

आधुनिक फसल प्रणालियों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन



डॉ. तरुण कुमार महेश्वरी

सह-प्रोफेसर, बाबा साहेब डॉ.
भीमराव अंबेडकर कृषि
अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी
महाविद्यालय, इटावा – 206001,
उत्तर प्रदेश

*अनुरूपी लेखक

डॉ. तरुण कुमार महेश्वरी*

भारतीय कृषि में खरपतवार एक गंभीर समस्या है। खरपतवार वे अवांछित पौधे हैं जो फसल के साथ उगकर संसाधनों के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं और उत्पादन को कम करते हैं। अनुमान है कि खरपतवारों के कारण फसलों में 15 से 35 प्रतिशत तक उपज हानि हो सकती है, जबकि कुछ परिस्थितियों में यह हानि 80 प्रतिशत तक पहुँच सकती है।

हरित क्रांति के बाद उच्च उत्पादक किस्मों, उर्वरकों और सिंचाई के बढ़ते उपयोग से खरपतवारों की समस्या और जटिल हो गई है। केवल एक विधि पर आधारित नियंत्रण उपाय लंबे समय तक प्रभावी नहीं रहते। इसलिए आधुनिक कृषि में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की अवधारणा विकसित हुई है, जो विभिन्न नियंत्रण उपायों को समन्वित रूप से अपनाने पर बल देती है।

2. एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की अवधारणा

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन (IWM) वह प्रणाली है जिसमें खरपतवार नियंत्रण की विभिन्न विधियों का वैज्ञानिक एवं समन्वित उपयोग किया जाता है ताकि

खरपतवारों की जनसंख्या को आर्थिक क्षति स्तर से नीचे रखा जा सके तथा पर्यावरण पर न्यूनतम प्रतिकूल प्रभाव पड़े। इसका मुख्य उद्देश्य खरपतवारों का पूर्ण उन्मूलन नहीं, बल्कि उनकी संख्या को आर्थिक क्षति स्तर से नीचे बनाए रखना है।

आधुनिक फसल प्रणालियों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन (IWM)

विभिन्न प्रबंधन उपायों का समन्वय कर खरपतवारों का प्रभावी, किफायती, पर्यावरण हितैषी एवं दीर्घकालिक नियंत्रण

IWM के प्रमुख उपाय

- सांस्कृतिक उपाय**
फसल चक्र, समय पर बुवाई, उचित बीज दर, अंतरवर्तीय खेती, मल्लिंग
- यांत्रिक/भौतिक उपाय**
निराई-गुड़ाई, हंसी/वीडर, मल्लिंग का उपयोग
- रासायनिक उपाय**
उचित शाकनाशी का चयन, सही मात्रा व समय पर छिड़काव
- जैविक उपाय**
जैव-नियंत्रक, जैव-शाकनाशी, फसल अवशेष प्रबंधन
- आधुनिक तकनीक**
ड्रोन, सेंसर, AI आधारित पहचान, सटीक छिड़काव

IWM के प्रमुख लाभ

आर्थिक लाभ

- उत्पादन लागत में कमी
- अधिक लाभ

पर्यावरणीय लाभ

- रासायनिक उपयोग में कमी
- जैव विविधता संरक्षण

सामाजिक लाभ

- सुरक्षित खाद्य उत्पादन
- कृषि की स्थिरता

तकनीकी लाभ

- प्रतिरोधी खरपतवारों की रोकथाम
- दीर्घकालिक नियंत्रण

प्रमुख फसल प्रणालियों में IWM

धान-गेहूँ प्रणाली



- पेण्टीमेथालिन + हाथ से निराई
- फसल अवशेष प्रबंधन
- शून्य जुताई

मक्का आधारित प्रणाली



- फसल चक्र
- मल्लिंग
- पूर्व उद्भाव शाकनाशी

दलहनी फसलें



- समय पर निराई
- अंतरवर्तीय खेती
- जैविक नियंत्रण



ड्रोन तकनीक



AI आधारित खरपतवार पहचान



सेंसर आधारित सटीक छिड़काव



डिजिटल निगरानी एवं निर्णय समर्थन

समेकित प्रयास, बेहतर परिणाम
स्वस्थ फसल, समृद्ध किसान

3. एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के उद्देश्य

1. फसल उत्पादन एवं उत्पादकता में वृद्धि।
2. खरपतवारों से होने वाली आर्थिक हानि को कम करना।
3. शाकनाशियों पर निर्भरता को कम करना।
4. पर्यावरण एवं जैव विविधता का संरक्षण।
5. शाकनाशी प्रतिरोधी खरपतवारों की समस्या को रोकना।
6. कृषि उत्पादन की स्थिरता एवं लाभप्रदता बढ़ाना।

4. आधुनिक फसल प्रणालियों में खरपतवारों की समस्या

आधुनिक कृषि प्रणालियों में निम्नलिखित कारणों से खरपतवार समस्या बढ़ रही है:

4.1 संसाधनों के लिए प्रतिस्पर्धा

खरपतवार फसलों के साथ जल, पोषक तत्व, प्रकाश तथा स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं। परिणामस्वरूप फसलों को आवश्यक संसाधन पर्याप्त मात्रा में नहीं मिल पाते, जिससे उनकी वृद्धि, विकास एवं उत्पादकता प्रभावित होती है। यह प्रतिस्पर्धा फसल की उपज और गुणवत्ता दोनों को कम कर सकती है।

4.2 उपज एवं गुणवत्ता में कमी

खरपतवारों की उपस्थिति फसलों की वृद्धि और विकास को गंभीर रूप से प्रभावित करती है, जिससे उपज में महत्वपूर्ण कमी आती है। ये पौधों के साथ जल, पोषक तत्वों, सूर्य प्रकाश और स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं, जिसके कारण फसल कमजोर हो जाती है। इसके परिणामस्वरूप न केवल उत्पादन घटता है, बल्कि उत्पाद की गुणवत्ता, बाजार मूल्य और पोषण स्तर पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। अधिक खरपतवार होने से फसल का आकार, दाना गुणवत्ता तथा भंडारण क्षमता भी प्रभावित होती है, जिससे किसानों की आर्थिक हानि बढ़ जाती है और लाभ कम हो जाता है।

4.3 कीट एवं रोगों का आश्रय

अनेक खरपतवार विभिन्न कीटों, रोगजनकों तथा वायरसों के वैकल्पिक आश्रय स्थल के रूप में कार्य करते हैं। ये फसलों में कीट एवं रोगों के प्रसार को बढ़ावा देते हैं, जिससे फसल स्वास्थ्य प्रभावित होता है और उत्पादन में कमी आ सकती है।

4.4 कटाई में कठिनाई

घने खरपतवार फसल की कटाई, मड़ाई तथा अन्य कृषि कार्यों में बाधा उत्पन्न करते हैं। इससे श्रम, समय और लागत बढ़ जाती है तथा यांत्रिक कटाई की दक्षता भी प्रभावित होती है। परिणामस्वरूप फसल कटाई की प्रक्रिया अधिक कठिन और कम लाभकारी हो सकती है।

4.5 उत्पादन लागत में वृद्धि

खरपतवारों के प्रभावी नियंत्रण के लिए अतिरिक्त श्रम, कृषि यंत्रों तथा शाकनाशियों के उपयोग की आवश्यकता होती है। इससे खेती की कुल उत्पादन लागत बढ़ जाती है। यदि समय पर नियंत्रण न किया जाए, तो खरपतवारों के कारण होने वाली उपज हानि आर्थिक नुकसान को और अधिक बढ़ा सकती है।

5. एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के प्रमुख घटक

5.1 निवारक उपाय (Preventive Methods)

निवारक उपायों का मुख्य उद्देश्य खरपतवारों के प्रसार एवं स्थापना को रोकना है। इसके अंतर्गत स्वच्छ एवं प्रमाणित बीजों का उपयोग, खरपतवार-मुक्त कम्पोस्ट का प्रयोग, सिंचाई जल की स्वच्छता बनाए रखना, कृषि यंत्रों की नियमित सफाई तथा खेत की मेड़ों और आसपास के क्षेत्रों का उचित प्रबंधन शामिल है। ये उपाय खेत में खरपतवारों के प्रवेश और फैलाव को कम करने में प्रभावी सिद्ध होते हैं।

5.2 सांस्कृतिक विधियाँ (Cultural Methods)

सांस्कृतिक विधियाँ फसल को खरपतवारों के विरुद्ध प्रतिस्पर्धात्मक लाभ प्रदान करती हैं। उचित फसल चक्र अपनाने से खरपतवारों का जीवन चक्र बाधित

होता है, जबकि समय पर बुवाई फसल की शीघ्र स्थापना में सहायक होती है। उचित बीज दर एवं अधिक पौध घनत्व खरपतवार वृद्धि को दबाते हैं। प्रतिस्पर्धी एवं तेजी से बढ़ने वाली फसल किस्में खरपतवारों को नियंत्रित करने में प्रभावी होती हैं। इसके अतिरिक्त, मल्लिंग द्वारा प्रकाश अवरुद्ध होने से खरपतवारों का अंकुरण एवं वृद्धि कम हो जाती है।

5.3 यांत्रिक एवं भौतिक विधियाँ

यांत्रिक एवं भौतिक विधियाँ खरपतवार नियंत्रण की महत्वपूर्ण तकनीकें हैं। इनमें हाथ से निराई सबसे पुरानी और प्रभावी विधि मानी जाती है, जिससे खरपतवारों को जड़ सहित हटाया जाता है। खुरपी और कोनो वीडर का उपयोग विशेषकर धान जैसी फसलों में किया जाता है। श्रम की कमी होने पर यांत्रिक निराई यंत्र उपयोगी होते हैं। इसके अलावा जुताई द्वारा खरपतवारों के बीज एवं पौधों को नष्ट कर उनकी वृद्धि रोकी जाती है।

5.4 जैविक खरपतवार नियंत्रण

जैविक खरपतवार नियंत्रण में खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए जीवित जीवों जैसे कीट, रोगजनक कवक और अन्य जैव-एजेंट का उपयोग किया जाता है। यह विधि पर्यावरण के लिए सुरक्षित होती है। इसका प्रभाव दीर्घकालिक होता है तथा यह कम लागत में प्रभावी खरपतवार नियंत्रण प्रदान करती है।

5.5 रासायनिक खरपतवार नियंत्रण

रासायनिक खरपतवार नियंत्रण में शाकनाशी आधुनिक कृषि में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इनमें पूर्व उद्भव जैसे पेंडीमेथालिन, ब्यूटाक्लोर तथा पश्च उद्भव जैसे 2,4-D, बिसपाइरिबैक-सोडियम एवं किजालोफॉप-एथाइल शामिल हैं। यह विधि शीघ्र नियंत्रण, श्रम बचत और बड़े क्षेत्र में उपयोगी है, लेकिन प्रतिरोध, पर्यावरणीय प्रभाव एवं अवशेष की समस्या भी रहती है।

6. आधुनिक तकनीकों की भूमिका

6.1 सटीक कृषि (Precision Agriculture)

सटीक कृषि (Precision Agriculture) में GPS एवं GIS आधारित तकनीकों का उपयोग कर खरपतवारों के स्थानिक वितरण का आकलन किया जाता है। इससे खेत में खरपतवारों के प्रभावित क्षेत्रों की सटीक पहचान संभव होती है। इसके आधार पर केवल आवश्यक स्थानों पर शाकनाशी या नियंत्रण उपाय अपनाए जाते हैं, जिससे लागत कम होती है और पर्यावरणीय प्रभाव भी घटता है।

6.2 ड्रोन तकनीक

ड्रोन तकनीक के माध्यम से आधुनिक कृषि में खरपतवार प्रबंधन अधिक सटीक और प्रभावी हो रहा है। ड्रोन द्वारा खेतों में खरपतवारों की पहचान, उनकी निगरानी तथा शाकनाशियों का सटीक छिड़काव किया जा सकता है। यह तकनीक समय और श्रम की बचत करती है तथा बड़े क्षेत्रों में तेजी से कार्य करने में सक्षम होती है। इससे कृषि कार्य अधिक कुशल एवं पर्यावरण-अनुकूल बनता है।

6.3 कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI)

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आधारित प्रणालियाँ आधुनिक कृषि में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। यह तकनीक खरपतवारों की सटीक पहचान करने, उपयुक्त नियंत्रण उपाय सुझाने तथा निर्णय समर्थन प्रदान करने में सहायक है। AI आधारित स्वचालित प्रणालियाँ खेत में खरपतवार प्रबंधन को अधिक तेज, सटीक और प्रभावी बनाती हैं, जिससे श्रम, समय और लागत की बचत होती है तथा कृषि उत्पादन में सुधार होता है।

6.4 सेंसर आधारित तकनीक

सेंसर आधारित तकनीक में स्मार्ट सेंसर खरपतवारों की पहचान कर खेत में केवल प्रभावित क्षेत्रों में ही शाकनाशी का प्रयोग करते हैं। यह प्रणाली अत्यधिक सटीक होती है और अनावश्यक रसायनों के उपयोग को कम करती है। इससे लागत घटती है, पर्यावरण की सुरक्षा होती है तथा फसल उत्पादन अधिक टिकाऊ और प्रभावी बनता है।

7. प्रमुख फसल प्रणालियों में IWM

प्रमुख फसल प्रणालियों में समेकित खरपतवार प्रबंधन (IWM) का अत्यधिक महत्व है, क्योंकि यह विभिन्न विधियों के संयोजन से खरपतवारों का दीर्घकालिक एवं प्रभावी नियंत्रण सुनिश्चित करता है। धान-गेहूँ प्रणाली में पेंडीमेथालिन जैसे पूर्व उद्भव शाकनाशी के साथ-साथ हाथ से निराई, फसल अवशेष प्रबंधन तथा शून्य जुताई अपनाई जाती है, जिससे खेत में खरपतवारों का दबाव काफी हद तक कम हो जाता है और मृदा संरक्षण भी बेहतर होता है। मक्का आधारित प्रणाली में फसल चक्र अपनाना, मल्लिंग का उपयोग करना तथा पूर्व उद्भव शाकनाशी का प्रयोग अत्यंत प्रभावी माना जाता है, जिससे खरपतवारों की अंकुरण क्षमता घटती है और फसल को पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ती है। दलहनी फसलों में समय पर निराई, अंतरवर्तीय खेती तथा जैविक नियंत्रण विधियाँ अधिक उपयुक्त होती हैं, क्योंकि ये फसल की प्रारंभिक अवस्था में खरपतवार प्रतिस्पर्धा को कम करती हैं और उत्पादन क्षमता को बढ़ाती हैं। इस प्रकार IWM विभिन्न फसल प्रणालियों में पर्यावरण अनुकूल, लागत प्रभावी, टिकाऊ तथा उत्पादन वृद्धि में सहायक खरपतवार प्रबंधन प्रणाली के रूप में कार्य करता है।

8. एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के लाभ

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन (IWM) के अनेक महत्वपूर्ण लाभ हैं, जो इसे आधुनिक कृषि में अत्यंत उपयोगी बनाते हैं। आर्थिक दृष्टि से यह प्रणाली उत्पादन लागत को कम करती है क्योंकि इसमें रासायनिक शाकनाशियों के सीमित एवं संतुलित उपयोग के साथ-साथ यांत्रिक, जैविक और सांस्कृतिक विधियों का समन्वय किया जाता है। इससे किसानों को अधिक लाभ प्राप्त होता है। पर्यावरणीय दृष्टि से IWM रासायनों के अत्यधिक उपयोग को घटाकर मृदा, जल और वायु प्रदूषण को कम करता है तथा जैव विविधता के संरक्षण में सहायक होता है। सामाजिक लाभ के रूप में यह सुरक्षित एवं स्वास्थ्यकर खाद्य उत्पादन सुनिश्चित करता है, जिससे उपभोक्ताओं के स्वास्थ्य पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है और कृषि प्रणाली अधिक टिकाऊ

बनती है। तकनीकी दृष्टि से यह प्रणाली प्रतिरोधी खरपतवारों के विकास को रोकती है तथा दीर्घकालिक एवं स्थायी नियंत्रण प्रदान करती है। इसके अलावा, यह फसल उत्पादन क्षमता को बढ़ाने में भी सहायक होती है। इस प्रकार IWM कृषि को अधिक लाभकारी, पर्यावरण अनुकूल और सतत विकास की दिशा में अग्रसर करता है, जिससे कृषि उत्पादन प्रणाली अधिक मजबूत और प्रभावी बनती है।

9. भविष्य की संभावनाएँ

भविष्य में निम्न तकनीकें IWM को और प्रभावी बनाएंगी:

- कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित खरपतवार पहचान
- रोबोटिक निराई मशीनें
- ड्रोन आधारित सटीक छिड़काव
- स्मार्ट सेंसर नेटवर्क
- जैव-शाकनाशियों का विकास
- डिजिटल निर्णय समर्थन प्रणाली

10. निष्कर्ष

आधुनिक फसल प्रणालियों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन टिकाऊ कृषि का एक महत्वपूर्ण घटक बन चुका है। केवल रासायनिक नियंत्रण पर निर्भर रहने के बजाय सांस्कृतिक, यांत्रिक, जैविक तथा रासायनिक उपायों के समन्वित उपयोग से खरपतवारों का प्रभावी एवं दीर्घकालिक नियंत्रण संभव है। आधुनिक तकनीकों जैसे कृत्रिम बुद्धिमत्ता, ड्रोन, सेंसर एवं सटीक कृषि के समावेश से IWM की प्रभावशीलता और बढ़ रही है। भविष्य में कृषि उत्पादन, पर्यावरण संरक्षण तथा खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की भूमिका और अधिक महत्वपूर्ण होगी। अतः किसानों, वैज्ञानिकों एवं नीति निर्माताओं को मिलकर इस तकनीक के व्यापक प्रसार और अपनाने को बढ़ावा देना चाहिए।