



## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

लेखिका: अंजना केरकेट्टा सहायक

प्राध्यापक, भूगोल विभाग,

मॉडल डिग्री कॉलेज, बानो, सिमडेगा

रांची विश्वविद्यालय, रांची

### सार

विभिन्न रूपों में कृषि वानिकी क्षेत्रों का विस्तार करना विभिन्न सतत विकास लक्ष्यों (एसडीजी) को प्राप्त करने की दिशा में एक वैज्ञानिक मार्ग है, विशेष रूप से आजीविका में सुधार, गरीबी को कम करना, पर्यावरण और जैव विविधता का संरक्षण करना और जलवायु परिवर्तन को रोकना इस अध्ययन में, जलवायु (तापमान और वर्षा), स्थलाकृति (ढलान और ऊंचाई), पारिस्थितिकी (वृक्ष आवरण प्रतिशत और सामान्यीकृत अंतर वनस्पति सूचकांक (एनडीवीआई)) और सामाजिक अर्थशास्त्र (गरीबी दर और आदिवासी प्रभुत्व) कारकों का उपयोग करके भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) मॉडलिंग तकनीक को लागू करके भारत के झारखंड राज्य में जिला स्तर पर कृषि वानिकी के लिए भूमि क्षमता की जांच करने का प्रयास किया गया था। परिणामों से पता चला कि झारखंड राज्य के छह जिलों में कृषि वानिकी क्षमता 60.00% से अधिक थी। कृषि वानिकी के लिए सबसे अधिक उपयुक्तता सिमडेगा जिले (78.20%) में पाई गई, उसके बाद पाकुड़ (76.25%), पश्चिमी सिंहभूम (72.70%), दुमका (68.84%), साहिबगंज (64.63%) और गोड्डा (63.43%) जिले हैं। इसके अतिरिक्त, हमने झारखंड राज्य के 32,620 गांवों में से 513 गांवों की पहचान की, जो हाशिए पर पड़े समाज के लोगों के जीवन में सुधार लाने के उद्देश्य से कृषि वानिकी के लिए संभावित रूप से उपयुक्त (कृषि वानिकी उपयुक्तता 80.00%) हैं। बाहरी वन क्षेत्र के अंतर्गत, झारखंड राज्य की कुल भौगोलिक भूमि का 8.58% बंजर भूमि थी, जिसमें से अधिकांश कृषि वानिकी प्रथाओं के लिए उपयुक्त पाई गई। उन बंजर भूमि में कृषि वानिकी सेटअप लंबे समय में सालाना 637 टन कार्बन अवशोषित कर सकते हैं और कार्बन उत्सर्जन में कमी के लिए अतिरिक्त आय के अलावा स्थानीय लोगों को प्रत्यक्ष आर्थिक लाभ प्रदान कर सकते हैं। इस अध्ययन ने निष्कर्ष निकाला कि झारखंड राज्य में कृषि वानिकी के लिए पर्याप्त मात्रा में उच्च क्षमता वाली भूमि है, और गांव स्तर पर कृषि वानिकी को अपनाने को उच्च प्राथमिकता दी जानी चाहिए। यह अध्ययन नोडल अधिकारियों को गांव स्तर की परिदृश्य योजना में कृषि वानिकी प्रणालियों में वृक्ष आवरण को बढ़ाने के लिए उचित रणनीति तैयार करने के लिए मार्गदर्शन कर सकता है, जिसके लिए 17 एसडीजी में से 9 को प्राप्त करने के लिए नीतिगत ध्यान और निवेश की आवश्यकता है।

कीवर्ड: कृषि वानिकी उपयुक्तता, भूमि क्षमता, जलवायु परिवर्तन, स्थलाकृति, खाद्य सुरक्षा, जीआईएस मॉडलिंग, गरीबी उन्मूलन, सतत विकास लक्ष्य (एसडीजी)

### 1. परिचय

खाद्य सुरक्षा, जो उचित प्राकृतिक संसाधन उपयोग योजना, जलवायु परिवर्तन और जनसांख्यिकी (ब्राउन और फंक, 2008; व्हीलर और वॉन ब्रॉन, 2013) से प्रभावित है, दक्षिण पूर्व एशिया में बढ़ती आबादी और लगातार जलवायु परिवर्तन (मर्टेज एट अल., 2009) के कारण लगातार बढ़ रही है। जलवायु परिवर्तनशीलता और तेजी से जलवायु परिवर्तन ने छोटे किसानों को कमजोर बना दिया है जो ज्यादातर वर्षा आधारित कृषि पर निर्भर हैं। पहाड़ों जैसे पर्यावरणीय रूप से नाजुक क्षेत्रों में रहने वाले किसान ज्यादातर जलवायु परिवर्तन की नकारात्मकता को जूझते हैं (मॉर्टन, 2007; वालपोल एट अल., 2013)। निर्वाह किसानों की खाद्य सुरक्षा भेद्यता को कम करने के लिए हस्तक्षेप की बहुत से संगठनों द्वारा जोरदार वकालत की गई है, जैसे विश्व खाद्य कार्यक्रम (डब्ल्यूएफपी, 2011)। कृषि वानिकी, जैसा कि नाम से पता चलता है, कृषि और वानिकी का एक संयोजन है (एफएओ, 2015) और इस तरह पिछले कुछ दशकों में खाद्य सुरक्षा चुनौतियों और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन पर काबू पाने पर बहुत ध्यान दिया गया है (तिवारी और डागर, 2017)। इसे पारंपरिक खेती की तुलना में अधिक टिकाऊ कृषि पद्धति माना जाता है (पार्डन एट अल., 2018)। इंटरनेशनल सेंटर फॉर रिसर्च इन एगोफॉरेस्ट्री (ICRAF) कृषि वानिकी को विशेष भूमि उपयोग प्रणालियों के लिए एक सामान्य शब्द के रूप में परिभाषित करता है जिसमें झाड़ियों, पेड़ों, ताड़ और बांस जैसे लकड़ी के बारहमासी पौधों को जानबूझकर कृषि फसलों

या चराई के लिए उसी भूमि पर उपयोग किया जाता है। एगोफॉरेस्ट्री लकड़ी के बारहमासी और मौसमी फसलों के बीच बातचीत के माध्यम से आर्थिक और पारिस्थितिक दोनों लाभ प्रदान करती है (लीकी, 1996)। कृषि वानिकी प्रणाली पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं में सुधार कर सकती है जैसे मिट्टी की उर्वरता में सुधार, मिट्टी के कटाव पर नियंत्रण, भूजल स्तर में वृद्धि और जैव विविधता संरक्षण (मालेज़ीक्स एट अल., 2009; स्मिथ एट अल., 2013; असबॉर्नसेन एट अल., 2014; हर्नांडेज़ एट अल., 2015; रामोस एट अल., 2015; मोंटाग्निनी, 2020)। खाद्य और कृषि संगठन (एफएओ) दशकों से खाद्य सुरक्षा चुनौतियों और गरीबी उन्मूलन से निपटने के लिए सफल कृषि वानिकी प्रथाओं को बढ़ावा देने के लिए काम कर रहा है (एफएओ, 2007)। भारत सरकार ने 2050 तक कृषि वानिकी भूमि के क्षेत्र को 5.30-105 किमी<sup>2</sup> तक बढ़ाने का लक्ष्य रखा है (नाथ एट अल., 2021)। बंजर भूमि, चारागाह और परती भूमि कृषि वानिकी प्रथाओं के लिए व्यवहार्य विकल्प हो सकते हैं। कृषि वानिकी प्रथाओं का सुनियोजित कार्यान्वयन गरीबी उन्मूलन, स्वास्थ्य सेवा और खाद्य पहुँच में सहायक हो सकता है (नाथ और टोथ, 2016; रोसेनस्टॉक एट अल., 2016)। कृषि वानिकी प्रथाओं के सफल कार्यान्वयन और इष्टतम पैदावार की प्राप्ति के लिए उचित भूमि चयन एक शर्त है। खो (2000) ने खुलासा किया कि कृषि वानिकी मुख्य रूप से अपर्याप्त वर्षा और पोषक तत्वों की कमी वाली मिट्टी वाली भूमि को लाभ पहुँचाती है। उपयुक्त कृषि वानिकी भूमि की पहचान के लिए जलवायु, स्थलाकृति, भूमि उपयोग प्रकार, वनस्पति और मिट्टी जैसे पैरामीटर महत्वपूर्ण हैं (अहमद एट अल., 2019)। कई शोधकर्ताओं ने भू-स्थानिक तकनीक का उपयोग किया जो कृषि वानिकी प्रथाओं के लिए उपयुक्त भूमि की पहचान करने के लिए रिमोट सेंसिंग (आरएस) और भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) को जोड़ती है (अहमद एट अल., 2019, 2021; एवरेस्ट, 2021)। भू-स्थानिक तकनीक का उपयोग करते हुए, गेरॉसिस एट अल. (2021) ने पुर्तगाल में स्ट्रॉबेरी की खेती के लिए संभावित भूमि की पहचान की; मंडल एट अल. (2020) ने भारत के बिहार राज्य में उचित फसल की खेती को पहचाना। भू-स्थानिक तकनीक अब दुनिया के विभिन्न क्षेत्रों में भूमि उपयुक्तता विश्लेषण के लिए एक उपकरण के रूप में व्यापक रूप से स्वीकार की जाती है (जोलकर और भगत, 2015; हर्ज़बर्ग एट अल., 2019)। पिछले अध्ययनों में, कई शोधकर्ताओं ने सभी संभावनाओं के बीच सबसे उपयुक्त विकल्प की पहचान करने के लिए भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियों में बहु-मानदंड निर्णय लेने का आकलन (MCDA) प्रक्रिया का उपयोग किया (डेगिस्तानली एट अल., 2018; मुसाकवा, 2018; तालुकदार एट अल., 2020; एवरेस्ट एट अल., 2021)। भूमि उपयुक्तता एक निर्धारित उपयोग के लिए किसी दिए गए प्रकार की भूमि की उपयुक्तता है (FAO, 1976)। एफएओ ने कृषि वानिकी भूमि उपयुक्तता विश्लेषण और भूमि संसाधनों के इष्टतम उपयोग के लिए एमसीडीए के लिए एक रूपरेखा विकसित की (बाजा एट अल., 2002; योहानेस और सोरोमेसा, 2018)। एमसीडीए के परिणाम विभिन्न जलवायु और भौगोलिक स्थितियों के कारण क्षेत्र दर क्षेत्र अलग-अलग होते हैं, इसलिए नीति निर्माण से पहले क्षेत्र-विशिष्ट भूमि क्षमता विश्लेषण महत्वपूर्ण है। झारखंड राज्य भारत के सबसे गरीब राज्यों में से एक है, राज्य के भौगोलिक क्षेत्रों का एक बड़ा हिस्सा परती भूमि और बंजर भूमि है। गरीबी को कम करने के लिए भूमि के सतत प्रबंधन के लिए उचित भूमि उपयोग नीति और योजना की आवश्यकता है। हालाँकि, झारखंड राज्य में ऐसी कोई भूमि उपयोग नीति और अभ्यास नहीं देखा गया है। झारखंड राज्य में कृषि वानिकी की उपयुक्तता को समझने के उद्देश्य से, इस अध्ययन में कृषि वानिकी प्रथाओं के लिए भूमि की क्षमता का मूल्यांकन करने के लिए जलवायु (वर्षा और तापमान), स्थलाकृति (ढलान और ऊँचाई), पारिस्थितिकी (सामान्यीकृत अंतर वनस्पति सूचकांक (एनडीवीआई) और प्रतिशत वृक्ष आवरण) और सामाजिक अर्थशास्त्र (गरीबी दर और आदिवासी प्रभुत्व) के साथ एकीकृत भू-स्थानिक तकनीक का उपयोग किया गया। हमने इन आठ संकेतकों को इसलिए चुना क्योंकि ढलान और ऊँचाई संकेतक कृषि वानिकी के लिए भूमि की क्षमता के साथ नकारात्मक रूप से सहसंबद्ध हैं जबकि बाकी छह सीधे संबंधित हैं (अहमद एट अल., 2021; नाथ एट अल., 2021)। इस तरह के अध्ययन सतत विकास लक्ष्यों (एसडीजी; आईआईएसडी, 2018) को प्राप्त करने के लिए रणनीतियों को लागू करने में सहायक हो सकते हैं।

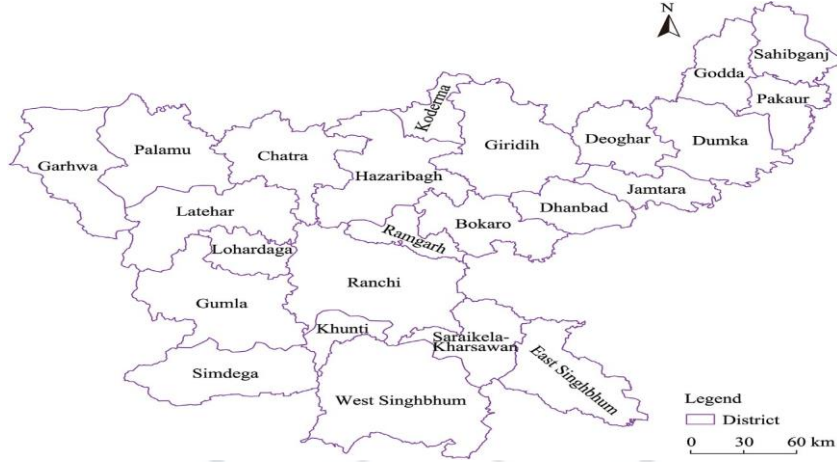
## 2. सामग्री और विधियाँ

### 2.1. अध्ययन क्षेत्र

झारखंड राज्य (21°58'02"–25°08'32"उत्तर, 83°19'05"–87°55'03"पूर्व) भारत के उत्तरपूर्व में स्थित है, जिसका क्षेत्रफल 79,716.00 किमी<sup>2</sup> है (चित्र 1)। राज्य पश्चिम में छत्तीसगढ़ राज्य और उत्तर प्रदेश राज्य, पूर्व में पश्चिम बंगाल राज्य, उत्तर में बिहार राज्य और दक्षिण में ओडिशा राज्य के साथ सीमा साझा करता है। राज्य के अधिकांश क्षेत्र पहाड़ी और उतार-चढ़ाव वाले इलाके हैं जो छोटा नागपुर पठार के अंतर्गत आते हैं, पश्चिम और मध्य भाग अत्यधिक पहाड़ी हैं और पूर्व, दक्षिण और उत्तर में धीरे-धीरे कम होते जाते हैं। गंगा नदी पश्चिम से राज्य के दक्षिण भाग में बहती है, और अन्य प्रमुख नदियों में सोन, बराकर, उत्तर कोयल, दक्षिण कोयल, बैतरणी, सुवर्णरेखा और दामोदर शामिल हैं। भौगोलिक क्षेत्र का लगभग 49.00% कृषि भूमि है और लगभग 30.00% वन क्षेत्र में है। इस राज्य में वर्षा पश्चिम-मध्य भाग में 1000 मिमी से लेकर दक्षिण-पश्चिम में 1500 मिमी तक होती है, जो मुख्य रूप से प्रत्येक वर्ष जून के मध्य से अक्टूबर के दौरान दक्षिण-पूर्वी मानसून द्वारा लाई जाती है। राज्य के तीन प्रमुख मौसम ग्रीष्म (मार्च से जून), वर्षा ऋतु (जुलाई से अक्टूबर) और सर्दी (नवंबर से फरवरी) हैं। वार्षिक औसत तापमान 33.0 डिग्री सेल्सियस है, जो सर्दियों से गर्मियों तक 4.0 डिग्री सेल्सियस - 47.0 डिग्री सेल्सियस तक बदलता रहता है (जलवायु डेटा,

## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

2022; वर्ल्डडेटा, 2022)। झारखंड राज्य की जनसंख्या 32.9 106 है, जो राष्ट्रीय औसत (भारत की जनगणना, 2022) की तुलना में काफी अधिक जनसंख्या घनत्व (414 लोग/किमी<sup>2</sup>) है। राज्य में 32,620 गाँव हैं, और 75.95% आबादी ग्रामीण क्षेत्रों में रहती है (भारत की जनगणना, 2022)। यह मुंडा, उराँव, हो, संथाल और पहाड़िया (बराइक, 2019; खान, 2022) जैसी विभिन्न जातीय जनजातियों का घर है, आदिवासी आबादी का अनुपात 26.21% (बराइक, 2019) तक पहुँच जाता है। कुल ग्रामीण आबादी का एक बड़ा हिस्सा (63.00%) कृषि गतिविधियों में लगा हुआ है। कृषि मुख्य आजीविका और आय पैदा करने वाला स्रोत है। हालांकि, झारखंड राज्य सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) में कृषि का योगदान केवल 14.00% है सिंचाई सुविधाओं का खराब या अभाव और वर्षा जल पर बहुत अधिक निर्भरता, विशेष रूप से, इस राज्य के कुल खेती वाले क्षेत्र का लगभग 89.00% वर्षा जल पर निर्भर करता है जो अक्सर जलवायु परिवर्तन से बाधित होता है, हमेशा मौसमी भोजन की कमी का कारण बनता है (संदीप और शरण, 2017)। राज्य प्रति व्यक्ति मासिक आय के मामले में भारत के राज्यों में

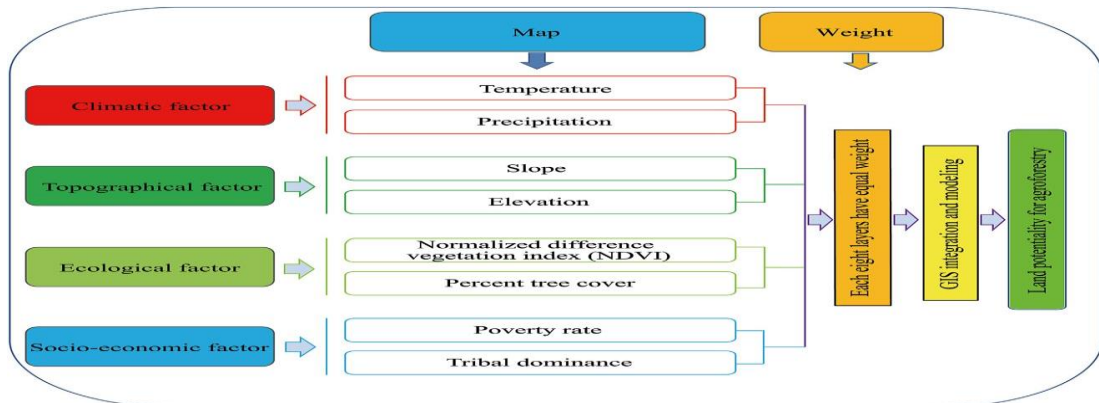


चित्र 1. झारखंड राज्य का अवलोकन।

तीसरे सबसे निचले स्थान पर है और गरीबी रेखा से नीचे रहने वाले लोगों की सातवीं सबसे बड़ी संख्या है। राज्य खनिज संसाधनों से समृद्ध है: कोयले के पुनर्प्राप्त करने योग्य भंडार भारत के सभी राज्यों में पहले स्थान पर है, लोहा दूसरे, तांबा अयस्क तीसरे और बॉक्साइट सातवें सबसे अधिक है (गोजपुर, 2022)। कोयला और लौह उद्योग के बड़े जमाव के कारण कई औद्योगिक शहरों की उत्पत्ति हुई। मध्य और उत्तर पूर्वी पठार, पश्चिमी पठार और दक्षिण-पूर्वी पठार राज्य की अधिकांश मिट्टी अम्लीय (लगभग 49.00%) है, जिसका पीएच 4.5 से 5.5 के बीच है, जबकि 8.00% मिट्टी (पीएच 6.6 से 7.3 के बीच) है।

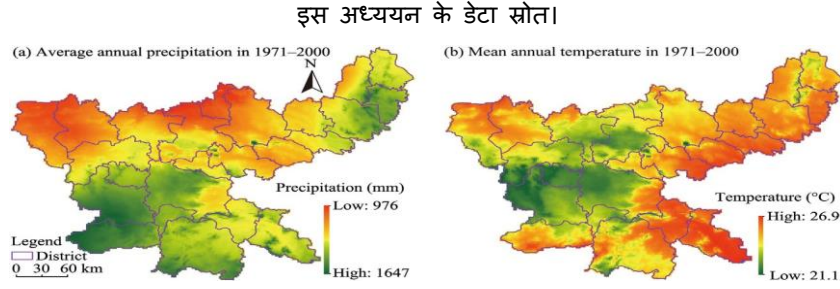
### 2.2. डेटा स्रोत

हमने भू-स्थानिक मॉडलिंग के लिए अध्ययन क्षेत्र पर 2 किमी का वेक्टर स्क्वायर ग्रिड बनाया। सभी डेटासेट (रेस्टर लेयर्स) का मूल्यांकन किया गया और आर्कजीआईएस जोनल स्टैटिस्टिक्स टूल के साथ वेक्टर फ़ाइल के एक अलग कॉलम में लाया गया। कॉलम-वार डेटा का मूल्यांकन किया गया और अधिकतम और न्यूनतम तकनीकों (हान एट अल., 2012) के साथ सामान्यीकृत किया गया और प्रतिशत में लाया गया। स्थलाकृति का प्रतिनिधित्व करने वाला कॉलम उलटा है क्योंकि कम ढलान और कम ऊंचाई कृषि वानिकी के लिए अत्यधिक उपयुक्त हैं और इसके विपरीत (अहमद एट अल., 2021)। सभी चार-वेक्टर ग्रिड थीम, यानी जलवायु, स्थलाकृति, पारिस्थितिकी और सामाजिक अर्थशास्त्र (सभी आठ संकेतकों के डेटा स्रोत तालिका 1 में दिखाए गए हैं) को जीआईएस डोमेन में व्यवस्थित रूप से समान भार प्रदान करके एकीकृत किया गया और प्रतिशत में स्केल किया गया (चित्र 2)।



चित्र 2. कृषि वानिकी उपयुक्तता मानचित्रण के लिए फ्लोचार्ट।

तालिका 1



कारक	संकेतक	डेटा स्रोत	वर्ष	संदर्भ
जलवायु	वर्षा	<a href="https://worldclim.org/data/worldclim21.html">https://worldclim.org/data/worldclim21.html</a>	1970-2000	फ्रिक और हिजमैन (2017)
	तापमान	<a href="https://worldclim.org/data/worldclim21.html">https://worldclim.org/data/worldclim21.html</a>	1970-2000	फ्रिक और हिजमैन (2017)
स्थलाकृतिक	स्लोप एलिवेशन मॉडल	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>	2000	दिदं (2021)
पारिस्थितिक	NDVI	<a href="https://lpdaac.usgs.gov/products/myd13a3v006/">https://lpdaac.usgs.gov/products/myd13a3v006/</a>	2003-21	दिदं (2021)
सामाजिक-आर्थिक	प्रतिशत	<a href="https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.6.html">https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.6.html</a>	2000	हैनसेन (2013)
	गरीबी दर	<a href="https://doi.org/10.2478/environ-2018-0026">https://doi.org/10.2478/environ-2018-0026</a>	2001	अहमद (2018)
	जनजातीय प्रभुत्व	<a href="https://doi.org/10.2478/environ-2018-0026">https://doi.org/10.2478/environ-2018-0026</a>	2001	अहमद (2018)

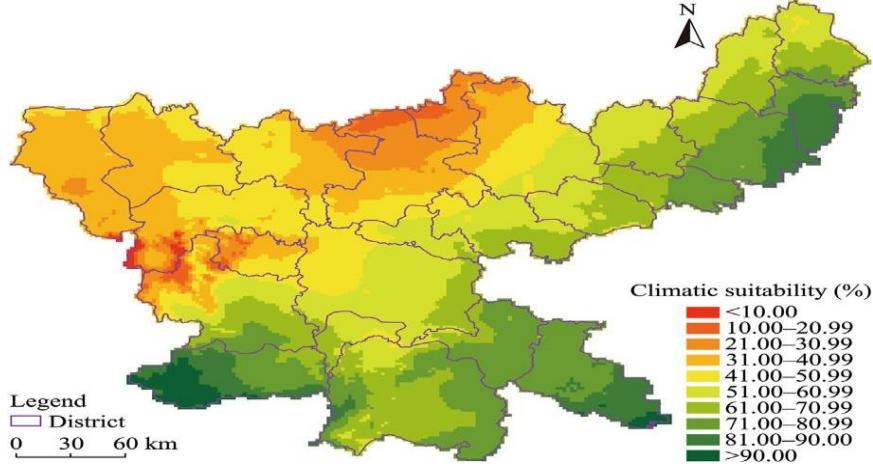
### 3. परिणाम और चर्चा

#### 3.1. जलवायु कारक

जलवायु परिदृश्य नियोजन और डिजाइन में प्रमुख भूमिका निभाती है, विशेष रूप से तापमान और वर्षा (चेन, 2016), क्योंकि यह फसल वृद्धि की आवश्यकता को पूरा करती है (वेरहेई एट अल., 1982) और कृषि वानिकी प्रथाओं के लिए भूमि बहाली की बेहतर समझ प्रदान करती है। कृषि वानिकी के लिए जलवायु उपयुक्तता 1300 मिमी से अधिक औसत वार्षिक वर्षा और 20.0 °C से 30.0 °C तक के औसत वार्षिक तापमान की विशेषता है (वदूद और कुमारी, 2009; अहमद एट अल., 2019)। विश्लेषण के परिणाम के अनुसार, 1971-2000 के दौरान झारखंड राज्य में औसत वार्षिक वर्षा 976 से 1647 मिमी तक महत्वपूर्ण रूप से भिन्न थी (चित्र 3ए)। कुल भौगोलिक क्षेत्र के लगभग 40.00% हिस्से में पर्याप्त वर्षा हुई, यानी सालाना 1300 मिमी से अधिक। अधिकांश वर्षा राज्य के दक्षिणी और पूर्वी भागों में हुई, जबकि उत्तरी और उत्तर-पश्चिमी भागों में सालाना अपेक्षाकृत कम वर्षा हुई (चित्र 3ए)। झारखंड राज्य में वर्षा ने कृषि उपज और कृषि स्थिरता में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है (चांदनिहा एट अल., 2017)। इसी तरह, राज्य में 1971-2000 के दौरान औसत वार्षिक तापमान 21.1°C-26.9°C की सीमा में भिन्न-भिन्न रहा (चित्र 3बी)। ओरांव एट अल. (2018) के अध्ययन के अनुसार, राज्य के अधिकांश हिस्सों में पारंपरिक भूमि उपयोग और आजीविका विकल्पों में विभिन्न स्थानीय प्रमुख कृषि वानिकी प्रथाओं के लिए तापमान पर्याप्त है।



चित्र 3. 1971-2000 में झारखंड राज्य में औसत वार्षिक वर्षा (ए) और औसत वार्षिक तापमान (बी) का स्थानिक वितरण।



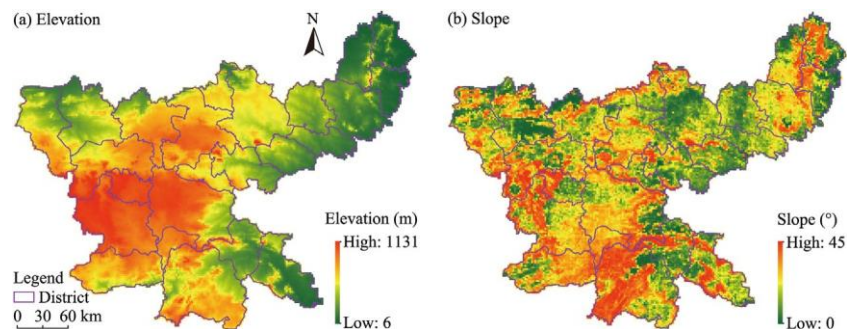
चित्र 4. झारखंड राज्य में कृषि वानिकी के लिए भूमि की जलवायु उपयुक्तता।

झारखंड राज्य के दक्षिणी और पूर्वी भागों में कृषि वानिकी के लिए जलवायु उपयुक्तता, जो कुल क्षेत्रफल का लगभग 41.00% है, 60.00% से अधिक थी (चित्र 4; तालिका S1)। झारखंड राज्य में कृषि वानिकी के लिए उच्चतम जलवायु उपयुक्तता सिमडेगा जिले (82.32%) में पाई गई, इसके बाद पाकुड़ (80.31%), पूर्वी सिंहभूम (79.97%), दुमका (73.05%), सरायकेला-खरसावां (71.37%), जामताड़ा (70.36%), पश्चिमी सिंहभूम (68.41%), और साहिबगंज (61.65%) जिले हैं। पौधों की वृद्धि और कृषि वानिकी के लिए भूमि उपयुक्तता प्राथमिकता के लिए जलवायु कारक महत्वपूर्ण है (वेर्हेये एट अल., 1982; नाथ एट अल., 2021)। नाथ एट अल. द्वारा किया गया अध्ययन (2021) ने पहचाना कि पूर्वी भारत की आर्द्र उपोष्णकटिबंधीय जलवायु, जो परिदृश्य का लगभग 50.00% हिस्सा है, वृक्ष प्रजातियों के वितरण के लिए अच्छे तापमान और नमी की स्थिति के कारण कृषि वानिकी के लिए अत्यधिक उपयुक्त है।

### 3.2. स्थलाकृतिक कारक

कृषि वानिकी फसलों को निरंतर वृद्धि के लिए पर्याप्त मिट्टी की नमी और कम कटाव वाली भूमि की आवश्यकता होती है, ढलान मिट्टी की नमी को नियंत्रित करने और कटाव को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, क्योंकि उच्च ढलान पेड़ या फसल के विकास में बाधा डालते हैं और इसके विपरीत (अहमद एट अल., 2019)। झारखंड राज्य में, लगभग 78.00% भूमि की ऊँचाई 500 मीटर, 18.00% भूमि 500 और 700 मीटर के बीच और 4.00% भूमि 700 मीटर (चित्र 5 ए) थी। मैदानी क्षेत्रों का उपयोग मुख्य रूप से मौसमी कृषि के लिए किया जाता है और बरसात के मौसम को छोड़कर अन्य मौसमों में खेती नहीं की जाती है। ऐसी भूमि कृषि वानिकी प्रथाओं के लिए पर्याप्त है (अहमद एट अल., 2018)। झारखंड राज्य में लगभग 36.00% भूमि का ढलान  $\geq 5^\circ$  (समतल भूमि) था, 48.00% का ढलान  $5^\circ$  और  $12^\circ$  (समतल से हल्का ढलान) के बीच था, और शेष 16.00% का ढलान  $12^\circ$  (हल्के से तीव्र ढलान) था (चित्र 5बी)

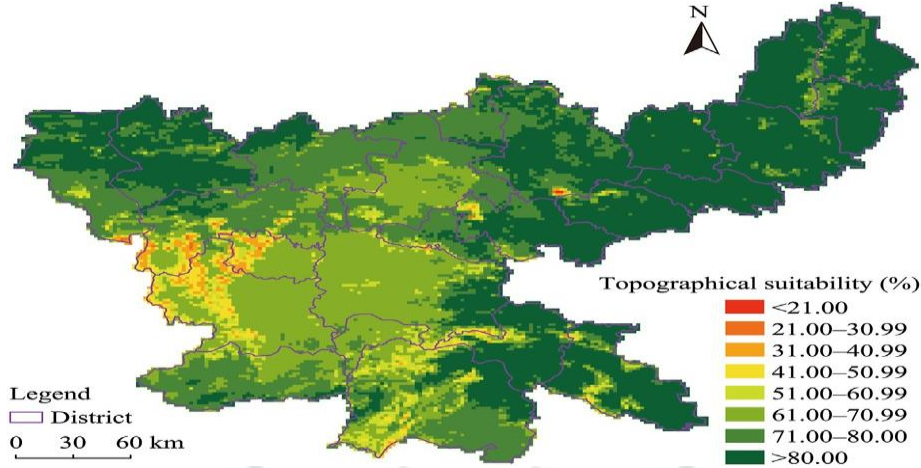
झारखंड राज्य में, 11 जिलों में कृषि वानिकी के लिए 80.00% से अधिक स्थलाकृतिक उपयुक्तता थी (चित्र 6; तालिका S2)। कृषि वानिकी के लिए सबसे अधिक स्थलाकृतिक उपयुक्तता पाकुड़ जिले (89.39%) में पाई गई, उसके बाद साहिबगंज (87.85%), जामताड़ा (87.27%), गोड्डा (86.92%), दुमका (85.34%), धनबाद (84.51%), देवघर (84.19%), पूर्वी सिंहभूम (83.19%), पलामू (82.43%), सरायकेला-खरसावां (80.75%), और बोकारो (80.26%) जिले हैं। स्थलाकृतिक कारक, जिसमें ऊँचाई संकेतक शामिल है जो फसल की वृद्धि के लिए



## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

पर्याप्त ऊर्जा प्रदान कर सकता है और ढलान संकेतक जो मिट्टी की जल उपलब्धता में सुधार कर सकता है और मिट्टी के कटाव को कम कर सकता है, कृषि वानिकी भूमि उपयुक्तता विश्लेषण के महत्वपूर्ण व्याख्यात्मक चर में से एक के रूप में भूमि योग्यता है (झांग एट अल., 2016)। महतो एट अल. (2016) द्वारा किए गए अध्ययन में हिमालय में स्थित गढ़वाल क्षेत्र के चार जिलों, अर्थात् चमोली, पौड़ी, रुद्रप्रयाग और टिहरी में कृषि वानिकी लक्षण वर्णन के लिए ऊंचाई और ढलान का भी उपयोग किया गया था। इस अध्ययन में, यह पाया गया कि झारखंड राज्य के अधिकांश जिलों में उच्च स्थलाकृतिक उपयुक्तता वाली भूमि थी जो वृक्षों की वृद्धि में योगदान दे सकती थी, विशेष रूप से कृषि भूमि के खेत की मेड़ों और अंतर-फसल में

चित्र 5. झारखंड राज्य में ऊंचाई (ए) और ढलान (बी) का स्थानिक वितरण।

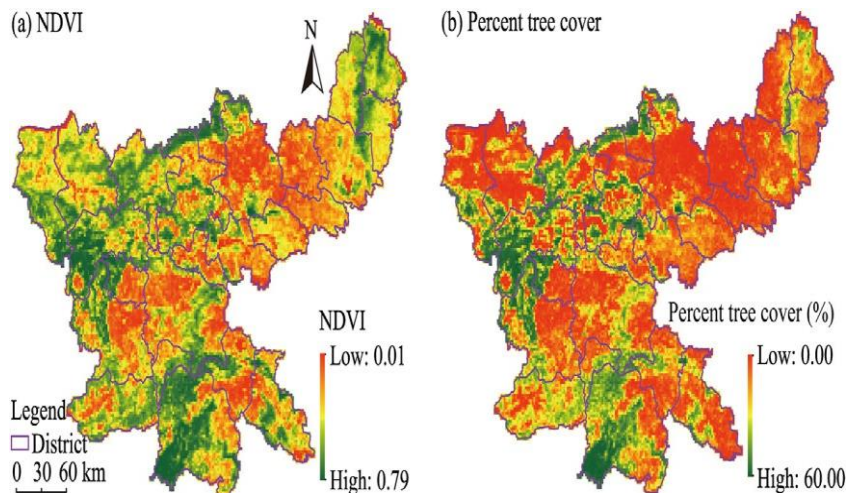


चित्र 6. झारखंड राज्य में कृषि वानिकी के लिए भूमि की स्थलाकृतिक उपयुक्तता।

वृक्षारोपण। हमने यह भी पाया कि स्थलाकृतिक प्रभावों के कारण मिट्टी की उर्वरता रिज से घाटी तक बढ़ती प्रवृत्ति के साथ भिन्न होती है। शोल्टेन एट अल. (2017) ने यह भी संकेत दिया कि कृषि गतिविधियों सहित वृक्षों की वृद्धि मिट्टी की उर्वरता से प्रभावित होती है और इलाके की विशेषताओं से नाजुक रूप से जुड़ी होती है।

### 3.3. पारिस्थितिकी कारक

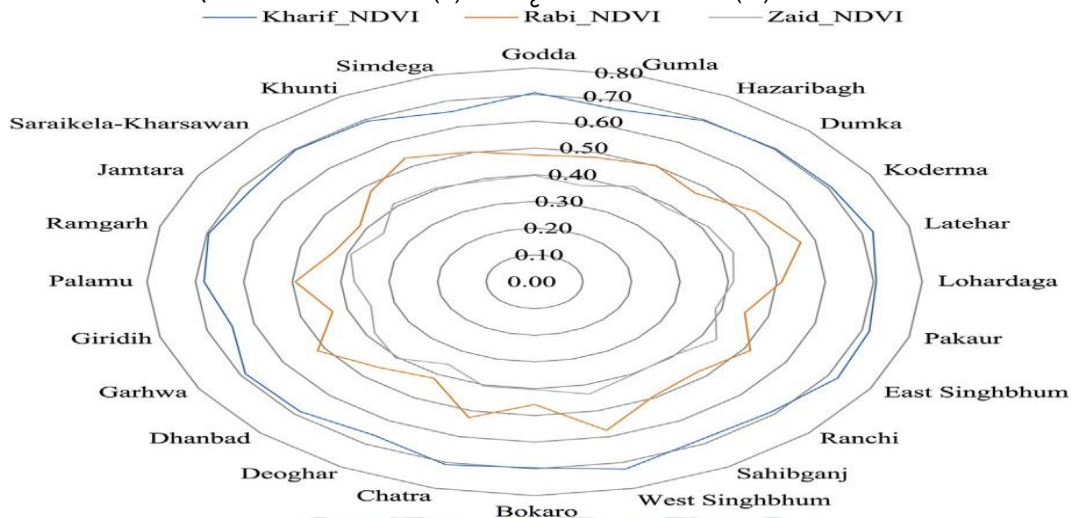
कृषि वानिकी डिजाइन का सिद्धांत और अनुप्रयोग पारिस्थितिकी पर आधारित हैं (वोज्टकोव्स्की, 1998)। इस अध्ययन में, हमने कृषि वानिकी के लिए भूमि की क्षमता को समझने के लिए दो पारिस्थितिक संकेतकों NDVI और प्रतिशत वृक्ष आवरण का उपयोग किया (चित्र 7)। NDVI, कृषि वानिकी के लिए भूमि की उपयुक्तता के संकेतक के रूप में वनस्पति मजबूती पर प्रकाश डालता है जिसका उपयोग GIS में स्थायी परिदृश्य मॉडलिंग के लिए पर्याप्त रूप से किया जा सकता है (ज़ोमर एट अल., 2007; मेनेसेस-टोवर, 2011; अहमद एट अल., 2021)। NDVI मान 1.0 से 1.0 तक होता है, NDVI मान 1.0 के जितना करीब होता है, वनस्पति कवरेज उतना ही अधिक होता है। झारखंड राज्य के सभी जिलों का औसत वार्षिक NDVI मान 2021 में 0.5-0.6 की सीमा में था, और उच्चतम मान पश्चिमी सिंहभूम जिले में और सबसे कम मान गिरिडीह जिले में पाया गया (चित्र 7a)। प्रतिशत वृक्ष आवरण सूचक काफी हद तक प्रजातियों की विविधता को दर्शाता है जिसका पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के साथ एक मजबूत सकारात्मक संबंध है (लैंग एट अल., 2014; पर्ल्स-गार्सिया एट अल., 2021)। झारखंड राज्य में, सबसे अधिक



## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

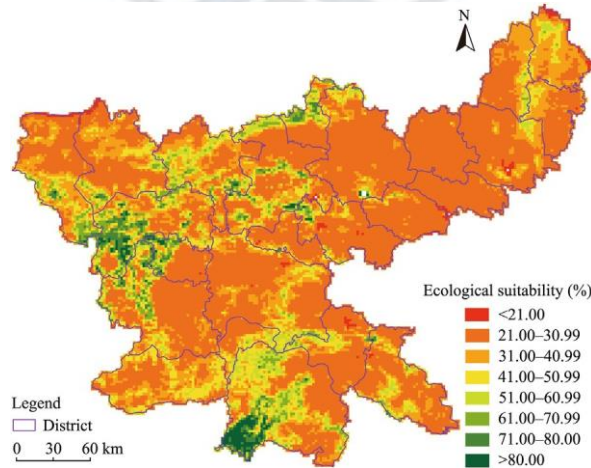
औसत प्रतिशत वृक्ष आवरण लातेहार जिले में पाया गया, उसके बाद पश्चिमी सिंहभूम, लोहरदगा, कोडरमा, गुमला, चतरा और हजारीबाग जिले (चित्र 7बी) हैं। खरीफ फसलों को अच्छी बारिश की आवश्यकता होती है, वे जुलाई में उगाई जाती हैं और अक्टूबर में काटी जाती हैं। रबी फसलें सर्दियों की फसलें हैं और उन्हें कम वर्षा की आवश्यकता होती है। इनकी खेती आमतौर पर नवंबर में की जाती है और फरवरी में काटी जाती है। जायद फसलों की खेती खरीफ और रबी फसलों के बीच में की जाती है। इन्हें ग्रीष्मकालीन फसल भी कहा जाता है, जिनकी खेती मार्च में की जाती है और मई में काटी जाती है। सभी मौसमों में एनडीवीआई मूल्य पश्चिमी सिंहभूम जिले में सबसे अधिक था, उसके बाद लातेहार, कोडरमा, पूर्वी सिंहभूम, पाकुड़, चतरा, गोड्डा, लोहरदगा और हजारीबाग जिले (चित्र 8) थे। झारखंड राज्य में, छह जिलों में कृषि वानिकी के लिए 36.00% से अधिक पारिस्थितिक उपयुक्तता थी (चित्र 9; तालिका S3)। सबसे अधिक पारिस्थितिक उपयुक्तता लातेहार जिले (46.37%) में पाई गई, उसके बाद पश्चिमी सिंहभूम (44.25%), कोडरमा (39.90%), लोहरदगा (39.10%), चतरा (38.12%), और हजारीबाग (36.24%) जिले हैं। कृषि वानिकी प्रणाली पारिस्थितिक तंत्र से घनिष्ठ रूप से जुड़ी हुई है जहाँ जीवों और पर्यावरण के बीच अंतःक्रिया होती है। यह वनस्पति विकास के लिए भूमि की क्षमता पर भी प्रकाश डालता है (बाथगेट, 2011)। हमारे अध्ययन से पता चला है कि झारखंड राज्य की लगभग 23.00% भूमि कृषि वानिकी प्रथाओं के लिए अत्यधिक उपयुक्त थी और 71.00% भूमि में कृषि वानिकी के लिए अच्छी पारिस्थितिक स्थिति थी।

चित्र 7. झारखंड राज्य में एनडीवीआई का स्थानिक वितरण (ए) और वृक्ष आवरण प्रतिशत (बी)।



चित्र 8. झारखंड राज्य के प्रत्येक जिले का मौसमी (खरीफ, रबी और जायद) एनडीवीआई मूल्य।

चित्र 9. झारखंड राज्य में कृषि वानिकी के लिए भूमि की पारिस्थितिक उपयुक्तता।



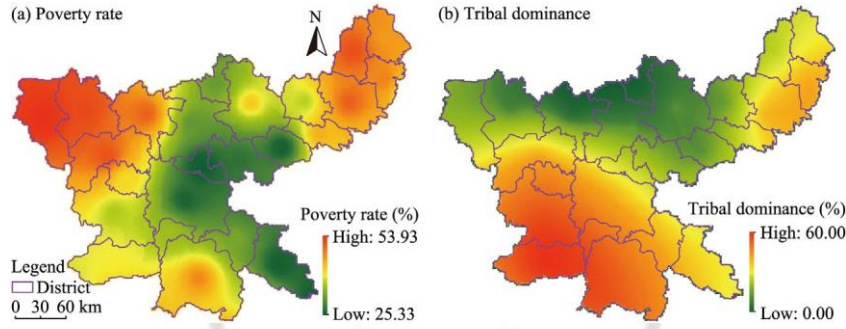
### 3.4. सामाजिक-आर्थिक कारक

गरीबी वह स्थिति है जिसमें व्यक्ति जीवित रहने के लिए बुनियादी ज़रूरतों को पूरा करने में असमर्थ होता है। इसमें कम आय और गरिमा के साथ जीवित रहने के लिए ज़रूरी बुनियादी वस्तुओं और सेवाओं को प्राप्त करने में असमर्थता शामिल है। झारखंड राज्य भारत में दूसरा सबसे ज्यादा (42.16%) गरीबी वाला राज्य है (इवुगिन, 2021) जिसमें एक बड़ी आदिवासी आबादी है (अहमद एट अल., 2018) जिसे कृषि-वानिकी विकल्पों के साथ तत्काल योजना बनाने की ज़रूरत है। नीति आयोग (2021) की रिपोर्ट से पता चला है कि झारखंड राज्य की लगभग आधी



## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

आबादी (48.00%) कुपोषित है। कृषि वानिकी परियोजना को सामाजिक-आर्थिक रूप से वंचित लोगों, विशेष रूप से ग्रामीण परिवेश में रहने वाले हाशिए पर रहने वाले समुदाय की खाद्य सुरक्षा प्राप्ति, पोषण सुधार, टिकाऊ खाद्य उत्पादन और कई आजीविका विकल्पों के साथ गरीबी उन्मूलन की मांग को पूरा करने के लिए डिज़ाइन करने की आवश्यकता है, जो कुछ एसडीजी हैं जिन्हें 2030 तक हासिल करने की आवश्यकता है (एफएओ, 2015; गोपाराजू एट अल, 2020)। इस अध्ययन में, हमने दो सामाजिक-आर्थिक संकेतकों गरीबी दर और जनजातीय प्रभुत्व का एक साथ उपयोग किया ताकि स्थानिक पैटर्न में संकेतकों की बेहतर समझ हो और कृषि वानिकी उपयुक्तता के लिए जीआईएस एकीकरण में दोनों संकेतक अध्ययन क्षेत्र में ओवरले किए गए थे (चित्र 10)। विश्लेषण के परिणामों के अनुसार, झारखंड राज्य के दस जिलों में कृषि वानिकी के लिए 70.00% से अधिक सामाजिक-आर्थिक उपयुक्तता थी झारखंड राज्य में, सबसे अधिक सामाजिक-आर्थिक उपयुक्तता वाली भूमि सिमडेगा जिले (91.77%) में थी, उसके बाद गुमला (86.83%), पश्चिमी सिंहभूम (85.52%), लोहरदगा (81.04%), खूंटी (79.18%), लातेहार (76.49%), पाकुड़ (76.39%), दुमका (73.88%), गढ़वा (73.78%), और गोड़डा (70.41%) जिले (तालिका S4) थे। इन दस जिलों में बड़े क्षेत्र या तो बंजर पाए गए या चरागाह या निर्वाह कृषि के लिए उपयोग किए गए, जिनका उपयोग इन जिलों में आबादी के आर्थिक अवसरों के लिए कृषि वानिकी के लिए किया जा सकता है।



चित्र 10. झारखंड राज्य में गरीबी दर (ए) और जनजातीय प्रभुत्व (बी) का स्थानिक वितरण।

### 3.5. कृषि वानिकी के लिए भूमि क्षमता मानचित्रण

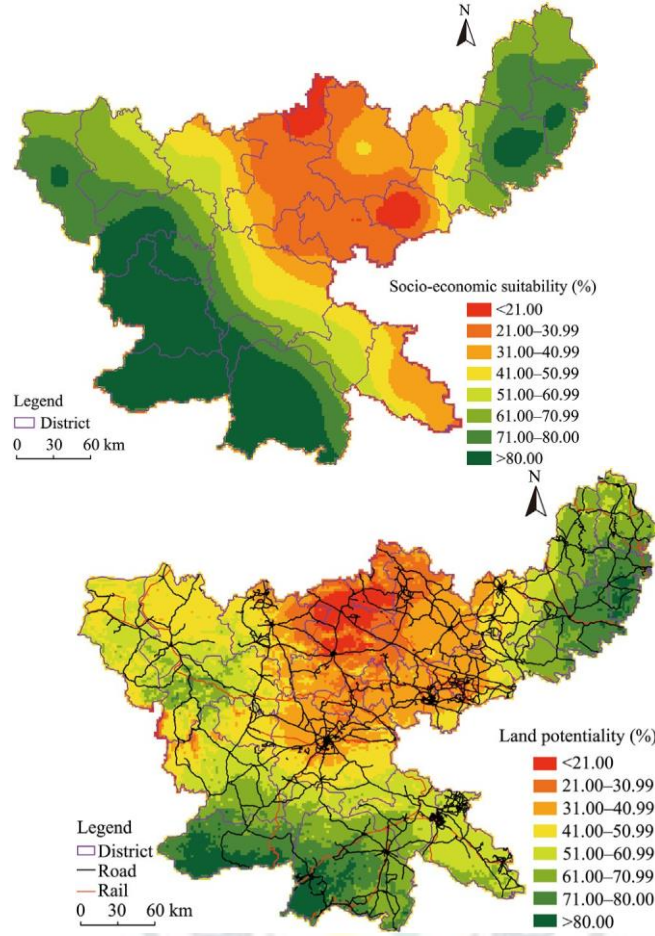
कृषि वानिकी का विस्तार कहाँ और कैसे किया जाए, यह तय करने में परिदृश्य और सामाजिक-आर्थिक विशेषताएँ महत्वपूर्ण विचार हैं (एफएओ, 2018)। कृषि वानिकी परियोजना का पैमाना काफी हद तक समुदाय की ज़रूरतों और उपलब्ध भूमि, श्रम, कृषि प्रौद्योगिकी और पर्याप्त निधियों जैसे संसाधनों तक पहुँच पर आधारित है। विश्लेषण में बताया गया है कि झारखंड राज्य के पाँच जिलों ने जलवायु, स्थलाकृति, पारिस्थितिकी और सामाजिक आर्थिक कारकों के आधार पर उच्च कृषि वानिकी क्षमता (> 60.00%) प्रदर्शित की है। सबसे अधिक कृषि वानिकी क्षमता सिमडेगा जिले (78.20%) में पाई गई, उसके बाद पाकुड़ (76.52%), पश्चिमी सिंहभूम (72.70%), दुमका (68.84%), साहिबगंज (64.63%) और गोड़डा (63.43%) जिले हैं (चित्र 12; तालिका 2)। कृषि वानिकी के लिए भूमि की क्षमता को उनके प्रतिशत मूल्यों के आधार पर तार्किक रूप से चार श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया था, जिन्हें निम्न (<30.00%), मध्यम (30.00%-49.99%), उच्च (50.00%-69.99%), और बहुत अधिक (70.00%) के रूप में वर्णित किया गया था (तालिका 3) इस अध्ययन में, हमने झारखंड राज्य के 32,620 गांवों में से 513 की पहचान की, जो कृषि वानिकी कार्य के लिए संभावित रूप से उपयुक्त (कृषि वानिकी उपयुक्तता 80.00%) पाए गए। ऐसे गांवों को विभिन्न संभावित रूप से उपयुक्त भूमि उपयोग/भूमि कवर प्रकारों के तहत विभिन्न कृषि वानिकी गतिविधियों के लिए प्राथमिकता दी जानी चाहिए। कृषि वानिकी के लिए कई संभावित रूप से उपयुक्त भूमि का उपयोग कृषि-सिल्विकल्चर सिस्टम, कृषि-बागवानी सिस्टम, सिल्वोपेस्टोरल सिस्टम और घरेलू उद्यानों के लिए किया जा सकता है। कृषि-सिल्विकल्चर प्रणाली में, उपयुक्त वृक्ष प्रजातियों में आर्टोकार्पस हेटरोफिलस (कटहल), सिज़ीगियम क्यूमिनी (जामुन), डालबर्गिया सिस्सू (सिस्सू), गमेलिना आर्बोरिया (गम्हार), और मेलिया अजादारैच (बकैन) के साथ कृषि प्रजातियाँ ओरिज़ा सातिवा (धान), ट्रिटिकम एस्टिवम (गेहूँ), सोलनम ट्यूबरोसम (आलू), और ब्रैसिका निग्रा (सरसों) शामिल हैं (ओरांव एट अल., 2018)। इसी तरह, कृषि-बागवानी प्रणाली में उपयुक्त पेड़ प्रजातियाँ मेंगीफेरा इंडिका (आम), एस. क्यूमिनी (जामुन), कैरिका पपीता (पपीता), लीची चीनी-नेन्सिस (लीची), और साइडियम गुआजावा (अमरूद) हैं, जिन्हें कृषि फसलों सोलनम मेलोंगेना (बेंगन), कोलोकेसिया शॉट (कचचू), लाइकोपर्सिकॉन एस्कुलेंटम (टमाटर), आदि के साथ उगाया जाता है। सिल्वोपेस्टोरल प्रणाली में बैम्बूसा एसपीपी (बांस), मेलिया अजेडरैच, और डी. सिस्सू (सिस्सू) जैसे पेड़ शामिल हैं, जिनके साथ घास प्रजातियाँ साइपरस स्कारियोसस और साइनोडोन डेक्विलॉन शामिल हैं। घरेलू बगीचों में उपयुक्त पेड़



## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

प्रजातियां बी एसपीपी (बांस), डी. सिस्सू (सिस्सू), जी. आर्बरिया (गमहार), एल. चिनेंसिस (लीची), आदि, और कुछ उपयुक्त सब्जी फसलें हैं कैप्सिकम एन्युअम (बेल मिर्च), जिंजिबर ऑफिसिनेल (अदरक), एस. ट्यूबरोसम (आलू), आदि (ओरांव एट अल., 2018)।

चित्र 11. झारखंड राज्य में कृषि वानिकी के लिए भूमि की सामाजिक-आर्थिक उपयुक्तता।



चित्र 12. झारखंड राज्य में कृषि वानिकी के लिए भूमि क्षमता।  
मेज़ 2

जिला-वार आंकड़े का भूमि संभावना के लिए कृषि वानिकी में झारखंड राज्य।

ज़िला	गरीबी दर (%)	क्षेत्र (किमी <sup>2</sup> )	भूमि संभावना के कृषि वानिकी (%) लिए			
			न्यूनतम	अधिकतम	अर्थ	मानक विचलन
गोड्डा	48.56	2232.38	46.53	79.55	63.43	4.16
गुमला	36.41	5220.18	8.48	81.06	55.88	9.31
हजारीबाग	32.65	4783.22	12.93	51.38	25.52	7.60
दुमका	46.52	3754.17	40.06	84.62	68.84	8.35
कोडरमा	32.91	1314.38	12.02	37.99	22.10	5.84
लातेहार	47.99	4358.95	2.83	78.59	53.12	10.15
लोहरदगा	39.00	1491.91	26.93	66.43	46.35	5.80
पाकुर	44.01	1805.13	55.11	81.76	76.52	4.07
पूर्व सिंहभूम	26.60	3560.22	32.47	68.67	56.18	3.53
रांची	27.62	6551.50	24.74	64.37	42.70	7.73
साहिबगंज	42.69	2190.06	41.07	76.42	64.63	5.02
पश्चिम सिंहभूम	43.63	7263.84	42.57	100.00	72.70	8.34
बोकारो	29.47	2852.60	19.05	45.95	35.48	3.99
बात करना	46.20	3742.72	16.28	62.82	38.76	9.05
देवघर	36.78	2427.34	32.68	65.51	45.69	6.17
धनबाद	26.76	2074.03	28.06	55.29	37.50	6.06
गढ़वा	53.93	4070.38	16.73	69.52	50.83	4.70
गिरिडीह	39.96	4976.93	19.31	46.99	31.25	4.81
पलामू	49.24	4337.29	37.20	68.69	49.05	4.31

## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

रामगढ़	25.33	1352.23	24.33	45.11	33.14	3.59
जामताड़ा	41.26	1797.41	36.35	72.26	57.70	9.13
सराईकेला-खरसावां	33.60	2579.22	38.84	66.98	57.28	4.44
खूंटी	35.75	1071.87	47.73	77.74	58.40	6.38
सिमडेगा	38.26	3908.04	48.55	94.21	78.20	5.73

में झारखंड राज्य, 9.95% का क्षेत्र थे को कम भूमि Agroforestry संभावना वर्ग, 37.36% थे को मध्यम वर्ग, 37.82% थे को उच्च वर्ग, और आराम (14.87%) थे को बहुत उच्च वर्ग (मेज़ 3)।

मेज़ 3

भूमि संभावना के लिए कृषि वानिकी में झारखंड राज्य।

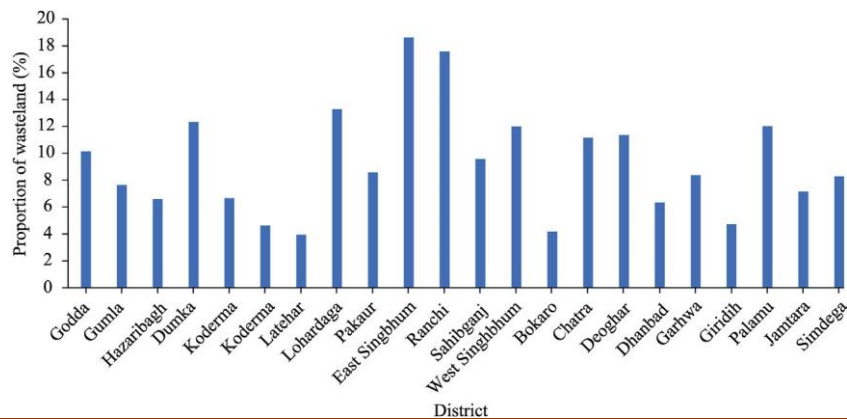
कृषि वानिकी उपयुक्तता	क्षेत्र (किमी <sup>2</sup> )	अनुपात का कुल क्षेत्र (%)
कम (< 30.00%)	7932.17	9.95
मध्यम (30.00% - 49.99%)	29,783.92	37.36
उच्च (50.00% - 69.99%)	30,147.60	37.82
बहुत उच्च (≥ 70.00%)	11,852.31	14.87

### 3.6 बंजर भूमि और कृषि वानिकी की उपयुक्तता

बाहरी वन क्षेत्र के अंतर्गत, झारखंड राज्य की कुल भौगोलिक भूमि का लगभग 8.58% क्षेत्र (6843.00 किमी<sup>2</sup>) बंजर भूमि है (एफडी रिपोर्ट, 2012) और इसमें नौ जिलों में कुल भूमि का 10.00% से अधिक बंजर भूमि है (चित्र 13)। इनमें से कुछ जिलों में कृषि वानिकी की उच्च उपयुक्तता दिखाई दी। ऐसी भूमि को उचित प्रयासों से वृक्ष आच्छादित किया जा सकता है, जो कि उपयुक्त मिट्टी और जल संरक्षण उपायों की कमी के कारण बिगड़ रही थी। इन बंजर भूमि को कृषि वानिकी क्षेत्रों में परिवर्तित करने से 637 टन सी/ए की कार्बन अवशोषण क्षमता में योगदान हो सकता है (जोस (2009) के आधार पर अनुमानित)। रॉय एट अल. (2016) ने जोर दिया कि झारखंड राज्य में लगभग 36.00% भूमि पर वन क्षेत्र बरकरार है और शेष गैर-वन क्षेत्र है (2013) के अनुसार, 2001 से 2018 तक वन क्षेत्र के बाहर वृक्ष आवरण का नुकसान 6.15 वर्ग किमी था, जबकि इसी आधार अवधि के दौरान वन क्षेत्र का नुकसान 92.62 वर्ग किमी था, जो वन में मानवजनित हस्तक्षेप को दर्शाता है। रांची, साहिबगंज, पाकुड़, दुमका, बोकारो और जामताड़ा जिलों में भूमि के विशाल क्षेत्र बंजर थे, जिन्हें कृषि वानिकी प्रथाओं के लिए प्राथमिकता दी जानी चाहिए (चित्र 13)। लोगों को स्व-प्रेरित कृषि वानिकी प्रथाओं और आर्थिक अवसर के संदर्भ में परिणाम के प्रति संवेदनशील बनाने के लिए उचित नीति मार्गदर्शन के तहत क्षेत्रों का उपयोग कृषि वानिकी के लिए किया जा सकता है। बंजर भूमि को वृक्ष आवरण क्षेत्रों में बदलने के लिए एक मजबूत योजना की आवश्यकता है।

### 3.7. मिट्टी की उर्वरता बहाली और कृषि वानिकी उपयुक्तता

मिट्टी खाद्य सुरक्षा की रीढ़ है, क्योंकि स्वस्थ मिट्टी के बिना, हम परिदृश्य से विविध कृषि उत्पादन नहीं कर सकते (ओलिवर और ग्रेगरी, 2015)। भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान द्वारा किए गए अध्ययन में यह बात उजागर हुई है कि झारखंड राज्य की कुल भौगोलिक भूमि का 65.00% हिस्सा जल क्षरण के कारण मिट्टी की क्षति का शिकार है (माजी एट अल., 2010)। मिट्टी की उर्वरता में कमी तब होती है जब जल क्षरण के कारण मिट्टी से पोषक तत्वों की मात्रा कम हो जाती है और पौधों की वृद्धि पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। कृषि वानिकी के लिए संभावित रूप से उपयुक्त क्षेत्र में पर्याप्त मिट्टी और जल संरक्षण के साथ कृषि परिदृश्य में वृक्षारोपण कार्यक्रम की शुरुआत से न केवल मिट्टी की क्षति को कम करके भूमि की गुणवत्ता में सुधार होगा, बल्कि मिट्टी की उर्वरता भी बढ़ेगी और सामाजिक, आर्थिक और पारिस्थितिक लक्ष्यों सहित विभिन्न लक्ष्यों को प्राप्त किया जा सकेगा (नायर, 1984, 2011; डॉलिंगर और जोस, 2018)। 3.8. जलवायु परिवर्तन के तहत भूमि की क्षमता और हरित पुनर्प्राप्ति जलवायु परिवर्तन वैश्विक अर्थव्यवस्था, समाज और पर्यावरण के लिए खतरा है, और झारखंड राज्य के लिए भी



जोखिम लेकर आता है। राज्य ने पिछले दो दशकों में पहले ही महत्वपूर्ण जलवायु परिवर्तन का सामना किया है (तिर्की एट अल., 2018) और 2030 में 0.8°C-1.0°C की सीमा में तापमान में और वृद्धि का सामना करना पड़ेगा (अहमद एट अल., 2018)। सबसे अधिक तापमान आदिवासी बहुल जिलों में पाया गया जहां कई लोग गरीबी रेखा से नीचे रहते हैं (अहमद एट अल., 2018)। इंडिया टुडे (2011) के अनुसार, भारत में ग्रामीण क्षेत्रों में 0.32 USD/d और शहरी क्षेत्रों में 0.39 USD/d से कम कमाने वालों को गरीब माना जाता है। विभिन्न स्तरों पर स्थिरता लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए, अर्थात् राज्य, जिला और ग्राम स्तर पर, हमें जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने के लिए विभिन्न कृषि वानिकी डोमेन में वृक्ष आवरण बढ़ाने की आवश्यकता है हरियाली को बढ़ावा देने के लिए कई एजेंसियां फंडिंग कर रही हैं, उनमें से एक यूके पार्टनरिंग फॉर एक्सेलेरेटेड क्लाइमेट ट्रांजिशन (यूके PACT) का ग्रीन रिकवरी चैलेंज फंड (<https://www.ukpact-co.uk/green-recovery-challenge-fund>) है। इस अध्ययन के परिणामों के आधार पर संभावित रूप से उपयुक्त स्थलों में वृक्षारोपण बढ़ाकर झारखंड राज्य के आदिवासी और ग्रामीण समुदायों की आजीविका में सुधार के लिए यह एक अच्छा विकल्प हो सकता है। उन किसानों को मिलने वाली फंडिंग विभिन्न लैंडस्केप डोमेन में कृषि वानिकी सेटअप को बढ़ाने के लिए आवश्यक है ताकि उन्हें विभिन्न कार्यों जैसे मिट्टी और जल संरक्षण प्रथाओं, छोटे चेक डैम और/या पानी के तालाबों का निर्माण, और वाटरशेड स्तर पर वृक्षारोपण के लिए सुविधा मिल सके जो मिट्टी और पानी के कटाव को कम करने और मिट्टी की नमी को बढ़ाने के लिए मौसमी वर्षा के पानी को संरक्षित करने में मदद कर सकते हैं। दस मिलियन वृक्ष लगाने के लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए, हमें राज्य से लेकर गांव तक मजबूत संस्थागत क्षमता के साथ अच्छी तरह से डिजाइन की गई रणनीतियों और सरकारी अधिकारियों और गैर सरकारी संगठनों द्वारा समर्थित और निगरानी वाले टिकाऊ वित्तीय ढांचे की आवश्यकता है।

चित्र 13. झारखंड राज्य में प्रत्येक जिले की कुल भूमि में बंजर भूमि का अनुपात। ध्यान दें कि नव निर्मित रामगढ़ और कुंती जिलों की बंजर भूमि के अनुपात मूल्यों को क्रमशः हजारीबाग और रांची जिलों में मिला दिया गया था, क्योंकि ये दोनों नए जिले 2008 से पहले हजारीबाग और रांची जिलों का हिस्सा थे।

### 3.9. कृषि वानिकी उपयुक्तता और सतत विकास लक्ष्य

ICRAF समाज के लक्ष्यों को पूरा करने के लिए राष्ट्रीय और स्थानीय स्तर पर कृषि वानिकी नीतियों को आगे बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जैसे कि गरीब और हाशिए पर पड़े छोटे किसानों के साथ-साथ सबसे कमजोर किसानों की आय को बढ़ावा देना (ICRAF, 2010)। गोपाराजू एट अल. (2020) ने बताया कि सतत विकास लक्ष्य हासिल करने के लिए कृषि वानिकी एक प्रभावी बहुआयामी तंत्र है। झारखंड राज्य के कृषि वानिकी उपयुक्तता मानचित्रण ने पेड़ लगाने के लिए कई संभावित उपयुक्त स्थलों और गांवों को प्रदर्शित किया, जिन पर नीतिगत ध्यान और निवेश की आवश्यकता है। कृषि वानिकी ढांचे के भीतर पेड़ उगाने से गरीबी उन्मूलन (एसडीजी 1), भूखमरी को समाप्त करने के लिए खाद्य सुरक्षा (एसडीजी 2), पोषण सुरक्षा (एसडीजी 3), लैंगिक समानता (एसडीजी 5), स्वच्छ जल और स्वच्छता (एसडीजी 6), सस्ती ऊर्जा (एसडीजी 7), जिम्मेदार कृषि उत्पादन (एसडीजी 12), जलवायु परिवर्तन का शमन और अनुकूलन (एसडीजी 13), साथ ही झारखंड राज्य के गरीबी से ग्रस्त समाजों और पर्यावरण के बीच क्षरित भूमि और बंजर भूमि की बहाली और जैव विविधता संवर्धन (एसडीजी 15) हासिल होगा (आईआईएसडी, 2018; अहमद एट अल., 2020; गोपाराजू एट अल., 2020)।

### 3.10. कृषि वानिकी विकल्प के साथ भूदृश्य बहाली के तहत कार्बन क्रेडिट

कृषि वानिकी न केवल कार्बन ऑफसेटिंग में बल्कि कार्बन इन-सेटिंग में भी योगदान देती है। कृषि वानिकी अपनाने वाले किसान अपने स्वयं के कार्यों के पहले लाभार्थी होते हैं क्योंकि उनके खेत की मिट्टी और सूक्ष्म जलवायु में सुधार होता है और साथ ही व्यापार से अतिरिक्त आय भी होती है। कार्लसन एट अल. (2017) के डेटा के जीआईएस विश्लेषण के आधार पर, हमने पाया कि झारखंड राज्य में फसल भूमि से कुल ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन 2000 में 1.31 105 t CO<sub>2</sub> था और इसमें वृद्धि की प्रवृत्ति देखी गई (जीएचजी प्लेटफॉर्म इंडिया, 2014)। वृक्ष प्रभुत्व के साथ कृषि वानिकी का उपयोग 26वें संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन सम्मेलन (COP26) में उत्सर्जन-तटस्थता लक्ष्य के रूप में कार्बन ऑफसेट परियोजनाओं के लिए एक तंत्र के रूप में किया जा सकता है। लगभग 1000 पेड़ उगाने से कार्बन डाइऑक्साइड को 17 t/a तक कम किया जा सकता है (ओपांडा, 2022)। ओपांडा (2022) का उपयोग करके अनुमानों के आधार पर, झारखंड राज्य में शून्य-उत्सर्जन परिदृश्य के लिए फसल भूमि से कुल उत्सर्जन को पूर्ण कार्बन डाइऑक्साइड ऑफसेट के रूप में अगले पांच वर्षों में लगभग 1.00 107 पेड़ों की आवश्यकता होगी, जिसका अर्थ है कि कृषि भूमि में लगभग 260 पेड़/किमी<sup>2</sup> की आवश्यकता है, जिसका कुल क्षेत्रफल 38,000.00 किमी<sup>2</sup> है। इसलिए, भूमि-आधारित समाधान के रूप में संभावित रूप से उपयुक्त परिदृश्यों में वृक्ष आवरण को बढ़ाना जलवायु परिवर्तन को कम कर सकता है और पूरक आय के रूप में कार्बन ऑफसेट के दृष्टिकोण से गरीबी उन्मूलन कार्यक्रमों में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। कृषि वानिकी प्रणालियों में कार्बन ऑफसेटिंग उत्पन्न करने के लिए मोबाइल ऐप, फार्म कार्बन ऑडिट टूल, पेड़ या पौधे जियोकोडिंग इत्यादि जैसे उन्नत उपकरणों द्वारा सही निगरानी, माप और सत्यापन की आवश्यकता होती है। झारखंड राज्य में ग्रामीण आजीविका सुधार कार्यक्रम, कृषि वानिकी प्रथाओं के विस्तार द्वारा कार्बन पृथक्करण के माध्यम से, छोटे और सीमांत किसानों के लिए एक प्रकृति-उन्मुख समाधान, अर्थात्, निजी परिदृश्य बहाली लक्ष्य के



## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

तहत बंजर भूमि और बंजर भूमि पर वृक्षारोपण करना, आंध्र प्रदेश मॉडल (राव, 2022) के समान परिणाम-आधारित कार्बन क्रेडिट योजना के तहत लाया जा सकता है। झारखंड राज्य में कार्बन क्रेडिट पायलट परियोजना के साथ एक नियम पुस्तिका की तरह एक स्पष्ट सरलीकृत तंत्र विकसित करने की आवश्यकता है, क्योंकि कार्बन परियोजना को डिजाइन करना जिसमें यह शामिल है कि किस प्रकार की परियोजना को अंजाम दिया जा सकता है, जैसे कि वनीकरण, पुनर्वनीकरण, उन्नत कृषि तकनीक, आदि, जहां परियोजना को लागू करना है आदि, इसमें लंबा समय लगेगा, और यह स्थानीय निवासियों के अनुकूल होगा और गरीबी उन्मूलन कार्यक्रम का महत्वपूर्ण रूप से समर्थन करेगा (सीबर्ग-एल्वरफेल्ड, 2010)

### 4. निष्कर्ष

भूमि संभाव्यता विश्लेषण मॉडल विशेष रूप से स्थानीय निवासियों की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए विशेष उद्देश्यों के लिए भूमि की पहचान करने में निर्णयकर्ताओं की मदद करने पर केंद्रित है। हमने जीआईएस में चार कारकों, यानी जलवायु, स्थलाकृति, पारिस्थितिकी और सामाजिक अर्थशास्त्र का उपयोग करके झारखंड राज्य में कृषि वानिकी की विस्तारित भूमि की जांच की। इसके अलावा, हमने झारखंड राज्य में बंजर भूमि वितरण पैटर्न और उनकी उपयोगिता और फसल भूमि ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन की स्थिति का भी पता लगाया। परिणामों ने पुष्टि की कि झारखंड राज्य के प्रत्येक जिले की कृषि वानिकी क्षमता को संदर्भों, विचारों और किसानों की जरूरतों के संदर्भ में सहक्रियात्मक योजना की आवश्यकता है। राज्य में कृषि वानिकी के लिए पहचानी गई भूमि क्षमता का उपयोग उचित नीति निर्माण के माध्यम से कृषि वानिकी विस्तार को बढ़ाने के लिए किया जा सकता है। झारखंड राज्य में लगभग 15.00% बहुत उच्च क्षमता वाले क्षेत्रों का उपयोग कृषि वानिकी विस्तार के लिए पहली प्राथमिकता के लिए किया जाना चाहिए, उसके बाद उच्च क्षमता वाले और मध्यम क्षमता वाले क्षेत्रों का उपयोग किया जाना चाहिए। सिमडेगा, पश्चिमी सिंहभूम, पाकुड़, दुमका और गोड्डा जैसे उच्च गरीबी वाले जिलों में कृषि वानिकी के लिए उच्च भूमि क्षमता पाई गई और इस प्रकार सफल कृषि वानिकी पद्धतियों को अपनाकर गरीबी में सुधार के लिए ये एक अच्छा विकल्प हो सकते हैं। झारखंड राज्य में कृषि वानिकी को बड़े पैमाने पर अपनाने से न केवल आय में वृद्धि होगी, आजीविका में सुधार होगा और स्थानीय लोगों को पौष्टिक भोजन मिलेगा, बल्कि कृषि आधारित लघु उद्योगों को भी सुविधा होगी जो क्षेत्रीय अर्थव्यवस्था में योगदान देंगे और पारिस्थितिक स्थिरता को बढ़ावा देंगे।

### परिशिष्ट

#### मेज़ एस 1

जिला-वार जलवायु उपयुक्तता का भूमि के लिए कृषि वानिकी में झारखंड राज्य।

जिला जलवायु उपयुक्तता का भूमि के लिए कृषि वानिकी (%)

	न्यूनतम	अधिकतम	अर्थ	मानक	विचलन
सिमडेगा	63.99	100.00	82.32	9.13	
पाकुर	66.21	89.82	80.31	5.44	
पूर्व सिंहभूम	69.08	97.47	79.97	5.02	
दुमका	53.87	89.70	73.05	7.92	
Saraikele-Kharsawan	52.05	76.01	71.37	4.84	
जामताड़ा	58.23	80.38	70.36	5.44	
पश्चिम सिंहभूम	48.10	86.51	68.41	6.69	
साहिबगंज	46.63	76.61	61.65	6.33	
गोड्डा	48.79	72.63	59.78	5.22	
देवघर	49.59	70.72	59.49	4.90	
धनबाद	45.77	67.45	59.18	3.82	
खूंटी	48.97	72.95	57.46	5.10	
बोकारो	37.13	72.31	57.19	6.40	
रामगढ़	44.23	63.87	53.47	4.75	
रांची	36.04	69.46	53.05	6.92	
गुमला	4.94	81.23	51.75	15.97	
गिरिडीह	23.91	61.24	43.85	8.71	
पलामू	30.22	47.56	39.04	3.60	

## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

लातेहार	1.50	50.96	37.57	9.70
चतरा	21.04	46.67	37.23	5.95
लोहरदगा	16.09	48.57	35.32	8.29
गढ़वा	0.00	42.30	34.94	4.17
हजारीबाग	16.19	51.11	33.17	8.27
कोडरमा	17.39	34.69	24.80	4.08

### मेज़ एस 2

जिला-वार स्थलाकृतिक उपयुक्तता का भूमि के लिए कृषि वानिकी में झारखंड राज्य।

जिला स्थलाकृतिक उपयुक्तता का भूमि के लिए कृषि वानिकी (%)

	न्यूनतम	अधिकतम	अर्थ	मानक	विचलन
पाकुर	60.68	96.93	89.39	7.38	
साहिबगंज	56.71	100.00	87.85	8.64	
जामताड़ा	78.11	94.01	87.27	2.09	
गोड्डा	59.67	95.34	86.92	7.10	
दुमका	60.86	95.44	85.34	5.03	
धनबाद	39.11	94.73	84.51	6.31	
देवघर	48.47	88.60	84.19	3.76	
पूर्व सिंहभूम	42.09	94.50	83.19	10.46	
पलामू	48.48	91.46	82.43	5.38	
सराईकेला-खरसावां	34.44	92.38	80.75	11.94	
बोकारो	27.36	89.68	80.26	8.97	
गिरिडीह	0.00	89.52	79.99	5.66	
गढ़वा	26.08	91.34	78.29	8.95	
कोडरमा	39.02	92.21	77.87	6.00	
बात करना	51.84	90.89	75.40	6.75	
रामगढ़	32.54	84.81	74.67	7.77	
सिमडेगा	49.56	85.76	72.34	6.32	
हजारीबाग	47.68	87.56	72.00	6.18	
पश्चिम सिंहभूम	34.99	88.62	70.67	10.62	
रांची	32.57	87.49	68.01	8.21	
लातेहार	22.42	84.69	67.47	12.82	
खूंटी	51.71	80.26	66.43	4.29	
गुमला	28.37	73.38	59.84	10.01	
लोहरदगा	28.98	76.74	57.90	11.32	

### मेज़ एस 3

जिला-वार पारिस्थितिक उपयुक्तता का भूमि के लिए कृषि वानिकी में झारखंड राज्य।

जिला पारिस्थितिकी उपयुक्तता का भूमि के लिए कृषि वानिकी (%)

	न्यूनतम	अधिकतम	अर्थ	मानक	विचलन
लातेहार	22.26	95.42	46.37	18.14	
पश्चिम सिंहभूम	22.51	94.33	44.25	18.10	

## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

( जारी पर अगला पेज )

मेज़ एस3 ( जारी )

जिला	पारिस्थितिकी उपयुक्तता का भूमि के लिए कृषि वानिकी (%)	न्यूनतम	अधिकतमअर्थ	मानक	विचलन
कोडरमा	22.22	76.17	39.90	16.28	
लोहरदगा	19.20	89.75	39.10	19.22	
चतरा	23.03	84.41	38.12	12.24	
हजारीबाग	0.00	84.76	36.24	13.55	
गढ़वा	10.51	80.22	35.92	12.72	
खूंटी	24.03	61.31	35.74	9.78	
गुमला	21.66	89.75	35.18	14.45	
सिमडेगा	22.49	59.09	34.02	7.64	
साहिबगंज	1.97	63.47	33.91	8.21	
पलामू	7.10	80.64	33.34	10.07	
गोड्डा	24.23	66.74	32.19	7.45	
पूर्व सिंहभूम	18.04	88.24	31.57	9.47	
पाकुर	16.97	55.23	30.93	5.95	
रांची	6.34	75.30	30.58	8.64	
सराईकेला-खरसावां	5.94	78.26	30.41	10.46	
बोकारो	1.19	85.67	29.90	10.77	
रामगढ़	19.11	71.26	29.04	7.23	
दुमका	0.17	58.66	28.53	6.43	
गिरिडीह	21.03	100.00	27.90	8.42	
धनबाद	1.33	61.87	27.63	5.29	
जामताड़ा	0.29	33.72	25.41	2.71	
देवघर	20.75	44.66	24.91	1.92	

मेज़ एस 4

जिला-वार सामाजिक-आर्थिक उपयुक्तता का भूमि के लिए कृषि वानिकी में झारखंड राज्य।

जिला सामाजिक-आर्थिक भूमि की उपयुक्तता कृषि वानिकी (%)

जिला	न्यूनतम	अधिकतमअर्थ	मानक	विचलन
सिमडेगा	29.98	97.46	91.77	7.03
गुमला	37.38	96.07	86.83	4.28
पश्चिम सिंहभूम	22.48	100.00	85.52	10.39
लोहरदगा	68.40	92.11	81.04	4.45
खूंटी	64.73	92.49	79.18	5.88
लातेहार	45.57	92.80	76.49	9.10
पाकुर	31.79	82.30	76.39	4.71
दुमका	34.65	85.81	73.88	8.41
गढ़वा	49.45	81.30	73.78	4.82



## झारखंड राज्य, की भूमि (कृषि वानिकी) क्षमता का जीआईएस-आधारित मूल्यांकन

गोड्डा	51.95	77.49	70.41	4.38
साहिबगंज	38.16	74.72	68.34	4.05
पलामू	49.74	77.59	64.46	5.47
जामताड़ा	24.49	71.66	54.35	11.86
रांची	11.01	86.14	54.15	13.07
सराईकेला-खरसावां	23.47	73.46	53.97	7.64
चतरा	24.69	64.61	46.55	8.18
देवघर	30.85	68.79	43.45	7.93
पूर्व सिंहभूम	0.01	58.19	39.39	7.02
गिरिडीह	19.24	41.47	29.97	5.03
रामगढ़	20.77	45.10	28.54	5.67
हजारीबाग	19.20	53.69	28.31	7.53
धनबाद	10.95	47.50	23.56	8.76
बोकारो	10.39	29.64	23.19	2.53
कोडरमा	16.37	27.32	19.55	1.97

### संदर्भ

1. अहमद, एफ।, उद्दिन, एमएम, गोपाराजू, एल., 2018. एक मूल्यांकन का वनस्पति स्वास्थ्य और सामाजिक आर्थिक आयाम का भेद्यता का झारखंड राज्य का भारत में जलवायु परिवर्तन परिदृश्यों और उनका संभावित प्रभाव: ए भू-स्थानिक दृष्टिकोण। पर्यावरण. समाज. इकॉन. एसा 6 (4), 39 - 47 .
2. अहमद, एफ., उद्दिन, एमएम, गोपाराजू, एल., 2019. Agroforestry उपयुक्तता मानचित्रण का भारत: भू-स्थानिक दृष्टिकोण आधारित पर एफएओ दिशानिर्देश. एग्रोफोर. सिस्टम 93 (4), 1319 - 1336 . अहमद, एफ।, उद्दिन, एमएम, गोपाराजू, एल., एट एट अल., 2020. परिमाणीकरण का भूमि संभावना के लिए स्केलिंग Agroforestry में दक्षिण एशिया. के.एन. जे। कार्टोग. भूगोल इन्फ. 70, 71 - 89 .
3. अहमद, एफ।, उद्दिन, एमएम, गोपाराजू, एल., एट एट अल., 2021. पेड़ उपयुक्तता मॉडलिंग और मानचित्रण में नेपाल: ए भू-स्थानिक दृष्टिकोण को स्केलिंग कृषि वानिकी. नमूना। धरती सिस्टम
4. पर्यावरण 7 (1), 169 - 179 .
5. अस्बजोर्नसेन, एच।, हर्नाडेज़-सैंटाना, वी., लिबमैन, एम।, एट एट अल., 2014. लक्ष्य निर्धारण चिरस्थायी वनस्पति में कृषि परिदृश्य के लिए बढ़ाने पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएं. नवीनीकृत करें. एग्रीक. खाना सिस्टम 29 (2), १०१ - १२५ .
6. बाजा, एसा।, चैपमैन, डीएम, ड्रैगोविच, डी।, 2002. ए वैचारिक नमूना के लिए परिभाषित करना और आकलन भूमि प्रबंध इकाइयों का उपयोग करते हुए ए फजी मॉडलिंग दृष्टिकोण में गिस पर्यावरण। पर्यावरण. प्रबन्धक. 29 (5), 647 - 661 .
7. बाराइक, वीके, 2019. DIMENSIONS का जनजातीय शिक्षा और रोजगार में झारखंड: कड़ी का शिक्षात्मक स्तर और औद्योगिक वर्ग। झारखंड जे। देव. प्रबन्धक. स्टड. 17 (3), 8159 - 8174 .
8. बाथगेट, एसा।, 2011. पारिस्थितिक साइट वर्गीकरण [2022-03-12].  
[https://cdn.Forestresearch.gov.uk/2022/02/esc\\_manual.pdf](https://cdn.Forestresearch.gov.uk/2022/02/esc_manual.pdf) । भूरा, मुझे, फंक, सीसी, 2008. खाना सुरक्षा अंतर्गत जलवायु परिवर्तन। विज्ञान 319 (5863), 580 - 581 .
9. कार्लसन, के.एम., गेरबर, जे.एस., म्यूएलर, एनडी, एट एट अल., 2017. ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन तीव्रता का वैश्विक कृषि भूमि. नैट. क्लाइम. परिवर्तन 7, 63 - 68 .
10. जनगणना का भारत, 2022. झारखंड जनसंख्या 2011-2022 [2022-04-28].  
<https://www.census2011.co.in/census/state/jharhand.html> ।
11. चांदनिहा, एसके, मेश्राम, एसजी, एडमोव्स्की, जेएफ, एट एट अल., 2017. रुझान विश्लेषण का वर्षण में झारखंड राज्य, भारत। सिद्धांत. एप्पल. क्लाइमेटोल. 130 (1 - 2), 261 - 274 . चेन, एक्सपीएस, 2016. एक विश्लेषण का जलवायु प्रभाव पर परिदृश्य डिज़ाइन। एटमोस. क्लाइम. विज्ञान 6, 475 - 481 .

12. जलवायु डेटा, 2022. जलवायु डेटा [2022-04-10]. <https://en.climate-data.org/asia/india/jharhand-772/> ।
13. दा जी ~ में स्टेन एल में , सी।, तुरान, पहचान । , डेंगीज़, ओ., 2018. मूल्यांकन का उपयुक्तता का साइटों के लिए आउटडोर मनोरंजन का उपयोग करते हुए ए मल्टी मापदंड आकलन नमूना। अरबी जे। भूविज्ञान. 11- (17), 492. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3856-0> ।
14. दीदान, के., 2021. MOD13A3 v061 मोडिस/टेरा वनस्पति सूचकांकों महीने के एल3 वैश्विक 1किमी पाप ग्रिड। <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD13A3.061> [2022-02-08]. डॉलिंगर, जे।, जोस, एसा।, 2018. Agroforestry के लिए मिट्टी स्वास्थ्य। एग्रोफोर. सिस्टम 92 (2), 213 - 219 .
15. एवरेस्ट, टी।, 2021. उपयुक्त साइट चयन के लिए पिस्ता ( पिस्ता वेरा ) द्वारा का उपयोग करते हुए गिस और मल्टी मापदंड फ़ैसला का विश्लेषण करती है (ए मामला अध्ययन में टर्की)। पर्यावरण. देव. बनाए रखना। 23, 7686 - 7705 .
16. एवरेस्ट, टी।, सुंगुर, एका।, ओज़कन, एचा।, 2021. दृढ़ निश्चय का कृषि भूमि उपयुक्तता साथ ए बहु-मानदंड निर्णय लेना तरीका में नॉर्थवेस्टर्न टर्की। अंतर्राष्ट्रीय जे। पर्यावरण. विज्ञान ते. 18 (5), 1073 - 1088 .
17. इवुगिन, एसा।, 2021. गरीबी कम से कम में केरल; उच्चतम में ऊपर, बिहार, झारखंड [2020-08-18]. <https://www.deshabimani.com/english/news/national/least-poverty-in-केरल-उच्चतम-उत्तर-प्रदेश-बिहार-झारखंड/5414> ।
18. एफएओ (खाना और कृषि संगठन का यूनाइटेड राष्ट्र), 1976. ए रूपरेखा के लिए भूमि मूल्यांकन। एफएओ, रोम, पी। 20 एफएओ, 2007. भूमि मूल्यांकन। की ओर ए संशोधित रूपरेखा [2022-03-14]. [https://www.fao.org/fi-leadadmin/templates/nr/images/resources/pdf\\_documents/lman\\_070601\\_en.pdf](https://www.fao.org/fi-leadadmin/templates/nr/images/resources/pdf_documents/lman_070601_en.pdf) एफ .
19. एफएओ, आईएफएडी (अंतरराष्ट्रीय फंड के लिए कृषि विकास), डब्ल्यूएफपी (दुनिया खाना कार्यक्रम), 2015. राज्य का खाना असुरक्षा में दुनिया 2015. बैठक 2015 अंतरराष्ट्रीय भूख लक्ष्य: लेना भंडार का असमतल प्रगति [2022-03-16]. <http://www.fao.org/3/i4646e/i4646e.pdf> ।
20. एफएओ, 2018. Agroforestry [2022-04-16]. <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/agroforestry/basic-knowledge/en/?type=111> . फिक, एसई, हिजमैन, आरजे, 2017. वर्ल्डक्लिम 2: नया 1 किलोमीटर स्थानिक संकल्प जलवायु सतह के लिए वैश्विक भूमि क्षेत्र. अंतर्राष्ट्रीय जे। क्लाइमेटोल. 37, 4302 - 4315 .
21. गेरासिस, एस., अल्बुकर्क, एमटीडी, रोके, एन।, एट एट अल., 2021. भविष्य प्राकृतिक वास उपयुक्तता के लिए प्रजातियाँ अंतर्गत जलवायु परिवर्तन-सबक सीखा से स्ट्रॉबेरी पेड़ मामला
22. अध्ययन। के लिए। इको. प्रबन्धक. 491, 119150. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119150> ।
23. जीएचजी (ग्रीनहाउस गैस, प्लैटफॉर्म भारत, 2014. रूझान विश्लेषण का जीएचजी उत्सर्जन में झारखंड [2022-05-16]. <http://www.ghgplatform-india.org/Images/Publications/जीएचजीपीआई-चरण-III-प्रवृत्ति-विश्लेषण-राज्य-झारखंड-दिसंबर-19.pdf> .
24. जीओजे, 2022. खनिज पदार्थ में झारखंड [2022-05-16]। <https://www.jharhand.gov.in/home/AboutMinerals> ।
25. गोपाराजू, एल., अहमद, एफ।, उद्दिन, एम।, एट एट अल., 2020. कृषि वानिकी: एक असरदार बहुआयामी तंत्र के लिए को प्राप्त करने टिकाऊ विकास लक्ष्य। इको. खोज। ३१ (3), 63 - 71 .
26. हान, जेडब्ल्यू, कम्बर, एम।, पेई, जे।, 2012. डेटा खनन: अवधारणाओं और तकनीक, (तीसरा संस्करण ). Elsevier इंक., एम्स्टर्डम, पीपी. 279 - 323 .
27. हैनसेन, एमसी, पोतापोव, पीवी, मूर, आर।, एट एट अल., 2013. उच्च संकल्प वैश्विक एमएपीएस का 21वीं सदी जंगल ढकना परिवर्तन। विज्ञान 342 (6160), 850 - 853 .
28. हर्नांडेज़, आरआर, डेबेनपोर्ट, एसजे, लेविस, एम.-सीसीई, एट एट अल., 2015. देशी झाड़ी, पिलियोस्टिग्मा रेटिकुलटम , जैसा एक पारिस्थितिक " संसाधन द्वीप " के लिए आम पेड़ में साहेल. एग्रिक. इकोसिस्ट. पर्यावरण. 204, 51 - 61 .
29. हर्ज़बर्ग, आर।, फाम, टीजी, कप्पास, एम।, एट एट अल., 2019. मल्टी मापदंड फ़ैसला विश्लेषण के लिए भूमि मूल्यांकन का संभावना कृषि भूमि उपयोग प्रकार में ए पहाड़ी क्षेत्र का केंद्रीय वियतनाम. भूमि-बेसल. 8 (6), 90. <https://doi.org/10.3390/land8060090> ।

30. आईसीआरएफ (अंतरराष्ट्रीय परिषद के लिए अनुसंधान कृषि वानिकी में), 2010. Agroforestry नीति पहल [2022-03-06]. <http://old.worldagroforestry.org/downloads/> प्रकाशन/पीडीएफ/आरपी0900 4 . डॉक्टर.
31. आईआईएसडी (अंतरराष्ट्रीय संस्था के लिए टिकाऊ विकास), 2018. प्रतिवेदन शो कृषि वानिकी योगदान को अनेक एसडीजी [2022-07-13]. <https://sdg.iisd.org/news/> रिपोर्ट से पता चलता है कि कृषि वानिकी का कई एसडीजी में योगदान है ।
32. जोस, एस।, 2009. Agroforestry के लिए पारिस्थितिकी तंत्र सेवा और पर्यावरण लाभ : एक अवलोकन. एग्रोफोर. सिस्टम 76 (1), १ - १० .
33. खान, एमए, 2022. स्वामित्व योजना: क्यों आदिवासियों हैं विरोध मुफ्तकोर सर्वेक्षण में झारखंड [2022-03-08]. <https://www.downtoearth.org.in/news/governance/> स्वामित्व योजना-आदिवासी- झारखंड-में-ड्रोन-सर्वेक्षण-का-विरोध-क्यों-कर-रहे-हैं-81562 .
34. खो, आरएम, 2000. ए सामान्य पेड़-पर्यावरण-फसल इंटरैक्शन समीकरण के लिए भविष्य कहनेवाला समझ का Agroforestry प्रणालियाँ. एग्रोक. इकोसिस्ट. पर्यावरण. 80 (1 - 2), 87 - 100 . कुमार, एका, चन्द्रा, जी।, 2017. कीड़ा कीट संक्रमण पर गमेलिना आर्बोरिया रो X b.in अलग कृषिजलवायु क्षेत्र का झारखंड, भारत। ऑर्थोपोड 6 (1), 8 - 20 .
35. लैंग, एसी, वॉन ओहेइम्ब, जी।, शेरेर-लोरेन्जेन, एम।, एट एट अल., 2014. मिश्रित वनीकरण का युवा उपोष्णकटिबंधीय पेड़ को बढ़ावा देता है नाइट्रोजन अधिग्रहण और अवधारण। जे। एप्पल.
36. इको. 51 (1), 224 - 233 .
37. लीकी, आरआरबी, 1996. परिभाषा का Agroforestry पुनः देखा गया. एग्रोफोर. आज 8 (1), ५ - ७ .
38. महतो, एस।, दासगुप्ता, एस।, टोडारिया, एनपी, एट एट अल., 2016. Agroforestry मानचित्रण और निरूपण में चार जिलों का गढ़वाल हिमालय. ऊर्जा। इको. पर्यावरण. 1 (2), 8 6 - 97 .
39. माजी, एके, रेड्डी, जीपीओ, सरकार, डी।, 2010. अपमानित और बंजरभूमि का भारत, स्थिति और स्थानिक वितरण, खंड 14. आईसीएआर (भारतीय परिषद का कृषि अनुसंधान), नया दिल्ली ।
40. मालेज़िउ X , ई., क्रोज़ैट, वाई., डुप्राज़, सी।, एट एट अल., 2009. मिक्सिंग पौधा प्रजातियाँ में फसल प्रणालियाँ: अवधारणाएँ, औजार और मॉडल. ए समीक्षा। एग्रोन. बनाए रखना। देव. 29 (1), 43 - 62 .
41. मंडल, वी.पी., रहमान, एस।, अहमद, आर।, एट एट अल., 2020. भूमि उपयुक्तता आकलन के लिए इष्टतम फसल दृश्यों में कटिहार ज़िला का बिहार, भारत का उपयोग करते हुए गिस और एचपी। झगड़ा. इन्फ. रेस. 28 (5), 589 - 599 .
42. मेनेसेस-टोवर, सीएल, 2011. एनडीवीआई जैसा सूचक का निम्नीकरण [2022-02-16]. <https://www.fao.org/3/i2560e/i2560e07.pdf> ।
43. मेर्टज़, ओ., हेल्सनेज़, के., ओलेसेन, जेई, एट एट अल., 2009. अनुकूलन को जलवायु परिवर्तन में विकासशील देश. पर्यावरण. प्रबन्धक. 43 (5), 743 - 752 .
44. मॉटगिननी, एफ।, 2020. योगदान का Agroforestry को बहाली और संरक्षण: जैव विविधता द्वीप समूह में अपमानित परिदृश्य. में: डागर, जे.सी., गुप्ता, एसआर, टेकेते, डी। (सं.), Agroforestry के लिए अपमानित परिदृश्य. स्प्रिंगर, सिंगापुर, पीपी. 445 - 479 .
45. मॉर्टन, जेएफ, 2007. प्रभाव का जलवायु परिवर्तन पर छोटे और निर्वाह कृषि। पी। राष्ट्रीय अकाद. विज्ञान यूएसए। 104 (50), 19680 - 19685 .
46. मुसाक्वा, डब्लू., 2018. पहचान करना भूमि उपयुक्त के लिए कृषि भूमि सुधार का उपयोग करते हुए जीआईएस-एमसीडीए में दक्षिण अफ्रीका. पर्यावरण. देव. बनाए रखना। 20 (5), 2281 - 2299 . नायर, पीकेआर, 1984. मिट्टी उत्पादकता पहलू का कृषि वानिकी. आईसीआरएफ, नैरोबी, पी। 85 .
47. नायर, पीकेआर, 2011. Agroforestry प्रणाली और पर्यावरण गुणवत्ता: परिचय। जे। पर्यावरण. क्वाल. 40 (3), 784 - 790 .
48. नायर, पीकेआर, टोथ, जीजी, 2016. मापने कृषि वहनीयता में Agroforestry प्रणालियाँ. में: लाल, आर।, क्रेबिल, डी।, हैनसेन, करना (सं.), जलवायु परिवर्तन और बहु- आकार वहनीयता में अफ्रीकी कृषि। स्प्रिंगर, चाम, पीपी. 365 - 394 .
49. नाथ, ए जे, कुमार, आर।, देवी, ध्यान दें, एट एट अल., 2021. Agroforestry भूमि उपयुक्तता विश्लेषण में पूर्वी भारतीय हिमालय क्षेत्र। पर्यावरण. चैल. 4, 100199. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100199> .



50. नीति आयोग, 2021. राष्ट्रीय बहुआयामी गरीबी अनुक्रमणिका। में: आधारभूत प्रतिवेदन आधारित पर एनएफएचएस 4 (राष्ट्रीय परिवार स्वास्थ्य सर्वेक्षण-4) (2015-16) [2022-04-10]. [https:// www.niti.gov.in/sites/default/ फाइल les/2021-11/National\\_MPI\\_India-11242021.pdf](https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2021-11/National_MPI_India-11242021.pdf) ।
51. ओलिवर, एमए, ग्रेगरी, पीजे, 2015. मिट्टी, खाना सुरक्षा और इंसान स्वास्थ्य: ए समीक्षा। ईयूआर। जे. मिट्टी विज्ञान 66 (2), 257 - 276 .
52. ओपांडा, एसा, 2022. कैसे अनेक पेड़ आवश्यकता है को ओफ़सेट आपका कार्बन उत्सर्जन? [2022-05-16]. <https://8billiontrees.com/Carbon-offsets-credits/reduce-co2-emissions/> कितने पेड़ कार्बन उत्सर्जन की भरपाई करते हैं ?
53. उरांव, पीआर, सिंह, बीके, कुमार, एका, एट एट अल., 2018. परंपरागत Agroforestry आचरण का झारखंड: ए व्यवहार्य विकल्प के लिए आजीविका उत्थान. मल्टीलॉगिन विज्ञान 8, 66 - 67
54. (विशेष सी) ।
55. क्षमा, पी।, रुबेन्स, बी।, मेर्टेस, जे।, एट एट अल., 2018. प्रभाव का शीतोष्ण Agroforestry पर उपज और गुणवत्ता का अलग कृषि योग्य अंतरफलें। अग्र. सिस्टम 166, 135 - 151 .
56. प्लर्स-गार्सिया, एमडी, कुंज, एमा, फिचनर, एका, एट एट अल., 2021. पेड़ प्रजातियाँ प्रचुरता को बढ़ावा देता है एक जल्दी बढ़ती का खड़ा होना संरचनात्मक जटिलता में युवा उपोष्णकटिबंधीय वृक्षारोपण. जे। एप्पल. इको. 58 (10), 2305 - 2314 .
57. रामोस, एनसी, गैस्टौअर, एमा, कोर्डेइरो, एडीसी, 2015. पर्यावरण फिल्टरिंग का Agroforestry प्रणाली कम कर देता है जोखिम का जैविक आक्रमण। एग्रोफोर. सिस्टम 89 (2), 279 - 289 .
58. राव, यू., 2022. आंध्र प्रदेश किसानों काटना कार्बन क्रेडिट से कृषि [2022-05-16]. [https://article.wn.com/view/2022/03/24/आंध्र\\_प्रदेश\\_किसान\\_reap\\_carbon\\_credits\\_from\\_agriculture/](https://article.wn.com/view/2022/03/24/आंध्र_प्रदेश_किसान_reap_carbon_credits_from_agriculture/) .
59. [reap\\_carbon\\_credits\\_from\\_agriculture/](https://article.wn.com/view/2022/03/24/आंध्र_प्रदेश_किसान_reap_carbon_credits_from_agriculture/) .
60. प्रतिवेदन, एफडी, 2012. बंजरभूमि का झारखंड [2022-05-16]. [http://वन.झारखंड.gov.in/About\\_us/pdf/wastelands.pdf](http://वन.झारखंड.gov.in/About_us/pdf/wastelands.pdf) ।
61. रोसेनस्टॉक, टीएस, लामान्ना, सी।, चेस्टरमैन, एसा, एट एट अल., 2016. वैज्ञानिक आधार का जलवायु-स्मार्ट कृषि: ए व्यवस्थित समीक्षा शिष्टाचार। में: सीसीएएफएस (जलवायु परिवर्तन, कृषि और खाना सुरक्षा) कार्यरत कागज़ नहीं। 136. सीजीआईएआर, कोपेनहेगन, डेनमार्क .
62. रॉय, पी.एस., मयप्पन, पीके, जोशी, एमपी, एट एट अल., 2016. दशकीय भूमि उपयोग और भूमि ढकना वर्गीकरण आर-पार भारत, 1985, 1995, 2005. [2022-03-12]. [https://daac.ornl.gov/VEGETATION/guides/Decadal\\_LULC\\_India.html](https://daac.ornl.gov/VEGETATION/guides/Decadal_LULC_India.html) .
63. संदीप, डी।, शरण, एका, 2017. में: झारखंड, का उपयोग करते हुए एक पुराना तकनीक के लिए टिकाऊ पानी [2022-05-15]. [https://news.climate.columbia.edu/2017/05/24/in- झारखंड में टिकाऊ जल के लिए पुरानी तकनीक का उपयोग किया जा रहा है ।](https://news.climate.columbia.edu/2017/05/24/in-झारखंड_में_टिकाऊ_जल_के_लिए_पुरानी_तकनीक_का_उपयोग_किया_जा_रहा_है_।)
64. शोल्टेन, टी।, गोएब्स, पी।, कुहन, पी।, एट एट अल., 2017. पर संयुक्त प्रभाव का मिट्टी उपजाऊपन और तलरूप पर पेड़ विकास में उपोष्णकटिबंधीय जंगल पारिस्थितिकी तंत्र-ए अध्ययन से से चीन। जे। पौधा इको. 10 (1), 111 - 127 .
65. सीबर्ग-एल्वरफेल्ड, सी।, 2010. कार्बन वित्त संभावनाएं के लिए कृषि, वानिकी और अन्य भूमि उपयोग परियोजनाओं में ए छोटे प्रसंग। एफएओ, रोम, १ - २४ .
66. स्मिथ, जे।, पीयर्स, बी.डी., वोल्फ, एमएस, 2013. सामंजस्य उत्पादकता पर्यावरण संरक्षण के साथ: है शीतोष्ण Agroforestry जवाब? रिन्यू. एग्रीक. खाद्य प्रणाली.
67. 28 (1), 80 - 92 .
68. तालुकदार, एनआर, चौधरी, पी।, अहमद, एफ।, एट एट अल., 2020. प्राकृतिक वास उपयुक्तता का एशियाई हाथी में ट्रांस-सीमा पथरिया पहाड़ियां संरक्षित जंगल, ईशान कोण भारत।
69. नमूना। धरती सिस्टम पर्यावरण. 6, 1951 - 1961 .
70. तिवारी, वी.पी., डागर, जे.सी., 2017. परिचय. में: डागर, जे.सी., तिवारी, वी.पी. (सं.), कृषि वानिकी। स्प्रिंगर, सिंगापुर, पृ. 1 - 11 .

71. तिर्की, जैसा, घोष, एम।, पांडे, एसी, एट एट अल., 2018. आकलन का जलवायु चरम और इसका लंबा अवधि स्थानिक परिवर्तनशीलता ऊपर झारखंड राज्य का भारत। मित्र.
72. जे। दूर। सेन्स. 21 (1), 49 - 63 .
73. आज, भारत, 2011. नहीं गरीब अगर आप कमाना रुपये 32 ए दिन: योजना आयोग।  
<https://www.indiatoday.in/india/north/story/planning-commission-bpl-earn-rs-25-a-दिन-भारत-141619-2011-09-21> .
74. वेरहेये, डब्लू., कूहाफकन, पी।, नचटरगेले, एफ।, 1982. भूमि उपयोग, भूमि ढकना और मिट्टी विज्ञान-खंड। द्वितीय-द एफएओ दिशा-निर्देश के लिए भूमि मूल्यांकन। यूनेस्को-ईओएलएसएस (संयुक्त राष्ट्र शैक्षिक, वैज्ञानिक, और सांस्कृतिक संगठन-विश्वकोश का ज़िंदगी सहायता सिस्टम), पेरिस, पीपी. १ - २३ .
75. वदूद, एका, कुमारी, पी।, 2009. प्रभाव का जलवायु परिवर्तन पर झारखंड कृषि: शमन और दत्तक ग्रहण। में: आईएसपीआरएस अभिलेखXXXVIII-8/W3 कार्यशाला कार्यवाही: प्रभाव का जलवायु परिवर्तन पर कृषि। आईएसपीआरएस (अंतरराष्ट्रीय समाज के लिए फोटोग्रामेट्री और दूर संवेदन), हनोवर, पीपी. 207 - 210 .
76. वालपोल, एम।, स्मिथ, जे।, रोस्सेर, एका, एट एट अल., 2013. छोटे किसान, खाना सुरक्षा, और पर्यावरण। आईएफएडी, यूएनईपी (संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रम), रोम, पीपी. 6 - 22 .
77. डब्ल्यूएफपी, 2011. ए खाना सुरक्षा और भेद्यता एटलस का इंडोनेशिया [2022-03-06].  
<https://reliefweb.int/report/indonesia/food-security-and-vulnerability-atlas-इंडोनेशिया-2009> .
78. इंडोनेशिया-2009 .
79. व्हीलर, टी।, वॉन ब्राउन, जे।, 2013. जलवायु परिवर्तन प्रभाव डालता है पर वैश्विक खाना सुरक्षा। विज्ञान 341 (6145), 508 - 513 .
80. वोज्जकोव्स्की, पीए, 1998. लिखित और अभ्यास का Agroforestry डिज़ाइन। ए विस्तृत अध्ययन का सिद्धांत, अवधारणाओं और कन्वेंशनों वह कायम करना सफल उपयोग का कृषि वानिकी. विज्ञान प्रकाशक, मैदान में, पी। 282 .
81. वर्ल्डडाटा, 2022. जलवायु में भारत। औसत दिन और रात का समय तापमान [2022-04-10].  
<https://www.worlddata.info/asia/india/क्लाइमेट-झारखंड.php>। योहान्नेस, एच।, सोरोमेसा, टी।, 2018. भूमि उपयुक्तता आकलन के लिए प्रमुख फसलें द्वारा का उपयोग करते हुए जीआईएस आधारित मल्टी मापदंड दृष्टिकोण में एंडिटिटिड वाटरशेड, इथियोपिया. ठोस.
82. खाना एजीआर 4 (1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1470481> ।
83. झांग, सीएस, ली, एक्सवाई, चैन, एल., एट अल., 2016. उपोष्णकटिबंधीय पर्वतीय वनों के वृक्ष समुदाय संरचना और विविधता पर स्थलाकृतिक और एडैफिक कारकों का प्रभाव निचला लंकांग नदी बेसिन. जंगलों 7 (10), 222.  
<https://doi.org/10.3390/f7100222> ।
84. ज़ोलेकर, आरबी, भगत, वी.एस., 2015. मल्टी मापदंड भूमि उपयुक्तता विश्लेषण के लिए कृषि में पहाड़ी क्षेत्र: दूर संवेदन और गिस दृष्टिकोण। संगणना. इलेक्ट्रॉन. एग्रीक. 118, 300 - 321 .
85. ज़ोमर, आरजे, बोसियो, डीए, ट्रेबुको, ए., एट एट अल., 2007. पेड़ और पानी: छोटे Agroforestry सिंचित पर भूमि में उत्तरी भारत। अंतरराष्ट्रीय पानी प्रबंध संस्थान, कोलंबो, श्री लंका .