

जागतिक तापमानवाढ आणि भवतीचे राजकारण

भाग १

वातावरण बदल - कारणे व परिणाम

लेखक : डॉ. प्रियदर्शिनी कर्वे

आज जागतिक तापमानवाढ अशा टप्प्याला पोहचलेली आहे, की यापुढे किमान शतकभर किंवा त्यापुढेही आपल्याला यामुळे बदलेल्या परिस्थितीच्या छायेतच टिकून रहाण्याची कसरत करायची आहे. वातावरण बदलामागील वैज्ञानिक आणि आर्थिक मुद्यांची बरीच चर्चा होते, पण राजकीय आणि सामाजिक न्यायाच्या मुद्यांची पुरेशी चर्चा होत नाही. ही लेखमाला म्हणजे या दुर्लक्षित विषयावर प्रकाश टाकण्याचा एक प्रयत्न आहे.

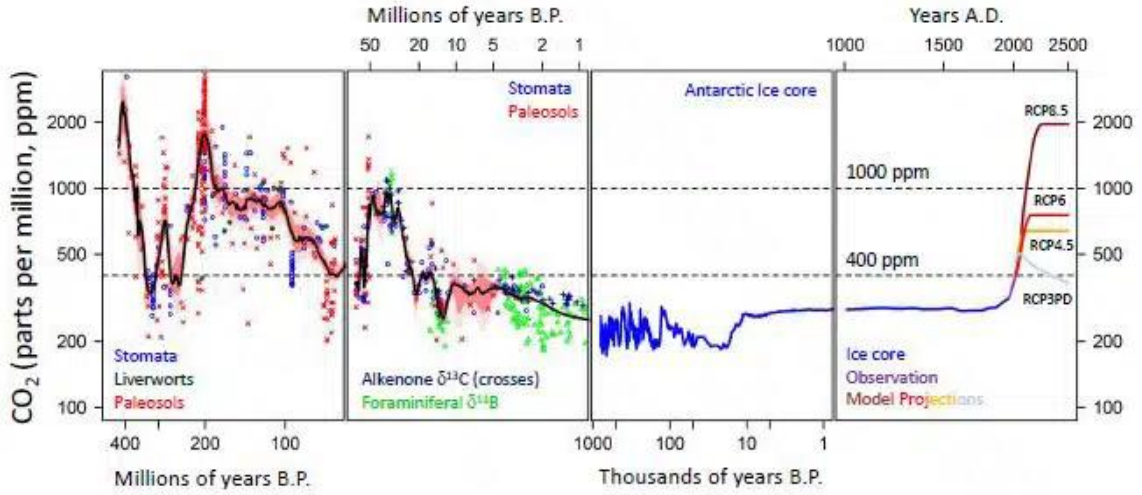
नाशिकमध्ये डॉ. नरेंद्र दाभोळकर विवेक व्याख्यानमालेमध्ये २० नोव्हेंबर २०२५ रोजी झालेल्या जाहीर व्याख्यानाला तेव्हापासून मागील पाच-सहा महिन्यांतील घडामोडींची जोड देऊन ही लेखमाला लिहिली आहे.

पृथ्वीवर जी जीवसृष्टी आहे, तिच्या अस्तित्वासाठी हरितगृह परिणाम (ग्रीन हाऊस इफेक्ट) महत्वाचा आहे. वातावरणातील कार्बन डाय-ऑक्साइड आणि इतर काही वायू हे उष्णता धरून ठेवतात, त्यामुळे पृथ्वी उबदार आहे. पृथ्वीवर जीवसृष्टीची उत्पत्ती झाली तेव्हा तर आज आहे, त्यापेक्षा ती कितीतरी अधिक उष्ण होती. तेव्हा तिच्या वातावरणात फक्त कार्बन डाय-ऑक्साइड व मिथेन हे हरितगृह वायूच (ग्रीन हाऊस गॅसेस) होते. काही एकपेशीय सजीवांमध्ये प्रकाशसंश्लेषण (फोटो सिंथेसिस) करण्याची क्षमता उत्क्रांत झाल्यानंतर त्यांनी वातावरणातून थेट कार्बन डाय-ऑक्साइड शोषून घ्यायला सुरुवात केली. या एकपेशीय सजीवांना नीलहरित जीवाणू (ब्ल्यू-ग्रीन बॅक्टेरिया किंवा सायनो बॅक्टेरिया)

म्हणतात. पाण्यात असणारे हे जीवाणू प्रकाशसंश्लेषणाच्या प्रक्रियेत सूर्यप्रकाशातील ऊर्जेचा वापर करून हवेतून घेतलेला कार्बन डाय-ऑक्साइड व परिसरातून शोषलेले पाणी यांचा संयोग घडवून आणतात, व त्यातून अन्नाची निर्मिती करतात. या प्रक्रियेत ऑक्सिजन वायू टाकाऊ पदार्थ म्हणून बाहेर टाकला जातो. या जीवाणूमुळे वातावरणातला कार्बन डाय-ऑक्साइड कमी कमी होत जाऊन ऑक्सिजन वाढत गेला व ओझोनचा थरही तयार झाला. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील लोखंडाचे या वाढत्या ऑक्सिजनमुळे ऑक्सिडीकरण होऊन लाल रंगाच्या आयर्न ऑक्साइडने युक्त असे पर्वत, खडक, माती तयार झाले. त्यानंतर लाखो वर्षे एकीकडे जीवसृष्टीची उत्क्रांती पुढे पुढे जात राहिली, दुसरीकडे पृथ्वीवरील भूखंडांच्या चलनवलनातून (प्लेट टेक्टॉनिक्स) पृथ्वीचा भूगोल बदलत गेला, आणि तिसरीकडे वातावरणात होत असलेल्या बदलांमुळे आळीपाळीने येणारी शीतयुगे व उबदार कालावधी यांच्या चक्रांमधून पृथ्वी जात राहिली.

शेवटचे शीतयुग संपल्यापासून गेली साधारण ११,००० वर्षे पृथ्वीचे सरासरी तापमान स्थिर राहिले होते. त्या वेळपर्यंत आपल्या प्रजातीने - *होमो सेपियन्स*नी - सर्व पृथ्वी पादाक्रांत केलेली होती. शीतयुग संपल्यानंतर बदललेल्या परिस्थितीत भटकी व शिकारी जीवनशैली सोडून माणसे शेती करू लागली, आणि स्थिरावली. त्यातून शहरीकरण, नागरी संस्कृती, व पुढे यांत्रिकीकरण झाले. या साऱ्या मानवी प्रगतीच्या कालखंडात पृथ्वीचे सरासरी तापमान जवळजवळ स्थिर होते. पण गेल्या काही शतकांत हे तापमान वाढत चालले आहे, हे १९६०-७०च्या सुमारास वैज्ञानिकांना जाणवायला लागले.

खनिज इंधनांचा वापर सुरू झाल्यानंतर म्हणजेच आपण जमिनीतून कोळसा आणि पेट्रोलियम काढून जाळायला सुरुवात केल्यानंतर हवेमध्ये कार्बन डाय-ऑक्साइडचे प्रमाण वाढत गेले. त्यामुळे ज्या तापमानाच्या स्थितीत माणसांची सामाजिक व आर्थिक प्रगती झालेली आहे, त्याच्यापेक्षा आता पृथ्वीचे सरासरी तापमान वाढलेलं आहे. वातावरणाची जी स्थिती आपल्या जगण्याला आणि प्रगती करण्याला अनुकूल आहे, ती आता बदलायला लागली आहे. म्हणून आपल्यासाठी ही समस्या निर्माण झालेली आहे.



चित्र १ : वातावरणातील कार्बन डाय-ऑक्साइडच्या प्रमाणात गेल्या ०.५ अब्ज वर्षांत झालेले चढउतार. आता दिसणाऱ्या वाढीचा वेग यापूर्वीच्या कोणत्याही चढउताराच्या तुलनेत अधिक आहे. (स्रोत earth.org)

औद्योगिकीकरणापूर्वी, म्हणजे जेव्हा खनिज इंधनांचा खूप मोठ्या प्रमाणावर वापर होत नव्हता, त्या वेळेला पृथ्वीच्या वातावरणामध्ये कार्बन डाय-ऑक्साइडचे प्रमाण हे अडीचशे पीपीएम (पीपीएम म्हणजे पार्ट्स पर मिलियन) होते. म्हणजे संपूर्ण वातावरणाचे जर तुम्ही दहा लाख भाग केले, तर त्याच्यामध्ये अडीचशे भाग इतका कार्बन डाय-ऑक्साइड होता आणि त्या प्रमाणासाठी पृथ्वीचे सरासरी तापमान हे १३.७ अंश सेल्सिअस इतके होते.

शेवटचे हिमयुग ११,००० वर्षांपूर्वी संपले तेव्हापासून ही स्थिती कायम राहिलेली होती.



चित्र २ : भारतातील धनबाद येथील कोळसा खाण (स्रोत विकीपिडिया)

साधारण २०० वर्षांपूर्वी युरोपात औद्योगिक क्रांती झाली आणि मोठ्या प्रमाणावर आधी खनिज कोळसा आणि नंतर पेट्रोलियम इंधनांचा वापर सुरू झाला, तेव्हा ही परिस्थिती बदलायला लागली.

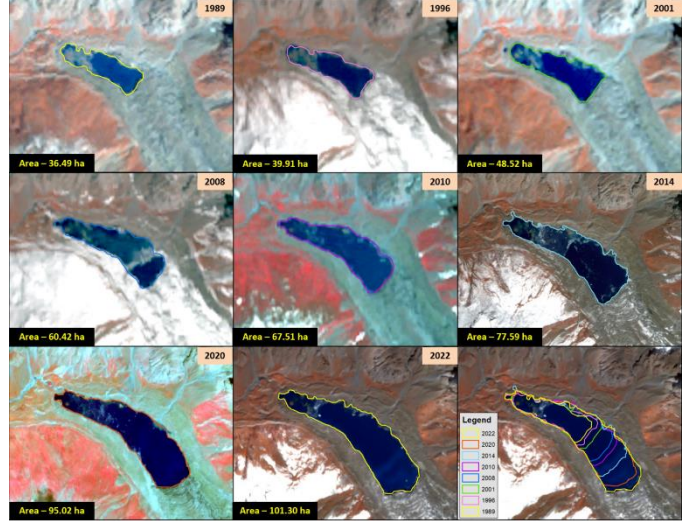
आता कार्बन डाय-ऑक्साइडचं

वातावरणातील प्रमाण हे ४२६ पीपीएम इतकं झालेलं आहे आणि पृथ्वीचं सरासरी तापमान १५ अंश सेल्सिअस आहे. याचे वेगवेगळे परिणाम पण आता दिसायला लागलेले आहेत.

एक सगळ्यात मोठा परिणाम म्हणजे सरासरी तापमान वाढल्यामुळे उत्तर ध्रुव आणि दक्षिण ध्रुव इथले बर्फ वितळायला लागले आहे. हे पाणी शेवटी महासागरांमध्ये जमा होते, त्यामुळे महासागरांची पातळी वाढायला लागलेली आहे. हे दोन जागतिक परिणाम आहेत. महासागरांच्या पातळीमध्ये जेव्हा वाढ होते, तेव्हा किनारपट्टीचे भाग पाण्याखाली बुडायला लागतात. त्यामुळे किनारपट्टीच्या भागांमध्ये किंवा बेटांवर राहणाऱ्या लोकांना उपलब्ध असलेल्या जमिनीचे क्षेत्र कमी व्हायला लागलेले आहे.

हिमालयामध्ये हिमनद्यासुद्धा वितळायला लागलेल्या आहेत. आता आपण गेल्या तीन चार वर्षांत बघतो आहोत, की हिमालयाच्या परिसरामध्ये दर पावसाळ्यामध्ये मोठमोठे अपघात होतात. खूप प्रचंड वेगाने पाणी खाली येते आणि त्या लोंढ्यामध्ये गावेच्या गावे

वाहून जातात. हिमनद्यांच्या उगमस्थानी गोठलेले बर्फ असायला हवे, ते बर्फ वितळून आता तिथे तळी तयार झाली आहेत. त्याचवेळी वातावरण बदलामुळेच पावसाचे प्रमाणही बदललेले आहे. पावसाचे दिवस कमी झाले पण एकूण पाऊस वाढतो आहे. पाऊस पडतो तेव्हा प्रचंड पडतो. त्यामुळे वितळलेल्या हिमनद्यांच्या तळ्यांचे बर्फाचे काठ फुटतात, आणि हे साठलेले पाणी आणि पावसाचे पाणी असे मोठ्या प्रमाणात पाणी



चित्र ३ : हिमाचल प्रदेशातील ४०६८ फूट उंचीवरील हिमनदी वितळून तयार झालेल्या घेपांग घाट या बर्फतळ्याचा १९८९ पासून २०२२ पर्यंत वाढलेला आकार दर्शवणारे उपग्रह छायाचित्र.

(स्रोत :

https://www.isro.gov.in/Satellite_Insights_Expanding_Glacial_Lakes_Indian_Himalayas.html)

डोंगरउतारावरून अचानक रोरावत खाली येते; त्याच्याबरोबर दगड, रेती वगैरेही वाहत येते. त्यामुळे आता आपल्याला हिमालयाच्या पायथ्याशी मोठमोठे पूर येताना दिसतात. पण जेव्हा सगळ्या हिमनद्या वितळतील, त्यानंतर संपूर्ण उत्तर भारतात पाण्याची टंचाई होणार आहे, कारण तिथल्या सगळ्या मोठ्या नद्या या हिमालयामध्ये उगम पावतात. साधारण २०५०पर्यंत हे घडण्याची शक्यता आहे. उत्तर भारतातील नद्यांचे पाण्याचे स्रोत आटत चाललेले आहेत, ही भारताच्या दृष्टीने खूप चिंतेची बाब आहे. कारण आपली अन्न-सुरक्षितता उत्तर भारतातल्या शेतीशी जोडलेली आहे. हा एक मोठा धक्का आपल्याला बसणार आहे.

महासागरांचे तापमानही वाढते आहे. वातावरणात जेव्हा उष्णता वाढते, ती बरीचशी पाण्यामध्ये शोषली जाते आणि पाणी गरम होऊन प्रसरण पावल्यानेसुद्धा महासागरांची पातळी वाढते. या तापमान वाढीमुळे ढग निर्मितीच्या प्रक्रियेवरती परिणाम झालेला आहे. जगभरात आपल्याला जे ऋतुचक्र बिघडलेले दिसते, त्याच्यामागे एक महत्त्वाचे कारण आहे की महासागरांचे तापमान वाढलेले आहे. तापमान वाढल्यामुळे महासागरांमधल्या जैविक परिसंस्थांवरती पण विपरीत परिणाम होतो आहे. भारताला मोठी किनारपट्टी असल्यामुळे विशेषतः मासेमारीच्या व्यवसायावरती याचा मोठा परिणाम होतो आहे.

त्याच्याही पलीकडे जाऊन लोकांचा खूप मोठा गैरसमज असतो, की आपल्या वातावरणामध्ये जो ऑक्सिजन आहे, तो झाडांमुळे आहे. प्रत्यक्षात झाडांपेक्षा जास्त ऑक्सिजन हा समुद्रामधल्या नीलहरित जीवाणूंमुळे निर्माण होतो. तुम्ही विचार करा, की गेल्या ११-१२ हजार वर्षांमध्ये किती मोठी वृक्षतोड झाली आहे. पण वातावरणातले ऑक्सिजनचे प्रमाण अजून २१ टक्केच आहे. महासागरांमध्ये असलेल्या नीलहरित जीवाणूंच्या प्रकाश संश्लेषणामधून ऑक्सिजन वायू बाहेर टाकला जातो आणि या जीवाणूंच्यामुळे हवेतल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण टिकून राहिलेले आहे. समुद्राचे तापमान वाढले, की या जीवाणूंच्या जीवनचक्रावरती त्याचा परिणाम होतो. त्यामुळे ऑक्सिजनचे संतुलन बिघडण्याची शक्यता निर्माण झाली आहे.

आधी म्हटल्याप्रमाणे आपले ऋतुचक्र बिघडले आहे. भारतात उन्हाळ्यामध्ये उष्णतेच्या लाटांचे प्रमाण वाढलेले आहे. कोरडी हवा आणि तापमान जास्त, याच्यामुळे

वणवे लागण्याचे प्रमाण वाढलेले आहे. त्याउलट २०२६ या आत्ताच्या वर्षी आली आहे तशी दमट उष्णतेची लाटही येऊ शकते. हवेत दमटपणा जास्त असला तर त्वचेवर आलेल्या घामाचे बाष्पीभवन न होता तो साठून रहातो, व घामावाटे शरीराचे तापमान संतुलित करण्याची प्रक्रिया मंदावते. यामुळे अशी उष्णतेची लाट आरोग्यासाठी अधिक धोकादायक ठरते. पावसाचे दिवस कमी झाले आहेत, पण प्रमाण वाढले आहे. यामुळे पाऊस पडला की सगळीकडेच पूर येतात आणि काही भागांत दोन मुसळधार पावसाच्या घटनांदरम्यान दुष्काळ आणि पाण्याचे दुर्भिक्ष अशाही संकटांना तोंड द्यावे लागते. पावसाळ्यामध्ये विजा चमकण्याचे प्रमाण वाढलेले आहे, असेही दिसून येते. त्यामुळे विजा पडून झाडे पडणे किंवा आगी लागणे, जनावरे आणि माणसे मृत्यूमुखी पडणे, अशा घटना वाढत आहेत. अवकाळी गारपीटीचाही अनुभव आपण गेली काही वर्षे घेत आहोत. उन्हाळा आणि पावसाळा यांच्या तुलनेत हिवाळा सौम्य झाला आहे. ही परिस्थिती रब्बीच्या पिकांसाठी प्रतिकूल आहे. एकंदर ऋतुचक्रातील बदलांमुळे पिकांचे नुकसान होते. शेती, मासेमारी वगैरे निसर्गाधिष्ठित व्यवसायांवर अनिष्ट परिणाम होतोच, पण जमिनीवरच्या एकंदर जैव परिसंस्थांवरतीही विपरीत परिणाम होतो. यातून जैवविविधताही धोक्यात आली आहे.

या सगळ्यामुळे रोगांच्या साथी पसरण्याचं प्रमाणही वाढलेलं आहे. रोगांचे विषाणू आणि जिवाणू काही विशिष्ट भागामध्ये असतात कारण त्यांनी तिथल्या ऋतुचक्राशी, माती-पाणी, इ.शी जुळवून घेतलेले असते. तिथल्या परिसंस्थेतील इतर सजीवांमध्येही हळूहळू तिथे सातत्याने वावरणाऱ्या रोगकारक सूक्ष्मजीवांविरुद्ध प्रतिकारशक्ती उत्क्रांत होत जाते. त्यामुळे एकेकाळी 'जीवघेणे' असलेले जीवाणूजन्य रोग, त्यांच्या दीर्घकाळ सान्निध्यातील

सजीवांसाठी हळूहळू केवळ ‘काही काळासाठी त्रासदायक’ या श्रेणीला येतात. पण आता तापमान वाढीमुळे सगळीकडचीच नैसर्गिक परिस्थिती बदलत असल्याने, जिथे हे विषाणू आणि जीवाणू पूर्वी राहू शकत नव्हते, तिथे ते जायला लागले. तिथल्या माणसांमध्ये, इतर सजीवांमध्ये त्यांच्याविरोधात प्रतिकारशक्ती नाही. त्यामुळे जे विषाणू किंवा जीवाणू जन्य रोग एका ठिकाणी आता फारसे हानिकारक राहिलेले नाहीत, तेच दुसऱ्या ठिकाणी एकदम जीवघेणे ठरतात; असे सुद्धा व्हायला लागलेले आहे.

तर असे सगळे परिणाम आपल्याला जगभरात वेगवेगळ्या ठिकाणी कमीअधिक प्रमाणात दिसतात. या सगळ्या पार्श्वभूमीवर आपल्याला वातावरण बदलाचे जागतिक राजकारण पाहायला हवे.

क्रमशः

पूर्ण भाषणाची लिंक - <https://youtu.be/IoMghYDdDd0?si=ShCoDJSVZIXlg3lc>

§§§

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, संचालक, समुचित एन्व्हायरो टेक, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इ-मेल : pkarve@samuchit.com

(कळीचे शब्द : जागतिक तापमान वाढ, हरितवायू परिणाम, हिमनद्या, वातावरण बदल आणि त्याचे परिणाम, नीलहरित जिवाणू, Global warming, Green House Effect, Glaciers, Atmospheric Changes and it's effects)