



डॉ० चन्द्रशेखर

भारत में जैव-ऊर्जा की संभावनाएँ : एक भौगोलिक विश्लेषण

प्राचार्य, (एम0ए0, पी-एच0डी0, भूगोल), सूरदास ब्रजरानी मैमोरियल महाविद्यालय, सूरकुटी
रूनकता, आगरा (सम्बद्ध : डॉ० भीमराव आंबेडकर विश्वविद्यालय, आगरा) (उ0प्र0) भारत

Received-22.04.2026,

Revised-30.04.2026,

Accepted-08.05.2026,

E-mail: drcsrathore.agv@gmail.com

सारांश: भारत में जैव ऊर्जा (Bioenergy) की अपार संभावनाएँ हैं। कृषि प्रधान देश होने के नाते यहाँ प्रतिवर्ष 750 मिलियन मीट्रिक बायोमास पैदा होता है। वर्तमान में यह आधुनिक ऊर्जा की खपत का 13% है। जो 2030 तक इसके 45% तक बढ़ने की उम्मीद है। भारत इस समय अपनी ऊर्जा संक्रमण यात्रा के एक महत्वपूर्ण मोड़ पर खड़ा है, जहाँ वह बढ़ती ऊर्जा माँग और जलवायु प्रतिबद्धताओं के बीच जीवाश्म ईंधनों के विश्वसनीय विकल्पों की तलाश कर रहा है। उपलब्ध विकल्पों में जैव ऊर्जा (Bioenergy) एक विशिष्ट रूप से सुनिश्चित समाधान प्रदान कर सकता है, जो कृषि अपशिष्ट प्रबन्धन और स्वच्छ ईंधन उत्पादन को एक साथ जोड़ती है। बढ़ते नीतिगत समर्थन प्रौद्योगिकीय प्रगति और निम्न कार्बन मार्गों की ओर वैश्विक रुझान के साथ, जैव-ऊर्जा एक ऐसे व्यापक और समावेशी ऊर्जा स्रोत के रूप में उभर रही है, जो विकासात्मक और पर्यावरणीय चुनौतियों को एक साथ समाधान करने में सक्षम है। भारत का जैव ऊर्जा क्षेत्र तेजी से इसके स्वच्छ ऊर्जा संक्रमण की आधारशिला के रूप में उभर रहा है, जो धारणीयता और ऊर्जा सुरक्षा, दोनों लक्ष्यों को एक साथ साधता है। प्रचुर कृषि अवशेषों, जैविक अपशिष्ट और विशाल ग्रामीण आधार के कारण भारत बड़े पैमाने पर जैव ऊर्जा के उपयोग के लिए विशेष रूप से अनुकूल स्थिति में है।

कुंजीशब्द— जैव ऊर्जा, बायोमास, ऊर्जा संक्रमण, जलवायु, कृषि अपशिष्ट प्रबन्धन, स्वच्छ ईंधन उत्पादन, धारणीयता, ऊर्जा सुरक्षा।

प्रस्तावना— अप्रैल 2026 में E2O पेट्रोल का राष्ट्रव्यापी कार्यान्वयन भारत की इस यात्रा में एक महत्वपूर्ण पड़ाव को चिन्हित करता है, जो जीवाश्म ईंधनों पर निर्भरता कम करने और घरेलू ऊर्जा उत्पादन को बढ़ाने की दिशा में स्पष्ट नीतिगत प्रतिबद्धता को दर्शाता है। इस बदलाव को अन्तर्राष्ट्रीय ऊर्जा एजेन्सी (IEA) जैसे वैश्विक आंकलनों से और बल मिलता है, जो भारत को तेजी से बढ़ते जैव-ऊर्जा बाजारों में से एक के रूप में पहचानते हैं। सैकड़ों, संपीड़ित बायोगैस सयंत्रों के निर्माणाधीन होने और एथेनॉल की बायोडीजल से बढ़ते निवेश के साथ भारत का जैव ऊर्जा परितंत्र निरन्तर गति पकड़ रहा है। यदि इस प्रभावी ढंग से विस्तार दिया जाए, तो जैव ऊर्जा भारत की ऊर्जा सुरक्षा, उत्सर्जन में कमी और ग्रामीण विकास के लक्ष्यों का समर्थन करने वाले एक महत्वपूर्ण स्तम्भ के रूप में कार्य कर सकती है।

जैव ऊर्जा की अवधारणा— जैव ऊर्जा क्या है? जैव-ऊर्जा एक प्रकार की अक्षय ऊर्जा है, जो बायोमास ईंधन को जलाने से उत्पन्न होती है। बायोमास ईंधन जैविक सामग्री (जैसे कि फसलों के अवशेष, खेतों से निकलने वाले जैविक अपशिष्ट इत्यादि) से प्राप्त होते हैं। जैव-ऊर्जा का तात्पर्य पौधों, कृषि अवशेषों, पशु अपशिष्ट और जैविक नगर पालिका अपशिष्ट (Organic Municipal Waste) जैसे जैविक स्रोतों से प्राप्त ऊर्जा से है। इन संसाधनों को विद्युत, एथेनॉल, बायोडीजल और बायोगैस जैसे ईंधनों में परिवर्तित किया जाता है। जीवाश्म ईंधन के विपरीत, जैव ऊर्जा नवीकरणीय है और अगर इसका स्थायी रूप से प्रबंधन किया जाए तो यह ग्रीन हाउस गैस उत्सर्जन को काफी कम कर सकती है। यह अपशिष्ट प्रबन्धन और संसाधन पुनर्चक्रण के लिए एक मार्ग भी प्रदान करती है, जिससे यह चक्रीय अर्थव्यवस्था का एक अनिवार्य घटक बन जाती है।

भारत में जैव-ऊर्जा के प्रमुख घटक— भारत में जैव-ऊर्जा के प्रमुख घटक निम्नलिखित हैं:

1. **एथेनॉल मिश्रण:** पेट्रोल में एथेनॉल मिलाकर कच्चे तेल के आयात और उत्सर्जन को कम किया जा सकता है। अभी पेट्रोल में 20% एथेनॉल मिश्रण का लक्ष्य रखा गया है।
2. **बायोडीजल:** गैर खाद्य तेलों और प्रयुक्त खाद्य तेल में निर्मित, डीजल के विकल्प के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है। भारत का लक्ष्य 2030 तक डीजल में 5% बायोडीजल मिलाने का है।
3. **कंप्रेस्ड बायोगैस:** कृषि अवशेषों, गोबर और नगरपालिकीय अपशिष्ट से प्राप्त, स्वच्छ ईंधन के रूप में उपयोग किया जा सकता है।
4. **बायो-सीएनजी और बायोपावर:** विद्युत उत्पादन और परिवहन ईंधन के रूप में उपयोग।
5. **सतत विकास ईंधन:** विमानन क्षेत्र के डीकार्बोनाइजेशन हेतु उभरता हुआ घटक।

भारत के लिए जैव-ऊर्जा क्यों मापने रखती है?

भारत के लिए जैव-ऊर्जा इसलिए अत्यन्त मापने रखती है क्योंकि यह देश की भारी आयात निर्भरता को कम करती है और ऊर्जा सुरक्षा सुनिश्चित करती है। इसके अलावा यह कृषि अपशिष्ट का निपटान कर ग्रामीण अर्थव्यवस्था को मजबूत करती है। किसानों की आय में वृद्धि करती है और वर्ष 2070 तक कार्बन तटस्थता (Carbon Neutrality) के राष्ट्रीय लक्ष्यों को प्राप्त करने में मदद करती है। भारत के लिए जैव-ऊर्जा के कुछ महत्वपूर्ण मापने निम्नलिखित हैं:

1. **ऊर्जा सुरक्षा और आयात निर्भरता में कमी:** भारत अपनी कच्चे तेल की 80% से अधिक आवश्यकताओं का आयात करता है। जैव-ऊर्जा एक घरेलू विकल्प प्रदान करती है जो अस्थिर वैश्विक ऊर्जा बाजारों के प्रति जोखिम को कम करती है और राष्ट्रीय ऊर्जा सुरक्षा को बढ़ाती है।
2. **किसानों की आय में वृद्धि:** भारत जैसे कृषि प्रधान देश में प्रतिवर्ष भारतीय मात्रा में फसल के अवशेष (पराती आदि) बचते हैं। जैव-ऊर्जा तकनीकें इस कचरे को ईंधन में बदलती हैं, जिससे कचरा प्रबन्धन होता है, और प्रदूषण पर रोक लगती है।
3. **ग्रामीण विकास और रोजगार:** जैव-ऊर्जा संयंत्र मुख्य रूप से ग्रामीण इलाकों में लगाए जाते हैं। इससे स्थानीय स्तर पर रोजगार सृजित होते हैं और किसानों को कृषि अवशेषों से अतिरिक्त आय प्राप्त होती है।
4. **पर्यावरणीय लाभ:** जैव-ईंधन जीवाश्म ईंधन की तुलना में कम ग्रीन हाउस गैसों का उत्सर्जन करते हैं। यह भारत को 2070 के शुद्ध-शून्य (Net-Zero) उत्सर्जन के लक्ष्य को प्राप्त करने में सहायक है।



5. **चक्र्रीय अर्थव्यवस्था को बढ़ावा:** जैव-ऊर्जा जैविक अपशिष्ट को ऊर्जा और जैव-उर्वरक (Biofertilizers) जैसे उपयोगी उप-उत्पादों में परिवर्तित करके 'अपशिष्ट से धन' (Waste-to-Wealth) मॉडल का समर्थन करती है, जिससे अपशिष्ट कम होता है और धारणीयता को बढ़ावा मिलता है।

भारत में जैव-ऊर्जा विस्तार के प्रेरक कारक— भारत में जैव-ऊर्जा के विस्तार को मुख्य रूप से ऊर्जा सुरक्षा जलवायु परिवर्तन की प्रतिबद्धता, प्रचुर मात्रा में कृषि अपशिष्ट की उपलब्धता और ग्रामीण अर्थव्यवस्था को बढ़ावा देने वाले कारकों द्वारा गति मिल रही है। प्रमुख प्रेरक कारक निम्नलिखित हैं:

1. **ऊर्जा सुरक्षा और आयात निर्भरता में कमी:** भारत अपनी ऊर्जा जरूरतों के लिए भारी मात्रा में कच्चे तेल का आयात करता है। जैव ईंधन (जैसे— एथेनॉल मिश्रण और संपीड़ित बायोगैस) के उपयोग से इस निर्भरता को कम करने में मदद मिलती है।
2. **कार्बन उत्सर्जन और जलवायु लक्ष्य:** भारत पेरिस समझौते के तहत शून्य-उत्सर्जन (Net-Zero) लक्ष्यों के प्रति प्रतिबद्ध है। जीवाश्म ईंधन के विकल्प के रूप में जैव ऊर्जा कार्बन पदचिह्न को कम करने में एक रणनीति भूमिका निभा रही है।
3. **प्रचुर मात्रा में कच्चे माल की उपलब्धता:** भारत एक कृषि प्रधान देश होने के कारण यहाँ प्रतिवर्ष लगभग 50 करोड़ (500 मिलियन) टन फसल के अवशेष और नगर पालिका का कचरा पैदा होता है, जो जैव ऊर्जा संयंत्रों के लिए एक विश्वसनीय कच्चा माल प्रदान करते हैं।
4. **सरकारी नीतियाँ और प्रोत्साहन:** भारत सरकार जैव-ऊर्जा को आक्रामण रूप से बढ़ावा दे रही है। प्रमुख पहलों में राष्ट्रीय जैव ईंधन नीति पेट्रोल में 20% एथेनॉल मिश्रण का लक्ष्य और SATAT (सतत) योजना जिसके तहत 5000 CBG संयंत्र लगाने का लक्ष्य है, शामिल हैं।
5. **कृषि अवशिष्ट प्रबन्धन:** फसल अवशेषों को जलाने की समस्या से निपटने और कचरे का वैज्ञानिक प्रबन्धन करने में जैव ऊर्जा तकनीकें अत्यधिक प्रभावी सिद्ध हो रही हैं।

जैव-ऊर्जा का उपयोग : भारत की नीतिगत पहल— भारत में जैव ऊर्जा का उपयोग जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता कम करने, कृषि, अपशिष्ट प्रबन्धन और ग्रामीण अर्थव्यवस्था को बढ़ावा देने के लिए एक प्रमुख नीतिगत स्तंभ है। भारत सरकार द्वारा जैव-ऊर्जा और नवीनकरणीय ऊर्जा को बढ़ावा देने के लिए प्रमुख नीतिगत पहल और योजनाएं निम्नलिखित हैं:

1. **सतत (SATAT) पहल:** Sustainable Alternative Toward Affordable Transportation (SATAT) के तहत कृषि कचरे, गोबर और नगरपालिकाओं के कचरे से संपीड़ित बायोगैस बनाई जाती है। इसका उपयोग ऑटोमोबाइल में ईंधन के रूप में किया जा रहा है।
2. **राष्ट्रीय जैव ईंधन नीति:** इस नीति का उद्देश्य पेट्रोल में एथेनॉल के मिश्रण को बढ़ावा देना है। देश में एथेनॉल ब्लेंडिंग का लक्ष्य तेजी से बढ़ाया जा रहा है, जिससे उन्हें अतिरिक्त आय भी प्राप्त होती है।
3. **पीएम-कुसुम (PM-KUSUM):** इसके माध्यम से किसानों की डीजल पर निर्भरता खत्म करने के लिए कृषि पम्पों को सौर ऊर्जा से जोड़ा जा रहा है, जिससे उन्हें अतिरिक्त आय भी प्राप्त होती है।
4. **हरित हाइड्रोजन मिशन:** भारतीय उद्योगों और परिवहनों में कोयले और तेल के विकल्प के रूप में घरेलू स्तर पर 'ग्रीन हाइड्रोजन' के उत्पादन और उपयोग के लिए भारी बजट आवंटित कर प्रोत्साहन दिया जा रहा है।
5. **राष्ट्रीय गोबर धन योजना:** इसका उद्देश्य गाँवों में जैविक कचरे को बायोगैस और जैविक खाद में परिवर्तित कर ग्रामीण स्वच्छता और आय को बढ़ाना है।

जैव-ऊर्जा के विस्तार में चुनौतियाँ— जैव-ऊर्जा के विस्तार में कई तकनीकी, आर्थिक और पर्यावरणीय चुनौतियाँ शामिल हैं। कृषि अपशिष्ट और बायोमास आधारित कच्चे माल की मौसमी उपलब्धता, लम्बी दूरी की ढुलाई व भण्डारण की उच्च लागत, और कम ऊर्जा रूपांतरण दक्षता इसकी मुख्य बाधाएँ हैं। साथ ही खाद्य सुरक्षा के लिए भूमि का उपयोग और जीवाश्म ईंधन से अधिक प्रारंभिक लागत भी एक बड़ी समस्या है। विस्तार से आने वाली प्रमुख चुनौतियाँ निम्नलिखित हैं:

1. **कच्चे माल क अनिश्चितता आपूर्ति:** बायोमास (कृषि अवशेष, फसलों के उंडल आदि) की उपलब्धता मौसमी होती है। साल भर समान रूप से कच्चा माल न मिलने से जैव ऊर्जा संयंत्रों 3 संचालन में भारी रूकावट आती है।
2. **लॉजिस्टिक्स और भण्डारण की समस्या:** बायोमास भारी और फैला हुआ होता है, जिसे क्षेत्रों में एकत्र करने, परिवहन करने और सुरक्षित रखने (भण्डारण) की बुनियादी ढांचा बहुत महंगा और जटिल है।
3. **खाद्य सुरक्षा और भूमि का विवाद:** प्रथम पीढ़ी के जैव ईंधन (खाद्य फसलों जैसे मक्का, गन्ना आदि से निर्मित) फसलों की उपलब्धता और खाद्य सुरक्षा को प्रभावित कर सकते हैं। भूमि और जल संसाधनों की लेकर खाद्य उत्पादन और ऊर्जा फसलों के बीच प्रतिस्पर्धा बढ़ जाती है।
4. **उच्च प्रारंभिक लागत और आर्थिक व्यवधान:** जैव ऊर्जा संयंत्रों की स्थापना के लिए अधिक पूंजी की आवश्यकता होती है। साथ ही जीवाश्म ईंधन पर मिलने वाली सब्सिडी के कारण जैव ऊर्जा की बाजार में प्रतिस्पर्धा करना मुश्किल हो जाता है।
5. **तकनीकी सीमाएँ:** द्वितीय पीढ़ी के एथेनॉल जैसी उन्नत जैव ईंधन प्रौद्योगिकियाँ—द्वितीय पीढ़ी के एथेनॉल जैसी उन्नत जैव ईंधन प्रौद्योगिकियाँ अभी प्रारंभिक अवस्था में हैं और इनके विकास हेतु अनुसंधान और नवाचार में व्यापक निवेश की आवश्यकता है।

भारत के लिए जैव ऊर्जा के रणनीतिक हित और सार्थकता— भारत के रणनीतिक हितों और सतत विकास के लिए जैव ऊर्जा का महत्व सर्वोपरि है। यह न केवल जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता कम करती है, बल्कि कृषि कचरे के प्रबन्धन ग्रामीण आय बढ़ाने और कार्बन उत्सर्जन में कमी लाकर जलवायु परिवर्तन के लक्ष्यों को पूरा करने का मुख्य आधार है।

1. **ऊर्जा सुरक्षा और आयात निर्भरता में कमी:** भारत अपनी ऊर्जा जरूरतों के लिए भारी मात्रा में कच्चे तेल और गैस का आयात करता है। जैव ईंधन (एथेनॉल) के प्रयोग से इस आयात बिल को कम करने और विदेशी मुद्रा की बचत करने में भारी मदद मिलती है।



2. **जलवायु परिवर्तन और नेट-जीरो लक्ष्य:** जैव ऊर्जा मूल रूप से नवीकरणीय होती है। भारत ने 2070 तक नेट-जीरो उत्सर्जन का लक्ष्य रखा है। कृषि अवशेषों और जैविक कचरे से ऊर्जा बनाकर ग्रीन हाउस गैसों के उत्सर्जन को काफी हद तक नियंत्रित किया जा सकता है।
3. **विकेन्द्रीकृत ऊर्जा और ग्रामीण विकास:** यह ग्रामीण क्षेत्रों में छोटे और मध्यम स्तर के संयंत्र स्थापित करने में मदद करती है, जिससे दूरदराज के इलाकों में स्थानीय स्तर पर ऊर्जा पहुँच सुनिश्चित होती है और रोजगार के अवसर पैदा होते हैं।
4. **सर्कुलर इकोनॉमी को बढ़ावा:** अपशिष्ट को उपयोगी सम्पदा और ऊर्जा में बदलकर कचरा प्रबन्धन की समस्याओं को हल करने में मदद मिलती है।

भविष्य की राह सतत जैव ऊर्जा के विस्तार की रणनीति- भारत में जैव ऊर्जा के विस्तार के लिए राष्ट्रीय जैव ऊर्जा कार्यक्रम नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय तक महत्वपूर्ण पहल है। इसका मुख्य उद्देश्य कृषि अपशिष्ट, गोबर और शहरी कचरे की स्वच्छ ऊर्जा में बदलकर ऊर्जा सुरक्षा कार्बन उत्सर्जन में कमी (नेट जीरो 2070 लक्ष्य) और ग्रामीण विकास को गति देना है। जैव ऊर्जा विस्तार की मुख्य रणनीतियां निम्नलिखित हैं:

1. **फीडस्टॉक का विविधीकरण:** खाद्य फसलों से आगे बढ़कर कृषि अवशेष, शैवाल तथा अपशिष्ट पदार्थों के उपयोग का विस्तार दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करेगा और संसाधनों पर प्रतिस्पर्धा को कम करेगा।
2. **आपूर्ति श्रृंखला एवं लॉजिस्टिक्स का सुदृढीकरण:** जैव ऊर्जा उत्पादन को बढ़ाने के लिए कुशल बायोमास संग्रह, भंडारण और परिवहन प्रणाली विकसित करना आवश्यक है।
3. **अनुसंधान एवं नवाचार को प्रोत्साहन:** उन्नत जैव ईंधन प्रौद्योगिकियों और बेहतर रूपान्तरण प्रक्रियाओं में निवेश से दक्षता में वृद्धि होगी, और लागत कम होगी।
4. **नीतिगत समन्वय सुनिश्चित करना (खाद्य ईंधन संतुलन):** खाद्य सुरक्षा और ईंधन उत्पादन के बीच संतुलन बनाए रखना आवश्यक है, ताकि किसी भी प्रकार के अनपेक्षित प्रतिकूल प्रभावों से बचा जा सके।
5. **निजी क्षेत्र में भागीदारी बढ़ाना:** स्थिर नीतिगत ढांचा, वित्तीय प्रोत्साहन और व्यवसाय सुगमता माध्यम से निजी निवेश को प्रोत्साहित करना, इस क्षेत्र की तीव्र प्रगति को गति देगा।

निष्कर्ष- भारत के जैव ऊर्जा क्षेत्र में देश के ऊर्जा परिदृश्य को बदलने की अपार क्षमता है। मजबूत नीतिगत समर्थन, प्रचुर संसाधनों और बढ़ती तकनीकी क्षमताओं के साथ, जैव ऊर्जा, ऊर्जा सुरक्षा और पर्यावरणीय स्थिरता से लेकर ग्रामीण विकास और आर्थिक विकास जैसी कई चुनौतियों का समाधान कर सकती हैं। हालांकि इस दक्षता को साकार करने के लिए बुनियादी ढांचे, प्रौद्योगिकी और बाजार की गतिशीलता से संबंधित संरचनात्मक चुनौतियों का समाधान करने की आवश्यक है। यह सुनिश्चित करने के लिए एक संतुलित समावेशी और भविष्योन्मुखी दृष्टिकोण आवश्यक होगा कि जैव ऊर्जा न केवल एक विकल्प बने बल्कि भारत के स्थायी ऊर्जा भविष्य का एक केन्द्रीय स्तंभ बने।

सन्दर्भ ग्रन्थ सूची

1. क्रानिकल जून 2026 मासिक पत्रिका।
2. प्रतियोगिका दर्पण जून 2026 मासिक पत्रिका।
3. दैनिक जागरण, हिन्दुस्तान समाचार पत्रों की सम्पादकीय व लेख।
4. योजना व कुरुक्षेत्र मासिक पत्रिकाओं में सम्बन्धित लेख।
5. भारत की ऊर्जा रणनीति-दृष्टि स्रोत द हिन्दू।
6. भारत सरकार पत्र सूचना कार्यालय-ऊर्जा स्रोतों का बदलता स्वरूप 28 फरवरी 2026.
