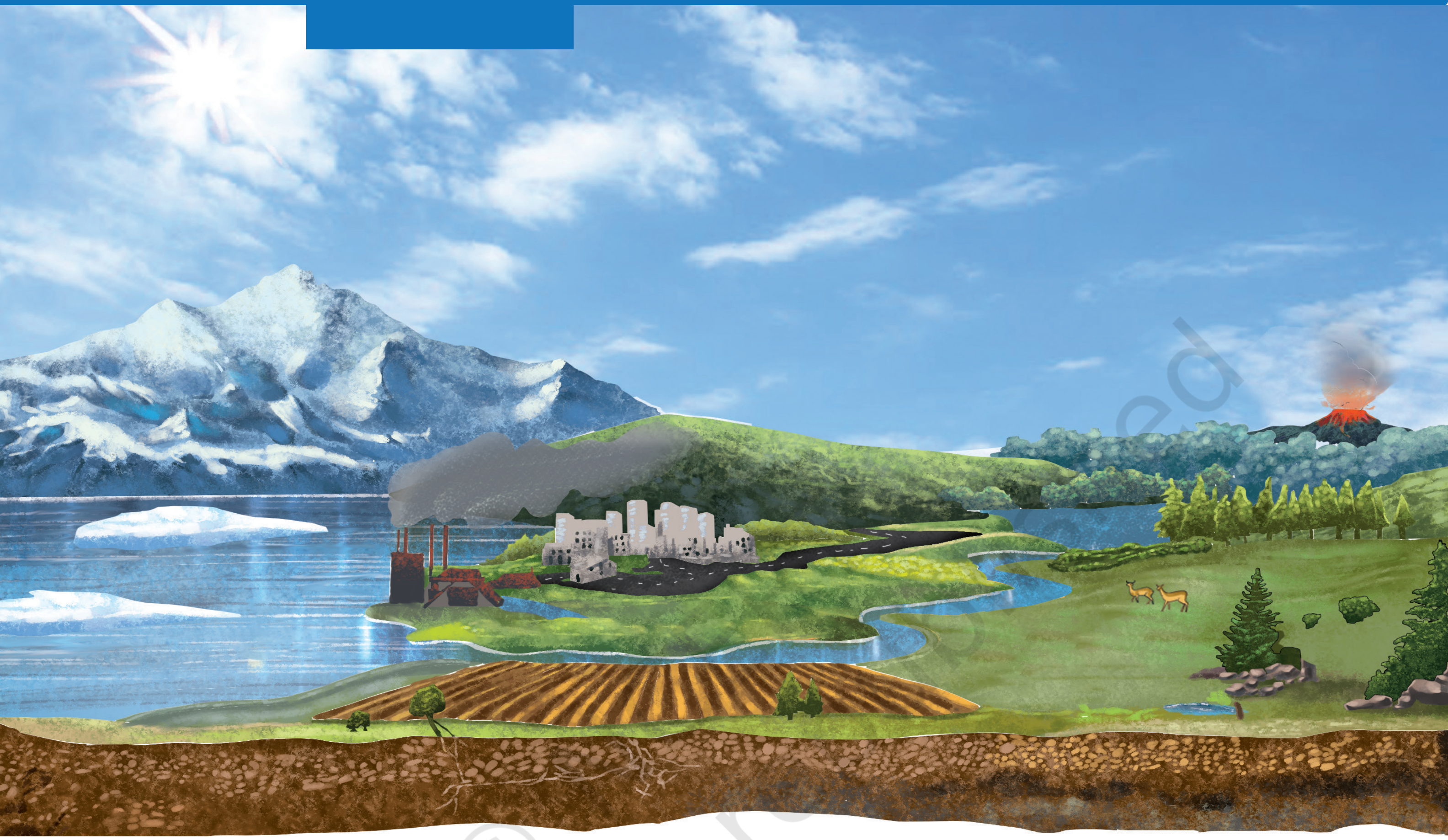
0907CH13

अध्याय 13

पृथ्वी एक तंत्र— ऊर्जा, द्रव्य और जीवन



चिंतन कीजिए

- अरब सागर के जल के गर्म होने से भारत के दक्षिण-पश्चिम मानसून पर क्या प्रभाव पड़ता है?
- यदि किसी बड़े वन क्षेत्र को हटा दिया जाए तो उस क्षेत्र की नदी के प्रवाह पर इसका क्या प्रभाव हो सकता है?
- यदि हिमानियाँ (glaciers) और ध्रुवीय बर्फ तेजी से पिघलती रही तो भारत के तटीय शहरों पर इसका क्या प्रभाव पड़ सकता है?
- वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा बढ़ने से महासागरीय प्लवक (plankton) पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

ऊर्जा और द्रव्य के निरंतर प्रवाह से पृथ्वी पर जीवन संचालित होता है। सूर्य ऊर्जा का एक मुख्य स्रोत है। इसके अतिरिक्त पृथ्वी का गर्म आंतरिक भाग एवं वायु, जल और चट्टानों में होने वाली रासायनिक अभिक्रियाएँ भी ऊर्जा और द्रव्य के प्रवाह को संचालित करती हैं। मध्य स्तर की पाठ्यपुस्तक *जिज्ञासा* (कक्षाएँ 6–8) एवं इस पुस्तक के पूर्व अध्यायों में आपने इन विषयों को अलग-अलग विषय-वस्तुओं के रूप में सीखा। उदाहरण के लिए— आप समझ चुके हैं कि सूर्य का प्रकाश, पवन और जल-चक्र को किस प्रकार संचालित करता है; पादप और सूक्ष्मजीव, पोषक तत्वों का चक्र कैसे बनाए रखते हैं; पृथ्वी की धुरी का झुकाव, विभिन्न ऋतुओं के निर्माण में किस प्रकार मुख्य भूमिका निभाता है और मानवीय गतिविधियाँ वायु, जल, मृदा एवं जलवायु को किस प्रकार प्रभावित कर रही हैं? अब इस अध्याय में हम पृथ्वी तंत्र से संबंधित सभी प्रक्रियाओं पर एक साथ विचार करेंगे जिसमें परस्पर क्रिया करने वाले निम्नलिखित मंडल सम्मिलित हैं—

- **भूमंडल**— ठोस चट्टानें, मृदा, भू-आकृतियाँ (जैसे— दक्कन का पठार और थार मरुस्थल) तथा पृथ्वी का आंतरिक भाग।
- **जलमंडल**— द्रव रूप में पाया जाने वाला सतही जल, जैसे— महासागर, नदियाँ (गंगा एवं ब्रह्मपुत्र नदी तंत्र), झीलें और भूजल।

- **हिममंडल**— जल का ठोस रूप, जैसे— हिम और बर्फ (हिमालयी हिमानियाँ, लद्दाख में जमी बर्फ और ध्रुवीय हिम छत्रक)।
- **वायुमंडल**— पृथ्वी के चारों ओर की वायु जिसे हम श्वास के रूप में ग्रहण करते हैं (पहाड़ों और वनों में अधिक स्वच्छ वायु पाई जाती है)।
- **जैवमंडल**— सभी जीवित जीव और उनके पर्यावास (जिनमें मैंग्रोव, वन, खेत, महासागरीय प्लवक और प्रवाल भित्तियाँ सम्मिलित हैं)।

अब हम यह समझेंगे कि ऊर्जा और द्रव्य, पृथ्वी के विभिन्न मंडलों के मध्य कैसे संचालित होते हैं, किस प्रकार परस्पर अंतःक्रिया करते हैं तथा एक मंडल में यदि परिवर्तन होता है तो अन्य मंडल उससे किस प्रकार प्रभावित होते हैं। इन प्रक्रियाओं को समझना, विज्ञान के अध्ययन की अनवरत यात्रा का एक महत्त्वपूर्ण भाग रहा है। प्राकृतिक प्रक्रियाएँ, जैसे— सौर विकिरण द्वारा ऊष्मण, वायु और जल का संचलन तथा पोषक तत्वों का चक्रण, इन सभी मंडलों को एक सूक्ष्म संतुलन में जोड़ते हैं। आइए, हम इसे क्रियाकलाप 13.1 के माध्यम से समझते हैं और यह जानने का प्रयास करते हैं कि पृथ्वी पर विभिन्न मंडल किस प्रकार निरंतर परस्पर क्रिया करते हैं।

क्रियाकलाप 13.1— आइए, अन्वेषण करें

1. चित्र 13.1 में दर्शाए गए पृथ्वी के अभिलक्षणों का **अवलोकन** कीजिए। भूमंडल, जलमंडल, हिममंडल, वायुमंडल और जैवमंडल को निरूपित करने वाले एक उदाहरण को **पहचानें** और उन पर घेरा बनाएँ।
2. हिम (cryosphere) अंततः झील (hydrosphere) का भाग किस प्रकार बनती है?
3. यदि कुछ वर्षों तक शीतकाल में हिमपात कम हो जाए तो इससे झील के जल स्तर और भेड़ों के लिए उपलब्ध घास पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
4. अपने सहपाठियों के साथ चर्चा कीजिए और लिखिए कि ये सभी मंडल परस्पर किस प्रकार संबंधित हैं और किसी एक मंडल में विक्षोभ अन्य मंडलों में किस प्रकार का परिवर्तन ला सकता है।

चित्र 13.1 — पृथ्वी की सतह के कुछ अभिलक्षण

क्रियाकलाप 13.1 से हम यह **निष्कर्ष** निकाल सकते हैं कि एक मंडल में विक्षोभ अन्य मंडलों में भी परिवर्तन ला सकता है। उदाहरण के लिए— शीतकाल में हिमपात कम होता है तो ग्रीष्मकाल में झील का जल स्तर घट जाता है। परिणामस्वरूप मैदानों में घास की वृद्धि के लिए जल कम उपलब्ध हो पाता है। इसी प्रकार बड़े स्तर पर अरब सागर के गर्म जल के कारण समुद्र से अधिक वाष्पीकरण होता है। परिणामस्वरूप दक्षिण-पश्चिम मानसून में उतार-चढ़ाव होता है और वर्षा में असमानता के कारण भारत के कुछ क्षेत्रों में बाढ़ आ सकती है जबकि अन्य क्षेत्र सूखाग्रस्त रह सकते हैं। यह जलमंडल को बाधित करता है। साथ ही वायुमंडलीय ताप में वृद्धि के कारण हिममंडल में हिमानियों और ध्रुवीय हिम के पिघलने की दर बढ़ने से निचले क्षेत्रों में बाढ़ आ सकती है और इसके परिणामस्वरूप भविष्य में समुद्र का जल स्तर बढ़ने से तटीय शहरों को खतरा उत्पन्न हो सकता है। यह जैवमंडल में पारितंत्रों को पर्यावास हानि के कारण विक्षोभित कर सकता है।

क्या सौर विकिरण पृथ्वी की सतह को समान रूप से गर्म करती है? आइए, अन्वेषण करें कि सौर विकिरणें भूमध्य रेखा से ध्रुवों तक, महासागरों से पर्वतों तक कैसे परिवर्तित होती हैं और यह पृथ्वी के अनेक प्राकृतिक प्रक्रम, जैसे— पवन, महासागरीय धाराएँ, जलचक्र आदि को किस प्रकार संचालित करती हैं।

13.1 पृथ्वी का असमान ऊष्मीकरण

पृथ्वी पर ऊर्जा का मुख्य स्रोत सौर विकिरण है। यह पृथ्वी पर **विद्युत चुंबकीय (electromagnetic waves—EM) तरंगों** के रूप में पहुँचती है जो कि निर्वात में प्रकाश की गति से चलती है (विद्युत

© NCERT not to be republished

चुंबकीय तरंगों के विपरीत ध्वनि तरंगें यांत्रिकी तरंगें होती हैं और उनके संचरण के लिए एक माध्यम की आवश्यकता होती है जिनके विषय में आपने अध्याय 10, ध्वनि तरंगें— अभिलक्षण एवं अनुप्रयोग में पढ़ा है)। निर्वात में प्रकाश का वेग 3×10^8 ms^{-1} होता है। विद्युत चुंबकीय तरंगों के अंतर्गत आवृत्तियों का एक विस्तृत परास होता है जिसमें उच्च आवृत्ति या लघु तरंगदैर्घ्य विकिरण **(gamma rays** और **X-rays)** से निम्न आवृत्ति या दीर्घ तरंगदैर्घ्य **(infrared** और **radio waves)** सम्मिलित हैं। उच्च आवृत्ति की (EM) तरंगें, जैसे— गामा-किरणों और X-किरणों की ऊर्जा अत्यधिक होती है और वे पृथ्वी पर जीवन के लिए हानिकारक हो सकती हैं।

चित्र 13.2—विद्युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम

विद्युत चुंबकीय विकिरण के पूरे परास को **विद्युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम** कहते हैं जैसा कि चित्र 13.2 में दर्शाया गया है। यद्यपि पृथ्वी पर पहुँचने वाली सौर विकिरण मुख्य रूप से पराबैंगनी (UV), दृश्य और अवरक्त (IR) परास की होती हैं। सूर्य की लगभग 99 प्रतिशत ऊर्जा इन्हीं तरंगदैर्घ्यों में होती है। स्पेक्ट्रम के ये तीनों क्षेत्र पृथ्वी की जलवायु को आकार देते हैं और जीवन के लिए सहायक होते हैं। गामा किरणें और X-किरणें अधिकांशतः पृथ्वी के ऊपरी वायुमंडल द्वारा छान (filter) ली जाती हैं जबकि सूक्ष्मतरंगों और रेडियो तरंगों की ऊर्जा बहुत कम होने के कारण ये पृथ्वी को पर्याप्त रूप से गर्म करने में सक्षम नहीं होती हैं।

लघु तरंगदैर्घ्य वाली पराबैंगनी (UV) विकिरणों का अधिकांश भाग ऊपरी वायुमंडल में स्थित ओजोन परत द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है जिससे पृथ्वी पर जीवन को सुरक्षा मिलती है तथा वायुमंडल के कुछ भागों को ऊष्मा प्राप्त होती है। सूर्य से दृश्य प्रकाश पृथ्वी की सतह पर पहुँचता है और प्रकाश संश्लेषण के लिए ऊर्जा प्रदान करता है जो कि अधिकांश जीवों के लिए भोजन का प्राथमिक स्रोत है। यह भूमि और जल को आंशिक रूप से गर्म भी करता है। अवरक्त विकिरणें जो पृथ्वी की सतह को गर्म करती हैं, ऊष्मा को पुनः वायुमंडल में विकिरित कर देती हैं। बाहर जाने वाली इस ऊष्मा का कुछ भाग हरितगृह गैसों, जैसे— कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2), मीथेन (CH_4) और जलवाष्प द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है जिससे पृथ्वी का ताप जीवन के लिए अनुकूल बना रहता है।

आइए, और चिंतन करें

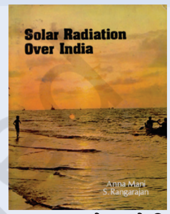
पराबैंगनी (UV) किरणों की तरंगदैर्घ्य का परास 100 nm से 400 nm [1 नैनोमीटर (nm) = 10^{-9}m] होता है और उसकी ऊर्जा दृश्य प्रकाश से कहीं अधिक होती है। लंबे समय तक इन किरणों के उद्भासित होने पर नेत्रों और त्वचा को हानि हो सकती है और कैंसर होने की संभावना भी बढ़ जाती है। यदि कोई व्यक्ति पराबैंगनी किरणों के संपर्क में आता है तो उसे पराबैंगनी किरणों से सुरक्षा देने वाले चश्मों और सनस्क्रीन का उपयोग करना चाहिए। पराबैंगनी किरणें जल शोधकों में कीटाणुओं को नष्ट करने और प्रतिदीप्त प्रकाश को ऊर्जा प्रदान करने में सहायक होती हैं।

पृथ्वी की सतह पर पहुँचने वाले सौर विकिरण की मात्रा को **सूर्यातप (insolation)** कहते हैं। यह पृथ्वी की सतह और वायुमंडल को गर्म रखने के लिए उत्तरदायी होता है। पृथ्वी के वायुमंडल के ऊपरी भाग पर सूर्य की किरणों के लंबवत प्रति इकाई क्षेत्र पर प्रति इकाई समय में प्राप्त सौर ऊर्जा की औसत मात्रा को **सौर स्थिरांक (solar constant)** कहा जाता है। इसका मान लगभग 1.4 किलोवाट प्रति वर्ग मीटर (1.4 kWm^{-2}) अथवा लगभग 1400 जूल प्रति सेकंड प्रति वर्ग मीटर (1400 $J\ s^{-1}m^{-2}$) होता है। यह मान उस सौर ऊर्जा को दर्शाता है जो वायुमंडल में किसी भी प्रकार के अवशोषण, प्रकीर्णन या परावर्तन से पहले पृथ्वी पर उपलब्ध होती है।

वैज्ञानिकों को पृथ्वी की ऊर्जा का संतुलन, जलवायु और ऋतुओं का पैटर्न समझने में सहायक होने के कारण सौर स्थिरांक अत्यंत महत्त्वपूर्ण है। यद्यपि इस ऊर्जा का कुछ भाग पृथ्वी की सतह पर पहुँचने से पूर्व ही वायुमंडल में उपस्थित गैसों, बादलों और धूल कणों द्वारा अवशोषित और प्रकीर्णित हो जाता है। परिणामस्वरूप पृथ्वी की सतह पर पहुँचने वाला अधिकतम सूर्यातप, सौर स्थिरांक से कम होता है और स्वच्छ आकाश की स्थिति में यह लगभग 1 kWm^{-2} होता है। भारत अपनी भौगोलिक अवस्थिति के कारण उष्णकटिबंधीय तथा उप-उष्णकटिबंधीय प्रदेशों में स्थित है इसलिए यहाँ पूरे वर्ष प्रचुर मात्रा में सूर्य का प्रकाश प्राप्त होता है। यही कारण है कि सौर सूर्यातप अत्यंत महत्त्वपूर्ण है जिससे दक्षिण-पश्चिम मानसून संचालित होता है जो भारत की जलवायु और कृषि को प्रभावित करता है। यह नवीकरणीय और सतत ऊर्जा स्रोत के रूप में सौर ऊर्जा के उपयोग की अपार संभावनाएँ भी प्रदान करता है।

विज्ञान एवं समाज

अन्ना मणि भारत के एक अग्रणी वायुमंडलीय वैज्ञानिक ने वर्ष 1950 के दशक में संपूर्ण भारत के लिए सौर सूर्यातप का मानचित्रण किया। इन्होंने एस. रंगराजन के साथ वर्ष 1982 में ***सोलर रेडिएशन ओवर इंडिया*** नामक पुस्तक को प्रकाशित किया जो देश की प्रथम **सूर्यातप एटलस** बनी। इनके अग्रणी मापनों से यह स्पष्ट हुआ कि भारत में सौर ऊर्जा क्षमता की प्रचुर संभावनाएँ हैं। वर्तमान में संपूर्ण देश में व्यापक स्तर पर सौर ऊर्जा को अपनाकर इसे वास्तविकता में बदला जा रहा है। भारत एक सुदृढ़, टिकाऊ और सौर ऊर्जा पर आधारित भविष्य की दिशा में आगे बढ़ रहा है जो वैश्विक स्तर पर उदाहरण प्रस्तुत करता है।



चित्र 13.3 — सोलर रेडिएशन ओवर इंडिया, अन्ना मणि और एस. रंगराजन द्वारा रचित पुस्तक

उदाहरण 13.1— यदि पृथ्वी की सतह पर सूर्यातप 1 kWm^{-2} हो तो एक घंटे में 1 m^2 क्षेत्रफल द्वारा कितनी सौर ऊर्जा प्राप्त होगी?

उत्तर— E = तीव्रता × क्षेत्रफल × समय

$$E = 1 \times 1000\ J\ s^{-1} m^{-2} \times 1\ m^2 \times 3600\ s$$

$$E = 3600000\ J = 3.6 \times 10^6\ J$$

(ऊर्जा की यह मात्रा लगभग 5 kg बर्फ के पिघलने और उसी जल को 100 °C तक गर्म करने के लिए आवश्यक ऊर्जा के बराबर होगी। यह घरेलू उपयोग में एक इकाई विद्युत की खपत ऊर्जा के भी बराबर है जैसा कि विद्युत ऊर्जा के बिल पर दर्शाया जाता है)।

वैज्ञानिक की भाँति सोचिए

एक रोचक अनुमान आधारित प्रश्न यह समझने में सहायता करता है कि हमें सूर्य से कितनी अधिक मात्रा में ऊर्जा प्राप्त होती है। हमें यह अनुमान लगाना है कि वर्तमान में हमारे देश में उपभोग होने वाली पूर्ण विद्युत आपूर्ति को पूरा करने के लिए पृथ्वी की सतह के कितने भाग पर सौर पैनल लगाने होंगे (चित्र 13.4)। इसका अनुमान लगाने के लिए आप आवश्यक आँकड़े इंटरनेट से प्राप्त कर सकते हैं। पृथ्वी की सतह पर कुछ सूर्यातप की कल्पना कीजिए जिसका कुछ अंश विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित होता है। आप जानेंगे कि यदि थार मरुस्थल के केवल एक छोटे से भाग को सौर पैनलों से ढक दिया जाए तब वह भारत की संपूर्ण विद्युत आपूर्ति करने में सक्षम होंगे।

चित्र 13.4— मरुस्थल में सौर पैनल

© NCERT not to be republished

सौर विकिरण, पृथ्वी की सतह और वायुमंडल के साथ किस प्रकार पारस्परिक क्रिया करता है और पृथ्वी को कैसे गर्म करता है? इसके विषय में हम आगामी अनुभागों में विस्तार से चर्चा करेंगे।

चित्र 13.5— सौर विकिरण और पृथ्वी का ऊष्मीकरण

13.1.1 पृथ्वी की सतह पर सौर विकिरण की पारस्परिक क्रिया

विभिन्न पदार्थ सूर्य के प्रकाश को भिन्न-भिन्न मात्रा में अवशोषित करते हैं और उसी अनुसार गर्म होते हैं। आपने पहले सीखा कि किस प्रकार भूमि, जल की तुलना में अधिक शीघ्रता से गर्म होती है। भूमि के निर्माण में प्रयुक्त पदार्थ और मृदा के रंग के कारण भी इसमें कुछ अंतर हो सकता है। गहरे रंग की सतहें सूर्य के प्रकाश का अधिक अवशोषण करती हैं जबकि हल्के रंग की सतहें प्रकाश का अधिक परावर्तन करती हैं और अपेक्षाकृत ठंडी रहती हैं। उदाहरण के लिए— गहरे रंग की सड़कें जल्दी गर्म हो जाती हैं जबकि हल्के रंग की सतहें तुलनात्मक रूप से ठंडी रहती हैं। आपने यह भी जाना कि इसी कारण से गहरे रंग के कपड़े ग्रीष्म ऋतु में अधिक गर्म जबकि श्वेत रंग के कपड़े कम गर्म लगते हैं।

कक्षा 7 *जिज्ञासा* अध्याय 7

एक सतह द्वारा सौर विकिरण का परावर्तित अंश **एल्बिडो (albedo)** कहलाता है ('एल्बिडो' शब्द लैटिन भाषा से लिया गया है जिसका अर्थ धवलता है)। उच्च एल्बिडो सतहें ठंडी रहती हैं क्योंकि वे अधिक प्रकाश का परावर्तन करती हैं जबकि निम्न एल्बिडो सतहें प्रकाश का कम परावर्तन और अधिक अवशोषण करने के कारण शीघ्रता से गर्म हो जाती हैं (चित्र 13.5)। आइए, अब क्रियाकलाप 13.2 के द्वारा दैनिक जीवन के संपर्क में आने वाली कुछ सामान्य वस्तुओं का एल्बिडो जानने का प्रयास करें।

क्रियाकलाप 13.2— आइए, पता लगाएँ

विश्वसनीय स्रोतों जैसे— वेबसाइटों और पुस्तकों से प्राप्त जानकारी द्वारा तालिका 13.1 को पूर्ण कीजिए।

टिप्पणी

आप इंटरनेट का उपयोग करते समय किसी भी प्रकार की व्यक्तिगत जानकारी साझा न करें।

तालिका 13.1— पदार्थों की सतहों द्वारा सौर विकिरण का परावर्तन

क्रम संख्या	पदार्थ	एल्बिडो
1.	हिम	0.80 – 0.90
2.	बर्फ	0.50 – 0.70
3.	संदलित चट्टानें	0.25 – 0.30
4.	हल्के रंग की मृदा	
5.	काली मृदा	
6.	महासागरीय जल	

तालिका 13.1 से यह स्पष्ट होता है कि हिम और बर्फ का एल्बिडो उच्च होता है अर्थात वे आने वाले सौर विकिरण का बड़ा भाग परावर्तित कर देती हैं। इसी कारण ध्रुवीय प्रदेश अत्यधिक ठंडे रहते हैं। काली मृदा और महासागरीय जल का एल्बिडो निम्न होता है क्योंकि वे अधिक सौर विकिरण को अवशोषित करते हैं जिसके परिणामस्वरूप वे अपेक्षाकृत अधिक गर्म रहते हैं।

आपने विगत कक्षाओं में यह भी सीखा है कि सभी वस्तुएँ ऊष्मा का विकिरण करती हैं। विशेष रूप से ग्रीष्मकाल की रात्रि में पक्के मकान के अंदर हमें अधिक गर्मी अनुभव होती है क्योंकि रात्रि में कंक्रीट, ऊष्मा को पुनःविकिरित करता है। इसके विपरीत, गाढ़ी मिट्टी और लकड़ी से बने पारंपरिक घरों की दीवारें भीषण गर्मियों में भी ठंडक का अनुभव कराती हैं, क्योंकि इनसे ऊष्मा का पुनःविकिरण कम हो जाता है।

कक्षा 7 जिज्ञासा अध्याय 7

जिज्ञासा-सूत्र

शहरी ऊष्मा द्वीप प्रभाव

विशेष रूप से ग्रीष्मकाल की रात्रि में शहर अपने आस-पास के ग्रामीण क्षेत्रों की तुलना में अधिक गर्म होते हैं। ग्रामीण क्षेत्रों की तुलना में शहरों में इस्पात, कंक्रीट और ईंटों से बनी इमारतें तथा कंक्रीट और डामर (asphalt) से निर्मित सड़कें अधिक होती हैं। ये सभी पदार्थ सौर विकिरण अवशोषित करते हैं और ऊष्मा को संचित रखते हैं। इन पदार्थों द्वारा पुनः विकिरित ऊष्मा आस-पास के ग्रामीण क्षेत्रों की तुलना में शहरों को अधिक गर्म बनाती है। इससे वातानुकूलन के लिए ऊर्जा की आवश्यकता बढ़ जाती है जिससे शहरी पारितंत्रों पर अधिक दबाव पड़ता है। ग्रामीण क्षेत्रों एवं वनों में अधिक वनस्पति होती है तथा वे छाया और पादप वाष्पोत्सर्जन के कारण ठंडे रहते हैं। शहरी ऊष्मा द्वीप प्रभाव यह दर्शाता है कि मनुष्यों द्वारा भूमि का उपयोग स्थानीय जलवायु को किस प्रकार परिवर्तित कर सकता है (चित्र 13.6)।

चित्र 13.6— शहरी ऊष्मा द्वीप प्रभाव

पृथ्वी की सतह पर किसी विशेष क्षेत्र को प्राप्त होने वाले सौर विकिरण की मात्रा उसके अक्षांश पर भी निर्भर करती है। अक्षांश के कारण होने वाला यह असमान ऊष्मण बहुत महत्त्वपूर्ण है क्योंकि यही उस स्थान की वायुमंडलीय परिस्थितियों को निर्धारित करता है।

13.1.2 अक्षांश और पृथ्वी का आकार

आपने विगत कक्षाओं में सीखा कि पृथ्वी गोलाकार होती है। इसके परिणामस्वरूप सूर्य की किरणें पृथ्वी पर विभिन्न अक्षांशों पर भिन्न-भिन्न कोणों पर पड़ती हैं। भूमध्यरेखीय प्रदेशों के निकट सौर विकिरण छोटे क्षेत्र में केंद्रित रहती हैं जबकि ध्रुवीय प्रदेशों में यही बड़े क्षेत्रों में फैल जाती हैं। इसी कारण भूमध्यरेखीय प्रदेश तुलनात्मक रूप से पूरे वर्ष अपेक्षाकृत अधिक गर्म रहते हैं जबकि ध्रुवीय प्रदेश अधिक ठंडक की परिस्थितियों का अनुभव करते हैं। यह असमान ऊष्मण, भूमध्य रेखा और ध्रुवों के बीच ताप में अंतर उत्पन्न करता है।

कक्षा 7 समाज का अध्ययन : भारत और उसके आगे भाग 1 अध्याय 3

आपने यह भी सीखा है कि पृथ्वी की गोलीय आकृति और पृथ्वी का उसके घूर्णन अक्ष पर झुकाव ऋतुओं में परिवर्तन उत्पन्न करता है और सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की एक परिक्रमा के कारण दिन की अवधि में परिवर्तन आ जाता है। अत: सौर विकिरण पृथ्वी के सभी भागों में समान रूप से वितरित नहीं होता है। पृथ्वी की सतह पर इस असमान ऊष्मण के कारण वैश्विक पवन और महासागरीय धाराएँ संचालित होती हैं।

कक्षा 7 जिज्ञासा अध्याय 12

13.1.3 वायुमंडल की भूमिका

पृथ्वी के चारों ओर घिरे हुए वायु के आवरण को वायुमंडल कहा जाता है। यह पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण अपने स्थान पर स्थिर बना रहता है। इसमें मुख्यत: नाइट्रोजन (78%) और ऑक्सीजन (21%), आर्गन, कार्बन डाइऑक्साइड, जलवाष्प और अन्य गैसें भी अल्प मात्रा में उपस्थित होती हैं।

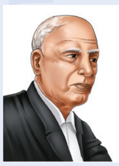
© NCERT not to be republished

चित्र 13.7 — पृथ्वी के वायुमंडल की परतें

पृथ्वी का वायुमंडल विभिन्न संस्तरों में विभाजित है। वायुमंडल की यह संरचना महत्त्वपूर्ण है क्योंकि यह मौसम के प्रमुख पैटर्नों को समझने में सहायता करती है (चित्र 13.7)। लगभग सभी मौसम संबंधी परिघटनाएँ क्षोभमंडल में घटित होती हैं (जिसकी औसत ऊँचाई लगभग 12 km होती है)। यह परत पृथ्वी की सतह से गर्म होती है और इस परत में ऊँचाई बढ़ने पर तापमान घटता है (~6.5°C/km)। जैसे-जैसे गर्म वायु ऊपर उठती है, वह तेज हवाएँ और आँधी-तूफान उत्पन्न करती है। क्षोभमंडल की ऊँचाई भूमध्य रेखा के ऊपर अधिकतम और ध्रुवीय प्रदेश के ऊपर न्यूनतम होती है।

समतापमंडल (12–50 km) में ओजोन परत स्थित होती है। यह परत पराबैंगनी (UV) किरणों को अवशोषित करती है और वायुमंडल को गर्म करती है जिससे ऊँचाई के साथ ताप बढ़ता है। समतापमंडल में ऊँचाई के साथ ताप में यह वृद्धि, वायु के ऊर्ध्वाधर मिश्रण की कमी के कारण इस परत को शांत कर देती है, जिससे मौसम क्षोभमंडल तक ही सीमित रहता है। समतापमंडल के ऊपर मध्यमंडल, तापमंडल और बहिर्मंडल होते हैं किंतु ये पृथ्वी की सतह की जलवायु को नियंत्रित करने में गौण भूमिका निभाते हैं। पृथ्वी से लगभग 100 किलोमीटर ऊपर वह क्षेत्र प्रारंभ होता है जिसे हम बाह्य अंतरिक्ष कहते हैं। ये वायुमंडलीय परतें दर्शाती हैं कि वायुमंडल ऊर्जा के प्रवाह को किस प्रकार नियंत्रित करता है जिससे मौसम, जलवायु और जीवन प्रभावित होते हैं।

वैज्ञानिक-परिचय



के. आर. रामनाथन, भारत के एक प्रसिद्ध वायुमंडलीय वैज्ञानिक ने वर्ष 1934 में हिमालय की 18,000 फीट की ऊँचाई पर पहुँचकर ओजोन के स्तर को अपेक्षित स्तर से कम पाया। उनके इस कार्य ने यह समझने की नींव रखी कि ऊँचाई और प्रदूषण के साथ किस प्रकार पराबैंगनी (UV) किरणों का अवशोषण परिवर्तित होता है। इसके उपरांत इन्होंने मानसून के पूर्वानुमान से जुड़े प्रारंभिक कार्यों का भी नेतृत्व किया।

तालिका 13.2— वायुमंडल की मुख्य परतें

परत	अनुमानित ऊँचाई	विशेषताएँ
क्षोभमंडल	0 – 12 km	मौसम का बनना; ऊँचाई के साथ ताप का घटना।
समतापमंडल	12 – 50 km	ओजोन परत द्वारा UV अवशोषण करना; ऊँचाई के साथ ताप का बढ़ना।

पृथ्वी पर जीवन की सुरक्षा करने में वायुमंडल दो महत्त्वपूर्ण भूमिकाएँ निभाता है। पहली, यह पृथ्वी पर आने वाले सौर विकिरण का कुछ भाग अवशोषित कर लेता है। ओजोन परत हानिकारक पराबैंगनी किरणों को रोक देती है। बादल और अन्य गैसें भी सूर्य के कुछ प्रकाश को पृथ्वी की सतह पर पहुँचने से पहले अवशोषित कर लेती हैं (चित्र 13.5)। दूसरा, यह बाहर जाने वाली ऊष्मा को रोक कर रखता है। पृथ्वी की सतह सूर्य के प्रकाश को अवशोषित कर लेती है और इसे अवरक्त क्षेत्र में पुन: विकिरित करती है। हरितगृह गैसें, जैसे CO_2, CH_4 और जलवाष्प इस पुन: विकिरित ऊष्मा को अवशोषित कर लेती हैं जिससे यह अंतरिक्ष में से बाहर जाने से रुक जाती है। यदि वायुमंडल नहीं होता तो पृथ्वी इतनी ठंडी होती कि यहाँ पर जीवन संभव नहीं हो पाता। मानवीय गतिविधियों से निकलने वाली अतिरिक्त CO_2 हरितगृह प्रभाव को बढ़ाती है जिससे वैश्विक ताप में वृद्धि होती है। यदि इसे अनियंत्रित छोड़ दिया जाए तो पृथ्वी पर जीवन दुष्कर हो सकता है।

सोचिए और बताइए

1. दिए गए वेबपृष्ठ का अवलोकन कीजिए और यह समझें कि हरित गृह गैसों की मात्रा सतही ताप को किस प्रकार प्रभावित करती है— https://phet.colorado.edu/en/simulations/greenhouse-effect

आपने यह भी सीखा है कि बुध ग्रह, सूर्य के अधिक निकट है तब भी शुक्र ग्रह, बुध ग्रह से अधिक गर्म है। इसका कारण शुक्र पर उपस्थित वायुमंडल है जिसके कारण अनियंत्रित हरित गृह प्रभाव उत्पन्न होता है।

कक्षा 8 जिज्ञासा अध्याय 13

© NCERT not to be republished

वायुमंडल निरंतर प्राकृतिक प्रक्रियाओं के कारण परिवर्तित होता रहता है और इससे मौसम, जलवायु और ऊर्जा-संतुलन प्रभावित होते हैं। जब सौर विकिरण और ब्रह्मांडीय किरणें वायुमंडल के साथ परस्पर क्रिया करती हैं तो वे मौसम और जलवायु को प्रभावित करती हैं तथा इससे संचार प्रणालियाँ भी प्रभावित हैं। इस प्रकार वायुमंडल पृथ्वी को एक अद्वितीय ग्रह बनाता है।

जिज्ञासा-सूत्र

ओजोन परत इतनी महत्त्वपूर्ण क्यों है?

ओजोन परत पृथ्वी पर जीवन के लिए अत्यंत महत्त्वपूर्ण है क्योंकि यह सुरक्षा कवच के रूप में कार्य करती है और सूर्य से आने वाली हानिकारक पराबैंगनी (UV) किरणों को अवशोषित कर लेती है। जब ओजोन अणुओं का विनाश उनकी प्राकृतिक निर्माण दर से अधिक शीघ्रता से होता है तो यह परत पतली और कम प्रभावी हो जाती है। बीसवीं शताब्दी के उत्तरार्ध में मानव द्वारा निर्मित क्लोरोफ्लुओरोकार्बन (CFCs) जैसे रसायनों, जिनका उपयोग रेफ्रिजरेटर और ऐरोसॉल में किया जाता था, के कारण अंटार्कटिका के ऊपर ओजोन परत में अत्यधिक क्षरण हुआ, जिसे ओजोन छिद्र कहा गया। पृथ्वी पर पराबैंगनी (UV) विकिरण की बढ़ती मात्रा सजीवों और पारितंत्र के लिए हानिकारक हो सकती हैं। मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल नामक एक वैश्विक समझौते ने CFC के उपयोग को घटाने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई और इसके कारण ओजोन परत धीरे-धीरे पुनर्निर्मित हो रही है। यह अंतर्राष्ट्रीय वैज्ञानिक सहयोग की शक्ति को दर्शाता है।

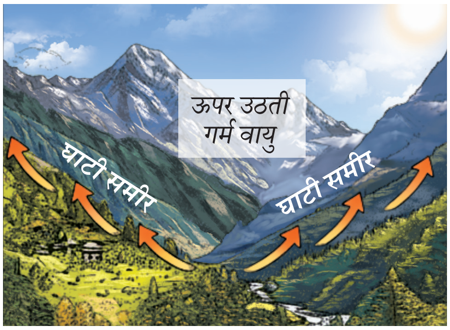
13.2 असमान ऊष्मण के कारण पवन और महासागरीय धाराओं का उत्पन्न होना

आपने सीखा कि पवन, उच्च दाब वाले क्षेत्र से निम्न दाब वाले क्षेत्र की ओर चलने वाली वायु होती है। दाब में ये अंतर मुख्यतः सूर्य द्वारा पृथ्वी की सतह के असमान ऊष्मण के कारण होता है। भूमि और जल का असमान ऊष्मण ही स्थल समीर और समुद्री समीर जैसी परिघटनाओं के लिए उत्तरदायी हैं जिनके विषय में आपने पहले अध्ययन किया है। यही मूल अवधारणा हमें विभिन्न स्तरों पर पवनों और महासागरीय धाराओं के निर्माण को समझने में सहायता करती है।

कक्षा 8 जिज्ञासा अध्याय 6

13.2.1 स्थानीय पवन

पृथ्वी की सतह के असमान ऊष्मण से **स्थानीय पवन** उत्पन्न होती हैं, जैसे— घाटी समीर और पर्वतीय समीर। पर्वतीय क्षेत्रों में ढलान और घाटी की निचली सतह समान दर से न तो गर्म होती है और न ही ठंडी होती है। दिन के समय, सूर्य के सामने वाली पर्वतीय ढलानें, घाटी तल की तुलना में अधिक तीव्रता से गर्म होती हैं। इसके परिणामस्वरूप ढलानों के ऊपर की वायु गर्म हो जाती है और ऊपर उठती है। इसके कारण निम्न दाब क्षेत्र उत्पन्न होता है। घाटी से ठंडी वायु ढलान से ऊपर की ओर उठती है और ऊपर उठ रही गर्म वायु को प्रतिस्थापित करती है। वायु का यह प्रवाह **घाटी समीर** कहलाता है (चित्र 13.8 क)।



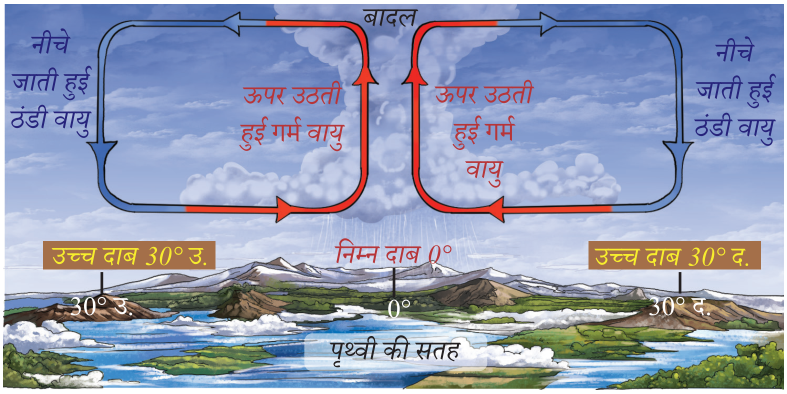
चित्र 13.8 (क)— घाटी समीर

सूर्यास्त के पश्चात यह स्थिति विपरीत हो जाती है। पर्वतीय ढलानों से ऊष्मा का क्षय तीव्रता से होता है और वे ठंडी हो जाती हैं, जबकि घाटी का तल अपेक्षाकृत अधिक गर्म रहता है। ढलानों के ऊपर की वायु अधिक ठंडी और सघन हो जाती है और नीचे घाटी की ओर बहने लगती है। इसे **पर्वतीय समीर** कहते हैं (चित्र 13.8 ख)। इस प्रकार पवन की दिशा में होने वाले ऐसे दैनिक परिवर्तन सामान्यत: पहाड़ी क्षेत्रों, जैसे— शिमला, देहरादून और अन्य हिमालयी घाटियों में अनुभव किए जाते हैं। ये स्थानीय पवन, पर्वतीय क्षेत्रों में मौसम की स्थिति, कृषि और दैनिक जीवन को प्रभावित करती हैं। ये ताप, आर्द्रता की परिस्थितियों को नियंत्रित करने में सहायता करती हैं और मृदा एवं फसलों की गुणवत्ता बनाए रखती हैं। अत: पृथ्वी की सतह के असमान तापन के कारण पवन का निर्माण होता है और यह पृथ्वी के वायुमंडलीय परिसंचरण का एक महत्त्वपूर्ण भाग बनता है।

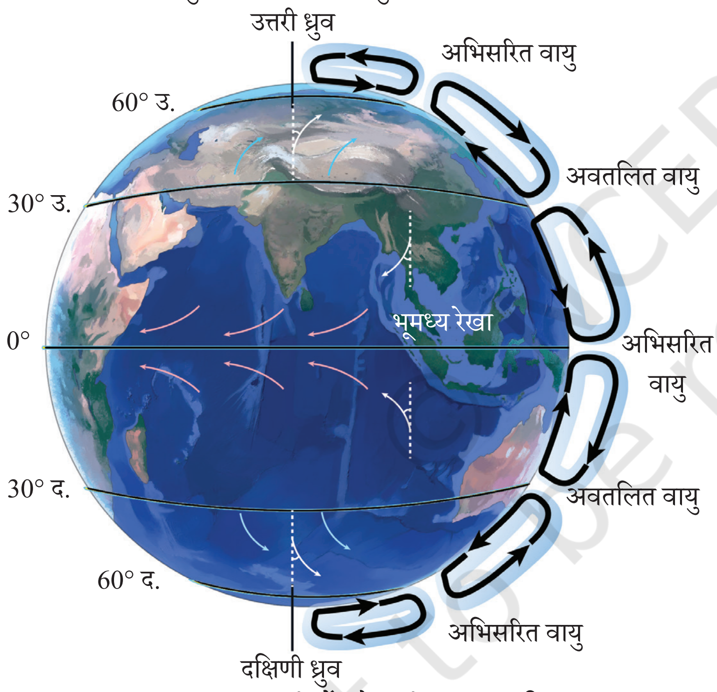
चित्र 13.8 (ख)— पर्वतीय समीर

13.2.2 ग्रहीय पवन

भूमध्य रेखा और ध्रुवों के मध्य पृथ्वी के असमान ऊष्मण के कारण निम्न और उच्च दाब की पट्टियों का निर्माण होता है। वायुदाब में बड़े स्तर का यह अंतर वायु को लंबी दूरियों तक गतिशील बना देता है। इससे **ग्रहीय पवनों** का निर्माण होता है।



चित्र 13.9 (क)— भूमध्यरेखीय निम्न वायुदाब पट्टी और उपोष्णकटिबंधीय उच्च वायुदाब पट्टी के मध्य वायु का परिसंचरण



13.9 (ख)— वायुदाब पट्टियों और ग्रहीय पवन का वितरण

भूमध्य रेखा के पास सूर्य द्वारा तीव्र ऊष्मण के कारण गर्म वायु ऊपर उठती है इससे एक भूमध्यरेखीय निम्न दाब पट्टी बनती है। जैसे ही यह वायु ऊपर उठती है तो यह अधिक ऊँचाई पर ध्रुवों की ओर गति करती है। ठंडी होने पर यह सघन होकर लगभग 30° उत्तरी और दक्षिणी अक्षांशों से नीचे उतरती है जिससे उपोष्ण उच्च दाब पट्टियाँ बनती हैं। इन उच्च दाब क्षेत्रों से वायु पुनः पृथ्वी की सतह के साथ भूमध्य रेखा की ओर बहती है और एक परिसंचरण चक्र पूरा करती है (चित्र 13.9 क)। यद्यपि उपोष्णकटिबंधीय पट्टी में अवतलित समस्त वायु पुनः भूमध्य रेखा की ओर नहीं जाती है। इसका कुछ भाग, सतह के साथ ध्रुवों की दिशा में प्रवाहित होता है और लगभग 60° उत्तरी तथा दक्षिणी अक्षांशों के पास पुनः ऊपर उठता है जहाँ यह भाग ध्रुवीय क्षेत्रों की शीतल वायु से मिलता है। इससे उपध्रुवीय निम्न दाब पट्टियाँ बनती हैं।

ध्रुवीय क्षेत्रों (लगभग 90° उत्तरी एवं दक्षिणी) में अत्यधिक निम्न ताप के कारण शीतल और सघन वायु नीचे उतरती है जिससे ध्रुवीय उच्च दाब पट्टियाँ निर्मित होती हैं। वायु इन क्षेत्रों से उपध्रुवीय पट्टियों की ओर बहती है और एक नए वायुमंडलीय परिसंचरण चक्र को पूरा करती है (चित्र 13.9 ख)। पृथ्वी के घूर्णन के कारण ये वायु अपने सीधे मार्ग से विक्षेपित हो जाती हैं। इस प्रकार भूमंडलीय पवन उच्च दाब क्षेत्रों से निम्न दाब क्षेत्रों की ओर सीधी रेखा में न बहकर वक्राकार मार्ग में चलती हैं। पृथ्वी के अपने अक्ष पर घूर्णन के कारण पवन का विक्षेपण उत्तरी गोलार्ध में दाईं ओर तथा दक्षिणी गोलार्ध में बाईं ओर होता है।

13.2.3 महासागरीय धाराएँ

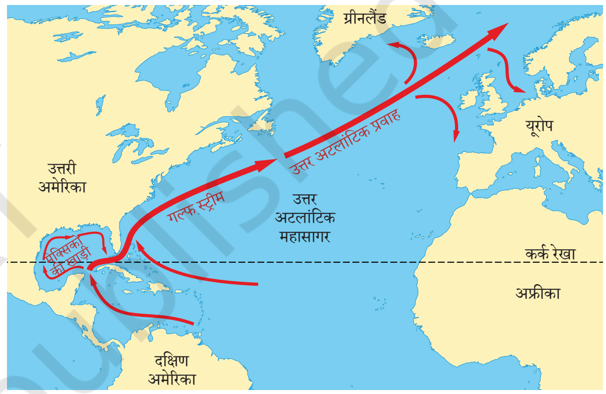
महासागरीय धाराएँ महासागरीय जल की असीम मात्रा का निरंतर प्रवाह होती हैं। पवनों की भाँति, भूमंडलीय दबाव में अंतर भी महासागरीय धाराओं को संचालित करता है। प्रबल ग्रहीय पवनों का घर्षण महासागरों के सतही जल को खींचता है जिससे सतही धाराएँ गतिशील हो जाती हैं। पवनों के अतिरिक्त, ताप और लवणता में अंतर, पृथ्वी का घूर्णन तथा स्थलखंडों का वितरण भी महासागरीय जल की गति को प्रभावित करते हैं। भूमध्यरेखीय और ध्रुवीय प्रदेशों के जल का ताप भिन्न होता है। भूमध्यरेखीय ऊष्ण जल, महासागर की सतह से बहते हुए ध्रुवों की ओर बढ़ता है जबकि महासागर के गहरे निचले स्तर का

not to be republished © NCERT

ठंडा और सघन जल मंद रूप से भूमध्य रेखा की ओर पुन: प्रवाहित होता है। महासागरीय जल की लवणता भिन्न-भिन्न होती है और भौगोलिक अवस्थिति पर निर्भर करती है। सघनता कम होने के कारण कम लवणता वाला जल सतह के निकट बना रहता है जबकि अधिक लवणता वाला जल, अधिक सघन होने के कारण महासागरीय जल के गहरे स्तरों में चला जाता है। पृथ्वी के घूर्णन के कारण यह जल प्रवाह विक्षेपित हो जाता है जिससे विशाल वृत्ताकार प्रवाह पैटर्न बनते हैं। इन्हें महासागरीय **भंवर (gyres)** कहा जाता है। उत्तरी गोलार्ध में ये घड़ी की सुई की दिशा के अनुरूप तथा दक्षिणी गोलार्ध में घड़ी की सुई की दिशा के विपरीत घूर्णित होते हैं (चित्र13.10 क)। महाद्वीप इन धाराओं के मार्ग को अवरुद्ध कर उनकी दिशा पुन: निर्देशित कर देते हैं।

चित्र 13.10 (क)— भंवर जैसे परिसंचरण को दर्शाती वैश्विक सतही महासागरीय धाराएँ

महासागरीय धाराएँ पृथ्वी की जलवायु के नियमन में और जीवन को बनाए रखने में मुख्य भूमिका निभाती हैं। भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर ऊष्मा का स्थानांतरण कर वे भूमंडल के ताप के अंतर को कम करती हैं। उदाहरण के लिए— उष्ण महासागरीय धारा उत्तरी अटलांटिक प्रवाह (North Atlantic Drift) (चित्र 13.10 ख) जो गल्फ स्ट्रीम का विस्तार है (एक प्रबल महासागरीय धारा जो उत्तरी अमरीका के पूर्वी तट के दक्षिणी भाग से गर्म जल को अटलांटिक महासागर के पार ले जाती है), यूरोप के उत्तर-पश्चिमी तट की ओर बहती है और शीतकाल में कई बंदरगाहों को बर्फ से मुक्त रखती है चाहे वह उच्च अक्षांशों पर स्थित हों। जलवायु पर यह संतुलनकारी प्रभाव मानवीय गतिविधियों, जैसे— व्यापार और वाणिज्य के लिए भी सहायक होता है। महासागरीय धाराएँ पोषक तत्वों के परिवहन द्वारा एक विशाल पारितंत्र को भी सहायता प्रदान करती हैं।



चित्र 13.10 (ख)— भूमध्य रेखा से गर्म जल लाने वाली गल्फ स्ट्रीम

सोचिए और बताइए?

2. शीतल पर्वतीय समीर कृषि कार्यों, विशेषतः फसलों और मृदा के लिए किस प्रकार लाभदायक होती है?
3. भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर जाने पर जल की गर्म सतह का क्या होता है? इस संचलन का उस क्षेत्र पर क्या प्रभाव पड़ता है?

विज्ञान को भारत का योगदान

पुणे स्थित भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) के वैज्ञानिक उन्नत कंप्यूटर मॉडलों का उपयोग करते हैं जो इस अध्याय में वर्णित वायुमंडल, महासागर, स्थल तथा हिम के मध्य ऊर्जा के प्रवाह को एकीकृत कर भारतीय मानसून की प्रक्रिया का अनुकरण करते हैं। ये मॉडल उपग्रहों, हिंद महासागर में तैरते हुए उपकरण (buoys) तथा अंटार्कटिका के मौसम स्टेशनों से प्राप्त आँकड़ों की सहायता से मौसम पूर्वानुमानों को सटीक बनाते हैं और यह अध्ययन करते हैं कि वैश्विक ताप वृद्धि भारतीय मानसून वर्षा पैटर्न को किस प्रकार प्रभावित कर सकती है।

चित्र 13.11— भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM), पुणे

© NCERT not to be republished

13.3 जैव-भू रासायनिक चक्र

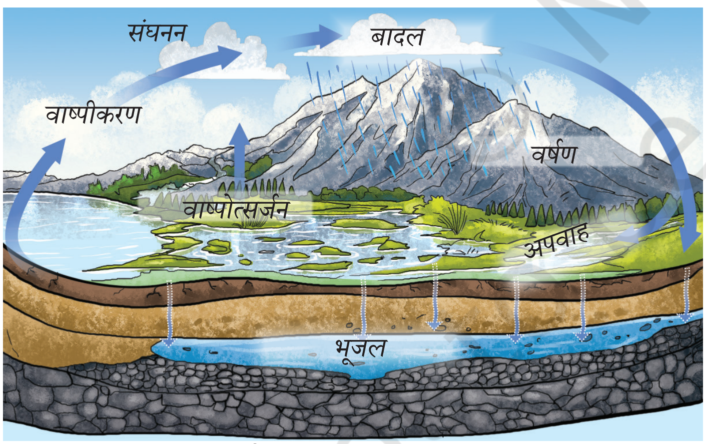
सजीव, निरंतर अपने आस-पास की वायु, जल, मृदा और चट्टानों के साथ द्रव्य और ऊर्जा का आदान-प्रदान करते हैं। जैसा की पूर्व में भी वर्णन किया गया है कि पृथ्वी के निर्जीव (abiotic) और सजीव (biotic) घटकों के मध्य निरंतर अंतःक्रिया के कारण पृथ्वी के विभिन्न मंडलों में द्रव्य और ऊर्जा का स्थानांतरण होता है। यह प्रक्रिया सुनिश्चित करती है कि आवश्यक पोषक तत्व, जैसे— कार्बन, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन पुनः चक्रण द्वारा पृथ्वी पर जीवन को बनाए रखने के लिए उपलब्ध रहते हैं। अजैविक और जैविक घटकों के मध्य, द्रव्य और ऊर्जा का यह चक्रीय संचलन **जैव-भू रासायनिक** चक्र कहलाता है। विभिन्न पारितंत्रों के मध्य एक गतिक संबंध होता है। यह पारस्परिक जुड़ाव को विक्षोभ से उबरने तथा पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने में सहायक होता है।

हम जल, कार्बन, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन चक्रों का परीक्षण करेंगे। हम यह समझने का प्रयास करेंगे कि उनका संतुलन बनाए रखना क्यों आवश्यक है और यह भी देखेंगे कि ये सभी चक्र पृथ्वी के विभिन्न मंडलों से किस प्रकार परस्पर संबंधित हैं तथा मानवीय प्रभावों के प्रति किस प्रकार अनुक्रिया करते हैं।

13.3.1 जल चक्र

कक्षा 7 जिज्ञासा अध्याय 7

आप जल चक्र का अध्ययन कर चुके हैं और वाष्पन, वाष्पोत्सर्जन, संघनन, वर्षण, अंतःस्यंदन और भूजल जैसे शब्दों से परिचित हो चुके हैं। जल चक्र को संक्षेप में चित्र 13.12 में दर्शाया गया है। इस चक्र में जल, नदियों, झीलों,महासागरों जैसे जल स्रोतों से वाष्पित होता है और संघनित होकर बादल बन जाता है। यह वर्षण, ओले या हिम के रूप में स्थल पर वापिस आता है और अंत में समुद्र में प्रवाहित हो जाता है। जल का कुछ भाग पृथ्वी की सतह के नीचे मृदा और चट्टानों से रिस जाता है। मृदा और चट्टानों से खनिज इस जल में घुल जाते हैं। यह सभी स्थलीय जीवों के अस्तित्व के लिए सहायक होते हैं और इन पोषक तत्वों को महासागरों तक पहुँचा कर समुद्री जीवन को सहारा देते हैं।



चित्र 13.12— जल चक्र

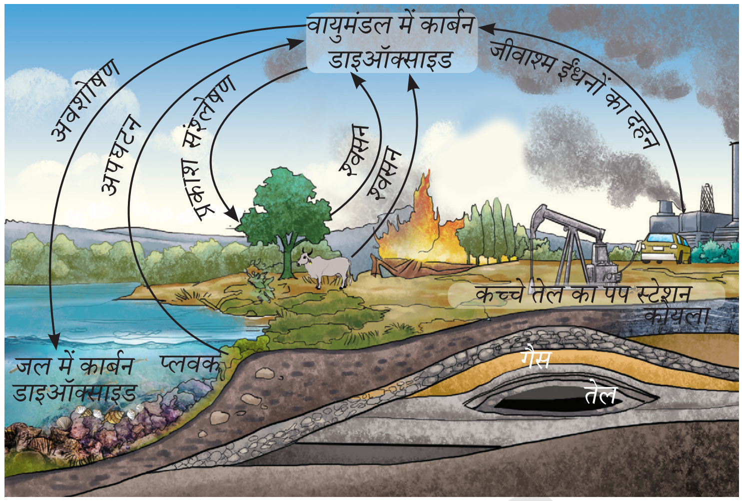
वर्तमान में जल चक्र जलवायु परिवर्तन से प्रभावित हो रहा है। उदाहरण के लिए— अधिक गर्म वायुमंडल अधिक नमी को संचित करता है जिससे कुछ क्षेत्रों (जैसे तीव्र मानसून) में अधिक वर्षा और कुछ अन्य क्षेत्रों में सूखा पड़ सकता है। हिमानियों के पिघलने से नदियों में जल की अधिकता से दीर्घकाल में समुद्र का जल स्तर बढ़ सकता है और वह तटीय शहरों, जैसे— मुंबई और चेन्नई के लिए संकट बन सकता है। आकस्मिक तीव्र वर्षा से सतही जल का अपवाह बढ़ जाता है और मृदा क्षरण होता है एवं जल का कम रिसाव भूजल के पुनर्भरण को कम कर देता है जिसके परिणामस्वरुप कृषि को विशेषकर शुष्क महीनों के दौरान बनाए रखना कठिन हो जाता है। इस प्रकार जल चक्र, हिममंडल (glaciers), जलमंडल (नदियाँ और महासागर), वायुमंडल (नमी), भूमंडल (मृदा अपरदन और अंत: स्यंदन में कमी) और जैवमंडल (फसलें और मत्स्य पालन) को परस्पर जोड़ता है जो सभी वैश्विक ताप वृद्धि से प्रभावित होते हैं।

13.3.2 कार्बन चक्र

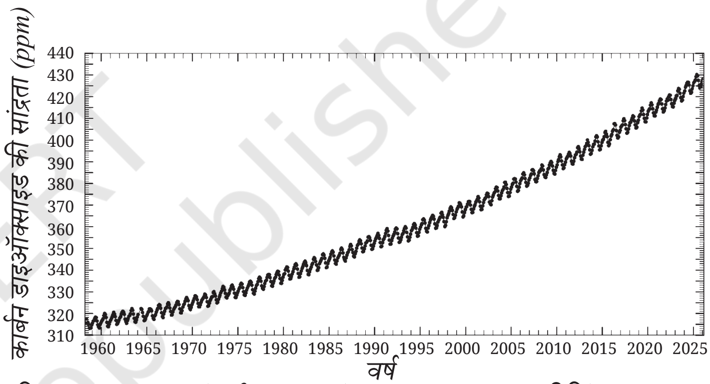
कार्बन जीवन का मुख्य आधार है। प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट, वसा और डीएनए सभी में कार्बन होता है। यह निरंतर वायुमंडल (CO_2 गैस), जैवमंडल (पादप और जंतु), भूमंडल (कार्बोनेट चट्टानें और जीवाश्म ईंधन जैसे

कोयला और कच्चा तेल) और जलमंडल (घुली हुई CO_2 और समुद्री खोल) के मध्य निरंतर परिसंचरित होता रहता है जैसा कि चित्र 13.13 में योजनाबद्ध आरेख के रूप में दर्शाया गया है। कार्बन चक्र के विभिन्न भाग भिन्न-भिन्न कालक्रमों पर कार्य करते हैं। द्रुत चक्र (जो कुछ दिनों से वर्षों तक चलता है), में पादप सूर्य के प्रकाश का उपयोग करके प्रकाश संश्लेषण द्वारा वायुमंडलीय CO_2 को ग्लूकोस में परिवर्तित करते हैं। श्वसन के द्वारा CO_2 वायुमंडल में वापिस छोड़ी जाती है। जंतु, पादपों को और अन्य जंतुओं को खाते हैं। उनकी मृत्यु के पश्चात अपघटन द्वारा CO_2 वापिस वायु में मिल जाती है।

लाखों वर्षों तक चलने वाले मंद चक्र में मृत पादप और जंतु, मृदा में दब जाते हैं और जीवाश्म ईंधनों, जैसे— कोयला, तेल और गैस में परिवर्तित हो जाते हैं। इन ईंधनों का उपयोग ताप, भोजन बनाने, यातायात और औद्योगिक उद्देश्यों के लिए ऊर्जा प्रदान करने में किया जाता है। जब जीवाश्म ईंधनों को जलाया जाता है तो बहुत कम समय में कार्बन, CO_2 के रूप में उत्सर्जित हो जाता है। वायुमंडल और महासागरों का जल निरंतर CO_2 का आदान-प्रदान करते रहते हैं। महासागर का जल, वायुमंडल से CO_2 को अवशोषित कर कार्बोनेट और हाइड्रोजन कार्बोनेट आयन में परिवर्तित होते रहते हैं। पादप प्लवक (phytoplankton) इन आयनों का उपयोग प्रकाश संश्लेषण के लिए करते हैं। कुछ समुद्री जीव भी इनका उपयोग खोल बनाने के लिए करते हैं। जब ये जीव मर जाते हैं तो समुद्र के तल पर बैठ जाते हैं और उनके कार्बनिक द्रव्य दीर्घकाल तक कार्बन के रूप में संचित रहते हैं।



चित्र 13.13— कार्बन चक्र



चित्र 13.14 — वायुमंडलीय CO_2 सांद्रता (1960–2025), कीलिंग वक्र — उत्तरी गोलार्ध में वार्षिक वनस्पति वृद्धि द्वारा CO_2 अवशोषण से उत्पन्न मौसमी गिरावट का आरीनुमा पैटर्न

मानव गतिविधियाँ, जैसे— जीवाश्म ईंधनों का दहन और वनोन्मूलन ने वर्ष 1960 से वायुमंडलीय CO_2 की मात्रा को लगभग 35 प्रतिशत तक बढ़ा दिया है जैसा कि चित्र 13.14 में दर्शाया गया है (315 ppm से 420 ppm; यहाँ ppm भाग प्रति दस लाख को व्यक्त करता है)। यह वृद्धि मानव सभ्यता के इतिहास में असामान्य है। यद्यपि पृथ्वी पर जीवन को बनाए रखने और उसे पर्याप्त गर्म रखने के लिए कुछ मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड की आवश्यकता होती है। CO_2 की अत्यधिक मात्रा हरित गृह प्रभाव को तीव्र कर सकती है जिससे वैश्विक तापन, हिमानियों और आर्कटिक समुद्र की बर्फ का पिघलना, समुद्र के जल स्तर का बढ़ना और मौसम की अधिक चरम परिस्थितियाँ उत्पन्न हो सकती हैं। भारत में इससे अधिक प्रचंड मानसून (गर्म वायु द्वारा अधिक नमी को धारण करना) और बदलते वर्षा पैटर्न कृषि के लिए खतरा हो सकता है। यद्यपि जीवाश्म ईंधन बिजली उत्पादन का एक बड़ा स्रोत है तथापि भारत तेजी से नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों को बढ़ा रहा है जिससे वायुमंडल में कार्बन उत्सर्जन को कम करने में सहायता मिलेगी।

सोचिए और बताइए

4. वैश्विक तापमान में वृद्धि से महासागरों में घुली CO_2 का संतुलन बिगड़ जाता है। इसका समुद्री जीवन पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

जिज्ञासा-सूत्र

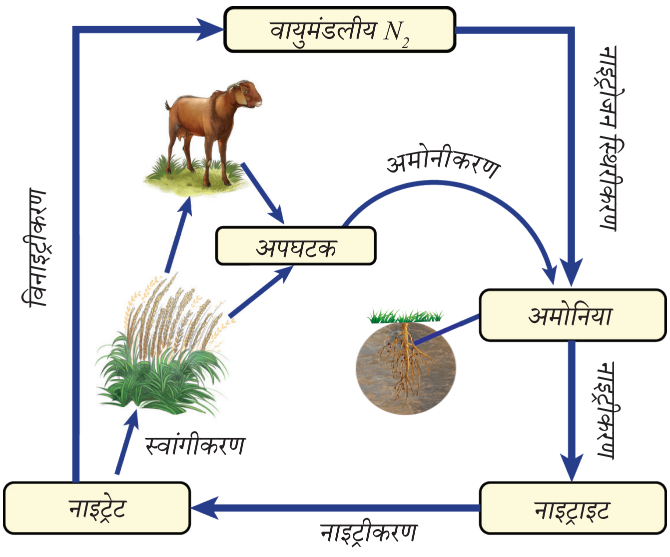
सजीवों के शुष्क भार का लगभग 49 प्रतिशत भाग कार्बन है। वैश्विक कार्बन की कुल मात्रा में से लगभग 71 प्रतिशत कार्बन महासागरों में पाया जाता है। यह महासागरीय भंडार वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा को नियंत्रित करता है।

क्या आप जानते हैं कि कुल वैश्विक कार्बन का एक अत्यंत लघु अंश (लगभग 1 प्रतिशत) ही वायुमंडल में पाया जाता है?

© NCERT not to be republished

13.3.3 नाइट्रोजन चक्र

सभी सजीवों में नाइट्रोजन, प्रोटीनों और न्यूक्लीक अम्लों के संश्लेषण के लिए एक आवश्यक तत्व है। नाइट्रोजन का सबसे बड़ा भंडार हमारे वायुमंडल में है। वस्तुतः नाइट्रोजन गैस (N_2) अपेक्षाकृत कम अभिक्रियाशील होती है और पादप तथा जंतु इसका प्रत्यक्षतः उपयोग नहीं कर सकते हैं। इसे पहले ऐसे घुलनशील यौगिकों में परिवर्तित करना आवश्यक होता है जिन्हें सजीव अवशोषित कर सकें। वायु, मृदा, जल और जीवों के मध्य नाइट्रोजन के समग्र संचरण को **नाइट्रोजन चक्र** कहते हैं (चित्र 13.15)। नाइट्रोजन चक्र में विभिन्न चरण होते हैं— नाइट्रोजन स्थिरीकरण (nitrogen fixation), स्वांगीकरण (assimilation), **अमोनीकरण** (ammonification), **नाइट्रीकरण** (nitrification) और **विनाइट्रीकरण** (denitrification)।



चित्र 13.15 — नाइट्रोजन चक्र

नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवाणु, जैसे— फलीदार पादपों की जड़ों की ग्रंथियों में पाए जाने वाले राइजोबियम और मृदा में पाए जाने वाले एजोटोबैक्टर, वायुमंडलीय N_2 को अमोनिया (NH_3) में परिवर्तित कर देते हैं। नाइट्रीकरण जीवाणु, जैसे— नाइट्रोसोमोनास, अमोनिया को नाइट्राइट (NO_2^-) में जबकि नाइट्रोबैक्टर नाइट्राइट को नाइट्रेट (NO_3^-) में परिवर्तित करता है। इस प्रक्रिया को नाइट्रीकरण कहते हैं। पादप इन नाइट्रोजन यौगिकों का मृदा से स्वांगीकरण करते हैं जबकि जंतु नाइट्रोजन को पादप या अन्य जंतुओं का उपभोग करके प्राप्त करते हैं। जब पादप और जंतु मर जाते हैं अथवा अपशिष्ट उत्पन्न करते हैं, जीवाणु या कवक जैसे अपघटक कार्बनिक द्रव्य को अपघटित कर नाइट्रोजन यौगिकों, जैसे— अमोनिया को पुनः मृदा में लौटा देते हैं। इस प्रक्रिया को **अमोनीकरण** कहते हैं। **विनाइट्रीकरण** जीवाणु, जैसे कि स्यूडोमोनास नाइट्रेट की कुछ मात्रा को पुनः नाइट्रोजन गैस में परिवर्तित कर देते हैं। इस प्रक्रिया को विनाइट्रीकरण कहते हैं। यह प्रक्रिया चक्र को पूर्ण करती है और पारितंत्रों में नाइट्रोजन का संतुलन बनाए रखती है। तड़ित (lightning) भी नाइट्रोजन ऑक्साइडों के स्थिरीकरण में सहायता करती है।

© NCERT not to be republished

आइए, और आगे बढ़ें

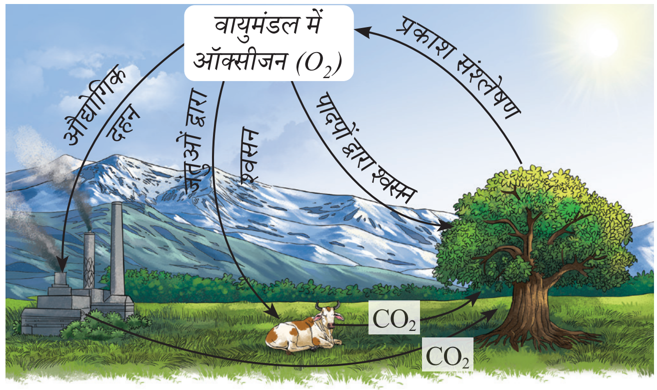
तड़ित के दौरान वायुमंडलीय नाइट्रोजन की अत्यंत अल्प मात्रा स्थिरीकृत होकर नाइट्रोजन ऑक्साइड बनाती है। वर्तमान में, अधिकांश नाइट्रोजन कृत्रिम रूप से हाबर-बॉश प्रक्रिया (1900 के आरंभिक दशक) द्वारा स्थिरीकृत की जाती है जिसमें वायुमंडलीय नाइट्रोजन से अमोनिया बनाई जाती है। यही प्रक्रिया वर्तमान में उपयोग होने वाले अधिकांश उर्वरकों के निर्माण का आधार है। इस 'वायु से अन्न' ने कृषि क्षेत्र में क्रांति ला दी है, जिसने भारत में हरित क्रांति द्वारा अरबों लोगों के भोजन की पूर्ति को संभव बनाया है। मानव शरीर में उपस्थित आधे से भी अधिक नाइट्रोजन परमाणु इसी हाबर–बॉश (Haber-Bosch) प्रक्रिया से बनते हैं। यद्यपि इस अभिक्रिया से अत्यधिक ऊर्जा-खपत होती है (जो वैश्विक ऊर्जा का लगभग 1–2 प्रतिशत उपयोग करती है) और उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग ने मृदा तथा जल को क्षतिग्रस्त करती है।

13.3.4 ऑक्सीजन चक्र

ऑक्सीजन पृथ्वी पर प्रचुर मात्रा में पाए जाने वाले तत्वों में से एक है। वायुमंडल का लगभग 21 प्रतिशत भाग मुक्त ऑक्सीजन गैस (O_2) से बना है। यह कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, न्यूक्लीक अम्ल और वसा जैसे अधिकांश जैविक अणुओं का आवश्यक घटक है। ऑक्सीजन संयुक्त रूप में पृथ्वी की पर्पटी के धातु ऑक्साइड और खनिजों एवं वायु में कार्बन डाइऑक्साइड के रूप में भी पाई जाती है। ऑक्सीजन चक्र का अध्ययन करते

समय हम उन प्रक्रियाओं पर ध्यान केंद्रित करेंगे जो वायुमंडल में ऑक्सीजन के स्तर को नियंत्रित करती हैं (चित्र 13.16)।

पादप और जंतु जैसे जीव श्वसन के लिए ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं और कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) उत्सर्जित करते हैं। ईंधनों के दहन में भी ऑक्सीजन का उपयोग होता है और CO_2 उत्सर्जित होता है। पादप प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से सूर्य के प्रकाश, जल और CO_2 का उपयोग करके ग्लूकोस बनाते हैं और O_2 उत्सर्जित करते हैं। उपभोग (respiration और combustion) तथा उत्पादन (photosynthesis) के बीच का यह संतुलन वायुमंडल, स्थल, महासागरों और सजीवों के बीच ऑक्सीजन का परिसंचरण बनाए रखता है, जिससे पृथ्वी के सभी मंडलों में जीवन सतत बना रहता है।



चित्र 13.16 — ऑक्सीजन चक्र

सोचिए और बताइए

5. यदि जैव-भूरासायनिक चक्र बाधित हो जाए अथवा रुक जाए तो पृथ्वी पर पादपों और जंतुओं पर क्या प्रभाव पड़ेगा? उदाहरण सहित समझाइए।

13.4 पृथ्वी की प्रक्रियाओं पर मानवीय प्रभाव

आपने पहले जलवायु परिवर्तन के प्रभाव के विषय में सीखा है, जिसमें हमने उन संकटों का आकलन किया जिनका सामना हमारी पृथ्वी ग्रह कर रही है। जीवाश्म ईंधनों के अत्यधिक उपयोग से बढ़ते CO_2 के स्तर के कारण चरम मौसमी स्थितियाँ उत्पन्न होती हैं और जैव विविधता का नाश होता है। यहाँ हम यह समझेंगे कि मानवीय गतिविधियाँ पृथ्वी के सभी मंडलों में जैव-भूरासायनिक चक्रों को किस प्रकार बाधित करती हैं। वायुमंडलीय CO_2 की अधिकता से महासागरों में उनका अवशोषण बढ़ने से समुद्री जल अधिक अम्लीय हो जाता है। इस कारण सूक्ष्म प्लवक और प्रवाल भित्तियों को खतरा हो सकता है, जो समुद्री पारितंत्र को बाधित कर सकता है। यद्यपि गर्म महासागरीय जल, महासागर की CO_2 के अवशोषण की क्षमता को घटा कर उनकी प्रभावी कार्बन भंडारण की क्षमता को कम कर देता है।

कक्षा 8 *जिज्ञासा* अध्याय 13

जीवाश्म ईंधनों के दहन एवं **वनोन्मूलन** के कारण वन तथा महासागर जैसे प्राकृतिक कार्बन अवशोषक संतृप्त होते जा रहे हैं। विगत 50 वर्षों में पृथ्वी के प्राकृतिक निकायों में महत्त्वपूर्ण परिवर्तन हुए हैं। भारत में जीवाश्म ईंधनों से अभी भी विद्युत का बड़ा भाग उत्पादित किया जाता है जिससे हानिकारक उत्सर्जन बढ़ता है। यद्यपि सौर ऊर्जा का तीव्र विस्तार आशा की किरण प्रस्तुत करता है। कार्बन डाइऑक्साइड की अधिकता हरित गृह प्रभाव को बढ़ाकर कार्बन चक्र को बाधित करती है।

क्या होगा यदि...

यदि प्रकाश संश्लेषण रुक जाए, तो पृथ्वी पर क्या होगा?

कृषि में उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से अतिरिक्त नाइट्रोजन, नाइट्रेट के रूप में नदियों और झीलों में पहुँचती है जिसके कारण शैवाल की अत्यधिक वृद्धि (शैवाल प्रस्फुटन) होने से जल में ऑक्सीजन की कमी हो जाती है और मछलियाँ मर जाती हैं। इस प्रक्रिया को **सुपोषण (eutrophication)** कहते हैं (चित्र 13.17) जो जल निकायों और तटीय मत्स्य संसाधनों के लिए खतरा है। वनोन्मूलन वायु, जल, स्थल और जीवों पर अनेक प्रभाव डालता है। वनों की कटाई से प्रकाश संश्लेषण में कमी आती है और वाष्पोत्सर्जन घट जाता है जिससे स्थानीय वर्षा में कमी हो सकती है। यह सतही एल्बिडो को भी बदल देता है। मृदा को बाँधकर रखने वाली वृक्षों की जड़ों के अभाव में मृदा अपरदन बढ़ सकता है। समय के साथ पर्यावास नष्ट हो सकते हैं। परिणामस्वरूप अनेक जाति (species) अपने प्राकृतिक आवास खो देंगी और जैव विविधता में कमी आएगी।

चित्र 13.17— सुपोषण (शैवाल प्रस्फुटन)

© NCERT not to be republished

जिज्ञासा-सूत्र

मिशन LiFE (Lifestyle for Environment) भारत द्वारा नेतृत्व की जाने वाली एक वैश्विक पहल है जिसे 2021 में संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन सम्मेलन में प्रस्तुत किया गया था। इसका उद्देश्य लोगों को सजग तथा पर्यावरण हितैषी जीवनशैली अपनाने के लिए प्रेरित करना है। भारत का प्राचीन साहित्य और पारंपरिक जीवन पद्धतियाँ लंबे समय से इस तथ्य को स्वीकार करते हैं कि पृथ्वी एक परस्पर संबद्ध तंत्र है। पृथ्वी की कार्यप्रणाली विभिन्न मंडलों के बीच ऊर्जा प्रवाह और पदार्थों के चक्र पर आधारित है। असतत उपभोग इस प्राकृतिक संतुलन में व्यवधान उत्पन्न करता है। ऊर्जा बचाने तथा संसाधनों का संरक्षण करने जैसी सरल जीवनशैली अपनाने के लिए प्रेरित करके मिशन LiFE यह रेखांकित करता है कि व्यक्तिगत और सामुदायिक कार्य एक सतत भविष्य सुनिश्चित कर सकते हैं।

वाहनों से उत्सर्जित धुआँ सूर्य के प्रकाश के साथ अभिक्रिया करके वायुमंडल के निचले स्तर पर धूमकुहरा बनाता है। इस निचले स्तर पर ओजोन भी बनती है जो स्वास्थ्य के लिए हानिकारक है (याद रखिए कि समतापमंडल में ओजोन, पराबैंगनी किरणों को रोक लेती है और जीवन रक्षक होती है)। ये प्रदूषक शहर की वायु को स्वास्थ्य के लिए अनुपयुक्त बना देते हैं।

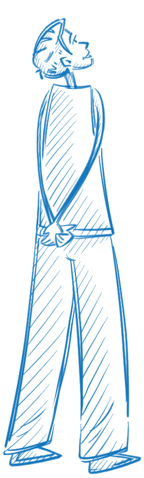
यद्यपि मानवीय गतिविधियों का प्रभाव पृथ्वी के सभी मंडलों पर पड़ता है फिर भी स्थानीय प्रयासों और वैश्विक सहयोग पृथ्वी की प्राकृतिक प्रणालियों के पुनरुद्धार में सहायक हो सकते हैं। उदाहरणस्वरूप, मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल ने वैश्विक सहयोग के माध्यम से ओजोन परत के सुधार की दिशा में महत्त्वपूर्ण शुरुआत की है। यद्यपि क्योटो प्रोटोकॉल और पेरिस समझौता, जिनका उद्देश्य सभी देशों द्वारा CO_2 उत्सर्जन को कम करना था, किंतु उतनी सफलता प्राप्त नहीं हुई।

ऊर्जा और ऊर्जा संसाधनों का संरक्षण, नवीकरणीय ऊर्जा संसाधनों (जैसे सौर एवं पवन) का उपयोग, वृक्षारोपण, जल संरक्षण और सतत कृषि पद्धतियों के पालन द्वारा संतुलन को पुनः स्थापित किया जा सकता है। भारत ने अरबों वृक्षारोपण किए हैं, सौर एवं नवीकरणीय स्रोतों से ऊर्जा उत्पादन में उल्लेखनीय वृद्धि की है और सतत कृषि पद्धतियों को बढ़ावा दिया है। प्रत्येक व्यक्ति (जैसे— जल, भोजन और ऊर्जा) संसाधनों का विवेकपूर्ण उपयोग करके अपना योगदान दे सकता है। हम अपशिष्ट पदार्थों में कमी लाकर, पदार्थों का पुनः उपयोग करके और पुनर्चक्रण की प्रक्रिया अपनाकर यह कार्य कर सकते हैं। संयुक्त रूप से किए गए ये प्रयास पृथ्वी पर पर्यावरणीय संतुलन को बनाए रखने में सहायक हैं।

सोचिए और बताइए

6. चर्चा कीजिए कि मानवीय गतिविधियाँ वायुमंडल में हरित गृह गैसों की मात्रा किस प्रकार बढ़ाती हैं? हरित गृह गैसों के बढ़ते उत्सर्जन को रोकने के लिए आप अपने स्तर पर क्या करेंगे?

सारांश



- पृथ्वी पर ऊर्जा का प्राथमिक स्रोत सूर्य से प्राप्त विद्युत चुंबकीय विकिरण हैं।
- अधिकांश मौसमी प्रक्रियाएँ, जैसे— वाष्पन, संघनन और वर्षण क्षोभमंडल में होती हैं।
- पृथ्वी के आकार, अक्षांश एवं पृथ्वी के अपनी धुरी पर झुकाव के कारण सूर्यातप की भिन्नता होती है जिससे पृथ्वी की सतह पर असमान ऊष्मण होता है।
- पृथ्वी की सतह का असमान ऊष्मण पवनों और महासागरीय धाराओं के उत्पन्न होने हेतु उत्तरदायी होता है।
- सजीव (जैविक) और निर्जीव (अजैविक) तंत्रों में द्रव्य और ऊर्जा का निरंतर चक्रण होता रहता है।
- वायुमंडलीय ऑक्सीजन का उपयोग, दहन, श्वसन और ऑक्साइडों को बनाने में होता है और इसे प्रकाश संश्लेषण द्वारा पुनर्स्थापित किया जाता है।
- पृथ्वी पर जल, कार्बन, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन वायुमंडल, महासागरों, स्थल और सजीवों में निरंतर चक्रित होते रहते हैं।
- जैव-भूरासायनिक चक्र सजीवों को पोषक तत्व उपलब्ध कराते हैं, जीवन को बनाए रखते हैं, जलवायु को नियंत्रित करते हैं और पारितंत्र को संतुलित बनाए रखते हैं।

© NCERT not to be republished

अभ्यास प्रश्न

1. पारितंत्र में जैव-भू रासायनिक चक्रों की भूमिका का वर्णन करने के लिए सबसे अधिक उपयुक्त विकल्प चुनिए।
   (i) समस्त जीवों को प्रत्यक्ष रूप से भोजन उपलब्ध कराना।
   (ii) जैविक और अजैविक घटकों के मध्य आवश्यक पोषक पुनर्चक्रण करना।
   (iii) सजीवों के उपयोग के लिए नए तत्वों का निर्माण करना।
   (iv) जीव से प्रदूषक और विषाक्त पदार्थो को हटाना।
2. निम्नलिखित में से कौन-सा विकल्प पृथ्वी के गर्म होने के लिए मुख्य रूप से उत्तरदायी है?
   (i) सौर विकिरण शीघ्रता से कार्बन डाईआक्साइड द्वारा अवशोषित हो जाती है, जो इसे ऊष्मा के रूप में निर्मुक्त करती है।
   (ii) वायुमंडल के सूक्ष्म कण आगामी सौर विकिरण को अवशोषित करते हैं, जो प्रत्यक्ष रूप से पृथ्वी को गर्म करते हैं।
   (iii) पृथ्वी की सतह, सौर विकिरण का अवशोषण करती है, जो पुन: विकिरित होती है और हरित गृह गैसों द्वारा रोक ली जाती है।
   (iv) पृथ्वी का वातावरण बादलों द्वारा परावर्तित सौर विकिरण से ही गर्म होता है।
3. स्पष्ट कीजिए कि जलवायु परिवर्तन, जल चक्र को किस प्रकार प्रभावित करता है? उदाहरणों द्वारा दर्शाइए।
4. वर्णन कीजिए कि एल्बिडो किस प्रकार पृथ्वी की सतह के ताप और इसकी जलवायु को प्रभावित करता है।
5. पर्वतीय और घाटी समीर किस प्रकार बनती हैं? मान लीजिए दो पर्वत हैं, एक घास द्वारा आच्छादित है और दूसरा बंजर चट्टानों से, क्या दोनों पर्वतीय समीरों के ताप भिन्न-भिन्न होंगे? यदि ऐसा है तो किस प्रकार?
6. आप पवन, तूफान और वर्षा आदि मौसमी परिघटनाओं के साक्षी रहे हैं। वायुमंडल की कौन-सी परतें इनके लिए उत्तरदायी हैं? और इन परिघटनाओं के होने का प्रमुख कारण क्या है?
7. नाइट्रोजन चक्र में होने वाली प्रक्रियाओं की व्याख्या कीजिए। यदि नाइट्रोजन का चक्रण नहीं हो तो पृथ्वी पर जीवन किस प्रकार प्रभावित होगा?
8. वनोन्मूलन का पृथ्वी के ऑक्सीजन और कार्बन चक्रों पर क्या प्रभाव पड़ता है? वनोन्मूलन के अन्य परिणाम क्या हैं?
9. उपयुक्त चित्र से उस पथ की व्याख्या कीजिए जिससे कार्बन पुन: वायुमंडल में जाता है। इस चित्र का आरंभ आप पादपों द्वारा वायुमंडलीय CO_2 के उपयोग से कर सकते हैं।
10. वायुमंडल में CO_2 की अधिकता को अवांछनीय क्यों माना जाता है जबकि पादपों को इसकी आवश्यकता होती है?
11. पृथ्वी की सतह से ऊष्मा का क्षय किस प्रकार होता है? इसकी क्या सार्थकता है?
12. यदि पृथ्वी गोलाकार न होकर एक तश्तरी के समान चपटी होती तब सौर विकिरण और ताप के पैटर्न किस प्रकार भिन्न होते?

© NCERT not to be republished

13. कल्पना कीजिए कि पृथ्वी पर वायुमंडलीय ताप बढ़ जाता है। यह किस प्रकार हिममंडल, जलमंडल और जैवमंडल को प्रभावित करेगा?
14. व्याख्या कीजिए कि किस प्रकार पृथ्वी का वायुमंडल, इसका ताप उपयुक्त बनाए रखने के लिए सहायता करता है जो कि पृथ्वी पर जीवन के लिए आवश्यक है।
15. पृथ्वी के विभिन्न मंडलों के मध्य अंतःसंबंधों का वर्णन कीजिए। उदाहरण सहित समझाइए कि ये मंडल किस प्रकार एक सूक्ष्म संतुलन में कार्य करते हैं।

परियोजना कार्य

- पृथ्वी के आकार के सामान दो काल्पनिक ग्रहों पर विचार कीजिए जिनका अपना वायुमंडल है। मान लीजिए कि एक ग्रह पूर्णरूपेण महासागरों से आच्छादित है और दूसरा पूर्णरूपेण स्थल से। यह जानते हुए कि सूर्य ध्रुवों की तुलना में भूमध्यरेखा को अधिक गर्म करता है, बताइए कि पृथ्वी पर उपस्थित स्थल और समुद्र के संयोजन की तुलना में इन ग्रहों पर पवनों के पैटर्न किस प्रकार भिन्न होंगे?
- कोई भी ऐसा एक भोजन चुनिए जो आपने कुछ समय पूर्व ही खाया हो (ये कुछ भी हो सकता है, उदाहरण के लिए, रोटी और दाल, चावल और सांभर, इडली और चटनी इत्यादि)। इस भोजन के प्रत्येक महत्त्वपूर्ण घटक हेतु निम्नलिखित को ज्ञात करके व्याख्या कीजिए— (i) उसमें उपस्थित कार्बन मूल रूप से प्रकाश संश्लेषण द्वारा वायु की कार्बन डाइऑक्साइड में कैसे आया, (ii) वायुमंडल से नाइट्रोजन मृदा में कैसे आई (उदाहरण के लिए, जीवाणु द्वारा अथवा हाबर–बॉश प्रक्रिया द्वारा और उर्वरकों द्वारा) और फिर पुनः पादपों में कैसे पहुँच गई। साथ ही, अन्य मानवीय गतिविधियों की सूची बनाइए जो भोजन के उत्पादन या पकाने में सम्मिलित होती हैं और जो वातावरण में अतिरिक्त कार्बन डाइऑक्साइड अथवा नाइट्रोजन को बढ़ाती हैं।
- भारतीय मौसम विभाग (IMD, https://mausam.imd. gov.in/) या समाचार पत्रों के आँकड़ों का उपयोग करके अपने शहर या जिले के लिए दो दशकों जैसे 1980 के दशक और 2020 के दशक में 5 वर्षों के दौरान हुई मानसूनी वर्षा (जून–सितंबर अथवा स्थानीय ऋतु) का औसत ज्ञात कीजिए। अवलोकन कीजिए कि भारी वर्षा (>50 mm) वाले दिनों की संख्या समय के साथ बढ़ रही है, घट रही है या स्थिर है। इसे अरब सागर के बढ़ते तापमान तथा भूमि के उपयोग में हुए परिवर्तनों (वनों का खेतों और शहरों में बदलना) से कैसे जोड़ा जा सकता है, जैसा कि अध्याय में चर्चा की गई है?

खोज जारी है...

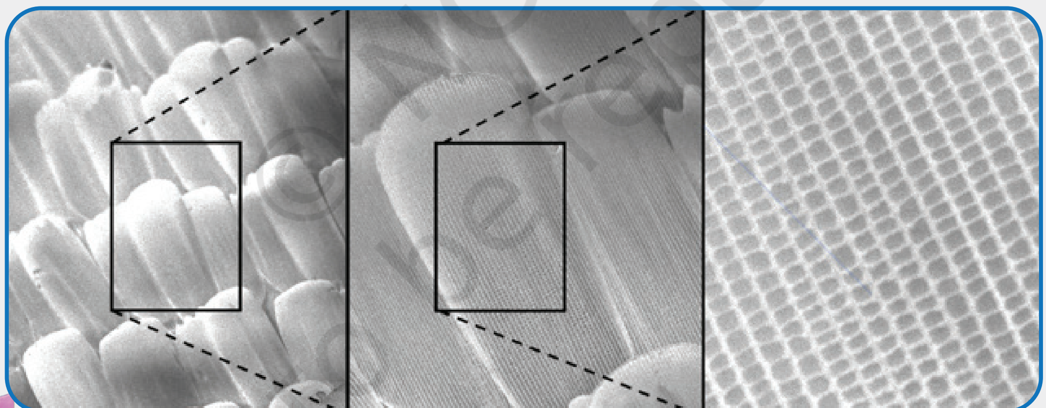
नए उपकरण वैज्ञानिकों को इस ग्रह का वास्तविक समय में निरीक्षण करने जलवायु, पारितंत्रों तथा मानवीय गतिविधियों के बीच के छिपे हुए संबंधों को उजागर करने में सहायता करते हैं। ये उपकरण बदलते ग्रह के विषय में कौन-सी नई खोजों को उजागर करेंगे और वे भूमंडलीय ऊष्मण एवं जलवायु परिवर्तन को समझने की हमारी क्षमता को कैसे बढ़ाएँगे?

© NCERT not to be republished

नए आयामों की ओर...

आप जैसे ही इस पुस्तक के समापन की ओर बढ़ते हैं, विज्ञान को सीखने की अपनी उस यात्रा का पुन: स्मरण कीजिए। अपने आस-पास के परिवेश को जानने की प्रारंभिक जिज्ञासा से लेकर उसे समझदारी और स्पष्ट दृष्टि के साथ परखने तक आपने कई महत्त्वपूर्ण और रोचक अनुभव प्राप्त किए। आपने कोशिकाओं और परमाणुओं के सूक्ष्म संसार की यात्रा की, उन बलों को समझा जो गति, कार्य और यांत्रिक ऊर्जा को प्रभावित करते हैं, ध्वनि के विज्ञान का अध्ययन किया और उन प्राकृतिक प्रणालियों के विषय में भी सीखा जो हमारी पृथ्वी को जीवन के लिए अनुकूल बनाती हैं। इन अवधारणाओं के संयुक्त रूप से यह स्पष्ट होता है कि विज्ञान मात्र तथ्यों का संग्रह नहीं है, अपितु प्रकृति को समझने का एक संगठित और तर्कपूर्ण माध्यम है। इससे भी महत्त्वपूर्ण बात यह है कि इस यात्रा के समय आपने वैज्ञानिक दृष्टि से सोचना सीखा जैसे जिज्ञासापूर्ण प्रश्न करना, प्रमाणों को खोजना और प्रकृति में दिखाई देने वाले पैटर्न को समझना। यह दृष्टिकोण हमें तकनीक को और अधिक स्पष्ट रूप से समझने, सही निर्णय लेने, मानव जीवन और प्रकृति के मध्य संबंधों को जानने में भी सहायक होता है।

कक्षा 10 में आपकी यह जिज्ञासा और अन्वेषण की यात्रा और भी अधिक रोमांचकारी होने वाली है। आप जानेंगे कि जीवन अपनी प्रक्रियाओं को कैसे बनाए रखता है, लक्षण एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक किस प्रकार स्थानांतरित होते हैं, रासायनिक अभिक्रियाएँ पदार्थों को किस प्रकार परिवर्तित करती हैं तथा विद्युत, चुंबकत्व और प्रकाश हमारे आधुनिक जीवन को किस प्रकार शक्ति प्रदान करते हैं। आप सूक्ष्म से विशाल स्तर तक फैले अनेक वैज्ञानिक विचारों से परिचित होंगे, ठीक उसी प्रकार जैसे नीचे दिए गए इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से प्राप्त छवियाँ किसी तितली के पंख की अद्भुत सूक्ष्म संरचना को बढ़ते आवर्धन के साथ और अधिक स्पष्ट करती जाती हैं।'क्यों' पर आश्चर्य करना, 'कैसे' को जाँचना, और यदि ऐसा हो सके तो 'क्या'की खोज में ये प्रवृत्तियाँ ही वर्तमान समाज की वास्तविक चुनौतियों के समाधान की कुंजी हैं। विज्ञान निरंतर आगे बढ़ने वाली मानवीय खोज की एक रोमांचक यात्रा है। अब आप मात्र विज्ञान को सीखने के लिए ही नहीं, अपितु उस पर विचार करने, प्रश्न उठाने और इसमें सक्रिय भागीदारी करने के लिए भी तैयार हैं। संभव है कि आने वाले नई खोजें किसी ऐसे व्यक्ति द्वारा की जाएगी जो वर्तमान में विज्ञान सीख रहा है— ठीक आपकी भाँति!



इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी क्रमवीक्षण द्वारा तितली के पंख की छवियाँ क्रमशः बढ़ते हुए आवर्धन के रूप में (स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप)

© NCERT not to be republished

टिप्पणी

© NCERT
not to be republished