

## भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका

Saraf, Savita

Research Scholar, Major S.D. Singh University

### Abstract

प्रस्तुत कार्य भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना के विकास में सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) की भूमिका का आलोचनात्मक विश्लेषण है। यह अध्ययन मात्रात्मक शोध डिज़ाइन पर आधारित है, जिसमें वर्णनात्मक और प्रक्षेपीय सांख्यिकीय विधियों जैसे पीयरसन सहसंबंध (Pearson Correlation) का उपयोग किया गया है। इसके निष्कर्षों से स्पष्ट होता है कि PPP पहलों की प्रभावशीलता और नवीकरणीय ऊर्जा की क्षमता वृद्धि तथा परियोजना कार्यान्वयन के बीच एक सशक्त सकारात्मक सहसंबंध मौजूद है। गुजरात और मध्य प्रदेश जैसे राज्य जहां स्थापित क्षमता और परियोजनाओं की संख्या अधिक है, वे उदाहरणात्मक प्रदर्शन कर रहे हैं, जबकि झारखंड जैसे राज्य, जिनका प्रदर्शन निराशाजनक है, उन्हें संस्थागत सुदृढीकरण की आवश्यकता है। क्षेत्रीय दृष्टि से देखा जाए तो, PPP के माध्यम से निवेश में सौर ऊर्जा प्रमुख भूमिका निभा रही है, जिसमें ₹23,000 करोड़ से अधिक का निवेश देखा गया है, और यह ऊर्जा पहुंच, रोजगार सृजन तथा कार्बन उत्सर्जन में कमी पर उल्लेखनीय प्रभाव डाल रही है। इन उपलब्धियों के बावजूद, नियामक असंगतता, वित्तीय अंतर और भूमि अधिग्रहण जैसी चुनौतियाँ प्रमुख बाधाएँ बनी हुई हैं। यह शोध सुझाव देता है कि PPP की प्रभावशीलता को सार्वजनिक क्षेत्र की क्षमता सुदृढ कर, जोखिम साझाकरण की पद्धतियाँ विकसित कर, और नीतिगत समन्वय सुनिश्चित कर बढ़ाया जा सकता है। हरित ऊर्जा संक्रमण के एक विश्वसनीय साधन के रूप में PPP की उपयोगिता को दीर्घकालीन अवधि में प्रमाणित किया जा सकता है, और इसका समर्थन ARDL मॉडल, कोहेरेंस वेवलेट्स एवं वैश्विक केस स्टडीज़ से प्राप्त आंकड़ों द्वारा किया गया है।

**मुख्यशब्द:** सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP), नवीकरणीय ऊर्जा, अवसंरचना विकास, भारत, ऊर्जा संक्रमण, सौर ऊर्जा।

### CITATION

Saraf, S., (2025). भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका *Shodh Manjusha: An International Multidisciplinary Journal*, 02(02), 336–360.  
<https://doi.org/10.70388/sm250165>

### Article Info

Received: May 21, 2025  
Accepted: Aug 23, 2025  
Published: Sep 12, 2025

### Copyright



This article is licensed under a license Commons Attribution-Non-commercial-No Derivatives 4.0 International Public License (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://doi.org/10.70388/sm250165>

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका

## 1. परिचय

भारत वर्तमान समय में आर्थिक विकास और पर्यावरणीय स्थिरता के द्वंद्व में खड़ा है। भारत विश्व की तीव्रतम गति से बढ़ती अर्थव्यवस्थाओं में से एक है और पिछले कुछ दशकों में इसकी ऊर्जा खपत अत्यधिक तीव्र गति से बढ़ी है। वहीं दूसरी ओर, जीवाश्म ईंधनों पर अत्यधिक निर्भरता के कारण कार्बन गैस उत्सर्जन में वृद्धि, पर्यावरणीय संकट और आयात पर अत्यधिक निर्भरता जैसे नकारात्मक प्रभावों ने देश को नवीकरणीय ऊर्जा (Renewable Energy - RE) की ओर आकर्षित किया है। भारत सरकार ने भी जलवायु परिवर्तन से संबंधित लक्ष्यों को लेकर साहसिक संकल्प लिए हैं, जैसे कि वर्ष 2030 तक 500 गीगावाट गैर-जीवाश्म ईंधन क्षमता स्थापित करना और 2070 तक शुद्ध शून्य उत्सर्जन (Net-Zero Emission) प्राप्त करना। इन लक्ष्यों की प्राप्ति के लिए नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना का तीव्र और प्रभावी विस्तार अनिवार्य है। लेकिन इतने विशाल निवेश और तकनीकी उपयोग को देखते हुए केवल सरकार के स्तर पर इसे पूरा करना संभव नहीं है। यही कारण है कि भारत में नवीकरणीय ऊर्जा मार्ग में निवेश और अवसंरचना की खाई को पाटने के लिए सार्वजनिक-निजी भागीदारी (Public-Private Partnerships - PPPs) को एक निर्णायक उपकरण के रूप में देखा गया है।

सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) सरकार और उसके विभागों (सार्वजनिक निकायों) तथा व्यापारिक क्षेत्रों के बीच दीर्घकालिक अनुबंधों के माध्यम से होने वाले सहयोगी प्रयास हैं, जिनमें योगदान, निवेश और अवसंरचना विकास से जुड़े संभावित लाभ साझा किए जाते हैं। इस प्रकार की साझेदारियाँ न केवल वित्तीय संसाधन प्रदान करती हैं, बल्कि सौर, पवन, जल एवं जैव ऊर्जा क्षेत्रों में नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं के क्रियान्वयन और प्रबंधन के लिए एक उत्तम अवसर भी प्रस्तुत करती हैं। PPPs वैश्विक स्तर पर ऊर्जा संक्रमण की इस तीव्र गति का प्रमुख भाग बन चुकी हैं। विशेषतः संसाधन सीमित विकासशील देशों में, PPPs केवल पूंजी निवेश नहीं लातीं, बल्कि प्रबंधकीय दक्षता, तकनीकी नवाचार और उत्तरदायित्व की भावना भी लाती हैं (Kim, 2017)। भारत का इतिहास भी इस वैश्विक

प्रवृत्ति की पुष्टि करता है, जहाँ PPPs ने नवीकरणीय अवसंरचना के विस्तार को उत्प्रेरित किया है और लाखों लोगों तक विद्युत आपूर्ति सुनिश्चित की है।

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा में PPP नवाचारों का उपयोग एक सक्रिय परिदृश्य रहा है। उदाहरण के लिए, बोस और सरकार (2021) ने भारत में सौर ऊर्जा पार्कों और अल्ट्रा-मेगा नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं के विकास में PPP संरचना की पहचान की, जहाँ भूमि प्रबंधन और व्यावहारिक अंतर पूर्ति निधि (Viability Gap Funding) में सार्वजनिक सहयोग को निजी क्षेत्र द्वारा निर्माण एवं संचालन से जोड़ा गया। इस प्रकार की गतिविधियों ने घरेलू और विदेशी निवेश को आकर्षित करने में मदद की है, जिससे सौर ऊर्जा के क्षेत्र में लागत में कमी और क्षमता में वृद्धि हुई है। इसी क्रम में, रीवा अल्ट्रा मेगा सोलर पार्क और एनटीपीसी की नवीकरणीय साझेदारियों जैसी परियोजनाएँ स्वच्छ ऊर्जा की आपूर्ति में PPPs के संदर्भ में अंतरराष्ट्रीय मानक बन चुकी हैं।

PPP न केवल महत्वपूर्ण और क्रियाशील हैं, बल्कि रणनीतिक भी हैं। जैसा कि रघुतला और कोलाटी (2023) ने बताया, ऊर्जा नियोजन में PPP निवेश का विकास भारत और चीन में नवीकरणीय ऊर्जा के विस्तार में एक नवीन कारक बन गया है। उन्होंने इस बात पर जोर दिया कि कैसे राजनीतिक सहयोग, नीतिगत सुनिश्चितता और संस्थागत सुधार PPP को सफल बनाते हैं। इसे ली एट अल. (2021) के अध्ययन से भी पुष्टि मिलती है, जिसमें दिखाया गया कि चीन में PPP निवेशों ने पर्यावरणीय स्थिरता को काफी हद तक सहायता प्रदान की है, जिससे नवीकरणीय ऊर्जा का व्यापक स्तर पर विस्तार संभव हुआ। यह तथ्य इस ओर संकेत करता है कि यदि उभरती हुई अर्थव्यवस्थाओं में नीतियों का पारिस्थितिक तंत्र सुव्यवस्थित हो, तो PPP अधिक प्रभावी हो सकते हैं।

आर्थिक दृष्टिकोण से, PPP के ज़रिए अधोसंरचना विकास से जुड़े लाभ spillover के माध्यम से आर्थिक वृद्धि को गति मिल सकती है, साथ ही बेरोजगारी में भी कमी लाई जा सकती है। अलशुबिरी (2022) ने खाड़ी सहयोग परिषद (GCC) देशों से प्राप्त आंकड़ों के माध्यम से यह चित्र प्रस्तुत किया कि नवीकरणीय ऊर्जा में PPP निवेशों ने इन देशों की आर्थिक प्रदर्शन पर सकारात्मक प्रभाव डाला है।

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका यद्यपि भारत में PPP की प्रकृति और कार्यान्वयन की स्थितियाँ भिन्न हो सकती हैं, फिर भी निजी वित्त और विशेषज्ञता को राष्ट्रीय हित में लगाना भारत में भी संभव है। भारतीय अनुभव यह दर्शाता है कि PPP केवल वित्तीय यंत्र नहीं बल्कि संस्थागत नवाचार भी हैं, जो भूमि, तकनीक, और विभागीय समन्वय जैसे कार्यान्वयन संबंधी अवरोधों को दूर करने में सहायक हो सकते हैं (भट्टाचार्य, सिंघल और वोहरा, 2022)।

हालाँकि, भारत में नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में PPP के समक्ष कुछ प्रमुख चुनौतियाँ भी हैं। इनमें नियामक अनिश्चितता, भूमि अधिग्रहण में बाधाएँ, जोखिम-साझाकरण योजनाओं की अनुपस्थिति और वितरण कंपनियों द्वारा भुगतान में विलंब जैसी समस्याएँ शामिल हैं। सिंह (2023) के अनुसार, ये संरचनात्मक सीमाएँ हैं जो निवेशकों के विश्वास और परियोजना की बैंक-योग्यता को कमजोर कर सकती हैं। इसके अलावा, नीति की स्पष्टता और निरंतरता की भी विशेष रूप से आवश्यकता है। PPP मॉडल को सफल बनाने के लिए एक व्यापक नीति ढाँचा आवश्यक है, जिसमें ऊर्जा योजना, वित्तीय प्रोत्साहन, विनियामक निगरानी जैसे तत्वों का समावेश हो (भट्टाचार्य और सिंघल, 2024)। इन तत्वों के अभाव में, नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में PPP के माध्यम से संभावित विकास को पूरी तरह से प्राप्त नहीं किया जा सकता।

वित्तीय और संस्थागत दृष्टिकोण से गहरी खाई अभी भी बनी हुई है। जहाँ विशाल परियोजनाएँ निजी क्षेत्र द्वारा संचालित की जा सकती हैं, वहीं छोटे या विकेंद्रित नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाएँ विशेषतः तब सफल नहीं होतीं जब उन्हें स्वीकृत ऋण या एकत्रीकरण की प्रणाली प्राप्त नहीं होती। शेख और हसीब (2023) ने इन परियोजनाओं की सफलता के लिए नवीन वित्तीय उपकरणों और स्थानीय हितधारकों की भागीदारी पर बल दिया है, विशेषतः ग्रामीण और ऑफ-ग्रिड क्षेत्रों में। इसके अतिरिक्त, PPP परियोजनाओं की दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करने हेतु प्रभावी जोखिम साझाकरण योजनाएँ और अनुबंधों की वैध प्रवर्तन क्षमता आवश्यक हैं।

भारत में PPP की सफलता के लिए अनुभवजन्य समर्थन लगातार बढ़ रहा है। PPP निवेश और भारत में नवीकरणीय ऊर्जा संक्रमण के दीर्घकालिक संबंध को प्रदर्शित करने हेतु अहमद एट अल. (2023) ने ARDL और वेवलेट कोहरेस जैसे उन्नत अर्थमितीय तरीकों का प्रयोग किया। उन्होंने पाया कि PPPs नवीकरणीय ऊर्जा बाजार को स्थिर करने में सहायक हैं, विशेषकर जब उन्हें सरकार की लगातार नीति और वित्तीय प्रोत्साहन का समर्थन प्राप्त हो। इसी दिशा में, कुलकर्णी और मेहता (2021) ने यह दर्शाया कि भारत में नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में PPPs ऊर्जा की पहुंच और जलवायु लक्ष्यों को पूरा करने में सहायक सिद्ध हो रहे हैं। ये निष्कर्ष यह पुष्टि करते हैं कि PPP न केवल वित्तीय उपकरण हैं बल्कि ऊर्जा समता और स्थिरता की दिशा में एक संस्थागत ढाँचा भी प्रस्तुत करते हैं।

शैक्षणिक और नीतिगत स्तर पर भी PPP की दक्षता को बढ़ाने के लिए कुछ रूपरेखाएँ प्रस्तुत की गई हैं। गीवाला (2023) सुझाव देते हैं कि निजी क्षेत्र में जोखिमों को दूर करने के लिए सार्वजनिक क्षेत्र की क्षमता को सुदृढ़ करना, PPP अनुबंधों का मानकीकरण करना, और ब्लेंडेड फाइनेंस जैसे विकल्पों का उपयोग करना आवश्यक है। ऊर्जा, पर्यावरण और जल पर परिषद (CEEW 2022) की एक रिपोर्ट में भट्टाचार्य एट अल. ने PPP वृद्धि को प्रोत्साहित करने हेतु जोखिम-मुक्त उपकरण, हरित बैंक और परियोजना तैयारी सुविधाओं की स्थापना जैसे मार्ग प्रस्तुत किए हैं।

इस प्रकार, यह स्वीकार करते हुए कि PPPs नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना में अपार संभावनाएँ रखते हैं, उनकी सफलता एक सक्षम परिवेश, हितधारकों की परस्पर सहभागिता और संस्थागत क्षमता पर निर्भर करती है। वर्तमान आवश्यकता यह समझने की है कि PPPs केवल कार्य करते हैं या नहीं, बल्कि यह भी कि वे भारत में किन परिस्थितियों में और कैसे दीर्घकालिक परिणाम प्रदान कर सकते हैं। प्रस्तावित शोध कार्य इसी ज्ञान की कमी को भरने के उद्देश्य से किया जा रहा है, जो भारत में PPPs के योगदान, सफलता के निर्धारक तत्वों और उनकी प्रभावशीलता बढ़ाने हेतु नीतिगत सुझाव प्रदान करेगा।

## 2. साहित्य समीक्षा

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका भारत को अपने सतत विकास लक्ष्यों और पेरिस समझौते के सदस्य के रूप में जलवायु संबंधी कर्तव्यों को पूरा करने के लिए नवीकरणीय ऊर्जा की ओर अग्रसर होना आवश्यक है। हालांकि, नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना में निवेश अत्यंत महंगा होता है, क्योंकि इसमें विशाल पूंजी निवेश, जोखिम साझा करने की व्यवस्था, तकनीकी विकास और परियोजनाओं के प्रभावी क्रियान्वयन की आवश्यकता होती है। इस दृष्टिकोण से, सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) भारत में और विश्व स्तर पर नवीकरणीय ऊर्जा संचय को प्रोत्साहित करने के लिए एक महत्वपूर्ण संस्थागत और वित्तीय माध्यम बनकर उभरी है। इस साहित्य समीक्षा के माध्यम से विभिन्न अनुभवजन्य (empirical) और सैद्धांतिक (theoretical) अध्ययनों का विस्तृत विवरण प्रस्तुत किया गया है, जिससे यह समझा जा सके कि भारत में नवीकरणीय ऊर्जा के संदर्भ में PPP के दायरे, लाभ, सीमाएँ और संभावनाएँ क्या हैं।

रघुतला और कोलाटी (2023) ने चीन और भारत जैसे दो एशियाई दिग्गज देशों के बीच एक तुलनात्मक अध्ययन प्रस्तुत किया है, जिसमें यह चर्चा की गई है कि ऊर्जा क्षेत्र में PPP निवेश किस प्रकार नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन का निर्धारक बन सकता है। लेखकों का विशेष बल इस बात पर है कि राजनीतिक सहयोग PPP की प्रभावशीलता में एक अहम भूमिका निभाता है, जिससे नवीकरणीय ऊर्जा निवेश को गति मिलती है। भारत के संदर्भ में, सुशासन और नीतिगत स्थिरता ने निजी निधियों के स्वच्छ ऊर्जा क्षेत्रों में प्रवाह को सशक्त किया है। इस अध्ययन से यह निष्कर्ष निकलता है कि वित्तीय लाभ के अलावा, PPP तकनीकी हस्तांतरण और संचालन दक्षता को भी बढ़ावा देते हैं, जिससे नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना के विकास में सहायता मिलती है।

इसी प्रकार, ली एट अल. (2021) ने चीन के अनुभव के आधार पर पर्यावरणीय स्थिरता में PPP निवेशों के योगदान पर प्रकाश डाला है। उनके शोध के अनुसार, PPP दीर्घकालिक हरित निवेशों को सक्षम बनाते हैं और जीवाश्म ईंधनों पर निर्भरता को घटाते हैं। यद्यपि यह अध्ययन चीन की पृष्ठभूमि में किया गया है, परंतु ऊर्जा मांग और नीतिगत ढांचे की समानताओं के कारण भारत के लिए भी यह अध्ययन उपयोगी साक्ष्य प्रदान करता है। खाड़ी सहयोग परिषद (GCC) देशों के संदर्भ में अलशुबिरी

(2022) का अध्ययन भी इस तथ्य को समर्थन देता है कि नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं में PPP निवेश आर्थिक वृद्धि में महत्वपूर्ण योगदान दे सकते हैं। ये व्यापक स्तर के आर्थिक दृष्टिकोण यह रेखांकित करते हैं कि PPP केवल पर्यावरणीय लक्ष्यों को बढ़ावा देने तक सीमित नहीं हैं, बल्कि वे व्यापक विकासात्मक लाभ भी लाते हैं।

पटेल एट अल. (2020a) द्वारा भारतीय परिप्रेक्ष्य में किए गए अध्ययन में सौर ऊर्जा विकास में प्रयुक्त PPP मॉडलों की समीक्षा की गई है और इसमें रीवा अल्ट्रा मेगा सोलर प्रोजेक्ट जैसी सफल परियोजनाओं का उदाहरण प्रस्तुत किया गया है। इस अध्ययन में संस्थागत व्यवस्थाओं, जोखिम न्यूनकरण की रणनीतियों और ऐसे नियामक साधनों की चर्चा की गई है जो निजी निवेश को आकर्षित करने में प्रभावी रहे हैं। इस शोध का एक प्रमुख निष्कर्ष यह है कि बोली प्रक्रिया की स्पष्टता, व्यावहारिक अंतर पूर्ति निधि (Viability Gap Funding - VGF) प्रणाली, और पारदर्शी अनुबंध व्यवस्थाएँ सरकार और निजी कंपनियों के बीच विश्वास की स्थापना के लिए अत्यंत आवश्यक हैं। इसके अलावा, लेखकों ने यह भी बल दिया है कि प्रारंभिक चरण के सौर ऊर्जा पार्कों से प्राप्त अनुभवों को भविष्य के PPP ढाँचों के निर्माण में उपयोग में लाया जा सकता है।

भारत में सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) पारिस्थितिकी तंत्र की संरचनात्मक और क्रियात्मक विशेषताओं का घरेलू स्तर पर भी विश्लेषण किया गया है। गीवाला (2023) ने भारत में नवीकरणीय ऊर्जा के क्षेत्र में PPP के उपयोग का अध्ययन करते हुए नौकरशाही की जटिल प्रक्रियाओं, भूमि अधिग्रहण की कठिनाइयों और अस्थिर नीतिगत वातावरण को प्रमुख बाधाओं के रूप में रेखांकित किया है। उनके शोध में हितधारकों के समन्वय और नियामकों द्वारा अनुमोदन प्रक्रियाओं के सरलीकरण की आवश्यकता को रेखांकित किया गया है, ताकि PPP की व्यावहारिकता को बढ़ाया जा सके। इसी प्रकार, शेख और हसीब (2023) ने भारत में नवीकरणीय ऊर्जा विकास के परिप्रेक्ष्य में PPPs का आलोचनात्मक मूल्यांकन किया है और निष्कर्ष निकाला है कि यद्यपि PPP में अपार संभावनाएँ हैं, फिर भी संस्थागत बाधाएँ और वित्तीय जोखिम प्रायः इनकी प्रभावशीलता को नकार देते हैं। उन्होंने

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका सुझाव दिया कि सार्वजनिक क्षेत्र की अधिक प्रतिबद्धता, सरकारी सब्सिडी और क्षमता निर्माण कार्यक्रमों की आवश्यकता है।

किम (2017) ने PPPs और विकासशील देशों में बिजली की पहुँच पर एक वैश्विक साहित्य समीक्षा प्रस्तुत की है। इस शोध में यह निष्कर्ष निकाला गया कि निजी क्षेत्र की दक्षता और नवाचार के उपयोग के माध्यम से PPPs बिजली की गरीबी को समाप्त करने में केंद्रीय भूमिका निभाते हैं। जब इसे भारत के संदर्भ में लागू किया जाए, तो यह विश्लेषण उन ऑफ-ग्रिड और वितरित ऊर्जा परियोजनाओं के लिए विशेष रूप से उपयुक्त है, जो केवल सरकारी संसाधनों से पर्याप्त रूप से संचालित नहीं हो सकतीं।

अहमद एट अल. (2023) द्वारा किया गया अनुभवजन्य शोध ARDL और वेवलेट कोहेरेंस जैसे उन्नत अर्थमितीय तरीकों का उपयोग करता है, ताकि भारत में PPP निवेशों के नवीकरणीय ऊर्जा संक्रमण पर प्रभाव को परखा जा सके। इस अध्ययन में यह पाया गया कि PPP निवेशों और नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन के बीच दीर्घकालिक सकारात्मक संबंध है। शोध यह दर्शाता है कि इस प्रकार की साझेदारियाँ केवल सैद्धांतिक रूप से ही नहीं, बल्कि व्यावहारिक रूप से भी हरित ऊर्जा को अपनाने में प्रभावी हो सकती हैं।

सिंह (2023) के अध्ययन में यह स्पष्ट किया गया है कि भारत के नवीकरणीय ऊर्जा PPP ढांचे का विश्लेषण नीति-विशिष्ट प्रतीत होता है और इसमें कई अनसुलझे प्रश्न विद्यमान हैं, जैसे मानकीकृत अनुबंधों की अनुपस्थिति, वित्तपोषण संबंधी समस्याएँ और जोखिम वारंटी का अभाव। अध्ययन में जिन सुधारों का सुझाव दिया गया है, उनमें नए वित्तीय साधनों का उपयोग, परियोजनाओं के मूल्यांकन तंत्र को बेहतर बनाना, और कानून के प्रवर्तन को सशक्त करना शामिल है, ताकि निजी क्षेत्र की दीर्घकालिक भागीदारी सुनिश्चित हो सके।

भारत के संदर्भ में कुलकर्णी और मेहता (2021) ने नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में PPP के संरचनात्मक कार्यान्वयन का राज्य स्तरीय परियोजनाओं के माध्यम से मूल्यांकन किया। उनके निष्कर्षों से यह

स्पष्ट होता है कि जिन राज्यों ने अपनी ऊर्जा विभागों में पहल की है और जहाँ पृथक PPP सेल मौजूद हैं, जैसे गुजरात और मध्य प्रदेश, वे विशाल नवीकरणीय परियोजनाओं को कार्यान्वित करने में कहीं अधिक सफल रहे हैं। यह लेख राज्य स्तर पर शासन और संस्थागत क्षमता को PPP प्रदर्शन का निर्धारक मानता है।

नीतिगत थिंक टैंक संस्थाएँ भी उपयोगी सुझावों के साथ सामने आई हैं। TERI की एक नीति-पत्र में भट्टाचार्य और सिंघल (2024) ने PPP को विस्तार देने हेतु एक रोडमैप प्रस्तावित किया है, जिसमें जोखिम-न्यूनकरण उपकरण, क्षमता निर्माण और परियोजना डिज़ाइन में स्थिरता मानदंडों को शामिल करने पर बल दिया गया है। उन्होंने "ब्लेंडेड फाइनेंस" रणनीतियों की आवश्यकता पर भी ज़ोर दिया है, जिनके अंतर्गत सार्वजनिक निधियों को निजी पूंजी के साथ प्रदर्शन-आधारित प्रोत्साहनों के आधार पर जोड़ा जाए। इसी संदर्भ में, भट्टाचार्य, सिंघल और वोहरा (2022) द्वारा ऊर्जा, पर्यावरण और जल पर परिषद (CEEW) के लिए तैयार की गई एक साथी रिपोर्ट में PPP मॉडलों के पुनःडिज़ाइन की बात की गई है, ताकि भारत में स्वच्छ ऊर्जा संक्रमण को अधिक प्रभावी परिणामों की ओर अग्रसर किया जा सके। उनके कुछ सुझावों में एक केंद्रीय PPP इकाई की स्थापना, हरित खरीद नीतियों (Green Procurement Policies) का विस्तार, और अवसंरचना विकास के दायरे में नवीकरणीय ऊर्जा लक्ष्यों का समावेश शामिल है।

इन सभी अध्ययनों को मिलाकर भारत के नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) की एक स्तरीकृत (stratified) समझ विकसित की जा सकती है। एक ओर, PPPs के विकासात्मक प्रभाव को व्यापक स्तर पर सिद्ध किया गया है (रघुतला और कोलाटी, 2023; अहमद एट अल., 2023)। दूसरी ओर, व्यावहारिक सीमाएँ और संभावनाएँ संचालन स्तर पर उजागर की गई हैं (बोस और सरकार, 2021; गीवाला, 2023)। अंतरराष्ट्रीय स्तर पर तुलनात्मक दृष्टिकोण (किम, 2017; ली एट अल., 2021; अलशुबिरी, 2022) प्रभावी मॉडल प्रदान करते हैं, जबकि संस्थागत और नीतिगत अध्ययन (भट्टाचार्य और सिंघल, 2024; सिंह, 2023) परिवर्तन की व्यवहार्य दिशाएँ प्रस्तुत करते हैं।

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका हालाँकि, PPP कोई चमत्कारी समाधान नहीं है। यह अब भी कुछ पुरानी समस्याओं का सामना करता है, जैसे—जोखिम साझा करने को लेकर असहमति, नियामक असंगति, और परियोजनाओं की बैंक-योग्यता की कमी। फिर भी, नीति समर्थन, तकनीकी नवाचार, और निजी क्षेत्र की रुचि का समन्वय भारत को इस स्थिति में लाता है कि वह PPP को अपनी हरित ऊर्जा क्रांति का आधार स्तंभ बना सके।

### 3. अनुसंधान पद्धति

#### 3.1 शोध रूपरेखा

यह अध्ययन मात्रात्मक-विश्लेषणात्मक शोध रूपरेखा को अपनाता है, जिसे द्वितीयक आंकड़ा विश्लेषण और सांख्यिकीय सहसंबंध परीक्षण द्वारा पूरक किया गया है। यह शोध विवरणात्मक प्रकृति का है, जिसका उद्देश्य भारत में सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) के प्रदर्शन और नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना विकास के बीच संबंध को खोजने और अनुभवजन्य रूप से सत्यापित करना है।

#### 3.2 डेटा संग्रह

अध्ययन पूरी तरह से द्वितीयक डेटा पर आधारित है, जो निम्नलिखित स्रोतों से संकलित किया गया है:

- सरकारी ऊर्जा पोर्टल (MNRE, नीति आयोग, CEA रिपोर्ट्स)
- प्रतिष्ठित जर्नल लेख और नीतिगत पत्र
- संस्थागत डेटाबेस (TERI, CEEW, MPRA, Elsevier, Springer)
- चयनित भारतीय राज्यों में PPP प्रदर्शन और नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता पर प्रकाशित सांख्यिकीय डेटा

भारत के छह राज्यों का चयन PPP से संबंधित आंकड़ों की उपलब्धता और समृद्धता के आधार पर किया गया है: गुजरात, मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, राजस्थान, तमिलनाडु और झारखंड।

### 3.3 प्रयुक्त चरों

**तालिका 1: PPP प्रदर्शन और नवीकरणीय ऊर्जा विकास पर आधारित अध्ययन में प्रयुक्त चरों का विवरण**

चर	प्रकार	विवरण
PPP सफलता स्कोर	स्वतंत्र (Independent)	राज्यवार स्कोर (1-5), PPP नीति के क्रियान्वयन और निवेश पर आधारित
स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा (GW)	आश्रित (Dependent)	गीगावाट में स्थापित कुल नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता
PPP परियोजनाओं की संख्या	आश्रित (Dependent)	क्रियान्वित नवीकरणीय ऊर्जा PPP परियोजनाओं की कुल संख्या

### 3.4 डेटा विश्लेषण तकनीकें

चर-चरों के बीच संबंधों का पता लगाने हेतु निम्नलिखित सांख्यिकीय विधियाँ लागू की गईं:

- **वर्णनात्मक विश्लेषण (Descriptive Analysis):** राज्य-स्तरीय PPP मीट्रिक का सारणीकरण एवं संक्षेप
- **पियरसन सहसंबंध गुणांक परीक्षण:** रैखिक संबंधों की ताकत और दिशा निर्धारित करने हेतु:

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका

- PPP सफलता स्कोर और स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता के बीच
- PPP सफलता स्कोर और परियोजनाओं की संख्या के बीच
- स्थापित क्षमता और परियोजनाओं की संख्या के बीच
- ये सांख्यिकीय परीक्षण Python (SciPy लाइब्रेरी) का उपयोग करके किए गए, और परिणामों की वैधता  $p < 0.05$  के महत्व स्तर पर सुनिश्चित की गई।

#### 4. परिणाम एवं विश्लेषण

यह अध्याय भारत में नवीकरणीय ऊर्जा के क्षेत्र में सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) पर विस्तृत डेटा विश्लेषण के उपरांत प्राप्त निष्कर्षों को प्रस्तुत करता है। स्वच्छ ऊर्जा की बढ़ती आवश्यकता और यह तथ्य कि भारत पेरिस समझौते सहित कई अंतरराष्ट्रीय समझौतों का हस्ताक्षरकर्ता है, इस परिप्रेक्ष्य में PPP एक रणनीतिक उपकरण के रूप में उभरा है, जो अवसंरचना विकास में वित्तीय, तकनीकी एवं प्रबंधकीय अंतराल को भरने में सहायक है।

इस अध्याय में गणनात्मक आंकड़ों का उपयोग करते हुए विभिन्न पक्षों — जैसे निवेश में योगदान, क्षेत्रीय भागीदारी, राज्यों का प्रदर्शन, और सामाजिक-आर्थिक प्रभाव — का विश्लेषण किया गया है। यह अध्याय भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना के विकास में PPP की कार्यक्षमता, प्रभावशीलता और समक्ष चुनौतियों का समग्र मूल्यांकन प्रस्तुत करता है।

##### 4.1 PPP का निवेश योगदान

सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) ने नवीकरणीय ऊर्जा के कार्यान्वयन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है, विशेष रूप से वित्तीय जोखिमों के वितरण और तकनीकी नवाचारों के माध्यम से। इन योगदानों का परिमाण विभिन्न अनुभवजन्य अध्ययनों द्वारा मापा गया है।

तालिका 2: नवीकरणीय ऊर्जा में सार्वजनिक-निजी भागीदारी का निवेश प्रभाव

लेखक/लेखकगण	देश/क्षेत्र	संकेतक	PPP का योगदान (संख्यात्मक अनुमान)
रघुतला और कोलाटी (2023)	भारत और चीन	नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता	18.4% की वृद्धि
अहमद एट अल. (2023)	भारत	ऊर्जा संक्रमण (ARDL मॉडल)	15.2% दीर्घकालिक सकारात्मक प्रभाव
किम (2017)	वैश्विक	बिजली की पहुँच	कवरेज में 12.8% सुधार
ली एट अल. (2021)	चीन	पर्यावरणीय स्थिरता	CO <sub>2</sub> उत्सर्जन में 20.1% सुधार

ये निष्कर्ष सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) निवेशों और नवीकरणीय ऊर्जा परिणामों के बीच एक प्रत्यक्ष और मापन योग्य संबंध को दर्शाते हैं। उदाहरणस्वरूप, भारत में अहमद एट अल. (2023) ने ARDL मॉडल का उपयोग करते हुए यह दर्शाया कि PPP पहलों के कारण नवीकरणीय ऊर्जा के परिणियोजन में 15.2% की वृद्धि हुई है। किम (2017) द्वारा प्रस्तुत अंतरराष्ट्रीय तुलनात्मक अध्ययन यह रेखांकित करता है कि निम्न-आय वाले क्षेत्रों में PPP की भागीदारी से बिजली की पहुँच में 12.8% की वृद्धि हुई। विशेष रूप से चीन में, पर्यावरणीय संकेतकों में 20.1% का सुधार दर्ज किया गया, जो यह दर्शाता है कि सुव्यवस्थित PPP रणनीतियाँ पारिस्थितिकीय चुनौतियों के प्रबंधन में प्रभावी सिद्ध हो सकती हैं।

#### 4.2 PPP परियोजनाओं का क्षेत्रवार वितरण

विभिन्न नवीकरणीय ऊर्जा उप-क्षेत्रों में PPP पहलों का वितरण नीति और निवेश प्राथमिकताओं को समझने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है।

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका

तालिका 3: PPP आधारित नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं का क्षेत्रवार आवंटन और उत्पादन

क्षेत्र (Sector)	परियोजनाओं की संख्या	अनुमानित निवेश (₹ करोड़)	प्रति परियोजना औसत उत्पादन (मेगावाट)
सौर ऊर्जा	85	₹23,000	150
पवन ऊर्जा	36	₹9,800	120
बायोमास/जैव ऊर्जा	18	₹3,600	35
अपशिष्ट से ऊर्जा	11	₹2,500	25
हाइब्रिड/माइक्रो ग्रिड	6	₹1,400	15

विश्लेषण से स्पष्ट होता है कि सौर ऊर्जा सबसे प्रमुख क्षेत्र के रूप में उभरकर सामने आता है, जिसमें सबसे अधिक परियोजनाएँ और निवेश दर्ज किए गए हैं। अकेले सौर ऊर्जा में ₹23,000 करोड़ से अधिक का निवेश आकर्षित हुआ है, जो कुल PPP-आधारित नवीकरणीय निवेश का लगभग 50% है। पवन ऊर्जा का स्थान इसके बाद आता है, हालाँकि इसमें परियोजनाओं और निवेश की संख्या आधी से भी कम है। हाइब्रिड प्रणालियाँ और अपशिष्ट-से-ऊर्जा संयंत्र उभरते रुझानों को दर्शाते हैं, विशेष रूप से उन राज्यों में जो विकेंद्रीकृत विद्युतीकरण और परिपथीय अर्थव्यवस्था मॉडल पर ध्यान केंद्रित कर रहे हैं।

#### 4.3 राज्य-स्तरीय प्रदर्शन विश्लेषण

भौगोलिक असमानताएँ PPP की सफलता को प्रभावित करती हैं, क्योंकि विभिन्न राज्यों में नीतिगत ढाँचे, नियामक वातावरण और अधोसंरचना की तत्परता में अंतर होता है।

**तालिका 4: नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में PPP पर राज्यवार तुलनात्मक प्रदर्शन**

राज्य	PPP सफलता स्कोर (1-5)	स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता (GW)	PPP परियोजनाओं की संख्या
गुजरात	5.0	19.2	60
मध्य प्रदेश	4.5	12.7	52
महाराष्ट्र	4.0	14.3	48
राजस्थान	3.5	16.5	45
तमिलनाडु	3.0	13.1	39
झारखंड	2.0	2.6	14

गुजरात स्थापित क्षमता और PPP की प्रभावशीलता, दोनों में अग्रणी है। राज्य का PPP सफलता स्कोर 5.0 यह दर्शाता है कि वहाँ सक्रिय नवीकरणीय नीतियाँ, भूमि सुधार और निवेशकों के अनुकूल नियामक ढाँचा मौजूद हैं। मध्य प्रदेश और महाराष्ट्र क्रमशः दूसरे स्थान पर हैं, जिनका श्रेय वहाँ के मजबूत सौर और पवन ऊर्जा कॉरिडोर को जाता है। इसके विपरीत, झारखंड का कमजोर प्रदर्शन—जहाँ मात्र 2.6 गीगावाट स्थापित क्षमता है—यह इंगित करता है कि वहाँ निजी साझेदारों को आकर्षित करने के लिए प्रशासनिक सरलीकरण और अधोसंरचना विकास की आवश्यकता है।

#### 4.4 PPP का विकासात्मक प्रभाव

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका केवल क्षमता और निवेश तक सीमित न रहते हुए, PPP परियोजनाएँ अन्य सकारात्मक बाह्य प्रभाव भी उत्पन्न करती हैं, जिनमें रोजगार सृजन, उत्सर्जन में कमी और ऊर्जा की वहनीयता (affordability) शामिल हैं।

**तालिका 5: PPP आधारित नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं से प्राप्त विकासात्मक परिणाम**

विकासात्मक परिणाम	मापन संकेतक	मान (Value)
रोजगार	प्रति मेगावाट सृजित नौकरियाँ	5.3
ऊर्जा पहुंच	विद्युतीकृत परिवारों की संख्या	18,00,000
CO <sub>2</sub> उत्सर्जन में कमी	प्रति वर्ष टन में टली हुई मात्रा	1,50,00,000 टन
लागत प्रतिस्पर्धात्मकता	प्रति यूनिट (kWh) मूल्य (₹)	₹2.45
क्षमता वृद्धि	जोड़ी गई कुल क्षमता (गीगावाट में)	38.2 GW

यह आँकड़ा PPP के नेतृत्व में किए गए नवीकरणीय ऊर्जा हस्तक्षेपों द्वारा उत्पन्न विकासात्मक गुणक (developmental multiplier) को उजागर करता है। औसतन, हर एक मेगावाट नवीकरणीय ऊर्जा स्थापित करने पर 5 से 5.3 नई नौकरियाँ उत्पन्न होती हैं; अतः इसे श्रम-प्रधान (labor-intensive) और सामाजिक-आर्थिक रूप से उपयोगी कहा जा सकता है। PPP के माध्यम से 38.2 गीगावाट की स्थापित क्षमता जोड़कर ऊर्जा की व्यापक उपलब्धता और सस्ती बिजली सुनिश्चित की गई है — ₹2.45 प्रति यूनिट (kWh) की दर से — जो अधिकांश जीवाश्म ईंधन आधारित स्रोतों की तुलना में कम है। इसके अतिरिक्त, PPP हर वर्ष लगभग 1.5 करोड़ टन CO<sub>2</sub>उत्सर्जन को टालने में सहायक होते हैं, जो भारत द्वारा निर्धारित राष्ट्रीय योगदान (NDCs) के अनुरूप है।

इस अध्याय में PPP की भारत में नवीकरणीय ऊर्जा परिनियोजन को बढ़ाने में प्रभावशीलता को मात्रात्मक एवं गुणात्मक रूप से प्रस्तुत किया गया है। प्रमुख निष्कर्ष इस प्रकार हैं:

- PPP निवेशों से नवीकरणीय क्षमता और पर्यावरणीय परिणामों में मापन योग्य लाभ प्राप्त होते हैं (15–20% तक की वृद्धि देखी गई)।
- क्षेत्रीय दृष्टि से, सौर ऊर्जा PPP ढांचे में सबसे प्रमुख है, जिसे लगभग ₹23,000 करोड़ का वित्तपोषण प्राप्त हुआ।
- गुजरात और मध्य प्रदेश जैसे राज्य PPP आधारित नवीकरणीय कार्यान्वयन में राष्ट्रीय आदर्श बन चुके हैं।
- सामाजिक-आर्थिक लाभों में पर्याप्त मात्रा में रोजगार सृजन, 18 लाख परिवारों को ऊर्जा की पहुँच, और सस्ती हरित ऊर्जा शामिल हैं।
- हालाँकि, झारखंड जैसे पिछड़े राज्यों में अब भी असमानताएँ बनी हुई हैं, जो नियामक सुधार और क्षमता निर्माण की आवश्यकता को इंगित करती हैं।

#### 4.5. नवीकरणीय ऊर्जा में PPP प्रभाव का सांख्यिकीय विश्लेषण

प्रस्तुत आंकड़ों में जो संबंध देखे गए हैं, उनकी पुष्टि हेतु सांख्यिकीय विश्लेषण किया गया। इस विश्लेषण में पियरसन सहसंबंध गुणांक (Pearson Correlation Coefficient) का उपयोग करते हुए सहसंबंध गुणांक निर्धारित किया गया। यह अध्याय नवीकरणीय ऊर्जा के क्षेत्र में राज्य स्तर पर PPPs के कार्यान्वयन से संबंधित तीन महत्वपूर्ण प्रदर्शन संकेतकों के बीच संबंध की ताकत और सांख्यिकीय महत्ता की जांच करता है।

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका इस विश्लेषण का उद्देश्य यह अनुभवजन्य रूप से मूल्यांकन करना है कि PPPs की राज्यवार सफलता नवीकरणीय ऊर्जा की स्थापित क्षमता और परियोजनाओं की संख्या के साथ किस प्रकार सहसंबंधित है।

## चर और डेटा सेट

तालिका 6: उपलब्ध PPP डेटा के आधार पर भारत के छह प्रमुख राज्य

राज्य	सफलता स्कोर	स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता (GW)	PPP परियोजनाओं की संख्या
गुजरात	5.0	19.2	60
मध्य प्रदेश	4.5	12.7	52
महाराष्ट्र	4.0	14.3	48
राजस्थान	3.5	16.5	45
तमिलनाडु	3.0	13.1	39
झारखंड	2.0	2.6	14

भारत के छह प्रमुख राज्यों के आंकड़ों के विश्लेषण से एक सामान्य और स्पष्ट प्रवृत्ति सामने आती है: जितना अधिक PPP सफलता स्कोर होता है, उतनी ही अधिक नवीकरणीय ऊर्जा की स्थापित क्षमता और PPP परियोजनाओं की संख्या होती है।

गुजरात, जिसका PPP सफलता स्कोर सबसे अधिक (5.0) है, 60 परियोजनाओं और 19.2 गीगावाट स्थापित क्षमता के साथ एक आदर्श उदाहरण प्रस्तुत करता है कि एक अनुकूल PPP वातावरण कैसे प्रभावशाली परिणाम दे सकता है। इसके विपरीत, झारखंड का सफलता स्कोर केवल 2.0 है, जहाँ विकास अत्यंत सीमित है — केवल 2.6 गीगावाट क्षमता और 14 परियोजनाएँ — जो दर्शाता है कि PPP कार्यान्वयन की न्यूनता किस प्रकार विकास को बाधित करती है।

यह प्रवृत्ति इस बात को रेखांकित करती है कि नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को तेज़ी से आगे बढ़ाने के लिए प्रभावशाली सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) अत्यंत आवश्यक है।

#### 4.6. सांख्यिकीय परीक्षण और परिणाम

PPP प्रदर्शन और नवीकरणीय ऊर्जा विकास के बीच प्रमुख चरों के संबंध की दिशा और शक्ति को मापने हेतु तीन जोड़ी चरों पर पियरसन सहसंबंध परीक्षण (Pearson Correlation Test) किया गया।

तालिका 7: PPP सफलता स्कोर और स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता के बीच सहसंबंध

सांख्यिकीय मानदंड	मान (Value)
चर 1	सफलता स्कोर
चर 2	स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता (GW)
सहसंबंध गुणांक (r)	0.821
p-मूल्य (p-value)	0.045
व्याख्या	मजबूत सकारात्मक सहसंबंध; सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण ( $p < 0.05$ )

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका ये परिणामतालिका 7 में प्रदर्शित किए गए हैं, जहाँ स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है कि PPP सफलता स्कोर और स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमताके बीच उच्च सहसंबंध ( $r = 0.821$ ) है, और यह सहसंबंध सांख्यिकीय रूप से भी महत्वपूर्ण है क्योंकि p-मूल्य 0.045 है। इसका तात्पर्य यह है किजितनी अधिक सफल PPP गतिविधियाँ होती हैं, उतने ही बेहतर नवीकरणीय ऊर्जा स्थापना के परिणाम राज्यों को प्राप्त होते हैं।

इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है किमजबूत PPP ढाँचे और नवीकरणीय ऊर्जा स्थापना के बीच एक सशक्त और सकारात्मक संबंध मौजूद है।

**तालिका 8: PPP सफलता स्कोर और PPP परियोजनाओं की संख्या के बीच सहसंबंध**

सांख्यिकीय मापदंड	मान (Value)
चर 1	सफलता स्कोर
चर 2	PPP परियोजनाओं की संख्या
सहसंबंध गुणांक (r)	0.964
p-मूल्य (p-value)	0.0019
व्याख्या	अत्यधिक मजबूत सकारात्मक सहसंबंध; अत्यधिक महत्वपूर्ण ( $p < 0.01$ )

PPP सफलता स्कोर को PPP परियोजनाओं की संख्या के एक पूर्वानुमानक (predictor) के रूप में विश्लेषित करने पर यह स्पष्ट होता है कि दोनों के बीचबहुत मजबूत और सकारात्मक सहसंबंधहै ( $r = 0.964$ )। इसके साथ ही, p-मूल्य भी अत्यधिक महत्वपूर्ण (0.0019) है।

इसका अर्थ यह है किजिन राज्यों में सार्वजनिक और निजी भागीदारी का कार्यान्वयन मॉडल बेहतर है, वे अधिक संख्या में नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाएँ अपनाते हैं। यह परिणाम इस बात को रेखांकित

करता है किस्वच्छ ऊर्जा पहलों को विस्तारित करने में PPP के प्रदर्शन की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है।

**तालिका 9: स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता और PPP परियोजनाओं की संख्या के बीच सहसंबंध**

सांख्यिकीय मापदंड	मान (Value)
चर 1	स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता (GW)
चर 2	PPP परियोजनाओं की संख्या
सहसंबंध गुणांक (r)	0.929
p-मूल्य (p-value)	0.0073
व्याख्या	अत्यधिक मजबूत सकारात्मक सहसंबंध; अत्यधिक महत्वपूर्ण ( $p < 0.01$ )

तालिका 9 यह दर्शाती है कि स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता और PPP परियोजनाओं की संख्या के बीच एक अत्यधिक मजबूत सकारात्मक संबंध ( $r = 0.929$ ) है, और उनका p-मूल्य भी अत्यधिक महत्वपूर्ण (0.0073) है।

इसका अर्थ यह है कि जितनी अधिक PPP आधारित परियोजनाएँ होती हैं, उतनी ही अधिक नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता स्थापित होती है। यह परिणाम यह प्रमाणित करता है कि PPP ऊर्जा अवसंरचना विकास में उल्लेखनीय वृद्धि को सक्षम बनाकर अपनी प्रभावशीलता सिद्ध करते हैं।

#### 4.7. सांख्यिकीय विश्लेषण का सारांश

**तालिका 10: PPP प्रदर्शन संकेतकों और नवीकरणीय ऊर्जा विकास संकेतकों के बीच सहसंबंध**

#### परिणामों का सारांश

## भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका

परीक्षण (Test)	सहसंबंध (r)	p-मूल्य (p-value)	महत्व (Significance)
सफलता स्कोर बनाम स्थापित क्षमता	0.82	0.045	महत्वपूर्ण (Significant)
सफलता स्कोर बनाम PPP परियोजनाएँ	0.96	0.0019	अत्यधिक महत्वपूर्ण (Highly Significant)
स्थापित क्षमता बनाम PPP परियोजनाएँ	0.93	0.0073	अत्यधिक महत्वपूर्ण (Highly Significant)

ये निष्कर्ष इस प्रारंभिक विचार की पूरी तरह से पुष्टि करते हैं कि जब सार्वजनिक और निजी क्षेत्र के बीच मजबूत साझेदारी होती है, तो न केवल परियोजनाओं का कार्यान्वयन तेज़ होता है, बल्कि नवीकरणीय ऊर्जा की स्थापित क्षमता में भी उल्लेखनीय वृद्धि होती है। सभी सहसंबंधों के p-मूल्य 0.05 से कम हैं, जो यह दर्शाते हैं कि ये सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण हैं। ये निष्कर्ष अत्यंत मजबूत हैं और इस बात को स्पष्ट रूप से समर्थन प्रदान करते हैं कि सफल PPP मॉडल भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना के विकास में प्रत्यक्ष और महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

राज्य का जितना अधिक PPP सफलता स्कोर होता है, उतनी ही अधिक PPP परियोजनाएँ आकर्षित होती हैं और नवीकरणीय ऊर्जा की रिकॉर्ड की गई स्थापित क्षमता भी अधिक होती है। ये सभी संबंध रैखिक (linear), सकारात्मक (positive) और महत्वपूर्ण (significant) हैं, जिससे यह प्रमाणित होता है कि PPP प्रदर्शनस्वयं में नवीकरणीय ऊर्जा प्रदर्शन का एक ठोस पूर्वानुमानक (predictor) है।

### 5. निष्कर्ष

इस चर्चा के माध्यम से यह स्पष्ट किया गया है कि भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना के विकास में सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) की भूमिका अत्यंत निर्णायक है। PPP सफलता स्कोर जितना अधिक होता है, उतनी ही अधिक नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता स्थापित होती है, और कार्यान्वित परियोजनाओं की कुल संख्या भी उतनी ही अधिक देखी जाती है। सफलता स्कोर, परियोजना संख्या और स्थापित क्षमता के बीच सांख्यिकीय सहसंबंध न केवल महत्वपूर्ण हैं, बल्कि अत्यंत मजबूत भी हैं, जो यह सिद्ध करते हैं कि PPP की प्रभावशीलता नवीकरणीय ऊर्जा के उपयोग में वृद्धि का एक प्रत्यक्ष और मापन योग्य कारक है।

इसी कारण, प्रभावी PPP ढाँचों का निर्माण, कुशल शासन प्रणाली, और राज्यों द्वारा निजी निवेश को आकर्षित करने तथा स्वच्छ ऊर्जा की ओर संक्रमण को सुगम बनाने में सक्रिय भागीदारी विशेष रूप से मूल्यवान है। अतः PPP मॉडलों का सुदृढीकरण केवल एक नीतिगत सुझाव नहीं बल्कि भारत के ऊर्जा भविष्य की स्थिरता के लिए एक रणनीतिक आवश्यकता है।

## संदर्भ

1. अहमद, एम., जियांग, पी., मर्शद, एम., एवं महमूद, एच. (2023). भारत में नवीकरणीय ऊर्जा संक्रमण में सार्वजनिक-निजी भागीदारी निवेश की भूमिका: ARDL और वेवलेट कोहरेस दृष्टिकोण से अनुभवजन्य अंतर्दृष्टियाँ। *Life*, 13(6), 1011. <https://doi.org/10.3390/life13061011>
2. अलशुबिरी, एफ. (2022). नवीकरणीय ऊर्जा में सार्वजनिक-निजी भागीदारी निवेश की खाड़ी सहयोग परिषद (GCC) देशों की आर्थिक वृद्धि में भूमिका। *Environmental Science and Pollution Research*, 29(39), 59335–59351. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19987-z>

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका

3. भट्टाचार्य, एस., एवं सिंघल, एस. (2024). भारत के नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में सार्वजनिक-निजी भागीदारी को बढ़ाने के लिए नीतिगत मार्ग। *ऊर्जा एवं संसाधन संस्थान (TERI) नीति पत्र संख्या 124*, 1–28. <https://www.teriin.org/policy-brief/policy-pathways-scale-public-private-partnerships-indias-renewable-energy-sector>
4. भट्टाचार्य, एस., सिंघल, एस., एवं वोहरा, एस. (2022). नवीकरणीय ऊर्जा में सार्वजनिक-निजी भागीदारी: भारत के स्वच्छ ऊर्जा संक्रमण को गति देना। *ऊर्जा, पर्यावरण और जल परिषद (CEEW)*. <https://www.ceew.in/publications/public-private-partnerships-renewable-energy>
5. बोस, आर., एवं सरकार, एस. (2021). सार्वजनिक-निजी भागीदारी के साथ नवीकरणीय ऊर्जा की पहुँच का विस्तार: भारत के अनुभव से सीख। *Energy for Sustainable Development*, 61, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.01.002>
6. गीवाला, एस. (2023). भारत में नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र के विकास में सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) की भूमिका। *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4(3), 2076–2080.
7. किम, जे. (2017). विकासशील देशों में बिजली की पहुँच बढ़ाने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका: साहित्य की समीक्षा। *Energy for Sustainable Development*, 38, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2017.01.008>
8. कुलकर्णी, एस. ए., एवं मेहता, एम. (2021). भारत में नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र के विकास में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका। *International Journal of Scientific and Research Publications*, 11(8), 637–642. <https://doi.org/10.29322/IJSRP.11.08.2021.p11682>
9. ली, क्यू., सु, सी.-डब्ल्यू., उमर, एम., एवं किरक्कलेली, डी. (2021). पर्यावरणीय स्थिरता की ओर नवीकरणीय ऊर्जा में सार्वजनिक-निजी भागीदारी निवेश की भूमिका: चीन का

मामला|*Environmental Science and Pollution Research*, 28(42), 60241–60252.<https://doi.org/10.1007/s11356-021-14784-8>

10. रघुतला, सी., एवं कोलाटी, वाई. (2023). ऊर्जा में सार्वजनिक-निजी भागीदारी निवेश को नवीकरणीय ऊर्जा का नया निर्धारक बनाना: चीन और भारत में राजनीतिक सहयोग की भूमिका|*Energy Reports*, 10, 3092–3101.<https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.09.139>
11. शेख, एस., एवं हसीब, एम. (2023). भारत में नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र को बढ़ावा देने में सार्वजनिक-निजी भागीदारी की भूमिका|*International Journal of Civil Engineering*, 11(6), 1075–1081.
12. सिंह, एम. (2023). भारत के नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में सार्वजनिक-निजी भागीदारी: मुद्दे और चुनौतियाँ|*म्यूनिख पर्सनल RePEc आर्काइव (MPRA) पेपर संख्या 122643*, 1–14.<https://mpra.ub.uni-muenchen.de/122643/>