उपयुक्त उदाहरणों के साथ, भारत में सौर ऊर्जा उत्पादन के पारिस्थितिक और आर्थिक लाभों की संक्षेप में व्याख्या कीजिए। (उत्तर 150 शब्दों में दीजिए)

Explain briefly the ecological and economic benefits of solar energy generation in India with suitable examples. (Answer in 150 words) [UPSC CSE 2025]

भारत में सौर ऊर्जा उत्पादन: संक्षिप्त रूपरेखा

➢ **टॉपिक क्यों महत्वपूर्ण है?**

- ✓ भारत की सौर क्षमता >150 GW (विश्व में 3री सबसे बड़ी) होना।
- ✓ वर्ष 2070 तक 'नेट-जीरो' लक्ष्य और 500 GW गैर-जीवाश्म ऊर्जा क्षमता प्राप्त करना।

➢ **प्रश्न के कीवर्ड्स**

- ✓ एग्री-वोल्टिक्स व फ्लोटिंग सोलर
- ✓ नेट-जीरो व CO_2 उत्सर्जन शमन
- ✓ बैटरी स्टोरेज
- ✓ सूर्यमित्र कार्यक्रम व हरित रोजगार
- ✓ सोलर PLI योजना व E-Waste

➢ **प्रस्तावना**

भारत में बढ़ती ऊर्जा मांग, जीवाश्म ईंधन निर्भरता और जलवायु परिवर्तन के बीच सौर ऊर्जा स्वच्छ ऊर्जा संक्रमण और सतत विकास का प्रमुख आधार है।

➢ **मुख्य भाग**

1. पारिस्थितिक लाभ

- ✓ कार्बन उत्सर्जन में कमी
- ✓ जल संसाधनों का संरक्षण
- ✓ वायु गुणवत्ता में सुधार
- ✓ भूमि की दोहरी उपयोगिता (एग्री-वोल्टिक्स)
- ✓ पारिस्थितिकी संरक्षण एवं जल वाष्पीकरण में कमी

2. आर्थिक लाभ

- ✓ सस्ती विद्युत एवं लागत प्रतिस्पर्धात्मकता
- ✓ हरित रोजगार सृजन एवं कौशल विकास
- ✓ ग्रामीण अर्थव्यवस्था एवं कृषक आय में वृद्धि
- ✓ ऊर्जा सुरक्षा एवं आयात निर्भरता में कमी
- ✓ उपकरण निर्यात एवं वैश्विक नेतृत्व

➢ **मुख्य चुनौतियाँ**

- ✓ अनिश्चित उत्पादन से ग्रिड अस्थिरता व BESS की उच्च लागत
- ✓ वेफर हेतु कच्चे माल एवं तकनीक का अभाव
- ✓ भूमि अधिग्रहण संघर्ष, जैव विविधता पर प्रभाव व सोलर ई-कचरा

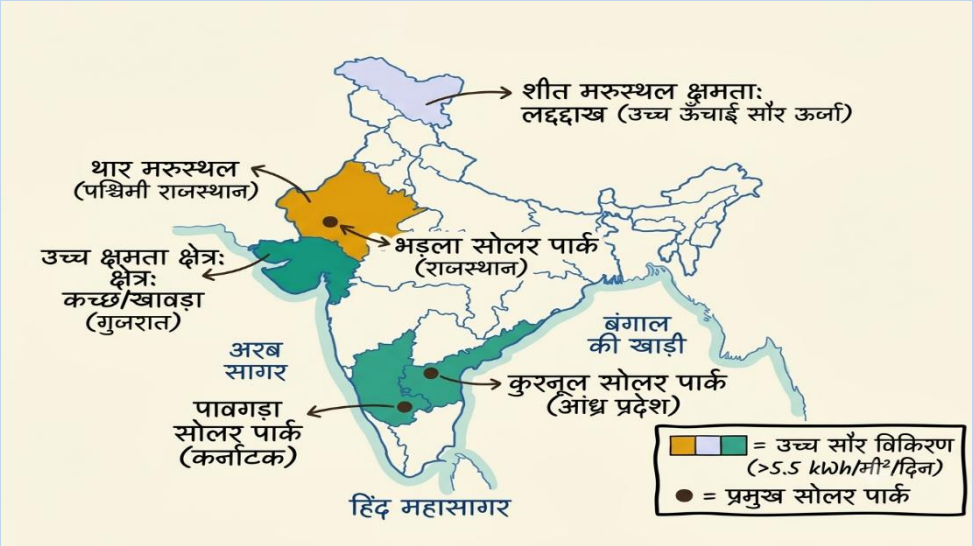
➢ **आगे की राह**

- ✓ AI-आधारित स्मार्ट ग्रिड को बढ़ावा।
- ✓ PLI योजना का विस्तार कर पॉलीसिलिकॉन व वेफर का घरेलू निर्माण।
- ✓ एग्री-वोल्टिक्स, रूफटॉप मॉडल और ई-कचरा हेतु EPR नीति का कार्यान्वयन।
- ✓ अंतर्राष्ट्रीय जलवायु निधियों एवं ग्रीन बॉन्ड के माध्यम से हरित वित्तपोषण।

➢ **निष्कर्ष**

- ✓ तकनीकी नवाचार, जैव विविधता संरक्षण और हरित वित्तपोषण के समन्वय द्वारा ऊर्जा सुरक्षा की प्राप्ति।

भारत में बढ़ती ऊर्जा मांग, जीवाश्म ईंधनों पर अत्यधिक निर्भरता तथा जलवायु परिवर्तन की दोहरी चुनौतियों के बीच सौर ऊर्जा एक अत्यंत महत्वपूर्ण नवीकरणीय विकल्प के रूप में उभरी है। देश की कुल सौर क्षमता 150 GW के आंकड़े को पार कर गई है। भारत सौर ऊर्जा स्थापित क्षमता में दुनिया में तीसरे नंबर पर है। सौर ऊर्जा न केवल कार्बन उत्सर्जन को नियंत्रित करने में सहायक है, बल्कि ऊर्जा सुरक्षा, रोजगार सृजन और ग्रामीण आर्थिक विकास को भी गति देती है।



<u>सौर ऊर्जा उत्पादन के पारिस्थितिक लाभ</u>

- **<u>ग्रीनहाउस गैस व कार्बन उत्सर्जन में भारी कमी</u>**

  सौर ऊर्जा संयंत्रों के संचालन से कोयला आधारित ताप विद्युत संयंत्रों की तुलना में प्रत्यक्ष कार्बन उत्सर्जन बहुत कम होता है, जो भारत के वर्ष 2070 तक 'शुद्ध-शून्य उत्सर्जन' लक्ष्य को सीधा समर्थन देता है।

  <u>उदा:</u> राजस्थान का **भड़ला सौर पार्क** प्रतिवर्ष लाखों टन CO_2 उत्सर्जन को रोकता है।

- **<u>जल संसाधनों का संरक्षण</u>**

  सौर फोटोवोल्टिक (PV) प्रणालियाँ पारंपरिक ताप विद्युत संयंत्रों की तुलना में लगभग 95% कम जल का उपयोग करती हैं।

  उदा: राजस्थान जैसे जल-संकटग्रस्त शुष्क राज्यों में भड़ला सौर पार्क प्रतिदिन लगभग 15 लाख लीटर जल की बचत करता है।

- **<u>वायु गुणवत्ता में सुधार</u>**

  सौर ऊर्जा उत्पादन से कोयले के दहन से उत्पन्न होने वाले सूक्ष्म कणों, सल्फर डाइऑक्साइड और नाइट्रोजन ऑक्साइड का उत्सर्जन नहीं होता।

  <u>उदा:</u> दिल्ली-एनसीआर और महाराष्ट्र जैसे अधिक वायु प्रदूषण वाले क्षेत्रों में सौर ऊर्जा से ताप विद्युत के प्रतिस्थापन से सार्वजनिक स्वास्थ्य पर सकारात्मक प्रभाव पड़ा है।

- **<u>भूमि का अनुकूलन</u>**

  कृषि भूमि पर स्थापित सौर पैनल भूमि की दोहरी उपयोगिता सुनिश्चित करते हैं।

  <u>उदा:</u> गुजरात में एग्री-वोल्टिक्स परियोजनाओं के माध्यम से फसलों के साथ स्वच्छ ऊर्जा उत्पादन कर भूमि उत्पादकता में 60% तक वृद्धि दर्ज की गई है।

- **<u>जैवविविधता संरक्षण व वाष्पीकरण में कमी</u>**

  फ्लोटिंग सौर परियोजनाएँ स्थलीय भूमि अधिग्रहण की आवश्यकता को समाप्त कर पारिस्थितिकी तंत्र को संरक्षित करती हैं।

  <u>उदा:</u> तेलंगाना के **रामागुंडम में 100 मेगावाट का तैरता सौर संयंत्र** जलाशयों से जल वाष्पीकरण को 70% तक कम करता है।

<u>सौर ऊर्जा उत्पादन के आर्थिक लाभ</u>

- **<u>लागत प्रतिस्पर्धात्मकता व सस्ती विद्युत</u>**

  तकनीकी प्रगति और प्रतिस्पर्धात्मक निविदाओं के कारण सौर विद्युत दरें ताप विद्युत की तुलना में काफी सस्ती हो गई हैं।

  उदा: वित्त वर्ष 2024–25 में भारत में सौर ऊर्जा शुल्क ₹2.48 से ₹4.99 प्रति यूनिट रहा, जो 2013-14 की तुलना में लगभग 50% की कमी दर्शाता है।

- **<u>रोजगार सृजन व कौशल विकास</u>**

  उपकरण निर्माण, स्थापना, संचालन व रखरखाव में व्यापक हरित रोजगार उत्पन्न हो रहे हैं।

  <u>उदा:</u> वर्ष 2023 में सौर क्षेत्र में 13 लाख लोग कार्यरत थे; **'सूर्यमित्र कार्यक्रम'** ने ग्रामीण क्षेत्रों में 50,000 से अधिक सौर तकनीशियनों को प्रशिक्षित किया है।

- **<u>ग्रामीण अर्थव्यवस्था व किसानों की आय में वृद्धि</u>**

  विकेंद्रीकृत सौर प्रणालियाँ कृषि लागत घटाकर किसानों को आत्मनिर्भर बनाती हैं।

  <u>उदा</u>**: पीएम-कुसुम योजना** के तहत 2.8 लाख से अधिक सौर पंप स्थापित किए गए हैं, जिससे हरियाणा व उत्तर प्रदेश के किसानों को 24 घंटे मुफ्त/सस्ती सिंचाई मिली है और वे अतिरिक्त बिजली ग्रिड को बेच रहे हैं।

- **<u>ऊर्जा सुरक्षा व आयात निर्भरता में कमी</u>**

  उत्पादन-आधारित प्रोत्साहन योजना के माध्यम से घरेलू विनिर्माण को बढ़ावा मिला है, जिससे कोयला और सौर घटकों के आयात बिल में कटौती हुई है।

  <u>उदा</u>**:** टाटा और अदाणी जैसी कंपनियों के गीगावाट-स्तरीय विनिर्माण से सौर उपकरणों के आयात पर निर्भरता में 40% तक कमी आई है।

- **निर्यात की संभावनाएँ व वैश्विक नेतृत्व**

  भारत नवीकरणीय ऊर्जा के वैश्विक आपूर्ति केंद्र के रूप में उभर रहा है।

  <u>उदा:</u> वर्ष 2024 में भारत ने 1.5 अरब डॉलर मूल्य के सौर उपकरणों का निर्यात किया, जिससे 'अंतर्राष्ट्रीय सौर गठबंधन' और 'एक सूर्य, एक विश्व, एक ग्रिड' में भारत की साख मजबूत हुई है।

<u>भारत में सौर ऊर्जा उत्पादन की मुख्य चुनौतियाँ</u>

<u>ग्रिड एकीकरण और भंडारण की उच्च लागत</u>

- सौर ऊर्जा एक परिवर्तनशील स्रोत है, जिससे रात में या बादल होने पर ग्रिड की स्थिरता प्रभावित होती है। निरन्तर बिजली आपूर्ति के लिए बैटरी एनर्जी स्टोरेज सिस्टम की आवश्यकता होती है, जो काफी महंगी है।

  <u>उदा:</u> तमिलनाडु और राजस्थान में चरम उत्पादन के दौरान ग्रिड में अतिरिक्त बिजली को संभालने के लिए बार-बार सोलर पावर कर्टेलमेंट (उत्पादन रोकने) की समस्या देखने को मिलती है।

- **<u>कच्चे माल और तकनीक के लिए आयात पर अत्यधिक निर्भरता</u>**

  <u>उदा:</u> भारत में सौर मॉड्यूल असेंबली क्षमता तो बढ़ी है, लेकिन सौर वेफर्स और सिलिकॉन सिल्ली जैसे मूल कच्चे माल के घरेलू विनिर्माण का अभाव है।

- **<u>भूमि अधिग्रहण जटिलता एवं सौर ई-कचरा प्रबंधन</u>**

उपयोगिता-स्तरीय सौर परियोजनाओं के लिए प्रति मेगावाट लगभग 4 से 5 एकड़ भूमि की आवश्यकता होती है, जिससे स्थानीय जैव विविधता और कृषि भूमि प्रभावित होती है। इसके अलावा, पुराने पैनलों के निपटान के लिए कोई सख्त पुनर्चक्रण नीति नहीं है।

<u>उदा:</u> राजस्थान के थार मरुस्थल में विशाल सौर पार्कों के निर्माण से संकटग्रस्त पक्षी प्रजाति **'ग्रेट इंडियन बस्टर्ड'** के प्राकृतिक आवास और उड़ने के गलियारों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ा है।

<u>आगे की राह</u>

- बैटरी स्टोरेज की लागत कम करने के लिए व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण और पंप्ड स्टोरेज परियोजनाओं को प्राथमिकता देना।
- उत्पादन-आधारित प्रोत्साहन योजना का विस्तार कर केवल असेंबली ही नहीं, बल्कि सोलर वेफर्स और पॉलीसिलिकॉन के पूर्ण घरेलू निर्माण को बढ़ावा देना।
- विशाल सौर पार्कों के बजाय एग्री-वोल्टिक्स, रूफटॉप सोलर और फ्लोटिंग सोलर को प्राथमिकता देना, जिससे कृषि भूमि और जैव विविधता का संरक्षण हो सके।
- हरित वित्तपोषण सौर परियोजनाओं के लिए अंतर्राष्ट्रीय जलवायु निधियों, ग्रीन बॉन्ड और रियायती ऋणों की सुलभता बढ़ाना।

निष्कर्षतः सौर ऊर्जा भारत के स्वच्छ ऊर्जा संक्रमण, ऊर्जा सुरक्षा और समावेशी आर्थिक विकास का महत्वपूर्ण आधार है। इसके लाभों को अधिकतम करने के लिए सौर ऊर्जा विस्तार को पर्यावरणीय संरक्षण, तकनीकी नवाचार और सतत भूमि उपयोग नियोजन के साथ आगे बढ़ाना आवश्यक है।

JOIN US-RESULT MITRA

Result Mitra

Result Mitra