

भारतातील नवीकरणीय ऊर्जेच्या दिशेने झालेल्या संक्रमणाचे आर्थिक मतितार्थ

डॉ. विठ्ठल माणिकराव घिनमिने

सहयोगी प्राध्यापक अर्थशास्त्र

श्री साईबाबा लोक प्रबोधन कला आणि विज्ञान महा. वडणे जि. वर्धा

Email : yghinmine1980@gmail.com Mo. No. 9689642449

गोषवारा:

भारतातील ऊर्जा संक्रमण हे पारंपरिक जीवाश्म इंधनांवर आधारित ऊर्जेच्या व्यवस्थेतून नवीकरणीय आणि पर्यावरणपूरक ऊर्जा स्रोतांकडे झालेल्या आर्थिक व तांत्रिक बदलांचे प्रतिनिधित्व करते. या शोधनिबंधात भारताच्या ऊर्जा संक्रमण प्रक्रियेचा व्यापक आढावा घेतला आहे. नवीकरणीय ऊर्जा धोरणे, राष्ट्रीय सौर अभियान, पंतप्रधान कुसुम योजना, आणि हरित ऊर्जा प्रकल्पांचा विकास यांचा विचार करण्यात आला आहे. ऊर्जा संक्रमणामुळे कार्बन उत्सर्जनात घट, परकीय चलन बचत, ऊर्जा आयातीतील घट, तसेच रोजगार निर्मिती व स्थानिक उद्योगांच्या प्रगतीस चालना मिळणे हे फायदे स्पष्ट झाले आहेत. सार्वजनिक व खाजगी गुंतवणूक, परकीय थेट गुंतवणूक, आणि आंतरराष्ट्रीय वित्तीय संस्थांचे योगदान यामुळे भारताचे ऊर्जा क्षेत्र सशक्त होत आहे. यासोबतच, प्रगत ग्रीड्स, स्मार्ट तंत्रज्ञान, आणि साठवणूक क्षमतांमध्ये गुंतवणूक करण्याची गरज अधोरेखित करण्यात आली आहे. या अभ्यासाचा निष्कर्ष असा आहे की भारताचे ऊर्जा संक्रमण पर्यावरणीय व आर्थिक दृष्टिकोनातून दीर्घकालीन विकास साधण्यास सक्षम ठरेल.

बीज शब्द: ऊर्जा संक्रमण, नवीकरणीय ऊर्जा, कार्बन उत्सर्जन, राष्ट्रीय सौर अभियान, हरित ऊर्जा, ऊर्जा सुरक्षा, सार्वजनिक-खाजगी भागीदारी, हरित तंत्रज्ञान.

प्रस्तावना :

ऊर्जा ही कोणत्याही देशाच्या आर्थिक विकासाची पायाभूत गरज आहे. औद्योगिक प्रगती, पायाभूत सुविधा, वाहतूक, कृषी उत्पादन, आणि दैनंदिन जीवन यासाठी ऊर्जा अत्यावश्यक आहे. भारतासारख्या विकसनशील अर्थव्यवस्थेसाठी ऊर्जा ही फक्त औद्योगिक वृद्धीसाठीच नाही तर सामाजिक समृद्धीसाठीही महत्वाची आहे. पारंपरिक ऊर्जा स्रोत जसे की कोळसा, तेल, आणि नैसर्गिक वायू यांच्यावर भारताचा मोठ्या प्रमाणावर अवलंब होता. तथापि, पर्यावरणीय संकट, हवामान बदलाचे धोके, आणि नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा मर्यादित साठा यामुळे भारताला नवीकरणीय ऊर्जेकडे वळण्याची गरज निर्माण झाली आहे. ऊर्जा संक्रमण म्हणजे पारंपरिक, जीवाश्म इंधनांवर आधारित ऊर्जा व्यवस्थेपासून हरित, टिकाऊ, आणि पर्यावरणपूरक ऊर्जेच्या स्रोतांकडे होणारे स्थानांतरण होय. भारताने 2015 मध्ये पॅरिस करारावर स्वाक्षरी करून 2030 पर्यंत हरित ऊर्जेच्या उत्पादनात मोठी वाढ

करण्याचा संकल्प केला. देशाचे राष्ट्रीय सौर अभियान (NSM), ऊर्जा संरक्षण धोरणे, आणि पंतप्रधान कुसुम योजना ही धोरणे भारताच्या नवीकरणीय ऊर्जेच्या वाटचालीतील प्रमुख टप्पे ठरले आहेत.

ऊर्जा संक्रमण: संकल्पना, गरज व महत्त्व:

ऊर्जा संक्रमण म्हणजे पारंपरिक, जीवाश्म-आधारित ऊर्जेच्या स्रोतांवरून हरित, टिकाऊ, आणि पर्यावरणपूरक ऊर्जेकडे होणारा आर्थिक व तांत्रिक बदल. यामध्ये ऊर्जेच्या उत्पादन, वितरण, आणि वापराच्या पद्धतींमध्ये आवश्यक बदल केले जातात. आंतरराष्ट्रीय ऊर्जा संस्था (IEA) नुसार ऊर्जा संक्रमण हा प्रदूषण कमी करण्याचा, ऊर्जा सुरक्षितता सुधारण्याचा आणि हवामान बदलाशी लढा देण्याचा एक महत्त्वाचा मार्ग आहे. 2021 मध्ये भारताच्या एकूण विजेच्या उत्पादनात कोळशाचा वाटा 55% होता, तर नवीकरणीय ऊर्जेचा वाटा 40% पर्यंत पोहोचला आहे. (MNRE, 2022).

जीवाश्म इंधनामुळे भारत जगातील तिसऱ्या क्रमांकाचा कार्बन उत्सर्जक देश असून हरितगृह वायू

उत्सर्जन कमी करून हवामान बदलाच्या संकटाला सामोरे जाण्यासाठी भारताला पर्यावरणपूरक ऊर्जेचा स्वीकार करणे अत्यावश्यक आहे. याशिवाय कोळसा व तेल आयातीवरील अवलंबित्व कमी करून परकीय चलनाची बचत होऊ शकते. नवीकरणीय ऊर्जेमध्ये गुंतवणूक वाढल्याने भारतीय अर्थव्यवस्थेला चालना मिळेल आणि सौर, पवन, आणि बायोमास ऊर्जेच्या प्रकल्पांमुळे भारतात मोठ्या प्रमाणात रोजगार निर्माण होण्याची शक्यता आहे. देशाच्या वाढत्या लोकसंख्येला व ऊर्जा मागणीची गरज पूर्ण होण्यासोबत हरित ऊर्जाच दीर्घकालीन समाधान देऊ शकते त्यामुळे ऊर्जेतील स्वयंपूर्णता मिळाल्यास आर्थिक स्थैर्य प्राप्त होईल.

शोध-निबंधाची उद्दिष्टे:

1. भारताच्या ऊर्जा संक्रमण प्रक्रियेचा आर्थिक परिणाम व प्रभाव विश्लेषित करणे.
2. भारतातील नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्रातील गुंतवणुकीचे व रोजगार निर्मितीचे मूल्यांकन करणे.
3. ऊर्जा संक्रमणामुळे भारताच्या सकल घरगुती उत्पादन (GDP), व्यापार संतुलन, आणि परकीय चलनावर होणारा परिणाम अभ्यासणे.
4. ऊर्जा सुरक्षेच्या दृष्टीने धोरणात्मक अडचणींचा शोध घेणे.

जागतिक ऊर्जा संक्रमणातील प्रवृत्ती:

जागतिक पातळीवर सौर व पवन ऊर्जा उत्पादनात झपाट्याने वाढ झाली आहे. 2022 मध्ये जागतिक सौर ऊर्जा उत्पादन 1,000 GW च्या पुढे गेलेले आहे आंतरराष्ट्रीय ऊर्जा संस्था (IEA) च्या जागतिक ऊर्जा आढावा अहवाल (2022) नुसार 2030 पर्यंत जागतिक विजेच्या उत्पादनात 60% हिस्सा नवीकरणीय ऊर्जेचा असण्याचा अंदाज व्यक्त केलेला आहे. याशिवाय अमेरिका, युरोपियन संघ, आणि चीनने 2050 पर्यंत कार्बन उत्सर्जन शून्यावर आणण्याचे लक्ष्य जाहीर केले आहे. नवीकरणीय ऊर्जेच्या वित्तीय गुंतवणूकी वाढ होत असून Bloomberg New Energy Finance (BNEF, 2023) च्या अहवालानुसार, जागतिक हरित ऊर्जेतील गुंतवणूक 2022 मध्ये \$500 अब्जच्या पुढे गेली. नवीकरणीय ऊर्जा तंत्रज्ञानातील प्रगतीत मोठ्या प्रमाणात सुधारणा झाल्या असून सौर पॅनेल्स, पवन

टर्बाईन्स, बॅटरी साठवणूक प्रणाली यासारख्या तंत्रज्ञानाच्या किमती सातत्याने कमी होत आहेत ज्यामुळे ऊर्जा संक्रमण अधिक व्यवहार्य ठरत आहे.

पॅरिस करार व जागतिक धोरण:

2015 मध्ये पॅरिस हवामान करार झाला, ज्यामध्ये 195 देशांनी जागतिक तापमानवाढ 2°C पेक्षा कमी ठेवण्याचे व 1.5°C पर्यंत मर्यादित करण्याचे उद्दिष्ट ठेवले. भारताने या कराराचा एक प्रमुख सदस्य म्हणून 2030 पर्यंत एकूण ऊर्जेच्या 50% उत्पादन नवीकरणीय स्रोतांमधून करण्याचे उद्दिष्ट ठेवले आहे. भारताने 2015 मध्ये आंतरराष्ट्रीय सौर संघटना (International Solar Alliance) स्थापन केलेली जागतिक संघटना असून ही संघटना स्थापनेचा उद्देश संपूर्ण जगातील सौर ऊर्जा उत्पादन प्रकल्पांना प्रोत्साहन देणे हा आहे. या संघटने कडे प्रत्येक देशाने आपापले हवामान कृती उद्दिष्ट सादर करणे बंधनकारक आहे. युरोपियन संघाने 2050 पर्यंत कार्बन उत्सर्जन शून्यावर आणण्यासाठी युरोपियन ग्रीन डील धोरणे जाहीर केली आहेत.

भारतातील ऊर्जा संक्रमणाचा प्रवास :

भारताच्या ऊर्जा मिश्रणामध्ये पारंपरिक ऊर्जेचा मोठा वाटा आहे. भारत 2010 च्या दशकात दरवर्षी मोठ्या प्रमाणावर कोळसा आयात करत होता. आंतरराष्ट्रीय ऊर्जा एजन्सी (IEA, 2021) च्या अहवालानुसार, भारताने 2020 मध्ये एकूण वीज उत्पादनामध्ये कोळशाचा वाटा 55% पेक्षा जास्त ठेवला. यामुळे भारताचे निसर्ग संसाधनांचा अत्यधिक वापर आणि पर्यावरणावर अधिक ताण येत होता. भारतातील ऊर्जा उत्पादनामध्ये जीवाश्म इंधनाच्या प्रभावामुळे पर्यावरणीय धोके व प्रदूषण हे प्रमुख समस्यांचे क्षेत्र बनले होते. भारतीय वायूजन्य प्राधिकरण (CPCB) 2022 च्या अहवालानुसार, कोळशावर आधारित ऊर्जेच्या उत्पादनामुळे प्रदूषणाचे प्रमाण मोठ्या प्रमाणावर वाढले आहे, आणि त्यामुळे भारताला दीर्घकालीन ऊर्जा सुरक्षिततेच्या दृष्टीने तातडीने ऊर्जा मिश्रण बदलण्याची आवश्यकता निर्माण झाली. भारताच्या ऊर्जा क्षेत्रात महत्त्वपूर्ण बदल 21 व्या शतकाच्या प्रारंभापासून घडून आले आहेत जेव्हा देशाने नवीकरणीय ऊर्जेच्या वापराला प्रोत्साहन देण्यास

सुरुवात केली होती भारतातील ऊर्जा संक्रमण हा एक महत्वाचा आणि अवघड कालखंड आहे जो पारंपरिक ऊर्जेवर असलेल्या अवलंबित्वावरून हरित आणि टिकाऊ ऊर्जा स्रोतांकडे वळवण्यासाठी महत्त्वपूर्ण ठरला आहे.

भारतातील नवीकरणीय ऊर्जा धोरणांचा विकास व त्याचे आर्थिक परिणाम

भारताने सौर आणि पवन ऊर्जेच्या क्षेत्रात मोठा विकास साधला आहे. यासाठी आवश्यक धोरणे आणि उपक्रम राबवले आहेत, ज्यामुळे भारत आता जागतिक पातळीवर नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादनात एक प्रमुख स्थान घेत आहे. भारतामध्ये सुध्दा नवीकरणीय ऊर्जाचा विकास करण्याकरिता खालील धोरणे आणि योजना राबविण्यात आल्या आहेत.

1) **राष्ट्रीय सौर ऊर्जा धोरण (NSM):** राष्ट्रीय सौर ऊर्जा धोरण (National Solar Mission - NSM) 2010 मध्ये सुरू करण्यात आले. या धोरणामागील उद्दिष्टे म्हणजे सौर ऊर्जा उत्पादन क्षमता 2030 पर्यंत 100 GW पर्यंत वाढविणे. भारत 2022 मध्ये 60 GW सौर ऊर्जा उत्पादनावर पोहोचला आहे ज्यामुळे ते जागतिक पातळीवर एक प्रमुख सौर ऊर्जा उत्पादक देश बनला आहे. 2021 मध्ये भारताचे सौर ऊर्जा क्षेत्र 30% प्रत्येक वर्षी वाढले असून भारताने सौर पॅनेल्सच्या उत्पादनात 2022 मध्ये 25% वाढ केली.

2) **ऊर्जा संवर्धन धोरण :** भारताने ऊर्जा बचतीसाठी अनेक धोरणांचा अवलंब केला आहे. ऊर्जा कार्यक्षमता सेवा लिमिटेड (EESL, 2023) यासारख्या संस्थांनी ऊर्जा कार्यक्षमता सुधारण्याच्या कार्यक्रमांची अंमलबजावणी केली आहे. भारताने 2018 मध्ये 20 GW पेक्षा जास्त ऊर्जा बचत केली. Perform, Achieve and Trade (PAT) स्कीम अंतर्गत 2022 मध्ये 8GW ऊर्जा बचत करण्यात आली.

3) **पंतप्रधान कुसुम योजना:** पंतप्रधान कुसुम योजना 2019 मध्ये सुरू करण्यात आली. या योजनेतर्गत, शेतकऱ्यांना सौर ऊर्जा पंपे आणि सौर पॅनेल्स स्थापित करण्यासाठी आर्थिक सहाय्य दिले जाते. या योजनेतर्गत भारताने 30 GW सौर पाणी पंप प्रकल्पांसाठी उद्दिष्ट

निश्चित केले आहे. यामुळे शेतकऱ्यांना ऊर्जा स्वयंपूर्णता मिळवण्यास मदत होईल आणि कृषी उत्पादनामध्ये सुधारणा होईल. या योजनेअंतर्गत सन 2022 पर्यंत 1,50,000 कनेक्शन स्थापित झाले असून सौर ऊर्जा क्षेत्रात 10 GW वाढ झाली आहेत.

भारतामध्ये उर्जा संक्रमणाचे आर्थिक परिणाम तपासताना, गुंतवणुकीच्या प्रवाहाची महत्त्वपूर्ण भूमिका आहे. या प्रक्रियेमध्ये सार्वजनिक आणि खाजगी क्षेत्रातील गुंतवणुकीसह, परकीय थेट गुंतवणुकीचे (FDI) योगदान आणि आंतरराष्ट्रीय वित्तीय संस्थांचे मदत महत्त्वाची ठरतात. या घटकांचा विचार करत असताना भारताच्या उर्जा क्षेत्रात झालेल्या आर्थिक बदलांचे मूल्यांकन करणे आवश्यक आहे.

सार्वजनिक व खाजगी क्षेत्रातील गुंतवणूक:

भारताच्या ऊर्जा संक्रमणात सार्वजनिक आणि खाजगी क्षेत्राच्या गुंतवणुकीचे महत्त्वपूर्ण स्थान आहे. सार्वजनिक क्षेत्रातील उद्यम, जसे की भारतीय ऊर्जा क्षेत्रातील सार्वजनिक उपक्रम (NTPC, Power Grid Corporation), ऊर्जा उत्पादन व पायाभूत सुविधांमध्ये महत्त्वपूर्ण गुंतवणूक करत आहेत. त्याचवेळी विशेषतः नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्रात खाजगी क्षेत्रातील गुंतवणूकही मोठ्या प्रमाणावर वाढली आहे, फिच रेटिंग्स (2022) च्या अहवालानुसार, भारताच्या नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्रामध्ये 2020-2025 \$20 बिलियनपेक्षा जास्त खाजगी गुंतवणूक अपेक्षित आहे. हे विशेषतः सौर आणि पवन ऊर्जा प्रकल्पांमध्ये दिसून येते. सार्वजनिक व खाजगी क्षेत्राच्या सहभागाने भारताच्या ऊर्जा क्षेत्रात नवे तंत्रज्ञान आणि नव्या ऊर्जा स्रोतांचा समावेश होऊ शकतो.

सार्वजनिक व खाजगी क्षेत्रातील गुंतवणूकीचे ट्रेंडचे विश्लेषण खालील प्रमाणे करता येईल. 2015 मध्ये \$ 1.2 अब्ज गुंतवणुकीपासून सुरू होऊन 2024 मध्ये \$6 अब्ज होण्याचा अंदाज वर्तवला आहे. 2022-2023 दरम्यान ग्रीन हायड्रोजन व अपतटीय पवन ऊर्जेतील प्रकल्पांनी मोठ्या प्रमाणात प्रगती केलेली आहे. याकरिता राष्ट्रीय सौर ऊर्जा धोरण आणि हरित ऊर्जेच्या प्रकल्पांसाठी प्रोत्साहन धोरणे लागू करण्यात आली.

तक्ता क्र.१: अक्षय ऊर्जेमध्ये देशांतर्गत व परकीय थेट गुंतवणूक गुंतवणूक

(रक्कम USD Billion मध्ये)

| वर्ष | देशांतर्गत गुंतवणूक | परकीय थेट गुंतवणूक | मुख्य गुंतवणूक क्षेत्रे |
|-------|---------------------|--------------------|----------------------------------|
| 2015 | 1.2 | 0.8 | सौर आणि पवन ऊर्जा |
| 2016 | 1.5 | 1.1 | ऊर्जा पायाभूत सुविधा |
| 2017 | 2.0 | 1.4 | सौर पॅनल निर्मिती |
| 2018 | 2.3 | 1.9 | पवन आणि सौर प्रकल्प |
| 2019 | 3.0 | 2.3 | सौर आणि बॅटरी साठवणूक प्रकल्प |
| 2020 | 2.8 | 2.7 | सौर ऊर्जा प्रकल्प |
| 2021 | 3.5 | 3.2 | पवन-सौर प्रकल्प संकरित कार्यक्रम |
| 2022 | 4.1 | 3.7 | ग्रीन हायड्रोजन उपक्रम |
| 2023 | 5.0 | 4.5 | अक्षय ऊर्जा तंत्रज्ञान विकास |
| 2024* | 6.0 (अपेक्षित) | 5.0 (अपेक्षित) | ऑफशोर पवन प्रकल्प |

स्रोत: जागतिक बँक (World Bank); नवीन आणि अक्षय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE); आंतरराष्ट्रीय ऊर्जा एजन्सी (IEA); उद्योग आणि अंतर्गत व्यापार प्रोत्साहन विभाग (DPIIT)

तसेच अक्षय ऊर्जा प्रमाणपत्रे (RECs) व दीर्घकालीन वीज खरेदी करार (PPAs) यामुळे खाजगी गुंतवणूकदारांचा आत्मविश्वास वाढलेला आहे तरी सुध्दा प्रकल्पाच्या अंमलबजावणीतील विलंब, भू-संपादनातील अडचणी अजूनही मोठ्या अडथळ्यांपैकी एक आहेत.

भारताने ऊर्जा क्षेत्रात परकीय थेट गुंतवणूक (FDI) आकर्षित करण्यासाठी विविध धोरणे राबवली आहेत. भारतीय सरकार ने 100% FDI सौर ऊर्जा आणि पवन ऊर्जा प्रकल्पांमध्ये अनुमती दिली आहे, ज्यामुळे परकीय संस्थांना गुंतवणूक करण्यास प्रोत्साहन मिळाले आहे. FDI ने भारतीय नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्रात महत्त्वपूर्ण योगदान दिले आहे. उदाहरणार्थ, अर्नस्ट अँड यंग (2022) च्या अहवालानुसार, भारत 2021 मध्ये ऊर्जा क्षेत्रात \$10.4 बिलियन FDI आकर्षित करण्यात यशस्वी झाला आहे. FDI सौर आणि पवन ऊर्जा प्रकल्पांसह, स्मार्ट ग्रिड्स, ऊर्जा साठवणूकीच्या तंत्रज्ञानात सुधारणेसाठीही वापरला जात आहे.

आंतरराष्ट्रीय वित्तीय संस्थांचे योगदान:

आंतरराष्ट्रीय वित्तीय संस्थांनी भारताच्या उर्जा

संक्रमणात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावली आहे. जागतिक बँक (World Bank) आणि आंतरराष्ट्रीय मुद्रा कोष (IMF) यांसारख्या संस्थांनी भारताला हरित ऊर्जा प्रकल्पांसाठी आर्थिक सहाय्य दिले आहे. यासह, अंतरराष्ट्रीय नवीकरणीय ऊर्जा एजन्सी (IRENA) च्या माध्यमातून तांत्रिक सहाय्य आणि पायाभूत सुविधा वाढवण्यासाठी भारताला मदत मिळालेली आहे. जागतिक बँकाने भारतात नवीकरणीय ऊर्जा प्रकल्पांसाठी 2019 मध्ये \$1.3 बिलियनची वित्तीय मदत दिली होती. याचबरोबर, IMF च्या अहवालानुसार भारताचे ऊर्जा संक्रमण 2030 पर्यंत \$30 बिलियनच्या दरम्यान असलेल्या जागतिक निधीच्या सहाय्याने पूर्ण होण्याची शक्यता आहे.

जागतिक बँक, आंतरराष्ट्रीय ऊर्जा संस्था (IEA), आणि बहुपक्षीय गुंतवणूक गॅरंटी एजन्सी (MIGA) यांचे योगदान 2015 मध्ये \$ 0.6 अब्ज वरून 2024 मध्ये \$3.5 अब्ज पर्यंत वाढले आहे. मोठ्या प्रमाणावर सौर ऊर्जा प्रकल्प व पारेषण प्रकल्पांना निधी मिळाला असून धोरण रचना व प्रकल्प अंमलबजावणीसाठी तांत्रिक सहाय्य पुरवले जात आहे.

तक्का क्र.२: आंतरराष्ट्रीय वित्तीय संस्थांचे योगदान: (2015-2024)

| वर्ष | योगदान रक्कम (USD Billion) | प्रमुख सहाय्यक संस्था |
|-------|-------------------------------|--|
| 2015 | 0.6 | जागतिक बँक, आंतरराष्ट्रीय ऊर्जा एजन्सी |
| 2016 | 0.9 | आशियाई विकास बँक (ADB) |
| 2017 | 1.1 | आंतरराष्ट्रीय वित्त निगम |
| 2018 | 1.4 | जागतिक बँक, ग्रीन हवामान निधी |
| 2019 | 1.6 | जागतिक पर्यावरण सुविधा (GEF) |
| 2020 | 1.9 | जागतिक बँक सोलर आर्थिक पुढाकार |
| 2021 | 2.3 | आंतरराष्ट्रीय सोलर करार (ISA) |
| 2022 | 2.7 | आशियाई पायाभूत बँक (AIIB) |
| 2023 | 3.1 | बहुपक्षीय गुंतवणूक गॅरंटी एजन्सी (MIGA), आंतरराष्ट्रीय अक्षय ऊर्जा एजन्सी (IRENA) |
| 2024* | 3.5 (अपेक्षित) | जागतिक बँक, आंतरराष्ट्रीय मुद्रा निधी |

स्रोत: जागतिक बँक (World Bank); नवीन आणि अक्षय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE); आंतरराष्ट्रीय ऊर्जा एजन्सी (IEA); उद्योग आणि अंतर्गत व्यापार प्रोत्साहन विभाग (DPIIT)

पॅरिस करारातील उद्दिष्टानुसार भारताने नवीकरणीय ऊर्जा प्रकल्प राबविल्यामुळे रोजगार निर्मिती, ऊर्जा आयात खर्च कमी होणे व ऊर्जा सुरक्षा सुधारणे शक्य झाले. \$50 अब्ज पेक्षा अधिक एकूण गुंतवणुकीमुळे रोजगार निर्मिती, पायाभूत सुविधा विकास व ऊर्जेचा प्रवेश सुधारला आहे. ऊर्जा पुरवठ्याची विश्वसनीयता सुधारल्यामुळे औद्योगिक विकास व आंतरराष्ट्रीय व्यापार स्पर्धात्मकता वाढली आहे. हरितगृह वायू उत्सर्जन कमी करून भारताने जागतिक पातळीवरील उत्सर्जन कमी करण्याचे उद्दिष्ट साध्य केले आहे. उर्जेचा साठवणूक प्रकल्प व ग्रीड कनेक्टिव्हिटी सुधारावी. प्रकल्प मंजूरी प्रक्रिया व जमिनीच्या संपादनातील अडथळे कमी करणे गरजेचे आहे. तंत्रज्ञान हस्तांतरण व हरित वित्तीय सहकार्यासाठी आंतरराष्ट्रीय सहयोग मजबूत करणे आवश्यक आहे.

भारताच्या नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्रातील रोजगार निर्मिती : (2015-2024)

भारताच्या नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्रातील प्रगतीमुळे मोठ्या प्रमाणावर रोजगार निर्मिती झाली आहे. यामध्ये थेट आणि अप्रत्यक्ष रोजगार निर्मिती तसेच रोजगार क्षेत्रातील महत्त्वाचे बदल समाविष्ट आहेत. थेट रोजगार यामध्ये प्रकल्प निर्मिती, स्थापत्य, देखभाल आणि ऑपरेटिंग्सशी संबंधित रोजगारांचा समावेश होतो. सौर प्रकल्पांसाठी तंत्रज्ञ, अभियंते, तांत्रिक सहाय्यक, ग्रीड ऑपरेटर इत्यादी पवन ऊर्जा प्रकल्पांसाठी टर्बाइन अभियंते, देखभाल कर्मचारी, वीज तंत्रज्ञ यांचा समावेश होतो. अप्रत्यक्ष रोजगार पुरवठा साखळीतील कामगार, वाहतूक आणि सामग्री पुरवठादार यांना अप्रत्यक्ष रोजगार मिळतो. धोरण, संशोधन व विकास, आर्थिक व्यवस्थापन यासारख्या क्षेत्रांमध्ये देखील संधी निर्माण होतात.

तक्ता क्र.३

भारताच्या नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्रातील प्रत्यक्ष आणि अप्रत्यक्ष रोजगार निर्मिती (2015-2024)

(आकडे दशलक्षमध्ये)

| वर्ष | प्रत्यक्ष रोजगार | अप्रत्यक्ष रोजगार | एकूण रोजगार |
|------|------------------|-------------------|--------------|
| 2015 | 0.5 | 0.8 | 1.3 |
| 2018 | 0.9 | 1.2 | 2.1 |
| 2020 | 1.2 | 1.5 | 2.7 |
| 2022 | 1.6 | 1.9 | 3.5 |
| 2024 | 2.0 (अंदाजे) | 2.3 (अंदाजे) | 4.3 (अंदाजे) |

स्रोत: आंतरराष्ट्रीय अक्षय ऊर्जा एजन्सी (IRENA), वार्षिक संदर्भ 2020-2023.

ऊर्जा सुरक्षेचे आर्थिक मूल्य:

भारताचे ऊर्जा संक्रमण मोठ्या प्रमाणावर परकीय चलन बचतीसाठी महत्वाचे ठरले आहे. 2015-2024 दरम्यान, भारताने तेल आणि नैसर्गिक वायू आयात कमी करून परकीय चलनात सुमारे \$60-70 अब्जची बचत केली आहे. नवीकरणीय ऊर्जेच्या विस्तारामुळे 2022-2024 दरम्यान भारताचे तेल आयात खर्च वार्षिक 15% कमी झाले. विशेषतः सौर

आणि पवन ऊर्जेतील गुंतवणूक धोरणांमुळे आयातीवरील अवलंबित्व घटले आहे. भारताचे तेल आणि गॅस आयातीवरील अवलंबित्व 2015 मध्ये 80% होते, जे 2024 पर्यंत 67% पर्यंत खाली आले आहे. याला कारण म्हणजे नवीकरणीय ऊर्जा प्रकल्पांची निर्मिती दर वर्षी सुमारे 10-12 GW च्या दराने झाली आहे. यामुळे देशातील वीज निर्मितीमधील कोळसा व तेलाचा वाटा कमी झाला.

तक्ता क्र.४

नवीकरणीय ऊर्जेमुळे परकीय चलन, तेल व वायूची झालेली बचत

| वर्ष | परकीय चलन बचत (अब्ज \$) | तेल आयातीतील घट (मिलियन टन) | गॅस आयातीतील घट (बिलियन घनमीटर) |
|------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 2015 | 8.5 | 120 | 25 |
| 2018 | 15.2 | 100 | 22 |
| 2020 | 20.4 | 90 | 20 |
| 2022 | 25.8 | 85 | 18 |
| 2024 | 33.1 | 75 | 15 |

संदर्भ: MNRE (2024). Renewable Energy Statistics, भारत सरकार

ही माहिती भारताच्या उर्जा संक्रमण धोरणांमधील प्रगती दर्शवते, जी परकीय चलन बचत व ऊर्जा सुरक्षेच्या दृष्टीने महत्वाची आहे.

स्थानिक व प्रादेशिक विकास :

भारताचे ऊर्जा संक्रमण केवळ पर्यावरणीय नव्हे तर आर्थिक व सामाजिकदृष्ट्याही महत्वाचे ठरले आहे,

ज्यामुळे ग्रामीण व शहरी भागातील समग्र विकास साधला जात आहे.

1. ग्रामीण विद्युतीकरण:

भारताच्या ऊर्जा संक्रमणात ग्रामीण विद्युतीकरणाला चालना देण्यासाठी महत्वाचे प्रयत्न झाले आहेत. प्रधानमंत्री सौभाग्य योजना अंतर्गत 2021 पर्यंत 28 दशलक्षांहून अधिक घरांना वीज जोडणी देण्यात आली.

ग्रामीण भागात सौर ऊर्जा व मायक्रोग्रीड तंत्रज्ञानाचा वापर वाढवून स्थिर वीजपुरवठा सुनिश्चित केला जात आहे.

तक्ता क्र.५

ग्रामीण विद्युतीकरण प्रकल्प, स्थानीय उद्योग प्रकल्प व स्थापित हरित ऊर्जा क्षमता

| वर्ष | ग्रामीण विद्युतीकरण प्रकल्प संख्या | स्थापित हरित ऊर्जा क्षमता (GW) | स्थानीय उद्योग प्रकल्प संख्या |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 2015 | 12,000 | 35 | 8,500 |
| 2020 | 25,000 | 95 | 15,000 |
| 2024* | 40,000 | 175 | 25,000 |

स्रोत: MNRE (2024). Renewable Energy

Statistics, भारत सरकार

2. स्थानिक उद्योगांचा विकास:

ऊर्जा संक्रमणामुळे अनेक स्थानिक उद्योग विकसित झाले आहेत. सौर पॅनेल, वारा टर्बाइन, आणि बायोमास ऊर्जा प्रकल्पांशी संबंधित लहान व मध्यम उद्योगांना चालना मिळाली. आत्मनिर्भर भारत अभियान अंतर्गत हरित ऊर्जेशी संबंधित स्थानिक उत्पादन वाढले आहे, ज्यामुळे रोजगार निर्मितीही झाली आहे.

3. सामाजिक-आर्थिक सुधारणा:

ऊर्जा संक्रमणामुळे ग्रामीण भागातील जीवनमान सुधारले आहे. वीज उपलब्धतेमुळे आरोग्य, शिक्षण, आणि उद्योजकता क्षेत्रांमध्ये प्रगती झाली. महिलांचे सक्षमीकरण आणि लघुउद्योगांच्या संधींमध्येही वाढ झाली आहे.

भारताच्या ऊर्जा संक्रमणातील प्रमुख अडचणी व धोरणात्मक आव्हाने :

i) पायाभूत सुविधांची कमतरता: भारताच्या ऊर्जा संक्रमण प्रक्रियेसाठी वीज निर्मितीच्या पायाभूत सुविधांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर गुंतवणूक गरजेची आहे. सौर व वारा प्रकल्पांसाठी प्रगत वीज ग्रीड, उच्च-दाब प्रसारण प्रणाली, वीज वितरण नेटवर्क यांची आवश्यकता आहे. सध्याच्या ग्रीड प्रणालींचे सीमित

कव्हरेज व तांत्रिक मर्यादा प्रकल्प अंमलबजावणीस अडथळा ठरतात.

ii) ऊर्जा साठवणूक व वितरण यंत्रणा: नवीकरणीय ऊर्जेतील प्रमुख समस्या म्हणजे वीजनिर्मितीतील बदलता निसर्ग. वीज साठवणुकीच्या आधुनिक तंत्रज्ञानाची कमतरता ही भारतातील एक मोठी अडचण आहे. सौर व वारा ऊर्जेचा उपयोग करण्यासाठी बॅटरी साठवणूक, ग्रीड स्थिरता, आणि स्मार्ट ग्रीड्सची आवश्यकता आहे .

iii) धोरणांची अंमलबजावणीतील अडचणी: ऊर्जा संक्रमण प्रक्रियेत केंद्र व राज्य सरकारांच्या धोरणांमध्ये समन्वयाचा अभाव दिसून येतो. पर्यावरणीय परवानग्या, भूखंड अधिग्रहण, आणि परवाना प्रक्रियेतील विलंब हे अंमलबजावणीतील महत्त्वाचे अडथळे आहेत. यामुळे प्रकल्प खर्च वाढतो आणि प्रकल्प पूर्ण होण्यास विलंब होतो.

iv) आर्थिक अनिश्चितता आणि जोखमीचे व्यवस्थापन: ऊर्जा प्रकल्पांचे अर्थसाहाय्य अनेक वेळा गुंतवणूकदारांच्या जोखीम-व्यवस्थापन क्षमतेवर अवलंबून असते. चलनाचे अस्थैर्य, कर्जपुरवठ्यातील मर्यादा, अनियमित धोरणे व कर सवलतींमधील बदल प्रकल्प आर्थिकदृष्ट्या धोकादायक बनवतात. यासाठी दीर्घकालीन वित्तीय योजना व जोखमीचे व्यवस्थापन धोरणांची गरज आहे.

भारताच्या ऊर्जा संक्रमणाचे पर्यावरणीय व सामाजिक परिणाम:

1) कार्बन उत्सर्जनात घट: भारताच्या नवीकरणीय ऊर्जा प्रकल्पांमुळे कार्बन उत्सर्जनात लक्षणीय घट झाली आहे. 2015-2024 या कालावधीत, हरित ऊर्जा प्रकल्पांमुळे सुमारे 450 दशलक्ष टन CO₂ उत्सर्जन वाचले आहे. भारताने 2022 मध्ये 175 GW हरित ऊर्जा क्षमता गाठली असून, 2030 पर्यंत 500 GW पर्यंत पोहोचण्याचे उद्दिष्ट ठेवले आहे, जे पॅरिस करारातील हवामान बदलाच्या उद्दिष्टांशी सुसंगत आहे.

2) हवामान बदलावर सकारात्मक परिणाम: ऊर्जा संक्रमणामुळे भारताच्या हवामान धोरणांमध्ये सकारात्मक बदल दिसून आले आहेत. सौर, पवन, आणि जलविद्युत प्रकल्पांमुळे ऊर्जा निर्मितीत हरितगृह वायूंचे प्रमाण कमी झाले आहे. हवामान बदलाच्या

परिणामांवर भारताचे "राष्ट्रीय स्तरावर ठरवलेले योगदान" (NDC) उद्दिष्ट अधिक चांगल्या प्रकारे पूर्ण करण्याचा प्रयत्न सुरू आहे.

3) सामाजिक जीवनमानातील सुधारणा: ऊर्जा संक्रमणाचा सामाजिक स्तरावर महत्त्वपूर्ण परिणाम झाला आहे. ग्रामीण भागात वीज पुरवठा सुधारल्यामुळे शैक्षणिक सुविधा, आरोग्य सेवा, व औद्योगिक उत्पादनामध्ये वाढ झाली आहे. प्रधानमंत्री सौभाग्य योजना अंतर्गत 2018-2022 दरम्यान 2.8 कोटी ग्रामीण कुटुंबांना वीज जोडणी देण्यात आली. यामुळे गरीब कुटुंबांचे जीवनमान सुधारले, आणि महिलांचे सक्षमीकरणही झाले आहे.

ऊर्जा संक्रमणामुळे भारताचा पर्यावरणीय व सामाजिक विकास वेगाने पुढे सरकत आहे, जो हवामान बदलावर सकारात्मक प्रभाव टाकात असून एक स्वच्छ व शाश्वत भविष्यासाठी आशादायक आहे.

भारताच्या ऊर्जा संक्रमणाला अधिक गति देण्यासाठी धोरणात्मक शिफारसी :

1) **ऊर्जा पायाभूत सुविधा:** प्रगत वीज ग्रीड, ऊर्जा साठवणूक व वितरण यंत्रणा उभारणीसाठी मोठ्या प्रमाणावर गुंतवणूक करावी. स्मार्ट ग्रीड व प्रगत तंत्रज्ञानाचा वापर वाढवावा.

2) **परवाना व मंजूरी प्रक्रिया सुलभ करणे:** केंद्र व राज्य सरकारांच्या धोरणांत समन्वय सुधारावा. प्रकल्प परवाने देण्याची प्रक्रिया जलद आणि पारदर्शक करावी.

3) **गुंतवणूक अनुकूलता:** कर सवलती, अनुदाने, व आर्थिक प्रोत्साहन धोरणे सुधारावीत. परकीय थेट गुंतवणुकीचे नियम सुलभ करावे.

4) **कौशल्य विकास व संशोधन:** हरित ऊर्जा तंत्रज्ञानातील कौशल्य विकासासाठी प्रशिक्षण केंद्रे सुरू करावीत. संशोधन व विकास यंत्रणा बळकट करावी.

भविष्यातील ऊर्जेच्या संक्रमणासाठी प्रस्तावित उपाय योजना:

1) बॅटरी साठवणूक प्रणाली व हायड्रोजन तंत्रज्ञानाचा वेगाने विस्तार यासारख्या प्रगत तंत्रज्ञानाचा अवलंब करावा.

2) वैविध्यपूर्ण ऊर्जा धोरणे जसे सौर, वारा, जलविद्युत, आणि बायोमाससारख्या ऊर्जा स्रोतांचे समिश्र धोरण स्वीकारावे.

3) ऊर्जाक्षेत्रात सार्वजनिक-खाजगी भागीदारीद्वारे गुंतवणुकीस चालना द्यावी.

4) शाश्वत शहरी विकासासाठी शहरांमध्ये हरित ऊर्जा वापर वाढवून हरित व स्मार्ट शहरे विकसित करावीत.

भारतातील ऊर्जा संक्रमणाचा हा अभ्यास स्पष्ट करतो की भारताला भविष्यातील ऊर्जा धोरणासाठी गुंतवणूक, धोरणात्मक सुधारणा, आणि तांत्रिक नवोन्मेष यांचा समन्वय साधावा लागेल. या सुधारणा हवामान बदल कमी करण्यासोबतच आर्थिक विकासही सक्षम करण्यास निश्चितच सहाय्यक ठरतील.

संदर्भ:

1. Ministry of New and Renewable Energy (MNRE). (2023). Annual Renewable Energy Report.
2. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). Global Renewable Energy Statistics.
3. Bureau of Energy Efficiency (BEE). (2022). Energy Efficiency and Savings Report.
4. International Energy Agency (IEA). (2021) & (2022). World Energy Outlook 2021.
5. Ministry of New and Renewable Energy (MNRE). (2022). PM KUSUM Scheme Annual Report.
6. Bloomberg New Energy Finance (BNEF). (2023). Global Investment in Clean Energy.
7. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2022). Paris Agreement Report.
8. United Nations Environment Programme (UNEP). (2023). Climate Action Report.
9. Council on Energy, Environment, and Water (CEEW). (2022). India's Renewable Energy Progress.
