

हरति हाइड्रोजन: भारत में अपनाने हेतु सक्षम उपाय संबंधी रोडमैप

प्रलिस के लयि:

[2070 तक शुद्ध-शून्य उत्सर्जन, ग्लासगो में संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन सम्मेलन \(COP26\), ग्रे हाइड्रोजन, जीवाशम ईधन, राष्ट्रीय हरति हाइड्रोजन मशिन](#) ।

मेन्स के लयि:

हरति हाइड्रोजन: भारत में अपनाने के लयि सक्षम उपाय संबंधी रोडमैप, हरति हाइड्रोजन के लयि सरकारी नीतयिँ और पहल ।

[स्रोत: डाउन टू अर्थ](#)

चर्चा में क्योँ?

हाल ही में वशिव आर्थिक मंच ने बेन एंड कंपनी के साथ मलिकर एक रपिर्ट जारी की है, जसिका शीर्षक है **हरति हाइड्रोजन: भारत में अपनाने के लयि सक्षम उपाय संबंधी रोडमैप**, इस बात पर प्रकाश डालता है कि हरति हाइड्रोजन उत्पादन लागत को 2 अमेरिकी डॉलर प्रति किलोग्राम से कम या उसके बराबर करने की आवश्यकता है ।

रपिर्ट की मुख्य बातें क्या हैं?

- **भारत में बढ़ने ऊर्जा की मांग:**
 - भारत वर्तमान में ऊर्जा जरूरतों के मामले में वशिव की तीसरी सबसे बड़ी अर्थव्यवस्था है और देश की ऊर्जा की मांग वर्ष 2030 तक 35% बढ़ने का अनुमान है ।
 - वर्ष 2022 में, भारत का ऊर्जा आयात बलि 185 बलियन अमेरिकी डॉलर तक पहुँच गया, जो बढ़ने की संभावना है, अगर देश पारंपरिक तरीकों के माध्यम से अपनी बढ़ती ऊर्जा मांग को पूरा करना जारी रखता है ।
 - वही, भारत ने वर्ष 2021 में ग्लासगो में आयोजित [संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन सम्मेलन \(United Nations Climate Change Conference in Glasgow - COP26\)](#) में वर्ष 2070 तक शुद्ध-शून्य उत्सर्जन हासिल करने की प्रतिबद्धता जताई है ।
- **हरति हाइड्रोजन की गंभीरता:**
 - हरति हाइड्रोजन भारत की ऊर्जा सुरक्षा जरूरतों को पूरा करने में मदद करने के लयि महत्वपूर्ण है, साथ ही शुद्ध शून्य की राह पर कठिन कषेत्रों में उत्सर्जन को कम करने में भी मदद करता है ।
 - इसके संदर्भ में, भारत सरकार ने वर्ष 2022 में [राष्ट्रीय हरति हाइड्रोजन मशिन](#) शुरू कया ।
 - इसका उद्देश्य वर्ष 2022 और वर्ष 2030 के बीच वतिरति की जाने वाली प्रोत्साहन नधि में लगभग 2.3 बलियन अमेरिकी डॉलर के माध्यम से हरति हाइड्रोजन उत्पादन तथा खपत को बढ़ावा देना है ।
- **भारत में हाइड्रोजन उत्पादन की वर्तमान स्थिति:**
 - वर्तमान में, भारत मुख्य रूप से कच्चे तेल रफाइनरयिँ और उर्वरक उत्पादन में उपयोग के लयि 6.5 मिलियन मीट्रिक टन प्रति वर्ष (MMTPA) हाइड्रोजन का उत्पादन करता है ।
 - भारत की अधिकांश वर्तमान हाइड्रोजन आपूर्ति [ग्रे हाइड्रोजन](#) है, जो [कारबन डाई ऑक्साइड](#) गैस उत्सर्जन पैदा करने वाली प्रक्रिया में [जीवाशम ईधन](#) का उपयोग करके उत्पादति की जाती है ।
 - हरति हाइड्रोजन उत्पादन के लयि इलेक्ट्रोलिसिस/वदियुत अपघटन प्रक्रिया हेतु [नवीकरणीय ऊर्जा](#) की पर्याप्त आपूर्ति की आवश्यकता होती है ।
 - भारत की नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता हरति हाइड्रोजन वकिस के लयि इसके लक्ष्यों का समर्थन कर सकती है, लेकिन तेजी से क्षमता बढ़ाने की आवश्यकता है- हरति हाइड्रोजन उत्पन्न करने के साथ-साथ देश की ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लयि अतिरिक्त क्षमता की आवश्यकता है ।
 - देश में हरति हाइड्रोजन के लयि [जमीनी स्तर पर संभावनाएँ सीमति](#) हैं; अधिकांश "वेट एंड वॉच (wait-and-watch)" चरण में हैं । कई लोगों को उम्मीद है कि वर्ष 2027 और उसके बाद हरति हाइड्रोजन का बड़े पैमाने पर उत्पादन शुरू हो जाएगा ।

■ **हरति हाइड्रोजन में बाधाएँ:**

- भारत में हरति हाइड्रोजन के वसितार के लिये गंभीर बाधाओं में आपूर्तिपक्ष, उत्पादन और वितरण की लागत, मांग पक्ष पर, पारंपरिक औद्योगिक प्रक्रियाओं में हरति हाइड्रोजन का उपभोग करने के लिये भारतीय उद्यमियों की तत्परता शामिल है।

भारत में हरति हाइड्रोजन के विकास के लिये रिपोर्ट द्वारा प्रस्तावित बलूपरति क्या है?

■ **हरति हाइड्रोजन के उत्पादन की लागत कम करना:**

- आज भारत में हरति हाइड्रोजन के उत्पादन की लागत लगभग 4-5 अमेरिकी डॉलर प्रति किलोग्राम है, जो ग्रे हाइड्रोजन की उत्पादन लागत से लगभग दोगुनी है।
 - हरति हाइड्रोजन (50-70%) की अधिकांश उत्पादन लागत चौबीसों घंटे (RTC) नवीकरणीय ऊर्जा की आवश्यकता से उत्प्रेरित है।
- भारत में हरति ऊर्जा पारस्थितिकी तंत्र विकसित करने के लिये हरति हाइड्रोजन को 2 अमेरिकी डॉलर प्रति किलोग्राम के बेंचमार्क लक्ष्य तक लाने की आवश्यकता है। जैसे:

- **प्रारंभिक चरण में अडॉप्टर्स (अपनाने वालों) के लिये प्रत्यक्ष सब्सिडी बढ़ाना** - उदाहरण के लिये संयुक्त राज्य अमेरिका ने मुद्रास्फीतिकेटौती अधिनियम (IRA) के तहत, हाइड्रोजन पर 3 अमेरिकी डॉलर/किलोग्राम तक कर क्रेडिट की घोषणा की है।
- नीतियों और प्रोत्साहनों पर दीर्घकालिक स्पष्टता के साथ प्रौद्योगिकियों के लिये लंबे पूंजी निवेश चक्रों का समर्थन करना
- स्वदेशी इलेक्ट्रोलाइजर प्रौद्योगिकी के विकास और परीक्षण को प्रोत्साहित करना

■ **हरति हाइड्रोजन रूपांतरण, भंडारण और परविहन से संबंधित लागत कम करना:**

- कम उत्पादन लागत के बावजूद, बुनयिदी ढाँचे के खर्च (रूपांतरण सुविधाएँ, भंडारण और परविहन) हरति हाइड्रोजन और इसके डेरिवटिव की समग्र लागत को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित कर सकते हैं।
- इस बुनयिदी ढाँचे की स्थापना की लागत को कम करने से वितरण लागत कम होगी और कुल व्यापार में वृद्धि होगी।
 - **इसे प्राप्त करने के लिये आवश्यक हस्तक्षेप हैं-**
 - अल्प से मध्यम अवधि में, हरति हाइड्रोजन उत्पादन समूहों का विकास करना जहाँ उत्पादन और कुल व्यापार के लिये एक सहयोगी वातावरण निकटता में होता है।
 - पूरे देश में हरति हाइड्रोजन के परविहन के लिये पाइपलाइनों सहित दीर्घकालिक बुनयिदी ढाँचे के निर्माण में निवेश करना।
 - उदाहरण के लिये यूरोपीय संघ के यूरोपीय हाइड्रोजन बैकबोन कार्यक्रम का लक्ष्य यूरोपीय संघ में एक पाइपलाइन नेटवर्क विकसित करना है।

Supply

Landed cost of green hydrogen needs to be less than or equal to \$2/kg (parity with grey hydrogen)

| 1 Landed cost of round-the-clock (RTC) renewable energy (RE) to be lower than INR 2 (~\$0.02)/kWh; support rapid decrease in electrolyser costs | | 2 Eliminate or reduce the cost of conversion/reconversion, transportation and storage | | |
|---|--|---|--|---|
| Minimize cost of landed RTC RE | Rapidly bring down electrolyser cost | Optimize conversion costs | Reduce transportation costs | Reduce storage costs |
| <p>Cost of storage: Reduce through monetary incentives</p> <p>Banking accessibility: Make available across the country and clarify norms/processes</p> <p>Transmission and distribution charges: Reduce intrastate/wheeling charges across all states (only for select few currently)</p> | <p>Subsidies: Increase quantum for early adopters (\$50/KW insufficient)</p> <p>Capex IRR: Increase duration of incentives, beyond five years for the much longer capex cycle of electrolysers</p> <p>Tech discovery: Encourage R&D for electrolyser tech suitable for India (e.g. AEM, SOEC)</p> | <p>R&D: Create incentives to develop R&D/pilots for local tech</p> | <p>Pipelines: Finance creation of hydrogen pipelines in the long term</p> | <p>R&D: Create incentives to develop R&D/pilots for local tech (e.g. type 3 and 4 cylinders)</p> |
| <p>Clusters: Encourage collaboration between peers so that production and offtake takes place in clusters; this minimizes the need for enabling infrastructure</p> <p>Allow/encourage companies to form clusters and bid for PLIs/other incentive schemes</p> <p>Benefits such as quick clearances for clusters</p> <p>Share success stories through a national platform</p> | | | | |

■ **उन उद्योगों का समर्थन करें जो हरति हाइड्रोजन को अपनाने की सबसे अधिक संभावना रखते हैं:**

- हरति हाइड्रोजन खपत को अपनाने के लिये कुछ उद्योग दूसरों की तुलना में बेहतर स्थिति में हैं।
 - हरति हाइड्रोजन के लिये भारत की घरेलू मांग को बढ़ाने हेतु प्रोत्साहन, सब्सिडी और अन्य सहायता तंत्रों को संभावित अपनाने वालों को लक्षित करना चाहिये।
- इनमें से प्रमुख मौजूदा ग्रे हाइड्रोजन उपयोगकर्त्ता हैं। हतिधारक प्रत्यक्ष सब्सिडी बढ़ाकर ग्रे हाइड्रोजन के उपयोगकर्त्ताओं के बीच

घरेलू हरति ऊर्जा मांग का समर्थन कर सकते हैं।

- इससे अल्पावधि में हरति हाइड्रोजन की लागत कम हो जाएगी और नए ऊर्जा स्रोत की दीर्घकालिक मांग को बढ़ावा मिलेगा।

■ भारत की नरियात क्षमता का लाभ उठाएं:

- अपेक्षाकृत कम लागत वाली नवीकरणीय ऊर्जा, कुशल कार्यबल और नवीकरणीय ऊर्जा वसितार के लिये भूमि की प्रचुरता को देखते हुए भारत में हरति हाइड्रोजन व्युत्पन्न नरियात का केंद्र बनने की क्षमता है।
- हतिधारक बंदरगाहों पर नरियात बुनियादी ढाँचे में सुधार करके भारत की नरियात क्षमता का लाभ उठा सकते हैं।
- हरति हाइड्रोजन डेरिवेटिव को नरियात करने से पहले उत्पादन स्थल या बंदरगाहों पर परिवर्तित करने की आवश्यकता होती है।
 - नरियात के लिये बंदरगाह टर्मिनलों पर भंडारण और शिपिंग सुविधाओं की भी आवश्यकता होती है।

■ कार्बन-सघन ऊर्जा स्रोतों को हतोत्साहित करना:

- हरति हाइड्रोजन अपनाने को प्रोत्साहित करने के अलावा भारत को कार्बन-सघन ऊर्जा स्रोतों को भी हतोत्साहित करना चाहिये।
- भारत सब्सिडी को उच्च-उत्सर्जन स्रोतों से हटा सकता है और धन को हरति ऊर्जा संक्रमण की ओर पुनर्निर्देशित कर सकता है।
 - एक व्यापक कार्बन-टैक्स व्यवस्था भारत को आबादी के लिये ऊर्जा सामर्थ्य से समझौता किये बिना बढ़ती ऊर्जा मांग को पूरा करने में मदद कर सकती है।

Demand

Demand to be enabled by supporting industries in the short term and disincentivizing carbon-intensive alternatives in the long term

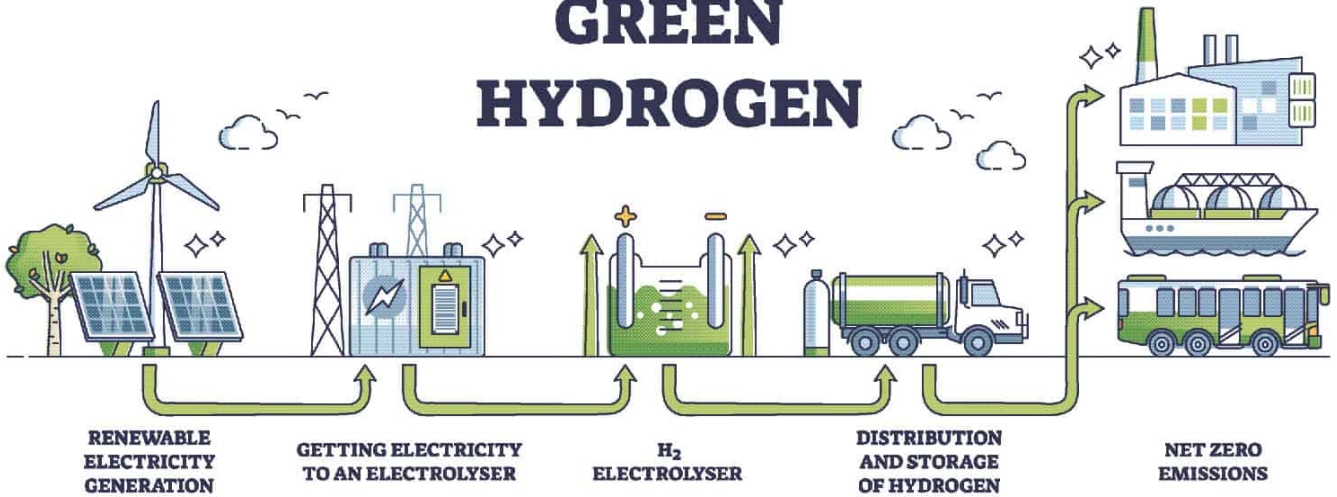
| 3 Enable domestic demand through a staggered approach of supporting end-user industries | 4 Capitalize on India's export potential | 5 Disincentivize carbon-intensive alternatives such as natural gas |
|--|--|---|
| 1 Greening existing hydrogen users (refining, fertilizer) Increase direct subsidy (\$0.50/kg is insufficient for early adopters) Institute strategic demand-side mandates (balance the volume of green hydrogen while factoring in economic considerations) | Standards: Work with other countries/global organizations to develop harmonized global standards (and/or the ability to certify green hydrogen made in India according to importers' norms) | Divert subsidies for carbon-intensive fuels to support green hydrogen |
| 2 Adoption across industrials (steel, cement) Provide CapEx support (e.g. faster depreciation, discounted land) Launch standards for green hydrogen by-products (e.g. green steel) Support in energy tech migration | Export infrastructure: Develop conversion and storage facilities at ports | Enable carbon tax/ carbon credits mechanism and use the collections to fund energy transition pathways |
| 3 Greening transportation (HDVs, maritime, aviation) Launch standards (e.g. for fuel cell) Support R&D and pilots | Export economy: Convene MoUs/bilateral agreements with potential importers to enable export from India | |
| 4 Energy (power, cement) Support R&D and pilots for blending with existing energy | | |

हरति हाइड्रोजन क्या है?

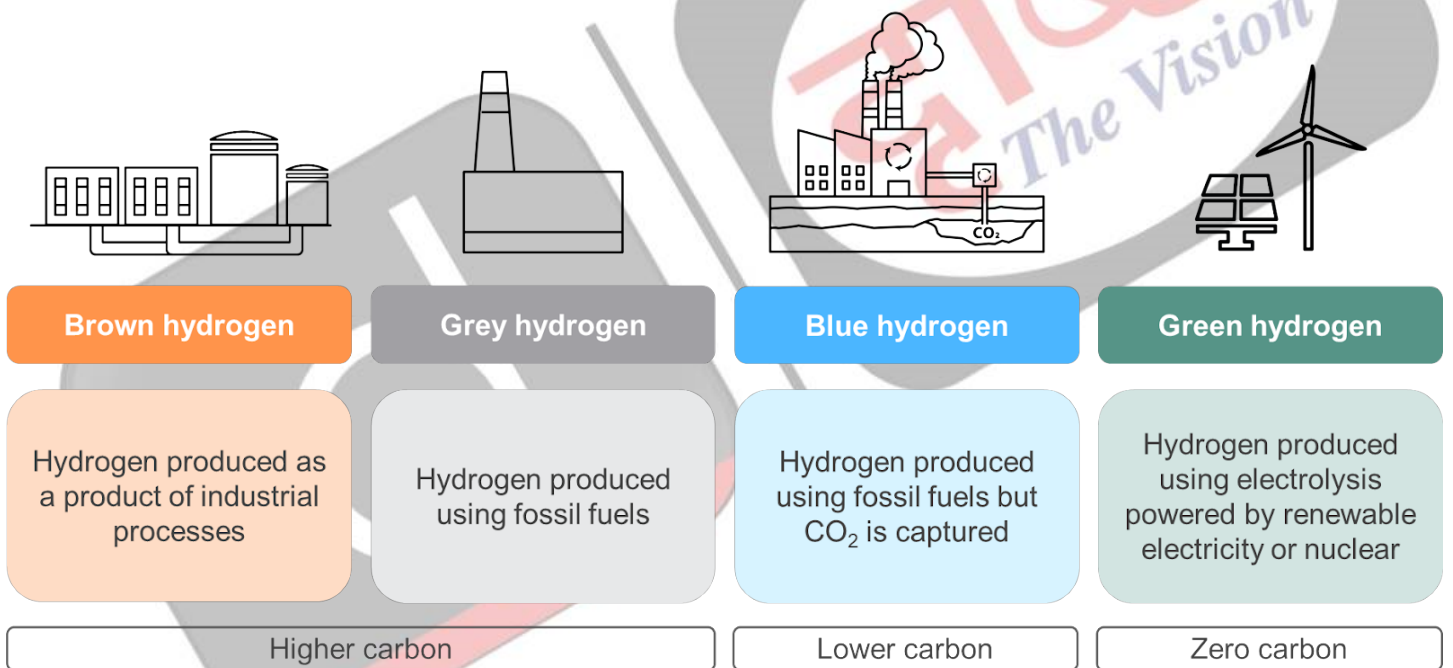
■ परिचय:

- हाइड्रोजन प्रमुख औद्योगिक ईंधन है जिसके अमोनिया (प्रमुख उर्वरक), स्टील, रफाइनरियों और वदियुत उत्पादन सहति विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोग हैं।
- हालाँकि इस प्रकार नरिमति सभी हाइड्रोजन को तथाकथित 'ब्लैक या ब्राउन' हाइड्रोजन कहा जाता है क्योंकि ये कोयले से उत्पन्न होते हैं।
- हाइड्रोजन ब्रह्मांड में सबसे प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है लेकिन शुद्ध हाइड्रोजन की मात्रा अत्यंत ही कम है।
 - यह लगभग हमेशा ऑक्सीजन के साथ H₂O, अन्य यौगिकों में मौजूद होता है।
- लेकिन जब वदियुत धारा जल से गुजरती है, तो यह इलेक्ट्रोलिसिस के माध्यम से इसे मूल ऑक्सीजन और हाइड्रोजन में खंडित करती है।
 - यदि इस प्रक्रिया के लिये उपयोग की जाने वाली वदियुत का स्रोत पवन अथवा सौर जैसे नवीकरणीय स्रोत है तो इस प्रकार उत्पादित हाइड्रोजन को हरति हाइड्रोजन कहा जाता है।

GREEN HYDROGEN



- हाइड्रोजन के साथ दर्शाए गए रंग हाइड्रोजन अणु को प्राप्त करने के लिये उपयोग की जाने वाली वदियुत स्रोत को संदर्भित करते हैं ।
 - उदाहरणार्थ यदा कोयले का उपयोग किया जाता है तो इसे ब्राउन हाइड्रोजन कहा जाता है ।



- हरित हाइड्रोजन के उत्पादन की आवश्यकता:
 - प्रतिदिन भारत में उच्च ऊर्जा सामग्री के कारण हाइड्रोजन ऊर्जा का एक बड़ा स्रोत है, यही कारण है कि इसका उपयोग रॉकेट ईंधन

के रूप में किया जाता है।

- विशेष रूप से हरति हाइड्रोजन लगभग **शून्य उत्सर्जन** के साथ ऊर्जा के सबसे स्वच्छ स्रोतों में से एक है।
 - इसका उपयोग कारों के लिये फ्यूल सेल अथवा उर्वरक एवं इस्पात वनिर्माण जैसे ऊर्जा खपत वाले उद्योगों में किया जा सकता है।
- विश्व भर के देश हरति हाइड्रोजन क्षमता के विकास हेतु कार्य कर रहे हैं क्योंकि यह ऊर्जा सुरक्षा सुनिश्चिती कर सकता है तथा कार्बन उत्सर्जन को कम करने में भी मदद कर सकता है।
- हरति हाइड्रोजन वैश्विक चर्चा का विषय बन गया है, विशेष रूप से जब विश्व अपने सबसे बड़े ऊर्जा संकट का सामना कर रही है **एंग्लवायु परिवर्तन का खतरा वास्तविकता में बदल रहा है।**

नवीकरणीय ऊर्जा से संबंधित अन्य पहल कौन-सी हैं?

- [जवाहरलाल नेहरू राष्ट्रीय सौर मिशन \(Jawaharlal Nehru National Solar Mission- JNNSM\)।](#)
- [अंतरराष्ट्रीय सौर गठबंधन।](#)
- [PM-कृसुम।](#)
- [राष्ट्रीय पवन-सौर हाइब्रिड नीति।](#)
- [रूफटॉप सौर योजना।](#)

UPSC सविलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष के प्रश्न

प्रश्न. नमिनलखिति भारी उद्योगों पर वचिर कीजयि: (2023)

1. उर्वरक संयंत्र
2. तेलशोधक कारखाने
3. इस्पात संयंत्र

उपर्युक्त में से कतिने उद्योगों के वकार्बनन में हरति हाइड्रोजन की महत्त्वपूर्ण भूमिका होने की अपेक्षा है?

- (a) केवल एक
- (b) केवल दो
- (c) सभी तीन
- (d) इनमें से कोई भी नहीं

उत्तर: C

प्रश्न. हरति हाइड्रोजन के संदर्भ में नमिनलखिति कथनों पर वचिर कीजयि: (2023)

1. इसे आंतरकि दहन के लिये ईंधन के रूप में सीधे इस्तेमाल किया जा सकता है।
2. इसे प्राकृतिक गैस के साथ मलाकर ताप या शक्ति जिनन के लिये ईंधन के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है।
3. इसे वाहन चालन के लिये हाइड्रोजन ईंधन प्रकोष्ठ में इस्तेमाल किया जा सकता है।

उपर्युक्त में से कतिने कथन सही हैं?

- (a) केवल एक
- (b) केवल दो
- (c) सभी तीन
- (d) इनमें से कोई भी नहीं

उत्तर: (c)

प्रश्न. हाइड्रोजन ईंधन सेल वाहन "नकिस" के रूप में नमिनलखिति में से एक का उत्पादन करते हैं (2010)

- (a) NH₃
- (b) CH₄
- (c) H₂O
- (d) H₂O₂

उत्तर: (c)

PDF Reference URL: <https://www.drishtias.com/hindi/printpdf/green-hydrogen-enabling-measures-roadmap-for-adoption-in-india>

