

प्रारम्भिक पारिस्थितिकी तथा एंट्रॉपी नियम

[ELEMENTARY ECOLOGY AND THE ENTROPY LAW]

पारिस्थितिकी का अर्थ एवं परिभाषाएं

(MEANING AND DEFINITIONS OF ECOLOGY)

पारिस्थितिकी (Ecology) शब्द मूलतः ग्रीक भाषा के ओइकोस (Oikos) तथा लोगोस (Logos) का संयुक्त रूप है। ओइकोस (Oikos) का अर्थ 'घर' अथवा निवास या परिस्थान (House) तथा लोगोस (Logos) का अर्थ 'अध्ययन' (Study) है। इसका प्रयोग E. J. Kormandy ने अपने ग्रन्थ '*Concepts of Ecology*' में किया है। 1859 में फ्रांसीसी जन्तुवैज्ञानिक आइसोडोर ज्योफ्राय सेण्ट हिलेयर (Hailaire) ने जैववासिकी (Ethology) एवं 1868 में हैन्स रीटर (Hans Reiter) नामक जर्मन प्राणिवैज्ञानिक ने इसके लिए Oekologie शब्दों का प्रयोग किया। स्पष्ट है कि इकोलोजी (Ecology) शब्द बहुत अधिक प्राचीन नहीं है। प्रारम्भ में इसे Oecology या Oiekologie अथवा Aekologie कहा गया जो बाद में धीरे-धीरे इकोलोजी हो गया। इसका प्रयोग लगभग 140 वर्ष पूर्व ही हुआ है। विभिन्न विद्वानों ने पारिस्थितिकी को निम्न प्रकार परिभाषित किया है :

(1) 1869 में जर्मन पारिस्थितिकीवेत्ता अर्नस्ट हैकेल (Ernst Haeckel) के अनुसार, "पारिस्थितिकी के अन्तर्गत जीवों एवं उनके बाह्य वातावरण के पारस्परिक सम्बन्धों का अध्ययन किया जाता है।"¹

(2) 1895 तथा 1905 में वार्मिंग (E. Warming) के अनुसार, "पारिस्थितिकी पर्यावरण के सम्बन्ध में जीवों का अध्ययन है।"²

(3) 1927 में ब्रिटिश जीवशास्त्री चार्ल्स एल्टन (C. S. Elton) ने इकोलोजी को 'वैज्ञानिक प्राकृतिक इतिहास' (Scientific Natural History) कहा। यह विद्वान सभी जीवों के सामाजिक सम्बन्ध और आर्थिक स्वरूप के बारे में विशिष्ट कार्य एवं योगदान हेतु प्रसिद्ध था।

(4) 1954 में वुडवेल (Woodwell) ने पारिस्थितिकी की परिभाषा देते हुए बताया कि "पारिस्थितिकी एक विज्ञान है जो अपने वातावरण के सम्बन्ध में जीवों तथा उस दर्शन की खोज करता है जिसमें जीव जगत के प्राकृतिक स्वरूपों की व्याख्या की जाती है।"³

(5) 1963 में अमेरिकन पारिस्थितिकीवेत्ता ई. पी. ओडम (E. P. Odum) ने बताया कि "पारिस्थितिकी प्रकृति की संरचना व कार्य का अध्ययन है" (Ecology is the study of structure and function of ecosystem or the study of structure and function of nature)। 1971 में ओडम ने अपना दृष्टिकोण बदला और पारिस्थितिकी की जो नई परिभाषा दी उसमें पारिस्थितिकी को मानव व वातावरण की सम्प्रदा का विज्ञान बताया है।⁴

¹ "The body of knowledge concerning the economy of nature the investigation of the total relations of the animal both to its inorganic and to its organic environment, including, above all, its friendly and enemical relations with those animals and plants with which it comes directly or indirectly into contact." —Ernst Haeckel

² "Oekology is the study of organisms in relation to their environment." —E. Warming

³ "Ecology is a science which investigates organisms in relation to their environment and philosophy in which the world of life is interpreted in forms of natural process." —Woodwell

⁴ "Ecology is the science of totality of man and environment." —E. P. Odum

(6) 1968 में स्वीडिश वैज्ञानिक आर. मार्गालेफ (R. Margalef) ने कहा कि "पारिस्थितिकी पारिस्थितिक तंत्र (ecosystem) का अध्ययन है। पारिस्थितिकी जीवों का आधारभूत इकाई है जिसमें जैविक और अजैविक वातावरण एक-दूसरे पर अपना प्रभाव डालते हैं तथा पारिस्थितिक अनुक्रिया में ऊर्जा और रासायनिक पदार्थों के निरन्तर प्रवाह से तंत्र की कार्यात्मक गतिशीलता बनाए रखते हैं। दूसरे शब्दों में, किसी भी समुदाय के जैविक सदस्यों और उनके अजैविक वातावरण में ऊर्जा प्रवाह (energy flow) और खनिज चक्र (Mineral cycle) को पूरा करने के लिए निरन्तर गतिशील और कार्यात्मक पारिस्थितिक अनुक्रियाएँ होती रहती हैं। इनकी अनुक्रियाओं के सम्पूर्ण तंत्र को पारिस्थितिक तंत्र (Ecosystem) कहते हैं।"

(7) 1967 में भारतीय वनस्पतिशास्त्री आर. मिश्रा (R. Mishra) ने पारिस्थितिकी को परिभाषित करते हुए बताया कि "पारिस्थितिकी आकार, प्रकारों एवं विभिन्न कारकों के बीच पारस्परिक सम्बन्ध है।"

(8) चार्ल्स जे. क्रेब्स (Charles J. Krebs) ने 1972 में पारिस्थितिकी को परिभाषित करते हुए बताया कि "पारिस्थितिकी वह वैज्ञानिक उपागम है जिसमें पर्यावरणीय अनुक्रियाओं, जो सर्वांगीय यन्त्रों के क्रमबद्ध व वितरण को नियमित करते हुए, बहुतायत, उत्पादन तथा उर्वृद्धि को नियंत्रित करती हैं, का अध्ययन किया जाता है।"

(9) 1975 में भारतीय विद्वान पी. डी. शर्मा (P. D. Sharma) ने पारिस्थितिकी को परिभाषित करते हुए बताया कि "पारिस्थितिकी जीवों तथा उनके वातावरण के मध्य का अन्तर्सम्बन्ध है।"

उपरोक्त परिभाषाओं से स्पष्ट है कि पारिस्थितिकी 'जीवों के परिसंस्थानों' (Habitat) एवं 'वातावरणों का अध्ययन' करता है। हिन्दी भाषा में इकोलोजी (Ecology) का पर्यायवाची शब्द पारिस्थितिकी है। इसकी व्युत्पत्ति संस्कृत भाषा के परि उपसर्ग (Suffix) सहित यथा धातु से कितन प्रत्यय लगाकर बने शब्द स्थिति से हुई है जिसका अर्थ 'जीवों के चारों ओर विद्यमान उन भौतिक दशाओं से है जो जीव पर प्रभाव डालती हैं और स्वयं प्रभावित होती हैं।' इस प्रकार पारिस्थितिकी शब्द में इकोलोजी के अर्थ (Meaning) एवं प्रत्यक्षीकरण (Perception) दोनों हैं।

संक्षेप में पारिस्थितिकी को पर्यावरण जीवशास्त्र (Environmental Biology) भी कहते हैं। पारिस्थितिकी में विज्ञान के माध्यम से जीवधारियों तथा उनके वातावरण का आपसी सम्बन्ध और प्रभाव का अध्ययन किया जाता है।

पारिस्थितिकी के सिद्धान्त

(PRINCIPLES OF ECOLOGY)

पारिस्थितिकी के निम्नांकित तीन प्रमुख सिद्धान्त हैं :

- (i) स्वपारिस्थितिकी
- (ii) समुदाय पारिस्थितिकी या संपारिस्थितिकी
- (iii) आवासीय पारिस्थितिकी

पारिस्थितिकी के उपर्युक्त तीन सिद्धान्त हैं। इनके आधार पर पारिस्थितिकी को तीन प्रकारों में बाँटा जाता है।

(i) स्वपारिस्थितिकी (Autecology)—स्वपारिस्थितिकी सिद्धान्त के अन्तर्गत एकाकी जाति (Individual Species) की पारिस्थितिकी के मन्दर्भ में उसके जीवन चक्र की विविध अवस्थाओं की अन्तर्क्रिया का अध्ययन किया जाता तो उसे स्वपारिस्थितिकी कहते हैं। स्वपारिस्थितिकी में कोई जैव जाति किस प्रकार के पर्यावरण में भली-भाँति विकसित होती है और अपनी वंशवृद्धि को जारी रख सकती है, पर्यावरण के तब उसे बदलाव से जैव जातियों में किस प्रकार का बदलाव लाते हैं, क्या जीवन चक्र की विविधता पर्यावरण को देन है, क्यों कुछ जातियों के जीव पर्यावरण परिवर्तन को सहन कर लेते हैं, जबकि कुछ विनष्ट हो जाते हैं? आदि गूढ़ प्रश्नों का उत्तर प्राप्त करने का प्रयास करता है। इन प्रश्नों का उत्तर आसान नहीं है। अध्ययन

1 "Ecology is the study of interaction of form function and factors." —R. Mishra

2 "Ecology is the scientific approach to the study of environmental interaction which controls the welfare of living things, regulate their distribution, abundance, production and evolution."

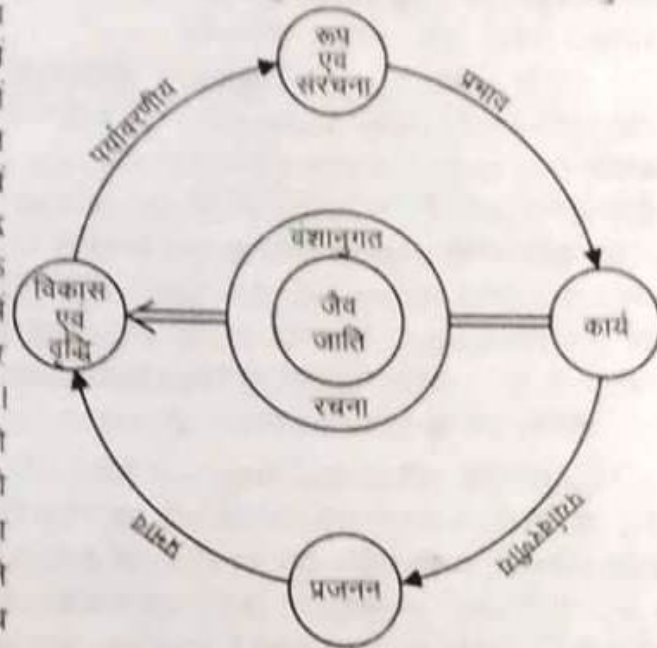
—Charles J. Krebs

3 "The ecology is the interrelationship between the organisms and their environment."

—P. D. Sharma

विरसणों और विश्लेषणों के उपरान्त पर्यावरण से जीव जातियों के अन्तर्सम्बन्धों को यथासम्भव समझाने का प्रयास किया जाता है। सभी जातियों के जीवों की अपनी पारिस्थितिकी होती है। एक विशिष्ट जाति का पीछा एक विशिष्ट पर्यावरण में जन्म लेता है, उसकी अपनी आवश्यकता होती है, उसका जीवन-चक्र निश्चित होता है। किसी व्यवधान के कारण वह प्रतिक्रिया करता है, पर्यावरण परिवर्तन से उसमें गुणात्मक परिवर्तन (Qualitative Change) आ जाता है और कभी-कभी वह जाति विनष्ट हो जाती है। जिन जातियों में पर्यावरण समंजन (Adjustment) की क्षमता अधिक होती है उनका विसरण (Diffusion) तथा वितरण (Distribution) विस्तृत भू-क्षेत्र पर पाया जाता है। जीवन चक्र के क्रियान्वयन में अनेक भौतिक तत्व अपने-अपने ढंग से जीवन-चक्र की अवस्थाओं में सहयोग प्रदान करते हैं। इसे जैवीय जीवन-चक्र (Biological Life Cycle) कहा जाता है।

(ii) **समुदाय पारिस्थितिकी या संपारिस्थितिकी (Synecology)**—समुदाय पारिस्थितिकी में जैवीय समुदाय (Biotic Community) की पारस्परिक क्रिया का अध्ययन एक संयुक्त परिवार के रूप में किया जाता है। जब समान जातियों या गुणों की अनेक जातियों के जीव एक साथ पाए जाते हैं, तो उसे समुदाय कहा जाता है। समुदाय में रहने वाले जीव पारस्परिक निर्भरता से आबद्ध होते हैं और उनकी अन्तःक्रिया में सामूहिक सहभागिता होती है। भिन्न समुदाय के जीवों में जनन क्रिया, वंशवृद्धि, सहभागिता और प्रतिद्वन्द्विता की भावना भिन्न होती है। सामुदायिक संघर्ष में अनेक जातियां विनष्ट हो जाती हैं। समुदाय की रचना में पेड़-पौधों की भूमिका प्रधान होती है, क्योंकि ये अपनी वंश वृद्धि करके भौतिक पर्यावरण को जीवन्त बनाते हैं। पौधों के कारण विविध प्रकार के जीव विकसित होते हैं जिनका जीवन उन्हीं पौधों पर आधारित होता है। कुछ पौधे और जीव अधिक सन्तानोत्पत्ति कर अपने समुदाय की वृद्धि कर लेते हैं और वे उस स्थान के प्रभुत्वशाली (Dominant) जाति के जीव बन जाते हैं। विविध समुदायों के जीव-पौधे एवं जीव-जन्तु अपनी जैविक क्रिया द्वारा अपने समीप के जीवों को प्रभावित करने का प्रयास करते हैं। इस प्रक्रिया में एक स्थान का जैविक वातावरण बदलता है। जैविक वातावरण के परिवर्तन में नई जाति के जीवों का प्रवेश तथा पुरानी जातियों के जीवों का स्थानान्तरण या विनाश महत्वपूर्ण होता है। भौतिक वातावरण में होने वाला परिवर्तन भी इस गत्यात्मकता के लिए उत्तरदायी है। जैव समुदाय में नई जाति के जीवों की संख्या बढ़ने पर अन्तर्जातीय प्रतिद्वन्द्विता बढ़ती जाती है। यह कमजोर समुदाय के जीवों के विनाश का कारण बन जाती है। अतः यह कहा जा सकता है कि किसी स्थान पर पाए जाने वाले समस्त जीव समूह, पौधे, पशु एवं सूक्ष्म जीव एवं वहाँ के भौतिक पर्यावरण के पारस्परिक सम्बन्ध का अध्ययन समुदाय पारिस्थितिकी (Synecology) है। इनके सम्बन्धों में समयानुसार परिवर्तन पारिस्थितिक अनुक्रमण (Ecological Succession) कहलाता है।



चित्र 1 : जैवीय चक्र

(iii) **आवासीय पारिस्थितिकी (Habitat Ecology)**—इस सिद्धान्त के अन्तर्गत प्रदेश विशेष को पशु या जीवों (Organisms) के आवास की विशेष स्थिति को ध्यान में रखते हुए विभिन्न आवास समूहों में विभाजित किया जाता है। आवास विशेष के अनुसार सकल जीवों का विन्यास एवं लक्षणों के अनुसार वितरण विकास, आदि को समझाया जाता है। गंगा डेल्टा, मरु प्रदेश या तटीय प्रदेश के जीव स्वरूप में जो भिन्नताएं उत्पन्न हुई हैं, वे उसके निवास (Habitat) के कारण उत्पन्न हुई हैं।

पारिस्थितिकी का उद्भवात्मक विकास (EVOLUTIONARY DEVELOPMENT OF ECOLOGY)

पारिस्थितिकी का अध्ययन एवं चिन्तन तो मानवीय इतिहास से भी अधिक प्राचीन है, परन्तु इसके अध्ययन की वास्तविक शुरुआत 1685 से प्रारम्भ होती है जब आइरिश विद्वान किंग (King) ने वनस्पति जगत के विस्तार, स्वरूप और परिवेश पर प्रकाश डालकर इस चिन्तन का शीर्गणेश किया। अठारहवीं शताब्दी में लिनाऊस (Linnaeus) एवं बफन (Buffon) जैसे विद्वानों ने पारिस्थितिकीय चिन्तन पर विशद प्रकाश डाला। जर्मन विद्वान वॉन हम्बोल्ट, स्त्रूस, फोर्ब्स तथा हिलेयर ने उन्नीसवीं शताब्दी में महत्वपूर्ण योगदान दिया। बार्मिंग (Warming) ने डेनमार्क में एवं एच. सी. काउल्स (H. C. Cowles) ने संयुक्त राज्य अमेरिका में पारिस्थितिकी विज्ञान के विकास में महत्वपूर्ण कार्य किया। हैन्स रीटर (Hanns Reiter) ने 1868 में पहली बार ओइकोलॉजी (Oekologie) एवं 1866 में हैकेल (Haeckel) ने इकोलॉजी शब्दों का प्रयोग करके 1869 में उसकी विस्तृत व्याख्या प्रस्तुत की।

बीसवीं शताब्दी के प्रारम्भ में काउल्स ने पारिस्थितिकी के विकास हेतु महत्वपूर्ण कार्य किए। उन्होंने प्राणि पारिस्थितिकी (Animal Ecology) की नींव डाली। 1898 में जर्मन विद्वान शिम्पर (Schimper) तथा किर्चनेर (Kirchner) ने समुदाय पारिस्थितिकी (Synecology) का विकास किया। प्रथम विश्वयुद्ध तक पारिस्थितिकी के तीनों रूपों स्वपारिस्थितिकी (Autecology), समुदाय पारिस्थितिकी (Synecology) तथा आवास पारिस्थितिकी (Habitat ecology) का व्यवस्थित प्रयोग होने लगा था। पारिस्थितिकी (Ecology) के साथ-साथ 'पारितन्त्र' (Ecosystem) का चिन्तन भी विकसित हुआ। ए. जी. तंसले (A. G. Tansely) ने 'पारितन्त्र' (Ecosystem) की धारणा 1935 में प्रस्तुत की। संयुक्त राज्य अमेरिका में ई. पी. ओडम (E. P. Odum) ने 1971 में एक महत्वपूर्ण पुस्तक 'Fundamentals of Ecology' लिखी।

पारिस्थितिकी के उद्भव एवं विकास को निम्न चार चरणों में बांटा जा सकता है :

(1) **प्रारम्भिक काल (Initial Stage)**—मनुष्य ने पारिस्थितिकी का अध्ययन प्रारम्भ से ही किया है, परन्तु वह इसका व्यवस्थित ज्ञान संजोकर नहीं रख सका। प्रागैतिहासिक काल में मानव की आवश्यकताएं आखेट (शिकार), कन्दमूल-फल, खुले मैदानों व पेड़ों के नीचे रहकर पूरी होती थीं। मानव ने गुफाओं व पेड़ों के ऊपर या नीचे रहने का निर्णय मौसम एवं पर्यावरण के अपने अनुभवों के आधार पर लिया था। पौराणिक आख्यानों में इस बात का उल्लेख आया है कि प्रतिकूल होती हुई भौतिक परिस्थितियों वाले भू-खण्ड से बचने के लिए तत्कालीन मनुष्य ने प्रतिकूल भू-खण्ड से अनुकूल भौतिक परिस्थितियों वाले भू-खण्ड की ओर स्थानान्तरण किया है। आयुर्वेद के प्राचीन आचार्यों में चरक ने व्याधि-हरण में मौसम, जल एवं स्थान, आदि के प्रभावों की विस्तृत विवेचना की है। पुराणों में वर्णित नदी, पर्वत, द्वीप, वर्ष (क्षेत्र), सागर तथा अरण्य (वन) प्रदेशों का अलौकिक वर्णन और उनका मानव समाज से सम्बन्ध सभी दृष्टियों से पारिस्थितिक चिन्तन को ही व्यक्त करते हैं। यूनानी विचारकों में हिप्पोक्रेटस, अरस्तू तथा बियोफ्रेस्टस को प्रारम्भिक पारिस्थितिकीवेत्ता माना जा सकता है। बियोफ्रेस्टस ने सर्वप्रथम पादप समुदाय एवं विभिन्न क्षेत्रों में पाए जाने वाले पादप समुदायों का वर्णन स्थिति एवं परिस्थिति के अनुसार किया।

(ii) **अन्धकार युग (Dark Age)**—भौगोलिक विचारधाराओं के विकास में ईसा की तीसरी शताब्दी से बारहवीं शताब्दी का समय अन्धकार युग (Dark Age) के नाम से विख्यात है। इस काल में पारिस्थितिकी की कोई विशेष प्रगति न हो सकी। उसके बाद फ्रांसीसी विद्वान रियुमर ने कीटों के सम्बन्ध में एक पुस्तक लिखी। उसके समकालीन विद्वानों में कोनराड, गेसनर, सिजलपिनो, बॉहिन, रुडोल्फ, जान रे तथा बफन मुख्य थे, जिन्होंने पारिस्थितिकी विषय को आगे बढ़ाया। बफन ने प्रतिपादित किया कि जड़ (निर्जीव) व चेतन दोनों घटक प्रकृति में भौतिक नियमों द्वारा परस्पर सम्बद्ध एवं अनुशासित हैं तथा जीवधारी (चेतन) अनुकूलन द्वारा अपने को किसी पर्यावरण में अच्छी तरह रह पाने एवं पर्यावरण से अधिकतम लाभ उठाने में सक्षम बनाते हैं।

(iii) **माल्थस युग (Malthusian Age)**—प्रसिद्ध अर्थशास्त्री माल्थस ने 1798 में जब अपना 'जनसंख्या सिद्धान्त' (Theory of Population) प्रस्तुत किया तो मानव-पारिस्थितिकी (Human Ecology) का उदय हुआ। फोर्ब्स ने 1846 में ब्रिटिश आइल्स में पुरातत्व पारिस्थितिकी के सम्बन्ध में एक शोध पत्र पढ़ा। आइसोडोर ज्योफ्राय सेण्ट हिलेयर (Isidore Geofroy St. Hilaire) ने जीवों एवं पर्यावरण के पारस्परिक सम्बन्धों के

अध्ययन को इकोलोजी नाम दिया जिसे व्यापक स्वीकृति मिली। 1868 में हेन्स रीटर (Hanns Reiter) ने ओइकोलोजी (Oekologie) शब्द प्रस्तुत किया तथा 1870 में हेकेल (Haeckel) ने इकोलोजी शब्द की विशद व्याख्या प्रस्तुत की जिसके पश्चात् इस शब्द का व्यापक प्रयोग हुआ।

पारिस्थितिकी व पारितन्त्र के पर्याय शब्दों की उत्पत्ति

प्रस्तोता	वर्ष	पर्याय शब्द
1. आइसोडोर ज्योफ्राय सेण्ट हिलेयर	1859	जैवधर्मिकी (Ethology)
2. हेन्स रीटर (Hanns Reiter)	1868	ओइकोलोजी (Oekologie)
3. मोबियस (Mobius)	1877	बायोसिनोसिस (Biocenosis)
4. फोर्ब्स (S. A. Forbes)	1887	माइक्रोकॉस्म (Microcosm)
5. सेण्ट जार्ज जैकसन मिवार्ट (St. George Jackson Mivart)	1894	हेक्सिकोलोजी (Hexicology)
6. मार्वियस	1926	नेचर कॉम्प्लेक्स (Nature Complex)
7. फ्रेडरिक	1930	होलोकोइन (Holocoen)
8. तांसले	1935	इकोसिस्टम (Ecosystem)
9. चिनमैन	1939	बायोसिस्टम (Biosystem)
10. मुखाचेव	1951	जियोबायोकोइनोसिस (Geobiocoenosis)
11. रिचर (Richter)	1968	जिओकॉम्प्लेक्स (Geocomplex)

प्रकृति में जीव समुदाय की पारम्परिक क्रियाओं एवं तन्त्रजित प्रभावों का अध्ययन सेण्टनर एवं केर्नर ने किया था। जन्तु पारिस्थितिकीवेत्ता मोबियस ने 1877 में समुदाय के पर्याय के रूप में बायोसिनोसिस (Biocenosis) शब्द का प्रयोग किया। वान लीबिग (Von Leibig) ने 1840 में प्रकृति में कार्बन एवं नत्रजन के चक्रीय प्रमाण पर जोर दिया। उन्होंने बताया कि पौधों की वृद्धि के लिए मिट्टी में पर्याप्त मात्रा में खनिज तत्व (लोहा, कार्बन, नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, कैल्शियम, पोटैशियम, मैग्नीशियम, अल्यूमिना, सल्फर, आदि) विद्यमान होने चाहिए।

(iv) बीसवीं शताब्दी या वर्तमान काल (Twentieth Century or Present Time)—पारिस्थितिकी विषय का वास्तविक विकास वर्तमान काल में ही हुआ है। 1910 में काउल्स (H. C. Cowles) तथा 1916 में फ्रेडरिक क्लीमेण्ट्स (Frederick E. Clements) ने पारिस्थितिक अनुक्रमण (Ecological Succession) की व्याख्या की। तदुपरान्त बहुत से शोधकर्ताओं ने समुदाय पारिस्थितिकी (Synecology or Biosociology) सम्बन्धी ज्ञान की वृद्धि में सहयोग दिया। डेवनपोर्ट, फोर्ब्स, बार्मिंग तथा विक्टर शेल्फोर्ड (Shelford) ने समुदाय का अध्ययन किया। शेल्फोर्ड ने 1913 में 'सहिष्णुता की सीमाओं' (Limits of Tolerance) का सिद्धान्त प्रतिपादित किया। राल्फ चेनी (Ralf Chaney) ने बताया कि समुदाय का स्वरूप स्थिर नहीं रहता। वह समय के साथ-साथ अत्यन्त मन्द गति से परिवर्तित होता रहता है। इसे उसने भौगोलिक परिवर्तनों से उत्पन्न समुदाय का उत्तरोत्तर विकास कहा था। 1913 ई. में ही ब्रिटिश इकोलोजिकल सोसायटी ने *Journal of Ecology* तथा 1932 में *Journal of Animal Ecology* का प्रकाशन कराया। 1915 में अमेरिका में 'इकोलोजिकल सोसायटी ऑफ अमेरिका' की स्थापना हुई। सोसायटी ने 1920 में 'इकोलोजी' तथा 1931 में 'इकोलोजिकल मोनोग्राफ' का प्रकाशन आरम्भ किया। इन वैज्ञानिक पत्र-पत्रिकाओं ने पारिस्थितिकी के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया है।

1935 में ए. जी. तांसले ने पारितन्त्र (Ecosystem) की विचारधारा प्रस्तुत की जिससे पारिस्थितिकी की विशेष उन्नति हुई। 1942 में लिण्डेमान ने बताया कि जीव समुदाय एवं निर्जीव पर्यावरण के मध्य मध्य सम्बन्ध होते हैं। 1959 में इस विचारधारा को जोरदार एवं महत्वपूर्ण समर्थन दिया गया। 1957 में ब्रिटिश पारिस्थितिकीवेत्ता मैकफाडेन (Macfadyen) ने पौधों एवं जन्तुओं तथा उनके पर्यावरण के मध्य सम्बन्धों को नियन्त्रित तथा संचालित करने वाले नियमों तथा सिद्धान्तों को ज्ञात करने की आवश्यकता पर जोर दिया।

कार्ल फ्रेडरिक (Karl Friedericks) ने 1958 में बताया कि पारिस्थितिकी समस्त प्रकृति के सदस्यों के रूप में जीवधारियों का विज्ञान (Science of the environment Umweltlehre) है। उन्होंने पर्यावरण पर जीवों के प्रभावों तथा जीवों पर पर्यावरण के प्रभावों के अध्ययन को महत्वपूर्ण नहीं माना।

1 "Ecology concerns itself with the interrelationships of living organisms, plant or animal and their environments, these are studied with a view to discovering the principles which govern the relationships."
—Macfadyen

1963 में फ्रेसर डार्लिंग (Fraser Darling) ने पारिस्थितिकी के विषय-क्षेत्र को विस्तृत करते हुए बताया कि "पारिस्थितिकी समस्त पर्यावरण के सन्दर्भ में जीवों तथा उनके अन्तर्जातीय (interspecific) एवं आपसी अन्तर्सम्बन्धों का विज्ञान है।"¹

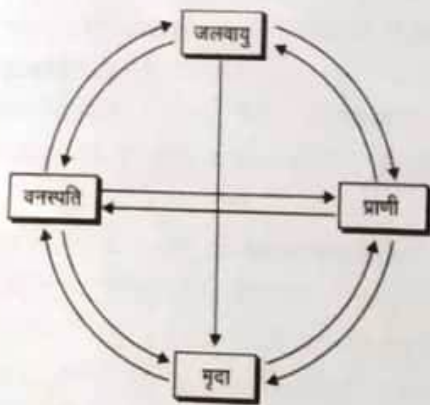
वर्तमान समय में पारिस्थितिकी की संकल्पना को और अधिक विस्तृत रूप में स्वीकार किया जाता है। 1983 में वाई. पी. ट्रसोव (Y. P. Trusov) ने बताया कि "पारिस्थितिकी के अन्तर्गत न केवल पौधों एवं जन्तुओं तथा उनके पर्यावरण के मध्य अन्तर्सम्बन्धों का ही अध्ययन किया जाता है वरन् मानव समाज तथा उसके भौतिक पर्यावरण के बीच अन्तर्क्रियाओं का भी अध्ययन किया जाता है।"²

पारिस्थितिकी तन्त्र का अध्ययन आज इतना अधिक व्यापक बन गया है कि इसमें विज्ञान की सभी शाखाओं के ज्ञान की आवश्यकता है। पारिस्थितिकी तन्त्र के अन्तर्गत ऊर्जा प्रवाह सम्बन्धी तथ्यों के अध्ययन ने आजकल एक नई शाखा जैव ऊर्जा विज्ञान (Bioenergetics) को जन्म दिया है। आज पारिस्थितिकी का अध्ययन क्षेत्र इतना व्यापक है कि इसकी विषय-सामग्री पुरा-पारिस्थितिकी (Palaeo-ecology), जलाशय पारिस्थितिकी (Limnology), समुद्र विज्ञान (Oceanography), रेडियो पारिस्थितिकी (Radio-ecology), जैव भूगोल (Bio-geography), कृषि पारिस्थितिकी (Agricultural ecology), वानिकी (Forestry), मत्स्य जीव विज्ञान (Fishery Biology), अन्तरिक्ष पारिस्थितिकी (Space-ecology), मानव पारिस्थितिकी (Human ecology) तथा वन्य जीव प्रबन्ध (Wild Life Management) जैसी शाखाओं में निहित है।

पारिस्थितिकी का उद्देश्य (Purpose of Ecology)

पारिस्थितिकी अध्ययन का मूल उद्देश्य मानव एवं प्रकृति के मध्य मधुर सम्बन्ध स्थापित करना है। मानवीय जनसंख्या में दिनोंदिन वृद्धि के कारण प्राकृतिक संसाधनों का तेजी से विदोहन हो रहा है।

परिणामतः प्राकृतिक पर्यावरण की रिक्तता, प्रदूषण तथा अवनयन (Degradation) में गुणात्मक क्रम में वृद्धि हो रही है। पारिस्थितिकी का जन्म जीव विज्ञानों से हुआ है। आज यह विषय मात्र जीव विज्ञानों तक ही सीमित नहीं है वरन् इसका सम्बन्ध समस्त समाज तथा अन्य कई विज्ञानों से भी हो गया है। सी. सी. पार्क (C. C. Park) का मत है कि "वास्तव में पारिस्थितिकी कई लोगों के लिए संरक्षण एवं पर्यावरण की पर्यायवाची बन गई है, क्योंकि अब पारिस्थितिकी के अन्तर्गत न केवल जन्तुओं एवं पौधों के विभिन्न पक्षों का ही अध्ययन किया जाता है अपितु समस्त जैविक समुदाय के सम्पूर्ण समाज का भी अध्ययन किया जाता है।" जे. मैडॉक्स (J. Maddox) ने पारिस्थितिकी को मस्तिष्क की दशा (State of Mind) तथा दासमान (Dasmann) ने पारिस्थितिकी को 'एकीकृत करने वाले सामाजिक आन्दोलन' के रूप में स्वीकार किया है। साइमन तथा गेरोन्डेट (N. Simon & P. Gerondet) ने 'पर्यावरणीय तथा पारिस्थितिकीय समस्याओं' के सन्दर्भ में पारिस्थितिकी के महत्वपूर्ण योगदान तथा सामाजिक एवं आर्थिक स्थिरता तथा सन्तुलन के लिए पारिस्थितिकी अध्ययन की सार्थकता को उजागर किया है। समय की आवश्यकता के अनुरूप पारिस्थितिकी को शैक्षिक स्तर से ऊपर उठकर उत्पन्न पर्यावरणीय समस्याओं का हल ढूँढना होगा।



चित्र 2 : पर्यावरण व जीव जगत के पारस्परिक सम्बन्ध

पारिस्थितिक-तन्त्र का अर्थ व परिभाषा

(MEANING AND DEFINITION OF ECOSYSTEM)

सम्पूर्ण पृथ्वी अर्थात् जल, स्थल एवं वायुमण्डल पर अनेक प्रकार के पादप व प्राणी पाये जाते हैं। सभी जीव (पादप व जन्तु) परस्पर एक दूसरे को प्रभावित करने के साथ ही अपने चारों ओर के पर्यावरण के साथ भी अन्योन्यक्रिया करते हैं। किसी भी क्षेत्र में पाये जाने वाले जीव समुदाय और पर्यावरण के कारक, संरचना एवं कार्य की दृष्टि से एक तन्त्र के रूप में कार्य करते हैं, जिसे पारिस्थितिक-तन्त्र कहते हैं। पारिस्थितिक-तन्त्र या 'Ecosystem' शब्द का सर्वप्रथम प्रयोग अंग्रेज

1 "Ecology is the science of organisms in relation to their total environment and inter relationship of organisms interspecifically and between themselves." —Fraser Darling

2 "The concept of ecology has been extended to the corresponding range of phenomena, research and problems. In that connection ecology has been quite logically extended as well to the field of the interaction of society and its physical environment." —Y. P. Trusov

पारिस्थितिकीविद् टेन्सले ने 1935 में अपनी पुस्तक *Ecology* में किया। किन्तु इस विचारधारा का अस्तित्व काफी पुराना है। जीव-पर्यावरण सम्बन्धों को टेन्सले से पहले व बाद में भी अनेक विद्वानों ने विविध नामों से सम्बोधित किया, जैसे बायोसिनॉसिस, माइक्रोकोज्म, होलोसीन, बायोजियोसिनॉसिस, आदि। पारिस्थितिक-तन्त्र को अनेक विद्वानों ने परिभाषित किया है :

(1) टेन्सले के अनुसार, "वातावरण के सभी जैविक एवं अजैविक कारकों के एकीकरण के फलस्वरूप निर्मित तन्त्र पारिस्थितिक-तन्त्र कहलाता है।"¹

(2) भूगोल परिभाषा कोश के अनुसार, "पारिस्थितिक-तन्त्र पौधों तथा जन्तुओं का जैव समुदाय होता है जिसका एक विशेष वातावरण से सम्बन्ध होता है।"

(3) हेगेट के अनुसार, "पारिस्थितिक-तन्त्र वह पारिस्थितिक व्यवस्था है, जिसमें पादप एवं जीव-जन्तु अपने पर्यावरण से पोषक शृंखला द्वारा जुड़े रहते हैं।"²

उपर्युक्त परिभाषाओं से स्पष्ट है कि पारिस्थितिक-तन्त्र एक क्षेत्र विशेष में विकसित वह इकाई या व्यवस्था है, जिसमें विभिन्न प्रकार के जीव समुदाय (पादप व जन्तु) विकसित होते हैं तथा इन पर अजैविक घटकों का नियन्त्रण होता है। सम्पूर्ण पृथ्वी, जिस पर जैविक व अजैविक घटक निरन्तर क्रिया-प्रतिक्रिया करते रहते हैं, भी एक वृहत् पारिस्थितिक-तन्त्र है, जिसे जीवमण्डल कहा जाता है।

पारिस्थितिकी तन्त्र में निवास करने वाले जीवधारी एक-दूसरे को प्रभावित करते हैं। इसका प्रमुख कारण यह है कि इन जीवधारियों में परस्पर तथा भौतिक वातावरण के साथ ऊर्जा तथा पदार्थों का आदान-प्रदान निरन्तर चलता रहता है। निरन्तर पारिस्थितिकी क्रियाओं तथा प्रतिक्रियाओं के चलने रहने के कारण पारिस्थितिकी तन्त्र कभी स्थिर न रहकर सदैव गतिशील अवस्था में रहता है।

पारिस्थितिकी तन्त्र की प्रमुख विशेषताएं (MAIN CHARACTERISTICS OF ECOSYSTEM)

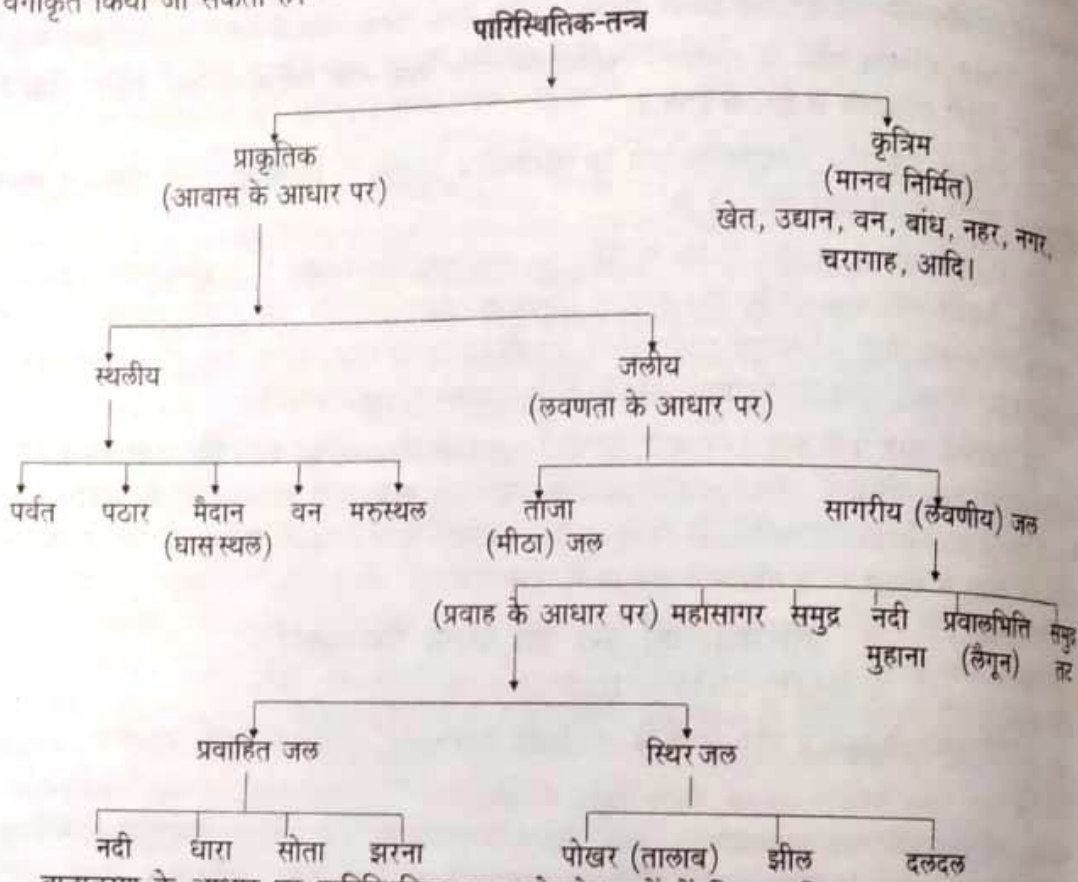
1. पारिस्थितिकी तन्त्र में सौर ऊर्जा के अतिरिक्त जैविक तथा अजैविक घटकों का होना आवश्यक होता है।
2. पारिस्थितिकी तन्त्र एक कार्यशील क्षेत्रीय इकाई के रूप में होता है, जो उस क्षेत्रीय इकाई में निवास करने वाले समस्त जीवधारियों तथा उनके भौतिक वातावरण के सकल योग का प्रतिनिधित्व करता है।
3. पारिस्थितिकी तन्त्र में ऊर्जा तथा पदार्थों का निरन्तर समावेश तथा बहिर्गमन होता है तथा यह प्रक्रिया पारिस्थितिकी तन्त्र की जीवन्तता को कायम रखती है। साथ ही पारिस्थितिकी तन्त्र में ऊर्जा का प्रवाह एक दिशा में होता है।
4. पारिस्थितिकी तन्त्र में पदार्थों का स्थानान्तरण चक्रीय रूप में निरन्तर विभिन्न चक्रों (जल चक्र, कार्बन चक्र, नाइट्रोजन चक्र, ऑक्सीजन चक्र आदि) के माध्यम से सम्पादित होता रहता है।
5. पारिस्थितिकी तन्त्र में निम्न पोषण स्तर से उच्च पोषण स्तर की ओर ऊर्जा का एक अंश ही स्थानान्तरित होता है तथा निम्न पोषण स्तर के जीवधारी की तुलना में उच्च पोषण स्तर के जीवधारी को अपना आहार प्राप्त करने के लिए अधिक कार्य करना पड़ता है।
6. सामान्यतया यदि पारिस्थितिकी तन्त्र के किसी एक संघटक में कोई परिवर्तन होता है, तो पारिस्थितिकी तन्त्र के दूसरे घटक के स्वतः परिवर्तन हो जाता है जिससे पारिस्थितिकी तन्त्र में होने वाली किसी भी क्षति की स्वतः क्षतिपूर्ति हो जाती है। परन्तु यदि मानव द्वारा जब पारिस्थितिकी तन्त्र के किसी संघटक में इतना अधिक परिवर्तन कर दिया जाये कि दूसरे संघटक उसकी क्षतिपूर्ति न कर सकें, तो ऐसी स्थिति में पारिस्थितिकी तन्त्र में असन्तुलन उत्पन्न होकर पर्यावरण प्रदूषण की स्थितियां उत्पन्न हो जाती हैं।

1 "The system resulting from the integration of all the living and non-living factors of the environment."
—Tansley.

2 "Ecosystems are ecological systems in which plants and animals are linked to their environment through a series of feedback loops."
—P. Haggett.

पारिस्थितिक तन्त्र के प्रकार (Types of Ecosystem)

जीवमण्डल में अनेक प्रकार के पारिस्थितिक तन्त्र कार्यरत हैं। पारिस्थितिक-तन्त्र की इकाई का आकार एक छोटे तालाब से लेकर बड़ी झील या महासागर तक तथा एक खेत से लेकर द्वीप व महाद्वीप तक हो सकता है अर्थात् इसके फैलाव की कोई निर्धारित सीमा नहीं है। पारिस्थितिक-तन्त्रों को विभिन्न आधारों पर वर्गीकृत किया जा सकता है।



वातावरण के आधार पर पारिस्थितिक तन्त्र को दो भागों में विभक्त किया जाता है : 1. प्राकृतिक पारिस्थितिक तन्त्र, 2. कृत्रिम पारिस्थितिक तन्त्र।

1. **प्राकृतिक पारिस्थितिक तन्त्र**—ऐसे तन्त्र प्रकृति में मानव हस्तक्षेप के बिना स्वतः ही प्राकृतिक अवस्थाओं के अनुसार बनते हैं। आवास की भिन्नता के आधार पर प्राकृतिक पारिस्थितिक तन्त्र को दो भागों में विभक्त किया जाता है :

(a) **स्थलीय पारिस्थितिक तन्त्र**—स्थल पर पाये जाने वाले पारिस्थितिक तन्त्र इसमें सम्मिलित हैं, जैसे—पर्वतीय, पठारी, वन क्षेत्र, घास के मैदान, मरुस्थल आदि।

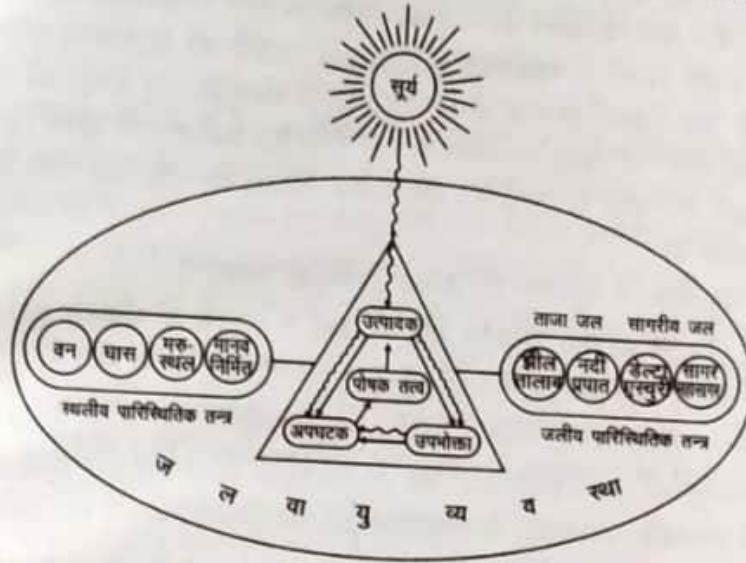
(b) **जलीय पारिस्थितिक तन्त्र**—जल में पाये जाने वाले पारिस्थितिक तन्त्र इसमें सम्मिलित हैं, जैसे—नदी, तालाब व समुद्र। जल के मीठेपन व खारेपन के आधार पर जलीय पारिस्थितिक तन्त्र को पुनः दो भागों में विभक्त किया जाता है :

(i) **ताजा (मीठा) जल पारिस्थितिक तन्त्र**—इसमें ताजा जल या मीठे जल में पाये जाने वाले पारिस्थितिक तन्त्र आते हैं। ताजा जल भी दो अवस्थाओं में पाया जाता है—बहता हुआ (Lotic) जल तथा ठहरा हुआ (Lentic) जल। बहते हुए जल में नदी, धारा, झरना, सोता (Spring) तथा स्थिर जल में तालाब, झील, पहाड़ आदि पारिस्थितिक तन्त्र आते हैं।

(ii) **सागरीय (खारा) जल पारिस्थितिक तन्त्र**—खारे जल में पाये जाने वाले पारिस्थितिक तन्त्र इसमें सम्मिलित हैं, जैसे—समुद्र, महासागर, नदी मुहाना, प्रवाल भित्ति, समुद्र तट आदि पारिस्थितिक तन्त्र।

2. **कृत्रिम पारिस्थितिक तन्त्र**—मानव द्वारा निर्मित व नियन्त्रित पारिस्थितिक तन्त्र को कृत्रिम या अप्राकृतिक पारिस्थितिक तन्त्र कहते हैं। मानव अपनी विभिन्न आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए बौद्धिक स्तर के अनुसार

भौतिक पर्यावरण में परिवर्तन करता है तथा कृत्रिम पारिस्थितिक तन्त्र का निर्माण करता है। खेत, उद्यान, वन, फलोद्यान, बांध, नहर, चरागाह आदि मानव निर्मित या कृत्रिम पारिस्थितिक तन्त्र के उदाहरण हैं।



चित्र 3 : आधारभूत पारिस्थितिक-तन्त्र (जैवमण्डल)

यद्यपि पारिस्थितिकी सम्बन्धी अधिकांश अध्ययन जीवविज्ञानियों द्वारा ही किये गये हैं, किन्तु पर्यावरण व पारिस्थितिकी भूगोल विषय के भी मूल आधार होने के कारण अनेक भूगोलवेत्ताओं ने भी इस क्षेत्र में कार्य किया है एवं कर रहे हैं। पीटर हेगेट ने अपनी पुस्तक 'Geography : A Modern Synthesis' में सम्पूर्ण पृथ्वी को तीन प्रमुख पारिस्थितिकी कटिबन्धों तथा उपकटिबन्धों में बांटा है :

- (1) **वनीय पर्यावरण**—(i) विषुवतरेखीय कटिबन्ध, (ii) मध्यअक्षांशीय सीमावर्ती कटिबन्ध, (iii) बोरेल (उत्तरी कोणधारी वन) कटिबन्ध।
- (2) **मध्यवर्ती पर्यावरण (घास स्थल व भूमध्यसागरीय)**—(i) सवन्ना कटिबन्ध, (ii) भूमध्यसागरीय कटिबन्ध, (iii) मध्य अक्षांशीय घास के मैदान।
- (3) **बंजर क्षेत्र पर्यावरण**—(i) शुष्क एवं अर्द्ध-शुष्क कटिबन्ध, (ii) टुण्ड्रा कटिबन्ध, (iii) ध्रुवीय कटिबन्ध।

एंट्रॉपी नियम

(THE ENTROPY LAW)

एंट्रॉपी का अर्थ एवं परिभाषाएं (Meaning and Definition of Entropy)—एंट्रॉपी का प्रादुर्भाव ऊर्जागतिकी के द्वितीय नियम के फलस्वरूप हुआ। एंट्रॉपी एक ऊष्मागतिकी अवस्था परिमाण है, जो तन्त्र के अणुओं की 'अव्यवस्था' अथवा 'बेतरतीबी' की माप है।¹

अन्य शब्दों में, "एंट्रॉपी को 'अव्यवस्था' (disorder) या बेतरतीबी' (randomness) के साथ जोड़कर बेतरतीबी की माप के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।

यदि एंट्रॉपी का संकेत S है, तब किसी प्रक्रिया के लिए एंट्रॉपी में परिवर्तन ΔS को निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है :

$$\Delta S = S_{\text{final}} - S_{\text{initial}}$$

जहां, S_{final} = अव्यवस्था की अन्तिम अवस्था

S_{initial} = अव्यवस्था की प्रारम्भिक अवस्था

यदि, $S_{\text{final}} > S_{\text{initial}}$, ΔS धनात्मक होगा।

¹ Entropy is a thermodynamic state quantity that is a measure of the randomness or disorder of the molecules of the system.

एन्ट्रॉपी की संख्यात्मक परिभाषा (Numerical Definition of Entropy)

एन्ट्रॉपी की पूर्व में वर्णित परिभाषा एन्ट्रॉपी की भौतिक परिभाषा है, परन्तु तन्त्र तथा आम-प्राप्त के परिवेश में एन्ट्रॉपी में होने वाले परिवर्तन की माप की गणना के लिए एन्ट्रॉपी की क्रियात्मक परिभाषा की आवश्यकता होती है। वर्ष 1850 में क्लॉसियस (Clausius) एन्ट्रॉपी की संख्यात्मक परिभाषा प्रस्तुत की उनके अनुसार, किसी तन्त्र (जिसमें भौतिक अथवा रासायनिक परिवर्तन नहीं होता) की एन्ट्रॉपी एक स्थिर परिमाण है, जब उसमें ताप (या ऊष्मा) का सम्प्रेषण नहीं होता है। जब तन्त्र में ऊष्मा (q) का प्रवाह होता है, तब एन्ट्रॉपी में q/T की वृद्धि हो जाती है। यदि ऊष्मा (heat) का बहिर्गमन होता है, तब एन्ट्रॉपी में तदनु रूप कमी आ जाती है।

अतः एन्ट्रॉपी को संक्षेप में निम्नवत परिभाषित किया जा सकता है :

स्थिर तापमान (T) पर प्रतिवर्ती परिवर्तन होने की दशा में एन्ट्रॉपी में परिवर्तन (Δ) अवशोषित अथवा उत्सर्जित ऊष्मा ऊर्जा को तापमान (T) से भाग देने पर प्राप्त भजनफल के बराबर होता है। (For a reversible change taking place at a fixed temperature (T), the change in entropy (ΔS) is equal to heat energy absorbed or evolved divided by temperature (T .) अर्थात्,

$$\Delta S = \frac{q}{T}$$

यदि ऊष्मा का अवशोषण होता है तथा ΔS धनात्मक है, तब एन्ट्रॉपी में वृद्धि होगी। यदि ऊष्मा उत्सर्जित होती है तथा ΔS ऋणात्मक है, तब एन्ट्रॉपी में कमी होगी।

अवस्था के फलन के रूप में एन्ट्रॉपी (एन्ट्रॉपी नियम) [(Entropy as a Function of State) (Entropy Law)]

एन्ट्रॉपी एक ऐसा अवस्था गुण है, जो तन्त्र के ताप, दाब व आयतन जैसे गुणों का फलन है।

किसी तन्त्र की एन्ट्रॉपी को दो प्रकार से परिवर्तित किया जा सकता है :

1. यदि आयतन स्थिर हो अर्थात् $dV = 0$, तो तन्त्र की ऊर्जा में वृद्धि से अर्थात् du के धनात्मक होने से उसके dS (एन्ट्रॉपी परिवर्तन) के मान में वृद्धि होगी, अतः स्थिर आयतन पर तन्त्र की ऊर्जा के बढ़ने से उसके एन्ट्रॉपी के मान में भी वृद्धि होगी।

2. यदि तन्त्र की ऊर्जा स्थिर रहे अर्थात् $dU = 0$ हो, तो तन्त्र के आयतन में वृद्धि अर्थात् dV के धनात्मक मान के साथ dS के मान में वृद्धि होगी, अतः स्थिर ऊर्जा पर किसी तन्त्र के आयतन में वृद्धि के साथ उसकी एन्ट्रॉपी के मान में वृद्धि होगी। इसी तरह

3. स्थिर आयतन पर किसी तन्त्र के ताप में वृद्धि के साथ उसके एन्ट्रॉपी मान में भी वृद्धि होती है।

4. स्थिर तापमान पर आयतन वृद्धि के साथ तन्त्र के एन्ट्रॉपी के मान में भी वृद्धि होती है।

5. स्थिर दाब पर किसी तन्त्र की एन्ट्रॉपी उसके ताप वृद्धि के साथ बढ़ती जाती है।

6. किसी भी तन्त्र की एन्ट्रॉपी उसके ताप तथा एक अन्य चर राशि दाब या आयतन का फलन होती है।

भौतिक परिवर्तन में एन्ट्रॉपी परिवर्तन

(ENTROPY CHANGE IN PHYSICAL CHANGE)

जब किसी पदार्थ का भौतिक परिवर्तन हो रहा हो, तो उसका ताप स्थिर होता है, अतः E वह एक समतापीय रूपान्तरण होता है और किसी समतापीय परिवर्तन के लिए T का मान स्थिर हो जाएगा। ऐसी स्थिति में अवस्था परिवर्तन का समीकरण निम्न स्वरूप का होगा :

$$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$$

अर्थात्, किसी समतापीय परिवर्तन के लिए उसके एन्ट्रॉपी परिवर्तन का मान ऊष्मा की उस मात्रा से परिकल्पित किया जा सकता है, जो तन्त्र के उच्चमणीय अवस्था परिवर्तन के लिए आवश्यक हो। स्मरण रहे कि तन्त्र की अवस्था परिवर्तन के समय उसका ताप स्थिर रहता है।

क्लॉसियस असमानता
(CLAUSIUS INEQUALITY)

एन्ट्रॉपी परिवर्तन को निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है :

$$dS = \frac{\delta q_{rev}}{T}$$

यह एक समानता समीकरण है तथा तन्त्र की उत्क्रमणीयता (reversibility) पर आधारित है, लेकिन समस्त स्वतः एवं प्राकृतिक प्रक्रम अनुत्क्रमणीय होते हैं। उदाहरणार्थ, किसी धातु की छड़ का यदि एक सिरा ठण्डा व एक सिरा गर्म हो, तो स्वतः ही कुछ समय बाद पूरी छड़ का तापमान समान हो जाएगा। इस प्रकार के प्रक्रमों को स्वतः प्रक्रम (spontaneous process) और इस प्रवृत्ति को स्वतः प्रवर्तता (spontaneity) कहा जाता है। स्वतः प्रक्रम एक ही दिशा में सम्पन्न होते हैं, अतः वे अनुत्क्रमणीय (irreversible) प्रक्रम होते हैं, क्योंकि कोई छड़ समान रूप से दोनों सिरों पर बराबर ताप वाली हो, तो स्वतः ही उसका एक सिरा गरम व एक सिरा ठण्डा नहीं हो सकता। प्रकृति में सारे प्रक्रम स्वतः ही सम्पन्न होते हैं। पतझड़ में पेड़ों के पत्ते पीले होकर झड़ने लगते हैं और बसन्त ऋतु में पेड़ों पर नए हरे पत्ते लगते हैं। हम किसी भी विधि से पेड़ से गिरा हुआ पीला पत्ता हरा करके वापस पेड़ पर नहीं लगा सकते। अतः समस्त प्राकृतिक तथा वास्तविक प्रक्रम अनुत्क्रमणीय होते हैं। अनुत्क्रमणीयता को क्लॉसियस की असमानता समीकरण द्वारा दर्शाया जा सकता है :

$$dS > \frac{\delta q}{T}$$

उत्क्रमणीय प्रक्रम दोनों दिशाओं में सम्पन्न होते हैं। वे सदैव साम्य में रहते हैं, तन्त्र अपनी साम्यावस्था से अनन्त सूक्ष्म समय के लिए हट सकता है, लेकिन शीघ्र ही वह पुनः अपनी साम्य अवस्था में आ जाता है। साम्यावस्था वाले समस्त प्रक्रम उत्क्रमणीय होते हैं और ये प्रक्रम आदर्श प्रक्रम कहलाते हैं।

एन्ट्रॉपी की भौतिक सार्थकता (Physical Significance of Entropy)

किसी तन्त्र की अव्यवस्था अथवा अस्त-व्यस्तता का नाम है, एन्ट्रॉपी। ताप बढ़ने से अणुओं की गतिज ऊर्जा बढ़ने से उनकी अव्यवस्था बढ़ती है, फलतः उनकी एन्ट्रॉपी बढ़ती है। ठोस से द्रव व द्रव से गैस बनने में अणुओं की अव्यवस्था बढ़ती है, जिससे उनकी एन्ट्रॉपी बढ़ती है। किसी ठोस का द्रव में विलयन बनाने में उन अणुओं की अव्यवस्था बढ़ती है, फलतः उनकी एन्ट्रॉपी में वृद्धि होती है।