

सुनामी आणि किनाऱ्यावरील पुरामुळे होणारी हानी कमी करते किनारी वनस्पतींचे कवच
सुनामी आणि किनाऱ्यावरील पुरांच्या तीव्र घटनांमध्ये लाटांचा जोर आणि डबरचा दुष्परिणाम कमी करण्यासाठी एक शाश्वत आणि स्थिर पद्धत



प्रतिमा: [Pxhere](#)

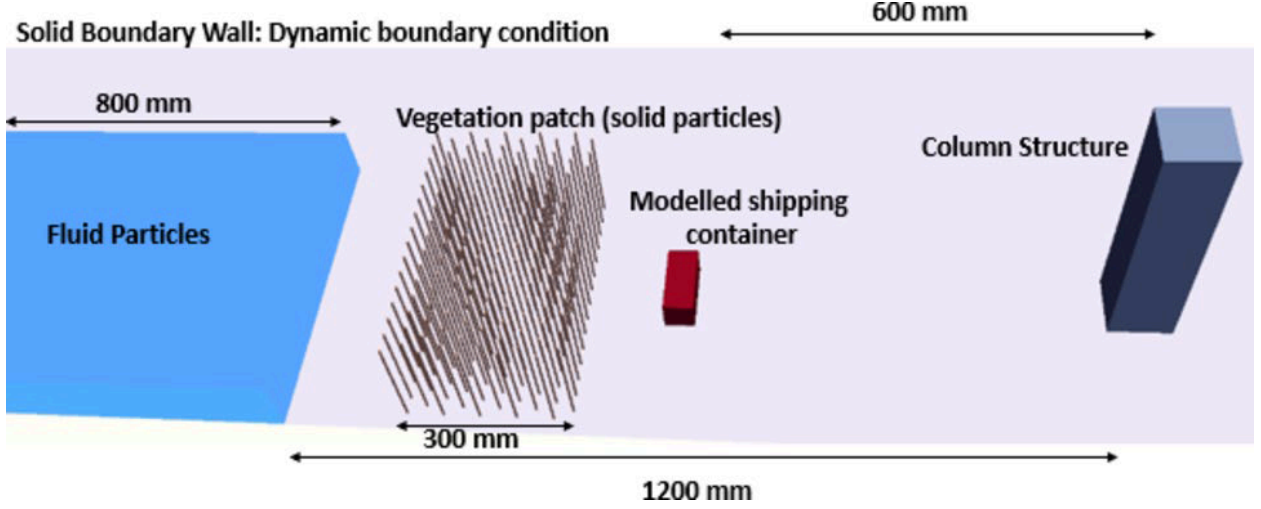
हजारो लोकांच्या मनावर आणि जीवनावर कायमचा ठसा उमटवणाऱ्या हिंद महासागरात आलेल्या विनाशकारी सुनामीला दोन दशके झाली. भारताच्या किनारपट्टीवर खारफुटीच्या झाडांच्या (मॅन्ग्रोव्ह) रूपात असलेले असंख्य नैसर्गिक अडथळे नसते तर विनाश अधिक झाला असता. या नैसर्गिक आपत्तीमुळे सुनामी लाटांचा जोर आणि डबरचे अडकणे (डेब्री; debris) कमी करण्यासाठी प्रभावी उपाययोजना करण्याची गरज अधोरेखित झाली. दर वर्षी चक्रीवादळामुळे समुद्राची पातळी वाढून पूर येण्याच्या घटना होतात ज्याला “स्टॉर्म सर्ज” किंवा “वादळी लाटा” म्हणतात. अशा आपत्तींविरुद्ध किनाऱ्यावरील खारफुटीची झाडे जैविक-ढाल (बायो-शिल्ड) म्हणून काम करतात. समुद्र किनारी भिंती बांधण्याची पारंपारिक संरक्षणात्मक पद्धत शक्य तर आहे, परंतु ती महागडी आहे आणि नैसर्गिक प्रक्रियांमध्ये व्यत्यय आणू शकते.

भारतीय तंत्रज्ञान संस्था (आयआयटी) मुंबईच्या संशोधकांनी पाण्याबाहेर वर येणाऱ्या किनारी वनस्पती (इमर्जन्ट कोस्टल वेजिटेशन) सुनामीच्या परिणामांविरुद्ध नैसर्गिक अडथळा म्हणून कशा प्रकारे काम करतात याचे मूल्यांकन करण्यावर लक्ष केंद्रित केले. त्यांच्या नवीन [अभ्यासात](#) संशोधकांनी इमारती आणि पुलांवर सुनामीमुळे वाहून येणाऱ्या डबराचे होणारे परिणाम कमी करण्यासाठी खारफुटीच्या झाडांचा (कांदळवनाचा) प्रभावीपणा तपासण्यासाठी प्रायोगिक आणि संख्यात्मक अशा दोन्ही पद्धतींचा वापर केला. ‘स्मूथ्ड पार्टिकल हैड्रोडायनेमिक्स’ (एसपीएच) नावाची संगणकीय पद्धत द्रवपदार्थाच्या प्रवाह/वर्तनाचे अनुरूपण (सिम्युलेशन) करण्यासाठी वापरली जाते. पाणी, वनस्पती आणि डबर यांच्यातील जटिल अंतरक्रियांचे निरीक्षण करण्यासाठी या पद्धतीचा उपयोग करून संशोधकांनी मॉडेल तयार केले आहे.

“निसर्ग सर्वोच्च आहे हे आपण लक्षात घेतले पाहिजे आणि आपण निसर्गाशी जुळवून घेऊन काम केले पाहिजे, त्याच्या विरोधात नाही. या (संशोधनाच्या) संदर्भात प्रामुख्याने लाटा, किनारी प्रवाह आणि समुद्र किनाऱ्यावरील गाळाची हालचाल या नैसर्गिक क्रिया आहेत. कुठल्याही तटीय संरक्षण यंत्रणेने नैसर्गिक प्रक्रियांमध्ये प्रतिकूल हस्तक्षेप करू नये हेच उचित असते,” नैसर्गिक प्रतिबंधांच्या गरजेबद्दल आयआयटी मुंबईच्या स्थापत्य अभियांत्रिकी विभागातील प्रा. बेहरा यांनी सांगितले.

किनाऱ्याजवळ जी विविध वृक्ष-वनस्पती सापडतात, त्यापैकी पाण्याबाहेर वर येणाऱ्या वनस्पती (इमर्जन्ट) संशोधकांनी अभ्यासासाठी निवडल्या. इमर्जन्ट म्हणजेच पाण्याबाहेर येणाऱ्या वनस्पतींची मुळे मातीत रुतलेली असतात, तर त्यांची देठ, पाने, आणि फुले ही पाण्याच्या पृष्ठभागाच्या वर असतात. खारफुटी (मॅन्ग्रोव्ह) याच प्रकारची झाडे आहेत ज्यांची मजबूत मुळे पाण्याखाली असतात, देठ कठीण आणि खोडं ताठर असतात ज्यामुळे लाटांचा जोर कमी होतो. “खारफुटीची झाडे महासागरातल्या मोठ्या आपत्तीचा सामना करण्याऱ्या नैसर्गिक जैविक-ढालींचे उत्तम उदाहरण आहेत. ओडिशातील भितरकणिका येथील खारफुटी वनस्पतींनी तिथल्या किनारपट्टीचे जवळजवळ दर वर्षी येणाऱ्या चक्रीवादळांपासून संरक्षण केले आहे,” असे प्रा. बेहरा यांनी सांगितले. या उलट, पाण्यावर तरंगणारी किंवा पाण्याखाली असलेली वनस्पती सुनामीच्या लाटांमुळे वाहून जातात किंवा लाटांचा जोर रोखायला असमर्थ ठरतात असे या अभ्यासातून दिसून आले.

प्रायोगिक मांडणीमध्ये किनाऱ्यावरील प्रदेशाची प्रतिकृती तयार करण्यात आली ज्यात एक मोठी पाण्याची टाकी (धरण फुटल्यावर झालेल्या पाण्याच्या प्रवाहाच्या अभ्यासासाठी वापरली जाणारी रचना; डॅम-ब्रेक फ्ल्यूम), एक प्रमाणात लहान केलेला (स्केल्ड-डाउन) स्तंभ आणि अल्युमिनियम डबर यांचे मॉडेल होते. किनारपट्टीवरील इमारतीचे अनुकरण करण्यासाठी स्तंभ रचला होता आणि डबराचे मॉडेल शिपिंग कंटेनरची प्रतिकृती होती. एक उभे सरकते गेट उघडून खूप वेगाने पाणी सोडून टाकीमध्ये सुनामीसारखी परिस्थिती तयार करण्यात आली. पाणी सोडल्यानंतर स्तंभातील संवेदकाने स्तंभ रचनेवर आदळणाऱ्या डबराची आघात शक्ती (इम्पॅक्ट फोर्स) मोजली. डबराच्या मॉडेलमधील त्वरणमापीने (अॅक्सिलरोमीटर) आघातापूर्वी त्याचा वेग आणि हालचाल यांची नोंद केली. अभ्यासात असे आढळून आले की वाहून आलेले डबर जास्त जड असल्यास स्तंभाच्या रचनेवर अधिक आघात होतो.



किनारपट्टीवरील संरक्षण प्रणालीची अनुकृती.

सौजन्य: डॉ. आदित्य गुप्ता यांचा आयआयटीबी-मोॅनॅश अॅकॅडेमी, आयआयटी मुंबई इथला पीएच.डी चा प्रबंध

(प्रा. बेहेरा यांच्या मार्गदर्शनाखाली)

[Solid Boundary Wall : भक्कम सीमा भिंत, Fluid Particles: द्रव कण, Vegetation Patch: वनस्पती क्षेत्र, Modelled Shipping Container: शिपिंग कॅन्टेनरचे मॉडेल, Column Structure: स्तंभाची प्रतिकृती]

या संख्यात्मक पद्धतीमध्ये वनस्पतींचे कार्य मोजण्यासाठी संगणकीय अनुरूपण (सिम्युलेशन) वापरले गेले. स्तंभाच्या रचनेवर डबराचा आघात आणि लाटांचा जोर कमी करण्यामागे वनस्पतींचा प्रभावीपणा यांचे अनुकरण करण्यासाठी एसपीएच मॉडेलिंगचा वापर करण्यात आला. या सिम्युलेशनमध्ये दोन प्रकारच्या इमर्जंट वनस्पतींच्या मॉडेल्सवर लाटांच्या परस्परक्रियेचा अभ्यास केला – रिजिड स्टॅंगर्ड वनस्पती (ताठर आणि अगदी एका ओळीत नसलेली सांतरित) आणि टिल्टिंग स्टॅंगर्ड वनस्पती (झुकलेली आणि अगदी एका ओळीत नसलेली सांतरित). रिजिड स्टॅंगर्ड वनस्पती ताठ राहतात आणि प्रत्यक्षात खारफुटीची ताठर झाडे किंवा पाण्याबाहेर येणाऱ्या ताठर वनस्पती दर्शवतात, तर टिल्टिंग स्टॅंगर्ड वनस्पती जोरदार लाटांमुळे नैसर्गिकरित्या वाकलेल्या वनस्पतींचे प्रतीक आहे.

एसपीएच सिम्युलेशनमध्ये अनुक्रमे रिड्युस्ड फ्लुइड फोर्स इंडेक्स, रिड्युस्ड मोमेंटम इंडेक्स आणि ट्रान्समिशन कोइफिशिएंट या तीन निर्देशांकांचा वापर करून लाटांचा जोर कमी करणे, डबराच्या वाहण्याचा जोर कमी करणे आणि लाटांची उंची कमी करणे यामध्ये वनस्पतींच्या क्षमतेची चाचणी करण्यात आली. टिल्टिंग (झुकलेल्या) स्टॅंगर्ड वनस्पतींपेक्षा रिजिड (ताठर) स्टॅंगर्ड वनस्पतींसाठी रिड्युस्ड फ्लुइड फोर्स इंडेक्स आणि रिड्युस्ड मोमेंटम इंडेक्स जास्त असतात. ताठर वनस्पतींनी मोठ्या प्रमाणात पाण्याचा प्रभावीपणे प्रतिकार केला आणि लाटांची ऊर्जा कमी केली. झुकलेल्या वनस्पतींमुळे डबराचा प्रभाव ८९% कमी झाला, त्या तुलनेत ताठर वनस्पतींमुळे स्तंभाच्या रचनेवर डबराचा प्रभाव ९६% कमी झाला.

“किनारी भागात धूप कमी करण्यासाठी, वादळी लाटांपासून आणि समुद्र तटावरील पुरापासून संरक्षण देण्यासाठी रिजिड इमर्जंट वनस्पतींची लागवड करता येऊ शकेल. जैविक-ढाली म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या वनस्पती पर्यावरणपूरक संरक्षण देऊ शकतील आणि कार्बन शोषून घेऊन भारताचे कार्बन शून्य लक्ष्य साध्य करण्यास मदत करतील,” असे प्रा.बेहेरा यांनी सांगितले.

या अभ्यासातून असे दिसून आले की सुनामी लाटांमुळे किनारपट्टीच्या पायाभूत सुविधांना होणारे नुकसान लक्षणीयरीत्या कमी करण्यास इमर्जन्ट वनस्पती एक प्रभावी संरक्षण प्रणाली म्हणून काम करतात. विविध वनस्पतींचे प्रकार, लाटांच्या हालचालींचे नमुने आणि विविध प्रकारचे डबर व काडीकचरा असलेल्या नैसर्गिक परिस्थितीत हा प्रयोग करण्यासाठी आणखी अभ्यास आवश्यक आहे. भविष्यातील अभ्यासात प्रगत सिम्युलेशन वर लक्ष केंद्रित केल्याने अधिक अचूक निष्कर्ष मिळतील असा विश्वास संशोधकांना वाटतो.

अधिक सक्षम आपत्ती नियोजन करण्यासाठी वनस्पतींचे प्रकार कसे निवडायचे आणि कसे वापरायचे यासाठी किनारपट्टीच्या नियोजकांना या संशोधनातील निष्कर्षांचा उपयोग होईल. यामुळे धोरणकर्त्यांना आणि अभियंत्यांना एक स्थिर (रेझीलियन्ट), फायदेशीर आणि शाश्वत संरक्षण प्रणाली स्वीकारण्यास प्रोत्साहन मिळते ज्यामुळे निसर्गावर आधारित उपाय वापरून समुद्रतटीय परिसंस्थेला चांगली चालना मिळते.

VETTED / UNVETTED	VETTED
Title of Research Paper	Effectiveness of Emergent Coastal Vegetation as a Defense System to Mitigate Debris Load on a Structure During Extreme Events
DOI of the Research Paper as a link	https://doi.org/10.1007/s12601-024-00188-5
List of all researchers with affiliations	Aditya Gupta, (Current affiliation) School of Environmental, Civil, Agricultural, and Mechanical Engineering, University of Georgia, Athens, GA 30602, USA Manasa R. Behera Ocean Engineering, Department of Civil Engineering, IIT Bombay, Mumbai, Maharashtra 40007, India
Email of researcher/s	manasa.rb@iitb.ac.in
Writer name	Divyapriya Chandrasekaran
Transcreator name	Manasi Tatke
Credits to Graphic:	Lead image: Pxhere Inline: Source: Research paper. Credits: PhD thesis of Dr. Aditya Gupta, IIT Bombay - Monash Academy under the supervision of Prof Behera, Dept. of Civil Engg. IIT Bombay.

VETTED / UNVETTED	VETTED
Subject [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED (Multiple allowed)	Science/Technology/Engineering/Ecology/Health/Society
Article to be Sectioned Under [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED	Deep Dive/Friday Features/Fiction Friday/Joy of Science/News+Views/News/Scitoons/Catching up/OpEd/Featured/Sci-Qs/Infographics/Events
Social Media TAGS separated by Comma	#TsunamiResilience, #DisasterMitigation, #ClimateAdaptation, #EcoEngineering, #NatureBasedSolutions, #ResearchForImpact, #ExtremeEvents, #SPHModeling, #WaveImpactResearch
Social Media Posts Suggestions/ Links to interesting relevant content [optional] [writer]	Nature-based solutions to mitigate tsunami impacts. Researchers from IIT Bombay explore numerical simulation to study how emergent trees reduce the force of tsunami waves and minimize debris impact. Take a deep dive into the article to know more! <Link>
Social Media Handles to be added	@iitbombay
Social Media handles of writer	@divyapriya iora (Instagram)
Social Media handles of researchers	
Funding information (Source: Research paper)	IITB-Monash Academy
Conflict of Interest/Competing Interest information (Source: Research paper)	None
Co-PI information (Source: Research paper)	None
Location:	Mumbai