

शैक्षणिक संदर्भ अंक १४१ (एप्रिल - मे २०२३)

महासागरीय प्रवाहांचा परिचय

भाग - ३

गल्फ स्ट्रीम : पृथ्वीच्या हवामानाला आकार देणारा
शक्तिशाली प्रवाह

लेखक : डॉ. विवेक शिळीमकर

महासागरीय प्रवाहांचा परिचय

भाग - ३

गल्फ स्ट्रीम : पृथ्वीच्या हवामानाला आकार देणारा शक्तिशाली प्रवाह

लेखक : डॉ. विवेक शिळीमकर

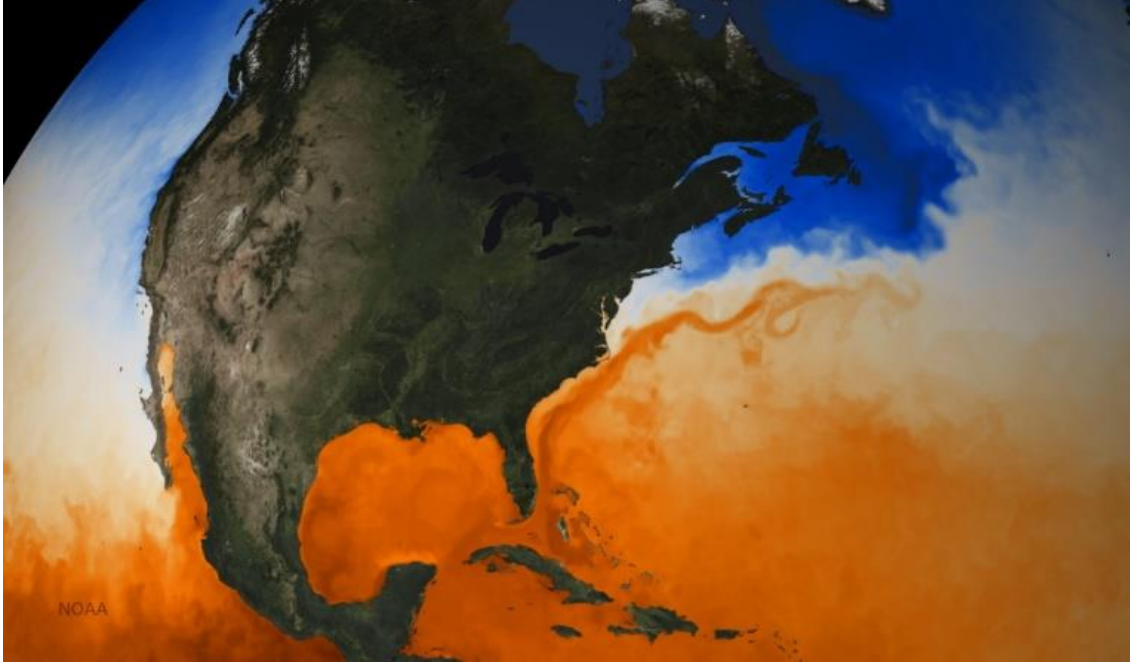
‘महासागरातील प्रवाह’ या लेखमालिकेतील गेल्या २ लेखांमध्ये आपण सागरी प्रवाहांचा परिचय करून घेतला आणि इंडोनेशियन प्रवाहाची संवादरूपाने अधिक माहिती मिळवली. मालिकेमधल्या तिसऱ्या लेखात आपण ‘गल्फ स्ट्रीम’ला प्रश्न विचारून त्याविषयी अधिक माहिती घेणार आहोत. तिसरा लेख हा ‘महासागरातील प्रवाह’ या लेखमालिकेतील दुसऱ्या लेखाचेच सातत्य आहे. (दुसऱ्या लेखाची लिंक :- https://www.sandarbhssociety.org/pdf/Issue-140/WEEK-02-INDONESIAN_PRAVAAH_Bhaag_2-Issue-140-February-March-2023.pdf)

मालिकेतल्या दुसऱ्या लेखात माणसाने इंडोनेशियन प्रवाहा (ITF) बरोबर चर्चा करून त्याबद्दल अधिक माहिती जाणून घेतली आणि अशीच चर्चा इतर विषयांवर व्हावी अशी इच्छा इंडोनेशियन प्रवाहाकडे बोलून दाखवली.

ITF : माझ्यासारखे अनेक प्रवाह महासागरांमध्ये आहेत आणि माझ्यापेक्षा आकाराने आणि

घनफळाने मोठे सुद्धा आहेत. ये मी तुला मेक्सिकोच्या आखातातून उगम पावणाऱ्या प्रवाहाची ओळख करून देतो.

हा आहे **गल्फ स्ट्रीम**. गल्फ स्ट्रीम हा एक उबदार सागरी प्रवाह आहे जो मेक्सिकोच्या आखाताजवळ उगम पावतो आणि अटलांटिक महासागर ओलांडून युरोपच्या दिशेने जाण्यापूर्वी उत्तर अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्याने ईशान्येकडे वाहतो. या प्रवाहाचे नाव जिथून तो उगम पावतो त्या मेक्सिकोच्या आखातावरून ठेवण्यात आले.



आकृती १ : गल्फ स्ट्रीमचे वेगळेपण समुद्राच्या तापमानातून स्पष्ट दिसते. फ्लोरिडाच्या आखातातून उत्तरेकडे वाहणारा भगव्या रंगाचा प्रवाह म्हणजे गल्फ स्ट्रीम आणि निळ्या रंगाचा लॅब्राडोरचा प्रवाह उत्तरेकडून दक्षिणेकडे वाहतो. स्रोत : NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)

१८ व्या शतकात बेंजामिन फ्रँकलिन यांनी प्रथम या प्रवाहाला ओळखले आणि त्याला 'गल्फ स्ट्रीम' हे नाव दिले. या प्रवाहाचे फ्रँकलिनने केलेले 'गल्फ स्ट्रीम' असे नामकरण तेव्हापासून व्यापकपणे स्वीकारले गेले आणि आजही वापरले जात आहे.

माणूस: गल्फ स्ट्रीम, तू सुद्धा ITF सारखा समुद्राच्या पातळीतील फरकामुळे वाहतोस का?

गल्फ स्ट्रीम : व्वा ! छान प्रश्न विचारलास. ITF बरोबर झालेल्या संवादामुळे तुला प्रवाहांबद्दलची चांगलीच माहिती मिळाली आहे, पण मी ITF सारखा समुद्राच्या पातळीतील फरकामुळे वाहत नाही. माझा जन्म प्रामुख्याने वारा, पृथ्वीचे परिभ्रमण आणि विशेषतः कोरिओलिसचा प्रभाव यांच्या संयोगाने होतो. उत्तर अटलांटिकमधील वाऱ्याच्या रचनेमुळे पृष्ठभागावरील पाणी वर्तुळाकार गतीने फिरते आणि उबदार पाणी मेक्सिकोच्या आखातातून उत्तर अटलांटिककडे वाहते. कोरिओलिसच्या प्रभावामुळे; कोरीओलिस हा पृथ्वीच्या परिवलनाचा परिणाम आहे; अटलांटिक समुद्रात उष्णकटिबंधीय प्रदेशात पश्चिमेकडे वाहणारे पाणी उत्तरेकडे वाहू लागते आणि परिणामी माझा जन्म होतो.

याव्यतिरिक्त, माझे उबदार, खारट पाणी आणि सभोवतालच्या महासागराचे थंड, कमी खारट पाणी यातील तापमान आणि क्षारतेतील फरकामुळे सुद्धा माझ्या प्रवाहाच्या हालचालीमध्ये फरक पडतो. एकंदरीत, माझा प्रवाह जटिल आहे आणि तो वारा, पृथ्वीचे परिवलन, तापमान आणि क्षारता यासारख्या सागरी गुणधर्मांसह विविध घटकांनी प्रभावित आहे.

माणूस: जसा ITF १५-२० Sv घनफळ पाणी पॅसिफिक महासागरातून हिंदी महासागरात हस्तांतरित करतो, तसा तू किती स्वेरड्युप पाणी हस्तांतरित करतोस?

गल्फ स्ट्रीम : ITF छोट्या छोट्या इंडोनेशियन बेटांमधून मर्यादित प्रदेशातून वाहतो. त्यामुळे त्याचा प्रवाह माझ्या प्रवाहापेक्षा संकुचित आहे. मी ITF सारखा छोट्या प्रदेशापुरता

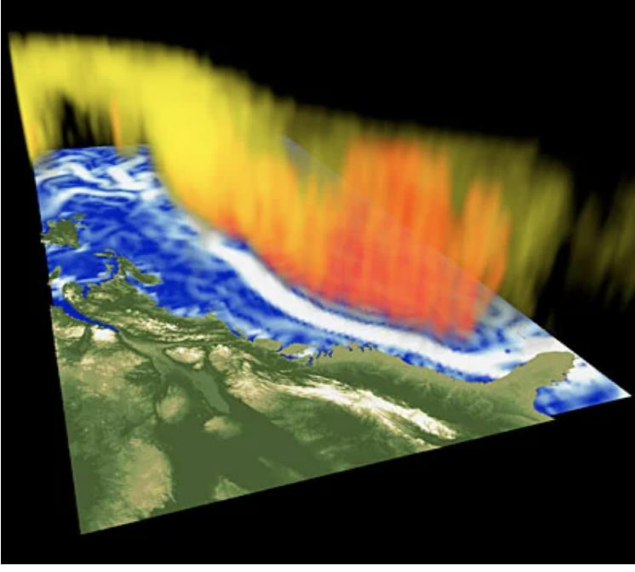
मर्यादित नाही, फ्लोरिडाची सामुद्रधुनी पार केल्यावर मी खुल्या समुद्रात वाहतो. खुल्या समुद्रात वाहत असल्यामुळे माझ्या प्रवाहात नेमकेपणा नाही. त्यामध्ये बदल होत राहतात. पण जर मेक्सिकोच्या आखातातील उगमापासून ते उत्तर अटलांटिक महासागरात जेथे मी एकजीव होतो त्या ठिकाणापर्यंत विचार केला तर माझी एकूण लांबी तुम्ही ठरवलेल्या मेट्रिक प्रणालीनुसार अंदाजे १२,००० किलोमीटर किंवा त्याहून अधिक असू शकते. त्यामुळे वेगवेगळ्या प्रदेशात मी वेगवेगळ्या घनफळाचे पाणी हस्तांतरित करतो.

फ्लोरिडाच्या आखाताजवळ मी ३० स्वेरड्युप प्रति सेकंद पाणी हस्तांतरित करतो. पुढे अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्याने उत्तर-पूर्वेकडे वाहत जात असताना कॅनडातील न्यूफाउंडलँडच्या किनाऱ्याजवळील ग्रँड बँक्सजवळ माझा विस्तार वाढत जाऊन मी सुमारे १५०Sv पाणी वाहून नेतो असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे.

माणूस : १५०Sv प्रति सेकंद पाण्याचे हस्तांतरण हे पृथ्वीवरील सर्वात जास्त हस्तांतरण असेल, म्हणजेच तू पृथ्वीवरील सर्वात मोठा प्रवाह असशील, हो ना?

गल्फ स्ट्रीम : नाही. अंटार्क्टिक जवळचा वर्तुळाकार प्रवाह पृथ्वीवरील सर्वात मोठा प्रवाह आहे. तो प्रवाह जवळपास १६५Sv पाणी हस्तांतरित करतो. परंतु हा प्रवाह पृथ्वीच्या दक्षिण गोलार्धात अंटार्क्टिक बेटाच्या भोवती फिरतो. त्यामुळे पृथ्वीच्या उत्तर गोलार्धात जिथे सर्वात जास्त लोकसंख्या आणि हवामानाचे परिणाम जाणवतात तिथे हवामानावर सर्वात जास्त प्रभाव माझाच पडतो.

माणूस : तू पृथ्वीच्या हवामानावर कसा परिणाम करतोस?



आकृती २ : वरील चित्रात निळ्या-पांढऱ्या रंगांमध्ये गल्फ स्ट्रीमचा वेग (पांढरा रंग सर्वात जास्त वेग दर्शवतो) आणि पिवळ्या-लाल रंगांमध्ये (लाल रंग सर्वात वेगवान वारा आहे) वरच्या दिशेने वाहणाऱ्या वाऱ्याचा वेग दर्शवला आहे. (स्रोत: F Araki and S Kawahara, ESC JAMSTEC.)

गल्फ स्ट्रीम : आत्तापर्यंत शास्त्रज्ञांनी अभ्यास करून बरीच माहिती मिळवली आहे. त्यातील महत्वाचे परिणाम खालीलप्रमाणे :

१. वातावरण तापवतो : मी उष्ण कटिबंधातील उबदार पाणी उत्तर अटलांटिकच्या थंड पाण्यात आणतो. माझ्या उबदार पाण्याचे बाष्पीभवन होत असताना वातावरणात उष्णता सोडली जाते आणि १० किलोमीटर उंचीवरील हवा गरम होऊ शकते म्हणजेच वातावरण

तापते. अधिक माहितीसाठी हे Nature नियतकालिकात [प्रकाशित झालेले संशोधन](#) वाच.

२. पावसात बदल करतो : मी ज्या प्रदेशातून वाहतो त्या प्रदेशातील पर्जन्यमानावरही परिणाम करतो. माझ्यावरील उबदार, ओलसर हवेमुळे ढगांचे आच्छादन वाढते आणि पर्जन्यवृष्टी देखील.

३. सागरी परिसंस्थांवर प्रभाव पाडतो : मी महासागरातील परिसंस्थांना आकार देण्यात महत्वाची भूमिका बजावतो. माझे उबदार, पोषक-समृद्ध पाणी मासे, व्हेल आणि डॉल्फिनसह विविध प्रकारच्या सागरी जीवसृष्टीला आधार देते.

४. युरोपमधील तापमान मध्यम राखतो : माझे उबदार पाणी युरोपमध्ये, विशेषतः युनायटेड किंगडम, फ्रान्स आणि नॉर्वेच्या किनारपट्टीच्या भागात तापमान मध्यम राखण्यास मदत करते. माझ्याशिवाय हे प्रदेश जास्त थंड असले असते, कारण ते लॅब्राडोर आणि अलास्का अशा थंड प्रदेशांच्या अक्षांशांवरच वसलेले आहेत.



माणूस : युरोपातील हवामान तू उबदार राखतोस हे ऐकितोस आहे माझ्या. जसजसा तू उत्तर अटलांटिकच्या दिशेने वाहतोस तसतसा उबदार पाणी, उष्णता वाहून नेतोस आणि वातावरणात मोठ्या प्रमाणात उष्णता आणि आर्द्रता सोडतोस. यामुळे आजूबाजूची हवा गरम होते.

आकृती ३ : गल्फ स्ट्रीममुळे अटलांटिक समुद्रात होणारे बदल आणि त्यामुळे निर्माण होणारी परिसंस्था

स्रोत : NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)

या प्रक्रियेमुळे पश्चिम युरोपचे हवामान समान अक्षांशांवर असलेल्या इतर प्रदेशांपेक्षा उबदार राहते, बरोबर?

गल्फ स्ट्रीम : हं..., असं शास्त्रज्ञांनी मान्य केलं आहे. पण जसजशी हवामानशास्त्रात प्रगती होत गेली, हवामानाची संगणकात प्रतिकृती तयार करण्यात शास्त्रज्ञ तज्ञ होत गेले. त्यानंतर माझा युरोपच्या हवामानावर खरंच किती परिणाम होतो याचा अभ्यास काही शास्त्रज्ञांनी केला. त्यात असं दिसलं की, माझा प्रवाह नसेल तरी सुद्धा युरोपचे हवामान समान अक्षांशांवर असलेल्या इतर प्रदेशांपेक्षा उबदार राहिल.

माणूस : युरोपच्या उबदार हवामानाचे स्पष्टीकरण मला जे माहिती आहे ते अतिशय योग्य वाटते. आणि तू म्हणतोस तसा जर तुझा प्रवाह बंद असेल तर मग, उत्तरेकडे उष्णता कशी वाहून नेली जाते, वातावरणात ती कशी हस्तांतरित केली जाते आणि युरोपचे हवामान उबदार कसे राहते? असे प्रश्न उपस्थित होतात.

गल्फ स्ट्रीम : व्वा ! छान प्रश्न पडला तुला. तुझ्या प्रश्नांची उत्तरे २००२ सालच्या संशोधनात सीगर यांनी समजावून सांगितली आहेत. त्यांच्या स्पष्टीकरणानुसार, उन्हाळ्यात जेव्हा सूर्य उत्तर गोलार्धात असतो तेव्हा उष्णता समुद्रात हस्तांतरित केली जाते आणि समुद्राच्या पृष्ठभागावरील वाऱ्यांमुळे ती उष्णता काहीशे मीटर पर्यंत साठवली जाते. ही साठवलेली उष्णता पाण्याच्या उष्णता साठवून ठेवण्याच्या उच्च क्षमतेमुळे समुद्रात बराच काळ राहते आणि हिवाळ्यात जेव्हा सूर्य दक्षिण गोलार्धात असतो तेव्हा ती वातावरणात हस्तांतरित केली जाते. वातावरणात हस्तांतरित झालेली उष्णता पूर्वेकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यामुळे युरोपात जाते आणि युरोप हिवाळ्यात उबदार राहतो.

माणूस : रंजक आहे हे सगळं. युरोपचे हवामान उबदार असण्यामागे एकापेक्षा जास्त स्पष्टीकरणे असू शकतात असं वाटलं नव्हतं. पण जर युरोपच्या उबदार हवामानाचे कारण पाण्याची उष्णता साठवून ठेवण्याची क्षमता आणि पूर्वेकडे वाहणारे वारे असेल तर मग तू उष्णता हस्तांतरित करतोस त्याचा काय परिणाम होतो?

गल्फ स्ट्रीम : याचेही उत्तर त्या आणि अनेक संशोधनात पुढे आले आहे. जर महासागरातील प्रवाह संगणकात हवामानाची नक्कल करणाऱ्या नमुन्यात (climate

model) बंद केले तर उष्णकटिबंधीय प्रदेशातील महासागर अजून गरम होतील तर ध्रुवीय प्रदेशाजवळील महासागर थोडे थंड होतील पण तापमानाची घडण साधारण आहे तशीच राहिल. म्हणजेच मी आणि माझ्यासारखे इतर अनेक प्रवाह उष्णकटिबंधीय प्रदेशातून ध्रुवाकडे उष्णता वाहतो आणि उष्णतेचे नियमन करतो. मात्र माझा युरोपचे हवामान उबदार दिसण्यामध्ये फार काही वाटा नाही असे काही शास्त्रज्ञांचे मत आहे.

माणूस: “प्रवाह हवामानाच्या नमुन्यात बंद केले तर...” म्हणजे काय? समजले नाही.

गल्फ स्ट्रीम : संगणकात हवामानाची नक्कल करताना, पृथ्वीची प्रतिकृती ती आहे तशी तयार करण्याचा प्रयत्न केला जातो. हे सर्व गणिती समीकरणं वापरून केलं जातं. हवामानाच्या नमुन्यात प्रवाह बंद करायचे असल्यास, तसा बदल प्रवाह दर्शवणाऱ्या गणिती समीकरणात करता येतो आणि प्रवाह हवामानाच्या नमुन्यात बंद केले जातात. असे केल्यावर हवामानाच्या नमुन्यात महासागर स्थिर होतात आणि प्रवाहामुळे महासागरात होणारे बदल थांबतात.

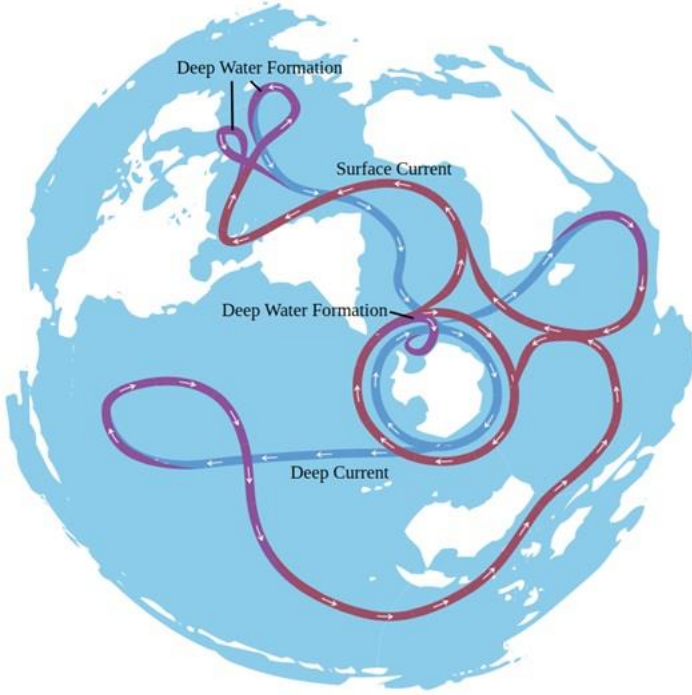
माणूस: अच्छा, ही फारच किचकट प्रक्रिया वाटते, पण माणूस हे सगळं करू शकतो याचं विशेष वाटतं.

असो, आधी तुझ्या बोलण्यात काही शास्त्रज्ञ असा उल्लेख आहे म्हणजे अजूनही सामान्यपणे युरोपच्या उबदार हवामानाला तूच कारणीभूत आहेस अशी सहमती आहे तर. आणि हवामानाची संगणकात जी नक्कल करण्यात येते त्यात चुका असू शकतील की.

गल्फ स्ट्रीम : हो. हेही खरं आहे. नक्कीच संगणकात हवामानाची प्रतिकृती तयार करताना काही त्रुटी राहू शकतात आणि सीगर यांना जे शोध लागले त्यामध्ये सुद्धा त्रुटी नक्कीच असू

शकतात. पण सध्या जे संशोधन पुढे आले आहे ते असं आहे. अजून तरी नवीन दृष्टिकोण चुकीचा आहे असं कोणी दाखवू शकलं नाहीये.

माणूस: बरं, तू उत्तरेकडे वाहतोस; पण मग पुढे तुझं पाणी जातं कुठे? पाण्याची टाकी भरल्यावर ती ओसंडून भरून वाहते, तसं अटलांटिक महासागरात काही होतं का?



गल्फ स्ट्रीम : हा हा हा! तसंच काहीसं होतं. मी जसजसा उत्तरेकडे वाहतो तशी माझ्या पाण्याची बाष्पीभवन प्रक्रिया चालू असते. बाष्पीभवन होत असताना फक्त पाण्याची वाफ होते आणि समुद्रातील क्षार तसेच खाली राहतात. यामुळे पाण्याची घनता वाढते. जास्त घनतेचे पाणी हळूहळू समुद्राच्या तळाकडे खाली जाऊ लागते आणि

आकृती क्रमांक ४ : निळा आणि तांबडा रंग अभिसरणाच्या वाहणाऱ्या पाण्याची खोली दर्शवतात. निळा रंग - खोल समुद्रात वाहणारे पाणी, तांबडा रंग - समुद्राच्या पृष्ठभागावर वाहणारे पाणी.

स्रोत : विकिपीडिया

अटलांटिक महासागरात सर्वात मोठ्या अभिसरणाची सुरुवात होते. याला इंग्रजीमध्ये Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) किंवा Thermohaline circulation किंवा Global Conveyor Belt म्हणतात. हे अभिसरण समुद्रातील सर्वात मोठे अभिसरण आहे. पाणी समुद्राच्या तळाशी जाण्याची प्रक्रिया

अटलांटिक महासागरात चालू होते आणि पॅसिफिक समुद्रात तेच पाणी पुन्हा कमी घनतेच्या पाण्याबरोबर मिसळून पुन्हा वर येते. या प्रक्रियेला शास्त्रज्ञांच्या संशोधनानुसार साधारण ~१५०० वर्षे लागतात. या अभिसरणाचा मार्ग आणि विशालता खाली दिलेल्या आकृतीमधून लक्षात येईल.

माणूस : बापरे! एवढ्या मोठ्या प्रमाणात हे अभिसरण होते? इंटरनेट आणि सोशलनेटवर्किंगच्या माध्यमांमुळे जग फार छोटं वाटतं पण ITF आणि तुझ्याबरोबर झालेल्या संभाषणाने त्याची विशालता कळली.

§§§

लेखक : डॉ. विवेक शिलीमकर, पुणे विद्यापीठातून हवामानशास्त्रात पदव्युत्तर पदवी, होक्काईदो विद्यापीठात पीएच. डी, इन्फ्रा क्लाऊड टेक्नोलॉजी प्रा. लि. येथे कार्यरत.

इ-मेल : vivek.shilimkar@gmail.com

(कळीचे शब्द : गल्फ स्ट्रीम, कोरिओलिस, गल्फ स्ट्रीम प्रवाहाची वैशिष्ट्ये, त्याचे पृथ्वीच्या हवामानावर होणारे परिणाम)

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाविषयी

शैक्षणिक संदर्भ हे पालकनीती परिवाराचे द्वैमासिक ऑगस्ट १९९९ पासून संदर्भ सोसायटी प्रकाशित करत आहे. मराठीतून चांगले विज्ञान वाचायला मिळावे, शालेय व महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांच्या कुतूहलाला प्रोत्साहन मिळावे, अनुभवांना जोडून असलेल्या विज्ञानाची सहज ओळख व्हावी आणि समाजात वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढावा, हे याचे उद्देश आहेत.

२०१८ सालापासून आम्ही शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करत आहोत व इमेल आणि व्हॉट्सॅपच्या माध्यमातून वाचकांपर्यंत पोहोचवत आहोत.

आपल्याला आमचे अंक वाचायचे असल्यास आपला इ-मेल पत्ता आणि व्हॉट्सॅप क्रमांक (ऐच्छिक) आम्हाला sandarbh.marathi@gmail.com वर पाठवावा. दर आठवड्याला एक लेख व दर दोन महिने पूर्ण झाल्यावर आठ लेखांचा एकत्रित एक अंक असे आपल्याला पीडीएफ स्वरूपात मिळतील.

www.sandarbhsociety.org या वेबसाईटला जरूर भेट द्या. जुने अंकही त्यावर पीडीएफ स्वरूपात उपलब्ध आहेत.

हा उपक्रम विनामूल्य आहे, पण आपण आपला सहभाग ऐच्छिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवू शकता. अधिक माहिती वेबसाइटवर उपलब्ध आहे.

- संपादक मंडळ, शैक्षणिक संदर्भ व विश्वस्त मंडळ, संदर्भ सोसायटी