



वृत्तपत्र (एन्वीस-आई.आई.टी.एम.)

भारतीय उष्णकटिबंधीय हवामानशास्त्र संस्था, पुणे
पर्यावरणविषयक माहिती प्रणाली संसाधन भागीदार
वातावरणीय प्रदूषण आणि हवामान बदल
(पर्यावरण, वन आणि हवामान बदल मंत्रालय, भारत सरकारचा प्रकल्प)



हवामान बदल

भारतावरील संभाव्य परिणाम

खंड क्र. १९

अंक क्र. ३

जुलै-सप्टेंबर २०२०

औद्योगिक क्रांती घडून आल्यानंतर मानवाने बऱ्याच क्षेत्रांमध्ये प्रगती केली उदा. वाहतूक- दळणवळण, शेती, आरोग्य, बांधकाम विकास, ऊर्जा, इ. यामुळे मानवाचे जीवनमान उंचावले आहे तसेच त्याची आयुर्मर्यादा देखील वाढली आहे. आज संपूर्ण जग हे इंटरनेट च्या तंत्रन्यानाने जोडले गेले आहे ज्यामुळे आज पृथ्वीच्या वेगवेगळ्या भागात असून देखील अगदी सहजरित्या माहिती व ज्ञानाची देवाणघेवाण होणे शक्य आहे. जरी माणूस हा या सर्व तंत्रज्ञानाने एकमेकांजवळ येत असला तरी तो निसर्गापासून मात्र वेगाने दुरावत चालला आहे. वातावरणातील होणारे बदल हे त्याने साधलेल्या अशा निसर्गाला प्रतिकूल प्रगतीची एक पावतीच आहे असे म्हंटले

तर काही वावगे ठरणार नाही

आज पावसाचे अनियमित झालेले वेळापत्रक, वर्षाला एक-दोन अतिधोकादायक चक्रीवादळे, आक्रसणाऱ्या हिमनद्या आणि त्यामुळे नद्यांना येणारे महाप्रलय अशा अनेक गोष्टी अनुभवत आहोत. वातावरणातील होणारे बदलांचा भारतावर आतापर्यंत काय प्रभाव झाला आहे तसेच भविष्यामध्ये काय परिणाम होऊ शकतो याचे संक्षिप्त रूपात माहिती संकलन करून विवेचन करण्याचा प्रयत्न या वृत्तपत्रात केला आहे.

डॉ. (प्रा.) गुफरान बेग
वैज्ञानिक- जी,
आय. आय. टी. एम., पुणे

माहिती संकलन :

Book on Assessment of Climate Change over the Indian Region (<http://cccr.tropmet.res.in/home/assessmentReport.jsp>)
& Other internet sources

हवामान बदल

आपल्या सूर्यमालेतील एकाच ग्रहावर जीवश्रुटीला जगता येईल अस वातावरण, जलावरण आणि भूआवरण उपलब्ध आहे. किंबहुना या सर्व अनुकूल स्थितींमुळे जीवश्रुटी या ग्रहावर म्हणजेच पृथ्वीवर बहरली आहे. अनादी काळापासून या ग्रहावर अनेक जीव जन्माला आले आणि काळाच्या ओघात अनेक नैसर्गिक-वातावरणीय कारणांनी नाशही पावले.

मानव, ही आज पृथ्वीवर एक बलाढ्य आणि चाणाक्ष प्रजाती म्हणून विकसित झाली आहे आणि पृथ्वीचा जवळ जवळ प्रत्येक भाग त्याने पादाक्रांत करून तिथे आपले वास्तव्य केले आहे. तसेच इतर प्राणिश्रुटी पेक्षा अधिक बुद्धिक्षमता असल्याने त्याने

पृथ्वीवरील नैसर्गिक संसाधनांचा पुरेपूर वापर स्वतःचे जीवन सुखकर करण्यासाठी करून घेतला आहे. माणसाच्या प्रगतीचे चाक हे, अग्नीचा निर्माण- वापर, शेती करण्यापासून ते औद्योगिक क्रांती करण्यापर्यंत अथक सुरु राहिले, आजही ते सुरुच आहे. परंतु ह्या अखंड प्रगतीच्या प्रवासात त्याने जाणूनबुजून अथवा अनावधानाने निसर्गावर अनेक घाव केलेत. आणि औद्योगिक क्रांती नंतर तर ह्याची तीव्रता अधिकच वाढली. हव्यासापोटी त्याने निसर्गाची जणू ओरबाडच केली. ह्या सर्व प्रवासात माणूस हे सपशेल विसरला की तो स्वतः सुद्धा ह्याच निसर्गाचा एक घटक आहे आणि निसर्गावर होणाऱ्या प्रत्येक घावांची जखम त्यालासुद्धा होणार आहे.



सन २००२-०३ साली आय.आय.टी.म., पुणे येथे पर्यावरण, वन आणि हवामान बदल मंत्रालय, भारत सरकारच्या एन्वीस सेंटर ची स्थापना झाली. आय.आय.टी.म- एन्वीस सेंटर हे वातावरणीय प्रदूषण आणि हवामान बदल या विषयावर अथकपणे जनजागृती, शिक्षणाचा प्रसार- प्रचार, कौशल्य विकास कार्यक्रम इत्यादी राबवत आहे.

पृथ्वीच्या वातावरणात झपाट्याने बदल होण्यास सुरुवात झाली आहे. दीर्घकाळ



केलेल्या वैज्ञानिक निरीक्षणांवरून अस दिसून येत आहे की, वातावरणाच्या सर्वाच्च उंची पासून ते महासागराच्या तळापर्यंत ही पृथ्वी तापत आहे. परिणामतः, पृथ्वीवरील प्राणिमात्रांचे, वृक्ष-वेलींचे, कीटकांचे, तसेच स्वतः मानवाचे आरोग्य, जीवनशैली तसेच अस्तित्व धोक्यात आले आहे.

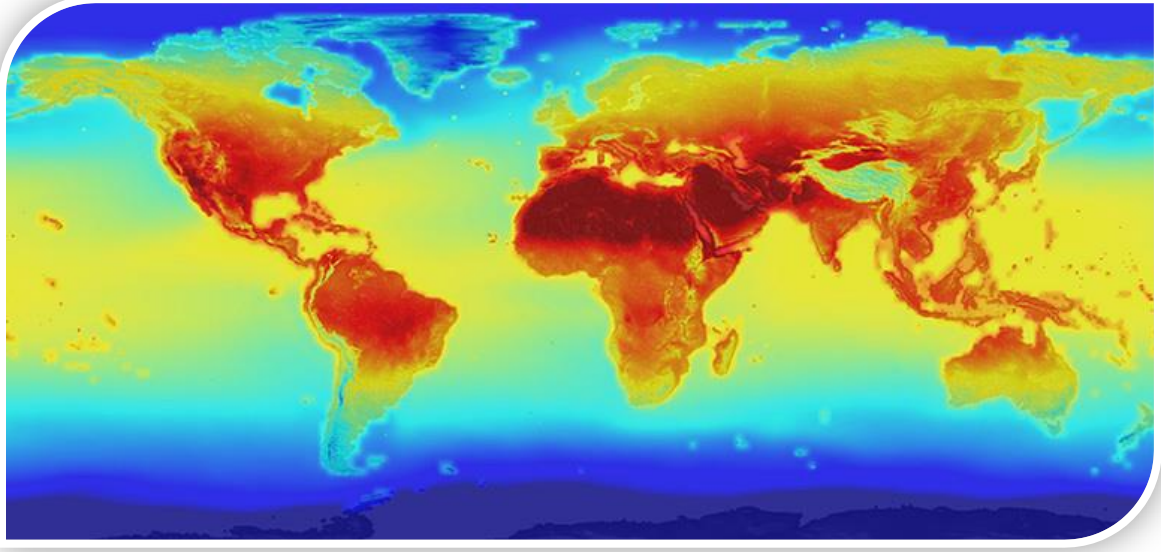
जागतिक तापमानात झालेली वाढ ही कार्बन डायऑक्सिड (CO₂) तसेच मिथेन (CH₄), नायट्रस ऑक्सिड (N₂O), आणि फ्लूरिनेटेड वायू अशा हरितगृह वायूंच्या वाढत्या उत्सर्जनाशी संलग्न आहे. हवामान बदलाची कारणे मात्र याहून अधिक जटिल स्वरूपाची आहेत. वातावरणातील बदल हे पूर्णतः हरितगृह वायूंच्या वाढत्या उत्सर्जनावर अवलंबून नसून वाढत्या प्रमाणावर होणारे वायू प्रदूषण तसेच जमिनीच्या मानवी वापराचे बदलत जाणारे स्वरूप हे सुद्धा मोठ्या प्रमाणावर त्यास कारणीभूत आहेत.

जागतिक हवामान बदलांची निरीक्षणे तसेच प्रक्षेपित अंदाज

जागतिक तापमान वाढीमुळे जागतिक स्तरावर होणाऱ्या बदलांचा आपणा सर्वांना प्रत्यय येऊ लागला आहे. झपाट्याने आक्रसणाऱ्या हिमनद्या, महासागरांची वाढती पातळी, पावसाचे अनियमित झालेले वेळापत्रक, नियमित होणारे महाकाय जंगलांचे वणवे, नद्यांना येणारे महापूर, उष्णतेच्या लाटा इत्यादीचे प्रमाण आणि वारंवारता वाढू लागली आहे. वर्तमानातील हरितगृह वायूंचे सुरु असलेले उत्सर्जन बघता

ह्या प्रलयकारी वातावरणीय घटना एकविसाव्या शतकात वारंवार घडणार असा अनुमान आहे.





NASA या संस्थेने पुरातन, वर्तमान तसेच संकलित केलेल्या अद्ययावत संगणकीय प्रणालीच्या (मॉडेल) वर आधारित भविष्यकाळातील हरितगृह वायूंच्या उत्सर्जनाची माहितीच्या साहाय्याने केलेले जागतिक तापमान व पर्जन्यमान यात २१०० व्या शतकाअखेर होणाऱ्या बदलांचे भाकीत

भविष्यातील जागतिक हवामानाचा अंदाज देणाऱ्या तंत्रज्ञानाने एकविसाव्या शतक तसेच त्यानंतरही हवामान होणारे बदल सुरु राहण्याचे संकेत दिले आहेत. तसेच आज होणाऱ्या हरितगृह वायूंचे उत्सर्जनाचे प्रमाण असेच राहिल्यास जागतिक तापमान वाढीचा मध्य हा एकविसावे शतक सरते शेवटी सुमारे ५ अंश सेल्सियसनी किंवा अधिक ने वाढण्याची संभावना आहे. जरी २०१५ झालेल्या पॅरिस करारातील सर्व अटींची (राष्ट्रीय उद्दिष्टे) वचनपूर्तता झाली तरी देखील जागतिक तापमान वाढीचा मध्य हा

एकविसाव्या शतका अखेरीस सुमारे ३ अंश सेल्सियसनी वाढण्याचे भाकीत केले आहे.

मात्र जागतिक तापमानात होणारी वाढ ही सर्वत्र सारखी न होता कमी- अधिक होऊ शकते, काही प्रदेश जागतिक सरासरी तापमानाहून अधिक उष्णता अनुभवू शकतात. या सर्वांचा परिणाम जागतिक वातावरणात होणाऱ्या बदलांना गती मिळण्यास होऊ शकते जसे की, अनियमित होत असलेले पावसाचे वेळापत्रक, वातावरणीय तापमानात होणारी विलक्षणिय वाढ, नियमित होणारी महासागरीय महाकाय वादळे इ.

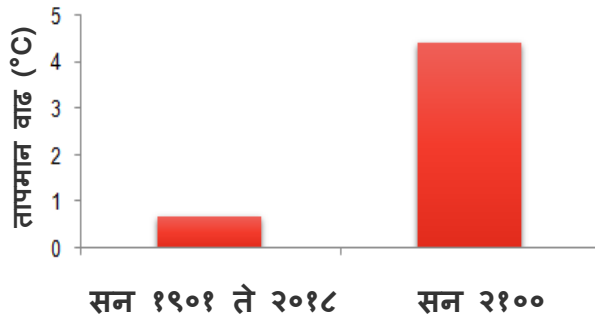
भारतीय हवामान बदलांची निरीक्षणे तसेच प्रक्षेपित अंदाज

तापमानातील वृद्धी

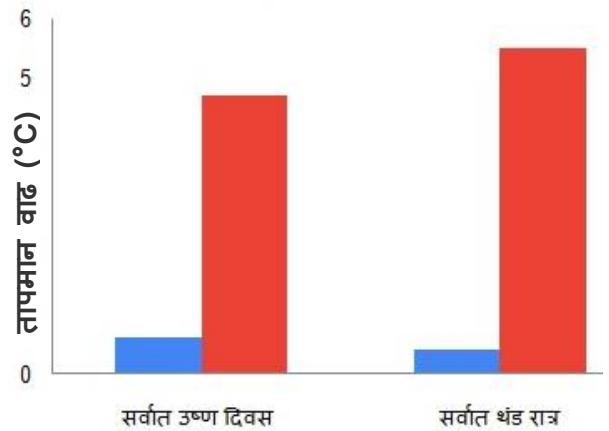
भारताचे सरासरी तापमान हरितगृह वायूंचे वाढते उत्सर्जन, भूखंडांचा बदलणारा वापर आणि अशा अनेक मानवीय कारणांनी, सन १९०१-२०१८ मध्ये ०.७°C ने वाढले आहे. तसेच काही संगणकीय मॉडेल प्रणाली च्या अनुमानानुसार एकविसाव्या शतकाच्या अंती भारताचे सरासरी तापमान ४.४°C ने वाढण्याचे भाकीत केले आहे. तसेच गेल्या ३० वर्षांमध्ये (सन १९८६-२०१५), सर्वात उष्ण दिवस आणि सर्वात थंड रात्र याचे तापमान अनुक्रमे ०.६३°C व ०.४°C ने वाढले आहे तसेच या शतकाअखेर ते,

अनुक्रमे ४.७°C व ५.५°C ने वाढण्याची शक्यता वर्तवली आहे. सन १९७६ ते २००५ ह्या काळाच्या तुलनेत एकविसाव्या शतकाच्या शेवटी उन्हाळ्यात (एप्रिल - जुन) उष्णतेच्या लाटांची वारंवारता ३ ते ४ पटीने वाढण्याची शक्यता आहे. तसेच उष्ण दिवस व रात्री यांचे प्रमाण देखील अनुक्रमे ५५% व ७०% ने वाढण्याची शक्यता वर्तवण्यात आहे. भारतीय प्रदेशामध्ये विशेष करून गंगा-सिंधू मैदानी प्रदेशावर जमिनी लगतचे तापमान व आर्द्रता ह्यांच्या एकत्रित वाढीमुळे उष्णतेचा ताण वाढू शकतो.

भारतात २१ साव्या शतकाअखेर १९०१-२०१८ च्या तुलनेत होणारी पूर्वानुमानित सरासरी तापमान वाढ ($^{\circ}\text{C}$)



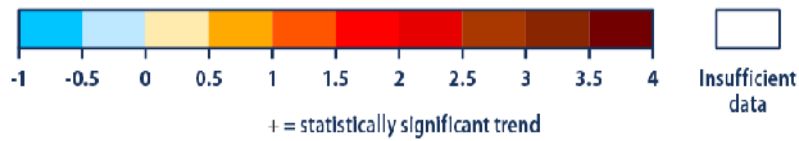
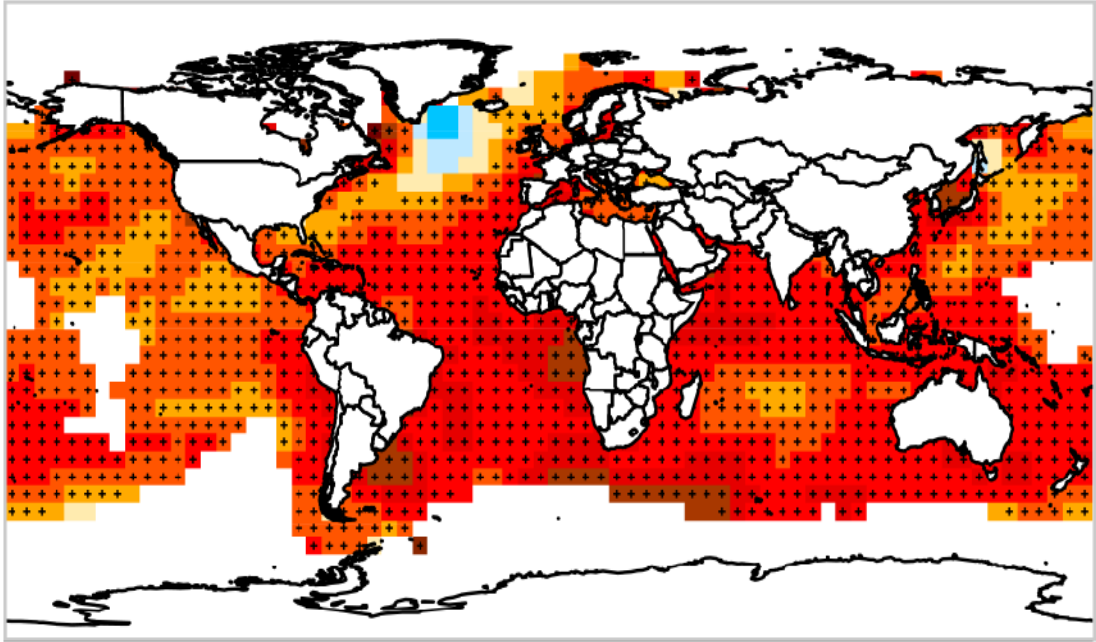
२१ व्या शतकाअखेर १९८६-२०१५ च्या तुलनेत सर्वात उष्ण दिवस व सर्वात थंड रात्र यांचे होऊ शकणारी पूर्वानुमानित सरासरी तापमान वाढ ($^{\circ}\text{C}$)



हिंद महासागरातील तापमान वाढ

सन १९५१ ते २०१५ ह्या काळामध्ये उष्णकटिबंधीय हिंद महासागराच्या सागरी पृष्ठभागाचे तापमान सरासरी 1°C ने वाढले आहे जिथे ह्याच काळात जागतिक महासागरीय तापमान वाढ ही 0.7°C होती. उष्णकटिबंधीय हिंद महासागराच्या वरच्या ७०० मी भागामध्ये (OHC ७००) गेली सहा

दशके (सन १९५५-२०१५) उष्णता वाढीचा चढा आलेख दिसून आला आहे, तसेच मागील दोन दशकांमध्ये (सन १९९८-२०१५) ह्यात लक्षणीय वृद्धी झालेली दिसत आहे. २१ वीसाव्या शतकात उष्णकटिबंधीय हिंद महासागराच्या उष्णतेमध्ये अशाच प्रकारे वाढ होण्याचे भाकीत आहे.



समुद्र पृष्ठभागावरील तापमानात होणारे बदल ($^{\circ}\text{F}$)

पर्जन्यमानातील बदल



जून ते सप्टेंबर या दरम्यान मान्सूनमुळे भारतात होणाऱ्या पर्जन्याचे प्रमाण सन १९५१ ते २०१५ ह्या काळात सुमारे ६% नी कमी झाले आहे; विशेषतः गंगा-सिंधू मैदानी प्रदेश व पश्चिम घाटाचा भाग.

सन १९८१ ते २०११ चा काळ बघितला तर सन १९५१ ते १९८० च्या तुलनेत वारंवार होणारे कोरडे दुष्काळ (२७% अधिक) आणि अति तीव्र ओले दुष्काळ उन्हाळी मान्सून ऋतुमध्ये आपणास बघायला मिळत आहे. संपूर्ण जगभर वातावरणातील आर्द्रता वाढल्याने स्थानिक पातळीवर मुसळधार

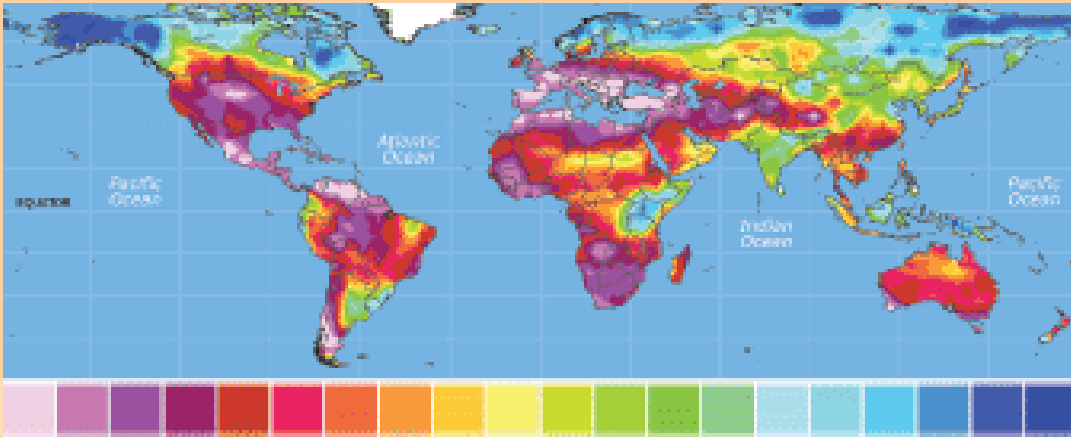
पाऊस पडण्याच्या घटना वारंवार पाहावयास मिळत आहे. मध्य भारतामध्ये, वारंवार दैनंदिन तीव्र पाऊस (१५० मिलीमीटर पेक्षा अधिक) होण्याच्या घटना व त्यांची तीव्रता सन १९५० ते २०१५ मध्ये तब्बल ७५ % नी वाढ झालेली आहे. सध्याची वातावरणीय परिस्थिती बघता वैज्ञानिक संगणकीय मॉडेल्स असे भाकीत करतात की, २१ विसाव्या शतकाच्या अखेरीस मान्सून पावसाची सरासरी, अनिश्चितता तसेच दैनंदिन तीव्र पावसाच्या घटनांमध्ये वाढ होण्याची शक्यता आहे.

दुष्काळ

शेवटची ६-७ दशकात उन्हाळी हंगामात होणाऱ्या मान्सून पर्जन्यमानात झालेली घट ही भारतात दुष्काळ परिस्थिती वाढण्यास कारणीभूत ठरत आहे. १९५१-२०१६ या काळात दुष्काळाची वारंवारता तसेच भूभागीय विस्तार ह्यात लक्षणीय वाढ झालेली आहे. या काळात, मुख्यत्वे करून मध्य भारतातील प्रदेश, नैऋत्य भारतातील समुद्रकिनारे, दक्षिण द्वीपकल्प आणि ईशान्य भारतातील प्रदेशांनी कमीत कमी

सरासरी दोन दुष्काळ अनुभवले आहेत तसेच दुष्काळग्रस्त भागात १.३% नी वाढ झालेली आहे. वातावरणीय मॉडेल्सच्या अनुमानानुसार भारतात मान्सून पर्जन्यमानातील अनिश्चितता, उष्ण हवामानामुळे हवेतील आर्दतेच्या मागणीत वाढ आणि अशा प्रकारच्या घटकांमुळे २१ वीसाव्या शतकाअखेर दुष्काळजन्य परिस्थितीची वारंवारता तसेच तीव्रता वाढण्याची दाट शक्यता आहे.

शतकाअखेर उद्भवू शकणारे संभाव्य दुष्काळ



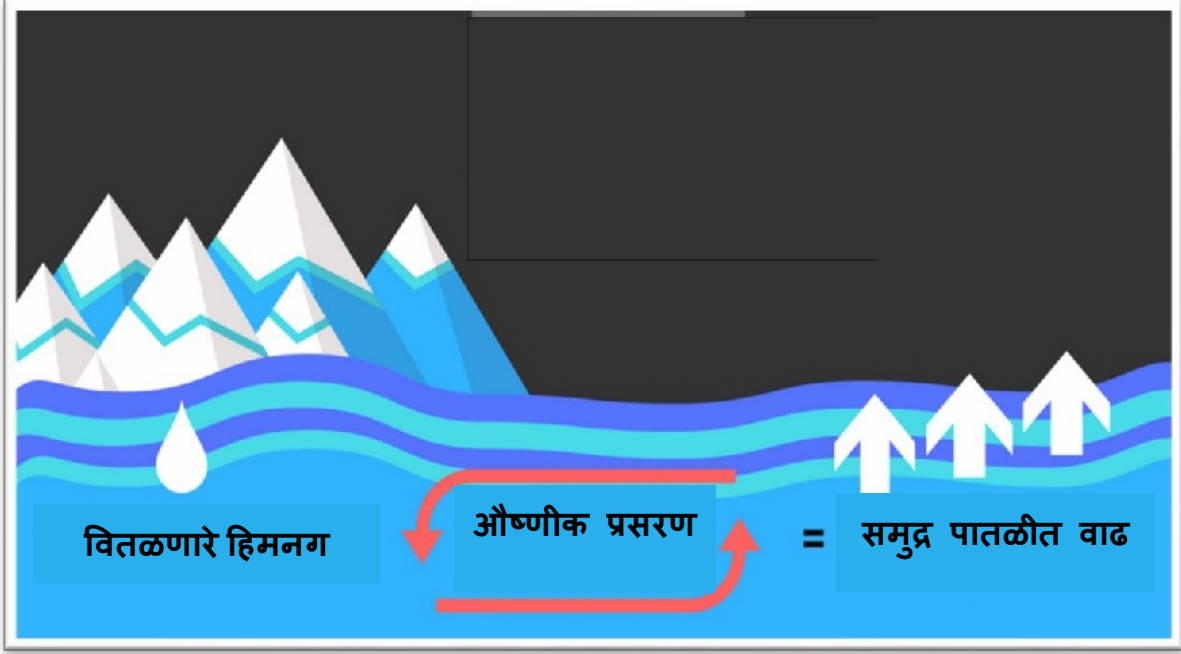
अति धोका
(सद्यस्थिती पेक्षा कोरडे)

सामान्य धोका
(सद्यस्थितीशी मिळतेजुळते)

कमी धोका
(सद्यस्थितीत सुधार)

संदर्भ: USEPA

समुद्र पातळीत वाढ :



जागतिक तापमानवाढीचा परिणाम हा भूखंडावरील हिमनग वितळण्यास तसेच महासागरातील पाण्याचे तापमानवाढीमुळे प्रसरण होण्यास कारणीभूत ठरत आहे. आणि ह्या सर्वांचे रूपांतर महासागराची पातळी वाढण्यात होत आहे.

सन १८७४-२००४ या काळात उत्तर हिंद महासागराची पातळी ही १.०६ ते १.७५ मि.मि. ने वाढली आणि मागील साधारण दोन दशकात म्हणजेच सन १९९३-२०१७ या काळात याचा वेग वाढून ३.३ मि.मि. झाला, मॉडेलच्या अंदाजानुसार २१ विसाव्या शतकाच्या शेवटी सन १९८६ ते २००५ या

काळातील सरासरी पेक्षा ३०० मि.मि. ने वाढण्याची तसेच जागतिक सरासरी १८० मि.मि. ने वाढण्याचा अंदाज आहे.



उष्णकटिबंधीय चक्रीवादळे



*बंगालच्या उपसागरात चक्रीवादळ फानीची
उपग्रह प्रतिमा*

उत्तर हिंद महासागर खोऱ्यातील उद्भवणाऱ्या उष्णकटिबंधीय चक्रीवादळांच्या वार्षिक वारंवारतेत गेल्या अर्धशतकात म्हणजेच सन १९५१ ते २०१८ या काळात बरीच घसरण झाली आहे. परंतु उलटपक्षी, मान्सून उत्तरार्धात अति तीव्र अशा चक्रीवादळांची संख्या शेवटच्या दोन दशकांमध्ये (सन २००० ते २०१८) दशकामागे एक अशा प्रमाणात वाढलेली दिसते. पण ह्या सर्वांला मानवनिर्मित तापमानवाढ कारणीभूत आहे असे अजूनतरी ठोस पुराव्यानिशी सिद्ध झालेले नाही.

वैज्ञानिक वातावरणीय मॉडेल्स च्या अनुमानानुसार २१ विसाव्या शतकात हिंद महासागराच्या खोऱ्यात तीव्र वादळे वाढण्याची शक्यता आहे.

हिमालय पर्वत रांगांवर प्रभाव

सन १९५१ ते २०१४ या काळात हिंदू कुश हिमालय प्रदेशाचे तापमान हे १.३ अंशांनी वाढले आहे. तसेच गेल्या काही दशकात हिंदू कुश हिमालयच्या बऱ्याचशा भागामध्ये बर्फवृष्टी मध्ये कपात आणि हिमनगांचे आकुंचन होण्यास सुरुवात झालेली दिसून येत आहे. याउलट उंच अशा काराकोरम हिमालय रांगांवर बर्फवृष्टीत वाढ होऊन तेथील हिमनगाचे आकुंचन होण्यापासून रक्षण झाले आहे.



हिमालयातील वितळते हिमनग

२१विसाव्या शतकाच्या अखेरीस वैज्ञानिक वातावरणीय मॉडेल्सनी हिंदू कुश हिमालय प्रदेशाचे वार्षिक सरासरी भुतलाचे तापमान ५.२ अंशांनी वाढण्याचे तसेच पावसाचे प्रमाण वाढून बर्फवृष्टीचे प्रमाण घटण्याचे भाकीत केले आहे.

तात्पर्य

गेल्या अर्धशतकापासून, भारता हा सरासरी तापमानात वाढ, मान्सून पर्जन्यमानात घट, उष्णतेच्या लाटा तसेच अतिवृष्टी च्या घटनेमध्ये वाढ, दुष्काळ, समुद्र पातळीत वाढ; आणि तीव्र अशा चक्रीवादळांमध्ये वाढ तसेच संबंधित मान्सून प्रणालीत घटकांमध्ये बदल अशा गोष्टी अनुभवत आहेत. अशा प्रकारच्या स्थानीय वातावरणामध्ये दिसून येणाऱ्या बदलास मानवीय क्रिया कारणीभूत आहे असे वैज्ञानिक पुरावे आज उपलब्ध आहेत.

तापमानवाढीच्या परिणामामुळे पर्यावरणाचे संतुलन बिघडले आहे. 'ग्लोबल वार्मिंग' ही संपूर्ण जगाची समस्या बनली आहे. तीव्र वातावरणीय बदलांमुळे शेतीवर मोठे संकट आहे. दुष्काळात तीव्र पाणी टंचाईमुळे शेतकरी संकटात आहे. शहरात वाहतुकीमुळे

प्रदूषण दिवसेंदिवस वाढत आहे. वाढत्या औद्योगिककरणामुळे नदी-नालेदेखील प्रदूषणाच्या विळख्यात सापडले आहे.

२१ विसाव्या शतकामध्ये मानवीय कृत्यांमुळे वातावरणीय बदल होण्याचा वेग वाढत आहे. ह्या सर्व गोष्टी लक्षात घेता, आपण सर्वांनी वातावरणीय बदलाशी जुळते करून घेणे तसेच आपल्या कृत्यांमध्ये आमूलाग्र बदल करून वातावरणीय बदलांचा वेग कमी करून, मदत करण्यास आपणास कर्मप्राप्त आहे. यावर उपाय म्हणून शासनासोबत नागरिकांनी पर्यावरण रक्षणासाठी समोर यावे. पर्यावरण रक्षण हे जनआंदोलन व्हावे, जर असे करण्यास आपण यशस्वी झालो तरच पुढच्या येणाऱ्या पिढ्या स्वच्छ वातावरणात मोकळा श्वास घेऊ शकतील. याचे पहिले पाऊल म्हणून IITM-ENVIS राष्ट्रीय प्रदूषण नियंत्रण दिनी "इ- प्रतिज्ञा " सुरु करित आहे.



The banner features logos of IITM, Ministry of Environment, Forest & Climate Change, and SAFAR. It includes the text: 'Indian Institute Of Tropical Meteorology, Pune', 'IITM-Environmental Information System Resource Partner (Ministry of Environment, Forest & Climate Change, Govt. of India)', 'E-LEDGE FOR CLIMATE CHANGE WARRIOR', 'I Pledge.', 'E-LEDGE', 'Click here', 'The time for action is now if we wish to shape our tomorrow.', 'Today, let us together take the pledge to become earth's climate change warrior', 'Website link: <http://envis.tropmet.res.in/QueryResponseService.aspx>', and 'Climate can Change Can We?'. The banner also shows a hand holding a leaf, with one side labeled 'Polluted' and the other 'Smooth'.

संपादकीय संघ

गुफरान बेग (एन्वीस समन्वयक)

समीर द्वापरे (प्रकल्प अधिकारी)

भाग्यश्री कात्रे (आईटी अधिकारी)

गौरव शिंदे (माहिती अधिकारी)

दर्शना जाधव (डेटा एंट्री ऑपरेटर)

भारतीय उष्णकटिबंधीय हवामानशास्त्र संस्था

डॉ होमी भाभा मार्ग, पाषाण, पुणे - ४११ ००८, भारत

दूरध्वनी: +९१-२०-२५९०-४२१२ | वेबसाइट: www.iitmenvis.nic.in | ई-मेल: iitm-env@nic.in