फ़सल अवशेष प्रबंधन
पर्यावरण संकट से समाधान की ओर

*कमलेश कुमार आचार्य
**शीला खड़कवाल

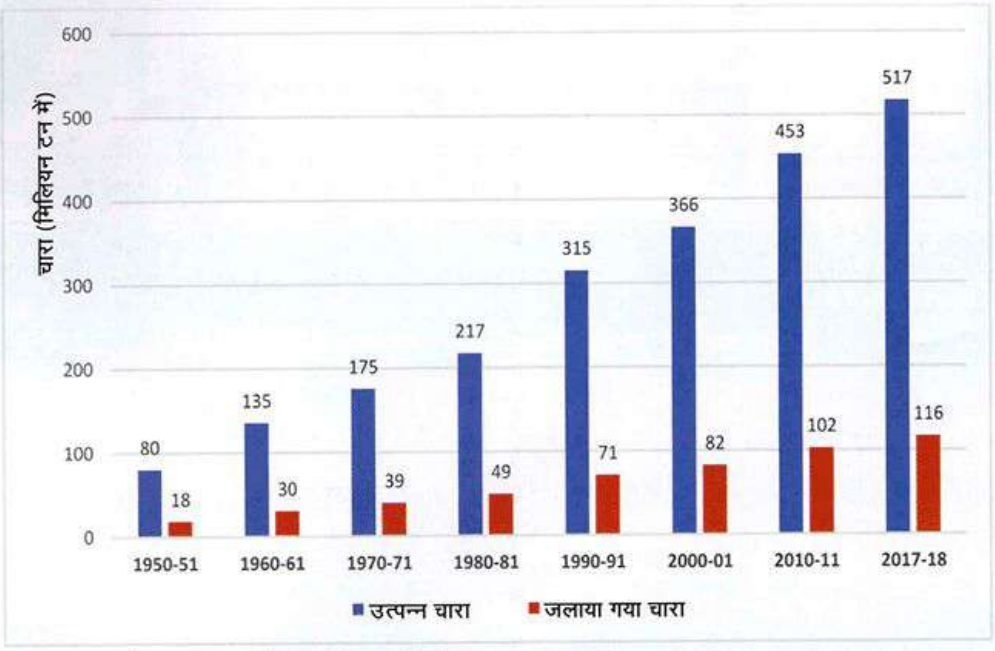
बुनियादी ढांचे में दीर्घकालिक निवेश, सतत प्रथाओं के प्रति जागरूकता बढ़ाना और पर्यावरण-अनुकूल तकनीकों को अधिक सुलभ बनाना पराली जलाने को कम करने की कुंजी होंगे। जैविक ईंधन आधारित विद्युत संयंत्रों को वित्तीय प्रोत्साहन के साथ समर्थन देना फसल अवशेषों के लिए एक बाज़ार तैयार करने में मदद कर सकता है, जबकि उनके संग्रह और बिक्री के लिए विकेंद्रीकृत प्रणालियों की स्थापना इस आपूर्ति श्रृंखला को मज़बूत करेगी।

भारत एक कृषि प्रधान देश है, जहाँ लाखों किसान अनाज उत्पादन में जुटे हुए हैं। हर वर्ष फसल कटाई के बाद खेतों में बचा हुआ अवशेष–विशेषकर धान और गेहूँ की पराली–एक बड़ी चुनौती बनकर सामने आता है। इसे जल्दी साफ करने के उद्देश्य से किसान पराली जलाने का सहारा लेते हैं, जो एक सस्ती और त्वरित विधि तो है, लेकिन इसके दूरगामी दुष्परिणाम अत्यंत घातक हैं। इससे न केवल वायु प्रदूषण होता है, बल्कि मिट्टी की उर्वरता, जलवायु, और मानव स्वास्थ्य पर भी गंभीर प्रभाव पड़ता है। हालाँकि, सरकार और वैज्ञानिक संस्थानों द्वारा कई टिकाऊ और पर्यावरण-अनुकूल समाधानों की पहल की जा रही है, परंतु उनकी प्रभावी क्रियान्वयन में अनेक बाधाएँ हैं। इस लेख में हम फ़सल अवशेष जलाने से उत्पन्न चुनौतियों, इसके कारणों, प्रभावों तथा सतत समाधान के रूपों पर विस्तार से चर्चा करेंगे।

*अनुसंधान सहायक, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद–राष्ट्रीय कृषि अर्थशास्त्र और नीति अनुसंधान संस्थान (ICAR-NIAP), पूसा, नई दिल्ली।
** सहायक प्राध्यापक, श्री कर्ण नरेंद्र कृषि विश्वविद्यालय (SKNAU), जोबनेर, जयपुर, राजस्थान।

भारत में फसल अवशेष जलाने की प्रथा का उद्भव और प्रसार

फसल अवशेष जलाने की प्रथा कई एशियाई देशों में, जिनमें भारत भी शामिल है, 1986 में यंत्रीकृत खेती के उदय के साथ शुरू हुई। किसान पारंपरिक हाथों से कटाई की विधि, जिसमें फसल की जड़ें खेत में रह जाती थीं, से हटकर फसल अवशेष जलाने की ओर बढ़े क्योंकि यह एक लागत-कुशल विकल्प था।



चित्रः भारत में फसल अवशेषों का उत्पादन और उनका जलाया जाना

(स्रोतः वेंकटरमणन और अन्य, 2021)

- **मौसमी प्रवृत्तियाँः** धान की पराली सर्दियों की शुरुआत से पहले जलाई जाती है ताकि ठंडे मौसम में गेहूं की बुवाई की तैयारी की जा सके, जबकि गेहूं की पराली मानसून पूर्व जलायी जाती है। गन्ने की पराली कटाई के बाद जलाई जाती है, जो सामान्यतः मानसून बाद या गर्मी की शुरुआत से पहले के मौसम में होती है, यह क्षेत्रीय कटाई अनुसूची पर निर्भर करता है।
- **क्षेत्रीय प्रसारः** यह प्रथा पंजाब में शुरू हुई और धीरे-धीरे हरियाणा और उत्तर प्रदेश जैसे पड़ोसी राज्यों में फैल गई।
- **अवशेष उत्पादन का स्तरः** भारत में प्रतिवर्ष लगभग 686 मिलियन टन फसल अवशेष उत्पन्न होते हैं, जिनमें से केवल अनाज फसलें लगभग 368 मिलियन टन (लगभग 70%) का योगदान करती हैं। इनमें अकेले धान का योगदान 34% है।

बढ़ती चिंताएं

समय के साथ यह प्रथा बढ़ती गई है, जिससे पर्यावरण संबंधी समस्याएं और भी गंभीर हो गई हैं। इनमें से कुछ प्रमुख समस्याएं निम्नलिखित हैं:

- **आवश्यक पोषक तत्वों की हानिः** पराली जलाने से नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटेशियम, सल्फर और जैविक कार्बन जैसे लगभग 80% आवश्यक पोषक तत्व नष्ट हो जाते हैं, जो अन्यथा मिट्टी को समृद्ध कर सकते थे।
- **मिट्टी के स्वास्थ्य को क्षतिः** फसल अवशेष जलाने से मिट्टी का तापमान बढ़ता है, लाभकारी सूक्ष्मजीव मर जाते हैं और 0–15 सेंमी गहराई की मिट्टी परत, जहाँ फसल की जड़ें बढ़ती हैं, उसमें नाइट्रोजन और कार्बन की कमी हो जाती है।
- **ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जनः** इस प्रक्रिया से CH_4, CO, N_2O, NOx और हाइड्रोकार्बन जैसी हानिकारक गैसें निकलती हैं। उदाहरण के लिए, धान की पराली जलाने पर 70% कार्बन CO_2 के रूप में, 7% CO के रूप में और 0.66% CH_4 के रूप में उत्सर्जित होती है, जबकि 2.09% नाइट्रोजन N_2O के रूप में निकलती है।
- **वायु प्रदूषणः** पराली जलाने से भारी मात्रा में सूक्ष्म कण उत्सर्जित होते हैं, जिनमें कैंसरकारक यौगिक होते हैं, जो श्वसन और अन्य वायुजनित बीमारियों को जन्म देते हैं। इसलिए फसल अवशेषों का उचित प्रबंधन अत्यधिक महत्वपूर्ण है।

निम्न तालिका विश्व भर में अपनाई जाने वाली सामान्य फसल अवशेष प्रबंधन प्रथाओं को दर्शाती हैः

क्र.सं.	सामान्य प्रथाएं	देश
1.	नो-टिल खेती	अमेरिका, कनाडा, ब्राजील, ऑस्ट्रेलिया
2.	फसल अवशेषों का जलाना	भारत, चीन, मैक्सिको, उप-सहारा अफ्रीका, फिलीपींस
3.	बायोऊर्जा हेतु अवशेषों का उपयोग	अमेरिका, चीन, यूरोपीय संघ, ब्राजील, रूस, थाईलैंड, बांग्लादेश
4.	पशु चारा या खाद बनाना	उप-सहारा अफ्रीका, यूरोपीय संघ, मैक्सिको, पाकिस्तान, नेपाल, अफगानिस्तान
5.	उर्वरक के रूप में अवशेषों का उपयोग	चीन

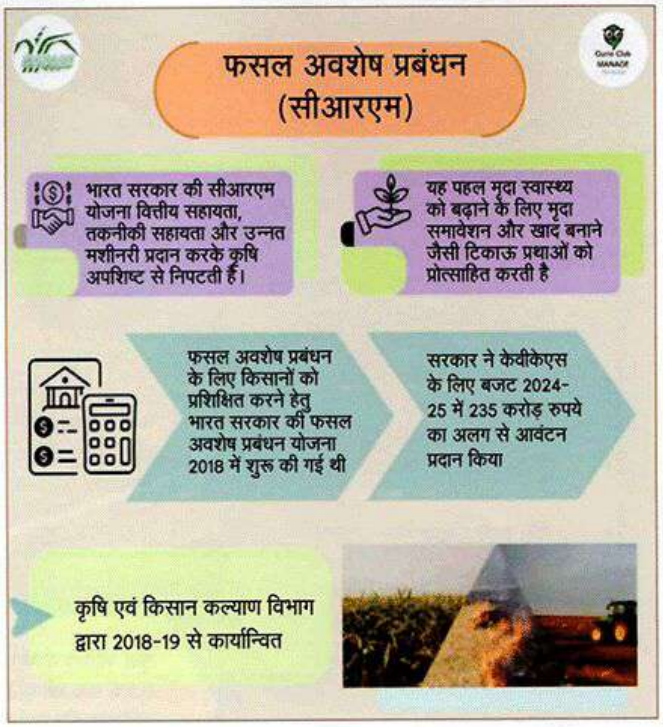
भारत में फसल अवशेष प्रबंधन के विकल्प

स्थानीय प्रबंधन तकनीकें और यांत्रिक उपकरण

- **मल्चिंग** मिट्टी को कटाव से बचाता है, नमी बनाए रखता है, खरपतवारों को दबाता है और पोषक तत्वों से मिट्टी को समृद्ध करता है। स्ट्रॉ मल्चर फसल अवशेषों को काटकर फैला देता है ताकि नमी बनी रहे और खरपतवार न उगें। सुपर स्ट्रॉ मैनेजमेंट सिस्टम कटाई के दौरान पराली को काटता और फैलाता है, जिससे अवशेषों को संभालना आसान होता है।
- **नो-टिल खेती**: बिना मिट्टी को उलटे-पलटे बीज बोना, जिससे नमी संरक्षित रहती है और कटाव कम होता है। हैप्पी सीडर खड़ी पराली में ही बिना जलाए बीज बोने की सुविधा देता है और नमी को संरक्षित रखता है। ज़ीरो-टिल ड्रिल्स मिट्टी को बिना पलटे बीज बोने की सुविधा देते हैं, जिससे पराली की परत बनी रहती है।
- **स्ट्रिप-टिल खेती**: केवल संकीर्ण पट्टियों में जुताई की जाती है और बाकी खेत में पराली की परत यथावत रहती है। रोटावेटर अवशेषों को मिट्टी में मिलाकर उपजाऊपन बढ़ाते हैं।
- **कवर फसलें**: भूमि को ढकने वाली फसलें मिट्टी को समृद्ध करती हैं और भविष्य में मल्च के रूप में उपयोग की जा सकती हैं।
- **फसल चक्र**: विभिन्न फसलों के क्रमिक उत्पादन से कटाव कम होता है, पोषक तत्वों की कमी नहीं होती, और मिट्टी का स्वास्थ्य बेहतर होता है।

एक्स-सिटू प्रबंधन तकनीकें

- **बायोमास पावर जनरेशन**: अवशेषों का उपयोग बिजली या गर्मी पैदा करने के लिए।
- **पशु चारा**: अवशेषों को पशु, भेड़ों, और बकरियों के चारे में परिवर्तित करना।
- **कंपोस्टिंग**: अवशेषों को जैविक पदार्थों के साथ मिलाकर मिट्टी की उर्वरता और संरचना में सुधार करना। पूसा डी कंपोज़र अवशेषों के शीघ्र अपघटन को बढ़ावा देता है जिससे खाद बनती है, उर्वरक की ज़रूरत कम होती है और प्रति एकड़ 1,000 से कम खर्च में फसल उत्पादन बेहतर होता है।
- **बायोचार उत्पादन**: अवशेषों को ऑक्सीजन के बिना गर्म करके मिट्टी की उर्वरता, जल धारण क्षमता, और फसल उत्पादन में सुधार किया जाता है।
- **औद्योगिक उपयोग**: अवशेषों का पुनः उपयोग कागज़, वस्त्र, और निर्माण सामग्री के लिए किया जाता है। इन-सिटू (मूल स्थान पर) और एक्स-सिटू (मूल स्थान से हटा कर) दोनों तरीके जलाने से होने वाले पर्यावरणीय



नुकसान को कम करते हैं। ये प्राकृतिक पोषक तत्व प्रदान करते हैं, उर्वरक की निर्भरता घटाते हैं, और मिट्टी के स्वास्थ्य को बेहतर बनाते हैं। किस तकनीक का चयन करना है यह फसल के प्रकार, अवशेष की मात्रा, और उपलब्ध संसाधनों पर निर्भर करता है।

किसान फसल अवशेष जलाने का विकल्प क्यों चुनते हैं?

- **धान-गेहूं प्रणाली में समय की कमी**: अक्टूबर में धान की कटाई और नवंबर में गेहूं की बुवाई के बीच का समय बहुत कम होता है। विशेष रूप से पंजाब और हरियाणा में किसान तेज़ी से खेत साफ़ करने के लिए फसल अवशेष जलाने को मजबूर हो जाते हैं।
- **हाथ से अवशेष हटाने की उच्च लागत**: फसल अवशेषों को हाथ से हटाने की लागत 6,000–7,000 प्रति एकड़ तक होती है, जबकि जलाना सस्ता और तेज़ विकल्प माना जाता है।
- **सतत तकनीकों को अपनाने की सीमितता**: हैप्पी सीडर जैसी तकनीकें जो पराली काटते हुए गेहूं की बुवाई कर सकती हैं, 1,000 किराया और 2,000 डीज़ल प्रति एकड़ में उपलब्ध हैं। हालाँकि सरकार सब्सिडी देती है, फिर भी रोटावेटर और स्ट्रॉ बैलर जैसे उपकरण छोटे और सीमांत किसानों के लिए महंगे हैं, जिससे इन्हें अपनाने में बाधा आती है।
- **बुनियादी ढांचे की कमी**: फसल अवशेषों के संग्रह, भंडारण और परिवहन के लिए बड़े पैमाने पर सुविधाओं की कमी है, जिससे उन्हें बायोमास-आधारित विद्युत संयंत्रों और उद्योगों में उपयोग नहीं किया जा पाता।

विनियामक चुनौतियाँ नेशनल ग्रीन ट्रिब्यूनल (NGT) जैसी संस्थाओं द्वारा लगाए गए जुर्माने जैसी मौजूदा व्यवस्थाएं असंगत रूप से लागू होती हैं और किसानों को व्यावहारिक विकल्प नहीं देतीं।

- **छोटे किसानों के लिए वित्तीय बाधाएं:** 2 हेक्टेयर से कम भूमि वाले किसान वित्तीय सीमाओं के कारण दीर्घकालिक पर्यावरणीय लाभों की तुलना में अल्पकालिक लागत बचत और दक्षता को प्राथमिकता देते हैं।

फसल अवशेष प्रबंधन (CRM) हेतु सरकारी हस्तक्षेप

CRM योजना का शुभारंभ (2018): पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश और दिल्ली में वायु प्रदूषण को कम करने के उद्देश्य से शुरू की गई यह योजना प्रदूषण में कमी और बायो-डीकम्पोज़र फंगल कंसोर्टियम के बड़े पैमाने पर प्रदर्शन पर केंद्रित है।

पुनर्गठित राष्ट्रीय कृषि विकास योजना (RKVY) (2022-23): राष्ट्रीय कृषि विकास योजना को कृषि यंत्रीकरण पर उप-मिशन के साथ पुनर्गठित किया गया, जो CRM उपकरण और कृषि मशीनरी की खरीद के लिए वित्तीय सहायता प्रदान करता है।

विभिन्न कार्यक्रमों से समर्थन: राष्ट्रीय कृषि विकास योजना, कृषि अवसंरचना कोष (AIF) और विभिन्न कृषि विस्तार कार्यक्रमों से CRM योजना को मज़बूती मिलती है।

कस्टम हायरिंग सेंटर्स (CHCs): 40,000 से अधिक CHCs की स्थापना की गई है, जिन्होंने केंद्रों और व्यक्तिगत किसानों को 2,95,000 से अधिक CRM मशीनें वितरित की हैं, जिससे उनकी उपलब्धता बढ़ी है।

बायोमॉस आपूर्ति शृंखला में निवेश: सरकार द्वारा बायोमॉस आपूर्ति शृंखलाओं को मजबूत करने और एक्स-सीटू उद्योगों के लिए पूंजीगत व्यय को बढ़ावा देने के लिए धन आवंटित किया गया है।

ICAR प्रदर्शन: भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद ने 2022-23 के दौरान 20,000 हेक्टेयर क्षेत्र में फसल अवशेष प्रबंधन मशीनरी का प्रदर्शन किया, जिससे टिकाऊ प्रथाओं के लिए किसान प्रशिक्षण और क्षमताओं का मार्ग प्रशस्त हुआ।

आगे की राह

उपलब्ध सरकारी सब्सिडी के बावजूद, कृषि उपकरणों की उच्च लागत कई किसानों के लिए बाधा बनी हुई है। इससे निपटने के लिए सब्सिडी बढ़ाना, सह-स्वामित्व मॉडल को प्रोत्साहित करना, और जल्दी परिपक्व होने वाली फसल किस्मों को बढ़ावा देना किसानों को अवशेषों का बेहतर प्रबंधन करने में मदद कर सकता है। अवसंरचना में दीर्घकालिक निवेश, सतत प्रथाओं के बारे में जागरूकता बढ़ाना और पर्यावरण-अनुकूल तकनीकों को अधिक सुलभ बनाना पराली जलाने को कम करने की कुंजी होंगे।

बायोमॉस-आधारित बिजली संयंत्रों को वित्तीय प्रोत्साहन देकर फसल अवशेषों के लिए एक बाज़ार बनाया जा सकता है, जबकि उनके संग्रह और बिक्री के लिए विकेंद्रीकृत प्रणालियों की स्थापना से इस आपूर्ति शृंखला को मज़बूती मिलेगी। इसके अतिरिक्त, बायोडीज़ल जैसे जैव ईंधनों को बढ़ावा देना उनकी उपलब्धता में और सुधार कर सकता है। फसल अवशेषों में औद्योगिक उपयोग की भी अपार संभावनाएं हैं, जैसे कि सीमेंट में चावल की भूसी की राख, कागज़ में केले के छिलके और गन्ने के अवशेष, और मशरूम की खेती के लिए भूसी व बगास की राख का उपयोग।

चारे के मोर्चे पर, भारत को 23.4% राष्ट्रीय घाटे का सामना करना पड़ता है, जो पश्चिमी क्षेत्र में 43.5% तक पहुँच जाता है। इसका समाधान यह है कि अधिशेष पराली को ज़रूरत वाले क्षेत्रों में स्थानांतरित किया जाए और चारे को गांठों (bales) में बदलकर आसान परिवहन और भंडारण सुनिश्चित किया जाए। इन समाधानों को लागू करके हम पर्यावरणीय स्थिरता और कृषि में आर्थिक विकास दोनों को बढ़ावा दे सकते हैं। ❑