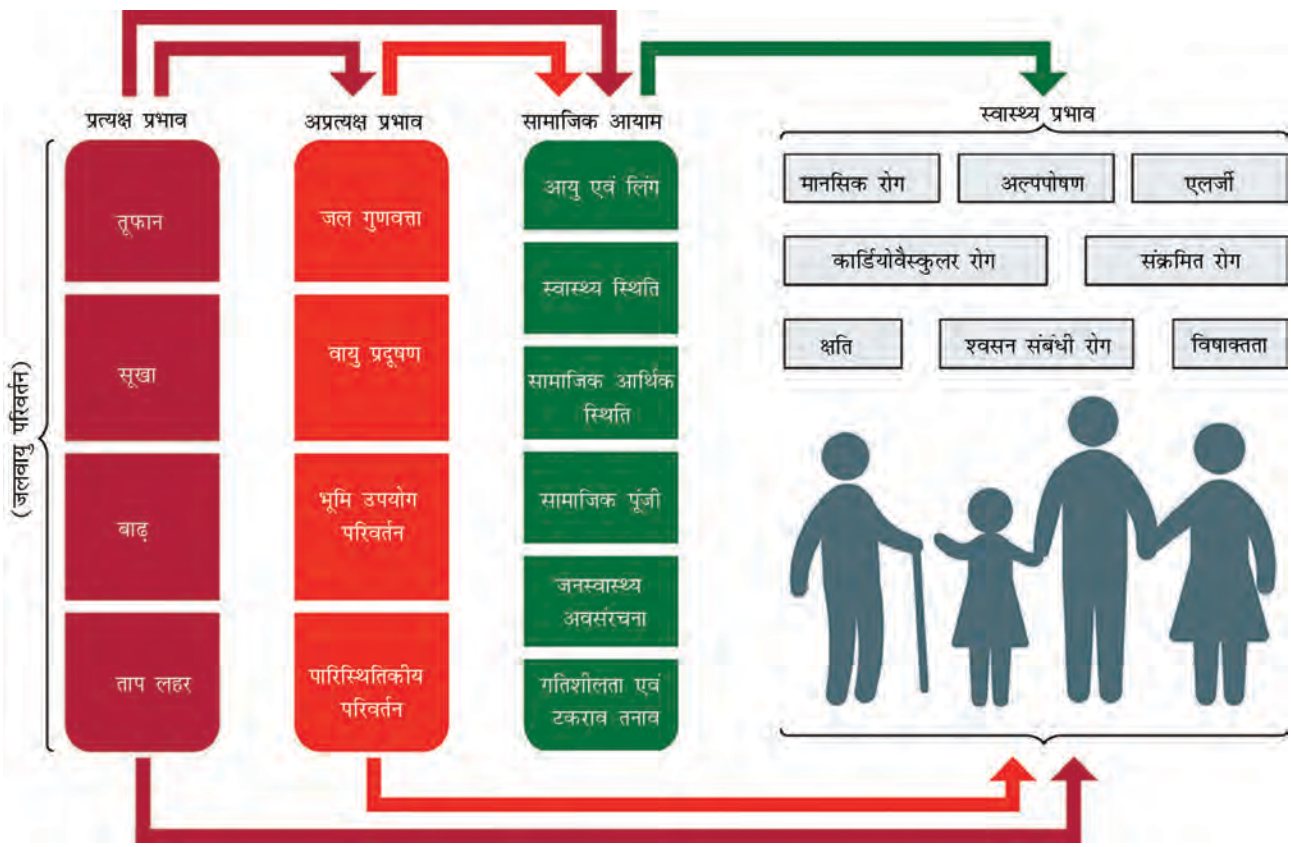
13 जलवायु परिवर्तन की अवधरणा
(Concept of Climate Change)

भूमिका *(Introduction)*

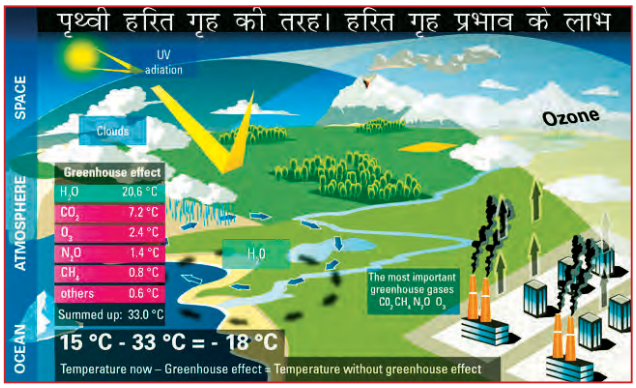
पृथ्वी के चारों ओर व्याप्त वायुमंडल प्राकृतिक पर्यावरण तथा जैवमंडलीय पारिस्थितिक तंत्र का एक महत्त्वपूर्ण संघटक है क्योंकि जैवमंडल में जीवन का अस्तित्व वायुमंडल में निहित गैसों के कारण ही संभव हो पाता है। वायुमंडल एक फिल्टर की तरह भी कार्य करता है, क्योंकि यह सूर्य से आने वाली पराबैंगनी विकिरण को सोख लेता है तथा उन्हें पृथ्वी की सतह पर पहुँचने से रोकता है इस कारण भूतल के तापमान में आवश्यकता से अधिक वृद्धि नहीं होती है।

जलवायु किसी स्थान के लंबे समय की मौसमी घटनाओं का औसत होती है। पृथ्वी की जलवायु स्थैतिक नहीं है। मौसम तथा जलवायु में प्राकृतिक कारणों से स्थानीय, प्रादेशिक एवं वैश्विक स्तरों पर परिवर्तन होते रहते हैं परंतु औद्योगिक क्रांति के बाद विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी में विकास के कारण मानव द्वारा वायुमंडलीय प्रक्रमों में तीव्र गति से परिवर्तन होने लगा है क्योंकि मनुष्य अब वायुमंडलीय संघटकों की मौलिक संरचना में परिवर्तन तथा परिमार्जन करने में समर्थ हो गया है। इसका असर मानव समुदाय, वनस्पति एवं जन्तुओं पर पड़ने लगा है। खासकर मानव जाति के स्वयं का अस्तित्व ही खतरे में पड़ गया है। जलवायु में हुआ यह परिवर्तन ही जलवायु परिवर्तन कहलाता है। आज जिस जलवायु परिवर्तन की बात होती है, उसका अर्थ 100 साल पहले मानव गतिविधियों द्वारा हुए जलवायु परिवर्तन से है। जलवायु परिवर्तन का भौगोलिक अभिप्राय मौसमी प्रतिरूप में लंबे समय तक के परिवर्तन से है।

जलवायु परिवर्तन सामान्यत: तापमान, वर्षा, हिम एवं पवन प्रतिरूप में आए एक बड़े परिवर्तन द्वारा मापा जाता है, जो कई वर्षों में होता है। मनुष्य द्वारा जीवाश्म ईंधन (कोयला, तेल, प्राकृतिक गैस) को बड़ी मात्रा में जलाए जाने, निर्वनीकरण (जिससे वनों की कार्बन अवशोषण की क्षमता घटती है एवं उसमें संचित कार्बन वायुमंडल में निर्मुक्त होने लगता है) आदि से जलवायु परिवर्तन हो रहा है।



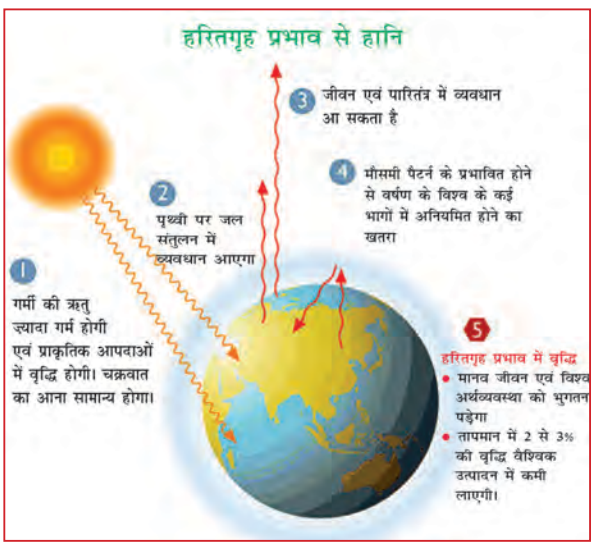
तरंगदैर्ध्यों को तो आने देती हैं परंतु पृथ्वी से लौटती दीर्घ तरंगदैर्ध्य विकिरण (पार्थिव विकिरण) को अवशोषित कर लेती है। यह समायोजन ताप तरंगों को नियंत्रित रूप से पृथ्वी की सतह से अंतरिक्ष के बाह्य पटल में भेजती है। इससे पृथ्वी के ऊपर आवरण सा बन जाता है जिस कारण पृथ्वी गर्म एवं रहने योग्य रहती है। अत: एक प्राकृतिक ग्रीनहाउस पृथ्वी की सतह को गर्म रखता है तथा उसे एक निश्चित तापमान प्रदान करता है।



हरितगृह प्रभाव पृथ्वी पर जीवन को संभव बनाता है।

प्राकृतिक ग्रीन हाउस प्रभाव *(Natural Greenhouse Effect)*

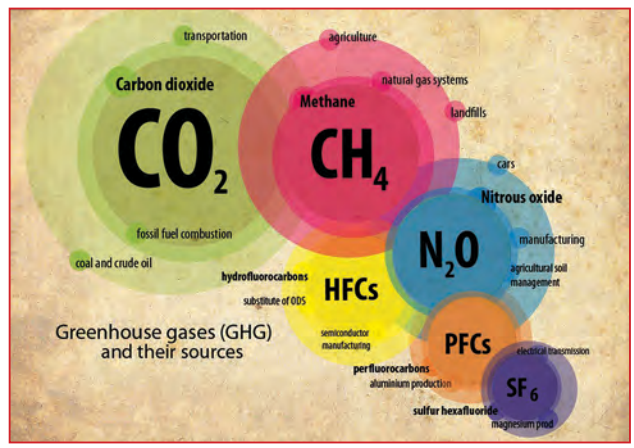
हरितगृह गैसें जो कि वातावरण में प्राकृतिक रूप से पाई जाती हैं, प्राकृतिक ग्रीनहाउस प्रभाव हेतु ज़िम्मेदार होती हैं। इस प्रक्रिया के द्वारा पृथ्वी की सतह गर्म एवं रहने योग्य बनती है। प्राकृतिक ग्रीनहाउस प्रभाव पृथ्वी को माध्य तापमान (15°C) पर गर्म रखता है। ग्रीनहाउस गैसों की अनुपस्थिति में पृथ्वी का माध्य ताप –20°C तक गिर सकता है। मानवजनित ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन प्राकृतिक संतुलन को बिगाड़ता है एवं तापमान में वृद्धि करता है। वातावरण में ग्रीनहाउस गैसों की सांद्रता में बढ़ोतरी से अवरक्त विकिरण ज़्यादा अवशोषित होगी, जिससे ग्रीनहाउस प्रभाव में बढ़ोतरी होगी।



हरित गृह गैसें *(Greenhouse Gases)*

हरितगृह गैस का अर्थ वातावरण की उन गैसों से है जो प्राकृतिक एवं मानव जनित दोनों होती हैं। ये अवरक्त विकिरण (Infrared Radiation) को अवशोषित करती हैं एवं पुन: छोड़ती हैं।

जलवाष्प तथा CO_2 वायुमंडल में पाई जाने वाली गैसों में प्रचुर मात्रा में पाई जाती हैं तथा किसी क्षेत्र में अवरक्त विकिरणों (12 से 20μm) को ज़्यादा से ज़्यादा अवशोषित करती हैं। अन्य मुख्य ग्रीनहाउस गैसें हैं- CH_4 (मीथेन), N_2O (नाइट्रस ऑक्साइड) तथा क्लोरोफ्लोरोकार्बन (CFC)।



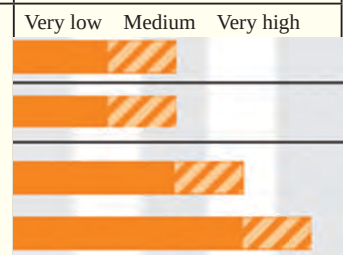
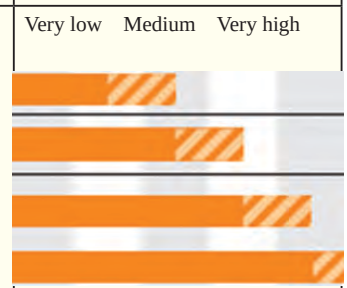
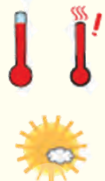
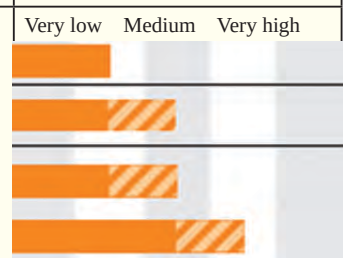
जलवाष्प *(Water Vapour)*

जलवाष्प वायुमंडल में सबसे अधिक परिवर्तनशील तथा असमान वितरण वाला घटक है। इसकी मात्रा विभिन्न ऊँचाइयों पर भिन्न-भिन्न होती है। ऊँचाई के साथ जलवाष्प की मात्रा घटती है। इसके अलावा निम्न अक्षांशों से उच्च अक्षांशों की ओर जाने पर भी इसमें कमी आती है। जलवाष्प सूर्यातप के कुछ अंश को ग्रहण कर धरातल पर सूर्यातप की मात्रा को कम करता है। यह पार्थिव विकिरण को अवशोषित कर CO_2 की भाँति ग्रीनहाउस प्रभाव उत्पन्न करता है। मानव जलवाष्प उत्सर्जन हेतु प्रत्यक्ष रूप से ज़िम्मेदार नहीं माने जाते हैं, क्योंकि वे जलवाष्प की उतनी मात्रा उत्सर्जित नहीं करते जिससे वातावरण के सांद्रण में महत्त्वपूर्ण परिवर्तन हो जाए। हालाँकि, वातावरण में जलवाष्प की मात्रा बढ़ने का कारण CO_2 एवं अन्य हरितगृह गैसें भी हैं, जिनके कारण पौधों के वाष्पोत्सर्जन दर में तेज़ी आ जाती है। साथ ही CO_2 की तरह जलवाष्प हवा में स्थायी नहीं रह सकती, क्योंकि यह जल चक्र द्वारा जल भंडारों एवं वर्षा तथा हिम के रूप में परिवर्तित होती रहती है।

कार्बन डाइऑक्साइड *(Carbon dioxide)*

कार्बन डाइऑक्साइड गैस वैश्विक तापन में 60% की भागीदारी करती है। यह एक प्राथमिक हरितगृह गैस है जो कि मानवीय क्रियाओं द्वारा उत्सर्जित होती है। कार्बन डाइऑक्साइड वातावरण में प्राकृतिक

एशिया

मुख्य खतरे (Key Risk)	अनुकूलन मुद्दे एवं संभावनाएँ (Adaptation Issues & Prospects)	जलवायु संचालक (Climatic Drivers)	समयावधि (Timeframe)	अनुकूलन हेतु खतरे एवं क्षमता (Risk & Potential for Adaptation)
एशिया में नदीय, तटीय एवं शहरी बाढ़ में वृद्धि से बड़े पैमाने पर अवसंरचना, आजीविका एवं बसावट में परिवर्तन।	• अनावरण (exposure) कमी: संरचनात्मक एवं गैर-संरचनात्मक उपायों के माध्यम से भूमि उपयोग की प्रभावी योजना एवं चयनात्मक स्थानांतरण। • जीवन रेखा बुनियादी सुविधाओं और सेवाओं की सुभेद्यता में कमी (उदा. जल, ऊर्जा, अपशिष्ट, प्रबंधन, जैवभार, स्थानीय पारितंत्र, संचार)। • निगरानी एवं पूर्व चेतावनी का निर्माण करना। • आर्थिक विविधता।		Present Short term (2030-2040) Long term 2°C (2080-2100) 4°C	
ताप संबंधित मृत्यु के खतरे में वृद्धि।	• ताप स्वास्थ्य (Heat Health) चेतावनी तंत्र। • ताप द्वीपों (Heat Islands) में कमी हेतु शहरी योजना, निर्मित पर्यावरण का संवर्द्धन, संपोषणीय शहरों का विकास। • घर से बाहर काम करने वाले कामगारों के ताप तनाव (Heat Stress) को रोकने हेतु नई कार्य प्रक्रिया।		Present Short term (2030-2040) Long term 2°C (2080-2100) 4°C	
सूखा-संबंधित जल एवं खाद्य कमी के कारण कुपोषण में वृद्धि के खतरे।	• आपदा तैयारी जिसमें पूर्व-चेतावनी तंत्र एवं मुकाबले हेतु स्थानीय रणनीतियाँ • अनुकूलित/समन्वित जल संसाधन प्रबंधन। • जल अवसंरचना एवं भंडारण विकास • जल संसाधनों का विविधीकरण (जिसमें जल पुनरुपयोग सम्मिलित हो)। • जल का ज़्यादा सक्षम तरीके से उपयोग (उन्नत कृषि अभ्यास, सिंचाई प्रबंधन एवं सह्य कृषि)।		Present Short term (2030-2040) Long term 2°C (2080-2100) 4°C	

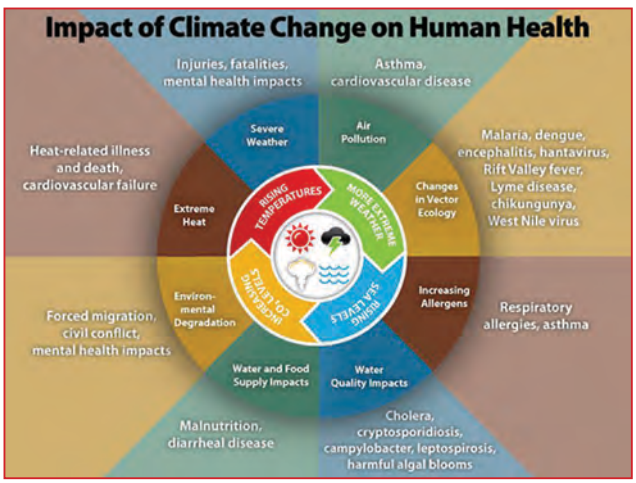
परंतु भविष्य में जलवायु परिवर्तन भारत जैसे विकासशील देश हेतु अधिक विकट परिणाम लाएगा, क्योंकि इसकी अर्थव्यवस्था बड़े पैमाने पर कृषि पर निर्भर है। साथ ही बढ़ती जनसंख्या एवं ऊर्जा-मांग तथा ताज़े जल एवं खाद्य की मांग इस समस्या को और विकट बनाएगी।

स्वास्थ्य पर प्रभाव

जलवायु परिवर्तन का मानव स्वास्थ्य पर भी प्रभाव पड़ता है। मानव जाति की उत्तरजीविता हेतु वह एक खतरे का कार्य करता है। जलवायु परिवर्तन का संपूर्ण रूप से स्वास्थ्य पर प्रभाव नकारात्मक रहेगा।

आई.पी.सी.सी. (IPCC) के अनुसार

- **निम्नस्थ तटीय क्षेत्र, छोटे द्वीप:** तूफान, तटीय बाढ़ एवं समुद्र स्तर में वृद्धि के कारण मृत्यु का खतरा, बीमारी एवं बाधित आजीविका का सामना करते हैं।
- **अंतर्देशीय बाढ़:** कुछ क्षेत्रों में अंतर्देशीय बाढ़ के कारण बड़ी शहरी जनसंख्या के लिये खराब स्वास्थ्य एवं जीविका के खतरे रहते हैं।
- **चरम मौसमी घटनाएँ:** इनके कारण आधारभूत तंत्र के टूटने एवं महत्त्वपूर्ण सेवाओं, जैसे- विद्युत, जलापूर्ति एवं स्वास्थ्य तथा आकस्मिक सेवाओं के बाधित होने का खतरा रहता है।
- **चरम ताप:** इसके कारण वे लोग जो शहरी एवं ग्रामीण क्षेत्रों में घर से बाहर कार्य करते हैं, उनकी मृत्यु दर एवं रोगों की संख्या में वृद्धि होने का खतरा है।



विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) के अनुसार अन्य तथ्य

हर वर्ष हज़ारों लोग गंदे पानी, स्वच्छता अभाव एवं कुपोषण तथा वायु प्रदूषण के कारण मरते हैं। साथ ही हर वर्ष 60,000 लोग आपदाओं के कारण मरते हैं।

चरम ताप

इसके कारण विशेष रूप से वृद्ध व्यक्ति, हृदय (Cardiovascular) एवं श्वसन संबंधी बीमारी के कारण मृत्यु को प्राप्त होते हैं। उच्च तापमान क्षोभमंडलीय ओज़ोन निर्माण एवं दूसरे प्रदूषकों में वृद्धि करता है जिसके कारण त्वचा कैंसर, नेत्र रोग, प्रतिरोधक क्षमता का कम होना, श्वसन संबंधी अन्य बीमारियाँ होती हैं।

परिवर्तनशील वर्षा प्रवृत्ति

इसके कारण ताज़े जल की आपूर्ति बाधित होती है। सुरक्षित जल के अभाव में लोग सफाई के साथ समझौता करने लगते हैं जिससे जल जनित रोगों का खतरा बढ़ जाता है। इस कारण हर वर्ष 5 वर्ष से कम उम्र के 760,000 बच्चों की मौत हो जाती है।

बाढ़

- ताज़े जल की आपूर्ति को दूषित कर देती है।
- जल जनित रोगों के खतरों को बढ़ा देती है।
- रोगवाहित कीटों, जैसे- मच्छरों के लिये अनुकूल वातावरण का निर्माण करती है।
- लोगों के डूबने एवं शारीरिक क्षति का कारण भी बनती है।

कुपोषण

परिवर्तनशील वर्षण एवं तापमान में वृद्धि से कई गरीब देशों में खाद्यान्नों के उत्पादन में कमी आती है। इस कारण कुपोषण जैसी समस्याओं में वृद्धि होती है जिसके कारण वर्तमान में बड़ी संख्या में लोगों की मृत्यु हर वर्ष हो रही है। अफ्रीका जैसे देश, जो वर्षा पोषित कृषि द्वारा उत्पादन करते हैं, 2020 तक घटकर यह उत्पादन 50% हो जाएगा।

संक्रमण का प्रतिरूप

जलवायु हालात (Climatic Conditions) जल जनित बीमारियों एवं कीटों, घोंघा (Snail) एवं अन्य असमतापी प्राणियों (Cold blooded animals) के द्वारा रोगों को काफी बढ़ा देते हैं। इन जलवायु परिस्थितियों में परिवर्तन महत्त्वपूर्ण रोगवाहक जनित बीमारियों (Vector Borne Diseases) के आवर्द्धन काल को लंबा करता है। साथ ही उनके भौगोलिक परास (Geographical Range) में परिवर्तन लाता है। **उदाहरणत:** घोंघा जनित रोग सिस्टोसोमिएसिस (Schistosomiasis) का चीन में फैलना।

मलेरिया

यह बीमारी जलवायु द्वारा बहुत अधिक प्रभावित है। यह एनाफिलीज मादा मच्छर द्वारा फैलता है। डेंगू का एडीज मच्छर भी जलवायु हालातों के प्रति उच्च रूप से संवेदनशील होता है। डेंगू ज्वर लैटिन अमेरिका एवं पूर्वी एशिया के भागों में उच्च रूप से फैला हुआ है। मलेरिया एवं डेंगू से प्रभावित वैश्विक जनसंख्या में वृद्धि होने की संभावना है। तापमान में वृद्धि होने से नेपाल एवं भूटान जैसे देशों में भी पहली बार मलेरिया फैलने की रिपोर्ट आ रही है।

कार्बन अधिग्रहण हेतु CCS के अलावा अन्य प्रौद्योगिकी

आईजीसीसी (Integrated Gasification Combined Cycle–IGCC) तकनीक

यह एक ऐसी तकनीक है जो उच्च दाब गैसीफायर (Gasifier) का प्रयोग कर कोयले या अन्य जीवाश्म ईंधनों को सिंथेटिक गैस (सिन गैस) में बदल देती है। इसके बाद अशुद्धियों को इनसे अलग कर ऊर्जा उत्पादन में इनका प्रयोग होता है।

यह एक तकनीक है जो कोल प्लांट्स में दहन के पूर्व CO_2 कैप्चर (capture) का रास्ता बताती है एवं फिर इसे ज़मीन के नीचे संगृहीत कर देती है। ये मूल्य के हिसाब से, वर्तमान पारंपरिक प्लांट्स में अपनाए जा रहे तरीके के मुकाबले सस्ता है। वर्तमान में IGCC के द्वारा कार्बन कैप्चर की दर करीब 85% है।

ग्रीन कार्बन एवं ब्लू कार्बन

ये दोनों तरह के कार्बन, कार्बन सिंक की भूमिका निभाते हैं। काले एवं भूरे कार्बन से अलग ग्रीन एवं ब्लू कार्बन वातावरण से हरितगृह गैसों के अधिग्रहण (sequestration) का कार्य करते हैं।

ग्रीन कार्बन (Green Carbon)

प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा वातावरण के CO_2 से जो कार्बन निकलकर पौधों एवं मिट्टी में संग्रहीत हो जाता है, ग्रीन कार्बन कहलाता है। यह वैश्विक कार्बन चक्र का जीवंत भाग है।

पौधों एवं फसलों में यह कार्बन लघु जीवन अवधि के कारण थोड़े समय के लिये रहता है एवं कुछ समय बाद वे इस कार्बन को मुक्त कर देते हैं परंतु वन के बायोमास इस कार्बन को कई सदियों तक संचित किये रहते हैं।

ब्लू कार्बन (Blue Carbon)

वायुमंडलीय कार्बन जब तटीय एवं समुद्री पारितंत्रों के मैंग्रोव वन, समुद्री घास बेडों एवं अंतर्ज्वारीय लवण दलदलों में जमा हो जाते हैं तो वह कार्बन, ब्लू कार्बन कहलाने लगता है।

ये बहुमूल्य पारितंत्र एक जटिल कार्बन भंडार को एकत्रित किये रहते हैं। वे वातावरणीय CO_2 को प्राथमिक उत्पादक के द्वारा अधिगृहीत कर फिर उन्हें अवसादों में जमा कर देते हैं।

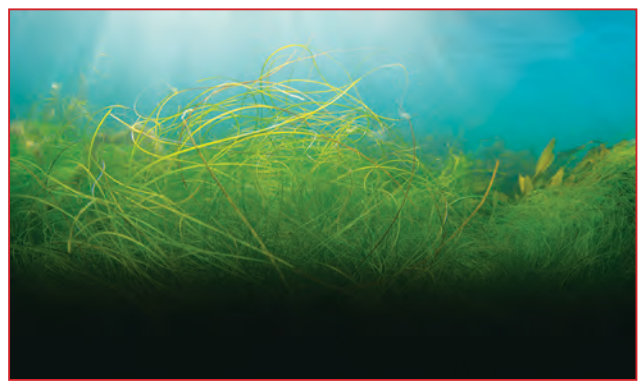
यूनेप (UNEP) द्वारा वर्ष 2009 में जारी एक रिपोर्ट में कहा गया था कि 55% वातावरणीय कार्बन को समुद्र के द्वारा ग्रहण कर लिया जाता है। इसका 50-71% समुद्री वनस्पति द्वारा ग्रहण किया जाता है। ये समुद्री वनस्पति ही ब्लू कार्बन आवास (Blue Carbon Habitat) कहलाए, जिनमें मैंग्रोव, लवणीय दलदल (Salt Marshes), समुद्री घास (sea grass) एवं समुद्री खरपतवार (sea-weeds) आते हैं जो कि समुद्र नितल (sea bed) का 0.5% से भी कम आच्छादन करते हैं एवं ये विश्व के जलवायु परिवर्तन में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। UNEP की इस रिपोर्ट के बाद IUCN, विश्व बैंक जैसे संस्थानों की भी इससे संबंधित रिपोर्ट आई। उसके बाद UNEP की पहल से ब्लू कार्बन पहल (Blue Carbon Initiative) शुरू किया गया।

तटीय पारितंत्रों की कार्बन अधिग्रहण क्षमता

तटीय पारितंत्रों का प्रत्येक वर्ग मील, परिपक्व उष्णकटिबंधीय वनों के प्रत्येक वर्गमील के मुकाबले उच्च दर पर वातावरण से कार्बन अलग करता है।

मैंग्रोव वन

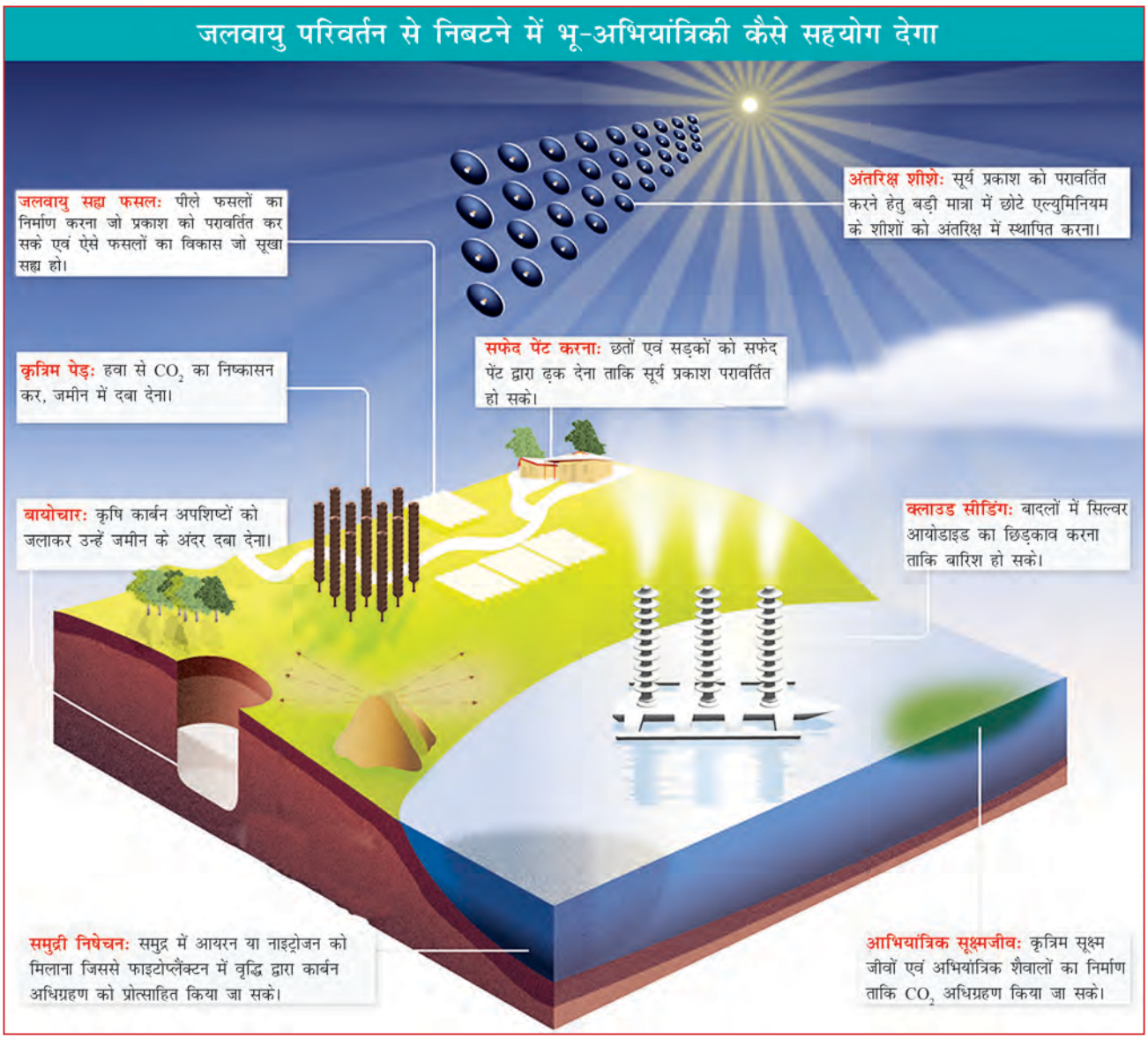
तटीय पारितंत्रों के कार्बनिक संपन्न अवसादों में उच्च मात्रा में कार्बन पाया जाता है जो कि कई शीतोष्ण एवं उष्णकटिबंधीय वनों से 5 गुना ज़्यादा होता है। तटीय आवास कुल समुद्री क्षेत्र के 20% से भी कम क्षेत्र को घेरे हुए हैं परंतु कुल समुद्री अवसाद में इनकी कुल कार्बन अधिग्रहण में आधी भागीदारी है।



समुद्री घास

तटीय पारितंत्र का महत्त्व

- ये पारितंत्र अंटार्कटिका को छोड़कर पृथ्वी के सभी महाद्वीपों में पाए जाते हैं। तटीय पारितंत्र ब्लू कार्बन इकोसिस्टम (Blue Carbon Ecosystem) भी कहलाते हैं क्योंकि ये पारितंत्र वातावरण एवं समुद्र से कार्बन को हटाकर इन्हें पौधों एवं अवसादों में जमा करते हैं, जहाँ ये ब्लू कार्बन कहलाते हैं। अत: जलवायु परिवर्तन में स्थिरता लाने में ये पारितंत्र मुख्य भूमिका निभाते हैं।



(c) भूमि प्रबंधन (Land Management)

- उच्च एल्बिडो वाले फसल किस्म को लगाना।

(d) अंतरिक्ष प्रोजेक्ट (Space Project)

- **अंतरिक्ष शीशे (Space Mirrors):** पृथ्वी की कक्षा में पृथ्वी एवं सूर्य के बीच ग्रीनलैण्ड के आकार के शीशों को लगाकर सूर्यप्रकाश को परावर्तित करना। **भू-अभियान्त्रिकी कमियाँ (Demerits of Geo-engineering)**
- पर्यावरणीय क्षति का कारण बन सकता है।
  - सूखे की आशंका
- मनुष्य एवं पौधों को खतरा
  - प्रकाश संश्लेषण हेतु प्रत्यक्ष सूर्यप्रकाश की आवश्यकता होगी।
  - साँस द्वारा रसायनों का अंदर जाना।
  - मनुष्यों के लिये प्रत्यक्ष सूर्यप्रकाश की कमी (विटामिन D की कमी का कारण बनेगा)

जलवायु परिवर्तन को मोड़ने हेतु सबसे सुरक्षित एवं सबसे उम्मीद भरा तरीका है- उत्सर्जन में कमी हेतु प्रारंभिक एवं सक्षम कार्य करना। कोई भी भू-अभियांत्रिकी तरीका जलवायु परिवर्तन की समस्या के समाधान के तौर पर आसान एवं आसानी से स्वीकृत वैकल्पिक तरीका नहीं हो सकता।