

# भारतातील प्रमुख ऊर्जासाधनांचा भौगोलिक अभ्यास (Geographical Study of Major Energy Sources in India)

सुनिता राजाराम चाफेकानडे

पदव्युत्तर भूगोल विभाग,  
मिलिंद कला महाविद्यालय, औरंगाबाद.

## प्रस्तावना :

मानवी गरजांची पूर्तता करणारे घटक म्हणजे 'साधनसंपत्ती' होय. पृथ्वीवर अनादि काळापासून साधनसंपत्ती अस्तित्वात आहे. ही साधनसंपत्ती निसर्गनिर्मित असून मानव निरपेक्ष आहे. पूर्वीच्या काळी सर्व साधनसंपत्ती सुप्तावस्थेत होती. परंतु मानवी संस्कृतीचा जसा विकास होत गेला व विज्ञान-तंत्रज्ञानात जसजशी प्रगती होत गेली त्याबरोबर साधनसंपत्तीचा अधिक वापर होऊ लागला आणि त्यास व्यक्त स्वरूप प्राप्त झाले. याच साधनसंपत्तीमधील अत्यंत महत्त्वाचा पर्यावरणीय घटक म्हणजे 'ऊर्जा' होय. देशाच्या आर्थिक विकासाचा चालना देणारा महत्त्वाचा घटक म्हणजे ऊर्जा होय. या घटकास प्रेरकशक्ती असेही म्हटले जाते. सर्व प्रकारच्या उत्पादक कार्यांसाठी तसेच आर्थिक व्यवहारांसाठी ऊर्जा फार महत्त्वाची असल्याने जसा आर्थिक विकास वेगाने होईल तशाच प्रकारे ऊर्जेची मागणी वाढत जाईल.

जगात १७ व्या शतकापर्यंत ऊर्जासाधन म्हणून लाकडाचा वापर केला जात होता. इ.स. १८५७ साली जगातील पहिली तेलविहिर युरोप खंडातील रुमानियातील लोएस्ती भागात खोदली गेली. तर भारतात इ.स. १८६७ मध्ये आसाममधील माकूम प्रांतात पहिली तेलविहिर खोदली गेली. पूर्वीच्या काळी पेट्रोलियमला फारसे महत्त्व नव्हते; परंतु यंत्रयुगात पेट्रोलियमला महत्त्व प्राप्त झाले. पाणी हे पिण्यासाठी, शेतीला, जलवाहतूकीला उपयोगी पडते. परंतु त्यापासून विजनिर्मिती ही सर्वप्रथम इ.स. १८८३ साली फ्रान्समध्ये जलविद्युत प्रकल्पाद्वारे करण्यात आली. तर भारतात इ.स. १९०२ साली कर्नाटकातील कावेरी शिवसमुद्रम हा पहिला जलविद्युत प्रकल्प उभारला गेला. अशाप्रकारे हळूहळू ज्याप्रमाणे ऊर्जासाधनांचे महत्त्व कळत गेले त्याप्रमाणे ऊर्जासाधनांची उपयुक्तता व वापर वाढत गेला.

## ● संशोधनाची उद्दिष्टे :

- १) भारतातील प्रमुख ऊर्जासाधनाचे प्रकार अभ्यासणे.
- २) विविध ऊर्जासाधनांचे भारतातील उत्पादन किती आहे याचा अभ्यास करणे.
- ३) भारतातील ऊर्जासाधनांच्या वापरावर व उत्पादनावर येणाऱ्या समस्यांच्या कारणांचा अभ्यास करणे.
- ४) भारतातील ऊर्जासाधनांच्या संकटावरील उपाययोजनाचा व संवर्धनाच्या दृष्टीने उपाय सुचविणे.

● **संशोधनपद्धती :**

प्रस्तुत शोध निबंध तयार करण्यासाठी विविध संदर्भसाहित्य व पुस्तकांचा अभ्यास करून त्यातील सांख्यिकीय माहितीचे विश्लेषण व सारणी रूपात प्रस्तुतीकरण करण्यात आले आहे. भारताचे आर्थिक सर्वेक्षण अहवाल व इतर प्रकाशित साहित्याचा वापर तसेच ऊर्जा साधनांच्या उत्पादनावरील विविध विभागातील आकडेवारी व तत्क्यांचा उपयोग करून विश्लेषणात्मक पद्धतीचा अवलंब करण्यात आला आहे.

● **भारतातील प्रमुख ऊर्जासाधने-**

कोणतेही कार्य होण्यासाठी जी शक्ती वापरली जाते. तिला 'ऊर्जा' असे म्हणतात. प्राचीन काळापासूनच मानवी जीवनात ऊर्जेचे महत्त्वाचे स्थान पाहता वाहतूक, उष्णता व प्रकाश निर्मिती, औद्योगिक प्रक्रियेत ऊर्जेची गरज महत्त्वपूर्ण आहे. ऊर्जेचे काही स्रोत असे असतात की, त्यांच्या वापराबरोबर ते नष्ट होतात. त्यांचा साठा कमी होत जातो. त्यात कोळसा, पेट्रोलियम यांचा समावेश आहे. तर काही ऊर्जा स्रोतांचे पुनरुत्पादन नैसर्गिकरीत्या होतच राहते म्हणजे ते वापराबरोबर नष्ट पावत नाहीत. यात प्रामुख्याने लाकुड, सौरऊर्जा, पवनऊर्जा, जलऊर्जा यांचा समावेश होतो. भारतातील ऊर्जा साधनांचे प्रामुख्याने दोन गटात वर्गीकरण करण्यात येते.

**क) पारंपरिक ऊर्जासाधने-**

**१) कोळसा व लिग्नाईट :**

भारतातील कोळशाचा एकूण साठा अंदाजित १,४८,८९० दशलक्ष टन असावा असा अंदाज आहे. परंतु कोळशाच्या खाणीतून काढता येण्यासारखा कोळसा ६०,००० दशलक्ष टन आहे. तामिळनाडूतील नेवली येथे सापडलेला लिग्नाईटचा साठा ३३०० दशलक्ष टन असल्याचे सांगण्यात येते. भारतात कोळशाचे उत्पादन सर्वप्रथम सन १८१४ मध्ये पश्चिम बंगालमधील राणीगंज येथे सुरु झाले. भारतात सार्वजनिक क्षेत्रातून ९८% तर खासगी क्षेत्रातून २% कोळसा प्राप्त होतो.

**भारतातील कोळशाचे प्रकार :**

१. **पोट :** या कोळसा प्रकारात कार्बनचे प्रमाण ५०% ते ६०% असते तर उष्मांक कि.ग्रॅ.१०.५ ते १४.६३ असतो.
२. **लिग्नाईट :** यामध्ये कार्बनचे प्रमाण ६०% ते ७०% असून उष्मांक कि.ग्रॅ. १४.६३ ते १८.८१ असतो.
३. **बिटुमिनस :** या कोळशाच्या प्रकारात कार्बनचे प्रमाण ७५% ते ८०% असते व त्यामध्ये उष्मांक कि.ग्रॅ. ३१.३५ ते ३३.४४ असतो.
४. **अँथ्रासाईट :** या कोळशामध्ये कार्बनचे प्रमाण ९०% ते ९५% तर उष्मांक कि.ग्रॅ.२८.०१ ते ३१.३५ असतो.

भारतात प्रामुख्याने कोळसा क्षेत्राचे दोन विभाग आहेत. त्यामध्ये लहान किंवा अतिलहान क्षेत्र केवळ २% एवढे मर्यादित असून त्यात आसाम, पंजाब, जम्मू-काश्मीर, राजस्थान, मेघालय इ. राज्यांचा समावेश होतो. तर ९८% असलेल्या दुसऱ्या विभागात पुढील क्षेत्राचा समावेश होतो.

नदीचे खोरे	कोळसा क्षेत्र	राज्ये
गोदावरी	सिंगरणी, तांदूर, कोयमगुंडम	आंध्रप्रदेश
दामोदर	झारिया, बोकारो, गिरिधा, कर्णपूरा, रामगड	झारखंड
महानदी	सिंगरूली, छिंदवाडा, सोहगपुर	मध्यप्रदेश
महानदी	कारेबा	छत्तीसगढ
महानदी	सातेह, तालचेर, संबलपूर, धेनकमाल, रायगड	ओडिसा
दामोदर	राणीगंज	पश्चिम बंगाल

### भारतातील कोळसा व लिग्नाईटचे उत्पादन

वर्ष	मात्रा (लाख टनांमध्ये)
१९५०-१९५१	३२३
२०००-२००१	३३२६
२००१-२००२	३५२६
२००२-२००३	३८९२
२००३-२००४	३८५२
२००४-२००५	४१३०
२००५-२००६	४३७१
२००६-२००७	४६२१
२००७-२००८	४९११
२००८-२००९	४९३३
२००९-२०१०	५६६१
२०१०-२०११	५७०८

### २) खनिजतेल व नैसर्गिक वायू :

भारतामध्ये सध्याच्या काळात ऊर्जेच्या मुख्य स्रोतांमध्ये खनिजतेल व नैसर्गिक वायुचा समावेश केला जातो. भारतात सध्या ५५० दशलक्ष टन खनिजतेलाचे साठे असल्याचा अंदाज वर्तविण्यात येतो. त्याचप्रमाणे नैसर्गिक वायुचा साठा अंदाजे ५०० बिलियन घनमीटर आहे. भारतात खनिजतेलाचा शोध जरी इ.स. १८२५ मध्ये आसाममधील ब्रह्मपुत्रेच्या खोऱ्यात लागला असला तरी पहिली तेलविहिर माकूम प्रांतात इ.स. १८६७ मध्ये खोदली गेली. इ.स. १९५६ मध्ये भारतात तेल आणि नैसर्गिक वायु आयोगाची स्थापना झाली. (Oil and Natural Gas Commission ONGC)

### भारतातील खनिज तेल क्षेत्रे :

भारतात प्रामुख्याने १) आसाम, त्रिपुरा, मणिपुर २) पश्चिम बंगाल, दिग्बोई ३) गुजरात, जम्मू-काश्मीर ४) हिमाचल प्रदेश, तामिळनाडू, आंध्रप्रदेश ५) राजस्थान, केरळ, पहाडी प्रदेश ६) अंदमान-निकोबार द्वीपसमूह इ.

राज्यांमध्ये कच्च्या तेलाचा एकूण साठा ७५.६ कोटी टन इतका वर्तविण्यात आला आहे. तसेच देशात २१ तेलशोध कारखाने असून त्यातील १७ सार्वजनिक तर ३ खासगी व १ संयुक्त क्षेत्रातील आहे. सन २०११-१२ मध्ये भारतातील कच्च्या तेलाचे उत्पादन ३८.१९ मिलियन टन इतके आहे.

### ३. जलविद्युत :

भारतात जलविद्युत प्रकल्पांच्या साहाय्याने वीजनिर्मिती केली जाते. प्रशासकीय अंदाजानुसार दरवर्षी जलविद्युत ऊर्जा साधनांद्वारे दरवर्षी ९०,००० मेगावॉट वीजेचे उत्पादन होते. भारतात सर्वप्रथम दार्जिलिंग येथे इ.स. १८९७ मध्ये जलविद्युत उत्पादन सुरु झाले. त्यानंतर इ.स. १९०२ मध्ये कर्नाटकमधील शिवसमूद्रम येथे जलविद्युत प्रकल्प उभारण्यात आला. जगातील समशितोष्ण कटिबंधीय देशात एकूण उत्पादित विद्युतशक्तीपैकी ८० टक्के जलविद्युत निर्माण केली जाते. भारतात भाक्रा नांगल, हिराकूंड, चंबळ, नागार्जुनसागर, कोयना, कोसी, रिहांद, गंडक, मेत्रूर, पेरियार या बहुदेशीय प्रकल्पांद्वारे जलविद्युत शक्तीची निर्मिती केली जाते. सन २०१०-२०१२ मध्ये सार्वजनिक क्षेत्राद्वारे भारतात ६५४ अब्ज किलोवॉट वीज निर्माण करण्यात आली. त्यापैकी ४०० किलोवॉट वीजनिर्मिती ही अणुवीज व जलविद्युत होतो. सध्याच्या काळात एकूण वीज निर्मितीपैकी १८ टक्के वाटा जलविद्युतचा आहे.

### ४. युरेनियम :

भारतात युरेनियमचा अंदाजे साठा ७०,००० टन इतका असून वीज उत्पन्न करणाऱ्या रिअॅक्टरमध्ये याचा उपयोग केल्यास हा स्रोत कोळशाच्या १२० अब्ज टनांबरोबर राहिल. भारतातील अणुशक्तीच्या ऊर्जासाधनाची क्षमता ही युरेनियमच्या विकासावर अवलंबून आहे. अणुऊर्जा निर्मितीमध्ये युरेनियम, थोरिअम यासारख्या आण्विक इंधनाचा वापर केला जातो. तर थोरिअमचा साठा भारतामध्ये ३,६०,००० टन इतका आहे. याचा ब्रीडर रिअॅक्टरमध्ये उपयोग केल्यास तो ६०० अब्ज टन कोळशाबरोबर म्हणजेच आताच्या कोळशाच्या साठ्याच्या ५ पट होईल. युरेनियमचे  $U^{238}$ ,  $U^{235}$  व  $U^{234}$  असे समस्थानिक आहेत. हे नैसर्गिकरित्या विघटन करणारे उत्कृष्ट खनिज असून युरेनियमच्या विघटनातून बाहेर पडणाऱ्या द्रव्यांचाच रिअॅक्टरमध्ये (विक्रीयक) इंधन म्हणून उपयोग केला जातो. हा रिअॅक्टर अणुबाष्प निर्माण करतो. विद्युतशक्तीच्या वाढत्या मागणीमुळे अणुऊर्जा वाढविणे महत्त्वाचे झाले आहे.

### ब) अपारंपरिक ऊर्जा साधने :

#### १) सौरऊर्जा :

सूर्य हा ऊर्जेचा प्रमुख स्रोत आहे. सूर्यापासून प्रकाश व उष्णतेद्वारे प्रचंड ऊर्जा उत्सर्जित केली जाते. पृथ्वीच्या दर चौ.कि.मी. क्षेत्रफळाच्या प्रत्येक भागाला प्रत्येक मिनीटाला सुमारे १.९४ कॅलरी उष्णता मिळते. सौरऊर्जेच्या बहुविध वापरासाठी अनेक साधने विकसित केली गेली आहेत. त्यामध्ये सौर संग्राहक, सौर कुकर, सौर भट्टी, सौर फोटोसेल, सौर जलतापक, सौरशक्ती स्तंभ इ. चा समावेश होतो. दि. ३१ मार्च २००६ पर्यंत भारतातील १५ लक्ष चौ.कि.मी. क्षेत्रामध्ये सौरऊर्जाची प्रणाली कार्यान्वीत करण्यात आली आहे.

## २) पवनऊर्जा :

पवन ऊर्जा निर्मितीत भारताचा जगात ४ था क्रमांक लागतो. भारताची संभाव्य सुप्त पवनऊर्जा क्षमता २५००० मेगावॉट असून दि. ३१ मार्च २००६ पर्यंत १८७० मेगावॉट इतकी आहे. देशातील नऊ राज्यांत पवनऊर्जा प्रकल्प असून तामिळनाडू राज्याचा पवनऊर्जा निर्मितीत प्रथम क्रमांक लागतो. देशातील एकूण पवनऊर्जा उत्पादनापैकी ५८ टक्के उत्पादन एकट्या तामिळनाडू राज्यातून होते. त्यानंतर महाराष्ट्र व गुजरात या राज्यांचा क्रमांक लागतो.

## ३) भरती-ओहोटी ऊर्जा :

सागरातील लाटा आणि भरती ही सदैव उपलब्ध असलेली ऊर्जासाधने आहेत. समुद्रातील लाटांपासून सुमारे ८ ते ९ हजार मेगावॉट वीज निर्माण केली जाऊ शकते.

## ४) गोबरगॅस :

जनावरांच्या मलमूत्रापासून बायोगॅस मिळविण्याचे तंत्रज्ञान आज सर्वसामान्य झाले आहे. याचा उपयोग केवळ स्वयंपाकापुरता मर्यादित नसून बाष्पनिर्मिती, शेतीला खत तसेच कारखान्यातील यंत्रे आणि वीज निर्माण करणाऱ्या टर्बाईन्स चालविण्यासाठी करता येतो. भारतात बायोगॅस उत्पादनाचे प्रशिक्षण देण्यासाठी कोईमतूर, उदयपूर व पुसासमस्तीपूर या ठिकाणी प्रशिक्षण केंद्रे आहेत. सन २००४ पर्यंत भारतात ३६.५ लाख बायोगॅस संयंत्र बनविण्यात आले आहेत.

## ५) इतर ऊर्जासाधने :

### १) भूऔष्णिक ऊर्जा :

भूगर्भातील गरम पाण्याच्या झऱ्यावर विद्युत संयंत्र बसवून त्यापासून ऊर्जा प्राप्त करता येते. भारतात जवळ-जवळ ३४० गरम पाण्याचे झरे आहेत.

### २) वुडी बायोमास :

भारतातील झाडे-झुडपे व इतर कृषी क्षेत्रातील कचरा यापासून वीजनिर्मितीची शक्यता १,९५,००० मेगावॉट इतकी वर्तविण्यात आली आहे.

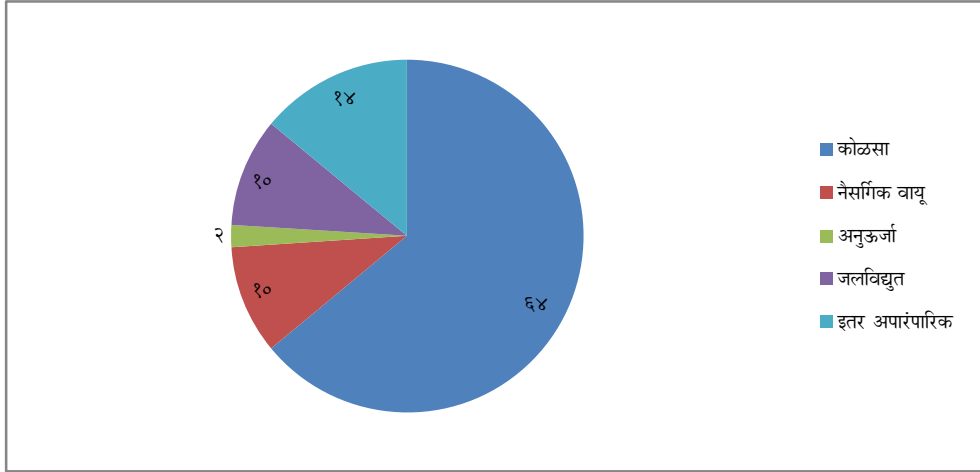
### ३) कचऱ्यापासून वीजनिर्मिती :

घन कचऱ्यापासून ऊर्जा निर्मितीचे संयंत्र अनेक प्रगत देशात बसविण्यात आले आहेत. भारतात सन २००६ पर्यंत कचऱ्यापासून ऊर्जा निर्मिती क्षमता ४८ मेगावॉट इतकी होती.

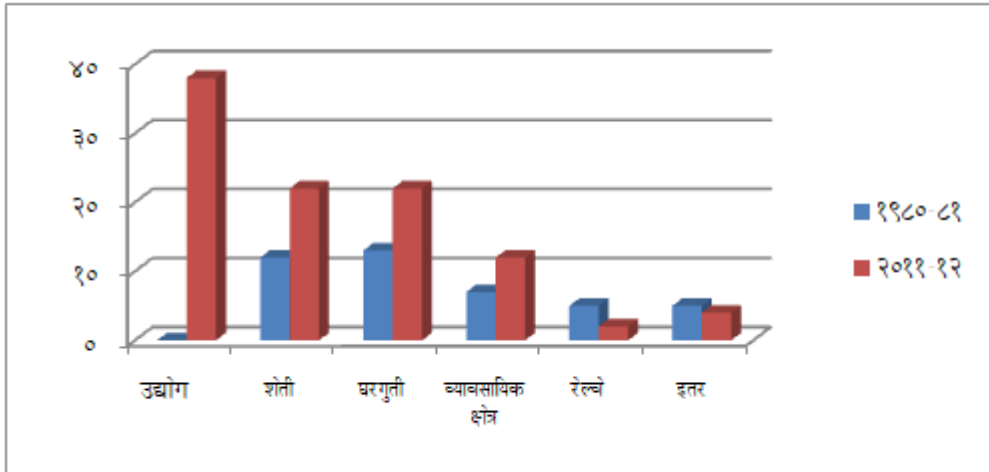
## भारतातील वीजनिर्मितीच्या ऊर्जा साधनांची क्षमता

वर्ष	कोळशापासून वीज	जलविद्युत	अणुविद्युत	एकूण
१९९०-१९९१	५८०० (६९%)	१८८०० (२८%)	१५०० (३%)	६६१०० (१००%)
१९९८-१९९९	७१३०० (७३%)	२३८०० (२४%)	२७०० (३%)	९७८०० (१००%)
२०११-२०१२	५१७ (८०%)	१०७ (१७%)	२३ (३%)	६४७ (१००%)

## भारतातील वीजनिर्मितीत पारंपरिक व अपारंपरिक ऊर्जासाधनांचा वाटा



## राज्यात विविध क्षेत्रातील विजेचा वापर



वरील आलेखामध्ये १९८०-८१ व २०११-१२ या दोन वर्षांत विविध ग्राहकांनी किती वीज वापरली याची तुलना केली आहे. गेल्या तीन दशकांमध्ये वीजवापर १४०३४ दशलक्ष युनिट पासून वाढून ९६,४४४ दशलक्ष युनिट एवढा झाला. या तीन दशकात शेती, घरगुती आणि व्यावसायिक वर्गाचा वीज वापर वाढला तर औद्योगिक वर्गाचा वीज वापर कमी झाला. महागड्या वीजेमुळे औद्योगिक वर्गाचे बरेच ग्राहक स्वतः वीज निर्मितीकडे वळले आहेत.

## भारतातील ऊर्जा साधनांवर येणारे संकट व त्याची कारणे :

भारतातील पेट्रोलियमचे मर्यादित साठे लक्षात घेता अरब तेल राष्ट्र उत्पादकांनी अचानक किंमतीत वाढ केल्याने भारतीय अर्थव्यवस्थेमध्ये खनिज तेलाचे संकट निर्माण झाले आहे. आखाती राष्ट्रांमध्ये सन १९९० मध्ये कुवैत व इराकमध्ये आणि नंतर पुन्हा अमेरिका व इराकमध्ये २००२-२००३ मध्ये युद्ध झाले. अशा दोन्ही वेळेस खनिजतेलाच्या किंमतीत भरमसाठ वाढ होऊन ऊर्जा संकट निर्माण झाले. भारतातील खालील कारणांमुळे ऊर्जा समस्या निर्माण झाल्या

आहेत.

१. खनिजतेलाच्या वाढत्या किंमती
२. खनिजतेलाच्या आयातीवरील खर्च
३. भारतातील कोळसा निकृष्ट दर्जाचा असल्याने कमी ऊर्जा निर्मिती
४. कृषी व औद्योगिक क्षेत्रात मागणी व पुरवठ्यातील असमतोल
५. स्थापीत उत्पादन क्षमतेचा पुरेसा पर्याप्त वापर झाला नाही
६. भारतीय पंचवार्षिक योजना काळात ऊर्जा निर्मितीची जी उद्दिष्टे किंवा लक्ष्य ठरवण्यात आली ती गाठली गेली नाहीत.

#### ऊर्जा संकटांवरील उपाययोजना :

१. देशांतर्गत ऊर्जासाधने उत्पादनात वाढ करणे.
२. खाजगी क्षेत्रात वीजनिर्मितीला प्रोत्साहन देणे.
३. जलविद्युत साधनांचा जास्तीत जास्त वापर करणे.
४. शोध व संशोधन आणि उत्खनन कार्यास गती देणे.
५. खनिज तेल, पेट्रोलियम इ. इंधनाच्या वापराचे नियमन करणे.
६. सौरऊर्जा, पवनऊर्जा यांसारख्या अपारंपरिक ऊर्जा स्रोतांच्या वापरांना प्रोत्साहन देणे तसेच त्यांच्या विकासावर लक्ष देणे.
७. इंधनांची बचत, पर्यायी वापर व अनावश्यक ऊर्जेचा वापर टाळणे इ. उपाययोजना ऊर्जासाधनांवरील संकटांवर मात करण्यासाठी करता येतील.

#### समारोप :

भारतातच नव्हे तर जगात परंपरागत ऊर्जासाधनाचे साठे मर्यादित आहेत, ते हळूहळू नष्ट होण्याच्या मार्गावर आहेत. म्हणून त्यांचा वापर योग्य प्रकारे झाला पाहिजे. त्यांचे संवर्धन झाले पाहिजे. वर्तमानकाळात या ऊर्जासाधनांचा उपभोग घेत असताना भविष्यकाळाचाही विचार झाला पाहिजे. ऊर्जासाधनांच्या साठ्यांच्या उपलब्धतेचा अंदाज न घेता मोठ्या प्रमाणात वापर केल्यामुळे त्यांचा अपव्यय होतो तो टाळावा आणि अपारंपरिक ऊर्जासाधनांचा विविध विकसित तंत्रज्ञानाद्वारे अधिकाधिक उपयोग करून मानवी जीवन सुखद करावे कारण हीच खरी अक्षय्य अशी ऊर्जा साधन संपत्ती आहे.

#### संदर्भ :

१. M.V.R. Koteswara Rao, Energy Resources, Conventional and Non-Conventional, B.S. Publications, Hyderabad.
२. S.R. Kalbande, V.M. Bhale, V.P. Khambalkar, Renewable Energy and Green Technology, Agrotech Publishing Academy, Udaipur.

३. सुरेंद्र काळबांडे, सारिका काळबांडे, हरित ऊर्जा निर्मितीकरीता अपारंपारिक ऊर्जास्रोत, युनिव्हर्सल प्रकाशन, पुणे.
४. श्रीकांत गोखले (अनु.), परिस्थितीकी व पर्यावरण, के. सागर पब्लिकेशन्स, पुणे
५. संगीता चतुर्वेदी, वैकल्पिक ऊर्जा के स्रोत, लोकप्रिय विज्ञान सिरीज, ए आय एस ई सी टी पब्लिकेशन, नई दिल्ली.
६. डॉ. सुखदेव खंदारे, भारतीय अर्थव्यवस्था, एज्युकेशनल पब्लिशर्स, औरंगाबाद.
७. एन.एस. राठोड, एन.एस.पवार, नवीकरणीय ऊर्जास्रोत, हिमांशू पब्लिकेशन, दरियागंज, नवी दिल्ली.

