बायो-बिटुमेन और हरित राजमार्ग: जब कचरा भविष्य का निर्माण करता है

UPSC प्रासंगिकता

- **सामान्य अध्ययन प्रश्नपत्र III:** पर्यावरण, बुनियादी ढांचा (सड़कें), विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी, कचरे से धन (Waste to Wealth)।

IAS-PCS Institute

चर्चा में क्यों?

भारत सड़क निर्माण के लिए **बायो-बिटुमेन** का व्यावसायिक उत्पादन करने वाला दुनिया का पहला देश बन गया है। CSIR प्रयोगशालाओं द्वारा विकसित यह बायो-बिटुमेन, पेट्रोलियम बिटुमेन का एक जैव-आधारित विकल्प है। इसे मुख्य रूप से **चावल के भूसे** (Rice Straw) जैसे कृषि अवशेषों से बनाया गया है और एक राष्ट्रीय राजमार्ग पर इसका सफल परीक्षण भी किया जा चुका है।

बायो-बिटुमेन क्या है?

पारंपरिक बिटुमेन (Conventional Bitumen)

- यह डामर (asphalt) सड़कों में इस्तेमाल होने वाला एक चिपचिपा काला बाइंडर है।
- इसे कच्चे तेल (Crude Oil) से प्राप्त किया जाता है।
- भारत इसका बड़ी मात्रा में आयात करता है, जिससे लागत और विदेशी निर्भरता बढ़ती है।

बायो-बिटुमेन

- यह बायोमास, विशेष रूप से फसल अवशेषों से उत्पादित एक टिकाऊ सड़क बाइंडर है।

- **महत्वपूर्ण स्पष्टीकरण:** यह पूरी तरह से पेट्रोलियम बिटुमेन की जगह नहीं लेता है। वर्तमान में, जीवाश्म बिटुमेन के **20-30% हिस्से** को सुरक्षित रूप से बायो-बिटुमेन से बदला जा सकता है।

नवाचार के पीछे के संस्थान

यह विकास भारत के विज्ञान पारिस्थितिकी तंत्र के 'लैब-टू-फील्ड' दृष्टिकोण को दर्शाता है:

1. **CSIR–केंद्रीय सड़क अनुसंधान संस्थान (CRRI), नई दिल्ली:** सड़क डिजाइन और प्रदर्शन मानकों का परीक्षण।
2. **CSIR–भारतीय पेट्रोलियम संस्थान (IIP), देहरादून:** ईंधन और जैव-उत्पादों में विशेषज्ञता।

बायो-बिटुमेन की मुख्य विशेषताएं

1. जीवाश्म ईंधन का आंशिक प्रतिस्थापन पेट्रोलियम बिटुमेन के 20-30% प्रतिस्थापन से कच्चे तेल की मांग कम होती है और ऊर्जा सुरक्षा बढ़ती है।

2. गुणवत्ता से कोई समझौता नहीं सड़कों का परीक्षण निम्नलिखित मापदंडों पर किया गया है:

- **रटिंग (Rutting):** भारी वाहनों के नीचे विरूपण।
- **क्रैकिंग (Cracking):** तापमान के तनाव से दरारें।
- **नमी से नुकसान और स्थायित्व:** यह सिद्ध करता है कि "हरित बुनियादी ढांचे" का मतलब कमजोर बुनियादी ढांचा नहीं है।

3. पर्यावरण के अनुकूल समाधान यह चावल के भूसे का उपयोग करता है, जो पराली जलाने (Stubble Burning) का एक प्रमुख कारण है। इससे वायु प्रदूषण और कार्बन फुटप्रिंट कम होता है। यह **"कचरे से धन" (Waste to Wealth)** के सिद्धांत पर आधारित है।

4. लागत दक्षता निर्माण लागत में कमी और लंबी सेवा अवधि के कारण यह आर्थिक रूप से भी टिकाऊ है।

बायो-बिटुमेन कैसे बनाया जाता है?

चरण 1: संग्रह और पेलेटाइजेशन (Pelletisation) फसल के बाद चावल के भूसे को इकट्ठा कर छोटे छर्रों (pellets) में बदला जाता है ताकि परिवहन और प्रसंस्करण आसान हो सके।

2. पायरोलिसिस (Pyrolysis - मुख्य शब्द) बायोमास को ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में उच्च तापमान पर गर्म किया जाता है। यहाँ जलना (burning) नहीं, बल्कि रासायनिक विखंडन होता है। इससे बायो-तेल (Bio-oil), दहनशील गैसें और बायो-चार प्राप्त होते हैं।

IAS-PCS Institute

3. निष्कर्षण और सम्मिश्रण (Extraction & Blending) बायो-तेल में मजबूत चिपकने वाले गुण होते हैं। इसे 20-30% की मात्रा में पारंपरिक बिटुमेन के साथ मिलाया जाता है ताकि अंतिम 'बायो-बिटुमेन' तैयार हो सके।

क्षेत्र सत्यापन (Field Validation)

मेघालय में **जोराबत-शिलांग एक्सप्रेसवे (NH-40)** पर 100 मीटर के परीक्षण खंड का निर्माण किया गया। इसे वास्तविक यातायात और कठिन जलवायु परिस्थितियों में परखा गया, जिससे इसकी व्यावहारिकता की पुष्टि हुई।

महत्व: यह गेम-चेंजर क्यों है?

1. **स्वच्छ और हरित राजमार्ग:** कार्बन उत्सर्जन में कमी।
2. **पराली जलाने का समाधान:** किसानों को फसल अवशेषों के लिए बाजार मूल्य प्रदान करना।
3. **चक्रीय अर्थव्यवस्था (Circular Economy):** कृषि अपशिष्ट का बुनियादी ढांचे में उपयोग।
4. **आयात प्रतिस्थापन (महत्वपूर्ण डेटा):** बायो-बिटुमेन में सालाना **₹25,000–30,000 करोड़** मूल्य के आयातित बिटुमेन को बदलने की क्षमता है। यह **'आत्मनिर्भर भारत'** को मजबूती देता है।

Result Mitra

चुनौतियां और आगे की राह

चुनौतियां:

- बड़े पैमाने पर बायोमास का संग्रह और लॉजिस्टिक्स।
- विभिन्न क्षेत्रों में गुणवत्ता की निरंतरता बनाए रखना।
- राष्ट्रीय स्तर पर लागत प्रतिस्पर्धात्मकता।

IAS-PCS Institute

आगे की राह:

- राष्ट्रीय राजमार्ग परियोजनाओं में इसे बड़े पैमाने पर अपनाना।
- बायो-आधारित निर्माण सामग्री के लिए नीतिगत प्रोत्साहन देना।
- हरित राजमार्ग दिशानिर्देशों में बायो-बिटुमेन को एकीकृत करना।

निष्कर्ष

बायो-बिटुमेन का व्यावसायिक उत्पादन यह दर्शाता है कि कैसे विज्ञान और स्थिरता मिलकर प्रदूषण और आयात निर्भरता जैसी चुनौतियों का समाधान कर सकते हैं। यदि इसे बुद्धिमानी से विस्तारित किया गया, तो यह भारत में सड़क निर्माण की परिभाषा बदल सकता है।

Result Mitra
रिजल्ट का साथी
www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

UPSC त्वरित तथ्य (Quick Recall)

- **प्रथम देश:** बायो-बिटुमेन का व्यावसायिक उत्पादन करने वाला।
- **कच्चा माल:** चावल का भूसा (Rice Straw)।
- **प्रक्रिया:** पायरोलिसिस (ऑक्सीजन के बिना गर्म करना)।
- **प्रतिस्थापन:** 20-30% बिटुमेन।
- **परीक्षण स्थल:** NH-40, मेघालय।
- **आयात बचत:** ₹25,000-30,000 करोड़।

प्रिलिम्स प्रैक्टिस प्रश्न – बायो-बिटुमेन

प्रश्न:बायो-बिटुमेन के संदर्भ में, निम्नलिखित कथनों पर विचार करें:

1. बायो-बिटुमेन चावल के भूसे जैसे कृषि अवशेषों से पाइरोलीसिस प्रक्रिया का उपयोग करके उत्पादित होता है।
2. बायो-बिटुमेन सड़क निर्माण में पारंपरिक पेट्रोलियम बिटुमेन को पूरी तरह से बदल सकता है, बिना सड़क के प्रदर्शन को प्रभावित किए।
3. भारत सड़क निर्माण के लिए बायो-बिटुमेन का व्यावसायिक उत्पादन करने वाला पहला देश बन गया है।
4. बायो-बिटुमेन का उपयोग करके निर्मित सड़कें मेघालय में एक राष्ट्रीय राजमार्ग पर सफलतापूर्वक फील्ड-टेस्ट की जा चुकी हैं।

उपरोक्त में से कौन-से कथन सही हैं?

विकल्प:

A. केवल 1, 2 और 3

B. केवल 1, 3 और 4

C. केवल 2 और 4

D. 1, 2, 3 और 4

सही उत्तर : B

IAS PCS Institute
Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806