

हरति हाइड्रोजन - जीवाश्म ईंधन का विकल्प

यह एडिटरियल 'हद्वि बज़िनेस लाइन' में प्रकाशित "Hydrogen Mission needs solid implementation" लेख पर आधारित है। इसमें 'ग्रीन हाइड्रोजन' के बारे में और इस संबंध में चर्चा की गई है कि ग्रीन हाइड्रोजन किस प्रकार जीवाश्म ईंधन को प्रतिस्थापित कर सकता है।

संदर्भ

अपने अत्यंत महत्वाकांक्षी '[राष्ट्रीय हरति हाइड्रोजन मिशन](#)' (National Green Hydrogen Mission) के तहत भारत 'हरति हाइड्रोजन (Green Hydrogen) के उत्पादन, उपयोग एवं निर्यात के वैश्विक केंद्र' में रूपांतरित होने और 'प्रौद्योगिकी एवं बाज़ार नेतृत्व ग्रहण करने' की मंशा रखता है। मिशन का लक्ष्य घरेलू उपयोग के लिये 5 मिलियन टन हरति हाइड्रोजन का उत्पादन करना है।

- हरति हाइड्रोजन एक स्वच्छ ऊर्जा स्रोत है जो पवन, सौर और जलविद्युत जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का उपयोग करके जल के विद्युत-अपघटन (electrolysis) के माध्यम से उत्पादित किया जाता है। इसमें कार्बन मुक्त अर्थव्यवस्था की ओर संक्रमण हेतु एक प्रमुख खलाड़ी बनने की क्षमता है और यह जलवायु परिवर्तन के शमन में मदद कर सकता है। उत्पादित हरति हाइड्रोजन को परिवहन, उद्योग एवं कृषि क्षेत्र के लिये ईंधन के रूप में भंडारित और उपयोग किया जा सकता है।

हरति हाइड्रोजन के विकास के पीछे के प्रमुख कारण

- **ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करना:**
 - ग्रीन हाइड्रोजन विकसित करने का प्राथमिक कारण है ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करना और जलवायु परिवर्तन का शमन करना। परिवहन और बजिली उत्पादन के लिये जीवाश्म ईंधन का उपयोग वैश्विक उत्सर्जन का एक प्रमुख योगदानकर्ता है।
 - नवीकरणीय स्रोतों से उत्पादित हरति हाइड्रोजन ग्रीनहाउस गैसों का शून्य उत्सर्जन करता है, जो इसे एक सतत/संवहनीय और पर्यावरण के अनुकूल ऊर्जा स्रोत बनाता है।
- **ऊर्जा सुरक्षा और स्वतंत्रता:**
 - जीवाश्म ईंधन सीमित संसाधन हैं और वैश्विक आपूर्ति एवं मांग के आधार पर उनकी कीमतों में उतार-चढ़ाव होता रहता है। हरति हाइड्रोजन जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों को विकसित करके, दुनिया के देश अधिक ऊर्जा-स्वतंत्र बन सकते हैं और मूल्य उतार-चढ़ाव संबंधी झटकों एवं आपूर्ति बाधाओं के प्रति कम संवेदनशील बन सकते हैं।
- **नए उद्योग और रोज़गार अवसर सृजित करना:**
 - हरति हाइड्रोजन के विकास से नए उद्योग और रोज़गार अवसरों का सृजन हो सकता है, विशेष रूप से नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में। हरति हाइड्रोजन के उत्पादन, भंडारण और वितरण के लिये विशेष विशेषज्ञता और आधारभूत संरचना की आवश्यकता होती है, जो रोज़गार के अवसर उत्पन्न कर सकती है।
 - [अंतरराष्ट्रीय नवीकरणीय ऊर्जा एजेंसी](#) (International Renewable Energy Agency- IRENA) के अनुसार, नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र ने वर्ष 2018 में दुनिया भर में 11 मिलियन लोगों को रोज़गार प्रदान कर रखा था और वर्ष 2050 तक इस क्षेत्र में 42 मिलियन से अधिक रोज़गार अवसर सृजित करने की उम्मीद है।
- **ऐसे क्षेत्रों में डीकार्बोनाइज़ेशन जसिमें डीकार्बोनाइज़ेशन मुश्किल हो:**
 - जीवाश्म ईंधन को हरति हाइड्रोजन से प्रतिस्थापित कर सकने की व्यापक संभावना मौजूद है, विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जनिहें डीकार्बोनाइज़ करना कठिन है (जैसे कि भारी उद्योग और वमिन्न क्षेत्र)। ये क्षेत्र वैश्विक उत्सर्जन में उल्लेखनीय योगदान देते हैं और हरति हाइड्रोजन का उपयोग उनके 'कार्बन फुटप्रिंट' को कम करने में मदद कर सकता है।
- **तकनीकी प्रगति:**
 - हरति हाइड्रोजन का विकास विभिन्न क्षेत्रों में तकनीकी प्रगति और नवाचारों को प्रेरित कर सकता है। हरति हाइड्रोजन के उत्पादन, भंडारण एवं वितरण के लिये नई तकनीकों और अवसंरचना की आवश्यकता है जो नई सामग्रियों, प्रक्रियाओं एवं प्रणालियों के विकास को बढ़ावा दे सकती है।

[ग्रीन हाइड्रोजन के अनुप्रयोग](#)

■ कृषि क्षेत्र:

- कृषि क्षेत्र में जीवाश्म ईंधन के प्रतस्थापन के लिये हरति हाइड्रोजन:
 - ग्रीन हाइड्रोजन में नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का उपयोग कर अमोनिया के उत्पादन के माध्यम से कृषि क्षेत्र में पारंपरिक उर्वरकों को प्रतस्थापति कर सकने की क्षमता मौजूद है।
 - अमोनिया उर्वरकों के उत्पादन में एक प्रमुख घटक होता है और वर्तमान में इसकी उत्पादन प्रक्रिया प्राकृतिक गैस पर निर्भर करती है, जो एक जीवाश्म ईंधन है और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में योगदान करती है।
 - हरति हाइड्रोजन की मदद से उत्पादति हरति अमोनिया कार्बन-मुक्त होता है। पारंपरिक उर्वरकों की तुलना में हरति अमोनिया के कई अन्य लाभ भी हैं, जैसे यह बेहतर दक्षता रखता है और मृदा अम्लता में कम योगदान करता है।
 - हालाँकि हरति अमोनिया के बड़े पैमाने पर उत्पादन के लिये बुनियादी ढाँचे में उल्लेखनीय नविश और नई प्रौद्योगिकियों के विकास की आवश्यकता होगी। वर्तमान में, पारंपरिक अमोनिया उत्पादन की तुलना में हरति अमोनिया का उत्पादन अधिक महँगा है, जो अल्पावधि में इसके अंगीकरण को सीमति कर सकता है।
- हरति हाइड्रोजन से संचालति फार्म मशीनरी:
 - ट्रैक्टर, हार्वेस्टर जैसी फार्म मशीनरी और सचिाई प्रणाली को संचालन के लिये वृहत ऊर्जा की आवश्यकता होती है। हरति हाइड्रोजन से संचालति कृषि मशीनरी आवश्यक कृषि कार्यों की पूर्ति हेतु आवश्यक ऊर्जा प्रदान करते हुए भी ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को पर्याप्त कम कर सकती है।
- जल प्रबंधन के लिये हरति हाइड्रोजन:
 - जल एक बहुमूल्य संसाधन है और इसे कुशलता से प्रबंधति करना संवहनीय कृषि के लिये महत्त्वपूर्ण है। ग्रीन हाइड्रोजन का उपयोग वलिवणीकरण संयंत्रों (जो खारे जल को मीठे जल में परिवर्तति करते हैं) को ऊर्जा देने के लिये कथिा जा सकता है, जिससे दुर्लभ मीठे जल संसाधनों पर हमारी निर्भरता कम हो सकती है।

■ परविहन क्षेत्र:

- हाइड्रोजन फ्यूल सेल:
 - हाइड्रोजन फ्यूल सेल (Hydrogen Fuel Cell) एक ऐसा उपकरण है जो हाइड्रोजन और ऑक्सीजन की रासायनिक ऊर्जा को बजिली, जल एवं ऊष्मा में परिवर्तति करता है।
 - हाइड्रोजन फ्यूल सेल से संचालति वाहन शून्य उत्सर्जन पैदा करते हैं, जिससे वे गैसोलीन और डीजल से संचालति वाहनों की तुलना में अधिक आकर्षक विकल्प प्रदान करते हैं। वे बैटरी-संचालति इलेक्ट्रिक वाहनों की तुलना में भी लंबी रेंज रखते हैं और उन्हें तुरंत ही री-फ्यूल कथिा जा सकता है, जिससे वे लंबी दूरी की यात्रा के लिये अधिक सुविधाजनक होते हैं।

■ औद्योगिक क्षेत्र:

- लागत बचत:
 - हरति हाइड्रोजन का उत्पादन अतिरिक्त नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग करके कथिा जा सकता है जो ऑफ-पीक घंटों के दौरान उत्पन्न होती है। इस प्रकार उत्पादति हरति हाइड्रोजन को भंडारति कथिा जा सकता है और उच्च ऊर्जा मांग के समय इसका उपयोग कथिा जा सकता है। यह ऊर्जा की लागत को कम करने और सतत विकास को बढ़ावा देने में मदद कर सकता है।
- विश्वसनीय स्रोत:
 - ग्रीन हाइड्रोजन का उत्पादन और ऑन-साइट भंडारण कथिा जा सकता है, जिससे यह औद्योगिक प्रक्रियाओं के लिये ऊर्जा का एक विश्वसनीय और सुसंगत स्रोत बन जाता है। यह बजिली ग्रिड पर निर्भरता को कम करने और ऊर्जा स्वतंत्रता को बढ़ावा देने में मदद कर सकता है।
- अपशषिट में कमी:
 - हरति हाइड्रोजन का उत्पादन नगरों के ठोस अपशषिट और कृषि अपशषिट के उपयोग से कथिा जा सकता है। यह अपशषिट को कम करने और इस तरह सतत विकास को बढ़ावा देने में मदद कर सकता है।
- ऊर्जा दक्षता में वृद्धि:
 - ग्रीन हाइड्रोजन का उपयोग फ्यूल सेल को ऊर्जा देने के लिये कथिा जा सकता है, जो पारंपरिक दहन इंजनों की तुलना में अधिक ऊर्जा दक्ष होते हैं। यह ऊर्जा उपभोग को कम करने में मदद कर सकता है।

हरति हाइड्रोजन प्रवर्तन से संबद्ध कठनाइयाँ

■ लागत:

- पारंपरिक जीवाश्म ईंधन की तुलना में हरति हाइड्रोजन की लागत वर्तमान में अधिक है। हरति हाइड्रोजन के उत्पादन, भंडारण एवं वतिरण के लिये विशेष उपकरण और अवसंरचना की आवश्यकता होती है, जिससे यह पारंपरिक ईंधन की तुलना में अधिक महँगा हो जाता है।
- हालाँकि, प्रौद्योगिकी में प्रगत और उत्पादन में वृद्धि के साथ हरति हाइड्रोजन की लागत समय के साथ कम होने की उम्मीद है।

■ अवसंरचना:

- हरति हाइड्रोजन के व्यापक अंगीकरण के लिये इसके उत्पादन, भंडारण एवं वतिरण हेतु एक सुदृढ़ अवसंरचना विकसति करने की आवश्यकता है।
- अवसंरचना को इस तरह से विकसति कथिा जाना चाहिये जो मौजूदा ऊर्जा अवसंरचना से सुसंगत हो ताकि हरति हाइड्रोजन की ओर संक्रमण को सुगम बनाया जा सके।

■ ऊर्जा भंडारण:

- हरति हाइड्रोजन का उत्पादन पवन, सौर और जलविद्युत जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों पर निर्भर है। हालाँकि ये स्रोत आंतरायिक (intermittent) हैं, यानी समय के साथ इनके आउटपुट में उतार-चढ़ाव हो सकता है। हरति हाइड्रोजन को व्यापक रूप से अपनाये जाने के लिये प्रभावी ऊर्जा भंडारण समाधानों का विकास महत्त्वपूर्ण है।
 - बैटरी और हाइड्रोजन भंडारण जैसे ऊर्जा भंडारण समाधान नवीकरणीय स्रोतों द्वारा उत्पादति अतिरिक्त ऊर्जा को संग्रहीत कर

सकते हैं तथा हरति हाइड्रोजन की नरितर आपूरत प्रदान कर सकते हैं ।

■ सुरक्षा:

- ग्रीन हाइड्रोजन एक अत्यधिक ज्वलनशील गैस है जिसके लिये वशिष रखरखाव/हैडलगी और भंडारण की आवश्यकता होती है ।
- ग्रीन हाइड्रोजन के सुरक्षति हैडलगी और भंडारण को सुनश्चिति करने के लिये उचिति सुरक्षा प्रोटोकॉल एवं वनियिमों का वकिस करना महत्त्वपूर्ण है ।

■ सार्वजनिकि स्वीकृतः

- हरति हाइड्रोजन के अंगीकरण के लिये की इसकी सार्वजनिकि स्वीकृत महत्त्वपूर्ण है । लोगों को हरति हाइड्रोजन के लाभों और जलवायु परविरतन के शमन में इसकी भूमिका के बारे में शकिति कथिा जाना चाहयि ।

हरति हाइड्रोजन को बढ़ावा देने के लिये भारत की प्रमुख पहलें

- भारत ने अपनी अर्थव्यवस्था को डीकार्बोनाइज़ करने और अपने जलवायु लक्ष्यों को पूरा करने के लिये हरति हाइड्रोजन की क्षमता को चहिनति कथिा है । देश ने हरति हाइड्रोजन के उत्पादन, उपयोग एवं नरियात को बढ़ावा देने के लिये कई पहलें और नीतियों लागू की हैं ।

■ कुछ प्रमुख पहलें हैं:

○ राष्ट्रीय हाइड्रोजन मिशन (National Hydrogen Mission):

- इस मिशन की घोषणा केंद्रीय बजट 2021-22 में की गई थी और इसका लक्ष्य भारत को हरति हाइड्रोजन और इसके डेरविवि के लिये एक वैश्विक केंद्र बनाना है ।
- यह मिशन हरति हाइड्रोजन के लिये मांग नरिमाण, पायलट परयोजनाओं, अनुसंधान एवं वकिस, कौशल वकिस, मानकों एवं वनियिमों और नीतगित ढाँचे की सुवधि भी प्रदान करेगा ।

○ हरति हाइड्रोजन उपभोग दायित्व (Green Hydrogen Consumption Obligations):

- नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE) ने बजिली वतिरण कंपनियों के लिये नवीकरणीय खरीद दायित्वों (renewable purchase obligations) की तरह, उरवरक और पेट्रोलियम शोधन उद्योग के लिये हरति हाइड्रोजन उपभोग दायित्वों को पेश करने का प्रस्ताव दथिा है ।
- दायित्वों के तहत इन उद्योगों को अपने कुल हाइड्रोजन उपभोग में एक नश्चिति प्रतशित हरति हाइड्रोजन का रखने की आवश्यकता होगी ।

○ ग्रीन हाइड्रोजन हब (Green Hydrogen Hubs):

- MNRE ने उन क्षेत्नों की पहचान की है जो हरति हाइड्रोजन के बड़े पैमाने पर उत्पादन और/या उपयोग का समर्थन कर सकते हैं और उन्हें 'ग्रीन हाइड्रोजन हब' के रूप में वकिसति कथिा जा सकता है ।

आगे की राह

■ उत्पादन और उपयोग की उच्च लागत:

- हरति हाइड्रोजन वर्तमान में जीवाश्म ईंधन या अन्य नमिन-कारबन स्रोतों (जैसे परमाणु या ब्लू हाइड्रोजन) से उत्पादति पारंपरिक हाइड्रोजन से अधिक महंगा है । इसलिये, इस मुद्दे को हल करने के लिये कुशल प्रौद्योगिकियों को वकिसति करने की आवश्यकता है जो हरति हाइड्रोजन की उत्पादन लागत को कम कर सकें ।
 - एक आशाजनक दृष्टिकोण यह होगा कि अधिक कुशल वदियुत-अपघटन प्रणालियों का उपयोग कथिा जाए जिसमें समान मात्रा में हाइड्रोजन का उत्पादन करने के लिये कम ऊर्जा की आवश्यकता होती है । इलेक्ट्रोड के लिये उन्नत सामग्री या अधिक कुशल उत्प्रेरक के उपयोग से इसे संक्षम कथिा जा सकता है ।
 - एक अन्य दृष्टिकोण है कि हरति हाइड्रोजन उत्पादन को अन्य नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकियों, जैसे पवन या सौर फार्म के साथ एकीकृत कथिा जाए । यह वदियुत-अपघटन प्रक्रयिा में उपयोग की जाने वाली बजिली की लागत को कम कर सकता है, जिससे पारंपरिक हाइड्रोजन के साथ हरति हाइड्रोजन अधिक प्रतसिपर्द्धी बन सकता है ।

■ वनियामक प्रोत्साहन लागू करना:

- सरकार इस प्रौद्योगिकिी के उत्पादन और उपयोग को प्रोत्साहति करने के लिये टैक्स क्रेडिटि एवं सबसिडिी जैसे नयिामक प्रोत्साहनों को लागू कर ग्रीन हाइड्रोजन को अपनाने को बढ़ावा देने में महत्त्वपूर्ण भूमिका नभिा सकती है ।

■ पर्याप्त अवसंरचना और आपूरत शृंखला का अभाव:

- ग्रीन हाइड्रोजन के उत्पादन, भंडारण, परविहन एवं वतिरण के लिये समरपति अवसंरचना और आपूरत शृंखला की आवश्यकता है ।
 - पारंपरिक हाइड्रोजन के लिये मौजूदा अवसंरचना और आपूरत शृंखला हरति हाइड्रोजन की आवश्यकता की पूरति हेतु पर्याप्त या संगत नहीं है । हरति हाइड्रोजन के लिये कुशल और लागत-प्रभावी आपूरत शृंखला वकिसति की जानी चाहयि ।

■ वभिनिन हतिधारकों और क्षेत्नों के बीच समन्वयन:

- हरति हाइड्रोजन समग्र मूल्य शृंखला में कई हतिधारकों और क्षेत्नों को संलग्न करता है, जैसे नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादक, इलेक्ट्रोलाइज़र नरिमाता, हाइड्रोजन उत्पादक, ट्रांसपोर्टर, वतिरक और अंतमि उपयोगकर्ता ।
 - हरति हाइड्रोजन हेतु नीतियों, मानकों, वनियिमों, प्रोत्साहनों और बाज़ारों के संरेखण को सुनश्चिति करने के लिये इन हतिधारकों और क्षेत्नों के बीच समन्वय की आवश्यकता है ।

■ संभावति उपयोगकर्ताओं और उत्पादकों के बीच जागरूकता प्रसार और क्षमता नरिमाण:

- हरति हाइड्रोजन अभी भी एक वकिसशील प्रौद्योगिकिी है जिसके लिये संभावति उपयोगकर्ताओं और उत्पादकों के बीच जागरूकता प्रसार और क्षमता नरिमाण की आवश्यकता है ।
- वभिनिन अनुप्रयोगों और क्षेत्नों में हरति हाइड्रोजन के लाभ, सुरक्षा एवं व्यवहार्यता को प्रदर्शति करने की आवश्यकता है ।
- हरति हाइड्रोजन उत्पादन और उपयोग के लिये कौशल एवं दक्षता वकिसति करने की भी आवश्यकता है ।

अभ्यास प्रश्न: हरति हाइड्रोजन स्वच्छ ऊर्जा के एक आशाजनक स्रोत के रूप में उभर रहा है। भारत में हरति हाइड्रोजन से जुड़ी संभावनाओं और जलवायु परिवर्तन के शमन में इनकी क्षमता का विश्लेषण करें।

PDF Refernece URL: <https://www.drishtias.com/hindi/printpdf/green-hydrogen-substitute-to-fossil-fuel>

