श्री. अमोलक जैन विद्या प्रसारक मंडळाचे

श्रीमती शां. कां. गांधी कला, अमोलक विज्ञान व प. हि. गांधी वाणिज्य महाविद्यालय कडा

ता. आष्टी जिल्हा बीड ४१४२०२

भूगोल विभाग

प्रा. उध्दव एकनाथ चव्हाण

(विद्यावाचस्तपती)

पर्यावरण विज्ञान

विविध ज्ञानशाखांतील अभ्यास, संशोधक, परीक्षक व नियोजक यांचे लक्ष उत्तरोत्तर पर्यावरणाच्य अभ्यासाकडे वळले. पर्यावरणाची वैज्ञानिक तपासणी मोठ्या प्रमाणावर विशेषतः विकसित राष्ट्रांत सुरू झाली. विविध नैसर्गिक शास्त्रे व सामाजिक शास्त्रे यांची गुंफण होऊन पर्यावरणशास्त्र या नूतन अभ्यासविषयाचा उगम झाला. विकसित देशांबरोबरच विकसनशील देशांतही या विषयाच्या अभ्यासाला मोठा वाव मिळाला. भारतात काही विद्यापीठातून पदवी व पदव्युत्तर स्तरावर पर्यावरणशास्त्र हा स्वतंत्रपणे शिकवला जात आहे. सध्याच्या नवीन अभ्यासक्रमांच्या आकृतिबंधात प्राथमिक व माध्यमिक स्तरावर परिसर पर्यावरण निसर्गशिक्षण असे उपविषय पर्यावरणशास्त्राचे सार्वत्रिक महत्त्व प्रतिबिंबित करतात.

पर्यावरण म्हणजे काय ?

पर्यावरण ही संकल्पना शास्त्रीयदृष्ट्या बहुव्यापक, बहुसमावेशक व बरीच गुंतागुंतीची आहे. **व्युत्पत्तिशास्त्राच्या दृष्टीने पर्यावरण म्हणजे पृथ्वीवरील विशिष्ट भागाशी निगडित असलेली सभोवतालची परिस्थिती. Environ (to surround) या मूळ फ्रेंच शब्दापासून इंग्रजीत Environment असा शब्द प्रचलित झाला यालाच मराठीत पर्यावरण असे म्हणतात.** थोडक्यात, पर्यावरण म्हणजे सभोवतालची परिस्थिती, सभोवतालची परिस्थिती एक किंवा अनेक सजीवांच्या संदर्भात असू शकते. तसेच ती एक किंवा अनेक घटकांनी मिळून बनलेली असते. काही

घटक निसर्गनिर्मित काही मानवनिर्मित असतात तर काही घटक निर्जीव व काही घटक संजीव असतात. या सर्व प्रकारच्या घटकांची परस्परक्रिया सातत्याने सुरू असते. यातूनच एकत्रित स्थिती (Totality) अथवा पर्यावरण निर्मिती होते.

पर्यावरण ही संज्ञा स्थल व कालसापेक्ष आहे असे म्हणणे उचित ठरेल. एखाद्या छोटयाशा तळयातील पाणी, मृदा, हवा, वनस्पती त्यांतल्या सजीवांच्या दृष्टीने महत्वपूर्ण पर्यावरणनिर्मिती करतात. तळे म्हणजे त्यांतल्या सजीवांचे पर्यावरण, तसेच संपूर्ण पृथ्वी देखील एक पर्यावरणच आहे (Earth as (environment) पर्यावरण स्थल व काल याबरोबरच जीवसापेक्ष आहे. जे पर्यावरण एका सजीवास किंवा सजीवसमूहास तारक असते तेच पर्यावरण दुसऱ्या सजीवास किंवा सजीवसमूहास मारकही ठरू शकते. अतिप्राचीन काळात हिमयुगातील हिमावरणमुळे पृथ्वीवरील पर्यावरण सजीवांना प्रतिकूल होते. या काळात काही प्राणी नामशेष झाले. काही प्राणी स्थलांतर करून पर्यावरणाशी समायोजित झाले, हिमयुगातील हिमावरणाचा काही भाग आज उष्ण वाळवंटीय पर्यावरणाचा आहे. मानवासहित इतर सजीवांना आजही तेथील पर्यावरण पोषक नाही. तथापि खनिजे व शक्तिसाधनांच्या अस्तित्वामुळे या पर्यावरणात मानवी समूहांचा विकास झाला आहे. म्हणून कोणत्याही अनुकूल वा प्रतिकूल पर्यावरणाचा अभ्यास स्थल, काल व जीवसापेक्ष असतो.

पर्यावरणाचे प्रकार:

पर्यावरणाचे मुख्यतः (१) नैसर्गिक पर्यावरण व (२) सांस्कृतिक पर्यावरण असे दोन प्रकार पडतात. पुढील पानावर दर्शविल्याप्रमाणे पर्यावरणाचे प्रमुख प्रकार व घटक वर्णन करता येतात. या घटकांवरूनच पर्यावरणाचे उपप्रकार प्रचलित आहेत. उदा. मृदापर्यावरण (soil environment). सामाजिक पर्यावरण (social environment), लोकसंख्या पर्यावरण (population environment) इत्यादी.

पर्यावरण:

1) नैसर्गिक पर्यावरण (Natural)

(निसर्गनिर्मित)

2) सांस्कृतिक पर्यावरण (Cultural)

(मानवनिर्मित)

(१) लोकसंख्या वसाहती

(२) आर्थिक

(३) सामाजिक

(४) राजकीय

(५) धार्मिक

(६) सांस्कृतिक

1) नैसर्गिक (Natural)

(निसर्गनिर्मित)

मृदावरण

जलावरण

वातावरण

प्राणी

वनस्पती

सूक्ष्मजीव

यांच्या संदर्भातील भौगोलिक घटक (१) स्थान, क्षेत्र, आकार (२) हवामान (३) भूगर्भरचना (५) जमीन / मृदा
(४) प्राकृतिक रचना (६) प्रवाहप्रणाली.

पर्यावरणाच्या या विविध घटकांमध्ये क्रिया प्रतिक्रिया सतत सुरू असतात. साधारणतः निसर्गनियमांनी पर्यावरणातील या किया प्रक्रियांचे नियमन होत असते. यातून विविध प्रकारच्या विशिष्ट पर्यावरण-रचना निर्माण होतात, त्यांना परिसंस्था (Ecosystem) असे म्हणतात. परिसंस्थांच्या समतोलावर पर्यावरणाचे व पर्यायाने सजीवांचे अस्तित्व अवलंबून असते. परिसंस्था कोणत्याही कारणाने दोलायमान झाल्यास विशिष्ट मर्यादेपर्यंत निसर्गतः पुनर्संतुलन (Rebalance) प्राप्त करून घेण्याची क्षमता असते. तथापि पर्यावरणातील मानवाच्या बेताल वर्तनामुळे काही नैसर्गिक परिसंस्थांचा समतोल ढळला आहे. काही परिसंस्था तर पुनर्संतुलनाच्या क्षमतेबाहेर ढासळल्या आहेत. परिणामी मानवासहित इतर सजीवांचे अस्तित्वच धोक्यात आले आहे. **पृथ्वीवरील जीवावरण (Biosphere) नजीकच्या भविष्यकाळात अस्तित्वात राहील किंवा नाही याबाबत पर्यावरणतज्ज्ञांना मूलभूत शंका निर्माण झाली आहे**. पर्यावरणातील मानवाचा अतिस्वार्थी हस्तक्षेप मानवालाच मारक सिद्ध झाल्याने मानवाच्या अतिरेकी क्रियांच्या नियंत्रणासाठी पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासाची गरज निर्माण झाली आहे.

पर्यावरणशास्त्र व्याख्या:

विसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात उदयास आलेली पर्यावरणशास्त्र ही ज्ञानशाखा मानव पर्यावरण संबंधांच्या संदर्भात अनन्यसाधारण महत्त्वाची आहे. नैसर्गिक व सामाजिक शास्त्रांप्रमाणेच पर्यावरणशास्त्र हा मानव-पर्यावरण आंतरसंबंधांचा महत्वपूर्ण अभ्यासविषय आहे. पहिल्या महायुद्धाच्या शेवटी पर्यावरणामध्ये मानवाद्वारे झालेले बदल हळूहळू शास्त्रज्ञांच्या नजरेस येऊ लागले. तथापि पर्यावरणशास्त्र स्वतंत्र विषय म्हणून इ. स. १९६० च्या सुमारास प्रचलित झाला.

पर्यावरणातील नैसर्गिक व सांस्कृतिक घटकांच्या मानवी जीवनावरील प्रभावांचा पद्धतशीर शास्त्रीय व संकलित अभ्यास म्हणजे पर्यावरणशास्त्र होय. मानवी अस्तित्व व सजीवांच्या समूहसृष्टीवर परिणाम करणाऱ्या पर्यावरणाच्या विविध अंगांचे व घटनांचे शास्त्रीय दृष्टिकोनातून सविस्तर अध्ययन म्हणजे पर्यावरणशास्त्र अशी व्याख्या करणे अधिक उचित ठरेल. सजीवांचे पृथ्वीतलावरील अस्तित्व निसर्गनियमांनी बद्ध अशा संतुलित परिसंस्थांवर अवलंबून आहे. म्हणून बर्नाड नेबेल यांच्या मते, "पर्यावरणशास्त्र म्हणजे विविध परिसंस्था प्रणालीचे परस्परसंबंधातील संतुलनमूलक तत्त्वांचे शास्त्रीय अध्ययन".

विविध परिसंस्थांतील समतोल निसर्गनियमांवर आधारभूत असतो. परिसंस्थांच्या समतोलाचा व मानवी हस्तक्षेपांचा ऊहापोह पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासात होतो. **पर्यावरणातील मानवाच्या अतिरेकी हस्तक्षेपामुळे प्रदूषण,**

नागरीकरण, ऊर्जाक्षय, वृक्षतोड, अवर्षण, ओझोनक्षय यांसारख्या भयानक समस्या निर्माण झाल्या आहेत. जॉन टर्क यांच्या मते, " पर्यावरणशास्त्र म्हणजे पृथ्वीवरील पर्यावरणाचे आकलन व मानवी जीवनाचा पर्यावरणावर असणारा प्रभाव यांचा अभ्यास होय. तसेच पर्यावरणाच्या संदर्भात मानवाला ज्या समस्यांना तोंड द्यावे लागते त्या सर्व समस्यांचा अभ्यास करून निर्मूलनासाठी शोध घेणारे शास्त्र म्हणजे पर्यावरणशास्त्र होय.

(Environmental Science provides an approach toward understanding the environment of our planet and the impact of human life upon that environment. It is also a search for solutions to the environmental problems that confront us.")

वर नमूद केलेल्या पर्यावरणात्मक समस्यांचे स्वरूप जागतिक पातळीचे असल्याने त्यांचे परिणाम संपूर्ण मानवजातीवर अपेक्षित आहेत. मानवेतर सजीवांना देखील अस्तित्वाच्य (survival) दृष्टीने मोठा धोका निर्माण झाला आहे. म्हणून पर्यावरणशास्त्रात मानवाची प्रगती कल्याण स्वास्थ्य व भवितव्य यांचा अभ्यास अभिप्रेत असतो.

मानव हा पर्यावरणाचा अविभाज्य घटक असल्याने पर्यावरणाचे संवर्धन राखण व संतुलनाची नैतिक जबाबदारी मानवावरच आहे. म्हणून **पर्यावरणातील साधनसंपदांचा संवर्धन व्यवस्थापन व नियोजनात्मक विश्लेषणाच्या आणि मानवी हिताच्या दृष्टीने केलेल्या शास्त्रीय अभ्यासास पर्यावरणशास्त्र असे म्हणतात. "**

स्वरूप व व्याप्ती:

पर्यावरणशास्त्राचे स्वरूप अतिशय व्यापक आहे. विविध नैसर्गिक व सामाजिक शास्त्रांचा संकलित समन्वय पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासात अभिप्रेत असल्याने पर्यावरणशास्त्र हा विषय सर्वस्पर्शी आहे. पृथ्वीचे सरासरी तापमान वाढत आहे याची कारणे फक्त बेसुमार जंगलोड एवढेच नसून नैसर्गिक जलचक्रातील बिघाड, ओझोन वायूचा क्षय, क्षेपणास्त्र चाचण्या यांसारख्या भौगोलिक व वैज्ञानिक घटनांची समस्यात्मक निर्मितीदेखील आहे. पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासात विविध प्रश्नांची शास्त्रीय उकल करून घेणे आवश्यक असते. उदा, जीवशास्त्रातील सजीवांच्या सविस्तर अभ्यासाचा उपयोग सजीवांच्या पर्यावरणातील जीवनपद्धती उमजून घेण्यास होतो. अंटार्क्टिका खंडावर तांबे, कोळसा, युरेनिअमसारखी खनिजे उपलब्ध असली तर भौगोलिक पाश्र्वभूमीची उकल खनिजांच्या उत्पादनासाठी आवश्यक ठरते. जल, वायू व स्थलप्रदूषण जाणून घ्यायला भौतिकी व रसायनशास्त्रांचा उपयोग तितकाच महत्वाचा ठरतो. म्हणून पर्यावरणशास्त्राचे स्वरूप आंतरविद्याशाखीय (interdisciplinary) आहे. भौतिकी, भूगोल, भूगर्भ, रसायन, जीव या निसर्गशास्त्रांबरोबरच मानववंशशास्त्र, मानसशास्त्र, इतिहास, पुरातत्व या सामाजिक शास्त्रांचाही पर्यावरणशास्त्राशी घनिष्ठ संबंध येतो.

पर्यावरणशास्त्र हा विषय अनेकपदरी असल्याने पर्यावरणाचे विविध घटक व घटनांचे क्लिष्ट पैलू अभ्यासले जातात. पर्यावरणविज्ञानाचे स्वरूप शास्त्रीय (scientific) असल्याने मानव सजीवसृष्टी व भोवतालचे पर्यावरण यांच्या विविध अंगांचे शास्त्रीय विवेचन करून पर्यावरणात्मक प्रश्नांची नीट ओळख करून घेणे, समस्यांचे शास्त्रीय विश्लेषण करून नियोजनासाठी मार्गदर्शक चौकट आखणे ह्या गोष्टी पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासक्षेत्रात येतात. मानव अलौकिक बुद्धिमलेच्या सामर्थ्यावर मानवी जीवन जास्तीत जास्त सुकर करण्याचा सातत्याने प्रयत्न करतो. प्रत्येक स्थळी वा वेळी

त्याचा प्रत्येक प्रयत्न यशस्वी होतोच असे घडत नाही. पर्यावरणाचे इतर घटकदेखील काही वेळा मानवी प्रयत्न निष्फळ ठरवितात. कारण मानवाप्रमाणेच पर्यावरणातील विविध शक्ती प्रगमनशील व गतिमान असतात.

भूकंप, वादळे, महापूर, भूमिप्रपात, अवर्षण यांसारख्या घटना बहुतांशी घातक स्वरूपाच्या असतात. एकूण परिस्थितीचा आढावा घेताना मानवाची निर्णयशक्ती (decision making power) अत्यंत महत्त्वाची ठरते. या निर्णायक शक्तीवरच पर्यावरणातील आकृतिबंधात घडून येणारे बदल अवलंबून असतात. अशा बदलांचा ऊहापोह पर्यावरणशास्त्रात केला जातो. म्हणून पर्यावरणशास्त्राचे स्वरूप प्रगमनशील (dynamic) आहे. विसाव्या शतकातील संगणक क्रांतीमुळे (computer revolution) विविध क्षेत्रांत कामाचा वेग वाढला तरी श्रमिक व बौद्धिक क्षेत्रातील संगणकाचा वापर बेकारीची समस्या अधिक विकट करण्यास कारणीभूत ठरेल. नवीन संशोधनाची फळे चाखताना मानवाचे भवितव्य लक्षात घेऊन मर्यादा आखणे उचित ठरेल. यासाठी विज्ञानातल्या विविध विषयांचे संशोधन मानवी हिताच्या स्वास्थ्याच्या व कल्याणाच्या दृष्टीने कसे करता येईल हा पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासातील महत्त्वाचा भाग आहे.

पर्यावरणातील विविध घटकांच्या आपापसात क्रिया प्रतिक्रिया होऊन पर्यावरणीय आकृतिबंध वा संस्था (environmental patterns / systems) तयार होतात. पर्यावरणशास्त्रात हे आकृतिबंध अभ्यासले जातात. पर्यावरणातील घटक गतिमान असल्याने मानव पर्यावरण आंतरसंबंध संकीर्ण होत असतात. पर्यावरणातील संकीर्णता (complexity) नैसर्गिक घटकामुळे किंवा मानवी हस्तक्षेपाने जटिल होते. ती समजून घेणे पर्यावरणशास्त्राच्या गतिमान स्वरूपामध्ये समाविष्ट आहे. उदा. मनुष्याने अर्थकारणासाठी खनिजसंपत्तीचा अनिर्बंध वापर केल्याने मानव संपदा गुणोत्तर प्रतिकूल व असंतुलित होत आहे. ज्या प्रमाणात खनिजे काढली जातात त्या प्रमाणात ती पुन्हा तयार व्हायला लाखो वर्षे लागतील. पर्यावरणशास्त्रात संपदानियमनाची जाणीव जोपासली जाते व पर्यावरणाबद्दल सर्वसामान्यांची अज्ञानी वृत्ती जागृत केली जाते. जंगलतोडीचा संबंध पृथ्वीच्या वातावरणातील वायुप्रमाणांशी आहे. पृथ्वीवर वातावरणात कर्बवायूचे प्रमाण वाढत आहे तर प्राणवायूचे प्रमाण कमी होत आहे. हिरव्या वनस्पतीचा नाश होत असल्याने कार्बचक्र, नत्रचक्र यांसारखी निसर्गचक्रे (natural cycles) बिघडत चालली आहेत. निसर्गचक्रातील बिघाड नक्की कशामुळे होत आहे हे शोधण्यासाठी विविध परिसंस्थांची शास्त्रीय चिकित्स] पर्यावरणशास्त्र केली जाते.

पर्यावरणशास्त्राचे स्वरूप आंतरविद्याशाखीय असल्याने पर्यावरणातील एखाद्या समस्येची छाननी करण्याआधी त्या विशिष्ट समस्येचे मूळ शोधणे आवश्यक असते. जमिनीची धूप, लोकसंख्येचा स्फोट, प्रदूषण, जंगलांचा नाश यांसारख्या समस्यांचे मूळ भूगोलशास्त्रीय घटकांमध्ये प्रकर्षाने आढळते. पर्यावरणशास्त्र व भूगोलशास्त्र ह्या एकाच नाण्याच्या दोन बाजू आहेत. भूगोलशास्त्रीय तत्वांचा अभ्यास पर्यावरणात्मक समस्यांचे मूळ स्वरूप समजावून घेण्यासाठी उपयोगी पडतो. उदा., उत्तर भारतातील नद्यांचे पात्र दरवर्षी बदलते, या समस्येला भौगोलिक पार्श्वभूमीवर आधारित संशोधनाला वाव आहे.

पृथ्वीवर प्रत्येक जीवसंस्था (life system) खालील तीन गोष्टीत संतुलन असल्यास स्थिर असते. हे संतुलन जीवशास्त्रीय अभ्यासातून समजू शकते.

१. पोषक द्रव्यांची आवक जावक.

२. निर्माण होणाऱ्या ऊर्जेची आवक-जावक.

३. सजीवांची उत्पत्ती आणि ऱ्हास यांतील प्रमाण.

मृदा, वने, खनिजे, जलसाधने यांचा मानवाने बेदरकारपणे वापर केल्याने संपदांचे नैसर्गिक संतुलन गमावले आहे. हया असमतोलत्याचा पुन्हा संतुलन राखण्यासाठी कसा अभ्यास करावा हे पर्यावरणशास्त्राचे महत्त्वाचे उद्दिष्ट आहे.

मानवाचा आर्थिक व सांस्कृतिक विकास होणे आवश्यक असल्याने पर्यावरण निकोप राखण्यापासून संवर्धनापर्यंत भान ठेवणे अगत्याचे आहे. पर्यावरणशास्त्रात वरील गोष्टींचा सविस्तर ऊहापोह करते. खाली दिलेल्या विवेचनावरून व निरनिराळ्या उदाहरणांनी हे अधिक स्पष्ट होईल.

१. भूमिउपयोजनात (land use) शेती, कारखाने, इंधन यासाठी जंगलांचा क्षय होतो. परिणामी हवामानात विकृती येणे, मृदेवी ग्रूप होणे, पुराचे परिणाम वाढणे, वन्य प्राणी कमी होणे असे प्रश्न निर्माण होतात. पर्यायाने वाळवंटीकरणाची समस्या जोर धरू लागते. हिमालयातील वृक्षतोड, धरणप्रकल्प व अतीचराईमुळे तेथील स्नो अपोलो सारख्या फुलपाखरांना मोठा धोका संभवत आहे. येथील फुलपाखरांचे निर्गमन पारिस्थितीक समतोलाला विघातक आहे.

२. मृदेची उत्पादकता वाढविण्यासाठी शेतकरी कृत्रिम खतं वा, कीटकनाशकांचा सर्रास वापर करतात. काही वेळा हाच उपाय मृदेला घातक ठरतो. अन्नसाखळीतून प्रदूषणाचे पदार्थ थेट मानवापर्यंत पोचतात.

३. जलसिंचनासाठी बांधली जाणारी धरणे भूमिउपयोजन बिघडवतात, प्राणिजीवनाचा व जंगलांचा ऱ्हास होतो. जमिनीची धूप होते. वस्त्यांच्या व जनजीवनाच्या पुनर्वसनाचे प्रश्न निर्माण होतात. पर्यावरणात्मकदृष्ट्या धरणाचे स्थान, जलसाठा व नियोजन होणे महत्त्वाचे असते.

४. W. R. I. (World Resource Institute) या जागतिक स्तरावरच्या संस्थेच्या अहवालानुसार जगातील २५ टक्के जीवजाती येत्या ५० वर्षापर्यंत नष्ट होण्याचा धोका व्यक्त केला आहे. मानवाचा निसर्गातील दृष्टीहिन हस्तक्षेप हे याचे कारण आहे. व्यापारी कारणासाठी मोठ्या प्रमाणावर प्राणी मारले जातात. बेडूक, साप, हरीण, वाघ, ससे यांसारखे प्राणी संख्येने कमी होत आहेत.

प्राण्यांची नैसर्गिक परिसंस्थेतील भूमिका महत्त्वाची असते. सजीवसृष्टीतील संतुलन बिघडल्याने मानवी जीवनावर विपरीत परिणाम होत आहेत. सर्पासारखे काही प्राणी मानवाचे मित्र असून त्यांची हत्या होत आहे. उंदीर, घुशी हे सर्वांचे खाद्य असते. यापासून शेतकऱ्यांचे दरवर्षी नुकसान होते. उष्ण कटीबंधात दरवर्षी ऱ्हासामुळे १५ ते ४० हजार जाती नष्ट होत आहेत.

पर्यावरणातील साधनसंपत्तीचा वापर करून मानव प्रगतीची वाटचाल करतो. तथापि पर्यावरणाच्या निकोप आरोग्याचे भान ठेवणे मात्र मानवाला हवे तेव्हढे जमले नाही. आज पर्यावरणात्मक समस्यांच्या गंभीर स्वरूपामुळे मानवासह सर्व सजीवांचेच अस्तित्व धोक्यात आले आहे. पर्यावरणशास्त्राची योग्य कास धरून निसर्गनियम समजून न घेतल्यास एक दिवस असा येईल की, पृथ्वी हा विराण ग्रह होईल. हल्लीच्या यंत्रयुगात पर्यावरणविज्ञानाची व्याप्ती सतत विस्तारत आहे. हा विषय सर्वस्पर्शी व संकीर्ण असल्याने इतर ज्ञानशाखांशी पर्यावरणशास्त्राचा घनिष्ठ संबंध येतो. मानवाच्या बुद्धिकौशल्याची क्षितिजे उत्तरोत्तर उंचावत असल्याने या प्रवाहात पर्यावरणाचे आरोग्य सांभाळणे अत्यावश्यक आहे. पर्यावरणातील नैसर्गिक व सांस्कृतिक घटकांचे शास्त्रीय विश्लेषण झाले पाहिजे. संपूर्ण मानवजातीस भेडसावणारे प्रश्न साकल्याने सोडवण्यासाठी पर्यावरणशास्त्राचा व्याप जाणून घेणे निकडीचे आहे. मानवासह सर्व सजीवसृष्टी जीवन-मरणाच्या उंबरठ्यावर उभी आहे. वेगवेगळ्या क्षेत्रांतील अभ्यासक, संशोधक, नियोजक व प्रशासक पर्यावरणसंवर्धनाच्या दृष्टीने जनजागरण करत आहेत. **जागतिक प्रादेशिक व स्थानिक पातळीवर पर्यावरणीय अभ्यासाची व्याप्ती जाणून घेण्याच्या दृष्टीने जगभर प्रयत्न सुरू झाले असले तरी मानवाचा अतिरेकी उच्छाद अव्याहत सुरू आहे.** गतिमान मानव व अस्थिर पर्यावरण यामुळे पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासाची व्याप्ती सतत वाढत आहे.

पर्यावरणशास्त्रातील मूलतत्त्वे:

पर्यावरणाच्या शास्त्रशुद्ध अभ्यासात काही मूलभूत तत्वे समजणे अत्यावश्यक असते. ती थोडक्यात खाली दिली आहेत.

१. आतापर्यंतच्या संशोधनानुसार पृथ्वीवरच सजीवांचे अस्तित्व असून साधनसंपदांचे वितरण अनियमित व मर्यादित आहे.

२. पर्यावरणात्मक समस्यांची उकल करण्यासाठी संपूर्ण पृथ्वी ही एकच प्रणाली आहे व याप्रणालीतील घटकांमध्ये सतत परिवर्तन होत असतात हे समजणे आवश्यक आहे.

३. **जलावरण, मृदावरण, वातावरण व जीवावरणात मानवाने सर्वांत जास्त प्रमाणात बदल घडवून आणले. मूलस्वरूपातील हे बदल तारक का मारक याची शास्त्रीय चिकित्सा म्हणजे पर्यारणशास्त्राचा पाया आहे.**

४. पर्यावरण व्यवस्थेतील लहानमोठया परिसंस्थांच्या संतुलनावर संपूर्ण पृथ्वीच्या परिसंस्थांचे अस्तित्व अवलंबून आहे. (पृथ्वीदेखील एक महान परिसंस्थाच आहे.) जागतिक, प्रादेशिक व स्थानिक पातळ्यांवर परिसंस्था संतुलनाची जाणीव निर्माण होणे, एकात्म पद्धतीने सुसंवाद घडवून आणणे, संपदा संवर्धन, व्यवस्थापन व नियोजनात वैज्ञानिक तत्त्वांचा पुरस्कार करून मानवी जीवन सुखी करणे पर्यावरणशास्त्राचे मूलभूत तत्व आहे.

५. जरी संख्यात्मक वाढ होते तरी तिला मर्यादा आहेत. जागा द्रव्ये व ऊर्जा या गोष्टी पृथ्वीवर मर्यादित आहेत. अक्षय संपदा प्रदूषित झाल्यास त्या उपलब्ध असून सजीवांच्या दृष्टीने नसल्यासारख्याच आहेत. उदा., जलसंपदा भरपूर असूनही प्रदूषणामुळे निरुपयोगी ठरत आहे.

६. मानव पर्यावरण आंतरक्रिया फार पूर्वीपासून कार्यान्वित बदल घडवून आणत असली तरी पृथ्वीच्या मानवीकरणाची (humanization) तीव्रता व वारंवारिता वाढली आहे.

७. मानवी हस्तक्षेपाइतकेच नैसर्गिक अरिष्टांचे पर्यावरणशास्त्रात महत्व आहे. (पूर, भूकंप, वादळे, टोळधाड, अवर्षण, भूमिपात इत्यादी) अरिष्टांचा कार्यकारणभाव, भौगोलिक पाश्र्वभूमीव शास्त्रीय बैठक ओळवून त्यांची तीव्रता कमी करणे, प्राणहानी व वितहानी टाळण्याच्या दृष्टीने पर्यावरणविज्ञानाच्या अध्ययनाची आवश्यकता आहे.

८. पृथ्वीच्या पर्यावरणात मानव हाच वेगाने बदल घडवून आणणारा प्रभावी घटक असल्याने मानवाच्या क्रिया प्रक्रियांची तपासणी पर्यावरण नियोजनासाठी प्राथमिक गरजेची आहे.

९. भूमिउपयोगातील बदल संकलित परिणामास कारणीभूत ठरतात. भावी पिढ्यांच्या हिताच्या दृष्टीने यातील दुष्परिणाम कमी करणे पर्यावरणशास्त्राच्या कक्षेत आहे.

१०. पर्यावरणातील विविध घटकांत घडणाऱ्या क्रिया-प्रक्रियांच्या परिणामांची साखळी तयार होते. व संयुक्त परिणाम परिसंस्थामधील सुसंवाद बिघडवितात.

११. मानवी समूहांच्या निसर्गासंबंधी काही समज असतो. काही कल्पना असतात. यात निसर्गाचा मानवावर होणारा परिणाम व मानवाचा निसर्गावर होणारा परिणाम अंतर्भूत असतो.

१२. मानवी निर्णयाची अंमलबजावणी योग्य व अयोग्य हे नीती-तत्व व विश्वबंधुत्व या निकषांवर ठरवले जाणे पर्यावरणशास्त्रात अभिप्रेत आहे.

१३. पर्यावरणात्मक गुंतागुंतीच्या समस्या समजून घेण्यासाठी व सोडवणुकीच्या दृष्टीने विविध विद्याशाखांचा सांघिक व संकलित प्रयत्न झाला पाहिजे, पर्यावरणात्मक समस्यांचे मूळ बहुविध घटनांशी संबंधित असते. पर्यावरणशास्त्र हे साकलिय शास्त्र आहे.

१४. शिक्षणपद्धतीत पर्यावरणविषयक जागरूकता, संतुलन व संवर्धन या तत्त्वांचा समावेश करणे. जनमानसात, सर्वसामान्यात पर्यावरणशास्त्राच्या तत्त्वांचे विविध प्रसारमाध्यमाद्वारे रोपण करणे, साधनसंपदा, व्यवस्थापन व नियोजनात पर्यावरणीय तत्त्वांना मूलभूत प्राधान्य देणे पर्यावरणशास्त्राचे अभ्यासक्षेत्र आहे.

पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासपद्धती:

पर्यावरणशास्त्र हा विषय अनेकपदरी असल्यामुळे विशिष्ट अभ्यासपद्धतीचे अवलंबन केल्याशिवाय शास्त्रीय आकलन होणे अवघड असते. पर्यावरणतज्ज्ञांच्या मते पर्यावरणशास्त्राच्या दोन अभ्यासपद्धती आहेत

१. परिस्थितिकी पद्धत किंवा परिसंस्था-पद्धत (Ecological Approach or Ecosystem Approach).

२. वर्तणूक पद्धत (Behavioral Approach).

परिस्थितिकी पद्धतीत सजीवांच्या प्रभावी पर्यावरणातील घटकांचे सविस्तर अध्ययन केले जाते. या घटकांवरच परिस्थितिकी रचना किंवा परिसंस्था अधारित असतात. संपूर्ण पृथ्वी ही एक परिसंस्थाय आहे. **यात मानव वनस्पती, प्राणी, सूक्ष्म जीव हे घटक कार्यरत असतात.** निसर्गशक्तीचा परिणाम जीवसृष्टीवर होतो. अशा विविध क्रिया प्रक्रियेतूनच इतर लहान-मोठ्या परिसंस्था साकार होतात. या परिसंस्था यांच्यापेक्षा मोठ्या परिसंस्थांचाच एक भाग असतात. **विविध परिसंस्थांमध्ये सुसंवाद असणे आवश्यक असते.** एखाद्या घटकात बदल झाल्यास संपूर्ण परिसंस्थेवर त्याचे विपरीत परिणाम होतात. प्रसंगी परिसंस्थांचा तोल ढळतो व जीवघेण्या समस्या निर्माण होतात. म्हणून या पद्धतीत विविध परिसंस्थांचा विस्तृत प्रमाणावर सखोल अभ्यास करून शास्त्रीय चिकित्सा केली जाते. समस्यांचे मूळ पर्यारिवणीय तत्त्वावर शोधून त्यांच्या निर्मूलनासाठी मार्ग शोषले जातात.

वर्तणूक पद्धती: यात पर्यावरणातल्या नैसर्गिक तसेच सांस्कृतिक घटकांचे विश्लेषण केले जाते. या विविध घटकांचे वर्तन (behavior) दरवेळी अनुकूल असतेच असे नाही. उदा., मानवी घटकांचे पर्यावरणाबाबत निष्काळजी वर्तन फार घातकी स्वरूपाचे आहे. **भविष्यकाळात मानवी हालचालीचा काय परिणाम होईल याचा बोध घेणे या पद्धतीत अभिप्रेत आहे. निसर्गातील विविध चक्रे विकृत होत असल्याने विकृतींचा शास्त्रीय वेध घेणे वर्तणूक पद्धतीत समाविष्ट आहे.** उदा. मोसमी पर्जन्याची अनियमितता गेल्या दोन दशकांत मोठ्या प्रमाणावर वाढली आहे. पावसाचे दरवर्षी होणारे सामान्य विचलन पाण्याचा प्रश्न अधिकाधिक गंभीर करीत आहे. पिण्याच्या पाण्यापासून शेतीच्या पाण्यापर्यंत प्रश्न व्यापक होत आहे. मोसमी हवामानाच्या या वर्तनाचा वेध घेणे या अभ्यासपद्धतीचाच भाग आहे. मानवाचे पर्यावरणातील अनिर्बंध वर्तन बऱ्याच पर्यावरणात्मक समस्यांचे मूळ असल्याने वर्तनपद्धतीचा वापर पर्यावरणशास्त्रात मोठ्या प्रमाणावर केला जातो.

पर्यावरणशास्त्राचे महत्त्व आणि कार्य:

मानव आणि पर्यावरण यांत अनादी काळापासून संघर्ष सुरू आहे. गेल्या काही शतकांत हा संघर्ष अधिकाधिक तीव्र होत गेला एकविसाव्या शतकाचा उष:काल मात्र अस्पष्ट आहे. **शास्त्र व तंत्रज्ञानाचा वापर फक्त उपभोगाच्या दृष्टीने केला जात आहे. पर्यावरणाच्या प्रकृतीबाबत मानव बेफिकीर, अविचारी व निर्धास्त असल्यामुळे निसर्गनियमांचा तोल ढळत आहे.** पर्यावरणाचा समतोल राखण्यासाठी पर्यावरणशास्त्राचे सविस्तर शास्त्रीय अध्ययन होणे गरजेचे आहे.

नैसर्गिक पर्यावरणातल्या विविध घटकांपैकी मानव हा महत्त्वपूर्ण सजीव घटक आहे. मानव हा प्राणी असला तरी इतर प्राण्यांपेक्षा मानवाला बुद्धी, कल्पनाशक्ती, महत्त्वाकांक्षा असल्याने मानवप्राणी श्रेष्ठ ठरतो. बुद्धिसामर्थ्याच्या जोरावर मानव निसर्गनियमानुसार जीवन स्वीकारतोय असे घडत नाही. ज्ञान, वाचा, इच्छाशक्ती यांच्या सामर्थ्यांने मानव प्रचलित निसर्गव्यवस्थेत शक्य तेवढे बदल घडवून जीवनक्रम व्यतीत करतो. जीवन जास्तीत जास्त समृद्ध व सुखी करण्याचा मानवाचा अव्याहत प्रयत्न सुरू असतो. **मानवाने निसर्गात घडवून आणलेल्या बदलांमुळे निर्माण झालेल्या पर्यावरणास सांस्कृतिक पर्यावरण म्हणतात. मानवी अधिवास, शेती, कारखानदारी, समाज, तंत्रज्ञान, वाहतूक, राजकारण, संस्कृती यांसारख्या घटकांचा सांस्कृतिक पर्यावरणात समावेश होतो.** सांस्कृतिक घटकांचे पर्यावरणात चांगले तसेच वाईट परिणाम होत असतात. **कित्येक बाबतीत निसर्गनियमांचा वापर फक्त**

स्वहितासाठी केला जातो. मूलभूत व अभिजात गरजा भागवताना अल्प श्रम, अल्प काळ व अल्प खर्च अशी उद्दिष्टे डोळ्यासमोर ठेवून प्रगतीचा मार्ग आखला जाते. मानव आणि पर्यावरण यांतील संघर्ष अशा तर्हेने सतत तेवत असतो. यालाच काही अभ्यासक मानवीकरण' असे म्हणतात. कृत्रिम रबर, संकरित पिके, अपारंपरिक ऊर्जासाधने, यंत्रमानव म्हणजे पर्यावरणातील मानवीकरणाची झलक आहे. विसाव्या शतकातील संगणक व यंत्रमानव क्रांतीने तर प्रचंड उलाढाल सुरू झाली आहे. अर्थकारणाचा चेहरामोहराच बदलू लागला आहे. म्हणून पर्यावरणशास्त्रात मानवनिर्मित पर्यावरणाचे अध्ययन खूप महत्त्वाचे आहे. पर्यावरणात मानवी क्रियांची ढवळाढवळ प्रगतीबरोबर विसंगती निर्माण करीत आहे. म्हणून मानवी किया प्रक्रियांचे निरीक्षण, सर्वेक्षण विश्लेषण व अध्ययन यांचे पर्यावरणशास्त्रात अनन्यस्वधारण महत्व आहे.

नैसर्गिक साधनसंपदांचे भौगोलिक वितरण असमान असल्याने उपलब्ध परिस्थितीतून वैज्ञानिक नियोजन करण्यासाठी पर्यावरणीय तत्त्वांचा ऊहापोह मार्गदर्शक ठरतो. जपानमध्ये प्रतिकूल पर्यावरण असतानादेखील उचित व्यवस्थापन व नियोजनाद्वारे उपलब्ध असलेल्या मर्यादित जल, स्थलसंपदांचा वापर तेथील मानवाने विकासास पोषक करून घेतला आहे. **मानवी कर्तृत्व, समज, कष्टाळू वृत्ती, विज्ञानदृष्टी व कार्यनिपुणता या गुणांचे जपान हे जगातील एक अप्रतिम उदाहरण आहे. भारतासारख्या खंडप्राय देशात मात्र साधनसंपदांचे प्राचुर्य असून निम्मे लोक दारिद्र्यरेषेवाली जीवन जगतात. संपदांच्या शास्त्रीय व्यवस्थापन नियोजनाचा अभाव हे मूळ कारण आहे. जमिनीची धूप, लोकसंख्येचा विस्फोट, असंतुलित भूमिउपयोग, बेसुमार निर्वनीकरण यांसारख्या समस्यांच्या पाश्र्वभूमीवर पर्यावरणशास्त्राचे अध्ययन व उपयोजन अत्यंत महत्वाचे आहे.**

प्रगत राष्ट्रांतील आर्थिक व राजकीय स्पर्धा निकोप नसल्याने राष्ट्राराष्ट्रांत ताणतणाव निर्माण झाले आहेत. महासत्तामधील शीतयुद्ध अखिल मानवजातीच्या भवितव्यास धोकादायक रूप धारण करत आहे. म्हणून **एकता, बंधुता व समता या मानवी मूल्यांचे सर्व स्तरांवर रोपण करणे हे पर्यावरणशास्त्राचे एक महत्वाचे उद्दिष्ट आहे.** महासागरातील मेटाच्या बेटांवर (उदा, दिगो-गार्सिया) सत्ता मिळविण्याची स्पर्धा निश्चित चांगली नाही. विज्ञानातील नवनवे शोध पर्यावरणाचे संतुलन सांभाळून मग मानवी हितास पोषक आहेत असे म्हणता येईल. **पर्यावरणशास्त्राचा उपयोग ज्ञानाची अज्ञानावर मात करण्यासाठी आहे.**

पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासाने विविध समस्यांचे आकलन होऊन त्यांच्या सोडवणुकीचे मार्ग दृष्टिपथात येतात. कारणे व परिणाम यांची उकल झाल्याने नियंत्रण कसे करावे लागेल याची माहिती मिळू शकते. पृथ्वीवरील परिसंस्थांचे पद्धशीर अध्ययन केल्यास संतुलनमूलक तत्वांचा अवलंब करणेस उमज पडते. या संतुलनमूलक तत्वावरच पर्यावरणातील समस्यांचे स्वरूप व परिणाम अवलंबून असतात. **निसर्गशक्ती व मानवयुक्ती यांचा मिलाफ मानवी प्रगतीसाठी जेवढा आवश्यक आहे किंबहुना त्याहीपेक्षा जास्त निसर्गनियमांच्या एकूण प्रकृतीस आवश्यक आहे.** शास्त्रीय ज्ञान मानवासहित सकल जीवसृष्टीच्या जीवनक्रमासाठी आवश्यक आहे हे जीवनतत्व पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासातून प्रतिबिंबित होते.

आशियाई देशांत (मुख्यतः भारत, पाक, चीन, इंडोनेशिया, बांगला देश) भू आणि जलसंपदांच्या उपयोगात गंभीर बिघाड झाले आहेत. **भारतात फक्त सात टक्के जमीन जंगलावाली आहे (१९८७). पर्यावरणशास्त्रदृष्ट्या हे**

प्रमाण तेहतीस टक्के असायला हवे. वाळवंटीकरणाची क्रिया वेगाने वाढत आहे. निर्वनीकरणामुळे पर्यावरणाचा समतोल बिघडला आहे. काही परिसंस्था नष्ट झाल्या व काही क्षयाच्या मार्गावर आहेत. वन्यप्राण्यांचे आश्रय धोक्यात आल्याने काही प्राणी नामशेष होण्याच्या मार्गावर आहेत. बेसुमार जंगलतोडीचे परिणाम हवामानाच्या विकृत वर्तनात दिसू लागले आहेत. अवर्षन, अनियमितता, अतिवर्षण, वायुभार आंदोलन, पृथ्वीच्या सरासरी तापमानात वाढ, भूगर्भजलपातळी खालावणे, जमिनीची अतोनात धूप यांसारख्या प्रश्नांच्या आकलनास व नियंत्रणात्मक योजनेस पर्यावरणशास्त्राचा अभ्यास अत्यावश्यक आहे. जागतिक पातळीवरदेखील वाळवंटीय क्षेत्रात उत्तरोत्तर वाढ होत आहे. सहारा, अरेबिया, कलहारी, नामिबिया, अटाकामा ही वाळवंटीय क्षेत्रे विस्ताराने वाढत आहेत.

संयुक्त संस्थानचा ईशान्य भाग, पश्चिम युरोपातील औद्योगिक पट्टे या ठिकाणी सातत्याने वाढणाऱ्या कारखानदारीमुळे प्रदूषणाचे प्रश्न गंभीर झाले आहेत. **भारतात अनियोजित नागरीकरणाच्या बाढीमुळे ग्रामीण नागरी स्थलांतराने झोपडपट्ट्यांचा प्रश्न भेडसावत आहे. यामुळे प्रादेशिक संतुलन डळमळीत झाले असून विकासातील दरी रुंदावत आहे.** पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासाने अशा समस्यांची उकल करणे सोपे जाते. समस्या सोडविण्यासाठी क्रियाशील उपाय योजता येतात. नियोजनासाठी मार्गदर्शक तत्त्वांचा अवलंब करता येतो.

पश्चिम युरोप, आशिया व आफ्रिका खंडातील काही क्षेत्रांत लोकसंख्येच्या विस्फोटाने मानवसंपदा गुणोत्तर प्रतिकूल होत आहे. म्हणून लोकसंख्येवर नियंत्रण घालणे अगत्याचे आहे. या दृष्टीने जनजागृतीची जाण मानवी समूहात अभिप्रेत आहे. पर्यावरणशास्त्रातील अभ्यासाचा यासाठी निश्चितच उपयोग होईल.

नैसर्गिक संपदांच्या अमर्यादित वापरामुळे त्या संपदा संपुष्टात येण्याच्या मार्गावर आहेत. इंधनसमस्या तर सध्याच आव्हान देत आहे. **पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासाने ऊर्जासमस्येवर पर्यायी उगमस्थाने शोधलो जात आहेत. सौरऊर्जा, पवनऊर्जा, भूगर्भऊर्जा याविषयी प्रयोग जगाच्या वेगवेगळ्य भागांत यशस्वितेच्या मार्गावर आहेत.** पर्यावरणशास्त्राच्या अभ्यासकक्षेची व्याप्ती उत्तरोत्तर वाढत आहे. मानवी जीवन सुसह्य कसे होईल हे समजण्यासाठी पर्यावरणशास्त्राची नितांत गरज आहे.

****