

जलवायु परिवर्तन शमन में हरित प्रौद्योगिकी की भूमिका

डॉ. राम सिंह धुर्वे

सहायक प्राध्यापक (भूगोल), शासकीय स्नातक महविद्यालय नैनपुर, जिला-मण्डला (मध्य प्रदेश) भारत

सारांश

जलवायु परिवर्तन वर्तमान विश्व की सबसे गंभीर पर्यावरणीय, आर्थिक एवं सामाजिक चुनौती बन चुका है। जिसके दुष्परिणाम पर्यावरण, अर्थव्यवस्था और मानव जीवन के प्रत्येक क्षेत्र में स्पष्ट रूप से देखे जा रहे हैं। बढ़ती औद्योगिक गतिविधियाँ, जीवाश्म ईंधनों पर निर्भरता, वनों की कटाई तथा उपभोग-प्रधान जीवनशैली के कारण ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन निरंतर बढ़ रहा है, जिससे वैश्विक तापमान में वृद्धि हो रही है। इस समस्या के समाधान हेतु “हरित प्रौद्योगिकी” एक प्रभावी, दीर्घकालिक एवं सतत विकल्प के रूप में उभर कर सामने आई है। हरित प्रौद्योगिकी का मूल उद्देश्य पर्यावरणीय क्षति को न्यूनतम करते हुए संसाधनों का कुशल उपयोग सुनिश्चित करना है। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों जैसे सौर, पवन, जल एवं जैव-ऊर्जा का उपयोग जीवाश्म ईंधनों के विकल्प के रूप में किया जा रहा है, जिससे कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन में उल्लेखनीय कमी आती है। ऊर्जा दक्ष प्रौद्योगिकियाँ, हरित भवन, स्मार्ट ग्रिड, विद्युत वाहन तथा स्वच्छ उत्पादन प्रणालियाँ औद्योगिक और शहरी क्षेत्रों में उत्सर्जन नियंत्रण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। अतः यह स्पष्ट है कि जलवायु परिवर्तन शमन में हरित प्रौद्योगिकी की भूमिका बहुआयामी और अनिवार्य है। इसके प्रभावी क्रियान्वयन हेतु सरकारी नीतियों, तकनीकी नवाचार, निवेश तथा जन-जागरूकता का समन्वित प्रयास आवश्यक है, जिससे सतत विकास और पर्यावरण संरक्षण के लक्ष्यों को प्राप्त किया जा सके।

मुख्य शब्द: जलवायु परिवर्तन, हरित प्रौद्योगिकी, शमन, नवीकरणीय ऊर्जा, सतत विकास।

भूमिका -

21वीं सदी में जलवायु परिवर्तन मानव सभ्यता के लिए एक वैश्विक संकट के रूप में उभरा है। पृथ्वी का औसत तापमान औद्योगिक क्रांति के बाद लगभग 1.1°C तक बढ़ चुका है, जिसका मुख्य कारण मानव-जनित ग्रीनहाउस गैसों—विशेषकर कार्बन डाइऑक्साइड, मीथेन और नाइट्रस ऑक्साइड—का अत्यधिक उत्सर्जन है। इसके परिणामस्वरूप ग्लेशियरों का पिघलना, समुद्र-स्तर में वृद्धि, चरम मौसम घटनाएँ, जैव विविधता का क्षरण तथा खाद्य सुरक्षा पर संकट जैसी समस्याएँ उत्पन्न हो रही हैं। इस संकट के समाधान में हरित प्रौद्योगिकी एक प्रभावी और दीर्घकालिक उपाय के रूप में उभर कर सामने आई है।

जलवायु परिवर्तन से निपटने के लिए दो प्रमुख रणनीतियाँ अपनाई जाती हैं—अनुकूलन (Adaptation) और शमन (Mitigation)। जहाँ अनुकूलन का संबंध प्रभावों के अनुरूप ढलने से है, वहीं शमन का उद्देश्य ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को कम करना है। इस संदर्भ में हरित प्रौद्योगिकी एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है क्योंकि यह ऊर्जा उत्पादन, परिवहन, उद्योग, कृषि एवं शहरी विकास जैसे क्षेत्रों में पर्यावरण-अनुकूल समाधान प्रदान करती है।

अध्ययन के प्रमुख उद्देश्य-

1. हरित प्रौद्योगिकी की अवधारणा का विश्लेषण करना।
2. नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकियों का मूल्यांकन करना।
3. ऊर्जा दक्षता एवं संसाधन संरक्षण का विश्लेषण करना।
4. कृषि, उद्योग एवं परिवहन क्षेत्रों में हरित प्रौद्योगिकी के उपयोग का अध्ययन करना।
5. जलवायु परिवर्तन शमन हेतु हरित प्रौद्योगिकी को बढ़ावा देने वाली नीतियों, योजनाओं एवं कार्यक्रमों का अध्ययन करना।
6. हरित प्रौद्योगिकी के क्रियान्वयन में आने वाली तकनीकी, आर्थिक एवं सामाजिक चुनौतियों का विश्लेषण करना।
7. जलवायु परिवर्तन शमन के लिए हरित प्रौद्योगिकी के प्रभावी उपयोग हेतु सुझाव एवं रणनीतियाँ प्रस्तावित करना।

अध्ययन की परिकल्पनाएँ -

1. हरित प्रौद्योगिकी के उपयोग से ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में उल्लेखनीय कमी आती है।
2. नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकियाँ जलवायु परिवर्तन शमन का सबसे प्रभावी साधन हैं।
3. ऊर्जा दक्ष तकनीकों का विस्तार औद्योगिक प्रदूषण को कम करने में सहायक है।
4. हरित प्रौद्योगिकी सतत विकास एवं आर्थिक वृद्धि के बीच संतुलन स्थापित करती है।
5. नीति समर्थन एवं तकनीकी नवाचार से हरित प्रौद्योगिकी का प्रभाव कई गुना बढ़ सकता है।

शोध प्रविधि -

यह शोध वर्णनात्मक एवं विश्लेषणात्मक प्रविधि पर आधारित है। अध्ययन में गुणात्मक एवं परिमाणात्मक दोनों प्रकार की शोध विधियों का समन्वय किया गया है। यह अध्ययन वर्णनात्मक है, क्योंकि इसमें हरित प्रौद्योगिकी की अवधारणा, स्वरूप एवं प्रकारों का विवरण प्रस्तुत किया गया है। विश्लेषणात्मक है, क्योंकि इसमें जलवायु परिवर्तन शमन में हरित प्रौद्योगिकी की भूमिका, प्रभाव एवं परिणामों का विश्लेषण किया गया है।

हरित प्रौद्योगिकी की अवधारणा -

हरित प्रौद्योगिकी का आशय ऐसी तकनीकों से है जो पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव को कम करें, प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण करें और सतत विकास को बढ़ावा दें। इसका मुख्य उद्देश्य आर्थिक विकास के साथ-साथ पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखना है।

1. **नवीकरणीय ऊर्जा का विकास-** हरित प्रौद्योगिकी के अंतर्गत सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, जलविद्युत और जैव-ऊर्जा जैसे नवीकरणीय स्रोतों का व्यापक उपयोग किया जा रहा है। ये ऊर्जा स्रोत स्वच्छ, अक्षय और कार्बन उत्सर्जन रहित होते हैं। इनके प्रयोग से कोयला, पेट्रोल और डीज़ल जैसे जीवाश्म ईंधनों पर निर्भरता कम होती है, जिससे कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन में उल्लेखनीय कमी आती है।
2. **ऊर्जा दक्षता और हरित भवन-** ऊर्जा दक्ष उपकरण, एलईडी प्रकाश व्यवस्था, स्मार्ट ग्रिड और हरित भवन प्रौद्योगिकियाँ ऊर्जा की खपत को कम करती हैं। हरित भवनों में प्राकृतिक प्रकाश, वर्षा जल संचयन और ऊर्जा-संरक्षण तकनीकों का उपयोग कर पर्यावरणीय प्रभाव को घटाया जाता है।
3. **परिवहन क्षेत्र में हरित प्रौद्योगिकी-** परिवहन क्षेत्र ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन का एक प्रमुख स्रोत है। विद्युत वाहन, हाइब्रिड वाहन, सार्वजनिक परिवहन और जैव-ईंधन का उपयोग इस उत्सर्जन को कम करने में सहायक है। इससे वायु प्रदूषण घटता है और शहरी जीवन की गुणवत्ता में सुधार होता है।

4. कृषि और अपशिष्ट प्रबंधन- कृषि क्षेत्र में जैविक खेती, सूक्ष्म सिंचाई, जलवायु-स्मार्ट कृषि और जैव-उर्वरकों का प्रयोग पर्यावरण के अनुकूल है। वहीं अपशिष्ट प्रबंधन, पुनर्चक्रण और परिपत्र अर्थव्यवस्था की अवधारणा संसाधनों के सतत उपयोग को सुनिश्चित करती है।

इस प्रकार जलवायु परिवर्तन शमन में हरित प्रौद्योगिकी की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण और बहुआयामी है। यदि सरकार, उद्योग और समाज मिलकर हरित प्रौद्योगिकियों को अपनाएँ, तो न केवल जलवायु परिवर्तन की चुनौती को कम किया जा सकता है, बल्कि एक स्वच्छ, सुरक्षित और सतत भविष्य का निर्माण भी संभव है।

जलवायु परिवर्तन के कारण -

जलवायु परिवर्तन से तात्पर्य पृथ्वी की जलवायु प्रणाली में दीर्घकालिक परिवर्तन से है, जिसमें तापमान, वर्षा, पवन प्रणाली, आर्द्रता और मौसमी चक्रों में निरंतर बदलाव शामिल हैं। यह परिवर्तन दशकों या शताब्दियों में धीरे-धीरे घटित होता है। वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन का प्रमुख रूप वैश्विक तापन है, जिसमें पृथ्वी के औसत तापमान में लगातार वृद्धि हो रही है। पृथ्वी का तापमान स्वाभाविक रूप से ग्रीनहाउस प्रभाव द्वारा नियंत्रित रहता है, परंतु मानव गतिविधियों के कारण ग्रीनहाउस गैसों (जैसे कार्बन डाइऑक्साइड, मीथेन, नाइट्रस ऑक्साइड) की मात्रा अत्यधिक बढ़ गई है। इससे पृथ्वी का ऊष्मा संतुलन बिगड़ रहा है और जलवायु परिवर्तन की प्रक्रिया तीव्र हो गई है।

जलवायु परिवर्तन से तात्पर्य पृथ्वी की जलवायु प्रणाली में दीर्घकालिक परिवर्तन से है, जिसमें तापमान, वर्षा, पवन पैटर्न एवं मौसम की आवृत्ति में बदलाव शामिल है। यद्यपि प्राकृतिक कारणों से भी जलवायु परिवर्तन होता रहा है, परंतु वर्तमान तीव्र परिवर्तन मुख्यतः मानव गतिविधियों का परिणाम है। जलवायु परिवर्तन के प्रमुख कारण निम्न लिखित हैं -

- **ग्रीनहाउस गैसों का बढ़ता उत्सर्जन -** औद्योगिकीकरण, बिजली उत्पादन, परिवहन और शहरीकरण के कारण जीवाश्म ईंधनों (कोयला, पेट्रोल, डीज़ल) का अत्यधिक उपयोग हो रहा है। इससे वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड और अन्य ग्रीनहाउस गैसों की मात्रा बढ़ती है, जो तापमान वृद्धि का मुख्य कारण है।
- **औद्योगिकीकरण और शहरीकरण -** कारखानों से निकलने वाला धुआँ, ऊर्जा की अधिक खपत और शहरी जीवनशैली पर्यावरण पर दबाव डालती है। शहरी क्षेत्रों में कंक्रीट संरचनाएँ 'हीट आइलैंड प्रभाव' उत्पन्न करती हैं, जिससे स्थानीय तापमान बढ़ता है।
- **वनों की कटाई -** वन कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित कर वातावरण को संतुलित रखते हैं। वनों की अंधाधुंध कटाई से यह प्राकृतिक संतुलन बिगड़ जाता है, जिससे ग्रीनहाउस गैसों का प्रभाव और बढ़ जाता है।
- **कृषि एवं पशुपालन -** धान की खेती, रासायनिक उर्वरकों का प्रयोग और पशुपालन से मीथेन एवं नाइट्रस ऑक्साइड जैसी गैसों का उत्सर्जन होता है, जो जलवायु परिवर्तन में योगदान देती हैं।
- **प्राकृतिक कारण -** ज्वालामुखी विस्फोट, सौर विकिरण में परिवर्तन और महासागरीय धाराओं में उतार-चढ़ाव भी जलवायु परिवर्तन के प्राकृतिक कारण हैं, हालांकि वर्तमान समय में मानवजनित कारण अधिक प्रभावी हैं।

हरित प्रौद्योगिकी का स्वरूप -

हरित प्रौद्योगिकी वह तकनीकी व्यवस्था है जिसका उद्देश्य प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण के साथ-साथ पर्यावरणीय प्रदूषण को न्यूनतम करना और सतत विकास को बढ़ावा देना है। इसका स्वरूप बहुआयामी है, क्योंकि यह ऊर्जा, कृषि, उद्योग, परिवहन और शहरी विकास जैसे अनेक क्षेत्रों में लागू होती है।

हरित प्रौद्योगिकी का प्रमुख स्वरूप नवीकरणीय ऊर्जा आधारित तकनीकों में दिखाई देता है, जैसे सौर, पवन, जल एवं जैव-ऊर्जा, जो जीवाश्म ईंधनों पर निर्भरता कम करती हैं। इसके अतिरिक्त ऊर्जा-दक्ष तकनीकें, जैसे एलईडी प्रकाश व्यवस्था, ऊर्जा-कुशल मशीनें और स्मार्ट ग्रिड, ऊर्जा संरक्षण को प्रोत्साहित करती हैं।

इसका एक महत्वपूर्ण स्वरूप अपशिष्ट प्रबंधन एवं पुनर्चक्रण तकनीक है, जिसमें ठोस अपशिष्ट, ई-कचरा और औद्योगिक अपशिष्ट का पर्यावरण-अनुकूल निपटान किया जाता है। हरित भवन, स्वच्छ परिवहन, तथा जल संरक्षण तकनीकों भी हरित प्रौद्योगिकी के अभिन्न अंग हैं।

समग्र रूप से हरित प्रौद्योगिकी का स्वरूप ऐसा है जो आर्थिक विकास और पर्यावरण संरक्षण के बीच संतुलन स्थापित करता है। यही कारण है कि जलवायु परिवर्तन शमन और सतत भविष्य के निर्माण में इसकी भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण मानी जाती है।

जलवायु परिवर्तन शमन में हरित प्रौद्योगिकी -

नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकी - नवीकरणीय ऊर्जा जलवायु परिवर्तन शमन का सबसे प्रभावी साधन है।

नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकी ऐसी तकनीकों का समुच्चय है, जिनमें प्राकृतिक स्रोतों से निरंतर प्राप्त होने वाली ऊर्जा का उपयोग किया जाता है। सौर, पवन, जल, बायोमास और भू-तापीय ऊर्जा इसके प्रमुख रूप हैं। ये स्रोत अक्षय हैं तथा जीवाश्म ईंधनों की तुलना में पर्यावरण पर अत्यंत कम नकारात्मक प्रभाव डालते हैं।

इस प्रौद्योगिकी का सबसे महत्वपूर्ण लाभ यह है कि इससे ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में उल्लेखनीय कमी आती है, जिससे जलवायु परिवर्तन शमन में सहायता मिलती है। सौर पैनलों द्वारा सूर्य के प्रकाश को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है, जबकि पवन टर्बाइन हवा की गतिज ऊर्जा का उपयोग करती हैं। जलविद्युत परियोजनाएँ बहते जल से ऊर्जा उत्पादन करती हैं, वहीं बायोमास ऊर्जा कृषि अपशिष्ट और जैविक पदार्थों के उपयोग पर आधारित होती है।

नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकी ऊर्जा सुरक्षा को सुदृढ़ करती है और आयातित ईंधनों पर निर्भरता घटाती है। इसके अतिरिक्त, इससे रोजगार सृजन, ग्रामीण विकास और स्वच्छ पर्यावरण को बढ़ावा मिलता है। सतत विकास और भविष्य की ऊर्जा आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकी का व्यापक विस्तार अत्यंत आवश्यक है। हरित प्रौद्योगिकी ऊर्जा के कुशल उपयोग पर बल देती है। एलईडी लाइट, ऊर्जा-कुशल उपकरण और स्मार्ट ग्रिड जैसी तकनीकों ऊर्जा की खपत कम करती हैं, जिससे उत्सर्जन में कमी आती है।

हरित परिवहन प्रणाली-

हरित परिवहन प्रणाली ऐसी परिवहन व्यवस्था है, जो पर्यावरण संरक्षण, ऊर्जा दक्षता और सतत विकास के सिद्धांतों पर आधारित होती है। पारंपरिक परिवहन प्रणालियाँ जीवाश्म ईंधनों पर अत्यधिक निर्भर होती हैं, जिससे वायु प्रदूषण, ध्वनि प्रदूषण और ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन बढ़ता है। हरित परिवहन प्रणाली इन समस्याओं को कम करने का प्रभावी उपाय प्रदान करती है। इस प्रणाली के अंतर्गत इलेक्ट्रिक वाहन, हाइब्रिड वाहन, इलेक्ट्रिक बसें, मेट्रो रेल, सार्वजनिक परिवहन, साइकिल मार्ग तथा पैदल यातायात को बढ़ावा दिया जाता है। इलेक्ट्रिक वाहनों के उपयोग से ईंधन की खपत घटती है और कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन में उल्लेखनीय कमी आती है। सार्वजनिक परिवहन के विस्तार से निजी वाहनों पर निर्भरता कम होती है, जिससे यातायात भीड़ और प्रदूषण दोनों नियंत्रित होते हैं।

हरित परिवहन प्रणाली शहरी क्षेत्रों में स्वच्छ वायु, बेहतर स्वास्थ्य और ऊर्जा सुरक्षा सुनिश्चित करने में सहायक है। इसके साथ ही यह जलवायु परिवर्तन शमन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। भविष्य के सतत और पर्यावरण-अनुकूल समाज के निर्माण के लिए हरित परिवहन प्रणाली का व्यापक विकास और क्रियान्वयन अत्यंत आवश्यक है।

हरित भवन एवं शहरी प्रौद्योगिकी-

हरित भवन एवं शहरी प्रौद्योगिकी वर्तमान समय में सतत शहरी विकास और जलवायु परिवर्तन शमन का एक महत्वपूर्ण साधन है। तीव्र शहरीकरण, बढ़ती ऊर्जा खपत और पर्यावरणीय प्रदूषण की समस्याओं के समाधान हेतु इस

अवधारणा का महत्व लगातार बढ़ रहा है।

हरित भवन ऐसे भवन होते हैं जिनका निर्माण एवं संचालन इस प्रकार किया जाता है कि ऊर्जा, जल और अन्य प्राकृतिक संसाधनों का न्यूनतम उपयोग हो। इनमें सौर ऊर्जा, प्राकृतिक प्रकाश एवं वेंटिलेशन, वर्षा जल संचयन, जल पुनर्चक्रण तथा पर्यावरण-अनुकूल निर्माण सामग्री का प्रयोग किया जाता है। इससे कार्बन उत्सर्जन में कमी आती है और मानव स्वास्थ्य के लिए बेहतर आवासीय वातावरण बनता है।

शहरी प्रौद्योगिकी शहरों को स्मार्ट, स्वच्छ और टिकाऊ बनाने की दिशा में कार्य करती है। इसमें स्मार्ट ऊर्जा प्रबंधन प्रणाली, इलेक्ट्रिक परिवहन, ऊर्जा-दक्ष स्ट्रीट लाइटिंग, अपशिष्ट प्रबंधन तथा हरित सार्वजनिक अवसंरचना शामिल हैं। ये तकनीकें शहरी संसाधनों के कुशल उपयोग को बढ़ावा देती हैं और प्रदूषण को नियंत्रित करती हैं।

हरित भवन एवं शहरी प्रौद्योगिकी न केवल पर्यावरण संरक्षण में सहायक हैं, बल्कि आर्थिक बचत और जीवन-गुणवत्ता में सुधार के माध्यम से भविष्य के सतत शहरों के निर्माण की मजबूत आधारशिला भी हैं। यह ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को घटाने, ऊर्जा पर निर्भरता कम करने और पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने में सहायक है।

कृषि क्षेत्र में हरित प्रौद्योगिकी -

कृषि क्षेत्र में हरित प्रौद्योगिकी का प्रयोग सतत विकास, पर्यावरण संरक्षण एवं जलवायु परिवर्तन शमन की दिशा में एक महत्वपूर्ण पहल है। परंपरागत कृषि पद्धतियों में रासायनिक उर्वरकों, कीटनाशकों और अत्यधिक जल उपयोग के कारण मिट्टी की उर्वरता में कमी तथा पर्यावरण प्रदूषण बढ़ा है। इन समस्याओं के समाधान के रूप में हरित प्रौद्योगिकी कृषि को अधिक पर्यावरण-अनुकूल और टिकाऊ बनाती है।

हरित कृषि प्रौद्योगिकी में जैविक खेती, सटीक कृषि, ड्रिप एवं स्पिंकलर सिंचाई, सौर ऊर्जा चालित पंप, तथा मृदा एवं जल संरक्षण तकनीकें प्रमुख हैं। ये तकनीकें जल और ऊर्जा की बचत करती हैं, उत्पादन लागत घटाती हैं और फसल उत्पादकता में वृद्धि करती हैं। इसके साथ ही फसल अवशेष प्रबंधन, कंपोस्टिंग और जैव-उर्वरकों का उपयोग ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने में सहायक होता है।

हरित प्रौद्योगिकी के माध्यम से कृषि न केवल पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने में योगदान देती है, बल्कि किसानों की आय में वृद्धि और ग्रामीण आजीविका सुदृढ़ करने में भी सहायक होती है। कृषि क्षेत्र में हरित प्रौद्योगिकी का विस्तार जलवायु परिवर्तन की चुनौती से निपटने और भविष्य की खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए अत्यंत आवश्यक है।

औद्योगिक क्षेत्र में हरित नवाचार -

औद्योगिक क्षेत्र में हरित नवाचार जलवायु परिवर्तन शमन, पर्यावरण संरक्षण और सतत आर्थिक विकास का एक महत्वपूर्ण आधार है। पारंपरिक औद्योगिक गतिविधियाँ ऊर्जा की अत्यधिक खपत, प्रदूषण और प्राकृतिक संसाधनों के क्षरण का प्रमुख कारण रही हैं। ऐसे में हरित नवाचार उद्योगों को पर्यावरण-अनुकूल और संसाधन-कुशल बनाने की दिशा में कार्य करता है।

हरित नवाचार के अंतर्गत स्वच्छ उत्पादन तकनीक, ऊर्जा दक्ष मशीनें, नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग, अपशिष्ट का पुनर्चक्रण, तथा कार्बन उत्सर्जन में कमी जैसी पहलें शामिल हैं। ऊर्जा-दक्ष उपकरणों और स्वचालित प्रणालियों के उपयोग से ईंधन की खपत घटती है, जिससे उत्पादन लागत कम होने के साथ-साथ प्रदूषण भी नियंत्रित होता है। औद्योगिक अपशिष्ट से ऊर्जा उत्पादन और कच्चे माल के पुनः उपयोग से संसाधनों का संरक्षण संभव होता है।

इसके अतिरिक्त, हरित नवाचार उद्योगों को सामाजिक उत्तरदायित्व की दिशा में भी प्रेरित करता है। इससे श्रमिकों के स्वास्थ्य में सुधार, स्थानीय पर्यावरण की सुरक्षा और दीर्घकालीन आर्थिक स्थिरता सुनिश्चित होती है। औद्योगिक क्षेत्र में

हरित नवाचार न केवल पर्यावरणीय चुनौतियों का समाधान प्रस्तुत करता है, बल्कि उद्योगों को प्रतिस्पर्धी, टिकाऊ और भविष्य-उन्मुख बनाने में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

भारत में हरित प्रौद्योगिकी और जलवायु शमन -

भारत विश्व के उन देशों में शामिल है जो जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के प्रति अत्यधिक संवेदनशील हैं। बढ़ता तापमान, अनियमित मानसून, सूखा, बाढ़ और समुद्र-स्तर में वृद्धि जैसी समस्याएँ भारत के पर्यावरण, कृषि और अर्थव्यवस्था को प्रभावित कर रही हैं। इस संदर्भ में हरित प्रौद्योगिकी भारत के लिए जलवायु शमन (Climate Mitigation) का एक प्रभावी और व्यावहारिक साधन बनकर उभरी है। हरित प्रौद्योगिकी का उद्देश्य विकास और पर्यावरण संरक्षण के बीच संतुलन स्थापित करना है।

हरित प्रौद्योगिकी ऐसी तकनीकों और नवाचारों का समूह है जो कम कार्बन उत्सर्जन, ऊर्जा दक्षता, नवीकरणीय संसाधनों के उपयोग और पर्यावरणीय क्षति में कमी पर केंद्रित हैं। भारत में इसका महत्व इसलिए भी अधिक है क्योंकि यहाँ विकास की आवश्यकताएँ और पर्यावरणीय चुनौतियाँ दोनों समानांतर रूप से विद्यमान हैं।

- **नवीकरणीय ऊर्जा-** भारत ने सौर, पवन, जल और जैव-ऊर्जा के क्षेत्र में उल्लेखनीय प्रगति की है। सौर ऊर्जा पार्क, रूफटॉप सोलर और पवन ऊर्जा परियोजनाएँ जीवाश्म ईंधनों पर निर्भरता कम कर रही हैं। इससे कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन में कमी आती है और ऊर्जा सुरक्षा भी सुदृढ़ होती है।
- **हरित परिवहन-** विद्युत वाहन, सार्वजनिक परिवहन का विस्तार, जैव-ईंधन और रेलवे विद्युतीकरण जैसे कदम परिवहन क्षेत्र से होने वाले प्रदूषण को कम कर रहे हैं। यह वायु गुणवत्ता सुधार और जलवायु शमन दोनों में सहायक है।
- **ऊर्जा दक्षता और हरित भवन-** ऊर्जा दक्ष उपकरण, एलईडी प्रकाश, स्मार्ट मीटर और हरित भवन मानक शहरी क्षेत्रों में ऊर्जा खपत घटाने में सहायक हैं। इससे ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में कमी आती है।
- **कृषि एवं अपशिष्ट प्रबंधन-** जलवायु-स्मार्ट कृषि, सूक्ष्म सिंचाई, जैविक खेती और अपशिष्ट से ऊर्जा उत्पादन जैसी तकनीकें पर्यावरणीय दबाव को कम करती हैं। साथ ही पुनर्चक्रण और परिपत्र अर्थव्यवस्था संसाधनों के सतत उपयोग को बढ़ावा देती है।

हरित प्रौद्योगिकी भारत को कम-कार्बन विकास पथ अपनाने में सहायता करती है। यह न केवल उत्सर्जन घटाती है, बल्कि रोजगार सृजन, ऊर्जा आत्मनिर्भरता और सतत विकास लक्ष्यों की प्राप्ति में भी योगदान देती है।

भारत में जलवायु शमन के लिए हरित प्रौद्योगिकी एक अनिवार्य आवश्यकता बन चुकी है। यदि नीति-निर्माण, तकनीकी नवाचार, निवेश और जनभागीदारी को समन्वित रूप से आगे बढ़ाया जाए, तो भारत पर्यावरण संरक्षण के साथ-साथ समावेशी और सतत विकास का वैश्विक उदाहरण बन सकता है।

हरित प्रौद्योगिकी के समक्ष चुनौतियाँ -

हरित प्रौद्योगिकी को जलवायु परिवर्तन, पर्यावरण प्रदूषण और संसाधन क्षय की समस्याओं का प्रभावी समाधान माना जाता है। यह सतत विकास की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है, किंतु इसके व्यापक क्रियान्वयन के मार्ग में अनेक आर्थिक, तकनीकी, सामाजिक और संस्थागत चुनौतियाँ विद्यमान हैं। इन चुनौतियों को समझना और उनका समाधान खोजना हरित भविष्य के लिए आवश्यक है।

- **उच्च प्रारंभिक लागत -**हरित प्रौद्योगिकियों जैसे सौर ऊर्जा संयंत्र, पवन ऊर्जा, विद्युत वाहन और ऊर्जा दक्ष मशीनों की स्थापना में प्रारंभिक लागत अधिक होती है। विकासशील देशों और छोटे उद्योगों के लिए यह एक बड़ी बाधा बनती है।

- **तकनीकी सीमाएँ** - कई हरित तकनीकों अभी विकासशील अवस्था में हैं। ऊर्जा भंडारण (बैटरी तकनीक), स्मार्ट ग्रिड और अपशिष्ट-से-ऊर्जा जैसी प्रणालियों में तकनीकी दक्षता और विश्वसनीयता की कमी देखी जाती है।
- **आधारभूत संरचना की कमी** - हरित प्रौद्योगिकी के सफल उपयोग के लिए मजबूत बुनियादी ढाँचे की आवश्यकता होती है। विद्युत वाहन चार्जिंग स्टेशन, स्मार्ट ट्रांसमिशन नेटवर्क और अपशिष्ट प्रबंधन सुविधाओं का अभाव इसके विस्तार में बाधक है।
- **जागरूकता और कौशल का अभाव** - सामान्य जनता, उद्योगों और स्थानीय संस्थाओं में हरित प्रौद्योगिकी के लाभों के प्रति पर्याप्त जागरूकता नहीं है। साथ ही, प्रशिक्षित मानव संसाधन और तकनीकी कौशल की कमी भी एक बड़ी चुनौती है।
- **नीतिगत और संस्थागत बाधाएँ** - कभी-कभी नीतियों में अस्थिरता, जटिल नियम, सब्सिडी की अनिश्चितता और प्रशासनिक विलंब हरित प्रौद्योगिकी के विकास को धीमा कर देते हैं।
- **सामाजिक और व्यवहारिक प्रतिरोध** - नई तकनीकों को अपनाने में सामाजिक स्वीकार्यता की कमी, पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों पर निर्भरता और परिवर्तन के प्रति मानसिक प्रतिरोध भी महत्वपूर्ण बाधाएँ हैं।

हरित प्रौद्योगिकी के समक्ष चुनौतियाँ बहुआयामी हैं, किंतु वे असाध्य नहीं हैं। यदि सरकार, उद्योग, वैज्ञानिक समुदाय और समाज मिलकर निवेश, अनुसंधान, नीति-सुधार और जन-जागरूकता पर ध्यान दें, तो इन बाधाओं को दूर किया जा सकता है। इस प्रकार हरित प्रौद्योगिकी न केवल पर्यावरण संरक्षण का साधन बनेगी, बल्कि सतत और समावेशी विकास की आधारशिला भी सिद्ध होगी।

भविष्य की संभावनाएँ एवं सुझाव -

जलवायु परिवर्तन, पर्यावरण प्रदूषण और संसाधनों के क्षरण की बढ़ती चुनौती के बीच हरित प्रौद्योगिकी भविष्य के सतत विकास का आधार बनती जा रही है। विज्ञान, नवाचार और नीतिगत समर्थन के साथ यह प्रौद्योगिकी न केवल पर्यावरण संरक्षण में सहायक होगी, बल्कि आर्थिक विकास और रोजगार सृजन के नए अवसर भी उत्पन्न करेगी।

- **नवीकरणीय ऊर्जा का व्यापक विस्तार** - भविष्य में सौर, पवन और जैव-ऊर्जा की लागत में और कमी आएगी, जिससे इनका उपयोग ग्रामीण एवं शहरी दोनों क्षेत्रों में व्यापक होगा। ग्रीन हाइड्रोजन जैसी नई तकनीकों ऊर्जा क्षेत्र में क्रांतिकारी परिवर्तन ला सकती हैं।
- **हरित उद्योग और रोजगार सृजन** - हरित प्रौद्योगिकी के विकास से हरित उद्योगों का विस्तार होगा, जिससे कुशल एवं अर्ध-कुशल रोजगार के नए अवसर उत्पन्न होंगे। इससे “हरित अर्थव्यवस्था” को बल मिलेगा।
- **स्मार्ट शहर और डिजिटल-हरित समन्वय** - स्मार्ट सिटी परियोजनाओं में हरित भवन, स्मार्ट ग्रिड, ऊर्जा दक्ष परिवहन और डिजिटल प्रबंधन प्रणालियों का समावेश बढ़ेगा। इससे शहरी जीवन अधिक स्वच्छ और टिकाऊ बनेगा।
- **कृषि और ग्रामीण विकास में नवाचार** - जलवायु-स्मार्ट कृषि, सटीक खेती (Precision Farming), ड्रोन और डिजिटल तकनीकों के माध्यम से कृषि उत्पादन बढ़ेगा और पर्यावरणीय दबाव घटेगा।
- **वैश्विक सहयोग और तकनीकी हस्तांतरण** - भविष्य में अंतरराष्ट्रीय सहयोग, अनुसंधान साझेदारी और तकनीकी हस्तांतरण से विकासशील देशों में हरित प्रौद्योगिकी का प्रसार तेज़ होगा।

सुझाव -

1. **नीतिगत स्थिरता और दीर्घकालिक दृष्टि** - सरकारों को स्पष्ट, स्थिर और दीर्घकालिक हरित नीतियाँ अपनानी चाहिए, जिससे निवेशकों और उद्योगों का विश्वास बढ़े।

2. **अनुसंधान एवं विकास में निवेश** - स्वदेशी हरित तकनीकों के विकास हेतु अनुसंधान संस्थानों, विश्वविद्यालयों और उद्योगों के बीच सहयोग बढ़ाया जाए।
3. **वित्तीय प्रोत्साहन और सब्सिडी** - हरित प्रौद्योगिकी अपनाने वाले उद्योगों, किसानों और उपभोक्ताओं को कर छूट, सस्ती ऋण सुविधा और प्रोत्साहन दिए जाएँ।
4. **जन-जागरूकता और शिक्षा** - शिक्षा पाठ्यक्रमों और जन-अभियानों के माध्यम से हरित प्रौद्योगिकी के लाभों के प्रति समाज में जागरूकता बढ़ाई जाए।
5. **स्थानीय स्तर पर क्रियान्वयन** - पंचायतों, नगरपालिकाओं और स्थानीय संस्थाओं को हरित परियोजनाओं में सक्रिय भूमिका दी जाए।

हरित प्रौद्योगिकी की भविष्य की संभावनाएँ अत्यंत व्यापक और आशाजनक हैं। यदि वैज्ञानिक नवाचार, नीतिगत समर्थन और सामाजिक सहभागिता को एकीकृत किया जाए, तो हरित प्रौद्योगिकी न केवल जलवायु परिवर्तन की चुनौती से निपटने में सहायक होगी, बल्कि एक स्वच्छ, समृद्ध और सतत भविष्य का मार्ग भी प्रशस्त करेगी।

निष्कर्ष -

जलवायु परिवर्तन शमन में हरित प्रौद्योगिकी की भूमिका निर्णायक और अपरिहार्य सिद्ध होती है। बढ़ते ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन, प्राकृतिक संसाधनों के क्षरण और पर्यावरणीय असंतुलन की पृष्ठभूमि में हरित प्रौद्योगिकी एक ऐसा मार्ग प्रस्तुत करती है, जो विकास और पर्यावरण संरक्षण के बीच संतुलन स्थापित करती है। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का विस्तार, ऊर्जा दक्ष तकनीकों का उपयोग, हरित परिवहन, स्वच्छ औद्योगिक प्रक्रियाएँ तथा जलवायु-स्मार्ट कृषि पद्धतियाँ कार्बन उत्सर्जन को कम करने में महत्वपूर्ण योगदान देती हैं।

हरित प्रौद्योगिकी न केवल पर्यावरणीय संकट को कम करती है, बल्कि ऊर्जा सुरक्षा, आर्थिक स्थिरता और रोजगार सृजन को भी बढ़ावा देती है। भारत जैसे विकासशील देशों के लिए यह विशेष रूप से उपयोगी है, क्योंकि यहाँ विकास की आवश्यकता के साथ-साथ पर्यावरणीय चुनौतियाँ भी गंभीर हैं। उपयुक्त सरकारी नीतियाँ, अनुसंधान एवं विकास में निवेश, निजी क्षेत्र की भागीदारी और जन-जागरूकता से इन चुनौतियों को दूर किया जा सकता है। अंततः, यह कहा जा सकता है कि हरित प्रौद्योगिकी जलवायु परिवर्तन शमन का केवल एक विकल्प नहीं, बल्कि सतत और सुरक्षित भविष्य की अनिवार्य शर्त है।

संदर्भ सूची -

1. Ministry of Environment, Forest and Climate Change, India.
2. UNEP - Green Technology and Climate Mitigation.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021–2023). Assessment Reports (AR6)- Climate Change: Mitigation of Climate Change.
4. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Climate Action and Technology Mechanism-Green/Climate Technologies for Mitigation.
5. International Energy Agency (IEA). Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector.
6. Ministry of New and Renewable Energy (MNRE), भारत सरकार. Renewable Energy Statistics एवं नीतिगत दस्तावेज़।
7. NITI Aayog. India's Long-Term Low Emissions Development Strategy.
8. विश्व बैंक (World Bank). Climate Change and Green Growth Reports.
9. UNEP (United Nations Environment Programme). Green Economy and Climate Mitigation Reports.

10. Stern, N. (2007). The Economics of Climate Change: The Stern Review.
11. भारतीय पर्यावरण, वन एवं जलवायु परिवर्तन मंत्रालय (MoEFCC). India Climate Change Reports.
12. Ministry of Environment, Forest and Climate Change (MoEFCC), भारत सरकार. राष्ट्रीय जलवायु परिवर्तन कार्य योजना (NAPCC).

--00--