

हरति हाइड्रोजन और कार्बन-तटस्थ भवषिय

यह एडिटरियल 06/01/2023 को 'द हट्टि' में प्रकाशित "A green promise: On the National Green Hydrogen mission" लेख पर आधारित है। इसमें [राष्ट्रीय हरति हाइड्रोजन मिशन](#) और संबंधित चुनौतियों के बारे में चर्चा की गई है।

संदर्भ

[हरति हाइड्रोजन या 'ग्रीन हाइड्रोजन'](#) (Green Hydrogen) में भारत की रुचि बढ़ रही है। हरति हाइड्रोजन नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के माध्यम से उत्पादित हाइड्रोजन है। हरति हाइड्रोजन में ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को उल्लेखनीय रूप से कम करने की क्षमता है, क्योंकि यह दहन पर कार्बन डाइऑक्साइड उत्पन्न नहीं करता है। इस गुण के कारण यह भारत के लिये एक विशेष रूप से आकर्षक विकल्प है, जो अपने कार्बन फुटप्रिंट को कम करने और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के शमन के लिये प्रतबिद्ध है।

- भारत में हरति हाइड्रोजन का उपयोग अभी भी प्रारंभिक चरण में है और इसके उत्पादन एवं उपयोग को बढ़ाने की राह में कई चुनौतियाँ मौजूद हैं जिन्हें संबोधित करने की आवश्यकता है। इन चुनौतियों में उत्पादन की उच्च लागत, हाइड्रोजन के वितरण एवं भंडारण के लिये बुनियादी ढाँचे की कमी और विभिन्न अनुप्रयोगों में इसके उपयोग के लिये उपयुक्त तकनीकों को विकसित करने की आवश्यकता शामिल हैं।
- इन चुनौतियों के बावजूद, भारत में हरति हाइड्रोजन के लिये व्यापक क्षमता मौजूद है। इसमें देश के ऊर्जा मिश्रण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाने की क्षमता है, जो जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता को कम करने और स्वच्छ, अधिक संवहनीय ऊर्जा प्रणाली में योगदान करने में मदद कर सकता है। उपयुक्त नीतियों एवं नविश के साथ, हरति हाइड्रोजन भारत के ऊर्जा भवषिय का एक प्रमुख घटक बन सकता है।

हरति हाइड्रोजन क्या है?

- हरति हाइड्रोजन एक प्रकार का हाइड्रोजन है जो सौर या पवन ऊर्जा जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का उपयोग कर जल के वदियुत-अपघटन (Electrolysis) के माध्यम से उत्पादित किया जाता है।
- वदियुत-अपघटन की प्रक्रिया जल को हाइड्रोजन और ऑक्सीजन में विभाजित करती है और इस तरह उत्पादित हाइड्रोजन का उपयोग स्वच्छ एवं नवीकरणीय ईंधन के रूप में किया जा सकता है।
- **उपयोग:**
 - रासायनिक उद्योग में: अमोनिया और उर्वरकों का निर्माण।
 - पेट्रोकेमिकल उद्योग में: पेट्रोलियम उत्पादों का उत्पादन।
 - इसके अलावा, इसका उपयोग अब इस्पात उद्योग में भी किया जाने लगा है जो अपने प्रदूषणकारी प्रभाव के कारण यूरोप में काफी दबाव में है।

हरति हाइड्रोजन का महत्त्व

- **उत्सर्जन लक्ष्य प्राप्त करना:** भारत के लिये अपने [राष्ट्रीय स्तर पर निर्धारित योगदान](#) (Nationally Determined Contribution- NDC)) लक्ष्यों को पूरा करने और क्षेत्रीय एवं राष्ट्रीय ऊर्जा सुरक्षा, पहुँच एवं उपलब्धता सुनिश्चित करने के लिये हरति हाइड्रोजन ऊर्जा महत्त्वपूर्ण है।
 - [पेरिस जलवायु समझौते](#) के तहत भारत ने अपनी अर्थव्यवस्था की उत्सर्जन तीव्रता को वर्ष 2030 तक वर्ष 2005 के स्तर से 33-35% तक कम करने का संकल्प लिया है। हरति हाइड्रोजन स्वच्छ ऊर्जा की ओर भारत के संक्रमण का मार्ग प्रशस्त कर सकता है और इस प्रकार जलवायु परिवर्तन का मुकाबला करने में सहयोग दे सकता है।
- **ऊर्जा भंडारण और गतिशीलता:** हरति हाइड्रोजन एक ऊर्जा भंडारण विकल्प के रूप में कार्य कर सकता है, जो भवषिय में नवीकरणीय ऊर्जा की आंतरायिकता (Intermittencies) को पूरा करने के लिये आवश्यक होगा।
 - गतिशीलता (Mobility) के संदर्भ में, शहरों एवं राज्यों के भीतर शहरी माल ढुलाई के लिये या यात्रियों के लिये लंबी दूरी के परिवहन के लिये रेलवे, बड़े जहाज़ों, बसों, ट्रकों आदि में ग्रीन हाइड्रोजन का उपयोग किया जा सकता है।
- **आयात निर्भरता को कम करना:** यह जीवाश्म ईंधन पर भारत की आयात निर्भरता को कम करेगा। इलेक्ट्रोलाइजर उत्पादन का स्थानीयकरण और हरति हाइड्रोजन परियोजनाओं के विकास से भारत में 18-20 बिलियन अमेरिकी डॉलर मूल्य का एक नया हरति प्रौद्योगिकी बाज़ार उभर सकता है तथा

इससे हज़ारों रोज़गार अवसर सृजित हो सकते हैं।

ग्रीन हाइड्रोजन से संबंधित प्रमुख चुनौतियाँ

- **उच्च उत्पादन लागत:** वर्तमान में जीवाश्म ईंधन से उत्पादित हाइड्रोजन की तुलना में हरति हाइड्रोजन का उत्पादन अधिक महँगा है।
 - ऐसा इसलिये है क्योंकि विद्युत-अपघटन की प्रक्रिया (जिसका उपयोग हरति हाइड्रोजन उत्पादन करने के लिये किया जाता है) के लिये बड़ी मात्रा में बजिली की आवश्यकता होती है और भारत में नवीकरणीय बजिली की लागत अभी भी अपेक्षाकृत अधिक है।
- **अवसंरचना की कमी:** वर्तमान में भारत में हरति हाइड्रोजन के उत्पादन, भंडारण और वितरण के लिये अवसंरचना की कमी है।
 - इसमें हाइड्रोजन रफ़ायलिंग स्टेशनों और हाइड्रोजन के परिवहन के लिये पाइपलाइनों की कमी भी शामिल है।
- **सीमिति अभिग्रहण:** हरति हाइड्रोजन के संभावित लाभों के बावजूद, वर्तमान में भारत में इस प्रौद्योगिकी को सीमिति रूप से ही अपनाया जा रहा है।
 - आम लोगों के बीच हरति हाइड्रोजन के बारे में जागरूकता एवं समझ की कमी के साथ-साथ इस प्रौद्योगिकी को अपनाने की दशा में आगे बढ़ने के लिये व्यवसायों के लिये प्रोत्साहन की कमी के कारण यह स्थिति है।
- **आर्थिक संवहनीयता:** व्यावसायिक रूप से हाइड्रोजन का उपयोग करने के लिये हरति हाइड्रोजन का नषिकरण उद्योग के समकष वदियमान सबसे बड़ी चुनौतियों में से एक है।
 - परिवहन फ़्यूल सेल के लिये, हाइड्रोजन को प्रतमील आधार पर पारंपरिक ईंधन एवं प्रौद्योगिकियों के साथ लागत-प्रतसिपर्द्धी होना चाहिये।

आगे की राह

- **नवीकरणीय बजिली सृजन की कषमता बढ़ाना:** हरति हाइड्रोजन उत्पादन की लागत को कम करने के लिये भारत में नवीकरणीय बजिली सृजन की कषमता को बढ़ाना आवश्यक है।
 - ऐसा सौर और पवन ऊर्जा जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के वसितार के माध्यम से किया जा सकता है।
- **हाइड्रोजन अवसंरचना का विकास:** हरति हाइड्रोजन के उत्पादन, भंडारण एवं वितरण के लिये अवसंरचना वकिसति करने की आवश्यकता है ताकि इस प्रौद्योगिकी को और अधिक सुलभ बनाया जा सके। इसमें हाइड्रोजन के परिवहन के लिये पाइपलाइनों का नरिमाण और हाइड्रोजन रफ़ायलिंग स्टेशनों की स्थापना करना शामिल है।
- **वनियामक प्रोत्साहन लागू करना:** सरकार इस प्रौद्योगिकी के उत्पादन एवं उपयोग को प्रोत्साहति करने के लिये टैक्स क्रेडिट एवं सब्सिडी जैसे वनियामक प्रोत्साहनों को लागू करके हरति हाइड्रोजन के अभिग्रहण को बढ़ावा देने में महत्त्वपूर्ण भूमिका नषिा सकती है।
- **हरति हाइड्रोजन के बारे में जागरूकता एवं समझ का प्रसार करना:** आम लोगों को ग्रीन हाइड्रोजन के लाभों और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने में इसकी भूमिका के बारे में शकषि कराना महत्त्वपूर्ण है।
 - जन जागरूकता अभियानों और शैकषिक पहलों के माध्यम से इस उद्देश्य को आगे बढ़ाया जा सकता है।

अभ्यास प्रश्न: हरति हाइड्रोजन उत्पादन को करयानवति करने के संभावित लाभों एवं संबंधित चुनौतियों की चर्चा कीजिये। भारत अपने ऊर्जा एवं जलवायु लक्ष्यों को प्राप्त करने में इस स्वच्छ एवं नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत का कसि प्रकार उपयोग कर सकता है?