

## वमिनन और उत्सर्जन पर इसका प्रभाव

### प्रलिस के लयि:

[कषेत्रीय संपरक योजना-UDAN](#), [ओपन सकाई संधि](#), [कारबन तटसथता](#)

### मेन्स के लयि:

वमिनन कषेत्र से होने वाला उत्सर्जन, इससे संबधति प्रमुख चुनौतयिँ और आगे की राह, भारत के वमिनन कषेत्र का परविरतन, सरकारी नीतयिँ एवं हसतकषेप

[स्रोत: द हद्वि](#)

## चरचा में कयों?

2022 2022 में प्रकाशति एक अधययन में पाया गया क वमिनन कषेत्र [गरीनहाउस गैस](#) उत्सर्जन में शीरष वैश्वकि योगदानकर्त्ताओं में से एक है, नजि जेट वमिननों का प्रतयिात्री कारबन उत्सर्जन काफी अधकि है।

- भारत का नजि वमिनन कषेत्र अभी अपनी प्रारंभकि अवस्था में है लेकनि देश की बढ़ती संवृध्द के कारण इसमें तीव्र वृध्द हो रही है।

## वमिनन कषेत्र से होने वाले उत्सर्जन की क्या स्थति है?

- वमिनन कषेत्र:
  - [अंतरराषटरीय ऊरजा एजेंसी \(IEA\)](#) के अनुसार, वर्ष 2022 में वैश्वकि ऊरजा-संबधति CO<sub>2</sub> उत्सर्जन में वमिनन की 2% भागीदारी रही, जसिमें उत्सर्जन लगभग 800 मीटरकि टन CO<sub>2</sub> (जो [कोवडि-19 महामारी](#) के स्तर का लगभग 80% है) तक पहुँच गया।
    - हाल के दशकों में वमिनन कषेत्र से उत्सर्जन में रेल, सडक या जहाज़रानी की तुलना में अधकि तीव्र वृध्द हुई।
    - यदिवमिनन कषेत्र को एक देश माना जाए तो यह विश्व में शीरष 10 उत्सर्जकों में शामिल होगा।
- नजि वमिनन कषेत्र से उत्सर्जन: अधययन में पाया गया किवर्ष 2019 और 2023 के बीच नजि वमिनन कषेत्र से होने वाले उत्सर्जन में 46% की वृध्द हुई।
  - नजि जेट वमिनन, वाणजियकि उडानों की तुलना में प्रतयिात्री 5 से 14 गुना अधकि CO<sub>2</sub> उत्सर्जति करते हैं तथा प्रतयिात्री आधार पर रेलगाडयिँ की तुलना में 50 गुना अधकि प्रदूषण करते हैं।
  - इससे नाइट्रोजन ऑक्साइड (NOx) एवं अन्य गरीनहाउस गैसों उत्सर्जति होती है।

## नजि वमिनन कषेत्र में वृध्द:

- वैश्वकि: नजि जेट की संख्या दसिंबर 2023 के 25,993 से बढ़कर फरवरी 2024 में 26,454 हो गई, जसिसे होने वाले उत्सर्जन में वृध्द हुई।
  - प्रतयेक नजि उडान से औसतन लगभग 3.6 टन CO<sub>2</sub> का उत्सर्जन होता है जसिसे ग्लोबल वार्मगि में वृध्द होती है।
- भारत: मार्च 2024 तक भारत में 112 पंजीकृत नजि वमिनन हैं।
  - यदयपयिह संख्या अमेरिका एवं माल्टा जैसे देशों की तुलना में अपेक्षाकृत कम है फरि भी इससे भारत नजि वमिनन स्वामतिव के मामले में शीरष 20 देशों में शामिल है।
  - भारत में प्रतएक लाख वयक्तयिँ पर एक नजि जेट है, जो माल्टा (46.51 प्रतिलाख) एवं अमेरिका (5.45 प्रतिलाख) जैसे देशों की तुलना में काफी कम है।
- भारत में अरबपतयिँ (वशिव स्तर पर तीसरी सबसे बडी संख्या) और करोडपतयिँ की बढ़ती संख्या से नजि जेट की मांग को बढ़ावा मलिा है।

## वमिनन क्षेत्र को कार्बन मुक्त करने के संभावित समाधान क्या हैं?

- **सतत् वमिनन ईंधन (SAF):** SAF (स्पाइसजेट और एयर एशिया जैसी एयरलाइनों द्वारा परीक्षण किया गया) **जैव-आधारित या अपशषिट-व्युत्पन्न ईंधन** हैं जो रासायनिक रूप से पारंपरिक जेट ईंधन के समान हैं, लेकिन इनका **कार्बन उत्सर्जन काफी कम** है।
- **संभावित लाभ:**
  - **कार्बन उत्सर्जन में कमी:** SAF फीडस्टॉक और उत्पादन वृद्धि के आधार पर कार्बन उत्सर्जन को **80%** तक कम कर सकता है।
  - **अनुकूलता:** SAF **ड्रॉप-इन ईंधन** है, जिनका **उपयोग मौजूदा वमिन इंजन और बुनियादी ढाँचे में बिना किसी बड़े बदलाव** के किया जा सकता है, जो उत्सर्जन में कमी के लिये एक नकित-अवधि समाधान प्रदान करता है।
  - **विविध फीडस्टॉक:** SAF उत्पादन से वभिन्न प्रकार के फीडस्टॉक (जैसे शैवाल, कृषि अवशेष, अपशषिट तेल या नगरपालिका टोस अपशषिट) का लाभ उठाया जा सकता है, जिससे **जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता कम** हो सकती है और **आपूर्ति शृंखलाओं में लचीलापन** आ सकता है।
- **चुनौतियाँ:**
  - **उच्च लागत:** SAF वर्तमान में **पारंपरिक जेट ईंधन की तुलना में अधिक महंगे हैं**, जिससे वे बाज़ार में कम प्रतिस्पर्धी बन गए हैं।
  - **सीमित उत्पादन:** SAF की वैश्विक उत्पादन क्षमता सीमिति है, और वमिन उद्योग की मांग को पूरा करने के लिये उत्पादन बढ़ाने के लिये **महत्त्वपूर्ण निवेश और बुनियादी ढाँचे** के विकास की आवश्यकता है।
  - **स्थायित्व:** हालाँकि SAF उत्सर्जन को कम करते हैं, लेकिन भूमि उपयोग में परिवर्तन, जल उपयोग और जैव विविधता जैसे कारकों को ध्यान में रखते हुए उनका उत्पादन धारणीय होना चाहिए।
- **बैटरी-इलेक्ट्रिक प्रणोदन:** इसमें वमिन के इंजनों को चलाने के लिये **बैटरियों में संग्रहीत वदियुत का उपयोग करना**, तथा ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने के लिये **पारंपरिक जेट इंजनों के स्थान पर वदियुत मोटरों का उपयोग करना** शामिल है।
- **संभावित लाभ:**
  - **शून्य उत्सर्जन:** बैटरी-इलेक्ट्रिक वमिन कोई प्रत्यक्ष उत्सर्जन नहीं करते हैं, जिससे छोटी दूरी की उड़ानों के लिये स्वच्छ, कार्बन-तटस्थ भवषिय में योगदान मलित है।
  - **ऊर्जा दक्षता:** वदियुत मोटर **दहन इंजन की तुलना में अधिक कुशल हैं**, जो बैटरी से अधिक ऊर्जा को थ्रस्ट में परिवर्तित करते हैं।
  - **शोर में कमी:** वदियुत प्रणोदन ध्वनि प्रदूषण को कम करता है, जिससे यह शहरी और क्षेत्रीय हवाई अड्डों के लिये आदर्श बन जाता है।
- **चुनौतियाँ:**
  - **बैटरी की सीमाएँ:** वर्तमान बैटरी प्रौद्योगिकी ऊर्जा घनत्व की सीमाओं के कारण **लंबी दूरी की उड़ानों के लिये उपयुक्त नहीं** है।
  - **वजन और आकार:** बैटरियाँ **भारी होती हैं और काफी स्थान घेरती हैं**, जिससे इलेक्ट्रिक वमिन का आकार और पेलोड क्षमता सीमिति हो जाती है।
  - **चार्जिंग अवसंरचना:** हवाई अड्डों पर चार्जिंग अवसंरचना की व्यापक आवश्यकता है और इसके लिये **महत्त्वपूर्ण निवेश और समन्वय** की आवश्यकता है।
- **हाइड्रोजन: हाइड्रोजन ईंधन उच्च ऊर्जा घनत्व प्रदान करता है और दहन के समय केवल जल वाष्प उत्सर्जित करता है**, जिससे यह एक स्वच्छ ईंधन विकल्प बन जाता है।
  - **हाइड्रोजन दहन (40% दक्षता) और हाइड्रोजन ईंधन सेल (45-50% दक्षता)** दोनों पर सक्रिय अनुसंधान चल रहा है।
  - **संभावित लाभ:**
    - **उच्च ऊर्जा घनत्व:** हाइड्रोजन में **केरोसिन की तुलना में तीन गुना अधिक गुरुत्वाकर्षण ऊर्जा घनत्व** होता है, जिससे यह बड़े वमिनों और लंबी उड़ानों के लिये उपयुक्त हो जाता है।
      - गुरुत्वीय ऊर्जा घनत्व किसी पदार्थ के प्रति इकाई द्रव्यमान पर उपलब्ध ऊर्जा है।
    - **स्वच्छ उत्सर्जन:** जब हाइड्रोजन का दहन किया जाता है या फ्यूल सेल में उपयोग किया जाता है, तो यह **केवल जल वाष्प उत्पन्न करता है**, जिससे यह जीवाश्म-आधारित जेट ईंधन का एक स्वच्छ विकल्प बन जाता है।
- **चुनौतियाँ:**
  - **हाइड्रोजन का भंडारण:** हाइड्रोजन के खराब ऊर्जा घनत्व के कारण, इसके लिये विशाल, भारी भंडारण टैंकों की आवश्यकता होती है, जिससे वमिन हेतु हलके, कॉम्पैक्ट विकल्प ढूँढना मुश्किल हो जाता है।
    - तरल हाइड्रोजन उच्च घनत्व प्रदान करता है, लेकिन अतिरिक्त बाधाएँ उत्पन्न करता है, जिससे कुशल भंडारण कठिन हो जाता है।
  - **बुनियादी ढाँचे का विकास:** हवाई अड्डों पर ईंधन भरने के बुनियादी ढाँचे की स्थापना और हाइड्रोजन के सुरक्षित वैश्विक परिवहन को सुनिश्चित करना इसकी **उच्च ज्वलनशीलता** के कारण चुनौतीपूर्ण है।
    - **विशेष सुरक्षा उपायों और कुशल शर्म की आवश्यकता** से लागत बढ़ जाती है।
  - **वमिन का पुनः ईंधन कोशिकाओं के लिये व्यापक रूप से ओवरहाल की आवश्यकता** होती है, जिसमें **ईंधन टैंक, वतिरण प्रणाली और भंडारण** में संशोधन शामिल है, जबकि हाइड्रोजन दहन के लिये **वमिन के आंशिक पुनः डिज़ाइन की आवश्यकता** होती है।
    - इसके लिये महत्त्वपूर्ण तकनीकी विशेषज्ञता और मौजूदा वमिनों के नवीनीकरण के लिये पर्याप्त धन की आवश्यकता होगी।

## हवाई यात्रा को सतत् बनाने के लिये भारत की क्या पहल हैं?

- **नीतिगत पहल:** भारत सरकार ने ग्रामीण हवाई संपर्क में सुधार के लिये **उड़ान (उड़े देश का आम नागरिक)** योजना और हवाई अड्डे की क्षमता बढ़ाने के लिये **NABH (भारत निर्माण के लिये अगली पीढ़ी के हवाई अड्डे)** योजना शुरू की।
- **सतत् वमिनन ईंधन (SAF):** भारतीय एयरलाइनों द्वारा SAF पर परीक्षण किया गया, स्पाइसजेट द्वारा वर्ष 2018 में जेट्रोफा तेल के मशिरण तथा एयरएशिया द्वारा वर्ष 2023 में SAF का उपयोग किया गया।

- **वमिानन के लिये इथेनॉल:** भारत की इथेनॉल उत्पादन आपूर्ति शृंखला वमिानन ईंधन के लिये एक व्यवहार्य मध्यम अवधि समाधान हो सकती है।
  - वमिानन ईंधन के लिये इथेनॉल का उत्पादन करने हेतु अधिशेष चीनी का उपयोग करने से वर्ष 2050 तक भारत की वमिानन ईंधन मांग का 15-20% पूरा हो सकता है, हालाँकि भूमि-उपयोग में परिवर्तन एवं भूजल की कमी से बचने के लिये सावधानी बरतने की आवश्यकता है।

## वमिानन उद्योग से संबंधित भारत की पहल

- **राष्ट्रीय नागरिक उड्डयन नीति, 2016**
- घरेलू रखरखाव, मरम्मत और ओवरहाल (MRO) सेवाओं के लिये **वस्तु एवं सेवा कर (GST)** की दर 18% से घटाकर 5% कर दी गई।
- **ओपन स्काई संधि**
- **डजि यात्रा**

## आगे की राह:

- **सतत वमिानन ईंधन (SAF) को बढ़ावा देना:** लागत कम करने और उपलब्धता बढ़ाने के लिये सार्वजनिक-नजी भागीदारी के माध्यम से SAF उत्पादन को बढ़ाना।
- **हाइड्रोजन और इलेक्ट्रिक प्रणोदन का विकास:** हाइड्रोजन-संचालित वमिान और इलेक्ट्रिक प्रणोदन प्रौद्योगिकियों में निवेश करना, भंडारण समाधान, बुनियादी ढाँचे और वमिान पुनः डिज़ाइन पर ध्यान केंद्रित करना।
- **कार्बन ऑफसेट पहल:** वमिानन गतिविधियों के पर्यावरणीय प्रभाव का आकलन करने और उसे कम करने के लिये **ICAO कार्बन एमिशन कैलकुलेटर (ICEC)** जैसे कार्बन ऑफसेट कार्यक्रमों को लागू करना।
- **बुनियादी ढाँचे को मज़बूत करना:** सुरक्षा और दक्षता पर ध्यान केंद्रित करते हुए हवाई अड्डों पर SAF उत्पादन, हाइड्रोजन ईंधन भरने और इलेक्ट्रिक चार्जिंग के लिये बुनियादी ढाँचे का निर्माण करना।
- **नीति और वनियामक समर्थन:** वमिानन में हरित प्रौद्योगिकियों को अपनाने को बढ़ावा देने के लिये **कार्बन मूल्य निर्धारण**, कर प्रोत्साहन और कड़े उत्सर्जन लक्ष्य जैसी नीतियों को लागू करना।
- **कार्बन ऑफसेट कार्यक्रम:** संक्रमण के दौरान उत्सर्जन को कम करने के लिये ICAO कार्बन उत्सर्जन कैलकुलेटर (ICEC) जैसे मज़बूत कार्बन ऑफसेट कार्यक्रम स्थापित करना।
- **हतिधारक सहयोग:** सतत वमिानन के लिये तकनीकी और वित्तीय बाधाओं को दूर करने के लिये एयरलाइनों, निर्माताओं और नियामकों के बीच सहयोग को प्रोत्साहित करना।

## नषिकर्ष:

वैश्विक स्तर पर और भारत में नजी वमिानन का विकास जलवायु परिवर्तन प्रयासों को चुनौती देता है। जबकि वमिानन वैश्विक अर्थव्यवस्था के लिये महत्वपूर्ण है, नवाचार, नीति और स्थिरता के माध्यम से डीकार्बोनाइज़ेशन को प्राथमिकता देना महत्वपूर्ण है। जैसे-जैसे भारत का नजी वमिानन क्षेत्र विस्तार कर रहा है, उसे पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने के लिये कम कार्बन प्रौद्योगिकियों और ज़म्मेदार हवाई यात्रा पर ध्यान केंद्रित करना चाहिये।

दृष्टि मुख्य परीक्षा प्रश्न:

वमिानन क्षेत्र को कार्बन मुक्त करने के संभावित समाधानों पर चर्चा कीजिये, जिसमें SAF, हाइड्रोजन और इलेक्ट्रिक प्रोपल्शन की भूमिका भी शामिल है।

## UPSC सविलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष के प्रश्न

**[?/?/?/?/?]:**

प्रश्न. सार्वजनिक-नजी भागीदारी (पीपीपी) मॉडल के तहत संयुक्त उद्यमों के माध्यम से भारत में हवाई अड्डों के विकास की जाँच कीजिये। इस संबंध में अधिकारियों के सामने क्या चुनौतियाँ हैं? (2017)