ही कर लेती हैं।

1. एजेंटिक ए.आई. और डिजिटल ट्विन का उदय

वर्ष 2025-2026 की सबसे महत्वपूर्ण उपलब्धियों में से एक है — पूर्वानुमान लगाने वाली एआई (प्रीडिक्टिव एआई) से एजेंटिक एआई की ओर परिवर्तन। पहले की एआई प्रणालियाँ केवल सुझाव देती थीं, लेकिन एजेंटिक एआई एक श्रेणीबद्ध ढाँचे (Hierarchical Framework) पर काम करती है, जिसमें उप-एजेंट स्वतंत्र रूप से सिंचाई, कीट नियंत्रण और उर्वरक प्रबंधन जैसे कार्यों को संभालते हैं — और ये सभी खेत के एक केंद्रीय 'डिजिटल ट्विन' के निर्देशन में काम करते हैं।

डिजिटल ट्विन वास्तविक खेतों की आभासी प्रतिकृतियाँ होती हैं, जो आईओटी सेंसर, उपग्रह चित्रों और मौसम डेटा (वेदर ए.पी.

SUSTAINABLE AGRICULTURAL TECHNOLOGIES



आई.) से मिली जानकारी को वास्तविक समय में एकीकृत करती हैं। ये किसानों को 'क्या होगा अगर' विश्लेषण करने की सुविधा देती हैं — यानी पानी की एक बूँद खर्च किए बिना यह जाना जा सकता है कि किसी विशेष फसल पर अलग-अलग सिंचाई या पोषक तत्वों का क्या प्रभाव पड़ेगा। दूरदराज के उन क्षेत्रों में जहाँ इंटरनेट कनेक्टिविटी कमजोर है, वहाँ इन एआई मॉडलों की सहायता के लिए अब xDTs (हल्के डिजिटल ट्विन) को ड्रोन और स्वचालित सेंसर जैसे एज डिवाइस (Edge Devices) पर तैनात किया जा रहा है, जिससे बिना इंटरनेट के भी तत्काल निर्णय लिए जा सकते हैं।

2. ड्रोन और रोबोटिक्स के साथ सटीक स्वचालन

रोबोटिक्स अब प्रयोगात्मक प्रोटोटाइप से आगे बढ़कर खेतों में काम करने योग्य मजदूर के रूप में विकसित हो चुकी है। वर्ष 2026 में 'नाजुक' कार्यों का स्वचालन एक प्रमुख लक्ष्य है, विशेष रूप से बहुवर्षीय फसलों और बागवानी में। बड़े पैमाने पर स्वचालित इलेक्ट्रिक ड्रोन, जैसे कि गार्डियन एग्रिकल्चर SC1, अब पारंपरिक फसल-छिड़काव विमानों की जगह ले रहे हैं। ये ड्रोन 200 पाउंड तक का भार उठाने में सक्षम हैं



और सटीक मार्गदर्शन प्रणाली का उपयोग करके रासायनिक बहाव (Chemical Drift) को समाप्त करते हैं, जिससे कीटनाशकों के उपयोग में 30% तक की कमी आती है। सॉफ्ट रोबोटिक्स और उन्नत कंप्यूटर विज्ञान पर हो रहे शोध ने मशीनों को चुनिंदा छँटाई (सेलेक्टिव प्रूनिंग) और फल तुड़ाई जैसे कार्य उपज को नुकसान पहुँचाए बिना करने में सक्षम बनाया है।

3. अगली पीढ़ी की कृषि जैव-प्रौद्योगिकी जैव-प्रौद्योगिकी अब 'प्रकृति-अनुकूल' समाधानों की ओर बढ़ रही है, जो कृत्रिम रसायनों पर निर्भरता को कम करते हैं। वर्ष 2025 में अत्यंत सूक्ष्म क्रिस्पर-Cas12j-8 न्यूक्लियेज़ (CRISPR-Cas12j-8 Nucleases) की शुरुआत से चावल और सोयाबीन जैसी प्रमुख फसलों में जीन-संपादन की दक्षता में उल्लेखनीय सुधार हुआ है।



इसके अलावा, क्रिस्पर-जीपीटी (CRISPR-GPT), एक एआई प्रणाली, अब जीन-संपादन कार्यप्रवाह (जीन-एडिटिंग वर्कफ्लो) के डिज़ाइन को स्वचालित रूप से तैयार करती है। सिंथेटिक जीव-विज्ञान (सिंथेटिक बायोलॉजी) का उपयोग एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीवों (माइक्रोब्स) को विकसित करने के लिए किया जा रहा है। ये सूक्ष्मजीव पौधों के ऊतकों के भीतर रहते हैं और आवश्यकतानुसार फाइटोहार्मोन या कीटनाशक पेप्टाइड उत्पन्न करते हैं — ये एक गतिशील 'जीवित' उर्वरक की तरह कार्य करते हैं जो फसल की वास्तविक समय की जरूरतों के अनुसार अपने आप को ढाल लेते हैं।

4. पुनर्योजी प्रौद्योगिकी और कार्बन उपयोग स्थायित्व को अब तेजी से एमआरवी — मापन, रिपोर्टिंग और सत्यापन प्रौद्योगिकियों के माध्यम से मापा जा रहा है। ये उपकरण मिट्टी में कार्बन संग्रहण को उच्च सटीकता के साथ ट्रैक करते हैं, जिससे किसान कार्बन क्रेडिट बाज़ार के माध्यम से अपनी टिकाऊ कृषि पद्धतियों से आर्थिक लाभ उठा सकते हैं। केवल कार्बन भंडारण से आगे बढ़ते हुए, कार्बन उपयोग की दिशा में भी प्रौद्योगिकियाँ तेजी से विकसित हो रही हैं। जैविक अपशिष्ट से तैयार बायोचार कार्बन को सैकड़ों वर्षों तक मिट्टी में बंद रखता है और साथ ही भूमि की उर्वरता को भी बढ़ाता है। आईओटी आधारित मिट्टी निगरानी प्रणालियाँ अब मिट्टी में सूक्ष्मजीवी विविधता और कार्बन स्तर पर वास्तविक समय में डेटा प्रदान करती हैं —

इससे ध्यान 'किसी भी कीमत पर अधिक उपज' से हटकर 'सेवा के रूप में भूमि पुनर्स्थापना' की ओर केंद्रित हो रहा है।

5. नियंत्रित पर्यावरण कृषि वर्टिकल फार्मिंग और हाइड्रोपोनिक्स का विस्तार लगातार हो रहा है, विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जो शहरीकरण से प्रभावित हैं या जहाँ पानी की भारी कमी है। वर्ष 2025 तक, एरोपोनिक प्रणालियों ने यह सिद्ध कर दिया है कि वे पारंपरिक खेती की तुलना में 90-95% कम पानी में फसल उगा सकती हैं। इनकी दक्षता के बावजूद, वर्टिकल फार्म पारंपरिक ग्रीनहाउस की तुलना में 4 से 10 गुना अधिक ऊर्जा की खपत करते हैं। इनकी दीर्घकालिक व्यवहार्यता के लिए नवीकरणीय ऊर्जा और उच्च-दक्षता वाली एलईडी का एकीकरण अत्यंत आवश्यक है।

पर्यावरणीय लाभ

ये प्रौद्योगिकियाँ पुनर्योजी कृषि पद्धतियों और नवीकरणीय ऊर्जा के एकीकरण के माध्यम से ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को कम करती हैं और जैव-विविधता के संरक्षण में सहायक हैं। सटीक खेती से खरपतवारनाशक/कीटनाशकों के उपयोग में 9%, जीवाश्म ईंधन में 6% और पानी की खपत में 4% की कमी आती है, साथ ही मिट्टी की गुणवत्ता में भी सुधार होता है। नैनो-प्रौद्योगिकी और वर्टिकल फार्मिंग भूमि और पानी की आवश्यकता को 95% तक और कम कर देती हैं, जिससे चक्रीय अर्थव्यवस्था को बल मिलता है।

आर्थिक और सामाजिक प्रभाव इन प्रौद्योगिकियों को अपनाने से किसानों की आय में वृद्धि होती है — लागत में बचत और टिकाऊ उत्पादों के लिए बेहतर बाज़ार मूल्य मिलने से। सटीक उपकरणों के उपयोग से उत्पादन में 4% की वृद्धि देखी गई है। विकासशील क्षेत्रों में, आईओटी छोटे किसानों को जैविक खेती की ओर संक्रमण में सहायता करता है, कार्बन कटौती को मापने में मदद करता है और सामाजिक समानता को बढ़ावा देता है। 'नैनो-प्रौद्योगिकी के माध्यम से कृषि स्थायित्व' जैसी पुस्तकें वैश्विक स्तर पर विस्तार के लिए संसाधन-दक्षता पर बल देती हैं।

निष्कर्ष

टिकाऊ कृषि का भविष्य इन सभी प्रौद्योगिकियों के समन्वय में निहित है। वर्ष 2026 तक, सबसे सफल कृषि कार्य वे होंगे जो कृत्रिम मेधा-आधारित अंतर्दृष्टि, क्रिस्पर (सी.आर.आई.एस.पी.आर.) से उन्नत फसल प्रतिरोधकता और पुनर्योजी मृदा प्रबंधन को एक एकीकृत, डेटा-संचालित कार्यप्रवाह में सम्मिलित करते हैं।



तमिलनाडु के अरियांदिपुरम के मिर्च किसानों के लिए, सिंजेंटा का 'हॉट' प्रयोग मीठे परिणाम दे रहा है

सौर ड्रायर से मिर्च सुखाने का 10 दिन का काम हुआ 2 दिन में

सुशील कुमार

प्रबंध निदेशक, सिंजेंटा इंडिया

भारत की लाल तीखी मिर्च को किसी परिचय की आवश्यकता नहीं है। इसने न केवल अपने स्वाद से, बल्कि वैश्विक निर्यात आंकड़ों से भी वैश्विक मसाला बाजार पर विजय प्राप्त की है — भारत इसका प्रमुख निर्यातक है। दशकों से किसान इस मसाले को सुखाने के लिए सूर्य देवता पर निर्भर रहे हैं, जो इसे जीवंत चमक प्रदान करता है — एक ऐसा रंग जो सीधे इसकी तीक्ष्णता और बाजार मूल्य से जुड़ा है। तथापि, खुली सड़कों या आंगनों पर बिछी लाल मिर्चों के इस दृश्य के पीछे एक निरंतर निर्भरता छिपी है — जो किसानों की आय को मौसम की अनिश्चितता से बाँध देती है।

खुली परिस्थितियों में मिर्च सुखाने से वे बारिश, हवा और धूल या जानवरों से होने वाले प्रदूषण के प्रति असुरक्षित हो जाती हैं। ऐसी अर्थव्यवस्था में जहाँ गुणवत्ता ही मूल्य निर्धारित करती है, ऐसी क्षति विनाशकारी हो सकती है। पारंपरिक प्रक्रिया, यद्यपि अनुभव में गहरी जड़ें रखती है, निरंतर श्रम, निगरानी और धैर्य की माँग करती है — एक सुखाने के चक्र के लिए अक्सर दस दिन तक का समय लग जाता है।

एक सरल, टिकाऊ हस्तक्षेप सिंजेंटा इंडिया में हमारा निरंतर प्रयास ऐसी



खाइयों को पाटना रहा है — सरल, मापनीय और टिकाऊ हस्तक्षेपों के साथ पुरानी प्रथाओं का आधुनिकीकरण करना। तमिलनाडु के अरियांदिपुरम में 'हैंड इन हैंड इंडिया' के साथ साझेदारी में स्थापित सोलर ड्रायर सुविधा इसी दर्शन को मूर्त रूप देती है।

180 वर्ग फीट का यह सौर सुखाने का यार्ड 13 लाख (लगभग \$15,000) की लागत से लोअर वैगई इलयांगुडी किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ) के सदस्यों की सेवा के लिए निर्मित किया गया। यह सुविधा एक नियंत्रित, सौर-ऊर्जा चालित वातावरण बनाती है जो सुखाने की प्रक्रिया को तेज करती है और उपज को बाहरी तत्वों से सुरक्षित रखती है।

यह देखने में मामूली लग सकती है — पारदर्शी पैनलों और धातु के ढाँचे से निर्मित एक ग्रीनहाउस जैसी — फिर भी इसका प्रभाव परिवर्तनकारी रहा है। जो काम कभी दस दिन तक लेता था, वह अब केवल दो से तीन दिन में हो जाता है। दक्षता में यह पाँच गुना वृद्धि न केवल श्रम और कटाई-पश्चात होने वाली हानि को कम करती है, बल्कि किसानों को अपनी उपज तेजी से बाजार में लाने में भी सक्षम बनाती है — वह गहरा लाल रंग और तीक्ष्णता बनाए रखते हुए जो खरीदार चाहते हैं।

इस पहल को विशेष रूप से महत्वपूर्ण बनाने वाली बात केवल प्रौद्योगिकी नहीं, बल्कि इसके पीछे का मॉडल है। सोलर ड्रायर का स्वामित्व एवं प्रबंधन किसान उत्पादक संगठन द्वारा सामूहिक रूप से किया जाता

है। सदस्य एक नाममात्र उपयोग शुल्क देते हैं, जो रखरखाव में जाता है — स्वामित्व और स्थिरता दोनों सुनिश्चित करते हुए।

ऐसे समुदाय-नेतृत्व वाले मॉडल आत्मनिर्भरता और जवाबदेही को सुदृढ़ करते हैं और नवाचार तक पहुँच को लोकतांत्रिक बनाते हैं। जब लघु किसान प्रौद्योगिकी की बागडोर संभालते हैं, तो लाभ व्यक्तिगत लाभ से आगे बढ़कर सामूहिक समृद्धि तक पहुँचता है। मिर्च का तेज सूखना अर्थात् कटाई और बिक्री के बीच का समय कम होना। बेहतर गुणवत्ता की उपज बेहतर मूल्य दिलाती है। मौसम पर कम निर्भरता अधिक स्थिरता प्रदान करती है।

ये सुधार क्रमिक लग सकते हैं, किंतु मिलकर वे लचीली कृषि की एक शक्तिशाली नींव बनाते हैं — एक ऐसी नींव जो किसानों को बदलती जलवायु परिस्थितियों और अस्थिर बाजारों के अनुकूल आत्मविश्वास के साथ ढलने में सक्षम बनाती है।

व्यापक संदर्भ: आर्थिक फसल के रूप में मिर्च

भारत विश्व के सबसे बड़े मिर्च उत्पादकों और निर्यातकों में से एक है। वैश्विक स्तर पर सूखी मिर्च का बाजार 2024 में \$6.31 बिलियन का था और 2030 तक उच्च गुणवत्ता वाले, टिकाऊ रूप से उत्पादित मसालों की बढ़ती माँग के कारण \$7.82 बिलियन तक पहुँचने की उम्मीद है।

बहरहाल, कटाई-पश्चात का चरण ऐतिहासिक रूप से इस मूल्य शृंखला की एक कमजोर कड़ी रहा है। अपर्याप्त सुखाने, अनुचित भंडारण और असंगत प्रसंस्करण ने अक्सर किसानों को अपनी फसल की पूरी क्षमता का लाभ उठाने से रोका है।

अरियांदिपुरम जैसी सौर सुविधाओं के माध्यम से वैज्ञानिक सुखाने की प्रणालियाँ प्रस्तुत करके, हम न केवल एक वस्तु की गुणवत्ता में सुधार कर रहे हैं — हम एक संपूर्ण पारिस्थितिकी तंत्र की दक्षता को बढ़ा रहे हैं। उचित रूप से सूखी मिर्च अपना रंग, सुगंध

और अखंडता अधिक समय तक बनाए रखती है। इनका वजन कम होता है, कम जगह घेरती हैं और परिवहन एवं भंडारण में आसान होती हैं। परिणाम होता है खराबी और बर्बादी में सीधी कमी — ऐसी समस्याएँ जो भारत भर में लघु किसानों को परेशान करती रहती हैं।

क्रियाशील स्थिरता

सोलर ड्रायर सुविधा, सिंजेंटा के टिकाऊ कृषि के व्यापक दृष्टिकोण का एक लघु रूप है — जहाँ प्रौद्योगिकी, भागीदारी और किसान सशक्तिकरण एक साथ मिलते हैं। स्थिरता हमारे लिए कोई अमूर्त लक्ष्य नहीं है; यह एक मूर्त परिणाम है — बेहतर आजीविका, कम संसाधन अपव्यय और सुदृढ़ ग्रामीण समुदायों के रूप में मापा जाता है।

नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग कर और सामुदायिक स्वामित्व को बढ़ावा देकर, यह पहल कई वैश्विक और राष्ट्रीय प्राथमिकताओं के अनुरूप है — जलवायु-स्मार्ट खेती और संसाधन दक्षता से लेकर समावेशी विकास और ग्रामीण लचीलेपन तक।

भारत टिकाऊ कृषि की ओर अपना संक्रमण जारी रखता है, अरियांदिपुरम के सबक व्यापक प्रासंगिकता रखते हैं। खेती का भविष्य इस बात पर निर्भर करेगा कि हम परंपरा और नवाचार को कितने प्रभावी ढंग से मिला सकते हैं — स्थानीय ज्ञान का सम्मान करते हुए किसानों को आधुनिक उपकरणों से लैस करना।

सौर-ऊर्जा संचालित अवसंरचना उस दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। यह कार्बन पदचिह्न को कम करती है, ऊर्जा की बचत करती है और मूर्त आर्थिक लाभ प्रदान करती है। फसलों और क्षेत्रों में ऐसे मॉडलों को विस्तारित करना भारत के कटाई-पश्चात प्रबंधन को फिर से परिभाषित कर सकता है — उन्हें स्वच्छ, तेज और अधिक लाभदायक बना सकता है।

सिंजेंटा इंडिया में, हम इसे एक बड़े आंदोलन के हिस्से के रूप में देखते हैं: किसानों को जलवायु परिवर्तन के बावजूद नहीं, बल्कि

इसलिए फलने-फूलने में सक्षम बनाना क्योंकि वे इसके लिए बेहतर तैयार हैं।

ग्रामीण समृद्धि का एक नया अध्याय सौर मिर्च ड्रायर की कहानी, मूलतः सशक्तिकरण की कहानी है। यह दर्शाती है कि कैसे लक्षित नवाचार, जब स्थिरता में निहित हो, तो विकास के नए अवसर खोल सकता है।

जब किसान उन प्रक्रियाओं पर नियंत्रण प्राप्त करते हैं जो कभी पूरी तरह प्रकृति की दया पर निर्भर थीं — तो वे आत्मविश्वास प्राप्त करते हैं। जब उनकी उपज उचित मूल्य दिलाती है — तो वे गरिमा प्राप्त करते हैं। और जब समुदाय एक साझा संसाधन को बनाए रखने के लिए एकजुट होते हैं — तो वे लचीलापन प्राप्त करते हैं।

अरियांदिपुरम परियोजना कटाई-पश्चात प्रबंधन के एक प्रयोग के रूप में शुरू हुई होगी, किंतु यह कुछ कहीं अधिक महान बन गई है — एक ऐसा मॉडल जो दर्शाता है कि टिकाऊ नवाचार किस प्रकार ग्रामीण भारत को बदल सकता है।

आगे देखते हुए, हमारा ध्यान ऐसी सफलता की कहानियों को दोहराने पर केंद्रित रहेगा — यह सुनिश्चित करते हुए कि प्रत्येक किसान, चाहे उसका आकार या भूगोल कुछ भी हो, उस ज्ञान और प्रौद्योगिकियों तक पहुँच रखता हो जो उसके भविष्य को सुरक्षित कर सके।

क्योंकि जब कृषि अधिक कुशल, न्यायसंगत और पर्यावरण के प्रति जागरूक बनती है, तो केवल किसान ही नहीं — पूरा राष्ट्र समृद्ध होता है।





1 - 2 - 3 October 2026 | BIEC Bengaluru, Karnataka | India

AN INITIATIVE BY MESSE MUENCHEN INDIA PVT. LTD. AND HORTICONNECT GLOBAL PVT. LTD.

Catalysing Tomorrow's Agriculture & Horticulture Today

ONE ROOF.
TWO BUYER WORLDS.
YOUR 2027 PIPELINE SECURED.

30,000+
sq.m of Innovation

300+
Global Exhibitors

50,000+
Targeted Buyers



Association Partners



Contact:

Mr. Bhola Mandal

Tel: +91 22 4255 4726

M: +91 9930700292

E: bhola.mandal@mm-india.in



www.agriconindia.in

TO BOOK SPACE

WHY

BENGALURU



Bangalore's strong agri base, leading technology ecosystem, strong connectivity and a quality venue with access to quality visitors makes it an ideal location for AgriCon India

Karnataka - A Strong Agricultural Base : Agriculture and its allied activities contributes 15% to state GDP and is one of the largest Agri producing states in India

High adoption of modern farming and higher mechanisation level compared to other regions

Strong Technology & Innovation Ecosystem : Bangalore is India's tech capital, making it ideal for showcasing Agricon, precision farming, drones, IoT, automation, farm software and startups

Attracts high-quality decision-makers, innovators and investors

Quality venues & strong connectivity : Has one of India's largest exhibition venues (BIEC with >83 thsd sqm) to host large shows

Has strong air, rail, road and metro links keeping the city well connected for people and business

Visitor Catchment Beyond Karnataka : Bangalore is the regional distribution hub of Southern India & easily accessible from neighbouring states (Tamil Nadu, Andhra Pradesh, Telangana, Kerala) and overseas destinations

States have high-income, technology-driven farmers, making visitor quality strong

Headquarters and base for multiple domestic & multinational companies having key decision-makers concentrated in the city

Small and niche focus segments are successful with focused shows like (Krishi Mela, HortiConnect India & Agricon India) providing overall coverage of agriculture sector



OEMs, component suppliers

Live demonstration of new age technologies & business models for implementation

Showcasing success stories / case studies of new products / technologies

Technology discussions with international players (B2B meetings)

Meetings with local / international component suppliers for localization



Food processing companies, export traders, institutional buyers

B2B meetings with potential buyers

FPO meetings with institutional / corporate buyers (food processing / exporters / international importers)

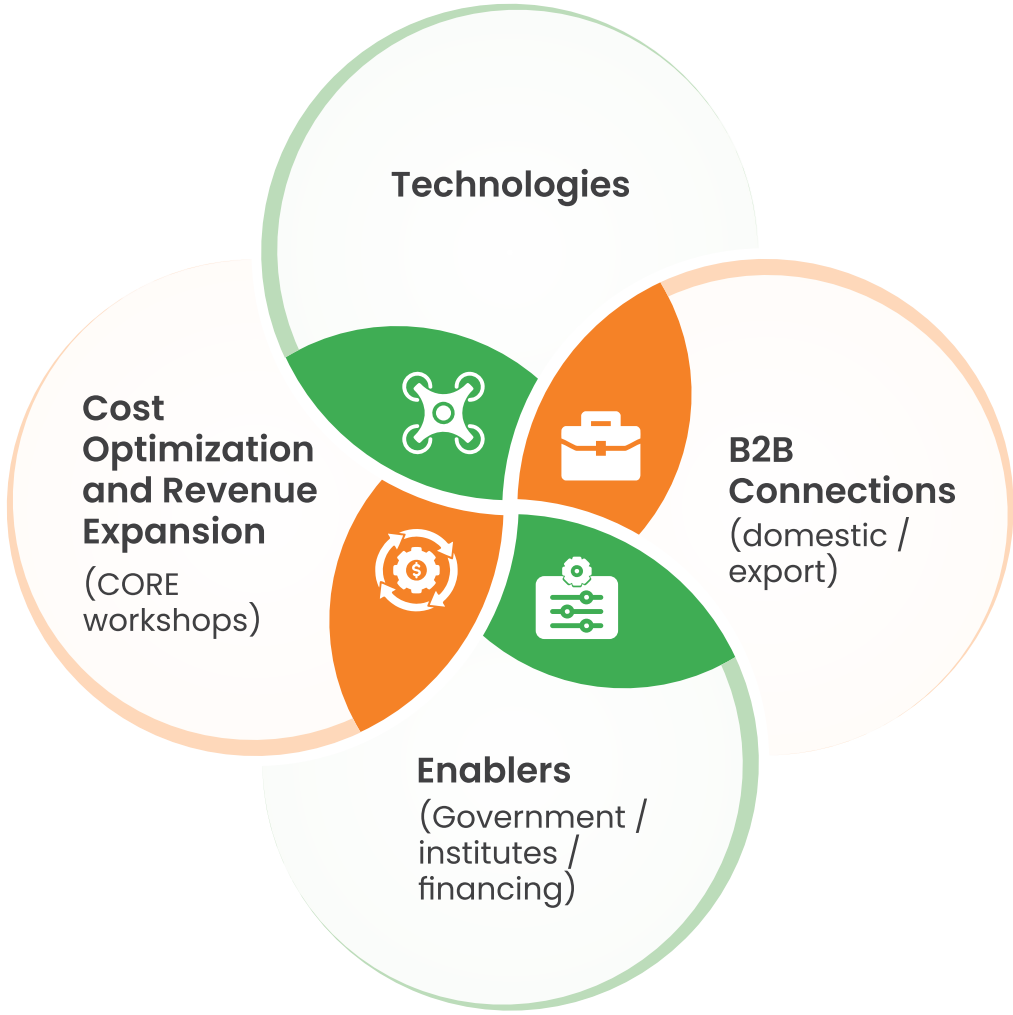
OEMs meeting with institutional buyers, CHCs, FPOs

Why AgriCon + HortiConnect Together?

Horticulture & agriculture are two sides of the same coin. HortiConnect brings India's leading horticulture platform. AgriCon India adds Messe Muenchen's global exhibition expertise. Together, they create the ONLY unified platform where growers, technology providers, and policy makers connect across BOTH sectors under one roof.

Vision

AgriCon HortiConnect will serve as "A platform to showcase national-level success stories of key farmers, new-age technologies, and states excelling in Agri practices."



Key Achievements & Testimonials Exhibitor Success (HortiConnect 2025)

Leads : 150+ Qualified leads in 3 days	Avg Rating : 4.3/5 Avg Rating	Visitor Stats: 50K+ Visitors	Repeat Exhibitors: 80%+ Planning ROI
-----------------------------------------------------	--------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------------------

Testimonial

“ Exceeded expectations. 150+ quality leads. The event was well organized ” **S. SOMASHEKHAR RAO** Maharashtra Bio Fertilizers.



FPOs, progressive farmers, influencers

Display of highest quality farm produces & land holdings (open for contract farming)

National level success stories of key farmers adopting precision farming, dual cropping, doubling of income, etc.

Core workshops on new cash crops, export potential, precision farming, new age technologies, cost optimization, generating additional revenue, etc.



Central and state government, KVKs, research institutes

Showcasing successful state agri-practices, policies, & technology needs (G2G meetings)

Initiating B2G dialogues by OEMs to display / discuss new technology products, to align future subsidy / incentives / mechanization policies at central & state governments

Display of ongoing projects / initiatives, presentation of innovations & success stories

किसानों के हितों के अनुरूप जैव ईंधन लक्ष्यों का पुनर्समायोजन: नीतियों में त्वरित सुधार की आवश्यकता

कृष्ण बीर चौधरी

अध्यक्ष, भारतीय कृषक समाज सदस्य, एमएसपी एवं कृषि मुद्दों पर उच्च स्तरीय समिति (भारत सरकार)

भारत के महत्वाकांक्षी इथेनॉल मिश्रण कार्यक्रम (ईबीपी) के 2025-26 तक 20% इथेनॉल मिश्रण के लक्ष्य के साथ, देश ने इथेनॉल उत्पादन क्षमता में पर्याप्त वृद्धि देखी है, जो अब घरेलू माँग से अधिक हो गई है। भारत सरकार की सशक्त नीतिगत प्रेरणा और हमारे किसानों की उतनी ही उत्कृष्ट प्रतिक्रिया के कारण यह 20 प्रतिशत ईबीपी का लक्ष्य समय से पहले हासिल हो सका। अब समय आ गया है कि बदले हुए परिदृश्य के अनुरूप इथेनॉल नीति को अधिक संवेदनशील बनाकर किसानों के हितों की रक्षा की जाए।

वर्तमान में, पेट्रोल में लगभग 20% इथेनॉल मिश्रण लक्ष्य पूरा करने के बाद भारत के पास 930 करोड़ लीटर की अधिशेष इथेनॉल उत्पादन क्षमता है। अक्टूबर 2025 तक, इथेनॉल उत्पादन क्षमता 1953 करोड़ लीटर थी, जबकि लगभग 20% मिश्रण के लिए खरीदा गया इथेनॉल 1023 करोड़ लीटर था।

इथेनॉल के अधिशेष अधिशेष उत्पादन के कारण, अनेक इथेनॉल डिस्टिलरियाँ अपनी अधिकतम क्षमता पर नहीं चल पा रही हैं। वर्तमान में भारत में 499 इथेनॉल डिस्टिलरियाँ संचालित हो रही हैं, जिनमें से अधिकांश अपनी क्षमता से कम पर चल रही हैं। कुछ तो 40%



से भी कम क्षमता पर चल रही हैं। यह क्षमता से कम उपयोग किसानों से कच्चे माल की कम खरीद का कारण बन रहा है, जिससे बाजार में अतिपूर्ति की स्थिति उत्पन्न हो रही है। उदाहरण के लिए, एक वर्ष पहले खुले बाजार में मक्के की कीमत लगभग 2,500 प्रति क्विंटल थी, जो भारत सरकार द्वारा घोषित 2,400 प्रति क्विंटल के न्यूनतम समर्थन मूल्य से अधिक थी; तब से यह गिरकर 1,500 प्रति क्विंटल हो गई है, जो एमएसपी से काफी नीचे है और मक्का किसानों को गंभीर वित्तीय संकट में डाल रही है।

इथेनॉल डिस्टिलरियों के कम उपयोग के कारण गन्ना किसान भी संकट में हैं। 2018 में भारत सरकार ने इथेनॉल को चीनी उद्योग का एक महत्वपूर्ण राजस्व-अर्जक उप-उत्पाद बनाया।

तब से गन्ने का उचित एवं लाभकारी मूल्य (एफआरपी) 39% बढ़कर 255 प्रति क्विंटल से 355 प्रति क्विंटल हो गया। इससे देश के 5 करोड़ गन्ना किसानों की आय में वृद्धि हुई। वर्तमान में, गन्ना भारत की इथेनॉल खपत में 30% का योगदान देता है। डिस्टिलरियों में बिना बिके इथेनॉल का भंडार गन्ना किसानों के भुगतान में देरी कर रहा है, जिससे पुनः कृषक समुदाय संकट में पड़ रहा है।

इसी प्रकार, भारत अपनी वार्षिक घरेलू माँग से अधिक चावल उत्पादन करता है, और इस अधिशेष का उपयोग तेजी से इथेनॉल उत्पादन के लिए किया जा रहा है। इस विकास का अनाज किसानों की आय पर सकारात्मक प्रभाव पड़ रहा था, क्योंकि इससे पारंपरिक बाजारों पर उनकी निर्भरता कम हो रही थी और उन्हें अच्छा प्रतिफल भी मिल रहा था। हालाँकि, डिस्टिलरी क्षमता के कम उपयोग के कारण अनाज की कीमतों में तीव्र गिरावट आ रही है और अन्य अनाजों का इथेनॉल फीडस्टॉक के रूप में उपयोग भी सीमित हो रहा है।

इथेनॉल मिश्रण कार्यक्रम के लिए कच्चे माल के अधिशेष उत्पादन के संदर्भ में भारतीय किसानों की यह उपलब्धि भारत को खाद्य और ईंधन सुरक्षा की दिशा में सहायता कर रही है, और

इसे एक सशक्त नीतिगत प्रोत्साहन द्वारा समर्थित किया जाना चाहिए जो किसानों से कच्चे माल की खरीद की गुंजाइश बनाए और उन्हें समृद्धि के मार्ग पर बनाए रखने में सहायता करे। भारतीय कृषक समाज निम्नलिखित नीतिगत उपायों का सुझाव दे रहा है।

निर्यात का लाभ उठाना और नए बाजारों का विकास

अधिशेष इथेनॉल का निर्यात कीमतों को स्थिर कर सकता है और किसानों को समय पर भुगतान सुनिश्चित कर सकता है। लक्षित बाजारों में दक्षिण-पूर्व एशिया, यूरोप और अफ्रीका (जैव ईंधन की बढ़ती माँग वाले क्षेत्र) तथा वे देश शामिल हो सकते हैं जिनके साथ भारत मुक्त व्यापार समझौतों (एफटीए) पर वार्ता कर रहा है। इन नए बाजारों में अनुमानित निर्यात क्षमता प्रतिवर्ष लगभग 930 करोड़ लीटर इथेनॉल हो सकती है।

पेट्रोल में एथेनॉल मिश्रण बढ़ाना

सरकार को पेट्रोल में एथेनॉल मिश्रण को 27 प्रतिशत तक पहुँचाने के लक्ष्य में आने वाली बाधाओं को दूर करना चाहिए। भारतीय मानक ब्यूरो (BIS) को प्राथमिकता के आधार पर E27 ईंधन के लिए मानक तैयार करने के निर्देश दिए गए हैं। इस कार्य को शीघ्र से शीघ्र गति प्रदान किए जाने की आवश्यकता है। नए वाहनों के पंजीकरण के लिए E20 एवं उच्चतर ईंधन के अनुकूल वाहनों हेतु एक नीति को अनिवार्य किए जाने की आवश्यकता है।

एक इथेनॉल मूल्य स्थिरीकरण कोष की स्थापना की जाए जिसमें एक बफर स्टॉक तंत्र शामिल हो, जो अधिशेष उत्पादन को अवशोषित करे और मूल्यों को स्थिर रखे, साथ ही किसानों की आय की सुरक्षा के लिए इथेनॉल हेतु न्यूनतम समर्थन मूल्य सुनिश्चित किया जाए।

भुगतान तंत्र को सुदृढ़ किया जाए — इसके लिए प्रत्यक्ष भुगतान प्रणाली लागू की जाए जो यह सुनिश्चित करे कि किसानों को गन्ना आपूर्ति के 14 दिनों के भीतर भुगतान प्राप्त हो, और भुगतान में विलंब करने वाली चीनी मिलों पर दंड का प्रावधान किया जाए।

इथेनॉल व्युत्पन्न बाजार का विकास
इथेनॉल से एथिल एसीटेट, एथिलीन और बायोप्लास्टिक के उत्पादन को बढ़ावा देने के लिए इथेनॉल व्युत्पन्न बाजार का विकास किया जाना आवश्यक है। इससे किसानों और प्रसंस्करणकर्ताओं के लिए आय के नए स्रोत सृजित होंगे।

ये नीतिगत उपाय भारत में इथेनॉल बाजार को स्थिर करने में सहायक होंगे, कच्चे माल का सुदृढ़ उत्पादन आधार तैयार करेंगे तथा मूल्य श्रृंखला के साझेदारों को उस तनाव से मुक्ति दिलाएंगे जिससे वे वर्तमान में गुजर रहे हैं।

इथेनॉल: किसानों के लिए नया अग्रणी व्यावसायिक अवसर

इथेनॉल उत्पादन ने भारत में किसान समुदाय के लिए पर्याप्त आर्थिक, सामाजिक एवं पर्यावरणीय लाभ प्रदान किए हैं — जिनमें आय में उल्लेखनीय वृद्धि, रोजगार सृजन, फसल विविधीकरण तथा ग्रामीण समृद्धि को प्रोत्साहन सम्मिलित हैं।

इथेनॉल उत्पादन ने गन्ना, मक्का और अधिशेष अनाज जैसी फसलों के लिए एक विश्वसनीय नया बाजार सृजित किया है, जिससे कृषि द्वारा मूल्य (फार्म गेट प्राइस) स्थिर होते हैं और भाग लेने वाले किसानों की आय में वृद्धि होती है। हाल के वर्षों के आंकड़े दर्शाते हैं कि इथेनॉल की उच्च खरीद दरों के कारण गन्ना और मक्का किसानों की वार्षिक आय में 15-18 प्रतिशत की वृद्धि हुई है। उदाहरण के तौर पर, बिहार के मक्का किसान उन राज्यों के किसानों की तुलना में प्रति हेक्टेयर 2,500-3,000 अधिक अर्जित कर रहे हैं, जहाँ इथेनॉल उत्पादन का अभाव है।

इस क्षेत्र ने किसानों को 1.04 लाख करोड़ से अधिक के भुगतान को सुगम बनाया है, जिससे ग्रामीण आय तथा वित्तीय स्थिरता — विशेष रूप से उत्तर प्रदेश और महाराष्ट्र जैसे चीनी पेटी क्षेत्रों में — में उल्लेखनीय सुदृढ़ता आई है।

रोजगार सृजन और ग्रामीण अर्थव्यवस्था का विकास

इथेनॉल उत्पादन सुविधाओं और अवसंरचना के

विस्तार से ग्रामीण क्षेत्रों में महत्वपूर्ण रोजगार के अवसर उत्पन्न हुए हैं। प्रति करोड़ लीटर इथेनॉल उत्पादन से कृषि मूल्य श्रृंखला (एग्रीकल्चरल वैल्यू चैन) के साथ लगभग 290 प्रत्यक्ष और 1,280 अप्रत्यक्ष रोजगार सृजित होते हैं।

विभिन्न राज्यों में नई डिस्टिलरी और लॉजिस्टिक्स रोजगार के अवसर सृजित हुए हैं, जो व्यापक ग्रामीण जैव-अर्थव्यवस्था को सहारा प्रदान करते हैं तथा सरकारी सब्सिडी पर निर्भरता को कम करते हैं।

फसल विविधीकरण और मूल्य स्थिरता

इथेनॉल कार्यक्रम वैकल्पिक फीडस्टॉक जैसे मक्का, मीठी ज्वार और बायोमास की खेती को प्रोत्साहित करके फसल विविधीकरण को बढ़ावा देता है, जिससे किसानों को जोखिम प्रबंधन में सहायता मिलती है और उनकी आय अधिक स्थिर होती है। अधिशेष एवं क्षतिग्रस्त खाद्यान्न के अवशोषण से बाजार में अतिरेक की स्थिति को रोका जाता है, मूल्य स्थिर रहते हैं, खाद्य सुरक्षा नीति के लक्ष्यों को समर्थन मिलता है तथा अपव्यय में कमी आती है।

पर्यावरणीय और सामाजिक प्रभाव

ईंधन में इथेनॉल उत्पादन और मिश्रण से ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में उल्लेखनीय कमी आई है, लगभग 700 लाख टन CO समतुल्य उत्सर्जन को टाला गया है तथा भारत की जलवायु प्रतिबद्धताओं को समर्थन मिला है।

द्वितीय पीढ़ी (2G) इथेनॉल उत्पादन कृषि अपशिष्ट को एक मूल्यवान वस्तु में परिवर्तित करके किसानों को महत्वपूर्ण आर्थिक और पर्यावरणीय लाभ प्रदान करता है। इससे आय के नए स्रोत सृजित होते हैं, फसल अवशेष दहन की समस्या का समाधान होता है तथा ग्रामीण अर्थव्यवस्था को गति मिलती है।

वित्तीय लाभ

किसान धान एवं गेहूँ की पराली, गन्ने की खोई और मक्के के डंठल जैसे कृषि अवशेषों को जैव ईंधन संयंत्रों को बेचकर अतिरिक्त आय अर्जित करते हैं। यह 'अपशिष्ट से समृद्धि' का दृष्टिकोण एक पूर्व निपटान समस्या को लाभकारी अवसर

में परिवर्तित कर देता है।

अपने अधिशेष बायोमास को बेचकर किसान कृषि अपशिष्ट को जलाने अथवा अन्य प्रकार से निपटाने से जुड़ी लागतों की भरपाई कर सकते हैं अथवा उन्हें पूर्णतः समाप्त कर सकते हैं।

फसल के सभी भागों का उपयोग करने से किसान अपनी समग्र उत्पादकता में वृद्धि कर सकते हैं और अपनी भूमि से अधिकतम प्रतिलाभ (रिटर्न्स) प्राप्त कर सकते हैं।

सरकारी खरीद नीतियों, न्यूनतम समर्थन मूल्य, मूल्य गारंटी और मिश्रण लक्ष्यों जैसे 20 प्रतिशत इथेनॉल मिश्रण के मील के पत्थर — ने किसानों के लिए बाजार पहुँच और उचित प्रतिलाभ सुनिश्चित किए हैं।

ब्याज अनुदान, अवसंरचना निवेश और फीडस्टॉक विविधीकरण समर्थन जैसी विशेष योजनाओं ने ग्रामीण अर्थव्यवस्थाओं और कृषि आय में और अधिक वृद्धि को प्रोत्साहित किया है।

इथेनॉल खरीद ने भारत में किसानों की आय में उल्लेखनीय वृद्धि की है — इसका प्रत्यक्ष प्रभाव हजारों करोड़ रुपये में मापा गया है तथा गन्ना और मक्का किसानों के लिए प्रति हेक्टेयर लाभ में भी पर्याप्त वृद्धि हुई है।

समग्र प्रत्यक्ष आय वृद्धि

चीनी सीजन 2023-24 में अकेले इथेनॉल खरीद से किसानों को किए गए भुगतान 1,11,703 करोड़ से अधिक रहे, जबकि चालू वर्ष में, जब भारत 20 प्रतिशत इथेनॉल मिश्रण के लक्ष्य की ओर अग्रसर है, किसानों को सीधे लगभग 40,000 करोड़ के भुगतान की अपेक्षा है।

इथेनॉल मिश्रित पेट्रोल कार्यक्रम के आरंभ से अब तक इथेनॉल आपूर्ति से किसानों की संचयी आय 1,21,000 करोड़ से अधिक हो चुकी है, जो ग्रामीण नकद प्रवाह में नाटकीय वृद्धि और समय पर भुगतान को दर्शाती है, विशेष रूप से गन्ना उत्पादकों के संदर्भ में।

अनाज आधारित इथेनॉल खरीद, विशेष रूप से अधिशेष मक्का और चावल से अनाज किसानों को प्रत्यक्ष भुगतान के रूप में प्रति वर्ष अतिरिक्त 35,000 करोड़ सृजित होने का अनुमान है, क्योंकि प्रतिवर्ष 165 लाख मीट्रिक टन अधिशेष अनाज इथेनॉल उत्पादन में उपयोग किया जाता है।

उत्तर प्रदेश और महाराष्ट्र जैसे प्रमुख राज्यों के गन्ना किसानों की वार्षिक आय में 15-18 प्रतिशत की वृद्धि हुई है। जब इथेनॉल की माँग प्रबल होती है, तब गन्ना खेती से शुद्ध लाभ लगभग 40,000 प्रति हेक्टेयर तक पहुँच जाता है, जो इथेनॉल से असंबद्ध बाजारों की तुलना में उल्लेखनीय रूप से अधिक है।

इथेनॉल डिस्टिलरीज को आपूर्ति करने वाले राज्यों के मक्का किसानों को उन क्षेत्रों के किसानों की तुलना में प्रति हेक्टेयर 2,500-3,000 की अतिरिक्त आय प्राप्त हुई है, जहाँ इथेनॉल खरीद की व्यवस्था नहीं है। इथेनॉल आपूर्ति के लिए जीएसटी और परिवहन प्रभार अलग से भुगतान करने की सरकार की पहल यह सुनिश्चित करती है कि किसानों को समर्थन मूल्य और समय पर खरीद के अतिरिक्त उच्चतर प्रभावी आय भी प्राप्त हो।

भविष्य की राह

पीआईबी की रिपोर्ट के अनुसार, यदि इथेनॉल मिश्रण 20 प्रतिशत तक पहुँच जाता है, तो भारतीय किसानों को इथेनॉल खरीद से प्रत्यक्ष भुगतान के रूप में प्रति वर्ष लगभग 40,000-45,000 करोड़ अर्जित होने का अनुमान है, जो कृषि समुदाय के लिए एक अभूतपूर्व लाभांश होगा।

ये भुगतान कृषि परिवारों की आय में प्रत्यक्ष वृद्धि करते हैं, जिससे व्यय क्षमता में सुधार, ग्रामीण समृद्धि में वृद्धि और सरकारी सहायता अथवा सब्सिडी पर निर्भरता में कमी आती है।

अनाज आधारित इथेनॉल विशेष रूप से मक्का और अधिशेष चावल की ओर विविधीकरण से यह सुनिश्चित होता है कि भुगतान का लाभ गन्ना पेटी क्षेत्रों और नवीन भागीदार क्षेत्रों में समान

रूप से वितरित हो, जिससे ग्रामीण प्रभाव का दायरा और विस्तृत हो।

फसल प्रकार के अनुसार राजस्व विभाजन

गन्ना: यह इथेनॉल फीडस्टॉक का सबसे बड़ा घटक है, जो चीनी उद्योग के साथ दीर्घकालिक संबंध के कारण सामान्यतः लगभग 70-75 प्रतिशत का योगदान करता है। वार्षिक रूप से किसानों को अनुमानित कुल 40,000-45,000 करोड़ के राजस्व में से गन्ना किसानों को प्रति वर्ष 28,000-34,000 करोड़ प्राप्त होने की संभावना है।

मक्का: जैसे-जैसे सरकार गन्ने के साथ-साथ अनाज आधारित इथेनॉल को बढ़ावा दे रही है, मक्का का योगदान भी बढ़ता जा रहा है। हाल के अनुमानों के अनुसार, मक्का कुल इथेनॉल उत्पादन में लगभग 15-18 प्रतिशत का योगदान कर सकता है, जो 20 प्रतिशत पूर्ण मिश्रण की स्थिति में वार्षिक किसान राजस्व के रूप में 6,000-8,000 करोड़ में परिवर्तित होगा।

अधिशेष खाद्यान्न (चावल/गेहूँ/टूटा चावल): सरकारी भंडार और एफसीआई, खरीद से इथेनॉल के लिए पुनर्निर्देशित अधिशेष एवं क्षतिग्रस्त अनाज फीडस्टॉक का 7-10 प्रतिशत योगदान कर सकते हैं, जिससे कृषि राजस्व में प्रति वर्ष 3,000-4,500 करोड़ का समर्थन प्राप्त होगा।

20 प्रतिशत इथेनॉल मिश्रण के मील के पत्थर पर अधिकांश किसान राजस्व गन्ना उत्पादकों को प्राप्त होगा, परंतु फीडस्टॉक विविधीकरण में तेजी आने के साथ-साथ मक्का और अधिशेष अनाज किसानों की आय में भी तीव्र वृद्धि होना निश्चित है। यह प्रवृत्ति इथेनॉल मूल्य श्रृंखला के विस्तार के साथ अधिक क्षेत्रों और फसल प्रकारों में आय को प्रोत्साहित करेगी।



The Complete Deutz-Fahr Range EFFICIENT. RELIABLE. BUILT TO LAST.



PRODUCT RANGES

3E Series

3035E-3040E-3042E

Agrolux

40-50-50 Turbo Pro

Agromaxx

4045E-4050E-4050E Turbo Pro

Agromaxx (Tr-IV)

4065E-4080E

Agrolux (Tr-IV)

70E & 80 Profiline

<https://www.deutz-fahr.com/en-in>

sdfmarketing@sdfgroup.com

1-800-123-7781 (TollFree)



सततता हेतु कृषि प्रौद्योगिकियाँ: भारत के लघु एवं सीमांत किसानों पर परिप्रेक्ष्य

पवन कुमार

मुख्य महाप्रबंधक, पतंजलि जैविक अनुसंधान संस्थान

भारतवर्ष के किसानों के साथ पैतीस से अधिक वर्षों तक मिलकर काम करने के बाद, मैंने धीरे-धीरे यह महसूस किया है कि उनके लिए 'स्थायित्व' कोई फैशनेबल शब्द नहीं है। एक छोटे या सीमांत किसान के लिए, जो एक हेक्टेयर से भी कम जमीन पर खेती करता है, स्थायित्व का अर्थ तीन सीधे-सादे सवाल में समाया हुआ है:

- क्या मेरी मिट्टी साल-दर-साल उपजाऊ बनी रहेगी?
- क्या मेरी खेती की लागत नियंत्रण में रहेगी?
- जब मौसम साथ न दे या बाजार गिर जाए, तो मैं क्या करूंगा?

कृषि प्रौद्योगिकी इन सवालों का जवाब देने में मदद कर सकती है, लेकिन केवल तभी जब वह किसानों की सोच और अनुभव को सहारा दे — न कि उसकी जगह ले। आज भारतीय कृषि कई दिशाओं से दबाव में है। जलवायु परिवर्तन ने वर्षा को अनिश्चित बना दिया है, भूजल स्तर गिर रहा है, मिट्टी से जैविक पदार्थ घट रहे हैं और खेती की लागत लगातार बढ़ती जा रही है। भारत के 85 प्रतिशत से अधिक किसान छोटे और सीमांत हैं, जिनके पास सीमित पूँजी है और गलती की बहुत कम गुंजाइश है। जो प्रौद्योगिकी इस वास्तविकता को नज़रअंदाज़ करती है, वह संकट को कम करने की बजाय और बढ़ा देगी।

लागत नियंत्रण और जोखिम कम करने के लिए प्रौद्योगिकी छोटे किसानों के लिए प्रौद्योगिकी को सबसे



पहले जोखिम कम करना होगा और पैसे बचाने होंगे। मिट्टी की नमी मापने वाले सेंसर, मौसम आधारित सलाह प्रणालियाँ और सूक्ष्म-सिंचाई प्रणालियों ने सही उपयोग के समय अपनी उपयोगिता सिद्ध की है। महाराष्ट्र के सूखाग्रस्त क्षेत्रों, बुंदेलखंड और राजस्थान के कुछ हिस्सों में, सेंसर-सहायता प्राप्त ड्रिप सिंचाई ने किसानों को सब्जियों, दालों और तिलहन की स्थिर उपज बनाए रखते हुए पानी के उपयोग में 25 से 40 प्रतिशत तक की कमी करने में मदद की है। प्रौद्योगिकी का सबसे बड़ा लाभ तब मिलता

है जब किसान यह सीखते हैं कि क्या नहीं करना है। यह जानना कि कब सिंचाई नहीं करनी, कब कीटनाशक नहीं छिड़कना और कब उर्वरक नहीं डालना — यह पैसे बचाता है और मिट्टी के जीवन की रक्षा करता है। जब ऐसी सलाह स्थानीय भाषाओं में दी जाती है, तो वह व्यावहारिक और उपयोगी बन जाती है।

तेज़ी से सीखने और निर्णय लेने में कृत्रिम बुद्धिमत्ता की भूमिका

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई.) धीरे-धीरे कृषि प्रौद्योगिकी का हिस्सा बनती जा रही है — अक्सर किसानों को इसका एहसास भी नहीं होता। जिम्मेदारी से उपयोग किए जाने पर, ए.आई. किसानों और कृषि विस्तार कार्यकर्ताओं को तेज़ी से सीखने और बेहतर निर्णय लेने में मदद करती है। किसानों के लिए, ए.आई.-आधारित उपकरण मौसम के पैटर्न, मिट्टी के डेटा, फसल के प्रदर्शन और कीट प्रकोप जैसी बड़ी मात्रा में जानकारी का विश्लेषण कर सकते हैं और ऐसे रुझानों की पहचान कर सकते हैं जिन्हें समझने में अन्यथा कई वर्ष लग जाते। किसान अब सरल मोबाइल एप्लिकेशन के माध्यम से फोटो से फसल रोगों या पोषक तत्वों की कमी की पहचान कर सकते हैं, संभावित मौसम जोखिमों को समझ सकते हैं और बाजार मूल्य के रुझानों का अनुमान लगा सकते हैं। कृषि विस्तार कार्यकर्ताओं के लिए, ए.आई. बड़े पैमाने पर निर्णय लेने में सहायता करती है। एक विस्तार अधिकारी अक्सर कई गाँवों में सैकड़ों किसानों की सेवा करता है। डिजिटल

उपकरण फसल की अवस्थाओं, वर्षा में बदलाव और कीट चेतावनियों को ट्रैक करने में मदद कर सकते हैं, ताकि ध्यान वहाँ केंद्रित किया जा सके जहाँ सबसे अधिक ज़रूरत हो। इस संभावना को पहचानते हुए, भारत सरकार ने डिजिटल कृषि मिशन (डिजिटल एग्रीकल्चर मिशन) शुरू किया है, जिसका उद्देश्य भारतीय कृषि के लिए एक मज़बूत डिजिटल आधार तैयार करना है। इसमें किसान डेटाबेस, मिट्टी के मानचित्र और निर्णय सहायता प्रणालियाँ शामिल हैं जो किसानों और विस्तार एजेंसियों को समय पर और स्थान-विशेष मार्गदर्शन प्रदान कर सकती हैं।

ड्रोन, रिमोट सेंसिंग और सामूहिक उपयोग ड्रोन और उपग्रह चित्रण को अक्सर केवल बड़े खेतों के लिए उपयुक्त तकनीक माना जाता है। वास्तव में, जब इन्हें स्वयं सहायता समूहों (एस.एच.जी.), किसान उत्पादक संगठनों (एफ.पी.ओ.), सहकारी समितियों या कस्टम हायरिंग सेंटरों के माध्यम से उपयोग किया जाता है, तो छोटे किसान भी इनसे लाभ उठा सकते हैं। ड्रोन-आधारित सर्वेक्षण कीट प्रकोप, जल-तनाव (वाटर स्ट्रेस) और पोषक तत्वों की कमी को शुरूआती अवस्था में पहचानने में मदद करते हैं। इससे किसान पूरे खेत में छिड़काव करने की बजाय लक्षित कार्रवाई कर सकते हैं। कई क्षेत्रों में, जैविक आदानों के ड्रोन-आधारित छिड़काव से रासायनिक उपयोग, श्रम लागत और खेतिहर मजदूरों के स्वास्थ्य जोखिमों में कमी आई है।

कीटनाशक निगरानी और सुरक्षा के लिए प्रौद्योगिकी

कृषि प्रौद्योगिकी की सबसे महत्वपूर्ण भूमिकाओं में से एक है — कीटनाशकों की निगरानी और उनके संयमित उपयोग को सुनिश्चित करना। रसायनों के अंधाधुंध उपयोग ने कृषि परिवारों के स्वास्थ्य को नुकसान पहुँचाया है, लाभकारी कीड़ों को नष्ट किया है, मिट्टी और पानी को प्रदूषित किया है और भारत की निर्यात विश्वसनीयता को प्रभावित किया है। डिजिटल छिड़काव रिकॉर्ड, कीट निगरानी प्रणालियाँ और खेत निगरानी उपकरण यह ट्रैक करने में मदद करते हैं कि कहाँ, कब और कितनी बार छिड़काव किया गया। जब इस जानकारी को जाल (ट्रैप्स) और खेत अवलोककों से मिली कीट आबादी की निगरानी के साथ जोड़ा जाता है, तो किसान केवल तभी छिड़काव करते हैं जब कीट का स्तर नुकसान

की सीमा पार कर जाए। अवशेष परीक्षण किट (रेज़िड्यू टेस्टिंग किट) और सरल ट्रेसिबिलिटी प्रणालियाँ भी किसानों को सुरक्षित उपज और बेहतर बाजार स्वीकृति के बीच संबंध समझने में मदद कर रही हैं।

तेज़ी से सीखना और बेहतर बाजार तक पहुँच मोबाइल फोन भारतीय कृषि में सबसे शक्तिशाली विस्तार उपकरण बन गए हैं। मौसम की चेतावनियाँ, कीट संबंधी सूचनाएँ और फसल संबंधी सलाह — जब सही समय पर और सरल भाषा में दी जाती हैं — तो किसानों को नुकसान से बचाने में मदद कर सकती हैं। आवाज़-आधारित सलाह (वॉयस-बेस्ड एडवाइज़री) उन किसानों के लिए विशेष रूप से उपयोगी हैं जो पढ़ने में कम सहज हैं। हालाँकि, अकेली प्रौद्योगिकी बाजार की समस्याओं का समाधान नहीं कर सकती। ई-नाम (ई-एन.ए.एम.) जैसे प्लेटफॉर्म के माध्यम से मूल्य पारदर्शिता में सुधार के बावजूद, छोटे किसान अभी भी ग्रेडिंग, भंडारण, परिवहन और भुगतान में देरी जैसी चुनौतियों से जूझ रहे हैं।

प्राकृतिक खेती और जैव-आदान संसाधन केंद्र (बायो इनपुट रिसोर्स सेंटर)

छोटे किसानों के लिए स्थायित्व का गहरा संबंध आत्मनिर्भरता से है। राष्ट्रीय प्राकृतिक खेती मिशन (एन.एम.एन.एफ.) ने इसे पहचाना और ऐसी कृषि प्रणालियों को बढ़ावा दिया जो मिट्टी के स्वास्थ्य को पुनर्जीवित करती हैं और बाहरी आदानों पर निर्भरता को कम करती हैं। इस मिशन का एक प्रमुख तत्व है — गाँव या समूह स्तर पर जैव-आदान संसाधन केंद्रों (बायो-इनपुट रिसोर्स सेंटर) की स्थापना। ये केंद्र किसानों को स्थानीय रूप से उपलब्ध सामग्री का उपयोग करके जीवामृत, बीजामृत और वानस्पतिक अर्क (बॉटैनिकल एक्सट्रैक्ट) तैयार करने में सहायता करते हैं। समय के साथ, खेत के परिणामों से सीखकर किसान अपनी मिट्टी और फसलों के अनुकूल पद्धतियों को और बेहतर बनाते हैं। प्रौद्योगिकी इस सीखने की प्रक्रिया में सहायता करती है — परंपरागत ज्ञान की जगह नहीं लेती।

प्रौद्योगिकी और कृत्रिम बुद्धिमत्ता के जोखिम

कृषि प्रौद्योगिकी और ए.आई. अनेक लाभ प्रदान करती हैं, लेकिन इनसे जुड़े जोखिमों को भी नज़रअंदाज़ नहीं किया जा सकता। डेटा स्वामित्व

एक बड़ी चिंता का विषय है। कई प्लेटफॉर्म खेत-स्तर का डेटा एकत्र करते हैं, बिना यह स्पष्ट किए कि इसका उपयोग कैसे होगा या इस पर किसका नियंत्रण होगा। ए.आई.-आधारित सिफारिशें डेटा की गुणवत्ता पर निर्भर करती हैं — कमज़ोर या अधूरा डेटा गलत सलाह दे सकता है। सदस्यता-आधारित मॉडल (सब्सक्रिप्शन-बेस्ड मॉडल) चुपचाप लागत बढ़ा सकते हैं और रासायनिक निर्भरता की जगह डिजिटल निर्भरता ला सकते हैं। उन किसानों के बहिष्करण का भी वास्तविक खतरा है जिनके पास स्मार्टफोन, इंटरनेट या डिजिटल साक्षरता नहीं है। मूल प्रश्न प्रौद्योगिकी का नहीं, बल्कि यह है कि उस पर नियंत्रण किसका है। जब ड्रोन और डिजिटल उपकरण किसान संस्थाओं द्वारा संचालित होते हैं, तो वे स्थायित्व को बढ़ावा देते हैं। जब वे सीधे आदान-विक्रय (इनपुट सेल्स) से जुड़े होते हैं, तो वे अक्सर अत्यधिक उपयोग और अधिक लागत को प्रोत्साहित करते हैं।

मूल्यों के साथ प्रौद्योगिकी

दशकों तक उन किसानों के साथ काम करने के बाद जो हर मौसम में अनिश्चितता का सामना करते हैं, मेरा मानना है कि प्रौद्योगिकी सशक्त बनाने वाली या हानिकारक — दोनों हो सकती है, यह इस बात पर निर्भर करता है कि इसे कौन नियंत्रित करता है और किसके हितों की सेवा करती है। भारतीय कृषि का भविष्य किसान-नियंत्रित, स्थानीय रूप से अनुकूलित और नैतिक रूप से निर्देशित प्रौद्योगिकियों में निहित है। जब कृषि प्रौद्योगिकी और ए.आई. किसानों को तेज़ी से सीखने, बेहतर निर्णय लेने और विस्तार प्रणालियों को मज़बूत करने में मदद करती हैं — बिना किसानों के नियंत्रण को छीने — तो स्थायित्व वास्तविक बन जाता है और नीति दस्तावेजों से निकलकर किसानों के खेतों और उनके दैनिक जीवन का हिस्सा बन जाता है।



भारतीय खेतों में परिशुद्ध कृषि वास्तव में कैसी दिखती है

एज़िलन नानमारन

उत्पाद एवं रणनीतिक भागीदारी प्रमुख, आइडियाफोर्ज टेक्नोलॉजी लिमिटेड

भारतीय कृषि सदा से ही जटिल एवं असमान रही है — एक ऐसी वास्तविकता जिसे किसान आँकड़ों के बजाय अनुभव के आधार पर दीर्घकाल से संभालते आए हैं। मिट्टी के गुणधर्म कुछ ही मीटर की दूरी में बदल सकते हैं, एक साथ बोई गई फसलें भी प्रायः असमान रूप से उगती हैं, और एक ही खेत में पानी की उपलब्धता अलग-अलग हो सकती है। इस अंतर्निहित विविधता के कारण, कृषि संबंधी निर्णय ऐतिहासिक रूप से स्वयं निवेशों (इनपुट) की अपेक्षा सूक्ष्म अवलोकन एवं विवेकपूर्ण निर्णय पर उतने ही निर्भर रहे हैं।

आज, कृषि की जटिलता की मूल चुनौती तो बनी हुई है, किंतु जो तेजी से बदल रहा है, वह है इन विविधताओं को स्पष्ट रूप से देखने और अभूतपूर्व परिशुद्धता के साथ प्रतिक्रिया करने की हमारी क्षमता। ड्रोन-आधारित प्रौद्योगिकियाँ इस व्यावहारिक बदलाव को गति दे रही हैं — पारंपरिक ज्ञान के विकल्प के रूप में अथवा स्वचालन के किसी सुदूर स्वप्न के रूप में नहीं, बल्कि शक्तिशाली उपकरणों के रूप में जो शोधकर्ताओं एवं किसानों को उनके खेतों में वास्तव में क्या हो रहा है, इसकी सूक्ष्म समझ प्रदान करती हैं।

वास्तविक जीवन की सफलता की कहानियाँ, जैसे कि धान उगाने वाले क्षेत्रों में भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (भाकृअनुप/आईसीएआर) द्वारा किया गया कार्य और कश्मीर में सेब



शोधकर्ताओं द्वारा किए गए प्रयोग, यह दर्शाती है कि परिशुद्ध कृषि धीरे-धीरे शैक्षणिक सिद्धांत से निकलकर स्थापित, व्यावहारिक खेती के रूप में आकार ले रही है।

खेत में परिशुद्धता लाना: ड्रोन का लाभ दशकों से, कृषि में सुदूर संवेदन (रिमोट सेंसिंग) उपग्रह चित्रण (सैटेलाइट इमेजरी) का पर्याय रहा है, जो क्षेत्रीय प्रवृत्तियों को ट्रैक करने के लिए अभी भी उपयोगी है। तथापि, अधिकांश महत्वपूर्ण कृषि निर्णय जिले या राज्य स्तर पर नहीं, बल्कि खेत-दर-खेत और उसके भीतर ही लिए जाते हैं।

यहीं पर ड्रोन एक स्पष्ट अंतर प्रस्तुत करते हैं। कम ऊँचाई पर उड़ते हुए वे उच्च-विभेदन (हाई-रेजोल्यूशन) चित्र लेते हैं और फसल वृद्धि के विशिष्ट एवं महत्वपूर्ण चरणों में तैनात किए जा सकते हैं। यह लचीलापन उपग्रह चित्रण की निश्चित समय-सारणी से बंधे रहने के बजाय ठीक उसी समय स्थितियों का आकलन करने की सुविधा देता है, जब निर्णय लेने की आवश्यकता होती है।

क्षेत्र अध्ययनों में ड्रोन कीट एवं रोगों से उत्पन्न फसल तनाव के साथ-साथ पोषक तत्वों के असंतुलन, जल की कमी और ताप से उत्पन्न तनाव के अवलोकन में अत्यंत उपयोगी सिद्ध हुए हैं। ये फसल वृद्धि एवं फिनोलॉजिकल अवस्थाओं की निरंतर निगरानी में भी सहायक हैं — ऐसे कार्य जिनके लिए पहले श्रम-साध्य, बार-बार के क्षेत्र (फार्म) के दौरे आवश्यक होते थे।

हवा से क्रिया तक: क्षेत्र डेटा का संग्रह एवं उपयोग

इन अध्ययनों में मानवरहित हवाई वाहन (यूएवी) प्लेटफॉर्मों को मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसरों के साथ एकीकृत किया जाता है जो दृश्य एवं निकट-अवरक्त (नियर-इन्फ्रारेड) तरंगदैर्घ्य में परावर्तन (रिफ्लेक्टेंस) को अभिगृहीत करते हैं। इस चित्रण का उपयोग एनडीवीआई, एनडीआरआई, जीएनडीवीआई, एमएसएवीआई और एसएवीआई जैसे वनस्पति सूचकांक

(वेजिटेशन इंडेक्स) प्राप्त करने के लिए किया जाता है। यद्यपि ये सूचकांक जमीनी अवलोकन का स्थान नहीं लेते, तथापि ये फसल की जीवन-शक्ति, तनाव स्तर और पोषण स्थिति को इंगित करने का एक सुसंगत एवं मात्रात्मक तरीका प्रदान करते हैं।

डेटा संग्रह की सुसंगतता भी उतनी ही महत्वपूर्ण है। स्वचालित उड़ान योजना एवं मैपिंग सॉफ्टवेयर शोधकर्ताओं को संपूर्ण खेतों को विश्वसनीय रूप से कवर करने और समय के साथ उड़ानों को सटीक रूप से दोहराने में सक्षम बनाते हैं। मौसमी तुलनाओं या परिष्कृत मॉडलिंग के लिए उपयोग किए जाने वाले कृषि डेटा में, डेटा संग्रह की सुसंगतता स्वयं सेंसर की गुणवत्ता जितनी ही महत्वपूर्ण है।

ड्रोन-आधारित सेंसरों से मृदा स्वास्थ्य का मानचित्रण

भाकृअनुप (आईसीएआर) शोधकर्ताओं द्वारा प्रदर्शित एक महत्वपूर्ण अनुप्रयोग मृदा जैव कार्बन (एसओसी) पर केंद्रित है, जो दीर्घकालिक मृदा स्वास्थ्य एवं उर्वरता के लिए एक प्रमुख मानदंड है। परंपरागत रूप से, एसओसी का अनुमान लगाना एक धीमी एवं श्रम-साध्य प्रक्रिया है जिसके लिए बार-बार मिट्टी के नमूने लेने और प्रयोगशाला विश्लेषण की आवश्यकता होती है।

भाकृअनुप (आईसीएआर) शोधकर्ताओं द्वारा प्रदर्शित एक महत्वपूर्ण अनुप्रयोग मृदा जैव कार्बन (एसओसी) पर केंद्रित है, जो दीर्घकालिक मृदा स्वास्थ्य एवं उर्वरता के लिए एक प्रमुख मानदंड है। परंपरागत रूप से, एसओसी का अनुमान लगाना एक धीमी एवं श्रम-साध्य प्रक्रिया है जिसके लिए बार-बार मिट्टी के नमूने लेने और प्रयोगशाला विश्लेषण की आवश्यकता होती है।

फसल पूर्वानुमान: परिशुद्ध धान उपज अनुमान

उपज अनुमान किसानों, बीमाकर्ताओं और नीति-निर्माताओं के लिए धान की खेती में एक

महत्वपूर्ण कार्य है। भाकृअनुप शोधकर्ताओं ने पैनिकल इनिशिएशन (बाली निकलने) की अवस्था में लिए गए यूएवी मल्टीस्पेक्ट्रल चित्रण का उपयोग करके उच्च-परिशुद्धता वाले खेत-स्तरीय उपज पूर्वानुमान मॉडल विकसित किए।

डेटा का विश्लेषण रैंडम फॉरेस्ट, सपोर्ट वेक्टर मशीन (एसवीएम) और आर्टिफिशियल न्यूरल नेटवर्क मॉडलों सहित कई मशीन लर्निंग दृष्टिकोणों का उपयोग करके सख्ती से किया गया। एसवीएम दृष्टिकोण ने अंततः उच्चतम पूर्वानुमान सटीकता प्रदान की। इस कार्य का पैमाना ही इसका प्रमुख मूल्य है: खेत-स्तरीय उपज अनुमान व्यापक क्षेत्रीय औसत की तुलना में फसल बीमा और जोखिम मूल्यांकन जैसे अनुप्रयोगों के लिए कहीं अधिक प्रासंगिक है।

पोषक तत्वों का अनुकूलन: सटीक नाइट्रोजन प्रबंधन

फसल उत्पादन के सर्वाधिक चुनौतीपूर्ण पहलुओं में से एक, नाइट्रोजन प्रबंधन में भी क्रांति आ रही है। धान प्रणालियों में अधिकतम कल्ले फूटने की अवस्था के दौरान एकत्र किए गए यूएवी मल्टीस्पेक्ट्रल डेटा का उपयोग मशीन लर्निंग मॉडलों के साथ नाइट्रोजन सामग्री का अनुमान लगाने के लिए किया गया। ये निष्कर्ष ऐसे पोषक तत्व प्रबंधन प्रथाओं को सक्षम करते हैं जो खेत के विशिष्ट भागों में फसल की वास्तविक माँग के साथ बेहतर रूप से संरेखित हों, जिससे अपव्यय कम हो और दक्षता में सुधार हो।

बाग-स्तरीय परिशुद्धता: कश्मीरी सेब में अनुप्रयोग

कश्मीर के सेब शोधकर्ताओं ने बाग प्रणालियों के लिए इसी प्रकार की ड्रोन-आधारित तकनीकों को सफलतापूर्वक अपनाया है, जहाँ फसल भार और इनपुट अनुप्रयोग पर निर्णय सीधे फल की गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं। एक अनुप्रयोग यूएवी-आधारित फोटोग्रामेट्री का उपयोग करके पुष्प घनत्व (ब्लॉसम डेंसिटी) के अनुमान पर केंद्रित था — एक ऐसा क्षेत्र जहाँ मैनुअल मूल्यांकन अक्सर व्यक्तिपरक और अशुद्ध होता है।

कश्मीर के सेब शोधकर्ताओं ने बाग प्रणालियों के लिए इसी प्रकार की ड्रोन-आधारित तकनीकों को सफलतापूर्वक अपनाया है, जहाँ फसल भार और इनपुट अनुप्रयोग पर निर्णय सीधे फल की गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं। एक अनुप्रयोग यूएवी-आधारित फोटोग्रामेट्री का उपयोग करके पुष्प घनत्व (ब्लॉसम डेंसिटी) के अनुमान पर केंद्रित था — एक ऐसा क्षेत्र जहाँ मैनुअल मूल्यांकन अक्सर व्यक्तिपरक और अशुद्ध होता है।

भारत में परिशुद्ध कृषि का आगे का मार्ग

ड्रोन-आधारित रिमोट सेंसिंग शक्तिशाली है, किंतु यह सभी समस्याओं का समाधान नहीं है। चुनौतियाँ अभी भी बनी हुई हैं — सेंसरों की वहीनीयता, विश्लेषण अवसंरचना की तैयारी, और मॉडलों के निरंतर सत्यापन की आवश्यकता। सबसे महत्वपूर्ण यह है कि यह सुनिश्चित करना कि लघु एवं सीमांत किसान इन प्रौद्योगिकियों तक पहुँच सकें और उनका उपयोग कर सकें — यही उनकी अंतिम सफलता निर्धारित करेगा।

फिर भी, जारी कार्य इस बात की पुष्टि करता है कि ड्रोन पारंपरिक कृषि ज्ञान और डेटा-संचालित अंतर्दृष्टि के बीच की खाई को प्रभावी ढंग से पाट रहे हैं। खेतों के भीतर प्राकृतिक विविधता को दृश्यमान और मापने योग्य बनाकर, परिशुद्ध कृषि ऐसे निर्णयों का समर्थन कर सकती है जो न केवल उन्नत हों, बल्कि मूलभूत रूप से अधिक कुशल, सूचित और टिकाऊ हों। भारतीय किसानों के लिए वास्तविक मूल्य प्रौद्योगिकी स्वयं नहीं है, बल्कि वे बेहतर, अधिक लाभदायक निर्णय हैं जो उनके अपने खेतों में वास्तव में हो रही घटनाओं पर आधारित हों।



कृषि के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई), जैव प्रौद्योगिकी और स्वचालन तकनीकें

दीपक पारीक

संस्थापक, एचएनवाईबी टेक इनक्यूबेशन

जैसे-जैसे 2050 तक वैश्विक जनसंख्या 10 अरब की ओर बढ़ रही है, हमारी खाद्य प्रणालियों पर दबाव एक महत्वपूर्ण मोड़ पर पहुँच गया है। हमें बदलती जलवायु की अस्थिरता से जूझते हुए कम भूमि पर अधिक भोजन उत्पादित करने की चुनौती का सामना करना है।

इस जटिल परिदृश्य में, प्रौद्योगिकी एक नए कृषि प्रतिमान — पुनर्योजी कृषि (रीजेनेरेटिव एग्रीकल्चर) — के केंद्रबिंदु के रूप में उभर रही है।

जब कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई), जैव प्रौद्योगिकी (बायोटेक्नोलॉजी) और स्वचालन (ऑटोमेशन) की त्रिशक्ति द्वारा संचालित किया जाता है, तो दालें जैसी प्राचीन फसलें खाद्य-सुरक्षित भविष्य की आधारशिला बन जाती हैं — एक ऐसा भविष्य जो पृथ्वी को क्षरित करने के बजाय उसे पुनर्जीवित करता है।

पुनर्जनन का जैविक इंजन

पुनर्योजी कृषि मृदा स्वास्थ्य में सुधार, जैव विविधता बढ़ाने और कार्बन संग्रहण का लक्ष्य रखती है। दालें इस आंदोलन की प्राकृतिक इंजन हैं क्योंकि उनमें वायुमंडलीय नाइट्रोजन को मिट्टी में 'स्थिर' करने की अद्वितीय क्षमता होती है।

राइजोबियम (Rhizobium) जीवाणुओं के



साथ सहजीवी संबंध के माध्यम से, दालें वायु से नाइट्रोजन को उस रूप में परिवर्तित करती हैं जिसे पौधे उपयोग कर सकें। इससे कृत्रिम नाइट्रोजन उर्वरकों की आवश्यकता समाप्त होती है, जो ऊर्जा-गहन उत्पादन प्रक्रिया के साथ-साथ नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन के प्रमुख स्रोत हैं — एक ऐसी ग्रीनहाउस गैस जो कार्बन डाइऑक्साइड से कहीं अधिक शक्तिशाली है।

एआई-संचालित पारिस्थितिकी तंत्र प्रबंधन

पुनर्योजी प्रणाली में खेत को एक जटिल पारिस्थितिकी तंत्र के रूप में देखा जाता है। एआई वह उपकरण है जो हमें उस जटिलता

को बड़े पैमाने पर प्रबंधित करने में सक्षम बनाता है।

- पूर्वानुमानित फसल अनुक्रमण: एआई एल्गोरिदम दशकों के मौसम डेटा, मृदा सूक्ष्मजीव विज्ञान रिपोर्टों और बाजार प्रवृत्तियों का विश्लेषण करके इष्टतम फसल चक्र तैयार करते हैं। एकल फसली खेती के बजाय, एआई 'दाल-अनाज-आवरण फसल' (पल्स-सीरियल-कवर क्रॉप) अनुक्रम का सुझाव दे सकता है जो मृदा कार्बन संग्रहण को अधिकतम करता है और कीट चक्रों को प्राकृतिक रूप से तोड़ता है।

- वास्तविक समय मृदा स्वास्थ्य निगरानी: एआई-संचालित प्लेटफॉर्म भू-आधारित सेंसर्स से डेटा संसाधित कर वास्तविक समय में 'कार्बन-से-नाइट्रोजन' (सी:एन) अनुपात को ट्रैक करते हैं। इससे किसान यह समझ सकते हैं कि दाल की फसल मिट्टी में कितना जैव पदार्थ वापस योगदान कर रही है — खेत को एक सत्यापित कार्बन सिंक में बदल देता है।

बायोटेक: सहजीवी संबंध को सुदृढ़ करना
आधुनिक जैव प्रौद्योगिकी सरल आनुवंशिक संशोधन से आगे बढ़कर माइक्रोबायोटिक्स इंजीनियरिंग की ओर बढ़ रही है। यह 'बायोटेक 2.0' बीज और मिट्टी के बीच के संबंध पर ध्यान केंद्रित करती है।

- उन्नत इनोकुलेंट: वैज्ञानिक बायोटेक का उपयोग करके विशिष्ट मृदा प्रकारों के अनुकूल नाइट्रोजन-स्थिर करने वाले जीवाणुओं की 'सुपर-स्ट्रेन' विकसित कर रहे हैं। दाल



के बीजों पर लगाए जाने पर ये इनोकुलेंट अवक्रमित मिट्टी में भी पौधे की पुनर्योजी क्षमता को अधिकतम करते हैं।

- जलवायु-अनुकूल गुण: क्रिस्पर और उन्नत प्रजनन के माध्यम से, शोधकर्ता गहरी जड़ प्रणाली वाली दालें विकसित कर रहे हैं। ये 'कार्बन-डीप' किस्में न केवल अत्यधिक सूखे में जीवित रहती हैं, बल्कि कार्बन को मृदा में कहीं अधिक गहराई में संग्रहित करती हैं — जहाँ से वह वायुमंडल में वापस जाने की संभावना कम होती है।

ऑटोमेशन: पुनर्योजी देखभाल की परिशुद्धता

पुनर्योजी खेती में अक्सर अधिक श्रम-गहन प्रथाओं की आवश्यकता होती है, जैसे 'नो-टिल' (बिना जुताई) बुआई और जटिल आवरण फसल। ऑटोमेशन श्रम की कमी को दूर करता है और परिशुद्धता बढ़ाता है।

- स्वायत्त नो-टिल ड्रिल: रोबोटिक रोपण यंत्र अब दाल के बीजों को मिट्टी पलटे बिना, पिछली फसल के अवशेषों में सीधे बो सकते हैं। इससे मृदा क्षरण रुकता है और भूमिगत कवकीय जाल (माइक्रोराइजी) अखंड बने रहते हैं, जो पोषक तत्वों के चक्रण के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं।

- लक्षित खरपतवार नाशक रोबोट: लाभकारी मृदा जीवन को नष्ट करने वाले व्यापक शाकनाशी छिड़काव के बजाय, 'सी-एंड-स्प्रे'

(See-and-Spray) जैसे एआई-संचालित रोबोट प्लेटफॉर्म कंप्यूटर विज्ञान का उपयोग करके खरपतवारों की पहचान कर लेजर से उन्हें नष्ट करते हैं। इससे दाल की फसल सुरक्षित रहती है और आसपास की मिट्टी की सूक्ष्मजैविक अखंडता भी बनी रहती है।

चक्र को पूर्ण करना: चक्रीय अर्थव्यवस्था
दालों और एग्रीटेक की समन्वित शक्ति एक ऐसी चक्रीयता बनाती है जो स्थिरता को परिभाषित करती है। एक डिजिटल फार्म प्रबंधन उपकरण मसूर की फसल द्वारा पीछे छोड़े गए सटीक 'नाइट्रोजन क्रेडिट' की गणना कर सकता है — जिससे अगली गेहूँ की फसल को 40% कम उर्वरक के साथ उगाया जा सकता है।

पुनर्योजी प्रभाव: दालों को डिजिटल रूप से प्रबंधित, स्वचालित पुनर्योजी प्रणाली में एकीकृत करने से खेत का शुद्ध कार्बन पदचिह्न शून्य तक कम हो सकता है — या इसे कार्बन-नकारात्मक भी बनाया जा सकता है — साथ ही भूमि की जैविक जीवन-शक्ति को पुनर्स्थापित किया जा सकता है।

चुनौतियाँ और आगे का मार्ग

एआई और बायोटेक-संचालित दाल उद्योग की ओर संक्रमण बाधाओं से रहित नहीं है। स्वायत्त मशीनरी की उच्च लागत और ग्रामीण क्षेत्रों में 'डिजिटल विभाजन' महत्वपूर्ण बाधाएँ बनी हुई

हैं। तथापि, जैसे-जैसे 'कृषि-सेवा के रूप में' (एग्रीकल्चर-एज-अ-सर्विस/AaaS) मॉडल बढ़ रहे हैं, लघु किसान भी सहकारी समितियों और मोबाइल-प्रथम प्लेटफॉर्मों के माध्यम से इन उच्च-तकनीकी उपकरणों तक पहुँच बनाने लगे हैं।

निष्कर्ष: एक डिजिटल-हरित क्रांति
हम 20वीं शताब्दी की 'हरित क्रांति' से — जो रासायनिक निवेशों पर निर्भर थी — दूर जाकर पारिस्थितिक बुद्धिमत्ता पर आधारित 'डिजिटल-पुनर्योजी क्रांति' की ओर बढ़ रहे हैं। दाल उत्पादन को अनुकूलित करने के लिए एआई, बायोटेक और ऑटोमेशन का उपयोग करके, हम केवल भोजन नहीं उगा रहे — हम मिट्टी को स्वस्थ कर रहे हैं। सिलिकॉन चिप और आनुवंशिक अंतर्दृष्टि से सशक्त साधारण दाल, पृथ्वी को ठंडा रखते हुए विश्व को खिलाने का सबसे शक्तिशाली उपकरण है।



कम में अधिक उगाना — कृषि प्रौद्योगिकी किस प्रकार टिकाऊ खेती को आकार दे रही है



अनुराग सक्सेना और प्रीती राजकुमारी

भाकृअनुप-राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान संस्थान, करनाल, हरियाणा

मानवता का भरण-पोषण सदा से सृजनशीलता की एक गाथा रही है। पहले पत्थर के औजारों से लेकर हरित क्रांति तक, कृषि मानव सभ्यता के साथ-साथ विकसित होती रही है। आज, तथापि, खेती एक चौराहे पर खड़ी है। जलवायु परिवर्तन, मृदा अवक्रमण, जल की कमी, जैव विविधता की हानि और बढ़ती वैश्विक जनसंख्या खाद्य प्रणालियों पर अभूतपूर्व दबाव डाल रही है। चुनौती केवल अधिक भोजन उत्पादित करने की नहीं है, बल्कि यह टिकाऊ तरीके से करने की है — पारिस्थितिकी तंत्रों की रक्षा करते हुए किसानों की आजीविका सुनिश्चित करना।

कृषि प्रौद्योगिकी (एग्रीटेक) चुपचाप खेती के भविष्य को फिर से लिख रही है। जीव विज्ञान, अभियांत्रिकी, डेटाविज्ञान और नवीकरणीय ऊर्जा को मिलाकर, आधुनिक एग्रीटेक कम में अधिक उगाने के शक्तिशाली उपकरण प्रदान करती है, और वह भी जिम्मेदारी के साथ।

पारंपरिक खेतों से स्मार्ट फार्मों तक
सदियों से किसान अनुभव, अंतर्ज्ञान और मौसमी लय पर निर्भर रहे हैं। ये अभी भी अमूल्य हैं, किंतु अनियमित वर्षा, बढ़ते तापमान और सिकुड़ते संसाधनों के युग में ये अकेले पर्याप्त नहीं रहे। आज की टिकाऊ कृषि के लिए परिशुद्धता, अनुकूलनशीलता और वास्तविक समय में निर्णय लेने की क्षमता आवश्यक है।

स्मार्ट खेती प्रौद्योगिकियाँ किसानों को खेतों को एकसमान भूखंडों के रूप में नहीं, बल्कि जीवत मोजेक के रूप में देखने में सक्षम बनाती हैं — जिसमें मिट्टी, पौधे या पशु का प्रत्येक हिस्सा उसकी विशिष्ट आवश्यकता के अनुसार प्रबंधित होता है। यह परिवर्तन अपव्यय कम करता है, उत्सर्जन घटाता है और जलवायु झटकों के प्रति लचीलापन बढ़ाता है।

परिशुद्ध कृषि: सही निवेश, सही स्थान, सही

समय

टिकाऊ एग्रीटेक के केंद्र में परिशुद्ध कृषि है। जीपीएस मैपिंग, मृदा सेंसर, उपग्रह चित्रण और डेटा विश्लेषण का उपयोग करके, किसान जल, उर्वरक और कीटनाशक केवल वहाँ और तभी लगा सकते हैं जहाँ और जब उनकी आवश्यकता हो।

संपूर्ण खेत पर कंबल छिड़काव के बजाय, परिशुद्ध उपकरण पोषक तत्वों की कमी वाले क्षेत्रों या कीट प्रकोप के केंद्रों की पहचान करते हैं। यह लक्षित दृष्टिकोण कई टिकाऊ लाभ प्रदान करता है:

- रासायनिक अपवाह में कमी, नदियों और भूजल की सुरक्षा
- उत्पादन लागत में कटौती, खेत की लाभप्रदता में सुधार
- स्वस्थ मिट्टी, दीर्घकालिक उत्पादकता का संरक्षण
- जल-संकटग्रस्त क्षेत्रों में, परिशुद्ध सिंचाई जल

उपयोग को 30-50% तक कम कर सकती है — जो मीठे पानी की बढ़ती कमी के दौर में एक महत्वपूर्ण उपलब्धि है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता: दूरदर्शिता के साथ खेती
कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) कृषिकोप्रतिक्रियाशील से पूर्वानुमानी में बदल रही है। मौसम के पैटर्न, मृदा डेटा, फसल वृद्धि की अवस्थाओं और ऐतिहासिक उपज का विश्लेषण करके, एआई प्रणालियाँ समस्याएँ उत्पन्न होने से बहुत पहले ही परिणामों का पूर्वानुमान लगा सकती हैं और कार्रवाई की सिफारिश कर सकती हैं। एआई-संचालित निर्णय-समर्थन प्लेटफॉर्म निम्न कार्य कर सकते हैं:

- कीट प्रकोप फैलने से पहले उसकी भविष्यवाणी करना
- जलवायु प्रवृत्तियों के आधार पर बुआई की तिथियों का अनुकूलन करना
- उपज और बाजार जोखिमों का अग्रिम अनुमान लगाना

ऐसी दूरदर्शिता किसानों को जलवायु अनिश्चितता के अनुकूल ढलने में सहायता करती है, साथ ही हानि और अनावश्यक हस्तक्षेपों को कम करती है। इस अर्थ में, स्थिरता डेटा-संचालित लचीलापन बन जाती है।

ड्रोन और रोबोटिक्स: आधुनिक खेत की आँखें और हाथ

कभी विज्ञान कथा की वस्तु रहे ड्रोन और रोबोट अब टिकाऊ कृषि में व्यावहारिक उपकरण बन चुके हैं। ड्रोन मल्टीस्पेक्ट्रल कैमरों का उपयोग करके खेतों का सर्वेक्षण करते हैं और फसल तनाव, रोग या पोषक तत्वों की कमी का पता लगाते हैं जो मानव आँख को दिखाई नहीं देती। रोबोट, इस बीच, परिशुद्ध निराई कर सकते हैं — अवांछित पौधों को रासायनिक के बजाय यांत्रिक तरीके से हटाते हुए।

पशुधन प्रणालियों में, पहनने योग्य सेंसर पशुओं के स्वास्थ्य, गति और चारा व्यवहार की निगरानी करते हैं, जिससे कल्याण में सुधार होता है और रोग से होने वाली हानि कम होती है। ये प्रौद्योगिकियाँ न केवल श्रम की बचत करती हैं, बल्कि ईंधन उपयोग और रासायनिक निर्भरता को कम करके पर्यावरणीय पदचिह्न को भी न्यूनतम करती हैं।

मृदा स्वास्थ्य प्रौद्योगिकियाँ: जीवत नींव का पुनर्निर्माण

स्वस्थ मिट्टी टिकाऊ कृषि की आधारशिला है। फिर भी गहन खेती के दशकों ने कई क्षेत्रों में जैव पदार्थ और सूक्ष्मजैविक विविधता को क्षीण कर दिया है। एग्रीटेक इस प्रवृत्ति को उलटने में सहायता कर रही है।

मृदा सेंसर वास्तविक समय में नमी, तापमान, लवणता और पोषक तत्वों के स्तर को मापते हैं। डिजिटल मृदा मानचित्र संरक्षण प्रथाओं जैसे आवरण फसल, न्यूनतम जुताई और जैविक संशोधनों का मार्गदर्शन करते हैं। मृदा कार्बन को बहाल करके, ये प्रौद्योगिकियाँ जलवायु परिवर्तन शमन में योगदान करती हैं — खेतों को कार्बन के स्रोत के बजाय कार्बन सिंक में बदलती हैं।

खेतों पर नवीकरणीय ऊर्जा: स्थिरता को शक्ति प्रदान करना

ऊर्जा उपयोग आधुनिक कृषि की एक छिपी हुई लागत है। डीजल पंप, शीत भंडारण और यंत्रिकरण ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं। नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकियाँ स्वच्छ विकल्प प्रदान करती हैं:

- सौर-ऊर्जा चालित सिंचाई प्रणालियाँ डीजल पंपों का स्थान लेती हैं
- बायोगैस संयंत्र पशु अपशिष्ट को ऊर्जा और जैविक उर्वरक में परिवर्तित करते हैं
- पवन और सौर माइक्रोग्रिड शीत भंडारण और प्रसंस्करण इकाइयों को ऊर्जा प्रदान करते हैं

ये समाधान न केवल उत्सर्जन में कटौती करते हैं, बल्कि ग्रामीण समुदायों के लिए ऊर्जा स्वतंत्रता को भी सुदृढ़ करते हैं।

डिजिटल प्लेटफॉर्म और किसान का स्मार्टफोन

एग्रीटेक का सबसे लोकतांत्रिक पहलू स्मार्टफोन है। मोबाइल ऐप अब मौसम की चेतावनियाँ, कीट परामर्श, मृदा सिफारिशें और वास्तविक समय के बाजार मूल्य सीधे किसानों के हाथों में पहुँचाते हैं।

डिजिटल विस्तार सेवाएँ अनुसंधान संस्थानों और किसानों के बीच की खाई को पाटती हैं, जिससे टिकाऊ प्रथाओं को अपनाने में तेजी आती है। खाद्य एवं कृषि संगठन (एफएओ) जैसे संगठन

इस बात पर बल देते हैं कि डिजिटल उपकरण समावेशी, जलवायु-स्मार्ट कृषि के लिए अनिवार्य हैं — विशेष रूप से उन लघु किसानों के लिए जो वैश्विक खाद्य उत्पादन की रीढ़ हैं।

चुनौतियाँ: प्रौद्योगिकी कोई रामबाण नहीं है
अपनी संभावनाओं के बावजूद, एग्रीटेक चुनौतियों से मुक्त नहीं है। उच्च प्रारंभिक लागत, सीमित डिजिटल साक्षरता, डेटा गोपनीयता संबंधी चिंताएँ और असमान पहुँच — यदि सोच-समझकर समाधान न किया जाए तो ये बड़े और छोटे किसानों के बीच की खाई को और चौड़ा कर सकती हैं।

अपनी संभावनाओं के बावजूद, एग्रीटेक चुनौतियों से मुक्त नहीं है। उच्च प्रारंभिक लागत, सीमित डिजिटल साक्षरता, डेटा गोपनीयता संबंधी चिंताएँ और असमान पहुँच — यदि सोच-समझकर समाधान न किया जाए तो ये बड़े और छोटे किसानों के बीच की खाई को और चौड़ा कर सकती हैं।

भविष्य के लिए एक टिकाऊ फसल

कृषि प्रौद्योगिकी किसानों को मशीनों से प्रतिस्थापित करने के बारे में नहीं है। यह किसानों को ज्ञान, परिशुद्धता और लचीलेपन से सशक्त बनाने के बारे में है। जब सोच-समझकर तैनात किया जाए, तो एग्रीटेक उत्पादकता को पर्यावरणीय प्रबंधन के साथ संरेखित करती है — जल का संरक्षण करते हुए, मिट्टी को पुनर्स्थापित करते हुए, उत्सर्जन को कम करते हुए और जैव विविधता की रक्षा करते हुए भोजन उत्पादित करती हैं।

जैसे-जैसे मानवता अरबों लोगों का पेट भरने एवं पृथ्वी की रक्षा करने की दोहरी चुनौतियों का सामना करती है, स्मार्ट प्रौद्योगिकी से संचालित टिकाऊ कृषि एक आशाजनक मार्ग प्रशस्त करती है। भविष्य के खेत केवल फसलें नहीं उगाएँगे — वे समाधान उगाएँगे।



पर्यावरणीय सततता के लिए भारतीय कृषि का आधुनिकीकरण



बी.वी. रमना राव एवं सुरेंद्र सिंह

1 संस्थापक परियोजना समन्वयक, कृषि मौसम विज्ञान पर अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना (एआईसीआरपी) भाकृअनुप-केंद्रीय शुष्क भूमि कृषि अनुसंधान संस्थान (सीआरआईडीए), हैदराबाद, ईमेल : Email: buverarao@gmail.com
2 वरिष्ठ प्रोफेसर/प्रधान वैज्ञानिक (सेवानिवृत्त), कृषि मौसम विज्ञान चौधरी चरण सिंह हरियाणा कृषि विश्वविद्यालय (सीसीएसएचएयू), हिसार

भारतीय कृषि एक निर्णायक चौराहे पर खड़ी है। खाद्य आत्मनिर्भरता की कठिन परिश्रम से अर्जित उपलब्धि एक अनकही कीमत जैसे तेजी से घटता भूजल, गिरता मृदा स्वास्थ्य और एक अत्यंत अस्थिर होती जलवायु के प्रति बढ़ता जोखिम के साथ आई है। जैसे-जैसे भारत आगे देखता है, इस विरोधाभास को अनदेखा नहीं किया जा सकता। संसाधन-गहन प्रथाओं से प्रौद्योगिकी-सक्षम, टिकाऊ कृषि मॉडल की ओर बदलाव अब विकल्प नहीं, अनिवार्यता है। 2047 तक, जब भारत को 1.6 अरब से अधिक नागरिकों का पोषण करना होगा, खाद्य सुरक्षा का भविष्य इस बात पर निर्भर करेगा कि आज प्राकृतिक संसाधनों का कितनी समझदारी से प्रबंधन किया जाता है। अत्याधुनिक कृषि प्रौद्योगिकियों के एकीकरण के माध्यम से, भारत के पास अपने खेतों को दक्षता, लचीलेपन और दीर्घकालिक स्थिरता के इंजन में बदलने का अवसर है —

आने वाली पीढ़ियों के लिए आजीविका और परिदृश्य दोनों को सुरक्षित करते हुए।

1. अनुकूल बीज और जलवायु अनुकूलन

इस परिवर्तन का पहला स्तंभ ऐसी फसल किस्में विकसित करने में निहित है जो मौसम संबंधी तनावों को सहन करने में सक्षम हों। जलवायु-स्मार्ट फसलें बनाने के लिए पारंपरिक प्रजनन को जीनोमिक अनुक्रमण द्वारा त्वरित किया जा रहा है। भारतीय संदर्भ में, इसका अर्थ है — ऐसी धान की किस्में जो दो सप्ताह तक बाढ़ के पानी में डूबी रहने पर भी जीवित रह सकें, या ऐसा गेहूँ जो असमय गर्मी की 'टर्मिनल हीट' के बावजूद उत्पादक बना रहे। ऐसी किस्में किसान के लिए एक जैविक बीमा पॉलिसी की तरह काम करती हैं, यह सुनिश्चित करते हुए कि असामयिक लू या विलंबित मानसून से पूर्ण वित्तीय बर्बादी

न हो।

2. धरती का पुनरुद्धार: मृदा संवर्धन

टिकाऊ कृषि की जड़ें मृदा स्वास्थ्य में हैं। दशकों से रासायनिक उर्वरकों के अंधाधुंध उपयोग ने इंडो-गंगेटिक मैदानों के कभी उपजाऊ क्षेत्रों में मृदा अवक्रमण किया है। आधुनिक मृदा संवर्धन प्रौद्योगिकी परिशुद्धता और जैविक पुनर्स्थापना पर केंद्रित है। कुशल उर्वरक उपयोग एक महत्वपूर्ण प्रगति का प्रतिनिधित्व करता है — एक सुव्यवस्थित प्रयोग पारंपरिक दानेदार यूरिया की दर्जनों अंधाधुंध खुराकों का स्थान ले सकता है, जिससे अत्यधिक प्रयोग और भूजल को दूषित करने वाले रासायनिक अपवाह में उल्लेखनीय कमी आती है। इसके अलावा, भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) के साथ एकीकृत डिजिटल मृदा स्वास्थ्य कार्ड किसानों को स्थल-विशिष्ट पोषक प्रबंधन का

अभ्यास करने में सक्षम बनाते हैं — केवल वे खनिज लगाते हुए जिनकी किसी विशेष भूखंड में कमी है, जिससे प्राकृतिक सूक्ष्मजैविक संतुलन बहाल होता है।

3. परिशुद्ध जल प्रबंधन

जल प्रबंधन शायद भारतीय एग्रीटेक की सबसे महत्वपूर्ण चुनौती है, क्योंकि कृषि देश के लगभग 80% मीठे पानी की खपत करती है। सरल ड्रिप लाइनों से परे, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) का एकीकरण एक 'स्मार्ट' सिंचाई पारिस्थितिकी तंत्र की अनुमति देता है।

मिट्टी में लगे सेंसर वास्तविक समय में नमी के स्तर को मापते हैं और केंद्रीय क्लाउड पर डेटा प्रेषित करते हैं — केवल आवश्यकता होने पर ही सिंचाई शुरू करते हैं। यह जल अपव्यय और मृदा लवणीकरण दोनों बुराइयों को रोकता है, यह सुनिश्चित करते हुए कि प्रत्येक बूँद सीधे विकास में योगदान दे।

4. फसल विविधीकरण और पोषण

स्थिरता के लिए हरित क्रांति के बाद से हावी चावल-गेहूँ की एकल-फसली प्रणाली से दूर जाना आवश्यक है। उपग्रह चित्रण और बिग डेटा द्वारा निर्देशित फसल विविधीकरण, किसानों को शुष्क परिस्थितियों के लिए स्वाभाविक रूप से उपयुक्त तिलहन, दालों और बाजरे की ओर संक्रमण करने में सहायता करता है। यह पोषण-समृद्ध फसलों की खेती से जुड़ा है। केवल कैलोरी उत्पादन पर ध्यान केंद्रित करने के बजाय, जोर अधिक प्रोटीन और खनिज सामग्री वाली फसलों की ओर बढ़ रहा है। 'श्री अन्न' के रूप में पुनर्बाँड किए गए बाजरे इसका प्रमुख उदाहरण हैं। इन 'सुपर-फसलों' को न्यूनतम जल और कोई कीटनाशक नहीं चाहिए, साथ ही ये राष्ट्र की पोषण संबंधी आवश्यकताओं को भी पूरा करती हैं।

5. उपज-हानिकारक कारकों के विरुद्ध बुद्धिमत्ता

कीट, रोग और चरम मौसम की अप्रत्याशितता अक्सर किसानों को अचानक चौंकाती है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) से संचालित पूर्व चेतावनी प्रणालियाँ अब इस

खाई को पाट रही हैं। दशकों के ऐतिहासिक मौसम डेटा के साथ-साथ वास्तविक समय की उपग्रह फीड का विश्लेषण करके, ये प्रणालियाँ कीट प्रकोप या स्थानीय ओलावृष्टि की दिनों पहले भविष्यवाणी करती हैं। किसानों को मोबाइल एप्लिकेशन के माध्यम से अलर्ट मिलते हैं, जिससे निवारक जैविक उपचार संभव होते हैं। 'संकट प्रबंधन' से 'जोखिम न्यूनीकरण' की ओर यह बदलाव प्रतिवर्ष संभावित फसल हानि में अरबों रुपये की बचत करता है।

6. लघु किसान के लिए यंत्रिकरण

भारत में यंत्रिकरण को खंडित जोत की चुनौती का सामना करना पड़ता है — दो एकड़ वाले किसान के लिए बड़ी मशीनरी अक्सर अव्यावहारिक होती है। समाधान है कस्टम हायरिंग सेंटर्स (सीएचसी) के माध्यम से मशीनरी का 'उबरीकरण'। ये प्लेटफॉर्म लघु किसानों को लेजर लैंड लेवलर जैसे उच्च-तकनीकी उपकरणों तक पहुँच प्रदान करते हैं — जो एकसमान जल वितरण और परिशुद्ध छिड़काव के लिए ड्रोन सुनिश्चित करते हैं। ड्रोन परिवर्तनकारी हैं — काफी कम जल और रसायनों का उपयोग करते हुए मिनटों में बड़े क्षेत्रों को कवर करते हैं, साथ ही किसानों को विष के प्रत्यक्ष संपर्क से बचाते हैं।

7. कटाई-पश्चात कड़ी को मजबूत करना

अंतिम मोर्चा किफायती अवसंरचना के माध्यम से अपव्यय कम करना है। भारत में शीत शृंखला लॉजिस्टिक्स की कमी के कारण महत्वपूर्ण उपज सड़ जाती है। आधुनिक एग्रीटेक इसका समाधान ग्राम सहकारी समितियों द्वारा प्रबंधित विकेंद्रीकृत, सौर-ऊर्जा चालित शीत भंडारण इकाइयों से करती है। एआई-संचालित ग्रेडिंग मशीनों के साथ मिलकर, ये प्रौद्योगिकियाँ किसानों को स्थल पर ही गुणवत्ता के आधार पर उपज छाँटने में सक्षम बनाती हैं। शेल्व-लाइफ बढ़ाकर और खेत के दरवाजे पर ही प्राथमिक प्रसंस्करण सक्षम करके, हम परिवहन का कार्बन पदचिह्न कम करते हैं और यह सुनिश्चित करते हैं कि किसान बाजार मूल्य का अधिक हिस्सा प्राप्त करें।

8. मानव संसाधन विकास

भारत में टिकाऊ कृषि भविष्य की ओर यात्रा एक दौड़ नहीं, एक मैराथन है। इसके लिए प्राचीन ज्ञान और आधुनिक सिलिकॉन के निर्बाध एकीकरण की आवश्यकता है। जैसे-जैसे ये आठ तकनीकी स्तंभ अधिक सुलभ होते जाएँगे, भारतीय खेत संघर्ष के स्थान से परिष्कृत, टिकाऊ उद्यम में बदल जाएगा — जो पृथ्वी का सम्मान करते हुए विश्व को खिलाएगा। अंततः, इस नए युग में सफल होने के लिए, भारत को ऐसे वैज्ञानिकों और विस्तार कार्यकर्ताओं की आवश्यकता है जो न केवल मिट्टी और फसलों को देख सकें, बल्कि आकाश को भी पढ़ सकें।

भारतीय कृषि के रूपांतरण के लिए एक सुसंगत, दीर्घकालिक रूपरेखा की आवश्यकता है जो स्थिरता, प्रौद्योगिकी अपनाने और किसान सशक्तिकरण को अपने केंद्र में रखे। सार्वजनिक निवेश को जलवायु-लचीले अनुसंधान, डिजिटल अवसंरचना और विकेंद्रीकृत नवाचार प्रणालियों को प्राथमिकता देनी चाहिए जो लघु और सीमांत किसानों तक पहुँचें। नीतियों को जल और पोषक तत्वों के परिशुद्ध उपयोग को प्रोत्साहित करना चाहिए, विविधीकृत फसल प्रणालियों को बढ़ावा देना चाहिए, कृषि-स्टार्टअप को सुदृढ़ करना चाहिए और सार्वजनिक-निजी भागीदारी के माध्यम से कस्टम हायरिंग सेंटर्स और कटाई-पश्चात अवसंरचना का विस्तार करना चाहिए। उतना ही महत्वपूर्ण है मानव पूँजी का विकास, वैज्ञानिक, विस्तार कार्यकर्ता और कृषि-उद्यमी जो जटिल डेटा को क्षेत्र-स्तरीय कार्रवाई योग्य निर्णयों में अनुवादित करने में सक्षम हों। जैसे-जैसे भारत 2047 की ओर बढ़ता है, कृषि नीति को उपज-केंद्रित लक्ष्यों से आगे बढ़कर लचीलेपन, संसाधन दक्षता और पोषण सुरक्षा को अपनाना चाहिए, यह सुनिश्चित करते हुए कि तकनीकी प्रगति राष्ट्र के लिए न्यायसंगत विकास, पर्यावरणीय प्रबंधन और स्थायी खाद्य सुरक्षा में परिवर्तित हो।



भारत की कृषि के सुदृढ़ीकरण हेतु कृषि-प्रौद्योगिकी का प्रभावी उपयोग

डॉ. वी. विजयन

संस्थापक एवं सीईओ, बिजएबल आरआई, भारत

जैसे-जैसे वैश्विक जनसंख्या बढ़ रही है और पर्यावरणीय दबाव तीव्र हो रहा है, प्रौद्योगिकी द्वारा समर्थित टिकाऊ खेती प्रथाएँ खाद्य सुरक्षा और पारिस्थितिक संतुलन सुनिश्चित करने के लिए अनिवार्य हो गई हैं। कृषि प्रौद्योगिकी अथवा एग्रीटेक, संसाधनों का अनुकूलन करके और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करके टिकाऊ खेती को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। यह हमारे फसलें उगाने, प्रबंधित करने और खाद्य वितरण के तरीके को बदल रही है।

वर्ष 2026 में, कृषि और प्रौद्योगिकी का संगम 'नवाचार' से आगे बढ़कर 'एकीकरण' में प्रवेश कर चुका है। जैसे-जैसे वैश्विक जनसंख्या 8.3 अरब के निकट पहुँच रही है, एग्रीटेक केवल उपज बढ़ाने के बारे में नहीं रही — यह एक जलवायु-लचीला ढाँचा बनाने के बारे में है जो खाद्य सुरक्षा और प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण के बीच संतुलन बनाए।

कृषि मानवता के अस्तित्व के केंद्र में और कई पर्यावरणीय चुनौतियों के मध्य भी है। बढ़ती वैश्विक जनसंख्या का पेट भरते हुए पारिस्थितिकी तंत्र की रक्षा करना, जल का संरक्षण करना और उत्सर्जन कम करना कोई सरल कार्य नहीं है। यहीं पर एग्रीटेक एक गेम-चेंजर बन जाती है — ऐसे उपकरण प्रदान करती है जो खेती को अधिक उत्पादक और टिकाऊ बनाते हैं।



परिशुद्ध कृषि, डेटा विश्लेषण और एआई जैसे प्रमुख नवाचार सूचित निर्णय लेने में सक्षम बनाते हैं जो अपव्यय को न्यूनतम करते हुए दक्षता बढ़ाते हैं। आईओटी-आधारित प्रणालियाँ मृदा नमी डेटा के आधार पर सिंचाई को स्वचालित रूप से प्रबंधित करती हैं — जल का संरक्षण करते हुए अत्यधिक सिंचाई को रोकती हैं। नवीकरणीय ऊर्जा ऊर्जा लागत कम करके स्थिरता का समर्थन करती है। क्रिस्पर जैसे बायोटेक जीन-संपादन उपकरण जलवायु-लचीली फसलें बनाते हैं — जैसे सूखा-सहिष्णु चावल या नाइट्रोजन-स्थिर करने वाले अनाज — जो उर्वरक की आवश्यकता कम करते हैं और उपज को 50% तक बढ़ाते हैं। स्वचालित मशीनरी और

रोबोटिक्स कृषि परिचालन को स्थिरता की ओर सुव्यवस्थित करते हैं। ब्लॉकचेन जैसी उभरती प्रौद्योगिकियाँ आपूर्ति श्रृंखला की पता लगाने योग्यता सुनिश्चित करती हैं, टिकाऊ उत्पादों में विश्वास बनाती हैं। ये नवाचार आवरण फसल जैसी पुनर्योजी प्रथाओं का समर्थन करते हैं, मृदा स्वास्थ्य और कार्बन संग्रहण में सुधार करते हैं।

1. परिशुद्ध कृषि: शून्य-अपव्यय के साथ कम में अधिक करना

परिशुद्ध कृषि जीपीएस मैपिंग, आईओटी सेंसर, ड्रोन और एआई जैसे डेटा-संचालित उपकरणों का उपयोग करके मृदा स्वास्थ्य, फसल वृद्धि और मौसम की स्थितियों की वास्तविक समय में निगरानी करती है। यह जल, उर्वरक और कीटनाशकों के परिवर्तनीय-दर अनुप्रयोग की अनुमति देती है — जो आवश्यक है, जहाँ आवश्यक है, जब आवश्यक है — इनके उपयोग को 20-60% तक घटाते हुए और जल निकासों में रासायनिक अपवाह को रोकते हुए। किसानों को रोग की पूर्व पहचान और उपज पूर्वानुमान प्राप्त होते हैं, जलवायु परिवर्तनशीलता के प्रति लचीलापन बढ़ता है। परिशुद्ध कृषि डेटा का विश्लेषण और अनुप्रयोग करती है ताकि प्रत्येक बीज, जल की बूँद और उर्वरक का ग्राम अधिकतम दक्षता के साथ उपयोग हो। 2026 तक, यह सरल जीपीएस मार्गदर्शन से विकसित होकर एआई-संचालित प्रिस्क्रिप्टिव खेती बन चुकी है।

2. स्मार्ट सिंचाई प्रणाली एवं जल संरक्षण जल की कमी वैश्विक स्तर पर कृषि की सबसे बड़ी चुनौतियों में से एक है। स्मार्ट सिंचाई प्रणालियाँ वास्तविक समय के डेटा और स्वचालन का उपयोग करके जल उपयोग को अनुकूलित करती हैं — यह सुनिश्चित करते हुए कि फसलों को अत्यधिक उपयोग के बिना सही मात्रा में जल और नमी मिले। मृदा नमी सेंसर, स्वचालित ड्रिप सिंचाई और एआई-संचालित मौसम पूर्वानुमान जैसी प्रौद्योगिकियाँ किसानों को सिंचाई कार्यक्रमों को अनुकूलित करने में सहायता करती हैं। यह न केवल 40-50% जल का संरक्षण करती है, बल्कि फसल उपज को भी उल्लेखनीय रूप से बेहतर बनाती हैं।

3. नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण

सौर-ऊर्जा चालित मशीनरी, पवन ऊर्जा और जैव-ऊर्जा समाधान खेतों को जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता कम करने में सहायता कर रहे हैं। कृषि परिचालन में नवीकरणीय ऊर्जा का एकीकरण दीर्घकालिक ऊर्जा लागत कम करते हुए स्थिरता का समर्थन करता है।

4. जैव प्रौद्योगिकी और टिकाऊ फसलें

क्रिस्पर जीन संपादन और उन्नत प्रजनन तकनीकों सहित जैव प्रौद्योगिकी में प्रगति ने 'जलवायु-स्मार्ट' फसलों का विकास किया है — जैसे सूखा-सहिष्णु, ताप-लचीली, लवण-सहिष्णु, कीट-प्रतिरोधी, रोग-प्रतिरोधी और पोषक-कुशल फसलें। ये नवाचार किसानों को चुनौतीपूर्ण पर्यावरणीय परिस्थितियों में भी उत्पादकता बनाए रखने और बढ़ाने में सहायता करते हैं, रासायनिक निवेशों की आवश्यकता को कम करते हैं और खाद्य सुरक्षा तथा पर्यावरणीय स्वास्थ्य दोनों का समर्थन करते हैं।

5. डिजिटल प्लेटफॉर्म, एआई एवं डेटा विश्लेषण

कृत्रिम बुद्धिमत्ता और डिजिटल फार्म प्रबंधन प्लेटफॉर्म भारी मात्रा में डेटा को कार्रवाई योग्य अंतर्दृष्टि में बदलते हैं। किसान कीट प्रकोप की भविष्यवाणी कर सकते हैं, बुआई और रखरखाव की योजना बना सकते हैं, संसाधनों का अनुकूलन कर सकते हैं और फसल कटाई तथा उपज का अधिक सटीक पूर्वानुमान लगा

सकते हैं। यह डेटा-संचालित निर्णय-प्रक्रिया जोखिम कम करती है, योजना में सुधार करती है और दीर्घकालिक स्थिरता का समर्थन करती है।

6. रोबोटिक्स और स्वचालन

स्वायत्त ट्रैक्टर, रोबोटिक निराई यंत्र और स्मार्ट हार्वेस्टर श्रम-गहन कार्यों को नए सिरे से परिभाषित कर रहे हैं। कुछ रोबोटिक निराई यंत्र शाकनाशियों की आवश्यकता को पूरी तरह समाप्त कर देते हैं — खरपतवारों को यांत्रिक या लक्षित सूक्ष्म-छिड़काव से नियंत्रित करते हुए। एआई खरपतवार नियंत्रण में 'सी-एंड-स्प्रे' रोबोट कंप्यूटर विज्ञान का उपयोग करके खरपतवारों की पहचान करते हैं और केवल खरपतवार पर लक्षित सूक्ष्म-खुराक शाकनाशी लगाते हैं, फसल को अछूता छोड़ते हुए। यह रासायनिक शाकनाशी उपयोग को 90% तक कम करता है।

7. ऊर्ध्वाधर और शहरी खेती

ऊर्ध्वाधर खेती और हाइड्रोपोनिक प्रणालियाँ न्यूनतम भूमि और जल का उपयोग करके शहरी क्षेत्रों में खाद्य उत्पादन की अनुमति देती हैं। ये विधियाँ परिवहन उत्सर्जन को कम करती हैं और उपभोक्ताओं के निकट ताजा उपज लाती हैं, टिकाऊ शहरी जीवन में योगदान करती हैं।

8. जलवायु लचीलापन और कार्बन खेती

2026 में स्थिरता कार्बन संग्रहण से गहराई से जुड़ी है। कृषि एक कार्बन स्रोत से कार्बन सिंक में परिवर्तित हो रही है। उपग्रह-आधारित रिमोट सेंसिंग अब मृदा कार्बन स्तरों का वास्तविक समय सत्यापन प्रदान करती है। यह किसानों को 'कार्बन क्रेडिट' कार्यक्रमों में भाग लेने में सक्षम बनाती है — नो-टिल खेती और आवरण फसल जैसी पुनर्योजी प्रथाओं को अपनाने का भुगतान प्राप्त करते हुए।

9. रसायनों की जगह जैविक उत्पाद

जैविक उर्वरक और बायोस्टिमुलेंट (सूक्ष्मजीवों और पौधों के अर्क से बने) मुख्यधारा में आ रहे हैं। ये मृदा स्वास्थ्य और सूक्ष्मजैविक विविधता में सुधार करते हैं, साथ ही कृत्रिम नाइट्रोजन — ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन का एक प्रमुख स्रोत — पर निर्भरता

कम करते हैं।

10. स्वचालन और श्रम स्थिरता

स्थिरता में मानवीय पहलू भी शामिल है। स्वचालन वैश्विक श्रम की कमी को दूर कर रहा है और खेती के कार्य को सुरक्षित बना रहा है। चालक रहित ट्रैक्टर अनुकूलित मार्ग के साथ 24/7 काम कर सकते हैं — मृदा संघनन को कम करते हुए (मृदा संरचना संरक्षित करते हुए) और ईंधन की खपत घटाते हुए। एआई-संचालित रोबोट अब नाजुक फलों और सब्जियों को सँभाल सकते हैं — मानव श्रमिकों पर शारीरिक दबाव कम करते हुए और सटीक परिपक्वता पहचान के माध्यम से फसल हानि को न्यूनतम करते हुए।

व्यापक परिदृश्य

कृषि प्रौद्योगिकियाँ केवल अधिक उपज के बारे में नहीं हैं — ये ऐसी खेती प्रणालियाँ बनाने के बारे में हैं जो आर्थिक रूप से व्यावहारिक, पर्यावरणीय रूप से जिम्मेदार और सामाजिक रूप से समावेशी हों। एग्रीटेक का उपयोग एक टिकाऊ भविष्य बना रहा है। नवाचार को पर्यावरणीय प्रबंधन के साथ जोड़कर, एग्रीटेक कम निवेश और अधिक उपज के माध्यम से लागत घटाती है, साथ ही कार्बन उत्सर्जन कम करती है और जैव विविधता को बढ़ावा देती है। जब सहायक नीतियों, किसान प्रशिक्षण और समान पहुँच के साथ जोड़ा जाए, तो एग्रीटेक कृषि को एक प्रमुख पर्यावरणीय दबाव बिंदु से स्थिरता के लिए एक प्रमुख समाधान में बदलने में सहायता कर सकती है।

संक्षेप में, एग्रीटेक किसानों को कठिन परिश्रम के बजाय स्मार्ट तरीके से खेती करने के उपकरण देती है और उन्हें कम संसाधनों से अधिक भोजन उत्पादित करने के लिए सशक्त बनाती है — बढ़ती वैश्विक खाद्य माँगों को पूरा करते हुए आने वाली पीढ़ियों के लिए ग्रह की रक्षा करती है।



हिमालय की चुभने वाली बिच्छू बूटी (अर्टिका डायोइका) के पोषण संबंधी एवं औषधीय गुण



संध्या ध्यानी¹ एवं सिमरन कौर अरोरा^{2*}

¹पीएच.डी. शोध छात्रा, ^{2*} पत्राचार लेखिका: सहायक प्राध्यापिका
खाद्य एवं पोषण विभाग, गृह विज्ञान महाविद्यालय, कृषि महाविद्यालय, गोविंद बल्लभ पंत कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, पंतनगर
पिन कोड: 263145, ईमेल: sim_n@rediffmail.com

भारत, एक जैव विविधता हॉटस्पॉट, समृद्ध वनस्पति और जीव-जंतुओं का आवास है, जहाँ वन पारिस्थितिकी तंत्र जंगली खाद्य पौधों के प्रमुख भंडार के रूप में कार्य करते हैं, जो पोषण, आजीविका और सांस्कृतिक पहचान के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। जैसे-जैसे खाद्य असुरक्षा बढ़ रही है, जंगली पौधों जैसी अल्प-उपयोगित फसलों का महत्व भी बढ़ता जा रहा है। अर्टिकेसी कुल, विशेष रूप से अर्टिका डायोइका (बिच्छू बूटी), अपने व्यापक वितरण तथा औषधीय एवं पोषण संबंधी महत्व के कारण उल्लेखनीय है। भारत भर में विभिन्न नामों से जानी जाने वाली यह वनस्पति, विशेषकर उत्तराखंड में बिच्छू घास के नाम से प्रसिद्ध है। इस जंगली जड़ी-बूटी का अपनी सहज एवं सुलभ प्रकृति के कारण पारंपरिक महत्व रहा है। बिच्छू बूटी एक बहुउपयोगी किंतु अल्प-उपयोगित पौधा है, जिसे एक पौष्टिक शाक के रूप में महत्व दिया जाता है। इसकी पत्तियों, जड़ों, बीजों और

तनों का उपयोग खाना पकाने, हर्बल चाय और पोषक तत्वों से भरपूर पशु चारे के रूप में किया जाता है। परंपरागत रूप से, इसे विश्व भर में एक एथनोमेडिसिन (लोक औषधि) के रूप में विभिन्न स्वास्थ्य समस्याओं के उपचार में प्रयुक्त किया जाता है। व्यावसायिक दृष्टि से, बिच्छू बूटी प्राकृतिक रंजक हेतु क्लोरोफिल, वस्त्र उद्योग के लिए टिकाऊ रेशे और सौंदर्य प्रसाधनों के लिए चिकित्सीय अर्क प्रदान करती है। पारिस्थितिक दृष्टि से, यह मृदा स्वास्थ्य को बढ़ाती है, भारी धातुओं को अवशोषित करके फाइटोरेमिडिएशन में सहायक होती है, मिट्टी को स्थिर करती है, और लाभकारी कीटों को आश्रय देती है, जिससे जैवविविधता को बढ़ावा मिलता है तथा टिकाऊ कृषि में कीटनाशकों के उपयोग में कमी आती है।

पोषण संबंधी गुण

बिच्छू बूटी की ताज़ी पत्तियाँ विभिन्न अमीनो

अम्लों के साथ-साथ पामिटिक अम्ल, लिनोलिक अम्ल और अल्फा-लिनोलेनिक अम्ल जैसे आवश्यक वसीय अम्लों से भरपूर होती हैं। इसमें आर्द्र आधार पर 89% नमी, 3.7% प्रोटीन, 6.4% रेशा, 0.6% वसा (जिसमें 2.7% MUFA और 61.8% PUFA), 4935 IU% विटामिन A, 278 mg% कैल्शियम और 1.1 mg% एस्कोर्बिक अम्ल पाया जाता है (अधिकारी एवं अन्य, 2016)। क्रेगियल एवं अन्य (2018) के अनुसार, पत्ती के पाउडर में 33.77% कूड प्रोटीन, 3.5% कूड वसा और 9.08% कूड रेशा होता है। पोटेशियम (917.2 mg/100g), कैल्शियम (113.2 mg/100g), मैग्नीशियम, लौह और जस्ता जैसे खनिज प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं, जिनमें पोटेशियम की मात्रा चैनोपोडियम और अमरंथस से भी अधिक है। यह बी-कॉम्प्लेक्स विटामिनों का भी एक समृद्ध स्रोत है। बिच्छू बूटी एक कम-कैलोरी कार्यात्मक खाद्य पदार्थ है, जिसकी



चित्र 1. बिच्छू बूटी — (a) सम्पूर्ण पौधा एवं (b) चुभने वाले ट्राइकोम्स (रोम)

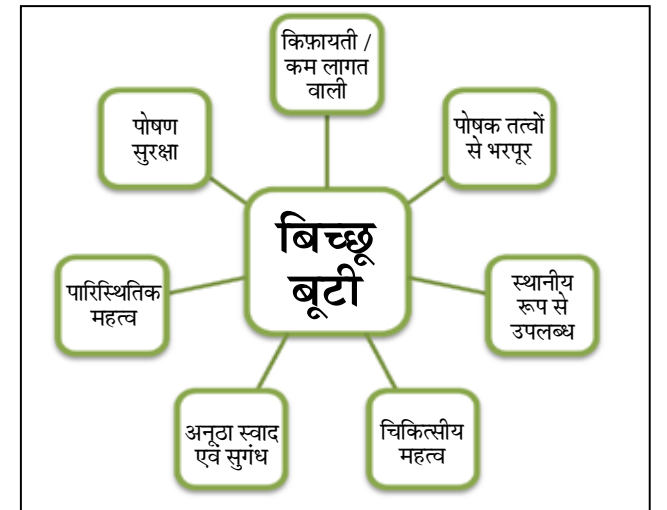
पत्तियों में तनों या जड़ों की तुलना में अधिक प्रोटीन होता है। अनाजों और कंद-मूलों की तुलना में इसमें कार्बोहाइड्रेट की मात्रा कम होती है, अतः इसका ग्लाइसेमिक इंडेक्स निम्न है, जो इसे मधुमेह रोगियों के आहार के लिए उपयुक्त बनाता है। हालाँकि, उच्च रेशा सामग्री के साथ-साथ फाइटे (4.4 से 6.5 mg/100gm) और ऑक्सालेट (2000 से 3800 mg/100gm) जैसे पोषण-विरोधी कारक प्रोटीन और कुछ खनिजों की जैव-उपलब्धता को प्रभावित कर सकते हैं (अरोरा, 2023)। ब्लांचिंग या किण्वन जैसे उचित प्रसंस्करण उपचार इन जोखिमों को न्यूनतम कर सकते हैं, जिससे बिच्छू बूटी एक सुरक्षित एवं मूल्यवान आहार पौधा बन जाती है।

औषधीय गुण

बिच्छू बूटी में विविध फाइटोकेमिकल्स पाए जाते हैं जिनमें प्रबल औषधीय गुण होते हैं, जो पौधे के विभिन्न भागों में भिन्न-भिन्न होते हैं। हवाई भागों में फ्लेवोनॉयड्स, कार्बनिक अम्ल, कैरोटीनॉयड्स, क्लोरोफिल, खनिज और ट्रेस तत्व प्रचुर मात्रा में होते हैं; जड़ों में अम्लीय पॉलीसेकेराइड्स, फ्लेवोनॉयड्स, फाइटोस्टेरोल्स, लिग्नान्स और क्यूमरिनस पाए जाते हैं; जबकि फलों और बीजों में स्थिर तेल, कैरोटीनॉयड्स और पॉलीसेकेराइड्स प्रचुर मात्रा में होते हैं। इसके एथिल एसीटेट अर्क में एल्केलॉयड्स, सैपोनिन्स, टैनिन्स, स्टेरॉयड्स, टेपेनॉयड्स, ग्लाइकोसाइड्स और फेनॉल्स पाए जाते हैं, जिनमें क्वेरसेटिन सबसे सक्रिय फ्लेवोनॉयड है। ये यौगिक मुक्त कणों (फ्री रेडिकल्स) को नष्ट करके प्रबल एंटीऑक्सिडेंट प्रभाव प्रदर्शित करते हैं तथा सूजन-रोधी, विषाणु-रोधी, जीवाणु-रोधी, कैंसर-रोधी, दर्दनाशक, यकृत-सुरक्षात्मक, एलर्जी-रोधी, प्रतिरक्षा-नियामक और कवक-रोधी गतिविधियाँ प्रदान करते हैं (पंत एवं सुंदरियाल, 2016)।

परंपरागत रूप से, बिच्छू बूटी की सूखी पाउडर, इन्फ्यूजन, काढ़ा, ताज़ा अर्क और रस जैसी तैयारियों का उपयोग गठिया, संक्रमण, गाउट, मधुमेह, उच्च रक्तचाप, मासिक धर्म संबंधी विकार, श्वसन रोग, त्वचा समस्याओं और रक्त-परिसंचरण संबंधी समस्याओं के उपचार में किया जाता है (शरफतदिनोव एवं अन्य, 2017)। ताज़े प्ररोहों को मस्क्युलोस्केलेटल विकारों में दर्द से राहत और रक्त-संचार सुधार के लिए सीधे त्वचा पर लगाया जाता है। जड़ों का पाउडर और रस चिकनपाँक्स, दस्त, जलोदर (ड्रॉप्सी), कृमि-निष्कासन और प्रारंभिक अवस्था के बिनाइन प्रोस्टेटिक

बिच्छू बूटी के लाभ



हाइपरप्लासिया के उपचार में उपयोगी है।

निष्कर्ष

बिच्छू बूटी एक अल्प-उपयोगित किंतु मूल्यवान फसल है, जिसका वैश्विक महत्व निरंतर बढ़ रहा है। खाद्य, औषधि, सौंदर्य प्रसाधन और वस्त्र क्षेत्रों में इसके व्यापक अनुप्रयोगों के कारण इसकी आर्थिक अपील अत्यधिक है। यह विशेष रूप से लघु एवं ग्रामीण किसानों के लिए नई आजीविका के अवसर प्रस्तुत कर सकती है। प्रसंस्करण प्रौद्योगिकियों और निष्कर्षण विधियों में प्रगति ने जैव-सक्रिय यौगिकों को अलग करने की दक्षता को बढ़ाया है, जिनमें कार्यात्मक खाद्य पदार्थों और चिकित्सीय अनुप्रयोगों में उपयोग की अपार संभावनाएँ हैं। कुल मिलाकर, बिच्छू बूटी केवल एक बहुउद्देशीय फसल के रूप में ही नहीं, बल्कि अधिक टिकाऊ, समावेशी और संसाधन-कुशल कृषि एवं औद्योगिक प्रणालियों की दिशा में बदलाव में एक प्रमुख भूमिका निभाने वाले पौधे के रूप में उभर रही है।



लघु एवं सीमांत किसानों के लिए कृषि प्रौद्योगिकियाँ

डॉ. आशुतोष पाल

कृषि विशेषज्ञ (एग्री एक्सपर्ट), महाशक्ति फाउंडेशन, भुवनेश्वर, ओडिशा

कार्यकारी सारांश

ओडिशा के ढेंकनाल जिले के कंकडाहाड़ ब्लॉक के मकुआकटेनी गाँव में एक परिवर्तनकारी कृषि पहल यह प्रदर्शित कर रही है कि किस प्रकार प्रौद्योगिकी, सामुदायिक भागीदारी और स्थिरता ग्रामीण आजीविका को सुदृढ़ करने के लिए एकत्रित हो सकती हैं। एचडीएफसी बैंक के परिवर्तन कार्यक्रम के सहयोग से महाशक्ति फाउंडेशन द्वारा कार्यान्वित इस परियोजना में 30 लघु और सीमांत किसानों को सम्मिलित करते हुए 22 एकड़ भूमि शामिल है। क्लस्टर-आधारित, प्रौद्योगिकी-सक्षम दृष्टिकोण के माध्यम से, इस हस्तक्षेप ने उत्पादकता में सुधार, निवेश लागत में कमी, जल संरक्षण और जलवायु लचीलेपन को सुदृढ़ किया है — जो एसडीजी-2 (शून्य भूख), एसडीजी-12 (जिम्मेदार उपभोग एवं उत्पादन) और एसडीजी-13 (जलवायु कार्रवाई) के साथ घनिष्ठ रूप से संरेखित है।

परिचय

भारतीय कृषि एक महत्वपूर्ण संक्रमण से गुजर रही है क्योंकि लघु और सीमांत किसान अनियमित वर्षा, बार-बार सूखे, गिरती मृदा उर्वरता, असंतुलित पोषक तत्व उपयोग, उच्च कीट एवं रोग घटना, आधुनिक उपकरणों की कम अपनाने की दर, सरकारी योजनाओं व डिजिटल



प्लेटफार्मों के प्रति कम जागरूकता और घटती खेत लाभप्रदता का सामना कर रहे हैं। खंडित जोत, उच्च पूँजी लागत और सीमित संस्थागत समर्थन के कारण वे आधुनिक प्रौद्योगिकियाँ अपनाने में संघर्ष करते हैं। इस संदर्भ में, सामूहिक कार्रवाई और सामुदायिक शासन के साथ कृषि प्रौद्योगिकी का अभिसरण स्थिरता की ओर एक आशाजनक मार्ग प्रदान करता है।

परियोजना को महाशक्ति फाउंडेशन द्वारा एचडीएफसी बैंक के परिवर्तन कार्यक्रम के सहयोग से मकुआकटेनी गाँव में कार्यान्वित किया गया — इन चुनौतियों का एक समग्र, क्लस्टर-आधारित खेती

मॉडल के माध्यम से समाधान करने के लिए। 22 एकड़ भूमि पर 30 किसानों को सम्मिलित करते हुए, यह मॉडल साझा संसाधनों के कुशल उपयोग, सामूहिक फसल योजना और पीयर लर्निंग के माध्यम से पैमाने की अर्थव्यवस्था सुनिश्चित करता है। क्लस्टर दृष्टिकोण ने संग्रहण, मूल्य संवर्धन और बेहतर बाजार पहुँच की नींव भी रखी, फसल विफलता के जोखिम को कम करने और नमी तनाव की स्थितियों में आय विविधीकरण सुनिश्चित करने के लिए। इस हस्तक्षेप ने आधुनिक कृषि प्रौद्योगिकियों को पारंपरिक ज्ञान प्रणालियों के साथ मिश्रित किया — कुशल संसाधन उपयोग, पारिस्थितिक संतुलन और किसान सशक्तिकरण पर जोर देते हुए।

परियोजना उद्देश्य

परियोजना के प्रमुख उद्देश्य थे — जलवायु-लचीली और टिकाऊ कृषि को बढ़ावा देना, जल, मृदा और पोषक तत्व उपयोग दक्षता में सुधार करना, आईपीएम और आईएनएम प्रथाओं के माध्यम से रासायनिक निवेशों पर निर्भरता कम करना, एसएचजी, उत्पादक समूहों और जल उपयोगकर्ता समूहों जैसी सामुदायिक संस्थाओं को सुदृढ़ करना, खेत उत्पादकता, लाभप्रदता और लचीलापन बढ़ाना तथा जमीनी स्तर के कृषि विकास को एसडीजी के साथ संरेखित करना।

टिकाऊ कृषि के लिए प्रौद्योगिकी हस्तक्षेप

- एकीकृत कीट प्रबंधन (आईपीएम) प्रथाओं ने कीट निगरानी, जैव-कीटनाशकों, वनस्पति फॉर्मूलेशन और आवश्यकता-आधारित परामर्श के माध्यम से रासायनिक कीटनाशकों के उपयोग को कम किया, जिससे निवेश लागत घटी और पारिस्थितिक संतुलन में सुधार हुआ।
- एकीकृत पोषक प्रबंधन (आईएनएम) रणनीतियाँ संतुलित जैव-उर्वरकों के प्रयोग और सेंसर-आधारित मूल्यांकन द्वारा समर्थित मृदा परीक्षण के माध्यम से मृदा स्वास्थ्य की बहाली पर केंद्रित रहीं।
- मैनुअल खेती उपकरणों, बहु-पंक्ति और पावर स्प्रेयर ने श्रम की कमी को दूर किया और कृषि परिचालन में परिशुद्धता में सुधार किया।
- मृदा सेंसर, नमी मीटर, बहु-पैरामीटर पोषक मीटर और ब्रिक्स रिफ्रेक्टोमीटर ने मृदा और फसल स्वास्थ्य की वास्तविक समय निगरानी सक्षम की — डेटा-संचालित निर्णय-प्रक्रिया और बेहतर फसल गुणवत्ता की ओर ले गई।
- 30,000 पौधों की क्षमता वाली हाई-टेक नर्सरी ने रोग-मुक्त पौधे उपलब्ध कराए, जिससे जीवित रहने की दर में सुधार हुआ और स्थानीय उद्यमिता के अवसर बने। एचडीपीई वर्मीकम्पोस्ट और अजोला टैंकों ने चक्रीय और पुनर्योजी खेती प्रथाओं का समर्थन किया।
- अनियमित वर्षा से निपटने के लिए, महापतिया नाला पर 10मी × 2मी का चेक डैम निर्मित किया गया — जिसकी भंडारण क्षमता 9.6 मिलियन लीटर है। इस संपत्ति की दीर्घायुता सुनिश्चित करने के लिए, वितरण और रखरखाव प्रबंधन हेतु एक जल उपयोगकर्ता समूह (डब्ल्यूयूजी) गठित किया गया — सामुदायिक स्वामित्व और स्थिरता को बढ़ावा देते हुए। यह भूजल पुनर्भरण,

- शुष्क मौसम में सुरक्षात्मक सिंचाई और बेहतर फसल सघनता में सहायक है।
- ड्रिप सिंचाई प्रणालियों और रेन पाइपों की स्थापना ने जल उपयोग दक्षता में सुधार किया।
- सौर पंपों ने ड्रिप सिंचाई और रेन पाइप प्रणालियों को संचालित करने के लिए विश्वसनीय और स्वच्छ ऊर्जा प्रदान की — जल सीधे जड़ क्षेत्रों तक पहुँचाते हुए।
- सौर बाड़बंदी (फेंसिंग) ने मवेशियों और वन्यजीवों से उच्च-मूल्य फसलों की रक्षा के लिए एक टिकाऊ, अहिंसक समाधान प्रदान किया।
- इन प्रयोगों (हस्तक्षेपों) ने जल अपव्यय और ऊर्जा लागत में उल्लेखनीय कमी की।
- परियोजना ने सूखा-प्रतिरोधी फसल किस्मों को बढ़ावा दिया, जिनमें झाई मूंग के साथ-साथ नमी तनाव के अंतर्गत बेहतर प्रदर्शन के लिए जलवायु-लचीली सब्जियाँ शामिल हैं।
- एक संग्रहण केंद्र ने सामूहिक भंडारण और विपणन को सुगम बनाया।

क्षमता निर्माण और ज्ञान

पारिस्थितिकी तंत्र

किसान क्षेत्र विद्यालय (एफएफएस) मॉडल ने फसल अवस्थाओं, आईपीएम और आईएनएम में व्यावहारिक शिक्षा के लिए एक जीवंत कक्षा के रूप में कार्य किया। एसएचजी/उत्पादक समूहों को सुव्यवस्थित किया गया और किसानों को फसल योजना, बाजार पहुँच, डिजिटल उपकरणों और सरकारी योजनाओं पर प्रशिक्षण दिया गया — स्थानीय संस्थाओं और शासन को सुदृढ़ करते हुए।

प्रभाव और परिणाम

प्रौद्योगिकी और सामुदायिक शासन के एकीकरण ने महत्वपूर्ण परिणाम उत्पन्न किए। फसल उपज में 20-30% की वृद्धि हुई, जबकि निवेश लागत में 30-40% की कमी आई, जिसके परिणामस्वरूप प्रति

किसान प्रति मौसम औसतन 25-35% आय वृद्धि हुई। ड्रिप सिंचाई और रेन पाइपों के माध्यम से 40-50% जल बचत हासिल हुई। चेक डैम ने शुष्क मौसम में सिंचाई सुरक्षा, भूजल पुनर्भरण और फसल सघनता में वृद्धि सुनिश्चित की। डब्ल्यूयूजी और उत्पादक समूहों के माध्यम से संस्थागत सुदृढ़ीकरण ने संसाधन प्रबंधन और दीर्घकालिक स्थिरता में सुधार किया। कुल मिलाकर, 22 एकड़ में 30 लघु और सीमांत किसानों ने इस हस्तक्षेप से प्रत्यक्ष लाभ उठाया।

निष्कर्ष

मकुआकटेनी क्लस्टर हस्तक्षेप यह प्रदर्शित करता है कि प्रौद्योगिकी-संचालित, समुदाय-प्रबंधित कृषि स्थिरता का एक शक्तिशाली इंजन हो सकती है। परिशुद्ध उपकरणों, नवीकरणीय ऊर्जा, जल संरक्षण, जैव-निवेशों और सुदृढ़ संस्थाओं को एकीकृत करके, इस परियोजना ने जलवायु-लचीली कृषि के लिए एक मापनीय और प्रतिरूपणीय मॉडल तैयार किया है। यह पहल सिद्ध करती है कि जब कॉर्पोरेट सीएसआर समर्थन जमीनी विशेषज्ञता के साथ अभिसरित होता है, तो किसान जलवायु भेद्यता से जलवायु नेतृत्व की ओर संक्रमण करते हैं — यह मॉडल लघु किसानों के लिए दीर्घकालिक पर्यावरणीय और आर्थिक स्थिरता सुनिश्चित करने का एक मापनीय मार्ग प्रदान करता है।



मिट्टी, कौशल और आत्मनिर्भरता: वर्मीकम्पोस्ट प्रशिक्षण द्वारा ग्रामीण महिलाओं को जीवन को परिवर्तन

कपिल वर्मा

कार्यक्रम समन्वयक, सीईएएसआई — भारत में कृषि कौशल उत्कृष्टता केंद्र,
कानपुर, उत्तर प्रदेश

परिचय

जब उत्तर प्रदेश के कानपुर नगर के शिवराजपुर ब्लॉक के ककूपुर हलबाल गाँव पर जाड़े की सुबह की धूप पड़ती है, तो आँगनों और खेत के कोनों में एक मौन परिवर्तन होता दिखता है। सादे छाया ढाँचों के नीचे, वर्मीबेड की पंक्तियाँ लगी हैं — जहाँ लाखों केंचुए चुपचाप काम कर रहे हैं। कई लोगों के लिए ये केवल खाद इकाइयाँ हैं। किंतु उन्हें संभालने वाली ग्रामीण महिलाओं के लिए ये आय, पहचान और स्वतंत्रता के प्रतीक हैं।

एक ऐसे क्षेत्र में जहाँ महिलाओं ने लंबे समय से बिना मान्यता या अपनी आय के कृषि में योगदान दिया है, एक छह दिवसीय वर्मीकम्पोस्ट उत्पादक प्रशिक्षण कार्यक्रम (5 दिन प्रशिक्षण + 1 दिन मूल्यांकन) ने एक बदलाव को जन्म दिया है। कृषि कौशल परिषद भारत (एएससीआई) और कृषि कौशल उत्कृष्टता केंद्रों द्वारा समर्थित तथा पेप्सिको के वित्त पोषण के साथ, इस कार्यक्रम ने स्थिरता को आजीविका सृजन के साथ जोड़ा — महिलाओं को इसके केंद्र में रखते हुए।

30 प्रतिभागियों में से 25 महिलाएँ (83.3%)



और 5 पुरुष (16.7%) थे, जिससे यह प्रशिक्षण महिला-नेतृत्व वाली कृषि उद्यमिता का एक सशक्त उदाहरण बन गया।

दोहरी चुनौती: मृदा अवक्रमण और लैंगिक असमानता

प्रशिक्षण ने मृदा स्वास्थ्य में गिरावट और ग्रामीण महिलाओं के लिए सीमित आय के अवसरों की दोहरी समस्याओं का समाधान किया। वर्मीकम्पोस्टिंग मृदा उर्वरता को बहाल करती है, साथ ही एक कम-निवेश,

घर-आधारित उद्यम बनाती है जिसे महिलाएँ घरेलू जिम्मेदारियों के साथ-साथ संभाल सकती हैं।

प्रशिक्षण संरचना और शिक्षण दृष्टिकोण

छह दिवसीय कार्यक्रम में पाँच दिन गहन व्यावहारिक प्रशिक्षण और एक दिन मूल्यांकन शामिल था। प्रतिभागियों ने मृदा स्वास्थ्य प्रबंधन, केंचुआ जीव विज्ञान, वर्मीबेड तैयारी, कच्चे माल प्रबंधन, नमी एवं वातन नियंत्रण, कटाई तकनीक, पैकेजिंग और विपणन रणनीतियाँ सीखीं।

प्रत्यक्ष शिक्षण ने महत्वपूर्ण भूमिका निभाई। प्रतिभागियों ने वर्मीबेड बनाए, सामग्री की परतें चढ़ाईं और खाद बनने की प्रक्रिया देखी। जब उन्होंने अपशिष्ट को मूल्यवान जैविक खाद में बदलते देखा तो प्रारंभिक हिचकिचाहट आत्मविश्वास में बदल गई।

कौशल से उद्यम तक

वर्मीकम्पोस्ट उत्पादन के लिए न्यूनतम अवसरों की आवश्यकता होती है और ग्रामीण परिवारों में उपलब्ध सामग्रियों का

उपयोग होता है। एक वर्मीबेड 45-60 दिनों के चक्रों में खाद उत्पादन कर सकती है। इससे नियमित आय, कम उर्वरक व्यय और लघु उद्यमों में विस्तार के अवसर बनते हैं।

आर्थिक प्रभाव

- अतिरिक्त घरेलू आय
- रासायनिक उर्वरकों पर व्यय में कमी
- स्थानीय किसानों और नर्सरियों को खाद बेचने का अवसर

कृषि प्रभाव

- मृदा संरचना और सूक्ष्मजैविक गतिविधि में सुधार
- पोषक तत्वों की उपलब्धता में वृद्धि
- जैविक और प्राकृतिक खेती प्रथाओं को समर्थन

पर्यावरणीय प्रभाव

- खेत और घरेलू जैविक अपशिष्ट का पुनर्चक्रण
- फसल अवशेषों के जलाने में कमी
- कृत्रिम निवेशों पर कम निर्भरता

सामाजिक परिवर्तन

शायद सबसे सार्थक बदलाव सामाजिक है। जो महिलाएँ कभी खेतों में चुपचाप काम करती थीं, वे अब उत्पादक और उद्यमी के रूप में पहचानी जाने लगी हैं। घरेलू चर्चाओं में अब उत्पादन योजना, मूल्य निर्धारण और विपणन संबंधी निर्णय शामिल होने लगे हैं। वर्मीबेड केवल एक खाद इकाई से कहीं अधिक बन गई है — यह आत्मविश्वास, ज्ञान और आर्थिक पहचान का प्रतीक है।

उद्यम आरंभ के लिए सहायता

प्रशिक्षण से परे निरंतरता सुनिश्चित करने के लिए, प्रतिभागियों को मूल्यांकन के बाद प्रमाण-पत्र और तत्काल उपयोग के लिए वर्मीबेड प्राप्त हुईं। इस प्रत्यक्ष संपत्ति समर्थन ने उन्हें बिना देरी के घर पर उत्पादन शुरू करने में सहायता की।

आर्थिक, कृषि संबंधी और पर्यावरणीय लाभ

आर्थिक दृष्टि से, वर्मीकम्पोस्टिंग उर्वरक लागत को कम करती है और अतिरिक्त आय के अवसर सृजित करती है। कृषि की दृष्टि से, यह मृदा



संरचना, सूक्ष्मजैविक जीवन और पोषक तत्वों की उपलब्धता में सुधार करती है। पर्यावरणीय दृष्टि से, यह जैविक अपशिष्ट के पुनर्चक्रण को बढ़ावा देती है और रासायनिक निर्भरता को कम करती है।

सामाजिक परिवर्तन और महिला सशक्तिकरण

सामाजिक दृष्टि से, प्रभाव परिवर्तनकारी रहा है। महिलाएँ उत्पादक और उद्यमी की भूमिका में कदम रख रही हैं, कृषि पर घरेलू निर्णय-प्रक्रिया और सामुदायिक चर्चाओं में भाग ले रही हैं।

सामाजिक परिवर्तन और महिला सशक्तिकरण सामाजिक दृष्टि से, प्रभाव परिवर्तनकारी रहा

है। महिलाएँ उत्पादक और उद्यमी की भूमिका में कदम रख रही हैं, कृषि पर घरेलू निर्णय-प्रक्रिया और सामुदायिक चर्चाओं में भाग ले रही हैं।

जब महिलाएँ मिट्टी का पोषण करती हैं, तो वे स्वयं कृषि के भविष्य का पोषण करती हैं।



झारखंड के लिए स्थिरता-उन्मुख कृषि प्रौद्योगिकी



अजय सिंह

प्रोफेसर, सिविल इंजीनियरिंग विभाग एवं डीन, स्कूल ऑफ इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलॉजी, केंद्रीय विश्वविद्यालय झारखंड, राँची
ई-मेल: ajai.singh@cuja.ac.in

झारखंड में 1200-1400 मिमी की अपेक्षाकृत अच्छी वार्षिक वर्षा के बावजूद, मानसून वितरण और शुष्क अवधि पर निर्भरता कृषि क्षेत्र को संवेदनशील और अनिश्चित बनाती है। झारखंड का भौगोलिक क्षेत्रफल लगभग 79.70 लाख हेक्टेयर है, जिसमें से लगभग 38 लाख हेक्टेयर कृषि योग्य और लगभग 25-26 लाख हेक्टेयर शुद्ध बोया गया क्षेत्र है। राज्य की प्रमुख फसलों में धान, गेहूँ, मक्का, दालें, तिलहन और बागवानी फसलें शामिल हैं, जिनमें चावल फसल क्षेत्र में प्रमुख हिस्सेदारी रखता है (उदाहरणार्थ, राज्य प्रोफाइल में रिपोर्ट किए अनुसार चावल क्षेत्र लगभग 1763 हजार हेक्टेयर और उत्पादन लगभग 5322 हजार मीट्रिक टन), जो यह इंगित करता है कि धान-आधारित प्रणालियों में जल उत्पादकता और निवेश दक्षता में सुधार से बड़े पैमाने पर स्थिरता लाभ प्राप्त किए जा सकते हैं। कृषि

क्षेत्र का अधिकांश भाग वर्षा-आधारित है और सिंचाई कवरेज कम है, इसलिए झारखंड में दीर्घकालिक स्थिरता प्राप्त करने के लिए कृषि प्रौद्योगिकी की शक्ति का उपयोग करना अनिवार्य है, चूंकि राज्य की खेती प्रणाली मुख्यतः वर्षा-आधारित, संसाधन-सीमित और जलवायु परिवर्तनशीलता के प्रति अत्यधिक संवेदनशील है। झारखंड की प्रमुख स्थिरता संबंधी बाधाओं में ढलानदार भूमि एवं कठोर चट्टानी क्षेत्र, गंभीर मृदा अपरदन, जल की कमी, अम्लीय मिट्टी, निम्न मृदा उर्वरता, कम निवेश उपयोग और रबी मौसम में खुली चराई शामिल हैं, जो मिलकर उत्पादकता को घटाते हैं और भूमि अवक्रमण को तीव्र करते हैं। मृदा अपरदन को कम करना, नमी संरक्षण, जलवायु लचीलेपन में सुधार और लघु एवं सीमांत किसानों के लिए संसाधन-उपयोग दक्षता बढ़ाना आदि, ये ऐसी समस्याएँ हैं जिनका समाधान झारखंड में कृषि स्थिरता

प्राप्त करने के लिए उपयुक्त कृषि प्रौद्योगिकी को अपनाकर किया जा सकता है।

कृषि क्षेत्र ने 2023-2024 में राज्य के सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) में लगभग 23% का योगदान दिया, जो कृषि-प्रौद्योगिकी में निवेश को समावेशी विकास, ग्रामीण रोजगार और गरीबी स्तर में कमी लाने के लिए प्रोत्साहित करता है। अतः प्रौद्योगिकी के माध्यम से स्थिरता को बढ़ावा देना आर्थिक दृष्टि से भी विवेकपूर्ण है, क्योंकि यह कृषि आय में सुधार करता है और संवेदनशीलता का प्रतिकार करता है। झारखंड का पहला स्थिरता स्तंभ परिशुद्ध जल एवं सिंचाई प्रौद्योगिकियाँ हैं। नहर या बड़ी सतही प्रणालियों की अनुपस्थिति में भी, सूक्ष्म-सिंचाई (ड्रिप और स्प्रिंकलर), बुद्धिमान शेड्यूलिंग के साथ सौर पम्पिंग और सेंसर-आधारित सिंचाई परामर्श जल खपत दक्षता में उल्लेखनीय सुधार

कर सकते हैं और प्रभावी सिंचाई का विस्तार कर सकते हैं। ड्रिप और स्प्रिंकलर जैसी सूक्ष्म-सिंचाई प्रणालियों के माध्यम से खेत-स्तरीय जल खपत दक्षता में सुधार का लक्ष्य भारत सरकार के 'प्रति बूँद अधिक फसल' (पीडीएमसी) परिचालन दिशानिर्देशों में स्पष्ट रूप से परिभाषित है। चूंकि झारखंड में सिंचाई कवरेज कम है, इसलिए पीडीएमसी-प्रकार के हस्तक्षेप, जब वाटरशेड और लघु सिंचाई सुधारों के साथ संयुक्त किए जाएँ, तो मानसून वर्षा पर अत्यधिक निर्भरता को कम कर सकते हैं और सूखे के प्रति सहनशीलता में सुधार कर सकते हैं, विशेष रूप से ऊँची भूमि और उतार-चढ़ाव वाले पठारी क्षेत्रों में।

दूसरा स्थिरता स्तंभ जलवायु-स्मार्ट परामर्श प्रौद्योगिकी है, जो कृषि-मौसम विज्ञान पूर्वानुमानों, जिला/ब्लॉक परामर्शों और डिजिटल प्रसार प्लेटफार्मों (एसएमएस/व्हाट्सएप/आईवीआरएस) का उपयोग करके किसानों को बुआई की तिथियों, सिंचाई शेड्यूलिंग, पोषक तत्व समय-निर्धारण और कीट चेतावनियों पर मार्गदर्शन करती है। झारखंड में स्थान और समय दोनों में वर्षा की प्रबल परिवर्तनशीलता का अनुभव होता है, और प्रौद्योगिकी-समर्थित परामर्श वर्षा की संभावना और शुष्क-अवधि के पूर्वानुमान पर आधारित निर्णय सक्षम करके बुआई विफलता और फसल हानि के जोखिम को कम करते हैं। भाकृअनुप-सीआरआईडीए जैसी संस्थाओं द्वारा तैयार जिला आकस्मिक योजनाओं जैसे जलवायु-लचीले फसल योजना उपकरण, साक्ष्य-समर्थित अनुकूलन मार्ग प्रदान करते हैं जिन्हें स्थानीय हितधारकों के लिए डिजिटल परामर्श सेवाओं में एकीकृत किया जा सकता है।

तीसरा स्थिरता स्तंभ मृदा स्वास्थ्य सुधार है, क्योंकि मृदा संबंधी बाधाएँ झारखंड में एक प्रमुख सीमा हैं। चूंकि अम्लीय मिट्टी, अपरदन और निम्न उर्वरता व्यापक रूप से रिपोर्ट की गई बाधाएँ हैं, इसलिए डिजिटलीकृत मृदा स्वास्थ्य मानचित्रण, मृदा स्वास्थ्य कार्ड से जुड़े निर्णय समर्थन प्रणालियाँ और परिवर्तनीय/आवश्यकता-आधारित निवेश अनुप्रयोग (विशेषतः चूना परामर्श और



संतुलित पोषक तत्व) अत्यधिक उर्वरक उपयोग और निवेश अपव्यय को कम करते हुए दीर्घकालिक मृदा उत्पादकता में सुधार कर सकते हैं। मृदा एवं जल संरक्षण योजना में रिमोट सेंसिंग और जीआईएस के एकीकरण से वाटरशेड हस्तक्षेपों की लक्ष्यीकरण दक्षता में सुधार हो सकता है, यह सुनिश्चित किया जा सकता है कि सूखा/अपरदन हॉटस्पॉट को पहले प्राथमिकता दी जाए, और केवल महँगे क्षेत्र-आधारित तरीकों के बिना परिणामों (वनस्पति आवरण, नमी तनाव, फसल सघनता) की निगरानी सक्षम की जा सके।

संस्थागत और मूल्य-शृंखला डिजिटलीकरण, जो पूँजी, निवेश और बाजारों तक पहुँच में सुधार करता है, चौथा स्तंभ है जो स्थिरता का समर्थन करता है। प्राथमिक कृषि ऋण समिति/सहकारी समितियाँ, डिजिटल वित्त और पारदर्शी निवेश/उत्पादन शृंखलाएँ किसान सेवा वितरण प्रणालियों के उदाहरण हैं जिन्हें लेन-देन लागत कम करने और ग्रामीण आजीविका की लचीलेपन को बढ़ाने के लिए, विशेष रूप से लघु और जनजातीय किसानों के लिए डिजिटलीकृत किया गया है। जब ऐसे डिजिटल प्लेटफार्मों को सिंचाई परिसंपत्तियों, वाटरशेड संरचनाओं और परामर्श सेवाओं के

साथ संयुक्त किया जाता है, तो एक व्यापक स्थिरता पारिस्थितिकी तंत्र निर्मित होता है। किसान सस्ती प्रौद्योगिकी तक पहुँच प्राप्त कर सकते हैं, व्यावहारिक सलाह प्राप्त कर सकते हैं और स्थिर बाजार एवं वित्तीय समर्थन प्राप्त कर सकते हैं। अतः झारखंड के लिए एक स्थिरता-उन्मुख कृषि-प्रौद्योगिकी रणनीति बेहतर जल प्रबंधन तकनीकों, पूर्व चेतावनी प्रणालियों, मृदा स्वास्थ्य रिपोर्टिंग और मूल्य शृंखलाओं पर निर्मित होनी चाहिए। ये राज्य की वर्तमान समस्याओं, जैसे कम सिंचाई कवरेज, वर्षा निर्भरता, मृदा अवक्रमण और आर्थिक संवेदनशीलता का सीधे समाधान करेंगी।



जलकृषि में प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग



प्रताप मुखोपाध्याय

सेवानिवृत्त प्रधान वैज्ञानिक, भाकृअनुप-सीआईएफए, भुवनेश्वर

भारत में जलकृषि (एक्वाकल्चर), जो 1960 के दशक की शुरुआत में एक राज्य-स्तरीय गृहस्थी गतिविधि के रूप में विकसित हुई, अब देश भर में अंतर्देशीय और तटीय दोनों राज्यों में एक उल्लेखनीय प्रमुख उद्यम बन चुकी है, जो खाद्य भंडार, रोजगार सृजन और विभिन्न क्षेत्रों की अर्थव्यवस्था में योगदान दे रही है। एकीकृत खेती, अंतर्देशीय खारा जलकृषि, सजावटी मछली पालन और झींगा पालन सहित जलकृषि प्रथाएँ परिचालन के पैमाने, आकार और निवेश दोनों दृष्टि से अत्यंत अनुकूल और लचीली हैं।

मछली प्रजनन और जनन: पहले, मछली प्रजनन और जनन के पहलुओं पर सटीक ज्ञान के अभाव में, जलकृषि में प्राथमिक निवेश, मछली बीज, को मानसून महीनों के दौरान नदी के स्रोतों से एकत्र किया जाता था और फिर कठिन परिश्रम से एकत्रित उन बीजों को खेती के लिए संवर्धन तालाबों में डाला जाता था। इसके बाद क्रमिक युगांतकारी प्रौद्योगिकी विकास हुआ। बंदी अवस्था में कार्प प्रजनन में पिट्यूटरी हार्मोन

का उपयोग 1957 में स्थापित किया गया। 10 जुलाई 1957 को, बैरकपुर स्थित भाकृअनुप-सीआईएफएआरआई के कटक अनुसंधान केंद्र में, सिर्हिनस रेबा (Cirrhinus reba) को जलीय कार्प पिट्यूटरी अर्क के प्रशासन द्वारा प्रजनन के लिए प्रेरित किया गया, जिसमें मादा मछली को 6 घंटे के अंतराल पर दो विभाजित खुराकों में पिट्यूटरी अर्क दिया गया, जबकि नर प्रजाति को मादा की दूसरी खुराक के समय एकल खुराक दी गई। इस सीमित जल में प्रेरित प्रजनन (विभिन्न कार्प प्रजातियाँ सीमित/स्थिर जल में परिपक्व होती हैं किंतु वहाँ स्वतः प्रजनन करने में विफल रहती हैं, यही कारण था कि आवश्यक मात्रा में बीज प्रकृति से एकत्र करके तालाबों/टैंकों में संवर्धन हेतु डाला जाता था) को जलकृषि में उपयोग की गई पहली व्यावहारिक प्रौद्योगिकी माना जा सकता है। तब से इसकी दक्षता बढ़ाने के लिए इसमें कई संशोधन किए गए। पिट्यूटरी हार्मोन के विकल्प के रूप में एलएचआरएच-ए (LHRH-a), एचसीजी (HCG), जीएनआरएच (GnRH) प्लस डोमपेरिडोन आदि जैसे कई उपयोग-के-

लिए-तैयार कृत्रिम प्रेरक एजेंटों के विकास ने प्रेरित प्रजनन की प्रौद्योगिकी को आसान और किसान-अनुकूल बना दिया। एक ही मौसम में कई बार कार्प प्रजनन की प्रौद्योगिकी ने प्रत्येक प्रजनन के बीच 45-50 दिनों के अंतराल पर 3-4 बार प्रजनन के माध्यम से एक मादा से 2-3 गुना अधिक स्पॉन प्राप्ति प्रदर्शित करने में सक्षमता दिखाई है। हैचरी डिजाइन परिचालन का प्रौद्योगिकीय विकास, प्रारंभिक मिट्टी के तालाबों/गड्डों से दोहरी दीवार वाले हापा तक, और तत्पश्चात काँच के जार और गोलाकार इको-हैचरी तक, ने अंडे सेने के दौरान प्राप्त अंडों की बड़ी मात्रा को उत्पादित और संभालने की गुंजाइश प्रदान की। अब देश में सार्वजनिक और निजी दोनों क्षेत्रों में कई हजार हैचरी संचालित हैं। एफआरपी (FRP) हैचरी, एक पोटैबल छोटे आकार की हैचरी, पहाड़ी क्षेत्रों में भी मछली प्रजनन कार्यक्रम संचालित करने की सुविधा प्रदान करती है।

एक अन्य महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकी स्वस्थ नर प्रजातियों के शुक्राणुओं का क्रायोप्रिजर्वेशन

(-196 डिग्री सेल्सियस) रही है, जिसने ऑफ-सीजन के दौरान तथा उस स्थिति में भी जब नर और मादा प्रजातियों की परिपक्वता समकालिक नहीं हो पाती, परिपक्व एवं व्यवहार्य अंडों के निषेचन को संभव बनाया। इस क्रायोप्रिजर्वेशन ने आनुवंशिक रूप से श्रेष्ठ नर मछलियों के शुक्राणुओं को परिपक्व अंडों के निषेचन के लिए संरक्षित करने में सुविधा प्रदान की है, जिससे स्वस्थ स्पॉन का उत्पादन संभव हुआ है। गुणवत्तापूर्ण मछली बीज जलकृषि उत्पादन में उल्लेखनीय सुधार सुनिश्चित कर सकता है, एक जीवंत वाणिज्यिक उद्यम का मार्ग प्रशस्त करते हुए।

अगली प्रमुख सफलता एक उच्च उपज उत्पादन प्रौद्योगिकी के विकास में हुई जिसे सामान्यतः 'समग्र मछली संवर्धन' (कम्पोजिट फिश कल्चर) कहा जाता है। यह एक बहु-संवर्धन (पॉलीकल्चर) है जिसमें तीन देशी प्रमुख कार्प, कतला, रोहू और मृगल, के साथ-साथ तीन विदेशी कार्प, सिल्वर कार्प, ग्रास कार्प और कॉमन कार्प, का संयोजन शामिल है। इस प्रौद्योगिकी ने तालाब की तीन अलग-अलग पारिस्थितिक आलों (इकोलॉजिकल निचेज) में उपलब्ध प्राकृतिक खाद्य जीवों का उपयोग किया, जिन्हें उर्वरीकरण/खाद के माध्यम से और बाहर से तैयार मिश्रित आहार द्वारा पूरक किया जा सकता था। पिछले एक दशक में लगभग 2 टन/हेक्टेयर/वर्ष के उत्पादन स्तर वाली पारंपरिक व्यापक संवर्धन प्रणाली से 5-6 टन/हेक्टेयर/वर्ष के अर्ध-गहन उत्पादन स्तर तथा फिर गहन प्रणालियों (10-15 टन/हेक्टेयर/वर्ष के उत्पादन स्तर) की ओर संक्रमण हुआ है। यह 5000 से 10000 नग/हेक्टेयर तक संचयन घनत्व बढ़ाकर हासिल किया गया। जैसे-जैसे संचयन घनत्व तालाबों की प्राकृतिक वहन क्षमता से अधिक हो जाता है, प्राकृतिक भोजन पर निर्भरता से पोषण की दृष्टि से पूर्ण बाह्य आहार की आपूर्ति की ओर बदलाव आवश्यक हो गया। संवर्धित प्रजातियों की पोषक एवं ऊर्जा आवश्यकता अध्ययन के माध्यम से विभिन्न वृहत् और सूक्ष्म पोषक तत्वों की आपूर्ति के अनुकूलन में प्रगति तथा उचित प्रोटीन:ऊर्जा अनुपात से संबंधित आँकड़ों ने गहन कार्प संवर्धन



में 17 टन/हेक्टेयर/वर्ष का उत्पादन संभव किया। इसी प्रकार, कुछ महत्वपूर्ण कैटफिश, पर्च, मुरेल, फेदरबैक, लोचेज़, झींगे को भी नियंत्रित संवर्धन प्रणालियों के अंतर्गत लाया गया है, और इसी प्रकार ट्राउट जैसी शीत जल प्रजातियों को भी। मछली पोषण पर अनुसंधानों ने यह प्रदर्शित किया है कि संबंधित जीन की अभिव्यक्ति को विभिन्न आहार घटकों से संशोधित किया जा सकता है। न्यूट्रिजीनोमिक्स के दृष्टिकोण से, पोषक तत्व आहार संकेत हैं जिन्हें कोशिकीय संसार प्रणाली द्वारा पहचाना जाता है और जो परिणामस्वरूप जीन एवं प्रोटीन की अभिव्यक्ति को प्रभावित करते हैं।

पोषण और आहार:

चूँकि कार्प सहित मछलियों में अपनी ऊर्जा माँगों को पूरा करने के लिए आहार प्रोटीन के महत्वपूर्ण अनुपात का उपयोग करने की सामान्य प्रवृत्ति होती है, हाल के अनुसंधान इस अवधारणा को बढ़ावा देते हैं कि आहार में गैर-प्रोटीन ऊर्जा की आपूर्ति बढ़ाकर विकास पर प्रतिकूल प्रभाव डाले बिना उल्लेखनीय प्रोटीन अर्थव्यवस्था प्राप्त की जा सकती है, जिससे विकास के लिए बेहतर प्रोटीन उपयोग होता है और परिणामस्वरूप परिवेशीय वातावरण में अमोनिया जैसे अपचयी अंत-उत्पादों का उत्सर्जन कम होता है। गैर-प्रोटीन ऊर्जा स्रोतों की कमी से ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए प्रोटीन का अपचय होता है, जबकि अत्यधिक ऊर्जा भूख को दबा सकती है, विकास को कम कर सकती है और लिपिड संचय को बढ़ा सकती है। मछलियों में प्रोटीन उपयोग को अनुकूलित करने के लिए, प्रोटीन-ऊर्जा अन्योन्यक्रिया की

अवधारणा पर पर्याप्त ध्यान दिया गया है और अब यह ज्ञात है कि लिपिड और कार्बोहाइड्रेट घटकों के समावेश के माध्यम से आहार में पाच्य ऊर्जा स्तर बढ़ाकर उल्लेखनीय आहार प्रोटीन बचत प्राप्त की जा सकती है। व्यापक से अर्ध-गहन और आहार-आधारित गहन संवर्धन प्रणालियों की ओर तीव्र संक्रमण की प्रकृति को देखते हुए, पोषक तत्वों के चयापचय उपयोग पर ज्ञान को स्थिरता से संबंधित प्रश्नों के लिए मौलिक माना जाता है।

भारतीय प्रमुख कार्प की आँत बहुत लंबी होती है जो स्वाभाविक रूप से कार्बोहाइड्रेट से भरपूर विभिन्न पादप-व्युत्पन्न चारे के उपयोग को सुगम बनाती है और उनमें आंत्र एमाइलेज गतिविधि भी बहुत उच्च होती है। आहार स्टार्च के उच्च स्तरों के साथ कुछ कठिनाइयाँ उत्पन्न होती प्रतीत होती हैं, जैसा कि उच्च प्लाज्मा ग्लूकोज सांद्रता और दीर्घकालिक भोजनोत्तर अतिरक्तशर्करा (पोस्ट-प्रीडियल हाइपरग्लाइसीमिया) से स्पष्ट होता है। इन परिघटनाओं को प्रारंभ में ग्लूकोज फॉस्फोराइलेशन क्षमता में बाधा के कारण माना जाता था, जो हेक्सोकाइनेज नामक एंजाइमों के एक समूह द्वारा उत्प्रेरित होती है। हाल तक ग्लूकोकाइनेज को मछलियों में अनुपस्थित माना जाता था, किंतु अब उपलब्ध आँकड़ों ने कार्प के हेपेटोपैक्रियास में इस एंजाइम के अस्तित्व तथा आहार कार्बोहाइड्रेट आपूर्ति द्वारा इसके नियमन की पुष्टि की है। आहार अमीनो अम्लों या शरीर के प्रोटीन अपघटन से ग्लूकोनियोजेनेसिस भी मछलियों में उच्च मानी जाती है। निरंतर

ग्लूकोनियोजेनेसिस एक अन्य संभावित तंत्र है जिसके द्वारा मछलियों में उच्च भोजनोत्तर अतिरिक्तशर्करा बनी रहती है। आहार कार्बोहाइड्रेट स्तर में परिवर्तन के साथ यकृत ग्लूकोज-6-फॉस्फेटेज गतिविधि और इसकी जीन अभिव्यक्ति प्रभावित होती है या नहीं — यह भारतीय प्रमुख कार्प में अभी तक स्थापित किया जाना बाकी है।

कार्प सामान्यतः यकृत ग्लाइकोलिसिस और लिपोजेनेसिस में वृद्धि के साथ-साथ ग्लूकोनियोजेनेसिस और अमीनो अम्ल अपघटन में समवर्ती कमी करके उच्च कार्बोहाइड्रेट आहार के अनुकूल हो सकती हैं। एक प्रमुख चिंता का विषय मछलियों में कार्बोहाइड्रेट चयापचय के पोषण संबंधी नियमन की समझ प्राप्त करना है, क्योंकि इसके उपयोग में सुधार का जलकृषि में व्यावहारिक निहितार्थ होगा।

पादप-व्युत्पन्न चारे से पोषक तत्व उपयोग में सुधार

कोशिका भित्ति सामग्री में पाए जाने वाले सेल्युलोज, ज़ाइलान और मैनान जैसे उच्च स्तरीय गैर-स्टार्च पॉलीसैकेराइड (एनएसपी) कई पादप-व्युत्पन्न चारा संसाधनों के पोषण मूल्य को कम कर देते हैं। कार्प आहार में अनुपूरक चारे के जीवाणु सेल्युलेज पूर्व-उपचार की संभावना का सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया है। मछली प्रजातियों में फाइटेज के अनुप्रयोग और लाभ अब भली-भाँति प्रलेखित हैं। कई प्रकार के कारक हैं जो चारा घटकों से पोषक तत्व और ऊर्जा उपयोग को प्रभावित कर सकते हैं। पोषण-विरोधी कारक (एनएफ) पाचन, स्वादिष्टता या यहाँ तक कि कोशिकीय कार्य में हस्तक्षेप करके इस संदर्भ में समस्या उत्पन्न करने की क्षमता रखते हैं। इन कारकों की क्रिया-विधि के आधार पर इन्हें समाप्त करने के लिए सरल उपाय लागू किए जा सकते हैं। अधिकांश पोषण-विरोधी कारकों को निष्क्रिय करने की सामान्य विषहरण विधियाँ हैं; ऊष्मा द्वारा निष्क्रियकरण और/या गर्म पानी में भिगोना। बहरहाल, ये भौतिक प्रक्रियाएँ विभिन्न प्रकार के पोषण-विरोधी तत्वों के हानिकारक प्रभावों को दूर करने में पूरी तरह निर्णायक नहीं हैं।



जल-घुलनशील पोषक तत्व रिस सकते हैं, या ऊष्मा कुछ पोषक तत्वों को नष्ट कर सकती है जिससे चारे की गुणवत्ता घट जाती है। उचित प्रसंस्करण इन घटकों के पोषण मूल्य को बढ़ा सकता है। फाइटेज अम्ल अधिकांश पादप चारे में फॉस्फोरस (पी) का प्रमुख भंडारण यौगिक है। फाइटेज बड़ी संख्या में खनिजों (के, एमजी, सीए, जेडएन, एफई और सीयू) के साथ यौगिक बनाता है और प्रोटीन तथा लाइसिन और आर्जिनिन जैसे क्षारीय अमीनो अम्लों के साथ भी जटिल यौगिक (कॉम्प्लेक्स) बनाता है, जिससे मछलियों में खनिजों की जैव-उपलब्धता कम होती है और प्रोटीन की पाच्यता घट जाती है।

सीआईएफएब्रूड (CIFABROOD) (ट्रेडमार्क) जैसी प्रौद्योगिकियाँ, एक ब्रूडस्टॉक आहार जो बेहतर अंडा गुणवत्ता प्रदान करने में सहायता करता है और इस प्रकार उच्च जीवित रहने की दर, विकास और स्वस्थ मछली उत्पादन में योगदान करता है।

संवर्धनीय कार्प का आनुवंशिक सुधार:

विकास और चारा उपयोग दक्षता के लिए चयनात्मक प्रजनन के माध्यम से रोहू के आनुवंशिक सुधार ने चयन की छठी पीढ़ी में प्रति पीढ़ी प्रभावशाली 17% आनुवंशिक लाभ प्रदर्शित किया। सुधरी हुई रोहू (जयंती) अब देश में सर्वाधिक पसंदीदा प्रजातियों में से एक है। सुधरी हुई रोहू को ओडिशा, पश्चिम

बंगाल और आंध्र प्रदेश सहित देश के कई राज्यों में अपनाया गया है। विभिन्न कृषि-जलवायु क्षेत्रों में प्रसार से पूर्व सफलतापूर्वक क्षेत्र परीक्षण किए गए, उदाहरणार्थ, पश्चिम बंगाल में रहरा, पंजाब में जालंधर और आंध्र प्रदेश में विजयवाड़ा। इसी प्रकार, सुधरी हुई कतला और सुधरी हुई स्कैम्पी (मैक्रोब्रैकियम रोजेनबर्गी) विकसित की गई हैं और पूरे देश में प्रसारित की गई हैं।

मछली स्वास्थ्य प्रबंधन:

कई रोग निदान किट विकसित की गई हैं — जैसे अल्सर और सेप्टीसीमिया के खेत-स्तरीय निदान के लिए डॉट-एलिसा (Dot-ELISA) किट, जिसमें विभिन्न जीवाणु घुलनशील प्रतिजन (एंटीजन) और खरगोश में विकसित सकारात्मक एवं नकारात्मक सीरम शामिल हैं। एरोमोनस, एडवर्डसिएला, विब्रियो, स्यूडोमोनस और फ्लेवोबैक्टीरियम प्रजातियों के खेत-स्तरीय निदान के लिए स्पॉट एग्लूटिनेशन किट विशेष रूप से उल्लेखनीय है। उत्पाद में मूल्य संवर्धन और गुणों में सुधार अब प्राप्त करने योग्य हो गए हैं। भाकृअनुप-सीआईएफए के पास मछली उत्पादन को बढ़ावा देने के लिए विभिन्न प्रकार की प्रौद्योगिकी प्रसाद उपलब्ध है। सुधरी हुई रोहू (जयंती), रोहू की एक आनुवंशिक रूप से उन्नत प्रजाति, जो एक वर्ष में 18% अतिरिक्त वृद्धि प्रदान करती है। इसी प्रकार, सुधरी हुई कतला जिसे 'अमृत कतला' नाम दिया गया है और स्कैम्पी (मैक्रोब्रैकियम रोजेनबर्गी),

ये सब संवर्धित स्टॉक के आनुवंशिक सुधार के माध्यम से ऊर्ध्वाधर विस्तार की प्रमुख रणनीतियों को इंगित करते हैं। चयनात्मक प्रजनन कार्यक्रम को विशेष रूप से उस समय से अत्यधिक लाभ हुआ है जब से विशाल समानांतर अनुक्रमण (मैसिव पैरेलल सीक्वेंसिंग) प्रौद्योगिकी का उदय हुआ है, साथ ही कम्प्यूटेशनल प्रौद्योगिकी और कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) में उल्लेखनीय प्रगति हुई है।

कई अन्य किसान-अनुकूल सरल प्रौद्योगिकियाँ भी विकसित हुई हैं, जैसे पेरिफाइटन-आधारित मछली पालन प्रणाली, जो पेरिफाइटन के साथ विकास, जीवित रहने की दर और कुल उपज के संदर्भ में काफी आशाजनक सिद्ध हुई है। जलीय प्रणाली में पेरिफाइटन विकसित होने वाले डूबे हुए सबस्ट्रेट ने विशेष रूप से जल गुणवत्ता में सुधार किया। सबस्ट्रेट के रूप में बाँस की छड़ें, पीवीसी पाइप, सिरेमिक टाइलें आदि का उपयोग किया गया। यह देखा गया है कि पेरिफाइटन-आधारित प्रणाली ने न केवल जलकृषि उत्पादन में वृद्धि की, बल्कि प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को बढ़ाने के माध्यम से संक्रमण के विरुद्ध प्रतिरोधक क्षमता भी विकसित की। इसके अतिरिक्त, संसाधन-अल्प किसानों के लिए बहु-संचयन और बहु-कटाई मॉडल विकसित किया गया, जिसमें बहु-संचयन और बहु-कटाई मॉडल के परिणामस्वरूप छोटे तालाबों की उत्पादकता में कई गुना वृद्धि हुई। ऐसे संचयन और कटाई मॉडल के माध्यम से केवल 3-4 महीने तालाबों का प्रबंधन करके किसान कमाई शुरू कर देते हैं, जिसे मध्यम और छोटी कार्प पालन के लिए आवश्यक निवेश की खरीद में पुनर्निवेश किया जाता है। इस प्रौद्योगिकी ने यह इंगित किया कि अत्यल्प संसाधनों के साथ भी किसान मछली पालन जारी रख सकता है और नियमित अंतरालों पर लगातार कमाई कर सकता है।

हाल ही में दो जल-उपयोग कुशल प्रौद्योगिकियाँ विकसित की गई हैं, पुनर्संचारी जलकृषि प्रणाली (आरएएस), बायो फ्लॉक प्रौद्योगिकी (बीएफटी) और एक्वापोनिक्स, जो व्यापक स्वीकृति प्राप्त कर रही हैं। आरएएस मूलतः उत्पादन में जल के पुनः उपयोग द्वारा



मछली पालन की एक प्रौद्योगिकी है। उत्पादन यांत्रिक और जैविक फिल्टरों के उपयोग पर आधारित है। यहाँ जल विनिमय लगभग नगण्य है। बायोफिल्टर निरंतर अमोनिया के संचय को कम करते रहते हैं। इसका मुख्य लाभ स्वच्छ मीठे पानी की आवश्यकता को कम करने की क्षमता है, साथ ही मछलियों के लिए उचित जल गुणवत्ता का परिवेश बनाए रखते हुए। बीएफटी मुख्यतः चयापचय अपशिष्ट, विशेष रूप से नाइट्रोजनयुक्त अपशिष्ट, को सूक्ष्मजैविक जैव-द्रव्यमान में पुनर्चक्रित करने के सिद्धांत पर आधारित है, जिसे संवर्धित मछली द्वारा यथास्थान (इन-सिटू) उपयोग किया जा सकता है। विषमपोषी (हेटरोट्रोफिक) सूक्ष्मजीव वनस्पति को आहार में कार्बोहाइड्रेट स्रोतों के संशोधन अथवा जल में बाह्य कार्बन स्रोत के अतिरिक्त के माध्यम से जल में सी/एन (C/N) अनुपात को उत्तेजित करके वृद्धि के लिए प्रेरित किया जाता है, ताकि जीवाणु नए जैव-द्रव्यमान उत्पादन के लिए अपशिष्ट अमोनिया को आत्मसात कर सकें। बीएफटी जलकृषि में जल उपयोग की मात्रा को उल्लेखनीय रूप से कम करती है।

अपशिष्ट जल-पोषित जलकृषि, एकीकृत खेती प्रणाली, पिंजरा और पेन संवर्धन जैसी गैर-पारंपरिक संवर्धन प्रणालियों ने देश के कई राज्यों में पर्यावरण-अनुकूल और वैकल्पिक खेती विकल्पों के रूप में अपनी क्षमता प्रदर्शित की है।

जल और भूमि की कमी से वर्तमान परिदृश्य में पिछवाड़े के तालाब और छोटे जल निकाय प्रभावित होने की संभावना है, और इसलिए टैंकों, आर्द्रभूमियों और जलाशयों में पेन और पिंजरों के बड़े पैमाने पर उपयोग की आवश्यकता होगी। मौसमी जलाशय और वाटरशेड, जिनका अब तक जलकृषि के लिए उपयोग नहीं किया गया है और जो भविष्य में समाप्त हो सकते हैं, यह अनिवार्य है कि इनका समुचित उपयोग किया जाए।

विविध प्रकार और स्तरों के निवेशों की उपलब्धता और प्रावधान के आधार पर अनेक संवर्धन प्रौद्योगिकियों के प्रदर्शन ने जलकृषि प्रथा को अधिक स्वीकार्य और लाभकारी बनाया है। यद्यपि स्थानीयकृत हैं, तथापि



कृषि का डिजिटल बदलाव: फार्म से सीख

स्वनिल (नील) जाधव

संस्थापक एवं सीईओ, मैपमाईक्रॉप

भारत का कृषि क्षेत्र एक अनोखे निर्णायक मोड़ पर खड़ा है। जहाँ एक ओर उपग्रह-आधारित फसल निगरानी से लेकर एआई-संचालित परामर्श उपकरणों तक डिजिटल नवाचार की बाढ़ आई हुई है, वहीं दूसरी ओर भारतीय खेती का बड़ा हिस्सा अडियल रूप से पुरातन बना हुआ है। वादे और पहुँच के बीच की यह खाई एक महत्वपूर्ण सबक देती है: प्रौद्योगिकी अकेले भारतीय कृषि को नहीं बदल सकती, जब तक कि इसे एकीकृत न किया जाए, जमीनी स्तर पर सत्यापित न किया जाए और अंतिम छोर तक लघु किसान के लिए अभिकल्पित न किया जाए।

आँकड़े एक प्रकटयोग्य रूझान बताते हैं। इंक42 के अनुसार, भारत का एग्रीटेक बाजार 2025 में 9 बिलियन डॉलर से बढ़कर 2030 तक 28 बिलियन डॉलर तक मजबूत 25% सीएजीआर के साथ पहुँचने के लिए तैयार है,। फिर भी व्यापक कृषि क्षेत्र, जो इसी अवधि में 452 बिलियन डॉलर से 563 बिलियन डॉलर तक विस्तारित होने की उम्मीद है, में एग्रीटेक की हिस्सेदारी केवल 2% से बढ़कर लगभग 5% तक ही पहुँचेगी। यह सुझाता है कि जबकि नवाचार में तेजी आ रही है, इसे अपनाने की गति शिथिल बनी हुई है।

विखंडन मूल बाधा है। भारत के लगभग 86% किसान लघु और सीमांत हैं, और नवंबर 2025 की एसोचैम (ASSOCHAM) रिपोर्ट में उल्लेख किया गया है कि अधिकांश एग्रीटेक समाधान



उन तक पहुँचने में विफल रहते हैं। रिपोर्ट में उल्लेख है कि 'भारत को राज्य-स्तरीय परीक्षण प्लेटफार्मों और एकीकृत डेटा रूपरेखाओं के माध्यम से खंडित कृषि नवाचारों से व्यवस्थागत एकीकरण की ओर स्थानांतरित होना चाहिए — ताकि प्रौद्योगिकी से अभी तक अछूते विशाल बहुसंख्यक किसानों तक पहुँचा जा सके।' प्रौद्योगिकियाँ अक्सर पृथक-पृथक रूप से विकसित की जाती हैं, परामर्श, ऋण, बीमा या बाजार संपर्क के लिए अलग-अलग ऐप, जिससे सीमित साक्षरता और संपर्क के साथ किसान एक खंडित डिजिटल पारिस्थितिकी तंत्र में भटकते रह जाते हैं।

यहाँ पर नीति ने एक सक्षमकारी भूमिका

निभाना शुरू किया है।

डिजिटल कृषि मिशन

एकीकरण की आवश्यकता को पहचानते हुए, सरकार ने 2024 में कृषि के लिए डिजिटल सार्वजनिक अवसंरचना (डीपीआई) बनाने हेतु 2,817 करोड़ रुपये के परिव्यय के साथ डिजिटल कृषि मिशन को स्वीकृति दी। प्रेस सूचना ब्यूरो के अनुसार, मिशन का उद्देश्य एग्रीस्टैक (AgriStack), कृषि निर्णय समर्थन प्रणाली और मृदा प्रोफाइल मानचित्रण जैसी आधारभूत परतें बनाना है।

एक केंद्रीय तत्व अद्वितीय किसान आईडी का निर्माण है, जिसका लक्ष्य 2026-27 तक 11 करोड़ किसानों को कवर करना है। समानांतर रूप से, डिजिटल फसल सर्वेक्षण, जो रबी 2024-25 मौसम के दौरान 23.9 करोड़ से अधिक भूमि पार्सलों को कवर करता है, ने फसलों और भूमि जोत पर वास्तविक समय, खेत-स्तरीय डेटा उत्पन्न करना शुरू कर दिया है। यह डेटा संग्रह अत्यंत महत्वपूर्ण है: विश्वसनीय, अंतर-संचालनीय डेटासेट के बिना, उपग्रह और एआई-संचालित फसल बुद्धिमत्ता प्लेटफार्म क्षेत्रों में स्थायी रूप से विस्तारित नहीं हो सकते।

एकीकरण की प्रयोगशालाओं के रूप में राज्य

जबकि केंद्र सरकार वास्तुकला प्रदान करती है, राज्य सरकारें वह स्थान हैं जहाँ डिजिटल कृषि क्षेत्र से मिलती है। कृषि में

राष्ट्रीय ई-गवर्नेंस योजना (एनईजीपीए) के अंतर्गत, राज्यों को एआई/एमएल, आईओटी और ब्लॉकचेन जैसी उभरती प्रौद्योगिकियों को तैनात करने के लिए वित्त पोषण प्राप्त होता है। कृषि में एआई और आईओटी के कई अनुप्रयोग जमीनी स्तर पर तैनात किए गए हैं, जिनमें परिशुद्ध खेती, कृषि ड्रोन, पशुधन और जलवायु निगरानी, स्मार्ट ग्रीनहाउस, तथा फसल और क्षेत्र विश्लेषण के लिए एआई-सक्षम उपग्रह और कंप्यूटर विजन शामिल हैं।



20-30% सुधार करने में सहायता की है।

कई राज्य शिक्षाप्रद उदाहरण प्रस्तुत करते हैं। उत्तर प्रदेश, प्रौद्योगिकी सत्यापन और किसान अपनाने में तेजी लाने के लिए राज्य कृषि विश्वविद्यालयों को कृषि-इनक्यूबेटर के रूप में स्थापित कर रहा है। मध्य प्रदेश की उन्नति (AgriGIS) परियोजना फसल मूल्यांकन और खरीद निर्णयों में सुधार के लिए उपग्रह चित्रण, ड्रोन डेटा और मोबाइल-आधारित जमीनी सत्यापन को संयुक्त करती है। महाराष्ट्र ने एक व्यापक एग्रीटेक नीति लागू की है जो संपूर्ण खेती मूल्य श्रृंखला में कृत्रिम और डिजिटल बुद्धिमत्ता को पायलट परियोजनाओं से आगे बढ़कर राज्यव्यापी तैनाती की ओर औपचारिक रूप से एकीकृत करती है। कर्नाटक का सी-कैप के-टेक कृषि उत्कृष्टता केंद्र, राज्य वित्त पोषण से समर्थित, स्टार्टअप को क्षेत्र परीक्षण संचालित करने और वैज्ञानिक नेटवर्क तक पहुँचने में सहायता कर रहा है। इन सभी पहलों में सामान्य सूत्र एकीकरण है, डेटा, संस्थाओं और अंतिम-छोर वितरण को जोड़ना, बजाय प्रौद्योगिकी को एकाकी समाधान के रूप में मानने के।

क्षेत्र से सबक

इसका जमीनी स्तर पर किसानों के लिए क्या अर्थ है?

सर्वप्रथम, डिजिटल उपकरण तब सर्वोत्तम कार्य करते हैं जब भौतिक हस्तक्षेपों के साथ जोड़े जाएँ। केंद्र प्रायोजित 'प्रति बूँद अधिक फसल' (पीडीएमसी) योजना इसे भली-भाँति प्रदर्शित करती है। सरकारी मूल्यांकनों के अनुसार, डिजिटल योजना उपकरणों द्वारा समर्थित सूक्ष्म-सिंचाई प्रणालियों ने 40-50% जल बचत, फर्टिगेशन के माध्यम से उर्वरक उपयोग में कमी और फसल उत्पादकता में

तनाव, कीट दबाव और पोषक तत्वों की कमियों का शीघ्र पता लगाने के लिए, इन संकेतों को मोबाइल और संवादात्मक इंटरफेस के माध्यम से दिए जाने वाले सरल, खेत-स्तरीय परामर्शों में परिवर्तित करते हुए। अन्य पायलट परियोजनाएँ फसल पहचान, सर्वेक्षण प्रमाणीकरण और बैकएंड अनुकूलन के लिए एआई का उपयोग किसानों पर जटिलता का बोझ डाले बिना चुपचाप दक्षता में सुधार करती हुई करती हैं।

एकीकरण ही वास्तविक सबक है

एग्रीटेक पृथक ऐप या अल्पकालिक पायलट परियोजनाओं के माध्यम से विस्तारित नहीं होगी। इसके लिए अंतर-संचालनीय डेटा, नीति-समर्थित डिजिटल सार्वजनिक अवसंरचना, राज्य-स्तरीय क्रियान्वयन और किसान-केंद्रित वितरण मॉडल की आवश्यकता है। क्षेत्र से प्राप्त मुख्य सबक स्पष्ट है: एकीकरण, न कि अकेला नवाचार, वह है जो डिजिटल वादे को कृषि उत्पादकता में परिवर्तित करता है। जब हम इसे सही तरीके से करेंगे, तो एग्रीटेक एक विशिष्ट क्षेत्र से विकसित होकर देश के उस कार्यबल के लिए एक वास्तविक विकास इंजन बन जाएगी जो अभी भी देश के लगभग दो-तिहाई लोगों को रोजगार देती है।

तीसरा, एआई एक मुख्य विशेषता के बजाय एक अदृश्य सक्षमकर्ता के रूप में उभर रहा है। जून 2025 में अनावरण किया गया एक एआई-संचालित चैटबॉट, जो गूगल जेमिनी का उपयोग करके निर्मित और एग्रीस्टैक डेटा पर प्रशिक्षित है, कई भाषाओं में किसानों के प्रश्नों का उत्तर देता है। क्षेत्र स्तर पर, उपग्रह-आधारित फसल बुद्धिमत्ता प्लेटफार्म उच्च-विभेदन चित्रण, मौसम डेटा, वर्षा पैटर्न और फसल वृद्धि मॉडलों को संयोजित करने के लिए एआई का उपयोग कर रहे हैं, जल



कृषि का डिजिटल बदलाव: फार्म से सीख

विनय नायर

संस्थापक एवं मुख्य कार्यकारी अधिकारी, खेतीबडी एग्रीटेक

पिछले कई वर्षों में, मैंने किसानों, कृषि व्यवसाय के नेताओं, निर्यातकों और खाद्य ब्रांडों के साथ समय बिताया है, भारत में भी और विदेश में भी। एक बात स्पष्ट रूप से सामने आती है: खेत और आपूर्ति श्रृंखलाएँ एक-दूसरे पर गहराई से निर्भर हैं, फिर भी ऐतिहासिक रूप से वे एक-दूसरे की वास्तविकताओं की सीमित जानकारी के साथ काम करती रही हैं।

किसान उत्पादन पर ध्यान केंद्रित करते हैं। खरीदार खरीद पर ध्यान देते हैं। प्रसंस्करणकर्ता गुणवत्ता पर ध्यान देते हैं। ब्रांड उपभोक्ताओं पर ध्यान केंद्रित करते हैं।

लेकिन अक्सर, इन हितधारकों को जोड़ने वाला डेटा या तो विलंबित होता है, अपूर्ण होता है, या असंगत होता है।

यह अंतराल अकुशलता, अविश्वास और वित्तीय जोखिम को जन्म देता है। आज, प्रौद्योगिकी इस अंतराल को पाटने लगी है, और ऐसा करते हुए, यह खेतों और आपूर्ति श्रृंखलाओं के बीच संबंध को मूलभूत रूप से सुदृढ़ कर रही है।

अनिश्चितता से दृश्यता तक

परंपरागत प्रणालियों में, जानकारी सामान्यतः फसल कटाई के बाद प्रवाहित होती है। उपज के अनुमान देर से पुष्ट होते हैं। गुणवत्ता संबंधी समस्याएँ खरीद केंद्रों पर उजागर होती हैं। अनुपालन दस्तावेजीकरण मैन्युअल



रूप से तैयार किया जाता है। यदि कीट प्रकोप उपज को प्रभावित करता है, तो खरीदार को इसकी जानकारी तब मिलती है जब मात्रा में कमी स्पष्ट हो जाती है।

यह प्रतिक्रियाशील मॉडल सभी के लिए लागत बढ़ाता है।

डिजिटल प्लेटफॉर्म, रिमोट सेंसिंग, मोबाइल-आधारित फ़ील्ड डेटा संग्रहण और IoT एकीकरण इसे बदल रहे हैं। अब उपग्रह चित्रण के माध्यम से फसल स्वास्थ्य की निगरानी की जा सकती है। खेत की गतिविधियाँ — जैसे कि इनपुट का उपयोग, सिंचाई और कटाई की तिथियाँ — वास्तविक समय में दर्ज की जा सकती हैं। मिट्टी और मौसम के डेटा को पूर्वानुमान मॉडलों में एकीकृत किया जा सकता है।

जब यह जानकारी आपूर्ति श्रृंखला में साझा की जाती है, तो निर्णय बेहतर होते हैं।

खरीद दल अधिक सटीकता से पूर्वानुमान लगा सकते हैं। प्रसंस्करणकर्ता गुणवत्ता में भिन्नता का पहले से अनुमान लगा सकते हैं। निर्यातक शिपमेंट से पहले अनुपालन की पुष्टि कर सकते हैं। स्थिरता दल सीधे स्रोत से पर्यावरणीय कारकों की निगरानी कर सकते हैं।

अब खेत एक 'ब्लैक बॉक्स' नहीं रहा। यह अब आपूर्ति श्रृंखला का एक पारदर्शी और मापनीय हिस्सा है।

खेतीबडी में (At KhetiBuddy), इसी उपलब्धि ने हमारी सॉफ्टवेयर प्लेटफॉर्म Verdnt के निर्माण की रणनीति को आकार देने में सहायता की, जिसे विशेष रूप से बड़े खेतों और कृषि व्यवसायों के लिए डिज़ाइन किया गया है। रणनीति सरल है: एक साझा डेटा ढाँचा प्रदान करना जो खेत-स्तरीय संचालन को उसके बाद आने वाली आपूर्ति श्रृंखला की आवश्यकताओं से जोड़े।

पूर्वानुमानता जोखिम को कम करती है कृषि उद्योग में अनिश्चितता सबसे बड़े कष्ट के स्रोतों में से एक है।

मौसम के मिजाज, कीट आक्रमण, पोषक तत्वों की कमी और खेत-स्तरीय समस्याएँ — ये सभी उत्पादन और गुणवत्ता को

प्रभावित कर सकती हैं। आपूर्ति श्रृंखलाओं के लिए, इसका अर्थ टूटी हुई प्रतिबद्धताएँ, मूल्य अस्थिरता और विफल डिलीवरी है।

परिशुद्ध कृषि प्रौद्योगिकी इसे ठीक करने की दिशा में काम कर रही है।

उपग्रह चित्रण के माध्यम से फसल निगरानी तनाव को शुरुआत में ही पहचान सकती है। AI-संचालित अलर्ट सुधारात्मक उपाय सुझा सकते हैं। डिजिटल फसल योजनाकार खेत की गतिविधियों को खरीद कार्यक्रमों के साथ समन्वित करते हैं। मौसम पूर्वानुमान अलर्ट अनावश्यक नुकसान को रोक सकते हैं।

जब आपूर्ति श्रृंखलाएँ कटाई से पहले इन कारकों से अवगत होती हैं, तो वे उनके लिए बेहतर योजना बना सकती हैं।

प्रौद्योगिकी कृषि जोखिम को समाप्त नहीं करती — लेकिन यह अज्ञात जोखिमों को प्रबंधनीय जोखिमों में बदल देती है।

अनुरेखणीयता (Traceability) अब वैकल्पिक नहीं रही उपभोक्ता और सरकारें अधिक पारदर्शिता की माँग कर रही हैं। निर्यात बाजार तेजी से खेत स्तर पर अनुरेखणीयता की माँग कर रहे हैं। ESG लक्ष्यों के लिए मात्रात्मक डेटा की आवश्यकता होती है। ग्राहक न केवल यह जानना चाहते हैं कि क्या उत्पादित किया जा रहा है, बल्कि यह भी जानना चाहते हैं कि इसे किस प्रकार उत्पादित किया जा रहा है।

मैन्युअल प्रणालियाँ इन अपेक्षाओं को बड़े पैमाने पर पूरा नहीं कर सकतीं।

डिजिटल अनुरेखणीयता प्रणालियाँ भू-टैग किए गए खेत रिकॉर्ड, कृषि पद्धतियों का पैकेज, कटाई की ट्रेकिंग और आपूर्ति श्रृंखला में बैच-स्तरीय मानचित्रण की सुविधा प्रदान करती हैं। जब इन्हें उचित रूप से एकीकृत किया जाता है, तो ये एक ऑडिट योग्य रिकॉर्ड तैयार करती हैं जो किसानों और खरीदारों के बीच विश्वास को सुदृढ़ करता है।

यह बदलाव दोनों पक्षों को लाभान्वित करता है।

जो किसान स्वच्छ और अनुपालन-युक्त रिकॉर्ड बनाए रखते हैं, उन्हें बाजार तक बेहतर पहुँच मिलती है। खरीदार अनुपालन जोखिम को कम करते हैं और ब्रांड विश्वसनीयता में सुधार करते हैं।

कई मायनों में, अनुरेखणीयता गंभीर कृषि व्यवसायों के लिए नई आधार रेखा बनती जा रही है।

साझा जिम्मेदारी के रूप में स्थिरता

शायद सबसे महत्वपूर्ण बदलाव स्थिरता मापन में हो रहा है।

बड़ी खाद्य और कृषि कंपनियों ने अपने कार्बन फुटप्रिंट को कम करने की प्रतिबद्धता जताई है। लेकिन उत्सर्जन कॉर्पोरेट कार्यालयों में नहीं होता — यह खेतों में होता है।

उर्वरक उपयोग, सिंचाई पद्धतियाँ, मिट्टी में कार्बन का स्तर और फसल अवशेष प्रबंधन — ये सभी पर्यावरणीय प्रभाव को प्रभावित करते हैं। Scope 3 उत्सर्जन को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करने के लिए, आपूर्ति श्रृंखलाओं को सटीक खेत-स्तरीय डेटा की आवश्यकता होती है।

डिजिटल निगरानी, रिपोर्टिंग और सत्यापन (DMRV) समाधान अब खेत डेटा, उपग्रह चित्रण और वैज्ञानिक मॉडलों के आधार पर कार्बन का अनुमान लगाना और स्थिरता की निगरानी करना संभव बना रहे हैं।

इससे नई संभावनाएँ खुलती हैं। पुनर्योजी कृषि का अभ्यास करने वाले किसान अब संभावित रूप से कार्बन-आधारित पुरस्कारों के लिए अर्हता प्राप्त कर सकते हैं। व्यवसाय अब अस्पष्ट उद्देश्यों के बजाय मापनीय पर्यावरणीय सफलता की रिपोर्ट कर सकते हैं। लाभप्रदता और स्थिरता को अब आपूर्ति श्रृंखलाओं में एकीकृत किया जा सकता है।

खेतीबाडी में, हमारा मानना है कि स्थिरता

अपने आप में कोई अलग परियोजना नहीं होनी चाहिए, बल्कि यह आपूर्ति श्रृंखला डेटा प्लेटफॉर्म का एक अनिवार्य हिस्सा होनी चाहिए। Verdnt जैसे प्लेटफॉर्म परिचालन, अनुरेखणीयता और स्थिरता डेटा को एक ही प्रणाली में एकीकृत करना चाहते हैं — क्योंकि एक खंडित प्रणाली मापनीय परिणाम नहीं दे सकती।

अपनाना ही असली परीक्षा है

लेकिन सबसे बड़ी चुनौती अभी भी अपनाने में बनी हुई है।

प्रौद्योगिकी उपयोगी होनी चाहिए। इसे फील्ड टीमों के काम करने के तरीके के अनुरूप होना चाहिए। इसे स्पष्ट आर्थिक मूल्य प्रदान करना चाहिए — न कि केवल डिजिटल रिपोर्टिंग।

जब किसान बेहतर उपज, तेज़ भुगतान, बेहतर बाजार पहुँच या कम जोखिम देखते हैं, तो अपनाना स्वाभाविक रूप से होता है। जब कृषि व्यवसाय बेहतर पूर्वानुमान, कम अस्वीकृति दर और बेहतर अनुपालन स्थिति देखते हैं, तो एकीकरण प्राथमिकता बन जाती है।

प्रौद्योगिकी सबसे अधिक उपयोगी होती है जब वह समन्वय को आसान बनाती है, कठिन नहीं।



जीएम फसलों पर पुनर्विचार: वादे, जोखिम और स्थिरता को संतुलित करना



डॉ आर विनोथ

संकाय (पीबीजी), कृषि संस्थान, तमिलनाडु कृषि विश्वविद्यालय

हाल ही में अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक पत्रिका द प्लांट जीनोम में एक परिप्रेक्ष्य लेख प्रकाशित हुआ है, जिसका शीर्षक है, 'वैश्विक और भारतीय दृष्टिकोण से आनुवंशिक रूप से संशोधित फसलों के लाभ, चिंताएँ और टिकाऊ विकल्प।' यह लेख जी.एम.सी. अर्थात् आनुवंशिक रूप से संशोधित फसलों को लेकर बढ़ती बहस का परीक्षण करता है। यह अध्ययन भारत और संयुक्त राज्य अमेरिका के प्रमुख शोध संस्थानों के 20 वैज्ञानिकों की एक टीम द्वारा लिखा गया है। लेखकों में आई.सी.ए.आर. संस्थानों, सार्वजनिक विश्वविद्यालयों, निजी विश्वविद्यालयों, एक स्वायत्त महाविद्यालय, एक संस्थान और भारत की एक गैर-लाभकारी संस्था के विशेषज्ञ शामिल हैं, साथ ही संयुक्त राज्य अमेरिका से हडसन अल्फा इंस्टीट्यूट फॉर बायोटेक्नोलॉजी, टेक्सास टेक यूनिवर्सिटी और यू.एस.डी.ए.-ए.आर.एस.के विशेषज्ञ भी सम्मिलित हैं। पादप जैव-प्रौद्योगिकी, आनुवंशिकी, प्रजनन, जीनोमिक्स, कृषि विज्ञान और सूचना प्रौद्योगिकी में उनकी संयुक्त विशेषज्ञता आनुवंशिक रूप से संशोधित फसलों के संतुलित विश्लेषण के लिए इस लेख को एक सुदृढ़ वैज्ञानिक आधार प्रदान करती है। सर्वाधिक महत्वपूर्ण बात यह है कि इस

लेख की परिकल्पना और नेतृत्व प्रो. चित्तरंजन कोले द्वारा किया गया है, जिन्हें 'भारत में पादप जैव-प्रौद्योगिकी के जनक' के रूप में जाना जाता है, और इसका समन्वय प्रो. एन. मणिक्ंद बूपति द्वारा किया गया है, जो एक प्रतिष्ठित कृषि जैव-प्रौद्योगिकीविद् हैं।

आनुवंशिक रूप से संशोधित फसलें ऐसे पौधे हैं जिनमें किसानों को अधिक सरलता और विश्वसनीयता के साथ खाद्यान्न उगाने में सहायता करने के लिए बाहरी जीन प्रविष्ट किए गए हैं। आज, खाद्य आपूर्ति में सुधार, पर्यावरण संरक्षण और कृषि में नई प्रौद्योगिकी के उपयोग में इनकी संभावित भूमिका के कारण इन पर व्यापक चर्चा हो रही है। वर्षों से, अनेक देशों में किए गए अध्ययनों और वास्तविक कृषि अनुभवों से यह सिद्ध हुआ है कि कुछ जी.एम.सी. उपयोगी हो सकती हैं। ये किसानों को हानिकारक कीटों, रोगों और खरपतवारों को नियंत्रित करने, पकने की प्रक्रिया को विलंबित करने तथा रासायनिक कीटनाशकों के उपयोग को कम करने में सहायता करती हैं। इसका अर्थ यह है कि किसान कम विषैले छिड़काव के संपर्क में आते हैं और बेहतर लाभ अर्जित कर सकते हैं।

अब जी.एम.सी. के नए प्रकार विकसित किए जा रहे हैं, जो सूखे, लवणीय मिट्टी और चरम मौसमी परिस्थितियों जैसी समस्याओं से निपटने में सक्षम हों — जो जलवायु परिवर्तन के कारण अधिकाधिक सामान्य होती जा रही हैं। कुछ जी.एम.सी. को अतिरिक्त विटामिन या खनिज तत्व युक्त बनाने के लिए भी डिजाइन किया जा रहा है। ये फसलें 'छिपी हुई भूख' से लड़ने में सहायक हो सकती हैं — जहाँ लोग पर्याप्त भोजन तो करते हैं, किंतु फिर भी महत्वपूर्ण पोषक तत्वों की कमी से ग्रस्त रहते हैं।

हालाँकि, जी.एम.सी. गंभीर चिंताएँ भी उत्पन्न करती हैं। एक प्रमुख चिंता पर्यावरण पर उनके प्रभाव को लेकर है। जब एक ही जी.एम. फसल बहुत बड़े क्षेत्रों में उगाई जाती है, तो कीट और खरपतवार धीरे-धीरे अनुकूलित होकर प्रतिरोधी बन सकते हैं। इससे फसलें कम प्रभावी हो सकती हैं और किसानों को अधिक रसायनों का उपयोग करने या नए बीज खरीदने पर विवश होना पड़ सकता है। यह भी आशंका है कि ये फसलें लाभकारी कीटों, मृदा जीवों को हानि पहुँचा सकती हैं या समय के साथ प्राकृतिक पारिस्थितिक तंत्र को बाधित

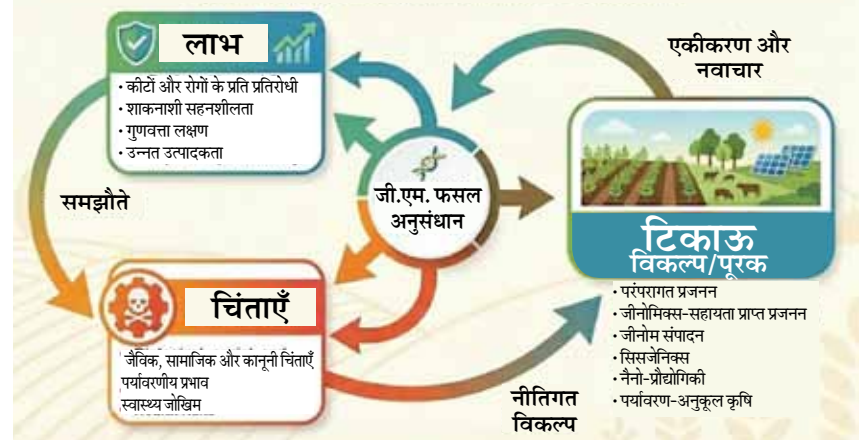
कर सकती हैं। इन प्रभावों का त्वरित अध्ययन करना कठिन है, क्योंकि इनके लिए दीर्घकालिक अवलोकन की आवश्यकता होती है, जिसे अनेक देश उचित रूप से समर्थन नहीं देते।

सामाजिक और आर्थिक मुद्दे भी हैं। अनेक जी.एम. बीज बड़ी बहुराष्ट्रीय कंपनियों के स्वामित्व में हैं। आलोचकों को चिंता है कि जब केवल कुछ ही कंपनियाँ अधिकांश बीजों पर नियंत्रण रखती हैं, तो किसान बीज सहेजने या साझा करने की अपनी स्वतंत्रता खो सकते हैं और उन्हें अधिक मूल्य चुकाना पड़ सकता है। छोटे किसान इन कंपनियों पर निर्भर हो सकते हैं और यदि मूल्य बढ़ें या आपूर्ति बाधित हो तो उन्हें नुकसान उठाना पड़ सकता है। कमजोर सुरक्षा नियमों, क्षति की स्थिति में अस्पष्ट उत्तरदायित्व और पारदर्शिता की कमी ने भी सार्वजनिक अविश्वास को बढ़ाया है। अनेक स्थानों पर लोग जी.एम. खाद्य पदार्थों के पक्ष या विपक्ष में केवल अतिवादी मत ही सुनते हैं — स्पष्ट और संतुलित जानकारी के अभाव में।

लाभों और चिंताओं का यह मिश्रण ही स्पष्ट करता है कि जी.एम.सी. का उपयोग विश्वभर में असमान रूप से क्यों हो रहा है। अधिकांश जी.एम. कृषि केवल कुछ ही फसलों — सोयाबीन, मक्का, कपास और कैनोला — तक सीमित है और कुछ गिने-चुने देशों में केंद्रित है। भारत सतर्क उपयोग का एक अच्छा उदाहरण है। बी.टी. कपास को छोड़कर, बहुत कम जी.एम. फसलों को अनुमति दी गई है, जबकि भारतीय वैज्ञानिकों ने उपयोगी किस्में विकसित की हैं। लंबे समय तक चलने वाले न्यायालयीन मामलों, अस्पष्ट नीतियों और सार्वजनिक मतभेदों ने अनुमोदन प्रक्रिया को धीमा कर दिया है। साथ ही, भारत बड़ी चुनौतियों का सामना कर रहा है — एक विशाल जनसंख्या का भरण-पोषण, जलवायु परिवर्तन से निपटना और पोषण में सुधार। इसी कारण जी.एम.सी. को पूरी तरह अस्वीकार करना या बिना प्रश्न किए स्वीकार करना, दोनों ही कठिन हैं।

परिणामस्वरूप, अनेक विशेषज्ञ एक तर्कसंगत मध्यम मार्ग अपनाने का सुझाव देते हैं। सभी जी.एम. फसलों पर प्रतिबंध लगाने या सभी को स्वीकृति देने के बजाय, प्रत्येक फसल का अलग-अलग मूल्यांकन किया जाना चाहिए। जी.एम. फसल विकसित करने से पहले और बाद में कुछ

आनुवंशिक रूप से संशोधित फसलों (जी.एम.सी.) को समझना: लाभ, जोखिम और भविष्य की संभावनाएँ



महत्वपूर्ण प्रश्न पूछे जाने चाहिए — क्या इस फसल से अधिक उत्पादन होता है? क्या यह फसल किसी वास्तविक कृषि या पोषण संबंधी समस्या का समाधान करती है? क्या स्थानीय पर्यावरण में इसके जोखिम स्वीकार्य हैं? इससे किसे लाभ होगा और किसे हानि हो सकती है? इन निर्णयों में केवल वैज्ञानिकों और अधिकारियों को ही नहीं, बल्कि किसानों और स्थानीय समुदायों को भी सम्मिलित किया जाना चाहिए।

यह भी याद रखना आवश्यक है कि जी.एम.सी. एकमात्र समाधान नहीं हैं। पारंपरिक पादप प्रजनन ने कई वर्षों से फसलों में सुधार किया है और यह कार्य निरंतर जारी है। आणविक प्रजनन, जीनोमिक्स-सहायता प्राप्त प्रजनन, नैनो-प्रौद्योगिकी, सिसजेनिक्स और जीन संपादन जैसे नए उपकरण अन्य प्रजातियों से जीन जोड़े बिना छोटे और सटीक परिवर्तन कर सकते हैं। इसके साथ-साथ, पर्यावरण-अनुकूल कृषि पद्धतियाँ — जैसे मिट्टी के स्वास्थ्य में सुधार, विभिन्न फसलें उगाना, रसायनों का कम उपयोग और कीटों का सावधानीपूर्वक प्रबंधन — उत्पादन बढ़ाने और प्रकृति की रक्षा करने में सहायक हो सकती हैं। समय पर बुवाई और आदानों के सटीक उपयोग जैसी बेहतर कृषि पद्धतियाँ भी सहायक सिद्ध होती हैं।

सरकारों के लिए मुख्य कार्य यह है कि वे इन सभी दृष्टिकोणों को एक स्पष्ट और न्यायसंगत खाद्य नीति में समाहित करें। सुदृढ़ और पारदर्शी सुरक्षा नियम अत्यंत आवश्यक हैं। अनुसंधान प्रारंभ करने से पहले व्यापक समीक्षा और सर्वेक्षण आवश्यक है।

फसलों को स्वीकृति देने से पहले सावधानीपूर्वक परीक्षण किया जाना चाहिए और समय के साथ उनके प्रभावों की निगरानी की जानी चाहिए। नियमों में यह स्पष्ट रूप से उल्लेख होना चाहिए कि यदि कुछ गलत होता है तो उत्तरदायित्व किसका है। सार्वजनिक अनुसंधान और प्रौद्योगिकी तक खुली पहुँच बड़ी कंपनियों की शक्ति को कम कर सकती है। उतना ही महत्वपूर्ण है — ईमानदार संवाद। लोगों को सरल भाषा में यह समझाने की आवश्यकता है कि जी.एम. फसलें क्या हैं, वे पारंपरिक फसलों से किस प्रकार भिन्न हैं, और वे कौन से जोखिम एवं लाभ ला सकती हैं। अनिश्चितताओं को स्वीकार करना और किसानों को शुरुआत से ही सम्मिलित करना विश्वास निर्माण में सहायक हो सकता है।

अंत में, जी.एम. फसलों को लेकर बहस केवल विज्ञान तक सीमित नहीं है। यह इस बात से भी जुड़ी है कि खाद्य पर नियंत्रण किसका हो, कृषि का विकास किस दिशा में होना चाहिए, और समाज किस प्रकार का भविष्य चाहता है। जी.एम.सी. के लाभों और जोखिमों दोनों को स्वीकार करते हुए, और उन्हें अन्य कृषि पद्धतियों के साथ-साथ उपयोग में लाकर, भारत जैसे देश एक संतुलित मार्ग चुन सकते हैं — जो पर्यावरण की रक्षा करते हुए लोगों का पेट भर सके।



रेशे के पीछे का परिश्रम : भारत की कपास अर्थव्यवस्था में श्रम बोझ, स्वचालन और रोबोटिक्स के अवसर



चेतन एम. बडगुजर¹, मृत्युंजय पधियारी², और लोरी डंकन

¹जैवतंत्र अभियांत्रिकी विभाग, टेनेसी विश्वविद्यालय, नॉक्सविल, संयुक्त राज्य अमेरिका — 37996

²कृषि अभियांत्रिकी विभाग, असम विश्वविद्यालय, सिलचर, भारत — 788011

परिचय:

कपास, एक प्रमुख नकदी फसल होने के कारण, भारत में प्रायः 'सफेद सोना' कहलाती है। यह एक राष्ट्र को वस्त्र प्रदान करती है, \$222 बिलियन के वस्त्र उद्योग को गति देती है, और 60 लाख से अधिक किसानों की आजीविका को संबल देती है। भारत कपास उत्पादन में एक वैश्विक महाशक्ति के रूप में स्थापित है — वर्ष 2023-24 में 12.4 मिलियन हेक्टेयर में कपास की खेती के साथ यह विश्व में सर्वाधिक कपास क्षेत्रफल धारक और मात्रा की दृष्टि से दूसरा सबसे बड़ा उत्पादक देश है (तालिका 1)। फिर भी, इतने वैश्विक महत्व के बावजूद, कपास की कहानी



तालिका 1: विश्व के शीर्ष पाँच कपास उत्पादक देशों का वर्ष 2023-2024 के लिए तुलनात्मक अवलोकन।

देश	क्षेत्रफल (हजार हेक्टेयर)	उत्पादन (मिलियन मीट्रिक टन)	औसत उपज (कि.ग्रा./हेक्टेयर)	कटाईयंत्रिकरण स्तर
चीन	2872	5.60	1950	मध्यम (२75-80%)
भारत	12469	5.50	441	निम्न (२2-4%)
ब्राज़िल	1930	3.56	1845	उच्च (90-100%)
संयुक्त राज्य अमेरिका	2859	2.63	921	उच्च (100%)
पाकिस्तान	2370	1.35	570	निम्न (2-4%)



पंजाब कृषि विश्वविद्यालय, भारत द्वारा विकसित कपास हार्वेस्टर (मिश्रा एवं अन्य, 2021)



कपास चुनाई मशीन, शक्तिमान एगो इंक., राजकोट, भारत

चित्र 1: भारतीय परिस्थितियों के लिए विकसित कपास हार्वेस्टर के दो उदाहरण।

में प्रायः उन लोगों की कठोर वास्तविकता को नजरअंदाज कर दिया जाता है जो इसे चुनते हैं। भारत में कपास की लगभग सारी चुनाई आज भी हाथों से की जाती है। प्रत्येक सफेद टिंडा मानव चुनकारों के हाथों से गुजरता है, जो चिलचिलाती धूप में घंटों काम करते हैं। इस कार्य में बार-बार झुकना, टिंडे तोड़ना, उन्हें संग्रहीत करना और भारी बोझ उठाकर चलना शामिल है, जिससे यह कार्य शारीरिक रूप से अत्यंत थकाऊ तथा सामाजिक व आर्थिक दृष्टि से भी बोझिल हो जाता है। यह लेख भारत की कपास चुनाई के पीछे छिपे पसीने पर प्रकाश डालता है और श्रम संबंधी चुनौतियों, यंत्रिकृत समाधानों तथा इस बात की पड़ताल करता है कि उभरता हुआ स्वचालन और रोबोटिक्स किस प्रकार कपास के भविष्य को नए सिरे से परिभाषित कर सकता है।

भारत में कपास की चुनाई: एक हस्त-श्रम की लंबी दौड़

संयुक्त राज्य अमेरिका, ब्राज़िल और चीन के विपरीत, जहाँ यांत्रिक हार्वेस्टर परिदृश्य पर हावी हैं, भारत में कपास की चुनाई लगभग पूरी

तरह हाथों से की जाती है। हस्त-श्रम पर यह निर्भरता कई कारकों के संयोजन से उत्पन्न होती है, जिनमें छोटी और बिखरी हुई जोतें, विविध रोपण पद्धतियाँ, मशीनरी की उच्च लागत, और कपास की ऐसी किस्में शामिल हैं जो हमेशा यांत्रिक चुनाई के अनुकूल नहीं होतीं। ये चुनौतियाँ किसानों के पास मानव श्रम पर निर्भर रहने के अलावा कोई विकल्प नहीं छोड़तीं।

एक अनुभवी वयस्क प्रतिदिन केवल 15-20 किलोग्राम बीज कपास ही चुन सकता है, और यह अनुमान लगाया गया है कि कपास की चुनाई में प्रति हेक्टेयर लगभग 500 मानव-घंटे की आवश्यकता होती है। इसे परिप्रेक्ष्य में समझें तो — वर्ष 2024 में भारत के 12.4 मिलियन हेक्टेयर कपास की चुनाई के लिए (500 मानव-घंटे/हेक्टेयर की दर से) लगभग 6 अरब मानव-घंटों की आवश्यकता होगी। यह संयुक्त राज्य अमेरिका से बिल्कुल विपरीत स्थिति है, जहाँ लाखों हेक्टेयर में 100% कपास की कटाई मशीनों द्वारा की जाती है — यह तथ्य यंत्रिकरण में विशाल अंतर और भारत के खेत मजदूरों पर पड़ने वाले भारी बोझ को स्पष्ट रूप से रेखांकित

करता है।

इस कठिन श्रम के पीछे के चेहरे मुख्यतः महिलाएँ, बच्चे और प्रवासी परिवार हैं। ये श्रमिक प्रायः अनौपचारिक या आकस्मिक व्यवस्थाओं के तहत काम करते हैं, जहाँ दैनिक आय अक्सर लगभग 200-300 की निम्न सीमा में रहती है, हालाँकि कई राज्यों में औपचारिक न्यूनतम मजदूरी दरें इससे अधिक हैं। महिलाओं और बच्चों को प्रायः मजदूरी असमानता का सामना करना पड़ता है — वे समान कार्य के लिए पुरुषों की तुलना में कम कमाते हैं। श्रमिकों पर शारीरिक प्रभाव गंभीर होता है, जिसमें लगातार झुकने और दोहराव वाली गतिविधियों से दीर्घकालिक मांसपेशी-कंकाल तनाव, धूल और रेशे साँस में जाने से श्वसन संबंधी समस्याएँ, तथा धूप में लंबे घंटों काम करने से थकावट शामिल हैं। तात्कालिक शारीरिक बोझ से परे, हस्त-श्रम पर निर्भरता गरीबी के एक ऐसे चक्र को बनाए रखती है जो प्रायः बच्चों की शिक्षा तक पहुँच को प्रभावित करता है और इन समुदायों में सामाजिक-आर्थिक गतिशीलता को बाधित करता है। औद्योगिक श्रमिकों के विपरीत, हाथ से कपास चुनने वाले श्रमिकों को अक्सर बुनियादी स्वास्थ्य सुरक्षा उपलब्ध नहीं होती, जिससे वे दीर्घकालिक बीमारियों और स्वास्थ्य में निरंतर गिरावट के प्रति असुरक्षित रह जाते हैं।

भारत में यंत्रिकरण पिछड़ा क्यों है ?

यदि कपास की चुनाई इतनी थकाऊ है, तो भारत मशीनों की ओर क्यों नहीं बढ़ा? हाथ से चुनाई की निरंतरता को कई परस्पर संबंधित कारक स्पष्ट करते हैं। पहला, भारत में औसत खेत का आकार दो हेक्टेयर से कम है, जिससे अमेरिकी शैली के बड़े हार्वेस्टर बिखरी हुई जोतों

पर अव्यावहारिक हो जाते हैं। दूसरा, भारतीय कपास की किस्में प्रायः असमान रूप से पकती हैं, जिसके लिए चुनाई के कई दौर आवश्यक होते हैं और मशीनें इसे कुशलतापूर्वक करने में असमर्थ रहती हैं। तीसरा, छोटे आकार के हार्वेस्टर भी अधिकांश छोटे किसानों के लिए अत्यधिक महंगे हैं — यह चुनौती सरकारी सब्सिडी और सहायक वित्तीय तंत्र की सीमित उपलब्धता या पहुँच से और भी जटिल हो जाती है। ऐतिहासिक रूप से, नीतिगत ढाँचे छोटी और बिखरी हुई जोतों में यंत्रिकरण को प्रभावी ढंग से बढ़ावा देने में संघर्ष करते रहे हैं। भविष्य की नीतिगत विचारों में उपयुक्त प्रौद्योगिकियों को अपनाने के लिए लक्षित सब्सिडी, ऋण सुविधाएँ और जागरूकता अभियान शामिल हो सकते हैं। अंततः, कपास की चुनाई लाखों ग्रामीण रोजगारों को आधार देती है; यंत्रिकरण की ओर किसी भी अचानक बदलाव से कमजोर वर्गों के विस्थापन का खतरा है, जो इसे राजनीतिक और सामाजिक दृष्टि से संवेदनशील बनाता है। हालाँकि भारतीय परिस्थितियों के अनुरूप एक नई, अनुकूलित हार्वेस्टर प्रणाली विकसित की जा रही है (चित्र 1), फिर भी इसका व्यापक अनुग्रहण एक चुनौती बनी हुई है।

स्वचालन और रोबोटिक्स: चुनाई के लिए एक नई सुबह ?

जैसे-जैसे भारत अपने कृषि क्षेत्र को आधुनिक बनाने का प्रयास कर रहा है, कपास की चुनाई स्वचालन नवाचार के लिए एक प्रमुख उम्मीदवार के रूप में उभर रही है। हालाँकि, कपास के लिए समाधान भारत की कृषि संरचनाओं और उत्पादन वास्तविकताओं के अनुरूप विशिष्ट रूप से तैयार किए जाने आवश्यक हैं। इसके लिए ऐसी रोबोटिक प्रणालियों के विकास की आवश्यकता है जो चयनात्मक चुनाई में सक्षम हों — जो भारत की असमान रूप से पकने वाली कपास किस्मों के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। हाल ही में, कृषि रोबोटिक्स ने फसल उत्पादन में पर्याप्त ध्यान आकर्षित किया है, और दीर्घकाल में कपास भी इस प्रवृत्ति से लाभान्वित हो सकती है। कंप्यूटर विज्ञान से सुसज्जित प्रयोगात्मक रोबोटिक भुजाओं का परीक्षण किया जा रहा है, जो खुले टिंडों की पहचान कर उन्हें चयनात्मक रूप से तोड़ सकती हैं, यह दृष्टिकोण भारत



चित्र 2: संयुक्त राज्य अमेरिका और भारत में रोबोटिक हार्वेस्टर पर जारी अनुसंधान प्रयासों के उदाहरण।

की असमान रूप से पकने वाली कपास के लिए विशेष रूप से उपयुक्त है। हालाँकि ये प्रौद्योगिकियाँ अभी भी प्रारंभिक चरण में हैं, फिर भी इनमें चुनाई को एक अधिक सटीक और कम श्रम-गहन प्रक्रिया में बदलने की संभावना है। वर्तमान में, हालाँकि, अधिकांश रोबोटिक चुनाई यंत्र या भुजाएँ अनुसंधान एवं विकास के चरण में ही हैं, और क्षेत्र में तैनाती योग्य प्रणाली बनने से पहले इन्हें अभी लंबा सफर तय करना है।

रोबोटिक भुजा-प्रकार का चुनाई यंत्र अनुसंधान एवं विकास में बहुत सामान्य है, क्योंकि यह मानव हाथ से चुनाई की क्रिया की नकल करता है। एक रोबोटिक कपास भुजा, सेंसर, कंप्यूटर विज्ञान और सटीक यांत्रिक गति को संयोजित करके चुनाई को स्वचालित करती है। कैमरे और सेंसर पहले पौधों को स्कैन करते हैं और पके कपास के टिंडों का पता लगाते हैं। इस दृश्य डेटा को फिर एल्गोरिदम द्वारा संसाधित किया जाता है, जो यह तय करता है कि कौन सा

टिंडा चुना जाए और पौधे को नुकसान पहुँचाए बिना उस तक पहुँचने का सर्वोत्तम मार्ग क्या होगा। रोबोटिक भुजा फैलती है और उसका अंत-प्रभावक, जो प्रायः एक सक्शन उपकरण या मृदु ग्रीपर होता है — कपास को तोड़ लेता है। चुनी गई रुई एक संग्रह डिब्बे में स्थानांतरित हो जाती है, जबकि प्रणाली सटीकता बनाए रखने के लिए सेंसर फीडबैक के माध्यम से निरंतर अद्यतन होती रहती है। यह चयनात्मक और स्वचालित दृष्टिकोण श्रम संबंधी चुनौतियों को हल करने की संभावना दर्शाता है।

भारत में कई आशाजनक पायलट परियोजनाएँ स्थानीयकृत समाधानों की संभावना को प्रदर्शित कर रही हैं। भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान जैसी संस्थाओं और जी.आर.ओ.बो.मैक. (<http://www.grobomac.com/>) जैसे स्टार्टअप द्वारा विकसित प्रोटोटाइप विविध क्षेत्र परिस्थितियों में परीक्षण के दौर से गुजर रहे हैं (चित्र 2)। इन परीक्षणों में चुनाई दक्षता,

फसल क्षति दर और विभिन्न पौध संरचनाओं के प्रति अनुकूलनशीलता जैसे प्रमुख प्रदर्शन मानकों का मूल्यांकन किया जा रहा है। प्रारंभिक परिणाम उत्साहजनक होते हुए भी सुधार के क्षेत्रों को उजागर करते हैं — विशेष रूप से छोटे खेतों में व्यापक तैनाती के लिए गति, लागत-प्रभावशीलता और मजबूती के संदर्भ में।

इन आशाजनक प्रोटोटाइपों के बावजूद, आज तक किसी भी रोबोटिक कपास हार्वेस्टर का सफलतापूर्वक व्यावसायीकरण नहीं हो सका है। रोबोट नेविगेशन, टिंडा पहचान, अंत-प्रभावक के प्रकार, तथा सटीक भुजा संचालन और नियंत्रण जैसे प्रमुख घटक अनुसंधान के केंद्र बिंदु बने हुए हैं। संयुक्त राज्य अमेरिका में, जॉर्जिया विश्वविद्यालय और क्लेम्सन विश्वविद्यालय जैसी संस्थाएँ भी सक्रिय रूप से छोटे, एकल-पंक्ति रोबोटिक प्लेटफार्मों पर शोध कर रही हैं। जबकि प्रारंभिक प्रयोगशाला-से-क्षेत्र परीक्षण संभावनाएँ दर्शाते हैं, वर्तमान प्रणालियाँ प्रायः बड़े पैमाने पर व्यावसायिक उपयोग के लिए बहुत धीमी और अकुशल हैं, जो इन प्रौद्योगिकियों के व्यापक प्रसार से पूर्व और अधिक विकास की आवश्यकता को रेखांकित करती हैं।

निष्कर्ष: रेशे के पीछे के श्रम को कम करना

भारत का कपास उत्पादन आधुनिक कृषि के विरोधाभास को उजागर करता है: एक वैश्विक रूप से महत्वपूर्ण वस्तु, जो अभी भी कठिन और पुरातन श्रम परिस्थितियों में उत्पादित की जा रही है। अर्थव्यवस्था के लिए इसके महत्व के बावजूद, चुनाई लगभग पूरी तरह से हस्त-श्रम पर निर्भर है, जो प्रतिवर्ष अरबों श्रम-घंटों की माँग करती है और भारी शारीरिक एवं सामाजिक कीमत वसूलती है।

हालाँकि स्वचालन और रोबोटिक्स कोई रामबाण उपाय नहीं हैं, फिर भी वे महत्वपूर्ण प्रगति का मार्ग प्रशस्त करते हैं। रोबोटिक भुजाओं, टिंडा पहचान और नेविगेशन प्रणालियों में हालिया प्रगति — यद्यपि अभी भी काफी हद तक प्रयोगात्मक है — श्रम की कठिनाई को कम करने, दक्षता में सुधार करने



और श्रम को गरिमा प्रदान करने की क्षमता दर्शाती है। जी.आर.ओ.बो.मैक. जैसे स्टार्टअप भारतीय संदर्भ के अनुरूप समाधानों की दिशा में प्रारंभिक कदम दर्शाते हैं, लेकिन सामर्थ्य, दक्षता और विस्तारशीलता की चुनौतियाँ बनी हुई हैं।

भारत के कपास क्षेत्र के लिए आगे का रास्ता एक समग्र दृष्टिकोण की माँग करता है जो केवल तकनीकी सफलताओं से परे जाए। इसके लिए ऐसी मशीनें और रोबोट बनाने की आवश्यकता है जो छोटे किसानों के लिए सस्ती और उपयोग में आसान हों, साथ ही साझा स्वामित्व और प्रशिक्षण कार्यक्रमों का हिस्सा भी हों। यह व्यापक रणनीति यह सुनिश्चित करने के लिए अत्यावश्यक है कि महिलाएँ और प्रवासी श्रमिक — जो वर्तमान में हस्त-चुनाई का सबसे अधिक बोझ वहन करते हैं — विस्थापित न हों, बल्कि एक विकासशील कृषि परिदृश्य में उच्च-मूल्य की भूमिकाओं में पुनः स्थापित हों। नीति-निर्माताओं, अनुसंधान संस्थाओं और उद्योग जगत के नेताओं को नवोन्मेषी प्रोटोटाइप और व्यापक, क्षेत्र-तैयार एवं सामाजिक रूप से न्यायसंगत समाधानों के

बीच की खाई को पाटने के लिए सहयोगात्मक रूप से कार्य करना होगा।

अंततः, भारत की कपास अर्थव्यवस्था का दीर्घकालिक दृष्टिकोण वह है जहाँ प्रौद्योगिकी सतत विकास और सामाजिक समानता के लिए एक सक्षमकर्ता के रूप में कार्य करे। उन्नत रोबोटिक्स और स्वचालन को सोच-समझकर एकीकृत करके, भारत न केवल अपनी उत्पादकता और वैश्विक प्रतिस्पर्धात्मकता को बढ़ा सकता है, बल्कि अपने कृषि कार्यबल पर शारीरिक बोझ को भी काफी हद तक कम कर सकता है। यह परिवर्तन भारत की कपास की कहानी को संघर्ष से नवाचार, बेहतर आजीविका और लाखों किसानों व मजदूरों के लिए एक सम्मानजनक भविष्य की ओर ले जाने का वादा करता है।



हाइड्रोपोनिक संरक्षित खेती में चेरी टमाटर में फल धब्बा विकार

सूर्यप्रकाश कुक्यान, भनोथु शिवा, सुरेश राव ई.वाय., रणजीत गोपाल पाटिल, वेनुतेजा रेड्डी

सिंपली फ्रेश प्राइवेट लिमिटेड, सिद्दीपेट, तेलंगाना
अनुरूपी लेखक: shiva.b@simplyfresh.co.in

परिचय

चेरी टमाटर (लाल) भारत में हाइड्रोपोनिक और संरक्षित खेती के अंतर्गत उगाई जाने वाली सबसे आकर्षक और लाभदायक फसलों में से एक है। महानगरीय बाजारों में विदेशी सब्जियों और फलों की बढ़ती उपभोक्ता मांग के साथ, चेरी टमाटर अपने आकर्षक आकार, चमकीले लाल रंग और मीठे स्वाद के कारण प्रीमियम मूल्य प्राप्त करता है। इस प्रीमियम गुणवत्ता को बनाए रखने के लिए एकसमान पकाव और आकर्षक बाहरी रूप अत्यंत महत्वपूर्ण हैं।

हालांकि, कई उत्पादकों को फल धब्बा या असमान पकाव की चुनौती का सामना करना पड़ता है, विशेष रूप से उच्च तापमान, उतार-चढ़ाव वाली आर्द्रता और पोषण असंतुलन की स्थितियों में। जो फल एकसमान रूप से नहीं पकते, उनकी गुणवत्ता में गिरावट आती है, जिससे उनका बाजार मूल्य 30-40% तक कम हो जाता है।

इस जटिलता को और बढ़ाते हुए, धब्बेदार पकाव को अक्सर टोमैटो स्पॉटेड विल्ट वायरस (TSWV) या टोमैटो मोजेक वायरस (ToMV) जैसे वायरल संक्रमणों के साथ भ्रमित किया जाता है, क्योंकि बाहरी लक्षण समान दिखाई देते हैं। इस गलत

निदान के कारण अनावश्यक कीटनाशकों का उपयोग और अनुचित प्रबंधन पद्धतियाँ अपनाई जा सकती हैं।

इस समस्या के मूल में लाइकोपीन है, जो प्राकृतिक लाल वर्णक है और टमाटर के फलों को उनका विशिष्ट रंग प्रदान करता है। लाइकोपीन जैवसंश्लेषण तापमान, प्रकाश और पोषक तत्वों की उपलब्धता के प्रति अत्यंत संवेदनशील है। 30-32°C से अधिक तापमान लाइकोपीन निर्माण को दबा देता है, जबकि अपर्याप्त पोटेसियम पोषण या अत्यधिक नाइट्रोजन इस प्रक्रिया को और अधिक बाधित करती है। परिणामस्वरूप, फल के कुछ हिस्से पीले या हरे रहते हैं, जिससे धब्बेदार पकाव का प्रभाव उत्पन्न होता है।

इसलिए, हाइड्रोपोनिक और ग्रीनहाउस टमाटर उत्पादकों के लिए शारीरिक विकारों और वायरल कारणों के बीच अंतर करना अत्यंत आवश्यक है। यह लेख लक्षणों, संदिग्ध वायरल समानताओं, अंतर्निहित शारीरिक कारणों और नुकसान को कम करने तथा फल की गुणवत्ता में सुधार के लिए प्रभावी सुधारात्मक उपायों की व्याख्या करता है।

इसलिए, हाइड्रोपोनिक और ग्रीनहाउस टमाटर उत्पादकों के लिए शारीरिक विकारों

और वायरल कारणों के बीच अंतर करना अत्यंत आवश्यक है। यह लेख लक्षणों, संदिग्ध वायरल समानताओं, अंतर्निहित शारीरिक कारणों और नुकसान को कम करने तथा फल की गुणवत्ता में सुधार के लिए प्रभावी सुधारात्मक उपायों की व्याख्या करता है।

लक्षण

टमाटर में धब्बेदार पकाव फल की सतह पर हरे, पीले या नारंगी धब्बों के रूप में प्रकट होता है, जो मुख्यतः बाहरी दीवारों पर दिखाई देते हैं और एकसमान रूप से नहीं पकते। ये रंगहीन क्षेत्र अक्सर शर्करा, कार्बनिक अम्ल और शुष्क पदार्थ में कम होते हैं।

निकट संबंधित विकारों में शामिल हैं:

- धब्बेदार पकाव – फल की सतह के कुछ हिस्से खराब लाइकोपीन विकास के कारण हरे, पीले या नारंगी रहते हैं।
- ग्रे वॉल – बाहरी फल दीवार का भूरा या धूसर रंग में क्षरण।
- आंतरिक सफेदी – फल की दीवारों (बाहरी और आंतरिक) कॉर्की और सफेद हो जाती हैं।

धब्बेदार होने के बावजूद, अधिकांश मामलों में पत्तियाँ स्वस्थ और वायरस-मुक्त रहती

हैं, जो यह संकेत देने वाला एक प्रमुख सुराग है कि यह विकार शारीरिक है न कि रोगजनक, 2025)।

संदिग्ध वायरल रोग जो धब्बेदार पकाव की नकल कर सकते हैं

धब्बेदार पकाव के लक्षण अक्सर निम्नलिखित वायरल रोगों के साथ भ्रमित किए जाते हैं:

- टोमैटो स्पॉटेड विल्ट वायरस (टीएसडब्ल्यूवी)

ये वायरस असमान फल रंग का कारण बन सकते हैं, लेकिन ये आमतौर पर पत्ती के लक्षणों (मोटलिंग, मोजेक, कर्लिंग, या क्लोरोसिस) के साथ होते हैं, जो शुद्ध धब्बेदार पकाव में अनुपस्थित होते हैं (यू. ओएसयू-ईडीयू, 2024)। नियंत्रण

उपाय अपनाने से पहले सही निदान अत्यंत आवश्यक है।

धब्बेदार पकाव के कारण

शोध और क्षेत्र अवलोकनों से निम्नलिखित कारण सामने आए हैं:

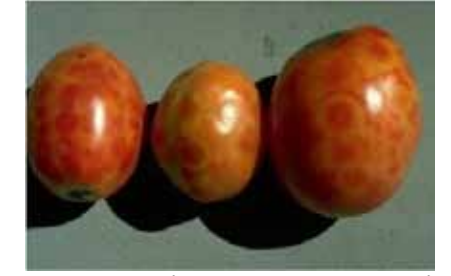
1. पोषण असंतुलन

• फल विकास के दौरान अपर्याप्त पोटेसियम (पोटेसियम) आपूर्ति (सूज़ा माया एट अल. 2019; सॉनग एट अल. , 2023)।

• अतिरिक्त नाइट्रोजन और कैल्शियम, जो पोटेसियम अवशोषण को बाधित करते हैं। हाइड्रोपोनिक में पोषक घोल की अत्यंत कम विद्युत चालकता (ईसी)।

2. पर्यावरणीय तनाव

• उच्च तापमान (>32 °C) लाइकोपीन संश्लेषण को कम करता है (पीट, 2009)।



चित्र 3: टमाटर के फल की अनुप्रस्थ काट जिसमें आंतरिक सफेदी दिखाई दे रही है, जहाँ बाहरी और आंतरिक दीवारों कॉर्की और पीली दिखती हैं



चित्र 4: टमाटर के फल टोमैटो स्पॉटेड विल्ट वायरस (टीएसडब्ल्यूवी) के कारण विशिष्ट संकेद्रित छल्ले, क्लोरोटिक धब्बे और असमान पकाव दर्शाते हुए

- कम प्रकाश तीव्रता और बादल छाए तथा धूप वाले मौसम के बीच अचानक बदलाव।
- घने छत्र (कैनोपी) में खराब वायु संचार



चित्र 5: टमाटर के फल टोमैटो मोजेक वायरस (टीओएमवी) संक्रमण से जुड़े नेक्रोटिक भूरे धब्बे और पीले धब्बे दर्शाते हुए

के साथ उच्च आर्द्रता।

- ताप तनाव क्लोरोप्लास्ट-से-क्रोमोप्लास्ट रूपांतरण में बाधा डालता है, जिससे फल आंशिक रूप से हरे रह जाते हैं।



चित्र 1: चेरी टमाटर के फल असमान हरे और पीले धब्बों के साथ धब्बेदार पकाव दर्शाते हुए



चित्र 2: फल असमान रंग विकास के साथ ढही हुई बाहरी दीवारों और सिकुड़न दर्शाते हुए



चित्र 6: टोमैटो ब्राउन रिंग फ्रूट वायरस (टीओबीआरएफवी) से संक्रमित टमाटर के फल, जो अनियमित लाल, पीले और हरे धब्बों के साथ धब्बेदार पकाव दर्शाते हैं

3. फसल छत्र और वेंटिलेशन

- अत्यधिक वानस्पतिक वृद्धि घनी पत्तियाँ



चित्र 7: टोमैटो फ्रूट ब्लॉच वायरस (टीओएफबीवी) से संक्रमित टमाटर के फलों में देखे गए धब्बेदार पकाव के लक्षण

उत्पन्न करती है, जो वायु संचार और प्रकाश प्रवेश को प्रतिबंधित करती है।

- खराब ग्रीनहाउस वेंटिलेशन गर्मी और आर्द्रता को रोककर तनाव को और बढ़ा देता है (बायर, 2025)।

सुधारात्मक उपाय और सांस्कृतिक प्रथाएँ

1. पोषक तत्व प्रबंधन

- फल परिपक्वता के दौरान उच्च पोटेसियम (के) के साथ संतुलित फर्टिगेशन सुनिश्चित करें (सूज़ा माया एट अल., 2019)।
- अतिरिक्त नाइट्रोजन से बचें; इष्टतम एन:के (एन:के) अनुपात बनाए रखें।
- संतुलित पोटेसियम उपलब्धता, स्थिर

लाइकोपीन जैवसंश्लेषण और फल धब्बे के जोखिम को कम करने के लिए पोषक घोल की ईसी की निगरानी करें।

2. पर्यावरण प्रबंधन

- इष्टतम लाइकोपीन संश्लेषण के लिए ग्रीनहाउस तापमान 20–30 °C के बीच बनाए रखें (यूमास एक्सटेंशन, 2025)।
- 16 °C से नीचे और 32 °C से ऊपर के अत्यधिक तापमान से बचें।
- तापमान और सापेक्ष आर्द्रता (आरएच) को नियंत्रित करने के लिए शेडिंग नेट (शेडिंग नेट), यूवी स्क्रीन और ह्यूमिडिटी कर्टेन का उपयोग करें।

3. छत्र और वेंटिलेशन

- घनी छत्र से बचने और वायु संचार में सुधार के लिए छँटाई (प्रूनिंग) करें।
- आर्द्रता और गर्मी के संचय को कम करने के लिए पंखे, एगर्जॉस्ट या प्राकृतिक वेंटिलेशनका संचालन करें (यू.ओएसयू. ईडीयू, 2024)।

4. किस्म चयन

- संरक्षित खेती में उच्च तापमान के प्रति सहनशील किस्में चुनें (पिचा और हॉल, 1981)।

5. एकीकृत फसल देखभाल

- संबंधित वायरल जोखिमों को कम करने के लिए रस चूसने वाले कीट की आबादी की निगरानी और नियंत्रण करें।
- वायरल और शारीरिक धब्बेदार पकाव के बीच अंतर करने के लिए नियमित स्काउटिंग सुनिश्चित करें।

निष्कर्ष

चेरी टमाटर में फल धब्बा एक जटिल शारीरिक विकार है, जो मुख्य रूप से उच्च तापमान, उतार-चढ़ाव वाली आर्द्रता और पोटेसियम पोषण में असंतुलन से जुड़ा है। यद्यपि लक्षण वायरल संक्रमणों से मिलते-जुलते हैं, पत्ती के लक्षणों की अनुपस्थिति और स्वस्थ पत्तियों की उपस्थिति एक गैर-रोगजनक कारण का संकेत देती है।

संतुलित फर्टिगेशन, इष्टतम ग्रीनहाउस जलवायु प्रबंधन और उचित छत्र वेंटिलेशन सुनिश्चित करके, उत्पादक धब्बेदार पकाव की घटनाओं को काफी हद तक कम कर सकते हैं और उच्च गुणवत्ता वाले चेरी टमाटर उत्पादन को बनाए रख सकते हैं। एकसमान पकाव न केवल बाजार मूल्य में सुधार करता है, बल्कि हाइड्रोपोनिक रूप से उगाई गई उपज में उपभोक्ता विश्वास को भी मजबूत करता है, जिससे संरक्षित खेती प्रणालियों की स्थिरता और लाभप्रदता सुनिश्चित होती है।



पर्वतीय क्षेत्रों में लघु कृषि यंत्रीकरण: एक लैंगिक दृष्टिकोण



डॉ. सुखवीर सिंह¹ और डॉ. ओमप्रभा²

¹ परियोजना समन्वयक, एआईसीआरपी ऑन ईएसएएस (एआईसीआरपी ऑन ईएसएएस), आईसीएआर-सीआईईई (आईसीएआर-सीआईईई), भोपाल
² वरिष्ठ अनुसंधान अध्येता, एआईसीआरपी ऑन ईएसएएस (एआईसीआरपी ऑन ईएसएएस), आईसीएआर-सीआईईई (आईसीएआर-सीआईईई), भोपाल

भारत में मशीनीकरण में स्पष्ट क्षेत्रीय असमानताएँ दिखाई देती हैं, जहाँ उत्तरी राज्यों ने उच्च अपनाने की दर हासिल की है, जबकि कई क्षेत्र अभी भी मानव श्रम पर निर्भर हैं। छोटे और सीमांत किसान, जो भारत के कृषि समुदाय का 86% से अधिक हिस्सा बनाते हैं, महंगी मशीनरी (मशीनरी) तक सीमित पहुँच की समस्या का सामना करते हैं। कृषि में महिलाओं की भूमिका बढ़ रही है, उनकी कार्यबल हिस्सेदारी 2017-18 में 57% से बढ़कर 2023-24 में 64.4% हो गई है, जबकि पुरुषों की भागीदारी 40.2% से घटकर 36.3% रह गई है। पहाड़ी क्षेत्रों में, पुरुषों के बढ़ते बाहरी प्रवासन के बीच महिलाएँ कुल कृषि श्रम का 60-80% योगदान देती हैं। यह समीक्षा हल्के, एगोनोमिक और किफायती महिला-अनुकूल उपकरणों की आवश्यकता पर बल देती है

और पहाड़ी कृषि में समावेशी मशीनीकरणके लिए चुनौतियों और रणनीतियों की रूपरेखा प्रस्तुत करती है।

परिचय

भारत में मशीनीकरण ने कुछ क्षेत्रों, विशेष रूप से उत्तरी राज्यों में, महत्वपूर्ण गति प्राप्त की है, लेकिन कई क्षेत्र अभी भी मानव श्रम और पशु शक्ति पर निर्भर हैं। मशीनीकरण स्तरों में यह क्षेत्रीय असमानता भूमि जोत के स्वरूप, भू-भाग और किसानों की सामाजिक-आर्थिक स्थितियों जैसे कारकों से प्रभावित होती है। पहाड़ी राज्यों में उपलब्ध कृषि शक्ति 0.37 से 1.33 किलोवाट/हेक्टेयर की सीमा में है, जो राष्ट्रीय औसत 3.12 किलोवाट/हेक्टेयर (2024-25) से काफी कम है। अधिकांश पहाड़ी राज्यों में कृषि में मुख्य रूप से जीवित शक्ति का उपयोग किया जाता है,

जबकि कुछ राज्यों में कृषि कार्यों को करने के लिए यांत्रिक (मैकेनिकल) और जीवित शक्ति (एनिमेट पावर) स्रोतों का उपयोग किया जा रहा है। अधिकांश पहाड़ी क्षेत्र अभी भी अपनी कुल शक्ति आवश्यकताओं के 60% से 80% के लिए मानव और पशु श्रम पर निर्भर हैं। इसके अतिरिक्त, छोटे और सीमांत किसान, जो भारत की कृषि जनसंख्या का बहुमत हैं, महंगी मशीनरी तक पहुँचने में चुनौतियों का सामना करते हैं। कृषि मशीनीकरण के माध्यम से कठिन परिश्रम को कम करने के प्रयासों को छोटे किसानों के लिए सुलभ किफायती स्थान-विशिष्ट उपकरणों पर ध्यान केंद्रित करना चाहिए। ग्रामीण भारत में महिलाएँ विशेष रूप से कृषि और संबद्ध क्षेत्रों में अर्थव्यवस्था को आकार देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

भारत के आर्थिक सर्वेक्षण 2024-25 में कहा गया है कि कृषि क्षेत्र में महिला श्रमिकों की हिस्सेदारी में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है। यह 2017-18 में 57 प्रतिशत से बढ़कर 2023-24 में 64.4 प्रतिशत हो गई है। इस अवधि के दौरान, कृषि क्षेत्र में पुरुषों की भागीदारी 40.2 प्रतिशत से घटकर 36.3 प्रतिशत हो गई है। आर्थिक सर्वेक्षण यह भी कहता है कि महिला कृषि रोजगार 2017-18 में 73.2 प्रतिशत से बढ़कर 2023-24 में 76.9 प्रतिशत हो गई है, जबकि पुरुषों की भागीदारी 55 प्रतिशत से घटकर 49.4 प्रतिशत हो गई है। कृषि क्षेत्र देश के सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) में लगभग 16 प्रतिशत का योगदान देता है और लगभग 46.1 प्रतिशत जनसंख्या का भरण-पोषण करता है।

पहाड़ी कृषि की विशेषता अनूठी भौगोलिक बाधाओं से है, जैसे छोटी और खंडित भूमि जोत, खड़ी ढलानों, संकरी सीढ़ीदार खेतों, उच्च वर्षा परिवर्तनशीलता और खराब सड़क संपर्क वाला कठिन भू-भाग। मैदानी क्षेत्रों की तुलना में पहाड़ियों में मशीनीकरण का स्तर तकनीकी, आर्थिक और सामाजिक सीमाओं के कारण काफी कम रहता है। साथ ही, हिमालयी और उत्तर-पूर्वी पहाड़ी क्षेत्रों में महिलाएँ कुल श्रम का 60-80% योगदान देती हैं। बढ़ते पुरुष बाहरी प्रवासन के साथ, पहाड़ी कृषि तेजी से नारीकृत होती जा रही है, जिससे महिलाओं पर अधिक दबाव पड़ रहा है। पारंपरिक उपकरण और भारी मशीनरी पहाड़ी भू-भाग के लिए अनुपयुक्त हैं और अक्सर महिलाओं की एर्गोनॉमिक आवश्यकताओं के अनुकूल नहीं होतीं। इस प्रकार, लैंगिक अंतराल को पाटने और



चित्र 1. पहाड़ियों में सीढ़ीदार खेतों का दृश्य (टेरेसेज व्यू इन हिल्स)

तालिका 1. भारत के पहाड़ी राज्यों में कृषि शक्ति उपलब्धता (किलोवाट/हेक्टेयर)

राज्य का नाम	कृषि शक्ति उपलब्धता, किलोवाट/हेक्टेयर (केडब्ल्यू/हेक्टेयर)	मुख्य शक्ति स्रोत (की पावर सोर्स)
जम्मू और कश्मीर	1.33	मिश्रित (मैकेनिकल/एनिमेट)
हिमाचल प्रदेश	1.32	मिश्रित (मैकेनिकल/एनिमेट)
उत्तराखंड	1.15 (पहाड़ी) और 3.05 (घाटी)	मिश्रित (मैकेनिकल/एनिमेट)
मिज़ोरम	0.69	जीवित (ह्यूमन/एनिमल)
सिक्किम	0.69	जीवित (ह्यूमन/एनिमल)
मणिपुर	0.64	जीवित (ह्यूमन/एनिमल)
नागालैंड	0.61	जीवित (ह्यूमन/एनिमल)
अरुणाचल प्रदेश	0.57	जीवित (ह्यूमन/एनिमल)
मेघालय	0.37	जीवित (ह्यूमन/एनिमल)
त्रिपुरा	1.63	मिश्रित (मैकेनिकल/एनिमेट)

स्रोत: 1. प्राइसवाटरहाउसकूपर्स (पीडब्ल्यूसी) और फेडरेशन ऑफ इंडियन चेम्बर्स ऑफ कॉमर्स एंड इंडस्ट्री (फिक्की) (2024, फरवरी)। फार्म मैकेनाइजेशन: ए कैटेगिस्ट फॉर सस्टेनेबल एग्रीकल्चरल ग्रोथ। पीडब्ल्यूसी इंडिया। www.pwc.in, 2. कृषि, पशुपालन और खाद्य प्रसंस्करण पर संसदीय स्थायी समिति (स्टैंडिंग कमेटी ऑन एग्रीकल्चर, एनिमल हसबैंड्री एंड फूड प्रोसेसिंग), 2022-23, देश में छोटे और सीमांत किसानों के लिए कृषि मशीनीकरण में अनुसंधान और विकास; <https://sansad.in/getFile/lssccommittee/Agriculture>

सतत कृषि विकास को समर्थन देने के लिए आजीविका सुरक्षा बढ़ाने हेतु छोटे पैमाने पर, हल्के, एर्गोनॉमिक और किफायती मशीनीकरण की आवश्यकता है। यह समीक्षा पहाड़ी कृषि में महिला-अनुकूल मशीनीकरण को बढ़ावा देने के लिए वर्तमान स्थिति, तकनीकी विकल्पों चुनौतियों और भविष्य की रणनीतियों को संश्लेषित करती है। यह अनुसंधान अंतरालों की पहचान करती है और भारत के पहाड़ी क्षेत्रों में समावेशी मशीनीकरण के लिए नीतिगत और तकनीकी हस्तक्षेप प्रस्तावित करती है।

पहाड़ी कृषि में लैंगिक भूमिकाएँ

पहाड़ियों में महिलाएँ अधिकांश परिचालन और घरेलू-संबद्ध कृषि कार्य करती हैं:

- बुआई, रोपाई, निराई, खाद डालना
- चारा संग्रह, घास काटना, ईंधन लकड़ी इकट्ठा करना
- कटाई, मड़ाई, ओसाई
- पशुधन प्रबंधन
- कटाई-उपरांत प्रसंस्करण और भंडारण

पुरुष सामान्यतः भारी कार्यों जैसे जुताई, विपणन, मशीन मरम्मत और भारी उपकरणों की हैंडलिंग में भाग लेते हैं। महिला-नेतृत्व वाली कृषि प्रणालियों की ओर बदलाव लैंगिक-संवेदनशील मशीनीकरण समाधानों की माँग करता है, क्योंकि महिलाओं को अधिक कठिन परिश्रम, सीमित गतिशीलता और संसाधनों तक सीमित पहुँच का सामना करना पड़ता है।

लैंगिक परिप्रेक्ष्य से पहाड़ी मशीनीकरण में चुनौतियाँ

► भौगोलिक बाधाएँ

- खेतों का छोटा आकार और उबड़-खाबड़ स्थलाकृति
- संकरी सीढ़ीदार खेत ट्रैक्टर जैसी बड़ी मशीनरी की आवाजाही को प्रतिबंधित करते हैं

तालिका 2. पहाड़ी कृषि में लैंगिक भूमिकाएँ (जेंडर रोल्स इन हिल एग्रीकल्चर)

गतिविधि श्रेणी (एक्टिविटी कैटेगरी)	महिलाओं की भागीदारी (%)	पुरुषों की भागीदारी (%)
जुताई और अन्य भारी कार्य	10-20	80-90
बुआई और रोपाई (सोइंग एंड ट्रांसप्लांटिंग)	70-85	15-30
निराई (वीडिंग)	80-90	10-20
कटाई (हार्वेस्टिंग)	60-75	25-40
पशुधन प्रबंधन (लाइवस्टॉक मैनेजमेंट)	75-90	10-25
चारा/घास संग्रह (फॉडर/ग्रास कलेक्शन)	85-95	5-15

- खड़ी ढलानें मशीनरी को अस्थिर और असुरक्षित बनाती हैं। अधिकांश खेत 50-100 वर्ग मीटर के हैं जिनका ऊर्ध्वाधर अंतराल 0.8 मीटर है।
- बिखरी हुई भूमि जोत परिवहन कठिनाई को बढ़ाती है।
- गाँव से खेतों तक कोई पहुँच मार्ग नहीं है। एर्गोनॉमिक सीमाएँ

- महिलाओं के लिए एर्गोनॉमिक रूप से डिज़ाइन किए गए उपकरणों और उपकरणों का अभाव।
- पारंपरिक उपकरण महिलाओं के लिए उपयुक्त नहीं हैं क्योंकि ये उपकरण पुरुष नृमिति के आधार पर डिज़ाइन किए गए हैं।
- महिलाओं को भारी मशीनों और पारंपरिक उपकरणों के संचालन में कठिनाई होती है।
- मस्क्युलोस्केलेटल विकारों की उच्च घटना।

- **आर्थिक बाधाएँ**
- उन्नत उपकरणों और मशीनों की उच्च लागत।
- कम क्रय शक्ति और खराब ऋण पहुँच।
- दूरदराज के क्षेत्रों में परिवहन और रखरखाव की उच्च लागत।

- **सामाजिक और संस्थागत बाधाएँ**
- प्रशिक्षण या प्रदर्शनों में महिलाओं की सीमित भागीदारी।
- सामाजिक मानदंड अक्सर महिलाओं के

संचालित मशीनरी के उपयोग को प्रतिबंधित करते हैं। प्रौद्योगिकी और तकनीकी कौशल के प्रति कम जागरूकता।

पहाड़ी क्षेत्रों के लिए उपयुक्त लघु-स्तरीय मशीनीकरण प्रौद्योगिकियाँ

► भूमि तैयारी

- हल्के/मिनी/पावर वीडर/टिलर वीडर/टिलर (5-8 हॉर्सपावर (एचपी) और वजन 80-100 किलोग्राम तक): आसान गतिशीलता, बहुकार्यात्मक।
- माइक्रो टिलर: छोटी सीढ़ीदार खेतों और किचन गार्डन के लिए आदर्श।
- पावर टिलर (10-15 हॉर्सपावर (एचपी) और वजन 150 किलोग्राम से अधिक): घाटी और कम ऊर्ध्वाधर अंतराल वाली सीढ़ीदार खेतों के लिए।
- हल्के हल और रिजर: महिलाओं के लिए एर्गोनॉमिक रूप से डिज़ाइन किए गए।
- क्षेत्र संचालन के दौरान पावर टिलर का रिमोट कंट्रोल टर्निंग मैकेनिज़्म।

- **अंतःसस्य क्रियाएँ और निराई उपकरण**
- चौड़ी-पंक्ति फसलों में निराई-सह-अंतःसस्य क्रिया के लिए एर्गो-अनुपालक बैटरी-सहायक वॉक-बिहाइंड पावर यूनित

- ट्रिवन-व्हील हो
- महिला-अनुकूल कोनो वीडर और रोटरी वीडर
- गार्डन वीडर-स्टैंड-अप प्रकार
- बैटरी-संचालित ब्रश कटर
- उन्नत महिला-अनुकूल वीडर झुकने के समय को 50-60% तक कम करते हैं।

► बुआई और रोपण प्रौद्योगिकियाँ

- मैनुअल सीड ड्रिल
- पावर-संचालित मिनी राइज़ोम प्लांटर
- बैटरी-चालित मैनुअल ड्रिल/प्लांटर
- मैनुअल मल्टी-क्रॉप प्लांटर
- बैटरी-चालित 2-पंक्ति मैनुअल धान रोपाई यंत्र

- मैनुअल और पावर-संचालित ड्रम सीडर
- मिनी-टिलर के लिए बीज-सह-उर्वरक ड्रिल
- छोटे भूखंडों के लिए उपयुक्त परिशुद्ध प्लांटर

► छिड़काव उपकरण

- बैटरी-सहायक नैपसैक स्प्रेयर
- सोलर बैटरी और मैनुअल नैपसैक स्प्रेयर
- लंबी फसलों के लिए स्मार्ट एर्गो-अनुपालक लैंगिक-अनुकूल नैपसैक स्प्रेयर

► कटाई उपकरण

- महिला कृषि श्रमिकों के लिए बैटरी-संचालित अनाज फसल हार्वेस्टर
- उन्नत दाँतेदार दरांती: पारंपरिक सपाट दरांती/उपकरणों की तुलना में 25-30% कम प्रयास।
- हल्के रीपर और मिनी हार्वेस्टर
- अनाज बागों के लिए बैटरी-चालित प्रूनर
- उन्नत बड़ी इलायची कटाई चाकू
- अर्ध-स्वचालित अनानास हार्वेस्टर
- एर्गोनॉमिक छँटाई उपकरण/सेकाटर
- एर्गोनॉमिक कीवी बेल प्रूनर
- पावर-संचालित फल/सब्जी पत्ती छँटाई उपकरण
- महिला-अनुकूल चाय तोड़ने और छँटाई यंत्र



चित्र 2. महिला किसानों का क्षमता निर्माण कार्यक्रम

- चाय पत्ती तोड़ने का सहायक उपकरण
- आसान कटाई थैला
- मैनुअल संतरा हार्वेस्टर
- मैनुअल सेब हार्वेस्टर
- पहाड़ी क्षेत्र के लिए फल तोड़ने की सीढ़ी
- एगो-परिष्कृत गन्ना डिट्रेशर
- मैनुअल गन्ना स्ट्रपर-सह-डिटॉपर

➤ कटाई-उपरांत प्रौद्योगिकियाँ

- मैनुअल लीवर और पेडल-संचालित नारियल छिलका उतारने की मशीन
- बड़ी इलायची की स्पाइक्स से कैप्सूल अलग करने के लिए मैनुअल उपकरण
- हल्का बहु-फसल श्रेणर
- पेडल-संचालित/सौर-ऊर्जा चालित धान श्रेणर
- मिनी राइस मिल, मिलेट श्रेणर-सह-पर्लर, मक्का शेलर
- पेडल/बैटरी-संचालित ओसाई यंत्र
- बागवानी फसलों के लिए सौर ड्रायर
- मछली प्रसंस्करण प्लेटफॉर्म चारा और पशुधन संबंधित उपकरण
- सुरक्षा उपकरणों/गैजेट्स के साथ महिला-अनुकूल चाफ कटर
- गोबर खुरचनी और दूरबीन चारा/पेड़ काटने की छड़ी (डंग स्क्रैपर एंड टेलीस्कोपिक फॉडर/ट्री कटिंग स्टिक)
- हार्नेस सहित ब्रश कटर
- घास कटाई के लिए उन्नत दरांती
- पावर-संचालित मुर्गी पालन मल खुरचनी

तालिका 3. महिलाओं के कठिन परिश्रम पर मशीनीकरण का प्रभाव

कार्य	पारंपरिक समय (घं/हेक्टेयर)	मशीनीकृत समय (घं/हेक्टेयर)	समय बचत (%)	कठिन परिश्रम में कमी (इजरी रिडक्शन) (%)
निराई (वीडिंग)	180	80	55	60
कटाई (हार्वेस्टिंग)	150	95	35	45
भूमि तैयारी (लैंड प्रिपेरेशन)	100	50	50	52
चारा कटाई (फॉडर कटिंग)	6 h/day	3.5 h/day	40	50

➤ परिवहन और सहायक उपकरण

- ग्रीनहाउस में कार्यों के लिए परिवर्तनीय ऊँचाई प्लेटफॉर्म
- कम लागत गुरुत्व-आधारित रोपवे
- उत्तर-पूर्वी क्षेत्र (एनईआर) में भार वहन के लिए एक्सोस्केलेटन
- शेरपा मोड (शेरपा मोड) में भार वहन के लिए बैकपैक
- पैक बास्केट, ट्रॉली सिस्टम, हेडलोड रिड्यूसर
- हल्के पानी के वाहक 20-25 लीटर पहाड़ियों में महिलाओं पर लघु-स्तरीय मशीनीकरण का प्रभाव
- कठिन परिश्रम में कमी
- निराई, कटाई, पानी/चारा ढोने जैसे कार्यों में शारीरिक परिश्रम में 60-70% तक की कमी।
- मस्कलोस्केलेटल चोटों में उल्लेखनीय

कमी।

➤ समय की बचत

- मशीनीकृत निराई से 40-60% समय की बचत।
- मिनी-टिलर भूमि तैयारी के समय को 40-50% तक कम करते हैं।
- उत्पादकता में सुधार
- कार्यों की बेहतर समयबद्धता (से 15-25% अधिक उपज (यील्ड) प्राप्त होती है।
- कटाई-उपरांत उपकरण नुकसान कम करते हैं और अनाज की गुणवत्ता में सुधार करते हैं।
- सामाजिक सशक्तिकरण
- प्रशिक्षण और मशीन स्वामित्व महिलाओं के आत्मविश्वास को बढ़ाते हैं।
- महिला-नेतृत्व वाले कस्टम हायरिंग सेंटर (सीएचसी) पहुँच और सामुदायिक स्वीकृति में सुधार करते हैं।

अपनाने में बाधाएँ

➤ आर्थिक बाधाएँ

- छोटी मशीनों के लिए भी उच्च प्रारंभिक लागत
- खराब बाजार संपर्क और स्पेयर पार्ट्स तक पहुँच
- ऋण के लिए जमानत का अभाव
- संस्थागत बाधाएँ
- महिलाओं के लिए लक्षित योजनाओं की अपर्याप्तता
- लैंगिक-अनुकूल प्रोटोटाइप की सीमित उपलब्धता
- दूरदराज के गाँवों में कमजोर विस्तार पहुँच
- सामाजिक और सांस्कृतिक बाधाएँ
- महिलाओं को मशीन संचालन से हतोत्साहित करने वाले लैंगिक मानदंड
- घरेलू जिम्मेदारियों के कारण कम गतिशीलता

विहित अनुसंधान अंतराल

- पहाड़ी-विशिष्ट परिस्थितियों में महिलाओं के लिए एगोनोमिक रूप से मान्य उपकरणों का अभाव।
- खड़ी ढलानों पर महिलाओं के कठिन परिश्रम पर सीमित जैव-यांत्रिक अध्ययन।
- प्रौद्योगिकी अपनाने और प्रभावों पर अपर्याप्त लैंगिक-विभाजित आँकड़े।
- छोटी सीढ़ीदार खेतों के लिए कार्यों को संयोजित करने वाली बहुउद्देशीय और बहुकार्यात्मक मशीनों का अभाव।
- सीमांत और महिला किसानों के लिए उपयुक्त कम लागत मशीनीकरण की कमी।
- दूरदराज के पहाड़ी गाँवों में खराब मरम्मत और रखरखाव तथा सेवा अवसरचना।
- डिजाइन, परीक्षण और फीडबैक लूप में महिलाओं की आवश्यकताओं का खराब एकीकरण।

लैंगिक-संवेदनशील मशीनीकरण के लिए पहाड़ी भविष्य की



रणनीतियाँ

➤ तकनीकी रणनीतियाँ

- सुरक्षा और संचालन में सुगमता के लिए स्मार्ट सेंसर और इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) का उपयोग।
- अति-हल्के, मॉड्यूलर, बहु-कार्य उपकरणों का डिजाइन।
- पहाड़ी महिलाओं की नृमिति के आधार पर उपकरणों का एगोनोमिक पुनर्डिजाइन।
- दूरदराज के क्षेत्रों के लिए बैटरी-संचालित और सौर-ऊर्जा चालित उपकरण।

➤ संस्थागत रणनीतियाँ

- ब्लॉक स्तर पर महिला-नेतृत्व वाले कस्टम हायरिंग सेंटर (सीएचसी) और हिल फार्म मैकेनाइजेशन सर्विस सेंटर की स्थापना।
- प्रत्येक कृषि विज्ञान केंद्र (केवीके) में कृषि अभियंता की नियुक्ति।
- स्थानीय कारीगरों को महिला-अनुकूल उपकरणों के निर्माण में प्रशिक्षित किया जाए और फैब्रिकेशन कार्यशाला की स्थापना के लिए सहायता प्रदान की जाए।
- प्रोटोटाइप परीक्षण और फीडबैक में महिलाओं को शामिल करना।
- किसानों के खेतों पर उन्नत उपकरणों और मशीनों का फ्रंट लाइन डेमोस्ट्रेशन कार्यक्रम आयोजित किया जाए।
- महिलाओं के लिए उन्नत मशीनों के संचालन और छोटी मरम्मत व रखरखाव का प्रशिक्षण।
- एफपीओ, स्वयं सहायता समूह (एसएचजी) और कृषि विज्ञान केंद्र (केवीके) के माध्यम से कौशल विकास को

सुदृढ़ करना।

नीतिगत हस्तक्षेप

- संबंधित राज्य सरकारों द्वारा कृषि अभियांत्रिकी निदेशालय की स्थापना की जानी चाहिए, जिसमें ब्लॉक स्तर पर कम से कम एक कृषि अभियंता की तैनाती का प्रावधान हो।
- पहाड़ी राज्यों/जिलों के लिए समर्पित मशीनीकरण कार्यक्रम।
- महिला-अनुकूल उपकरणों और मशीनों पर महिला किसानों के लिए उच्च सब्सिडी।
- कृषि योजनाओं में लैंगिक संकेतकों का समावेश।

निष्कर्ष

कृषि मशीनीकरण उत्पादकता बढ़ाने, कठिन परिश्रम को कम करने और कृषि कार्यों को समय पर पूरा करने के लिए, विशेष रूप से श्रम की कमी, बढ़ते इनपुट खर्च और तीव्र होती जलवायु चुनौतियों के बीच अत्यंत महत्वपूर्ण है। लघु-स्तरीय मशीनीकरण महिलाओं के कठिन परिश्रम को कम करके, उत्पादकता में सुधार करके और सामाजिक-आर्थिक लचीलापन बढ़ाकर पहाड़ी कृषि के लिए एक परिवर्तनकारी मार्ग प्रदान करता है। एगोनोमिक डिजाइन, क्षमता निर्माण, नीति समर्थन और महिला-केंद्रित संस्थाओं को एकीकृत करने वाला एक लैंगिक-संवेदनशील मशीनीकरण पारिस्थितिकी तंत्र पहाड़ी क्षेत्रों में समावेशी और सतत कृषि विकास सुनिश्चित करने के लिए अनिवार्य है।



खुले पैन वाली गुड़ भट्टियों में डिज़ाइन और दहन नवाचारों के माध्यम से ऊर्जा दक्षता में सुधार



एस.आई. अनवर*

प्रधान वैज्ञानिक, कृषि अभियांत्रिकी प्रभाग, भाकृअनुप-भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान, रायबरेली रोड, लखनऊ - 226002 (उ.प्र.)
*अनुरूपी लेखक ई-मेल: sianwar@yahoo.co.in

परिचय

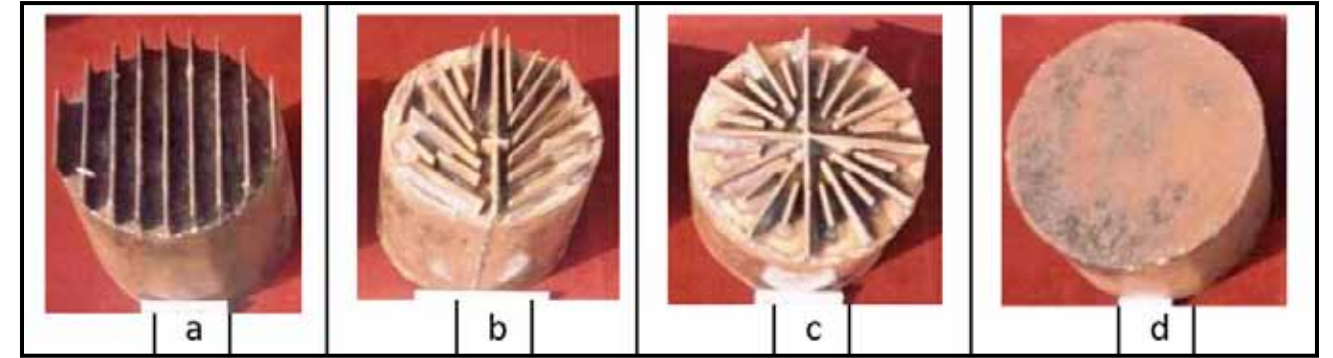
गन्ना भारत की एक प्रमुख नकदी फसल है। चीनी, गुड़ और खांडसारी गन्ने के प्रमुख उत्पाद हैं। हालांकि, आजकल वाहनों के लिए पेट्रोल के साथ मिश्रण हेतु इथेनॉल का भी उत्पादन किया जाता है। चीनी, गुड़ और खांडसारी को मिठास देने वाले पदार्थों के रूप में उपयोग किया जाता है, लेकिन गुड़ को मानव आहार के महत्वपूर्ण घटकों की उपस्थिति के कारण एक खाद्य पदार्थ भी माना जाता है। विश्व के कुल गुड़ उत्पादन का 70% से अधिक भारत में होता है। इसे लोकप्रिय रूप से 'औषधीय चीनी' के नाम से जाना जाता है और यह पोषण की दृष्टि से शहद के समकक्ष माना जाता है। आयुर्वेदिक चिकित्सा में इसका उपयोग 3000 वर्षों से किया जा रहा है। गुड़ का उत्पादन लगभग 25 देशों में होता है, जिसका कुल उत्पादन प्रति वर्ष लगभग 1.3 करोड़ टन है। भारत

असंगठित कृषि-प्रसंस्करण क्षेत्र में गुड़ का सबसे बड़ा उत्पादक देश है, जो विश्व के कुल उत्पादन का 55% हिस्सा रखता है, इसके बाद कोलंबिया (11%) का स्थान है। गुड़ उत्पादन में प्रमुख रूप से शामिल राज्य हैं: उत्तर प्रदेश, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश एवं छत्तीसगढ़, कर्नाटक, बिहार, आंध्र प्रदेश और तमिलनाडु। गुड़ न केवल भारत में उपभोग किया जाता है, बल्कि विदेशी मुद्रा अर्जित करने के लिए इसे विदेशों में भी निर्यात किया जाता है। गुड़ उत्पादन में शामिल प्रमुख इकाई प्रक्रियाएँ हैं: गन्ना पेराई (रस निष्कर्षण), रस छानना, गर्म करना, स्पष्टीकरण (क्लेरिफिकेशन), उबालना और सांद्रण, सांद्रित द्रव्यमान को ठंडा करना/मथना, साँचे में ढालना और पैकेजिंग। गन्ने के रस को गर्म करना, उबालना और सांद्रण करना सर्वाधिक ऊर्जा-गहन प्रक्रियाएँ हैं, जो अधिकांशतः खुले पैन वाली भट्टियों पर की

जाती हैं। इन भट्टियों की ऊष्मीय दक्षता कम होती है और अधिकतर ईंधन की कमी का सामना करना पड़ता है। इसलिए, गुड़ भट्टियों की दक्षता में सुधार सर्वोच्च महत्व का विषय है, क्योंकि इससे न केवल ईंधन की समस्या का समाधान होगा, बल्कि प्रति इकाई ऊर्जा खपत में गुड़ की उत्पादकता बढ़ाने में भी सहायता मिलेगी।

गन्ने के रस का प्रसंस्करण

गन्ने के रस को सबसे पहले प्रमुख अशुद्धियों को दूर करने के लिए छाना जाता है, इसके बाद गर्म करने, उबालने और सांद्रण की प्रक्रिया की जाती है। रस का स्पष्टीकरण 80°C पर वानस्पतिक स्पष्टीकारक (देओला - *Hibiscus ficulneus*) का उपयोग करके किया जाता है, और अशुद्धियाँ मैल (स्कम) के रूप में निकाली जाती हैं। रस प्रसंस्करण



चित्र-1. फिन विन्यास, (a) समानांतर फिन (PF) (b) ज्वाला विसारक फिन (FSF) (c) त्रिज्यीय फिन (RF) (d) सामान्य/समतल पैन

के लिए अधिकांशतः स्थानीय कारीगरों द्वारा निर्मित खुले पैन वाली भट्टियों का उपयोग किया जाता है। भारत में विभिन्न प्रकार की भट्टियाँ विकसित की गई हैं। समय के साथ, डिज़ाइन में अनेक सुधार के प्रयास किए गए हैं, जिनमें पैनों के आकार और संख्या में भिन्नता शामिल है, जिससे कुछ उन्नत भट्टियों का विकास हुआ है। पैनों का आकार और संख्या गुड़ बनाने की प्रणाली और गुड़ संयंत्र की क्षमता पर निर्भर करती है। हालांकि, बगास की बचत और गुड़ की उत्पादकता बढ़ाने के लिए हमेशा से एक ऊर्जा-दक्ष भट्टी की आवश्यकता महसूस की जाती रही है। इस दिशा में भाकृअनुप-भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान (आईआईएसआर), लखनऊ में कुछ प्रयास किए गए हैं।

संशोधित पैन

पैन किसी भी भट्टी का एक अभिन्न अंग होते हैं। भाकृअनुप-आईआईएसआर, लखनऊ में कुशल 2-पैन और 3-पैन भट्टियाँ विकसित की गई हैं। 2-पैन और 3-पैन भट्टियों में क्रमशः समतल तली (फ्लैट बॉटम) और अर्धगोलाकार तली (हेमिस्फेरिकल बॉटम) वाले पैनों का उपयोग किया जाता है।

ऊष्मा ग्रहण करने वाली सतह के क्षेत्रफल को बढ़ाने का एक नवीन विचार इस परिकल्पना के साथ प्रस्तुत किया गया है कि जितना अधिक ऊष्मा ग्रहण करने वाला क्षेत्र होगा, उतनी अधिक ऊष्मा ऊर्जा रस में स्थानांतरित होगी। इसी कारण से पैन की तली में फिन (पंख) लगाए गए हैं।

इस परिकल्पना की जाँच के लिए तीन फिन विन्यासों (कॉन्फिगरेशन) पर विचार किया गया, अर्थात् — समानांतर फिन (Parallel

Fins - PF), ज्वाला विसारक फिन (Flame Spreader Fins - FSF) और त्रिज्यीय फिन (Radial Fins - RF)। तीनों विन्यासों में फिन द्वारा प्रदान किया गया अतिरिक्त क्षेत्रफल समान रखा गया। इन विन्यासों की तुलना पारंपरिक समतल तली से की गई। ये सभी फिन विन्यास चित्र-1 में दर्शाए गए हैं।

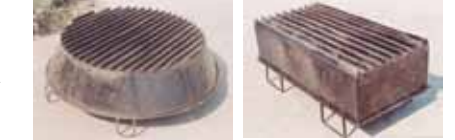
हल्के इस्पात (माइल्ड स्टील) के चपटे पट्टे (25 x 3 मिमी) तीनों फिन वाले पैनों में वेल्ड किए गए। सभी मामलों में पट्टों की कुल लंबाई समान रखी गई। इन विन्यासों का परीक्षण जल उबाल परीक्षण के माध्यम से किया गया और परिणामों को तालिका-1 में संक्षेपित किया गया है:

ने सर्वोत्तम परिणाम दिए, इसके बाद ज्वाला विसारक फिन और त्रिज्यीय फिन का स्थान रहा।

उपरोक्त परिणामों के आधार पर, आईआईएसआर 2-पैन भट्टी के पैनों को संशोधित किया गया और उनमें समानांतर फिन लगाए गए। ये पैन चित्र-2 में दर्शाए गए हैं।

फिन के कारण, मुख्य पैन और गटर पैन की ऊष्मा ग्रहण करने वाली सतह के क्षेत्रफल में क्रमशः 118 और 131 प्रतिशत की वृद्धि पाई गई।

इन पैनों का मूल्यांकन जल उबाल परीक्षण और गुड़ बनाने के लिए वास्तविक रस



चित्र-2. आईआईएसआर 2-पैन भट्टी के संशोधित मुख्य पैन और गटर पैन

तालिका से यह स्पष्ट होता है कि फिन युक्त पैनों ने जल वाष्पीकरण और ऊष्मीय/ऊष्मा उपयोग दक्षता के संदर्भ में सामान्य पैन की तुलना में बेहतर प्रदर्शन किया। समानांतर फिन

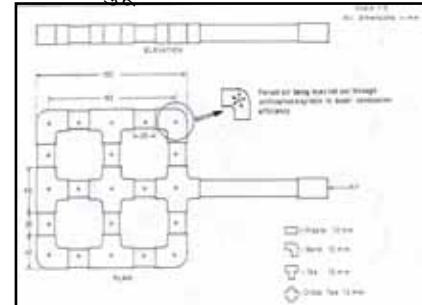
तालिका-1. विभिन्न फिन विन्यासों वाले पैनों का प्रदर्शन

क्र. सं.	प्रदर्शन मापदंड	फिन विन्यास/ज्यामिति				
		सामान्य	समानांतर फिन	ज्वाला विसारक फिन	त्रिज्यीय फिन	औसत (फिन)
1	जल वाष्पीकरण (कि.ग्रा.)	1.720	2.273	2.180	2.143	2.199
2	ऊष्मीय दक्षता (%)	9.93	12.47	12.06	11.90	12.14
3	ऊष्मा उपयोग दक्षता (%)	7.52	9.94	9.53	9.37	9.62
4	सामान्य पैन की तुलना में ऊष्मीय दक्षता में % वृद्धि	---	25.58	21.45	19.84	22.29
5	सामान्य पैन की तुलना में ऊष्मा उपयोग दक्षता में % वृद्धि	---	32.18	26.73	24.60	27.93

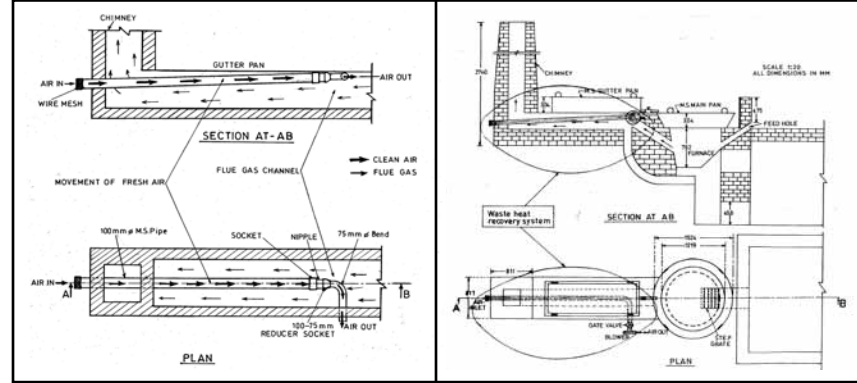
प्रसंस्करण द्वारा किया गया। संशोधित प्रणाली 90 मिनट में 75 किलोग्राम बगास के साथ लगभग 15 किलोग्राम अधिक पानी वाष्पीकृत करने में सक्षम पाई गई, जबकि सामान्य पैन के साथ 120 मिनट में 100 किलोग्राम बगास की आवश्यकता होती थी। इसलिए, संशोधित प्रणाली के साथ प्रति किलोग्राम बगास 0.71 किलोग्राम अधिक पानी वाष्पीकृत किया गया। ऊष्मा उपयोग दक्षता में 9.44% का सुधार हुआ। बगास की बचत भी क्रमशः प्रति इकाई वजन वाष्पीकृत जल और प्रति इकाई निर्मित गुड़ के संदर्भ में 30% से अधिक और 25% से अधिक देखी गई। गुड़ का उत्पादन भी 17% समय की बचत के साथ 20% बढ़ा।

समानांतर फिन का अनुकूलन
अधिकतम दक्षता प्राप्त करने के लिए समानांतर फिन का अनुकूलन भी किया गया है। इसके लिए, फिन लगाकर ऊष्मा ग्रहण करने वाली सतह के क्षेत्रफल को 311 प्रतिशत तक बढ़ाकर छोटे हल्के इस्पात के पैन निर्मित किए गए। प्रयोगों के दूसरे सेट में, क्षेत्रफल में वृद्धि को स्थिर रखा गया लेकिन फिन का आकार बदला गया। जल उबाल परीक्षण किया गया। ऊष्मा उपयोग दक्षता, फिन की संख्या अर्थात् ऊष्मा ग्रहण करने वाली सतह के क्षेत्रफल में वृद्धि के साथ बढ़ती पाई गई। यह भी पाया गया कि ऊष्मा ग्रहण करने वाली सतह के क्षेत्रफल में किसी निश्चित वृद्धि के लिए, कम संख्या में बड़े फिन की तुलना में अधिक संख्या में छोटे फिन का उपयोग करना एक बेहतर विकल्प है।

अपशिष्ट ऊष्मा पुनर्प्राप्ति प्रणाली
अनेक सुधारों के बावजूद, अभी भी बहुत अधिक ऊष्मा ऊर्जा धुएँ की गैसों (फ्लू गैस) के माध्यम से व्यर्थ हो जाती है। अपशिष्ट ऊष्मा के एक भाग को बगास/गुड़ सुखाने या स्थान-अनुकूलन जैसे अन्य उपयोगी कार्यों



चित्र-4. EBD का रेखा आरेख



चित्र-3. (a) प्रतिधारा प्रकार की ऊष्मा विनिमय इकाई और (b) आईआईएसआर 2-पैन भट्टी में WHRS की स्थापना

के लिए पुनर्प्राप्त करने हेतु WHRS की एक नवीन अवधारणा प्रस्तुत की गई।

फ्लू गैस चैनल में 100 मिमी व्यास की हल्के इस्पात (माइल्ड स्टील) की पाइप के रूप में एक प्रतिधारा प्रकार का ऊष्मा विनिमयक स्थापित किया गया। पाइप का एक सिरा चिमनी के आधार पर खुली हवा में उजागर है, जिससे ताजी और स्वच्छ हवा अंदर खींची जा सके। हवा को पाइप के माध्यम से खींचने के लिए प्रवाह नियामक वाल्व सहित एक ब्लोअर का उपयोग किया गया। हवा को ऊष्मा स्थानांतरण के संवहन तरीके से गर्म किया गया। पूरी प्रणाली चित्र-3 में दर्शाई गई है।

WHRS की कार्यप्रणाली

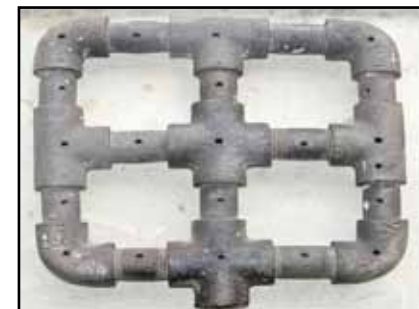
WHRS का ब्लोअर भट्टी संचालन के दौरान भी चलाया जाता है। यह पाइप के माध्यम से ताजी हवा खींचता है। चूँकि पूरी पाइप गर्म फ्लू गैसों से घिरी होती है, इसलिए उसमें प्रवाहित होने वाली हवा भी गर्म हो जाती है। एक मोड़ (बेंड) उस स्थान पर लगाया गया जहाँ फ्लू गैसों से दहन कक्ष से बाहर निकलती हैं और बेंड से टकराकर उसे अत्यधिक गर्म कर देती हैं। हवा बेंड पर एक तीव्र मोड़ लेती है, जहाँ अधिकतम ऊष्मा स्थानांतरण होता है। परिणामस्वरूप, स्वच्छ गर्म हवा प्राप्त होती है। स्थिर-अवस्था परिस्थितियों में पूर्ण ब्लोअर गति पर 30°C का तापमान वृद्धि प्राप्त की गई। यह गर्म हवा बगास/गुड़ सुखाने और/या स्थान-अनुकूलन के लिए प्रभावी रूप से उपयोग की जा सकती है।

दक्षता वर्धक उपकरण (Efficiency

Boosting Device - EBD)

यह पाया गया कि गुड़ भट्टियों में बगास के दहन के दौरान उत्पन्न होने वाली लपटें (flames) फ्लू गैस द्वार (opening) की ओर खिंचती हैं और इनमें से कई लपटें पैन की तली को छूती भी नहीं हैं। इसलिए, एक ऐसा उपकरण जो लपटों को पैन की तली की ओर निर्देशित कर सके और ऊष्मा स्थानांतरण बढ़ाने के लिए अशांति (turbulence) उत्पन्न कर सके, ऊर्जा के अधिक प्रभावी उपयोग के लिए उपयोगी होगा। अतः, अधिक ऊष्मा स्थानांतरण के लिए लपटों को पैन की तली की ओर बलपूर्वक धकेलने हेतु एक दक्षता वर्धक उपकरण (Efficiency Boosting Device - EBD) की अवधारणा प्रस्तुत की गई है। इस उपकरण के माध्यम से आपूर्ति की गई हवा अदग्ध गैसों (unburnt gases) के पूर्ण दहन में भी सहायता करेगी, जो अन्यथा व्यर्थ चली जाती हैं।

अनवर (2015) द्वारा EBD का एक लघु मॉडल (Miniature Model) विकसित किया गया। यह जी.आई. (Galvanized Iron) निपल्स, सॉकेट, टी, क्रॉस टी और बेंड



चित्र-5. EBD का लघु मॉडल

से बनाया गया था (चित्र-4 और 5)। हवा के लिए विशिष्ट स्थानों पर छेद (4 मिमी व्यास) ड्रिल किए गए। दक्षता वर्धक उपकरण का आकार 203 मिमी व्यास के पैन के अनुरूप रखा गया। इसे एक लकड़ी के चूल्हे पर इस ऊँचाई पर स्थापित किया गया कि सामान्य ईंधन आपूर्ति प्रभावित न हो, और इसे उपयुक्त संलग्नकों के साथ एक हस्त-ब्लोअर से जोड़ा गया। इसे पैन की तली के निकट रखा गया ताकि छिद्रों से निकलने वाली हवा पैन की तली से टकरा सके।

इस इकाई का परीक्षण जल उबाल परीक्षण के माध्यम से किया गया और यह देखा गया कि पानी को उबलाने के बिंदु तक पहुँचने में कम समय लगा। लपटों में अधिक अशांति भी देखी गई, जिसने अधिक ऊष्मा स्थानांतरण को सुगम बनाया। EBD के साथ कम मात्रा में ईंधन की खपत हुई और इसका सभी प्रदर्शन मापदंडों पर सकारात्मक प्रभाव पड़ा।

प्रयोगों के दूसरे सेट में, अधिक ऊष्मा स्थानांतरण के लिए लपटों और गर्म हवा को पैन की तली की ओर निर्देशित करने हेतु 4 मिमी छिद्रों पर निपल्स लगाए गए। 20 मिमी लंबाई और 4 मिमी व्यास के निपल्स लगाए गए। इस इकाई का परीक्षण किया गया और इसकी तुलना 4 मिमी व्यास के साधारण छिद्रों वाली इकाई से की गई तथा परिणामों को तालिका-2 में संक्षेपित किया गया है:

4 मिमी व्यास और 20 मिमी लंबाई के निपल्स के साथ EBD का प्रदर्शन और अधिक बेहतर हुआ। अतः, उपरोक्त परिणामों के आधार पर, आईआईएसआर 2-पैन भट्टी के लिए उपयुक्त दक्षता वर्धक उपकरण का स्केल-अप मॉडल विकसित किया गया है।

ईबीडी का स्केल-अप मॉडल

ईबीडी का एक स्केल-अप मॉडल विकसित किया गया और आईआईएसआर 2-पैन गुड़ भट्टी में स्थापित किया गया। ईबीडी के प्रदर्शन का मूल्यांकन अपशिष्ट ऊष्मा पुनर्प्राप्ति प्रणाली के संयोजन में किया गया (अनाम, 2020)। दोनों प्रणालियाँ पाइपलाइनों के माध्यम से परस्पर जोड़ी गईं और वायु प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए गेट वाल्व लगाए गए। भट्टी के प्रदर्शन का आकलन निम्नलिखित मापदंडों के

तालिका-2: 4 मिमी छिद्रों और निपल्स वाले EBD की तुलना

मापदंड	केवल 4 मिमी छिद्रों वाला EBD	निपल्स वाला EBD	प्रतिशत वृद्धि/कमी
जल वाष्पीकरण, कि.ग्रा.	1.96	2.16	10.20 (वृद्धि)
वाष्पीकरण/कि.ग्रा. ईंधन, कि.ग्रा.	0.75	0.82	9.33 (वृद्धि)
प्रति कि.ग्रा. वाष्पीकृत जल पर खपत ईंधन, कि.ग्रा.	1.33	1.22	8.27 (कमी)
प्रति कि.ग्रा. जल वाष्पीकरण में समय आवश्यकता, घंटे	0.36	0.34	5.56 (कमी)

आधार पर किया गया: प्रति इकाई खपत बगास पर वाष्पीकृत जल, प्रति इकाई वाष्पीकृत जल पर खपत बगास, जल वाष्पीकरण की दर और ऊष्मा उपयोग दक्षता आदि।

जब EBD पूरी तरह खुला और WHRS आधा खुला था, तब HUE और शुद्ध ऊर्जा लाभ (Net Energy Gain - NEG) क्रमशः 30.4% और 2.03 MJ/घंटा रहे। जब EBD और WHRS दोनों पूरी तरह खुले थे, तब HUE और NEG क्रमशः 28.2% और 4.82 MJ/घंटा रहे। इन दो परिचालन स्थितियों के अंतर्गत समग्र प्रणाली दक्षता क्रमशः 30.67% और 28.67% रही। हालाँकि, अधिकतम ऊष्मा उपयोग दक्षता (33.32%) तब प्राप्त हुई जब EBD को अकेले संचालित किया गया। ये परिणाम यह दर्शाते हैं कि दोनों प्रणालियों ने, व्यक्तिगत रूप से और संयोजन में, भट्टी के ऊष्मीय प्रदर्शन में सुधार में योगदान दिया।

निष्कर्ष

भाकृअनुप-भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान, लखनऊ में किए गए अध्ययनों ने स्पष्ट रूप से यह प्रदर्शित किया कि व्यवस्थित डिजाइन और प्रक्रिया संशोधनों के माध्यम से पारंपरिक खुले पैन वाली गुड़ भट्टियों की ऊर्जा दक्षता में पर्याप्त सुधार संभव है। अनुकूलित समानांतर फिन (Parallel Fins) लगाकर ऊष्मा ग्रहण करने वाली सतह के क्षेत्रफल में वृद्धि करने से जल वाष्पीकरण दर, ऊष्मा उपयोग दक्षता, बगास की बचत और गुड़ की उत्पादकता में उल्लेखनीय सुधार हुआ। अनुकूलन अध्ययनों ने यह पुष्टि की कि समान सतह क्षेत्रफल वृद्धि

के लिए कम संख्या में बड़े फिन की तुलना में अधिक संख्या में छोटे फिन अधिक प्रभावी रहे।

अपशिष्ट ऊष्मा पुनर्प्राप्ति प्रणाली ने सुखाने और स्थान-अनुकूलन जैसे उपयोगी कार्यों के लिए फ्लू गैस ऊष्मा की आंशिक पुनर्प्राप्ति को सक्षम बनाया, जिससे समग्र ऊर्जा उपयोग में सुधार हुआ। दक्षता वर्धक उपकरण ने दहन विशेषताओं में सुधार किया, लपट-पैन अन्योन्यक्रिया बढ़ाई, ईंधन की खपत कम की और ऊष्मा स्थानांतरण को बेहतर बनाया, तथा स्केल-अप मॉडल में और अधिक लाभ देखे गए।

सामूहिक रूप से, इन हस्तक्षेपों ने दहन दक्षता, ऊष्मा स्थानांतरण और ऊर्जा पुनर्प्राप्ति में सुधार करके पारंपरिक गुड़ भट्टियों की प्रमुख अक्षमताओं को दूर किया। संशोधित पैन, EBD और WHRS के एकीकृत अनुप्रयोग से असंगठित क्षेत्र में बगास की खपत कम करने, ऊष्मीय दक्षता बढ़ाने, उत्पादकता में वृद्धि करने और गुड़ उत्पादन प्रणालियों की स्थिरता में सुधार के लिए एक व्यावहारिक और तकनीकी रूप से व्यवहार्य दृष्टिकोण प्राप्त होता है।



पंजाब में यांत्रिक धान रोपाई मशीनों की स्थिति, बाधाएँ और संभावनाएँ



दविंदर सिंह^{1*}, डॉ. बलदेव डोगरा², डॉ. महेश कुमार नारंग³

¹ पीएचडी शोधार्थी, कृषि मशीनरी एवं शक्ति अभियांत्रिकी विभाग (FMPE), पंजाब कृषि विश्वविद्यालय, लुधियाना

² पूर्व डीन, कृषि अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी महाविद्यालय (COAET), चौधरी चरण सिंह कृषि विश्वविद्यालय (CCSAU), हिसार एवं वर्तमान में प्रोफेसर (FMPE), पंजाब कृषि विश्वविद्यालय, लुधियाना

³ पूर्व विभागाध्यक्ष, कृषि मशीनरी एवं शक्ति अभियांत्रिकी विभाग (FMPE) एवं वर्तमान में प्रधान विस्तार वैज्ञानिक (FMPE), पंजाब कृषि विश्वविद्यालय, लुधियाना

*अनुरूपी लेखक: ई-मेल: davindersaini1997@gmail.com

परिचय

चावल (Oryza sativa L.) को 'वैश्विक अनाज' के रूप में जाना जाता है और यह विश्व की आधे से अधिक जनसंख्या के लिए प्राथमिक मुख्य खाद्य पदार्थ के रूप में कार्य करता है। विशेष रूप से एशियाई देशों में, चावल दैनिक कैलोरी सेवन का 50-80% हिस्सा है। चावल का आर्थिक और कृषि महत्व अत्यंत महत्वपूर्ण है, जिसके लिए बढ़ती खाद्य मांग को पूरा करने के लिए 2030-31 तक प्रति वर्ष लगभग 14 करोड़ टन चावल के उत्पादन की आवश्यकता है। अधिकांश धान की खेती परंपरागत रूप से हाथ से रोपाई द्वारा की जाती

है। हस्त रोपाई महँगी और श्रम-गहन प्रक्रिया है। देश के कुछ धान उत्पादक क्षेत्रों में पर्याप्त श्रमिकों की कमी एक गंभीर समस्या है। हस्त रोपाई में प्रति हेक्टेयर 250-300 मानव-घंटे की आवश्यकता होती है, जो फसल की कुल श्रम आवश्यकता का लगभग 25% है। शहरी पलायन और अधिक वेतन वाले गैर-कृषि रोजगार के कारण कृषि में श्रमिकों की कमी हो गई है। फलस्वरूप, टिकाऊ, श्रम-कुशल और लागत-प्रभावी यांत्रिक धान रोपाई की अत्यंत आवश्यकता है।

धान क्षेत्र में यांत्रिक कृषि तकनीकों के

एकीकरण से अनेक लाभ और चुनौतियाँ सामने आई हैं। ट्रैक्टरों, रोपाई मशीनों (Transplanters) और कटाई मशीनों के उपयोग ने धान की खेती की दक्षता में उल्लेखनीय वृद्धि की है, जिससे उत्पादन में बढ़ोतरी हुई है और श्रम की आवश्यकता कम हुई है। यांत्रिक कार्य किसानों को रोपाई, निराई और कटाई उचित समय पर करने में सक्षम बनाते हैं, जो अधिकतम धान उत्पादन प्राप्त करने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। इसके अतिरिक्त, यांत्रिकीकरण से लागत-प्रभावी और सटीक कार्य संभव होते हैं, जिसके परिणामस्वरूप बीज की बेहतर स्थापना और

उचित अंतराल प्राप्त होता है, जो फसल की गुणवत्ता में सुधार करता है।

यांत्रिक धान रोपाई को सबसे आशाजनक विधि माना जाता है, क्योंकि यह श्रम की बचत करती है, समय पर रोपाई सुनिश्चित करती है और इष्टतम पौध घनत्व प्राप्त करती है, जिससे उत्पादन में वृद्धि होती है। प्रकाशित जानकारी (2012) के अनुसार, धान की यांत्रिक रोपाई तीन प्रकार की रोपाई मशीनों का उपयोग करके की गई। इन रोपाई मशीनों की विशेषताएँ संक्षेप में तालिका-1 में प्रस्तुत की गई हैं। तीन प्रकार की धान रोपाई मशीनें, अर्थात् — स्वचालित पैदल चलित (SWBT), स्वचालित चार-पहिया सवारी (SFWT), और स्वचालित एकल-पहिया रोपाई मशीन (SSWT) — चित्र-1 में प्रस्तुत की गई हैं और इनकी तुलना हस्त रोपाई से की गई। पंजाब में वर्ष 2013 के दौरान किए गए एक प्रायोगिक अध्ययन में, SWBT रोपाई ने हस्त रोपाई की तुलना में 9.3% अधिक उत्पादन दिया, इसके बाद SFWT रोपाई का स्थान रहा। SWBT के साथ अनाज उत्पादन में वृद्धि के लिए बेहतर स्थापना और प्रति वर्ग मीटर अधिक बालियाँ उत्तरदायी रहीं। SWBT से रोपाई करने पर अधिक शुद्ध आय और श्रम बचत भी प्राप्त हुई। किसानों की परंपरागत विधि की तुलना में, SWBT ने शुद्ध आय में 14.7% और मानव-घंटे/हेक्टेयर में 87% की बचत की। यांत्रिक रोपाई मशीन ने उत्कृष्ट प्रदर्शन किया, जिसमें हस्त रोपाई के 33 मानव-दिवस/हेक्टेयर की तुलना में केवल 3 मानव-दिवस प्रति हेक्टेयर की आवश्यकता हुई। पारंपरिक धान रोपाई का लाभ-लागत अनुपात 2.5:1 था, जबकि प्रायोगिक परिस्थितियों में यांत्रिक रोपाई इसे 3.8:1 तक बढ़ा सकती है। स्पष्ट लाभों के बावजूद, पंजाब में धान रोपाई मशीनों को अपनाने की दर उल्लेखनीय रूप से कम रही। भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद के 2023 के सर्वेक्षण के अनुसार, इस क्षेत्र में 20% से कम धान किसानों ने रोपाई मशीनों का उपयोग किया, और वे पारंपरिक हस्त रोपाई विधियों को प्राथमिकता देते रहे। पंजाब में यांत्रिक रोपाई मशीनों की संख्या और उनके द्वारा कवर किए गए क्षेत्र को तालिका-2 में प्रस्तुत किया गया है।

तालिका-1. सर्वेक्षण की गई विभिन्न प्रकार की धान रोपाई मशीनों की विशिष्ट विशेषताएँ

क्र. सं.	विशेषता	अवलोकन		
1	मशीन	स्वचालित एकल-पहिया सवारी प्रकार (SSWT)	स्वचालित पैदल चलित (SWBT)	स्वचालित 4-पहिया प्रकार (SFWT)
2	प्रयुक्त नर्सरी का प्रकार	मैट प्रकार	मैट प्रकार	मैट प्रकार
3	शक्ति स्रोत	डीजल इंजन, 2.94 से 3.68 कि.वा.	पेट्रोल इंजन, 3.20 कि.वा.	पेट्रोल इंजन, 12.5 कि.वा.
4	स्टीयरिंग का प्रकार	यांत्रिक	हैंडल प्रकार	हाइड्रोलिक
5	गियर की संख्या	आगे - 3 (खेत के लिए 2 और सड़क के लिए 1), पीछे - उपलब्ध नहीं	आगे - 1, पीछे - 1	5 आगे और 5 पीछे की गति
6	पंक्तियों की संख्या	6 और 8	4 और 6	6
7	पंक्ति से पंक्ति की दूरी, सेमी	23.8 और 30	30	30
8	पौधे से पौधे की दूरी, सेमी	12-14, 14-17	12, 14, 18, 21	12, 14, 16, 18, 21
9	प्रति वर्ग मीटर रोपित हिल्स की संख्या	दो सेटिंग	चार सेटिंग	पाँच सेटिंग
10	रोपाई गहराई	समायोज्य	समायोज्य	समायोज्य
11	रोपाई उँगली का प्रकार	सुई प्रकार	नाँच सहित प्लेट बार	नाँच सहित प्लेट बार
12	ट्रे की सामग्री	जस्तेदार लोहे की चादर	प्लास्टिक	प्लास्टिक
13	ट्रैक्शन पहिये का प्रकार और सामग्री	लोहे के लग्स सहित लोहे का पहिया	रबर लग्स सहित लोहे का पहिया	दो अगले नॉन-पंचर रबर पहिये और दो पिछले रबर लग्स सहित लोहे के पहिये
14	परिवहन पहिये का प्रकार	वायवीय	वायवीय	वायवीय
15	फ्लोट का प्रकार और सामग्री	एकल खंड, फाइबर	विभाजित छड़े, प्लास्टिक	विभाजित छड़े, प्लास्टिक

धान रोपाई मशीन को कम अपनाने के कारण श्रम बचत और समयबद्धता में सिद्ध लाभों के बावजूद, भारत में धान रोपाई मशीनों को अपनाना पंजाब में अभी भी सीमित है। बाधाएँ संरचनात्मक, आर्थिक, तकनीकी और संस्थागत प्रकृति की हैं।

संरचनात्मक बाधाएँ

कृषि जनगणना 2015-16 के अनुसार, भारत में लगभग 86.1% परिचालन जोतें छोटे और

सीमांत किसानों (2 हेक्टेयर से कम) की हैं। इन जोतों की खंडित और बिखरी हुई प्रकृति, विशेष रूप से पंजाब के कुछ हिस्सों में, धान रोपाई मशीनों की परिचालन दक्षता को कम करती है। ये मशीनें बड़े, समतल और सन्निहित खेतों में सर्वोत्तम प्रदर्शन करती हैं। अनियमित खेत आकार, खराब भूमि समतलीकरण और संकरी मेड़ें मशीन की प्रभावी आवाजाही को प्रतिबंधित करती हैं और खेत की कार्य क्षमता को कम करती हैं।

उच्च प्रारंभिक निवेश और संबंधित लागतें धान रोपाई मशीनों की पूँजी लागत छोटे और सीमांत किसानों के लिए एक महत्वपूर्ण बाधा है। यद्यपि दीर्घकाल में श्रम में बचत संभव हो सकती है, परंतु प्रारंभिक निवेश अक्सर व्यक्तिगत किसानों की वित्तीय क्षमता से परे होता है।

मशीन की लागत के अतिरिक्त, यांत्रिक रोपाई में प्लास्टिक ट्रे का उपयोग करके मैट-प्रकार की नर्सरी तैयार करना आवश्यक होता है। प्रति हेक्टेयर अनेक ट्रे की आवश्यकता होती है, जिससे प्रारंभिक व्यय बढ़ जाता है। नर्सरी तैयार करने, संभालने और परिवहन की लागत समग्र परिचालन व्यय में और वृद्धि करती है। ये कारक इस तकनीक की आर्थिक आकर्षकता को कम करते हैं, विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जहाँ अभी भी हस्त श्रम उपलब्ध है।

नर्सरी प्रबंधन की चुनौतियाँ

यांत्रिक रोपाई के लिए एकसमान मोटाई और घनत्व वाली मैट-प्रकार की पौध की आवश्यकता होती है। अनेक किसान मैट नर्सरी तैयार करने की तकनीकी आवश्यकताओं से पूरी तरह परिचित नहीं हैं। अनुचित नर्सरी प्रबंधन पौध की गुणवत्ता और मशीन के प्रदर्शन पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है, जिससे हिल्स का छूटना, असमान अंतराल, या क्षति में वृद्धि जैसी समस्याएँ उत्पन्न होती हैं।

अध्ययनों से पता चला है कि यांत्रिक रोपाई प्रणालियों में मैट नर्सरी तैयार करना कुल ऊर्जा आवश्यकता का एक पर्याप्त हिस्सा है, जो हस्त रोपाई में उपयोग की जाने वाली पारंपरिक नर्सरी के ऊर्जा हिस्से से काफी अधिक है। ट्रे भरने, बुवाई, सिंचाई और मैट संभालने में शामिल अतिरिक्त कार्य श्रम और ऊर्जा इनपुट को और



चित्र-1. संचालन में स्वचालित एकल-पहिया प्रकार धान रोपाई मशीन का दृश्य (बायीं ओर), संचालन में स्वचालित पैदल चलित प्रकार धान रोपाई मशीन (मध्य में), संचालन में स्वचालित 4-पहिया प्रकार धान रोपाई मशीन (दायीं ओर)

तालिका-2: पंजाब में विभिन्न प्रकार की धान रोपाई मशीनों की संख्या और कवर किया गया क्षेत्र (हेक्टेयर में)

वर्ष	स्वचालित पैदल चलित प्रकार (SWBT)		स्वचालित चार-पहिया प्रकार (SFWT)		स्वचालित एकल-पहिया प्रकार (SSWT)	
	संख्या	कवर क्षेत्र (हे.)	संख्या	कवर क्षेत्र (हे.)	संख्या	कवर क्षेत्र (हे.)
2012	140	1470	28	532	0	0
2013	148	1628	28	532	0	0
2014	169	2028	31	775	0	0
2015	169	2366	32	1120	0	0
2016	193	2895	32	1120	0	0
2017	212	4240	35	1400	0	0
2018	235	4700	39	1560	0	0
2019	310	6200	59	2360	8	64
2020	765	16544	152	8180	43	301
2021	800	17600	175	9450	42	310
2022	950	21850	200	11000	43	325
2023	1000	22785	255	2363	42	320
2024	1050	23245	305	13773	42	332

बढ़ाते हैं।

ट्रे में एकसमान बीज वितरण और सुसंगत पौध स्थापना सुनिश्चित करने के लिए उन्नत नर्सरी बीज बोने वाली मशीनों की भी आवश्यकता है।

तकनीकी और डिजाइन सीमाएँ

मौजूदा रोपाई मशीन मॉडल मुख्य रूप से मानक मैट-प्रकार की पौध के लिए डिजाइन किए गए हैं। कुछ क्षेत्रों में परिचालन लचीलापन बढ़ाने के लिए बड़े या मोटे मैट को संभालने में सक्षम मशीनों की आवश्यकता है। विविध खेत परिस्थितियों में उपयुक्तता बढ़ाने के लिए डिजाइन संशोधन और क्षेत्र-विशिष्ट अनुकूलन की आवश्यकता है।

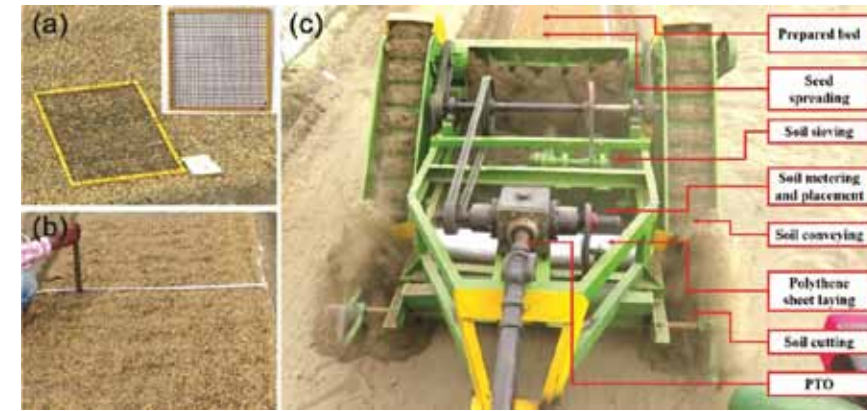
सीमित सेवा और सहायता अवसंरचना मशीन की विश्वसनीयता, स्पेयर पार्ट्स की

उपलब्धता और प्रशिक्षित मैकेनिकों तक पहुँच से संबंधित चिंताएँ किसानों के विश्वास को प्रभावित करती हैं। रोपाई की सीमित अवधि के दौरान मशीन खराब होने से फसल में देरी हो सकती है। कई क्षेत्रों में सेवा पारिस्थितिकी तंत्र अभी भी विकसित हो रहा है, जो निवेश को हतोत्साहित करता है।

मशीन संचालन, अंशांकन और नर्सरी प्रबंधन पर प्रशिक्षण और विस्तार सहायता समान रूप से उपलब्ध नहीं है। अपर्याप्त क्षमता निर्माण उन स्थानों पर भी प्रभावी उपयोग को कम करता है जहाँ मशीनें खरीदी जा चुकी हैं।

अपनाने को प्रोत्साहित करने के संभावित समाधान

किसानों की चिंताओं के जवाब में, पंजाब कृषि विश्वविद्यालय (PAU), लुधियाना ने एक समर्पित मैट-प्रकार नर्सरी बीज बोने वाली मशीन विकसित करके मैट-प्रकार नर्सरी बुवाई से जुड़ी प्रमुख चुनौतियों का समाधान किया। ट्रैक्टर-चालित मैट-प्रकार नर्सरी सीडर (चित्र-2) एक बहुकार्यात्मक मशीन है जो एक ही चक्कर में सभी नर्सरी कार्य करने में सक्षम है, जिससे यह प्रक्रिया तेज़, सरल और अधिक श्रम- एवं लागत-कुशल बनती है।



चित्र-2: ट्रैक्टर-चालित मैट-प्रकार नर्सरी सीडर

दो व्यक्ति इस मशीन का उपयोग करके एक दिन में दो हेक्टेयर के लिए पर्याप्त मैट-प्रकार नर्सरी तैयार कर सकते हैं। एक एकड़ धान के खेत के लिए नर्सरी उगाने हेतु लगभग 10-12 किलोग्राम बीज की आवश्यकता होती है। एक दिन में, यह मशीन लगभग 125-150 एकड़ धान क्षेत्र में रोपाई के लिए पर्याप्त मैट-प्रकार नर्सरी की बुवाई कर सकती है। मैट-प्रकार नर्सरी बुवाई की पारंपरिक हस्त विधि की तुलना में 70-75% लागत बचत और 80-85% श्रम बचत की सूचना मिली है।

मैट-प्रकार धान नर्सरी पौध की कटाई PAU द्वारा विकसित हस्त-चालित धान नर्सरी कटर का उपयोग करके की जा सकती है, जिसकी क्षमता 325-425 मैट प्रति घंटा है। इस कटर की प्रारंभिक लागत लगभग 3,000 है, जबकि परिचालन लागत 71-89 प्रति हेक्टेयर (200-250 मैट) के बीच है। यह हस्त कटाई विधियों की तुलना में श्रम आवश्यकता में 58.65-58.95% और कटाई लागत में 55.55-55.85% की कमी करता है, जिससे परिचालन दक्षता में सुधार होता है।

कृषि मशीनरी की खरीद और रखरखाव की लागत अभी भी छोटे और सीमांत किसानों के लिए एक प्रमुख बाधा है। किफायती वित्तपोषण विकल्पों तक पहुँच आवश्यक है। जबकि कृषि यांत्रिकीकरण ने धान की खेती में परिचालन दक्षता में सुधार किया है, अपनाने की चुनौतियों को व्यवस्थित तरीके से संबोधित करने की आवश्यकता है। कस्टम हायरिंग केंद्रों की

स्थापना, जहाँ किसान आवश्यकतानुसार धान रोपाई मशीनें किराये पर ले सकते हैं, उच्च प्रारंभिक निवेश के बिना पहुँच में सुधार कर सकती है।

निष्कर्ष

यांत्रिक धान रोपाई मशीनों का तुलनात्मक मूल्यांकन — स्वचालित पैदल चलित (SWBT), स्वचालित चार-पहिया (SFWT) और स्वचालित एकल-पहिया (SSWT) — ने हस्त रोपाई की तुलना में उत्पादकता और आर्थिक प्रदर्शन में स्पष्ट लाभ दर्शाए। यांत्रिक रोपाई ने अनाज उत्पादन में 9.3% और शुद्ध आय में 14.7% की वृद्धि दिखाई। श्रम आवश्यकता में लगभग 87% की कमी आई, जो हस्त रोपाई के अंतर्गत 33 मानव-दिवस/हेक्टेयर से घटकर यांत्रिक संचालन के साथ लगभग 3 मानव-दिवस/हेक्टेयर रह गई। फलस्वरूप, खेत परिस्थितियों में लाभ-लागत अनुपात 2.5:1 से सुधरकर 3.8:1 हो गया।

इन फायदों के बावजूद, पंजाब में अपनाने की दर 20% से कम रही, जो मुख्य रूप से संरचनात्मक बाधाओं, विशेष रूप से भूमि विखंडन के कारण है, जहाँ 86.1% किसान 2 हेक्टेयर से कम भूमि पर कार्य करते हैं। SWBT इकाइयों की संख्या 2012 में 140 से बढ़कर 2024 में 1,050 हो गई और कवर किया गया क्षेत्र 1,470 हेक्टेयर से बढ़कर 23,245 हेक्टेयर हो गया। इसी प्रकार, इसी अवधि के दौरान SFWT इकाइयाँ 28 से बढ़कर 305 हो गईं और 2024 तक 13,773 हेक्टेयर क्षेत्र

को कवर किया। इन प्रवृत्तियों ने उन स्थानों पर बढ़ती स्वीकार्यता को दर्शाया जहाँ तकनीकी और संस्थागत सहायता उपलब्ध थी।

प्रारंभ में, मैट-प्रकार नर्सरी तैयार करना यांत्रिक रोपाई में कुल ऊर्जा आवश्यकता का लगभग 40% था और यांत्रिक धान रोपाई को अपनाने में एक प्रमुख बाधा के रूप में कार्य करता था। इस सीमा को ट्रैक्टर-चालित नर्सरी सीडर की शुरुआत से दूर किया गया। सीडर ने नर्सरी कार्यों को सरल बनाकर और लागत तथा श्रम आवश्यकताओं दोनों को कम करके अपनाने में सहायता की। इसने 70-75% लागत बचत और 80-85% श्रम बचत प्रदान की, जिसमें प्रतिदिन 125-150 एकड़ के लिए पर्याप्त नर्सरी तैयार करने की क्षमता है। इसके अतिरिक्त, हस्त-चालित नर्सरी कटर (लगभग 3,000) जैसे कम लागत वाले उपकरणों ने कटाई लागत को लगभग 55% कम किया, जिससे समग्र प्रणाली दक्षता में सुधार हुआ।

हालांकि यांत्रिक धान रोपाई ने प्रायोगिक परिस्थितियों में स्पष्ट कृषि-विज्ञान संबंधी और आर्थिक लाभ दर्शाए हैं, तथापि इसे निरंतर अपनाना जाना इस बात पर निर्भर करेगा कि वास्तविक खेत परिस्थितियों में तुलनीय लाभ किस हद तक प्राप्त होते हैं। यांत्रिक धान रोपाई के बड़े पैमाने पर प्रसार के लिए खेत-स्तरीय प्रदर्शन, लागत संबंधी निहितार्थ और व्यावहारिक बाधाओं का सावधानीपूर्वक मूल्यांकन करना आवश्यक है।



ट्रैक्टरों और हलों से परे: एआई और नैनो-ड्रोन से भारतीय खेती के भविष्य की समृद्धि



डॉ. जॉली मसीह¹, सुश्री पश्मा²

¹सहायक प्रोफेसर एवं कृषि-तकनीक वैज्ञानिक, बीएमएल मुंजाल विश्वविद्यालय
²शोधार्थी, बीएमएल मुंजाल विश्वविद्यालय

करनाल, हरियाणा में एक टंडी सर्दियों की सुबह। किसान रमेश कुमार अपनी गेहूँ की फसल की मेड़ पर खड़े हैं, न तो हाथ में हिसिया लिए हैं, न नंगी उँगलियों से पत्तियाँ को जाँच रहे हैं, बल्कि अपने स्मार्टफोन की स्क्रीन को निहार रहे हैं। एक छोटा-सा नैनो-ड्रोन उनके गेहूँ के खेत के ऊपर सुव्यवस्थित, पूर्व-नियोजित मार्गों पर खेत में मँडरा रहा है। शीघ्र ही उनके मोबाइल पर एक मैसेज आता है: 'जोन 3 में नाइट्रोजन तनाव की प्रारंभिक पहचान। सुझावित सूक्ष्म-खुराक: 12 किग्रा।' रमेश कुमार खुश हो जाते हैं। एक दशक पहले वे इस समस्या को तब पहचान पाते जब प्रभावित क्षेत्र पीला पड़ जाता और उपज की संभावना पहले ही नष्ट हो चुकी होती। अब वे फसल से पहले ही समस्या को जान पाते हैं।

यही वह मौन क्रांति है जो भारतीय कृषि क्षेत्र में न

ट्रैक्टरों जैसी कोलाहलपूर्ण, न कंबाइन हार्वेस्टों जैसी नाटकीय, बल्कि बुद्धिमान, परिशुद्ध और एरियल के रूप में अपना स्थान बना रही है।

नैनो-ड्रोन का उदय: ये वास्तव में क्या हैं?
इस क्रांति को समझने के लिए हमें एक परिभाषा से शुरुआत करनी होगी। नैनो-ड्रोन एक अत्यंत हल्का मानवरहित हवाई वाहन (यूएवी) है जिसका वजन 250 ग्राम से कम होता है, जिसमें सेंसर, कैमरे और बढ़ती हुई संख्या में कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रोसेसर लगे होते हैं। भारी छिड़काव के लिए उपयोग किए जाने वाले बड़े कृषि ड्रोनो के विपरीत, नैनो-ड्रोन चपलता, सूक्ष्म-परिशुद्धता और डेटा संग्रहण के लिए अभिकल्पित हैं। ये अनियमित भूमि जोत, बागों, संकरी खेत पट्टियों और यहाँ तक कि ग्रीनहाउस खेती में भी सहजता से उड़ान भर सकते हैं।

भारतीय संदर्भ में, जहाँ 86% से अधिक किसान लघु और सीमांत हैं, बड़े पैमाने की यंत्रीकृत खेती प्रणालियाँ अक्सर अकुशल सिद्ध होती हैं। नैनो-ड्रोन भारतीय परिवेश के लिए उपयुक्त हैं। ये सस्ते, हल्के और लचीले हैं। तथापि, उन्हें क्रांतिकारी बनाने वाली बात केवल उनका आकार नहीं, बल्कि उनकी बुद्धिमत्ता है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता: अदृश्य कृषि विशेषज्ञ
एआई नैनो-ड्रोन को उड़ने वाले कैमरों से निर्णय-समर्थन प्रणालियों में रूपांतरित करने में सक्षम बनाता है। जब ये ड्रोन मल्टीस्पेक्ट्रल चित्र, थर्मल मानचित्र और क्लोरोफिल परावर्तन मान अभिलेखित करते हैं, तो मशीन लर्निंग एल्गोरिदम पौधों के स्वास्थ्य में सूक्ष्म अंतरों को समझते हैं।

नीति आयोग की रिपोर्टों के अनुसार, एआई का उपयोग करने वाली परिशुद्ध कृषि संभावित रूप से फसल उत्पादकता को 15-20% तक बढ़ा सकती है और निवेश लागत को 25% तक कम कर सकती है। कृषि ड्रोन बाजार 2030 तक 10 बिलियन अमेरिकी डॉलर को पार करने की उम्मीद है, और भारत सबसे तेजी से बढ़ते बाजारों में से एक है।

क्यों? क्योंकि अर्थशास्त्र काम करता है।
वित्तीय समीकरण: ड्रोन किस प्रकार कृषि राजस्व को बढ़ाते हैं
आइए रमेश के खेत पर वापस चलते हैं।

परंपरागत तरीकों से वे अपने पूरे 3 एकड़ खेत में कीटनाशकों का छिड़काव करते थे। इसमें प्रति एकड़ प्रति सत्र लगभग 2,500 का खर्च आता था। हालाँकि, एआई-संचालित नैनो-ड्रोन के विश्लेषण से पता चला कि खेत के केवल 30% भाग में ही कीटनाशक छिड़काव की आवश्यकता थी।

प्रिसिजन स्प्रेइंग (सटीक छिड़काव) से उनका कीटनाशक बिल प्रति वर्ष लगभग 3,000 तक कम हो गया। और स्ट्रेस डिटेक्शन (तनाव पहचान) के कारण कृषि उत्पादन में अतिरिक्त 10-15% की वृद्धि के साथ, उनका समग्र वार्षिक लाभ में उल्लेखनीय बढ़ोतरी हुई।

उच्च मूल्य वाली फसलों जैसे फल, सब्जियाँ और तिलहन के लिए, उत्पादन में वृद्धि और लागत में कमी से फसल के प्रकार के आधार पर खेत की लाभप्रदता प्रति एकड़ प्रति वर्ष 15,000-40,000 तक बढ़ सकती है।

इस प्रभाव को भारत की 140 मिलियन हेक्टेयर कृषि भूमि पर गुणा करें, तो समष्टि-आर्थिक (मैक्रोइकोनॉमिक) प्रभाव अत्यंत चौकाने वाले हैं।

भविष्य का परागण: जब मधुमक्खियों को सहारे की जरूरत हो

हिमाचल प्रदेश में सेब किसान मीना देवी ने नियमित रूप से फूल आने के बावजूद फल उत्पादन में कमी देखी। शोधकर्ताओं ने इसका कारण एक चिंताजनक प्रवृत्ति को बताया: परागणकर्ताओं (पॉलिनेटर्स) की घटती



संख्या। विश्वभर के शोध से पता चलता है कि दुनिया के लगभग 35% खाद्य उत्पादन का आधार परागणकर्ता हैं, लेकिन कीटनाशक विषाक्तता और जलवायु परिवर्तन के कारण मधुमक्खियों की आबादी घट रही है। यहीं पर बीबज़ (Beebuzz) नैनो-ड्रोन श्रृंखला जैसी प्रौद्योगिकियाँ महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

बीबज़ नैनो-ड्रोन, वास्तविक मधुमक्खियों से प्रेरित होकर, परागण पैटर्न की नकल करने के लिए स्वाम् इंटेलिजेंस (झुंड बुद्धिमत्ता) एल्गोरिदम का उपयोग करते हैं। वे व्यवस्थित रूप से फूलों से लदी फसलों में विचरण करते हुए पराग का स्थानांतरण करते हैं। ये प्रकृति का विकल्प नहीं, बल्कि उन क्षेत्रों में एक सहायक साधन हैं जहाँ प्राकृतिक परागण प्रभावित हुआ है।

बाग परीक्षणों में, सहायक परागण से फल-स्थापना में 10-15% की वृद्धि देखी गई है, जिससे उपज की गुणवत्ता और मात्रा दोनों पर सीधा प्रभाव पड़ता है। मीना देवी जैसी किसान के लिए, यह अंतर एक अच्छे और एक बेहतर फसल वर्ष के बीच का फर्क तय करता है।

सटीक सुरक्षा: एग्री फ्लाई की विशेषता
महाराष्ट्र में सोयाबीन किसान अर्जुन पाटिल नियमित कीट हमलों से जूझ रहे थे। जब तक उन्होंने क्षतिग्रस्त पत्तियाँ देखीं, तब तक उन्हें समस्या की गंभीरता का एहसास हुआ, कीट

पहले ही फैल चुके थे। यह स्थिति तब बदली जब अर्जुन पाटिल ने एग्री फ्लाई नैनो-ड्रोन श्रृंखला का उपयोग अपने खेतों में साप्ताहिक रूप से शुरू किया। एआई-संचालित कीट पहचान एल्गोरिदम की सहायता से, ड्रोन उनके खेतों में कीटों के शुरुआती संकेतों को पहचान सकता था।

परिणाम क्या रहा? कीटनाशक उपयोग में लगभग 30% की कमी और उपज की गुणवत्ता में सुधार। अनिश्चित मानसून के बावजूद, उनकी फसल उपज लगातार दो वर्षों तक स्थिर बनी रही।

सटीक सुरक्षा केवल लागत बचत तक सीमित नहीं है। इसका पर्यावरण पर भी सकारात्मक प्रभाव पड़ता है। रासायनिक उपयोग में कमी से रासायनिक अपवाह (केमिकल रनऑफ) भी कम होता है, जिसके परिणामस्वरूप स्वच्छ भूजल, स्वस्थ मृदा माइक्रोबायोम और कम पारिस्थितिक कार्बन पदचिह्न (इकोलॉजिकल फुटप्रिंट) प्राप्त होते हैं।

ऊपर से निगरानी: रोबोटिक ईगल का दृष्टिकोण

प्रमुख गेहूँ और चावल उत्पादक क्षेत्रों में, रोबोटिक ईगल नैनो-ड्रोन एक पूरक भूमिका निभाता है। यह विशाल कृषि भूमि के ऊपर सहजता से उड़ान भरते हुए फसलों का व्यापक स्वास्थ्य विश्लेषण प्रदान करने के लिए बनाया

गया है। इसका एआई सिस्टम सूक्ष्म विवरणों की पहचान करता है, जैसे अनियमित सिंचाई से उत्पन्न नमी तनाव, कवक रोगों (फंगल डिजीज़) के प्रारंभिक संकेत, या सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी।

अब किसानों को अपने खेतों का पैदल निरीक्षण करने की आवश्यकता नहीं है। उन्हें अपने खेतों के डिजिटल मानचित्र मिलते हैं, जिनमें तनाव वाले क्षेत्रों को रंग-कोडेड पैटर्न में उजागर किया जाता है। कृषि पद्धतियों संबंधी निर्णय अब अनुभव से नहीं, बल्कि डेटा के आधार पर लिए जाते हैं।

सरकारी प्रोत्साहन: नीति को संभावना में बदलना

भारत सरकार ने ड्रोन प्रौद्योगिकी की क्रांतिकारी संभावनाओं को पहचाना और ड्रोन शक्ति जैसे कार्यक्रम शुरू किए, जो स्टार्टअप को कृषि में ड्रोन विकसित करने और एकीकृत करने के लिए प्रोत्साहित करते हैं। कृषि ड्रोन के लिए सब्सिडी और कस्टम हायरिंग सेंटर के विकास से किसान ड्रोन खरीदने के बजाय उन्हें पट्टे पर ले सकते हैं। सरकार ने ड्रोन नियम 2021 के माध्यम से ड्रोन संबंधी विनियमों को सरल बनाया है और ड्रोन उत्पादन के लिए 'मेक इन इंडिया' पहल को प्रोत्साहित किया है।

वित्तीय ढाँचे भी विकसित किए जा रहे हैं। किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ) सामूहिक रूप से ड्रोन खरीदने के लिए एकजुट हो रहे हैं। बैंक और कृषि-फिनटेक कंपनियाँ विशेष रूप से प्रौद्योगिकी के लिए ऋण सुविधाएँ प्रदान करना शुरू कर रही हैं।

आकाश में बाधाएँ

गति के बावजूद, अपनाने में कुछ बाधाएँ हैं। छोटे किसानों के लिए प्रारंभिक निवेश की लागत अभी भी अधिक है। डिजिटल साक्षरता की कमी एआई डैशबोर्ड इंटरफेस को कठिन बना देती है। ग्रामीण क्षेत्रों में कनेक्टिविटी की समस्याएँ रियल-टाइम विश्लेषण में बाधा डालती हैं। और स्वचालन (ऑटोमेशन) की सांस्कृतिक स्वीकार्यता धीमी है। लेकिन नवाचार दृश्यता के माध्यम से फैलता है। पड़ोस के अन्य किसानों को होने वाले लाभ — बढ़ा हुआ उत्पादन, कम लागत, बेहतर



गुणवत्ता देखकर संदेह जिज्ञासा में बदल जाता है। प्रसार सिद्धांत के अनुसार, प्रौद्योगिकियाँ तब गति पकड़ती हैं जब शुरुआती अपनाने वाले ठोस लाभ दिखाते हैं। कई क्षेत्रों में वह बिंदु निकट है।

अर्थशास्त्र से परे: मनोवैज्ञानिक बदलाव
सबसे मौलिक परिवर्तन मनोवैज्ञानिक है। कृषि हमेशा से एक जुआ रही है। किसान बीज बोता है और आशा के साथ प्रतीक्षा करता है — बिना किसी निश्चितता के। एआई क्षमताओं से युक्त नैनो-ड्रोन इस अनिश्चितता को समाप्त करते हैं। वे क्षति से पहले पूर्व-चेतावनी और आपदा से पहले सलाह प्रदान करते हैं।

रमेश अब यह सोचते हुए अपने खेत में नहीं टहलते कि आगे क्या होगा। वे इसे रियल टाइम में देखते हैं।

व्यापक परिप्रेक्ष्य: सतत गहनीकरण

भारत को आने वाले दशकों में 1.5 अरब से अधिक होने की संभावित जनसंख्या का भरण-पोषण करना है। यह उसे अपनी मिट्टी, जल और जैव विविधता की रक्षा करते हुए करना है। एआई-संचालित नैनो-ड्रोन भारत को सतत गहनीकरण (सस्टेनेबल इंटेंसिफिकेशन) हासिल करने में सहायता कर सकते हैं — यानी कम संसाधनों से अधिक उत्पादन। रसायनों का कम उपयोग पारिस्थितिकी तंत्र को कम नुकसान पहुँचाता है। अनुकूलित सिंचाई प्रणालियों के माध्यम से जल संरक्षण का अर्थ है पीने के लिए अधिक पानी। परागणकर्ताओं की सहायता करने

का अर्थ है जैव विविधता की कमियों को भरना। डेटा-आधारित खेती अधिक कुशल है। खेती का भविष्य ट्रैक्टरों और हलों को समाप्त नहीं करेगा। यह उन्हें आकाश से प्राप्त होने वाली बुद्धिमत्ता के साथ मिलकर उपयोग करेगा।

कहानी जारी है

जैसे ही नैनो-ड्रोन उनके पास धीरे से उतरता है, रमेश अपनी गेहूँ की फसल का निरीक्षण करते हैं — उलझन से नहीं, बल्कि समझ के साथ। इसके रोटर की गुणगुनाहट शांत हो जाती है, लेकिन इसकी जानकारी नहीं। भारतीय कृषि हमेशा से बदलती रही है। लकड़ी के हलों से डीजल इंजनों तक, हाथ से सिंचाई से ड्रिप इरिगेशन तक।

अब, यह एक बार फिर बदल रही है। इस बार, क्रांति के पंख हैं।

और देश भर के खेतों में, आकाश अब केवल वर्षा का स्रोत नहीं रहा।



SINCE 1780

Less Tyre Slippage

Low Maintenance

Ploughing at Uniform Depth

Upto 20% Fuel Saving

Upto 33% Faster

India's Strongest and Biggest Plough - JUWEL 6 M

JUWEL 6 M

Revolutionizing Indian Farming with Trusted German Technology !

LEMKEN India Agro Equipment Pvt. Ltd.
Plot No. D-59. MIDC, Butibori, Nagpur,
Maharashtra, India. - 441108
Tel: 07104-285400
Web : www.lemken.in

Sales
9545501199
lemkenindia@lemken.com

Technical Support
95450 51218

Customer Care
95456 24422
customercare.india@lemken.com



PRADHAN MANTRI KISAN URJA SURAKSHA EVAM UTTHAN MAHABHIYAN (PM KUSUM) SCHEME

Promoting Solar Energy in Agriculture



Decentralised Ground/Stilt Mounted grid connected Solar Power Plant setup



Installation of Stand alone solar pumps



Solarisation of grid connected agri pumps including feeder level solarisation



Interest subvention benefits and credit guarantee coverage under AIF



CFA/SFA to the tune of 30% & above



Minimal Margin & Collateral Requirement



Attractive ROI



Follow us: www.pnb.bank.in | Toll Free No: 1800-1800 & 1800-2021 | Give a missed call 1800 180 8888

पंजाब नैशनल बैंक
...भरोसे का प्रतीक !



punjab national bank
...the name you can BANK upon !