

प्रभावी वनीकरण योजनांसाठी तुटक वनक्षेत्रे ध्यानात घेणे आवश्यक

आयआयटी मुंबई आणि शास्त्र अभिमत विद्यापीठाने तयार केलेल्या नवीन पद्धतीने केलेल्या अभ्यासात स्पष्ट झाले की २०१५ ते २०१९ मध्ये वन क्षेत्रात झालेली वाढ तुटक भागांच्या स्वरूपात आहे



प्रतिमा: [Freepik](https://www.freepik.com)

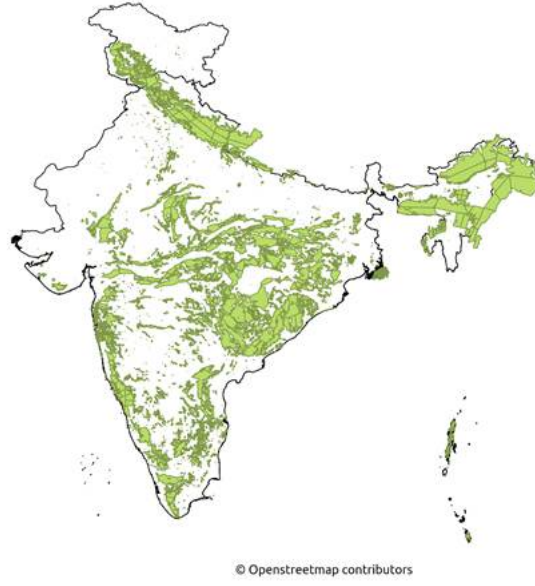
अखंड मोठ्या वनांचे पर्यावरणाच्या दृष्टीने अनन्यसाधारण महत्त्व असते. जैवविविधतेची समृद्धी जपणारी वने नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित धोक्यांसमोर तग धरू शकतात आणि आपली आपण परत वाढू शकतात. या प्रकारची वन क्षेत्रे सलग आणि अखंड असतील तर त्यांचे सामाजिक-आर्थिक लाभ दीर्घकालीन असतात. मात्र, तुटक म्हणजेच विखंडित (फ्रॅगमेंटेड) वनक्षेत्रे वनस्पतींचा आणि प्राण्यांचा टिकाव लागण्यात आणि प्राण्यांच्या मुक्त हालचालींमध्ये बाधा आणू शकतात. उदाहरणार्थ, वाघांना शिकार करण्यासाठी, पुनरुत्पादनासाठी आणि मनुष्यप्राण्याच्या वाटेत न येता जगण्यासाठी मोठी सलग जंगले जास्त गरजेची असतात. भारतीय वन सर्वेक्षण (FSI) आणि काही इतर स्वतंत्र संस्था भारताच्या एकूण वनक्षेत्राबद्दल वेळोवेळी माहिती जाहीर करतात. असे असले तरीही वनभागांमधील अखंडता किंवा त्यांचे जोडलेले असणे नसणे समजून घेण्यासाठी कोणतेही पद्धतशीर साधन उपलब्ध नाही.

भारतीय तंत्रज्ञान संस्था मुंबई (आयआयटी मुंबई) येथील प्रा. राज रामशंकरन आणि त्यांचे सहकारी, शास्त्र अभिमत विद्यापीठाचे डॉ. वासू सत्यकुमार आणि श्री. श्रीधरन गौतम यांनी दूरस्थ संवेदनाद्वारे (रिमोट सेन्सिंग) मिळालेला माहितीसाठी (डेटा) आणि मुक्त-स्रोत (ओपन सोर्स) डिजिटल साधने वापरून एक

नवीन पद्धत (फ्रेमवर्क) प्रस्तावित केली आहे. या पद्धतीचा वापर करून त्यांनी राज्य आणि राष्ट्रीय स्तरावर वनक्षेत्रांची जोडणी किंवा अखंडत्व कसे आहे याचे नकाशे तयार केले आहेत. शिवाय वनीकरणाच्या प्रयत्नांचा काय परिणाम होत आहे, जंगलतोडीमुळे वेगवेगळ्या प्रकारची जंगलं किती टिकू शकतात आणि कोणत्या राज्यांमध्ये वनक्षेत्रात मोठे बदल होत आहेत, हे देखील या पद्धतीचा उपयोग करून समजू शकते.

या नवीन पद्धतीचा एक महत्त्वाचा भाग म्हणजे वनांचे सात वेगवेगळ्या प्रकारांमध्ये वर्गीकरण करणे. प्रत्येक प्रकाराचे पर्यावरणावर वेगळे परिणाम होतात. हे प्रकार असे आहेत: ‘गाभा क्षेत्रे’ (core), म्हणजे मोठी आणि अखंड वनक्षेत्रे; ‘पूल’ (bridge), वेगवेगळ्या गाभा क्षेत्रांना जोडणारे वन भाग; ‘कड्या’ (loop), एकाच गाभा क्षेत्राचे भाग जोडणारे वन भाग; ‘शाखा’ (branch), गाभा क्षेत्रांपासून बाहेर पडणारा अरुंद भाग; ‘छिद्रे’ (perforation), गाभा क्षेत्रांमध्ये असलेल्या मोकळ्या जागा जिथे जंगल नाही; ‘कडा’ (edge), गाभा क्षेत्रांच्या बाहेरील सीमा; आणि ‘लहान विलग बेटे’ (islet), लहान आणि विलग झालेले तुटक वन भाग. या अभ्यासात असे आढळले की ‘गाभा वन क्षेत्रे’ जंगलतोडीला सर्वात जास्त प्रतिकार करून तग धरू शकतात, तर ‘लहान विलग बेटे’ प्रकार सर्वाधिक असुरक्षित असतात आणि त्यांचे आणखी भाग होऊन ती कमी वेळात लोप पावू शकतात. याचा अर्थ, वनीकरणाच्या प्रयत्नांचे फलित केवळ तुटक वन क्षेत्रे तयार होणे असे होत असेल तर वनीकरणाचे प्रयत्न एकूण वनक्षेत्राच्या वाढीसाठी किंवा त्यांच्या सलग जोडणीसाठी फारसे उपयुक्त ठरत नाहीत.

“जंगलाच्या टिकून राहण्याच्या क्षमतेवर आधारित गुणांक देण्याची आमची पद्धत धोरणकर्त्यांसाठी एक व्यावहारिक साधन उपलब्ध करून देते,” असे प्रा. रामशंकरन म्हणतात. “सर्व वनक्षेत्रांना एकसारखे न मानता कोणती जंगलं सर्वाधिक धोक्यात आहेत (उदा. लहान बेट प्रकारची) आणि कोणती दीर्घकाळ पर्यावरणासाठी उपयुक्त ठरू शकतील (उदा. गाभा क्षेत्रे) हे ओळखण्यास आमची पद्धत मदत करते.” ते पुढे सांगतात की, [CAMPA](#) किंवा ‘हरित भारतासाठी राष्ट्रीय अभियान’ (National Mission for a Green India) यांसारख्या वनीकरण योजनांनी अस्तित्वात असलेल्या ‘गाभा’ वनक्षेत्रांना मजबूत करण्यावर आणि त्यांच्यामध्ये ‘पूल’ प्रकारची वने निर्माण करण्यावर लक्ष केंद्रित करावे. त्यामुळे अधिक सलग, अधिक शाश्वत आणि पर्यावरणासाठी उत्तम वनक्षेत्रे निर्माण होऊ शकतील. ही पद्धत पायाभूत सुविधांच्या नियोजनातही मदत करू शकते, कारण ज्या ठिकाणी जंगलांचे अखंडत्व धोक्यात आहे, ती ठिकाणे ओळखण्यास मदत ती करते. यामुळे वैज्ञानिकदृष्ट्या योग्य निर्णय घेऊन पर्यावरणाचे नुकसान कमी करता येऊ शकेल.



२०१५ पर्यंतचा भारतीय वनक्षेत्राचा नकाशा. (चित्र: [विकिपीडिया](#))

या पद्धतीमध्ये जंगलांच्या संरचनेची ओळख करून त्यांचे वर्गीकरण करू शकणारे 'मॉर्फोलॉजिकल स्पेशियल पॅटर्न ॲनालिसिस' (MSPA) नावाचे एक इमेज प्रोसेसिंग (डिजिटल प्रतिमांचे विश्लेषण आणि संस्करण) तंत्र वापरले आहे. या अभ्यासासाठी संशोधकांनी २०१५ ते २०१९ या कालावधीतील भारताच्या वनक्षेत्राच्या डिजिटल नकाशांचे MSPA तंत्र वापरून विश्लेषण केले. हे नकाशे 'कोपर्निकस ग्लोबल लँड सर्व्हिस' (CGLS) च्या 'लँड कव्हर मॅप' मधून मिळाले होते. या पूर्वीच्या बहुतेक अभ्यासांमध्ये वन क्षेत्रांत एकूण वाढ झाली किंवा घट झाली असे दाखवले जात होते. मात्र या अभ्यासात वनक्षेत्रांतील घट आणि वाढ दोन्ही स्वतंत्रपणे दर्शवण्यात आले.

२०१५ ते २०१९ या काळात भारतातील सर्व राज्यांमध्ये वनक्षेत्रात निव्वळ घट झाली असा निष्कर्ष या अभ्यासातून समोर आला. एकूणच, भारताने वनक्षेत्राच्या दर १ चौरस किलोमीटर वाढीमागे १८ चौरस किलोमीटर वनक्षेत्र गमावलेले होते. एकूण ५६.३ चौरस किलोमीटर वनक्षेत्र वाढीपैकी जवळजवळ अर्धी वाढ आंध्र प्रदेश, तामिळनाडू, कर्नाटक आणि राजस्थानमध्ये झाली. तर, एकूण १,०३२.८९ चौरस किलोमीटर वनक्षेत्र घट झाली होती ज्या पैकी जवळजवळ अर्धी घट तामिळनाडू आणि पश्चिम बंगालमध्ये मिळून झाली.

आणखी एक महत्वाचे निरीक्षण म्हणजे, नव्याने भर पडलेल्या वनक्षेत्रांपैकी निम्म्याहून अधिक 'लहान बेट' प्रकारातील आहेत. त्यांच्यामुळे वनक्षेत्राचा सलगपणा फारसा सुधारत नाही. याचा अर्थ असा की, जरी कागदोपत्री नोंदींमध्ये वनक्षेत्र वाढलेले असले तरी त्यातून पर्यावरणाला होणारा लाभ आणि त्या क्षेत्राची टिकून राहण्याची क्षमता मर्यादित असू शकते. "२०१५-२०१९ दरम्यान नव्याने भर पडलेली बहुतेक जंगलं ही 'लहान बेट' प्रकारातील होती. ती विखुरलेली आणि पर्यावरणीय दृष्ट्या संवेदनशील आहेत असे आमचे

निष्कर्ष स्पष्टपणे दर्शवतात. केवळ वृक्षारोपण आणि किती झाडे लावली गेली याचा विचार करून आता चालणार नाही. वनक्षेत्रांमधील सलगपणा ध्यानात ठेवून त्यादृष्टीने नियोजन करण्याची गरज आहे,” असे डॉ. सत्यकुमार यांनी अभ्यासाच्या परिणामांबद्दल स्पष्ट केले.

भारतीय वन सर्वेक्षणाचे निष्कर्ष साधारणपणे वनक्षेत्रात एकूण वाढ झाल्याचे सांगतात. त्या तुलनेत आमचे निष्कर्ष वेगळे आणि विसंगत वाटू शकतात. पण भारतीय वन सर्वेक्षण आणि या अभ्यासाचे परिणाम थेट तुलना करण्यासारखे नाहीत. भारतीय वन सर्वेक्षण वनक्षेत्र ओळखण्यासाठी CGLS पेक्षा वेगळे निकष वापरते आणि तुटक व अखंडित वनक्षेत्र एकसारखीच धरली जातात. भारतीय वन सर्वेक्षणांतर्गत १०% पेक्षा जास्त झाडांचे आच्छादन असलेल्या भागांना वनक्षेत्र मानले जाते व सर्वेक्षणाकरता २३.५ मीटर रिझोल्यूशनच्या उपग्रहाद्वारे प्राप्त प्रतिमा वापरल्या जातात. आयआयटी मुंबईच्या अभ्यासात वापरलेल्या CGLS डेटासेट मध्ये १५% पेक्षा जास्त झाडांचे आच्छादन आणि १०० मीटर रिझोल्यूशन वापरले आहे. भारतीय वन सर्वेक्षणाचा माहितीसाठी अशा प्रकारच्या विश्लेषणासाठी सार्वजनिकरित्या उपलब्ध नसल्यामुळे संशोधकांना आंतरराष्ट्रीय स्तरावर मान्य असलेल्या CGLS माहितीसाठीवर अवलंबून राहावे लागले.

“भारतीय वन सर्वेक्षणाच्या अहवालांमध्ये वनक्षेत्रे एकमेकांना जोडलेली आहेत किंवा नाहीत याची माहिती नसते, त्यामुळे आमच्या निष्कर्षांची या अहवालांशी थेट तुलना शक्य नाही. मात्र, आम्ही वापरलेला माहितीसाठीच्या प्रमाणित अचूकता जागतिक स्तरावर ८५% पेक्षा जास्त आहे. त्यामुळे आमचे वनक्षेत्राच्या सलगतेशी संबंधित निष्कर्ष विश्वसनीय ठरतात. भारतीय वन सर्वेक्षणाचा माहितीसाठी जर GIS प्रणालींशी सुसंगत स्वरूपात उपलब्ध झाला तर आमची पद्धत त्यावर सहज लागू करता येईल,” असे डॉ. सत्यकुमार यांनी स्पष्ट केले.

या अभ्यासाची एक मर्यादा आहे. यामध्ये १०० मीटर रिझोल्यूशनच्या प्रतिमा वापरल्या आहेत. ह्याचा अर्थ, १०० मीटरपेक्षा कमी लांबी-रूंदी असलेल्या गोष्टी वेगळ्या कळून येत नाहीत. त्यामुळे रस्ते आणि रेल्वेमार्ग यांसारख्या अरुंद गोष्टी पूर्णपणे दिसू शकत नाहीत, शिवाय १०० मीटरपेक्षा लहान वनक्षेत्रे सुटू शकतात. मात्र या पद्धतीच्या काही महत्वपूर्ण जमेच्या बाजू आहेत. ही पद्धत लहान-मोठ्या प्रमाणावर वापरता येऊ शकते (स्केलेबल), कमी खर्चिक आहे आणि मुक्त-स्रोत साधने वापरते. या पद्धतीचा वापर या अभ्यासात वापरलेल्या माहितीसाठीसारख्या पण आणखी सुधारित रिझोल्यूशनच्या प्रतिमांच्या इतर माहितीसाठीवर केला, तरी सातत्याने तितकेच उत्तम परिणाम मिळतील असा विश्वास संशोधकांना वाटतो. या पद्धतीचा उपयोग वेगवेगळ्या ठिकाणी आणि वेगवेगळ्या वेळी टिपलेल्या माहितीसाठीवर केला जाऊ शकतो.

“आमची पद्धत जिल्हे किंवा संरक्षित क्षेत्रे यांसारख्या आणखी लहान स्तरांपर्यंत वापरता येऊ शकते. शिवाय रस्ते व रेल्वेमार्ग यांसारख्या सरळ रेषेत असणाऱ्या रचनांचा वनक्षेत्राच्या सलगपणावर कसा परिणाम होतो याचा अधिक सखोल अभ्यास करण्यासाठी ती वापरली जाऊ शकते,” असे प्रा. रामशंकरन स्पष्ट करतात.

यामुळे भारतातील आणि जगभरातील वन आणि सभोवतालच्या क्षेत्रांमध्ये दीर्घकालीन वन निरीक्षण, नियोजन आणि योग्य पायाभूत सुविधा विकासासाठी सदर पद्धत एक मौल्यवान साधन ठरेल.

भविष्यातील कामात संशोधक या पद्धतीचा उपयोग करून वनांच्या विखंडनाच्या स्थानिक कारणांचा अभ्यास आणखी बारीक स्तरांवर करण्याची योजना आखत आहेत.

VETTED / UNVETTED	Vetted
Title of Research Paper	Unveiling India's forest cover: Geospatial perspectives on structural connectivity transitions across states
DOI of the Research Paper as a link	https://doi.org/10.1007/s10661-025-14257-2
List of all researchers with affiliations	RAAJ Ramsankaran, Department of Civil Engineering and Centre for Climate Studies, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai; Vasu Sathyakumar and Sridharan Gowtham, School of Civil Engineering, SASTRA Deemed University, Thanjavur,
Email of researcher/s	ramsankaran@civil.iitb.ac.in ; sathyakumar@civil.sastra.edu , goowtham45@gmail.com
Writer name	ArulGanesh S S
Transcreator name	Shilpa Inamdar-Joshi

Credits to Graphic:	Lead image: Freepik Inline image: https://en.wikipedia.org/wiki/Forest_cover_by_state_in_India#/media/File:Indian_Forest_Cover.png based on http://www.openstreetmap.org/#map=5/21.851/82.753 Licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic license
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	
Social Media Posts Suggestions/ Links to interesting relevant content [optional] [writer]	A new framework designed by researchers from IIT Bombay and SASTRA university to track changes in forest landscape, reveals most of the forest gain in India between 2015 and 2019 are fragmented patches, underscoring the need to consider forest fragmentation in afforestation policy.
Social Media Handles to be added	@iitbombay , @SastraUniv , @moefcc , @isro

Social Media handles of writer	
Social Media handles of researchers	LinkedIn: RAAJ Ramsankaran , Twitter: @RAAJRamsankaran , FB : Vasu Sathyakumar , RAAJ Ramsankaran
Funding information (Source: Research paper)	None
Conflict of Interest/Competing Interest information (Source: Research paper)	None
Co-PI information (Source: Research paper)	None
Location:	Mumbai