

नागरिक विज्ञान एवं जैव विविधता संरक्षण में इसकी भूमिका: एक समीक्षा

चिंतामणि टाण्डिया¹, मंजुला वर्मा², भगवंता सिंह बघेल², नवीन कुमार शर्मा¹, शिवाजी चौधरी²

¹ वनस्पति विज्ञान विभाग, इंदिरा गाँधी राष्ट्रीय जनजातीय विश्विद्यालय, अमरकंटक, मध्य प्रदेश, भारत

² पर्यावरण विज्ञान विभाग, इंदिरा गाँधी राष्ट्रीय जनजातीय विश्विद्यालय, अमरकंटक, मध्य प्रदेश, भारत

सारांश

वर्तमान परिदृश्य में विकास और प्राकृतिक विनाश पर्यायवाची बन चुके हैं, ना ही विकास का रथ थामा जा सकता और ना ही प्राकृतिक विनाश को मंद किया जा सकता है। हम भी प्रकृति के अभिन्न अंग हैं और अथाह विकास के उपरांत इसका कोई विकल्प नहीं, ऐसे में जैव विविधता संरक्षण और प्राकृतिक संतुलन बनाये रखना हमारे अस्तित्व के लिए आवश्यक है। जैव विविधता संरक्षण हेतु प्रयास प्रशासन के हाथों में थी, लेकिन कालांतर में यह महसूस किया गया कि संरक्षण जन भागीदारिता के बगैर असंभव है। नागरिक विज्ञान एक नवीन उदयमान विषय है, वैज्ञानिक प्रयासों को आम व्यक्ति को जोड़ने का एक भागीरथ प्रयास है। संरक्षण परियोजना और सरकारी प्रयास में समय, साधन और आर्थिक संसाधन सीमित होने के कारण यह प्रयास जमीनी स्तर में उतारने में काफी कठिनाइयाँ होती हैं। ऐसे में नागरिक विज्ञान एक प्रभावी साधन बन सकता है जिससे प्रजातीय संरक्षण और प्राकृतिक संतुलन को बनाये रखने में एकत्रित आंकड़े महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। विश्व स्तर पर कई प्रयास संकलित हैं जिसमें नागरिक विज्ञान टोली को प्रशिक्षण उपरांत एकत्रित आंकड़ों को आधुनिक सूचना तंत्र के द्वारा जोड़ा गया, जिसमें कंप्यूटर, स्मार्ट-फोन और वेबसाइट और मोबाइल एप शामिल हैं।

मूल शब्द: नागरिक विज्ञान, जैव विविधता, भूमिका

नागरिक विज्ञान एक वैज्ञानिक अनुसंधान है जो गैर-पेशेवर वैज्ञानिकों आम जनता द्वारा पूरे या एक हिस्से में आयोजित किया जाता है, अक्सर पेशेवर वैज्ञानिकों और वैज्ञानिक निर्देशों के सहयोग से या उसके निर्देशन में नागरिक विज्ञान, जिसे अक्सर वैज्ञानिक अनुसंधान या समुदाय-आधारित निगरानी में सार्वजनिक भागीदारी के रूप में संदर्भित किया जाता है, वास्तविक शोध पहल में नागरिक, या आम जनता के सदस्य शामिल होते हैं जो वास्तविक डाटा एकत्र करने और विश्लेषण करने के लिए वैज्ञानिक तकनीकों को नियोजित करते हैं। नागरिक विज्ञान के कई अन्य लाभों में से एक महत्वपूर्ण जैव विविधता संरक्षण पहल है (Sherbinin *et al.* 2021) [22] ग्रामीण लोग और विशेष रूप से जनजातियाँ वन संसाधनों पर अत्यधिक निर्भर हैं, झारखंड के बुंदू ब्लॉक में किए गए एक अध्ययन से पता चला है कि वन स्थानीय जनजातियों के लिए आजीविका का स्रोत है (Islam *et al.* 2015) [12] पाकिस्तान की नालतार घाटी के ग्रामीण इलाकों में यह पाया गया कि वन निर्भरता को समझने के लिए जनसांख्यिकीय और सामाजिक-आर्थिक मानदंड महत्वपूर्ण थे (Hussain *et al.* 2019)। स्थानीय लोगों के लिए औषधीय पौधों, जंगली फलों और जंगली सब्जियों की आपूर्ति के लिए वन अभिन्न अंग हैं। एक अध्ययन में यह बताया गया था कि सरकार के अधिकांश वनों में यूकेलिप्टस का वृक्षारोपण किया गया था, लेकिन साल (Shorea robusta) जैसे वृक्षारोपण से स्थानीय आजीविका और संरक्षण को बढ़ावा मिल सकता है (Chaudhuri and Roy 2017) [10], अध्ययनों से पता चला है कि झारखंड में जनजाति और वनवासी लोग लकड़ी, ईंधन लकड़ी, साल पत्ती, लाख आदि की बिक्री से धन कमा सकते हैं (Islam *et al.* 2015) [12]। वन, पारिस्थितिक सेवाओं के रखरखाव के लिए अपरिहार्य हिस्सा है जो ग्रामीण लोगों के जीवन और आजीविका को प्रभावित करते हैं। ७४ शोध पत्रों के विश्लेषण में, जो पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं और स्थानीय समुदायों की आय के बीच संबंध का सुझाव देते हैं (Reed *et al.* 2017) [18]। वन की स्वस्थ स्थिति मिट्टी की उर्वरता, पानी की आपूर्ति और वायुमंडलीय कार्बन पृथक्करण को बढ़ाने के लिए अच्छी है और इस तरह जलवायु परिवर्तन को नियंत्रित करती है

(Jenkins and Schapp 2018) [24] कम वर्षा और पानी के तनाव की स्थिति में, वनों की पत्तियों का झड़ना, अक्सर वार्षिक पादपचरित्र चक्रण (phenology) को प्रभावित करती है (Reich and Borehart-1984)। मध्य भारत में अधिकांश वन उष्णकटिबंधीय पर्णपाती प्रकार के वन हैं (Bahuguna *et al.* 2016) [5] जो कि वर्षा एवं जल आपूर्ति को प्रभावित करने के लिए जिम्मेदार हैं (Sheil and Murdiyars- 2009) [21]। मेकल पहाड़ी क्षेत्र जैव विविधता समृद्ध क्षेत्रों में से एक है (Chaudhry *et al.* 2019) [1] (Roychoudhury and Gupta- 2016) [19] और मानवीय गतिविधियों के कारण लगातार खतरे में है, जो बदले में उनकी संरचना को प्रभावित कर रहा है। (Sahu Sagar and Singh- 2008) [20] इसलिए इस क्षेत्र की जैव विविधता के संरक्षण के लिए सरकारी प्रयासों को बढ़ावा देने के लिए लोगों की भागीदारी सुनिश्चित करना महत्वपूर्ण है। (Berkes- 2007) [7]। संरक्षण का एक महत्वपूर्ण पहलू लोगों को उनके आसपास की जैव विविधता के संरक्षण और मूल्य के बारे में अधिक जानकारी देना है, (Gascon *et al.* 2015) [11]।

विश्व स्तर पर यह महसूस किया जा रहा है, कि स्थानीय लोगों का ज्ञान जैव विविधता संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण मानकों में से एक है। यह ऐसी कई जैव विविधता के गठन द्वारा समर्थित हैं लोगों को प्रमुख हितधारक बनाकर संरक्षण परियोजनाएं (Brooks Waylen and Mulder- 2013) [8]। जैव विविधता संरक्षण समूहों का गठन जैव विविधता संरक्षण में लोगों की भागीदारी के लिए एक महत्वपूर्ण गतिविधि है। इसलिए जैव विविधता संरक्षण प्रयास (Berkes- 2007) [7] को बढ़ावा देने के लिए नागरिक विज्ञान (de Sherbinin *et al.* 2021) [22] के मूल्य पर तेजी से महत्वपूर्ण जोर दिया जा रहा है। दुनिया भर में ऐसी नागरिक विज्ञान (सीएस) परियोजनाओं की प्रभावकारिता का विश्लेषण करने के कई प्रयास किए गए हैं जो नागरिक विज्ञान परियोजनाओं के मूल्य को रेखांकित करते हैं (Peter *et al.* 2021) [16]। नागरिक विज्ञान न केवल जैविक विविधता के जटिल मुद्दों को समझने के लिए है बल्कि प्रजातियों के स्तर की बातचीत (Wei] Lee and Wen- 2016) [23] (Johnson *et al.* 2020) [13]। को भी संबोधित करता है।

हाल ही में, एकल प्रजातियों पर नागरिक विज्ञान डेटा की उपयोगिता पर जोर दिया गया है और यदि इन प्रजातियों का पारिस्थितिक कार्य में महत्व है तो प्रभाव गहरा हो जाता है। इंडियाना, यूएसए में मधुमक्खियों के परागणक व्यवहार को समझने का प्रयास किया गया है, विशेष रूप से कृषि क्षेत्रों में आने वाली मधुमक्खियों (Appenfeller] Lloyd and Szendrei-2020)^[4]। इस प्रकार, लंबे समय तक नागरिक विज्ञान डेटा, न केवल संरक्षण का उपयोग कर सकता है बल्कि पारिस्थितिकी तंत्र के कामकाज पर भी अधिक प्रभाव डालेगा (Chandler *et al*-2017)^[9]। नागरिक विज्ञान डेटा का महत्व कई गुना हो जाता है, परिणाम एक कीस्टोन प्रजाति से होते हैं जिनकी पारिस्थितिकी तंत्र सेवा और रखरखाव में अधिक भूमिका होती है (Gascon *et al*-2015)^[11]।

परागणकों और आक्रामक प्रजातियों पर कुछ अध्ययनों के अलावा, कीस्टोन प्रजातियों और नागरिक विज्ञान डेटा के बीच संबंध का सुझाव देने वाले बहुत कम अध्ययन हैं। भारतीय हिमालयी क्षेत्र में रोडोडेंड्रोन अर्बोरियम एक ऐसी प्रजाति है जिसका कुजिपति प्रजाति (keystone speciè) मूल्य है, (Mamgain *et al*-2017)^[14]। कुजिपति प्रजातियों की संख्या कम होने के बावजूद वन पारिस्थितिकी तंत्र के कामकाज पर काफी प्रभाव पड़ता है, (Wagner 2010)^[3]। मध्य भारत में कुछ ऐसी प्रजातियां हैं जो अपनी कम संख्या के बावजूद वन संरचना पर काफी प्रभाव डालती हैं जैसे महुआ (Madhuca longifoli) और तिनसा (Desmodium oojeinense) (Chaudhry and Sharma 2021)^[2]। यह पेड़ प्रजाति जनवरी-अप्रैल (Patel and Patel- 2013)^[15] के पानी के तनाव वाले महीनों के दौरान फूल और फल के लिए जाना जाता है और यह वायुमंडलीय नाइट्रोजन को ठीक करने

के लिए भी जाना जाता है इसलिए यह परागण सेवा और मिट्टी में नाइट्रोजन उपलब्धता दोनों को प्रभावित कर रहा है। कई लाभों में Desmodium oojeinense को अच्छा चारा मूल्य (Rashid and Sharma- 2012)^[17], औषधीय उपयोग (Bandekar *et al*- 2021)^[6] और सबसे अच्छी लकड़ी प्रजातियों में से एक के लिए जाना जाता है। अपने उच्च मूल्य के कारण पौधे को अपने प्राकृतिक किस्मों में खतरों का सामना करना पड़ रहा है। स्थानीय जैव विविधता संरक्षण समूहों को सशक्त बनाने के प्रभाव से सामना करने वाले ज्ञान को लाने में मदद मिल सकती है इसके लिए पारिस्थितिक और आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण प्रजातियों का संरक्षण करना आवश्यक है। पिछले कुछ दशकों में, सूचना प्रौद्योगिकी के प्रगति में नागरिक वैज्ञानिकों को वैश्विक पर्यावरण में होने वाले कुछ पारिस्थितिक परिवर्तनों को संबोधित करने में स्वयंसेवकों को शामिल करने के नए तरीके दिए हैं। नागरिक विज्ञान ने शोधकर्ताओं को स्थानीय ज्ञान तक पहुँचने में भी मदद करता है और जैवविविधता के संरक्षण परियोजनाओं को लागू करने में भी योगदान देता है।

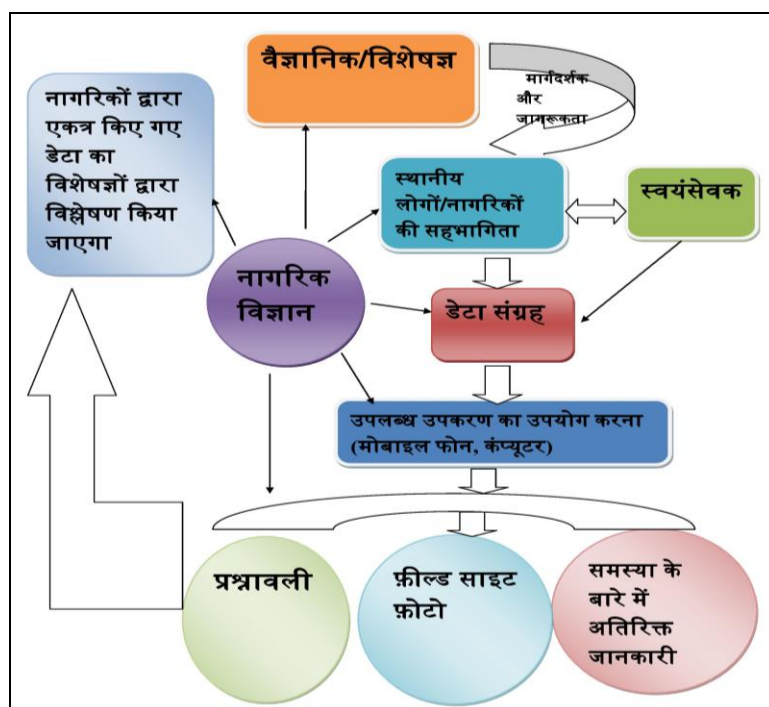
विधि

यह शोध समीक्षा द्वितीयक स्रोत पर आधारित है, उक्त शीर्षक से जुड़े कुंजी शब्दों को जोड़कर विभिन्न स्रोतों द्वारा सर्च किया गया उदहारण biodiversity + citizen science] role of citizen science + biodiversity conservation] citizen science + ecosystems] citizen science + landscape. इन्ही कुंजी शब्दों से जुड़े नवीनतम 24 शोध पत्र को खोजकर, जिनमे से 14 अतिउपयुक्त शोध पत्रों को सारणीबद्ध कर उनकी मुख्य निष्कर्ष एवं शोध विधि को संकलित किया गया।

तालिका 1: परिणाम एवं विश्लेषण

S. No	शीर्षक	निष्कर्ष	वर्ष	लेखक
1.	Citizen Science as a Tool for Conservation in Residential Ecosystems	नागरिक विज्ञान शहरीय आवासीय क्षेत्र में जैव विविधता संरक्षण हेतु महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है, यह प्रयास सामूहिक होने की वजह से संरक्षण के प्रयासों की सफलता कई गुना बढ़ जाती है।	2007	Cooper <i>et al.</i>
2.	Enhancing citizen contributions to biodiversity science and public policy in Paris, France	नागरिक विज्ञान को जैव विविधता के बेहतर संरक्षण हेतु तय मापदंड, निगरानी, वैज्ञानिक धारणा, एवं सामाजिक भागीदारीता हमें प्रस्तुत पर्यावरण का सामना करने में मददगार होगी।	2008	Couvet <i>et al.</i>
3.	The role of citizen science in monitoring biodiversity in Ireland	आयरलैंड की जैव विविधता की निगरानी में नागरिक विज्ञान की भागीदारी को देखते हैं और इस निष्कर्ष पर पहुंचते हैं कि इन नेटवर्कों में एकत्रित कुछ जानकारी का उपयोग आयरलैंड को पर्यावरण की रक्षा के लिए अपनी कानूनी प्रतिबद्धताओं को पूरा करने में मदद करने के लिए किया जा सकता है।	2013	Donnelly <i>et al.</i>
4.	The Role of Citizen Science in Landscape and Seascape Approaches to Integrating Conservation and Development	भू-परिदृश्य के बेहतर जैव विविधता संरक्षण के लिए जन भागीदारीता एक महत्वपूर्ण पहलु है अतः इसेशासकीय प्रबंधक को समझने की आवश्यकता है। ताकि नागरिकों को परिदृश्य में सीखने और सीखने में भाग लेने के अवसर प्रदान किए जा सकें।	2015	Sayer <i>et al.</i>
5.	Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation in Japan	इस अध्ययन के तहत उन्होंने पाया की संयुक्त राष्ट्र अमेरिका, ब्रिटेन में नागरिक विज्ञान परिस्थिक तंत्र, घुसपैठिये प्रजाति, संकल्पस्थ प्रजाति एवं जैवविविधता निगरानी में महत्वपूर्ण भूमिका है, जबकि जापान में इसको इतनी गंभीरता से नहीं लिया गया।	2016	Kobori <i>et al.</i>
6.	Spatial Gaps in Global Biodiversity Information and the Role of Citizen Science	इसमें यह पाया गया है की पक्षियों के सम्बंधित संवेदनशील आकड़े नागरिक विज्ञान के माध्यम से वेबसाइट जैसे म टपतक में कम समय एवं प्रयास से एकत्रित किया जा सकता है, जिससे एकत्रित आँकड़े साझा करने में महत्वपूर्ण सहायता की है, और यह पक्षी जानकारी के विश्वव्यापी प्रसार को तेज कर रहा है।	2016	Amano <i>et al.</i>
7.	Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring, USA	इस अध्ययन के द्वारा यह पाया गया की सामुदायिक निगरानी एवं नागरिक विज्ञान एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है जिससे काफी आकड़े प्रजाति के फैलाव, घनत्व, ऋतू का प्रभाव एवं पारिस्थितिक तंत्र के महत्वपूर्ण आयाम जैसे की प्रथमक एवं द्वितीयक उत्पादकता	2016	Chandler <i>et al.</i> ⁹

		की सुचना प्राप्त हो सकती है ।		
8.	Citizen science: a successful tool for monitoring invasive alien species (IAS) in Marine Protected Areas in Italy	इन्होंने यह बताया की नागरिक विज्ञान परियोजना एक अतिमहत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है जिससे जैव विविधता की निगरानी एवं संरक्षण रणनीति को बल मिलता है, इस अध्यन को इटली के समुद्री आरक्षित क्षेत्रों के बेहतर प्रबंधन के लिए उपयुक्त माना गया नागरिक विज्ञान परियोजनाओं में भाग लेने से निगरानी और निगरानी रणनीतियों की प्रभावशीलता में काफी वृद्धि हो सकती है।	2018	Mannino & Balistreri
9.	Citizen science for policy formulation and implementation in, Belgium	नासिमेंतो और उनके साथियों ने यह समझाने की कोशिश की लोगों की जन भागीदारिता नागरिक विज्ञान में जितनी अधिक होगी उतनी ही बेहतर जैवविविधता संरक्षण नीति बनायी जा सकती है, अगर नागरिक विज्ञान हेतु स्पष्ट नीति हो तो इससे दोनों लाभान्वित होंगे ।	2018	Nascimento <i>et al.</i>
10.	Citizen science and marine conservation in Australia	दुनिया भर में समुद्री संरक्षण प्रयासों की योजना और कार्यान्वयन को समुद्री नागरिक विज्ञान द्वारा सहायता प्रदान की जा सकती है, जो समुद्री जैव विविधता की हमारी वर्तमान समझ में योगदान कर सकता है। समुद्री जैव विविधता के संरक्षण हेतु नागरिक विज्ञान के लिए बेहतर नियोजन और क्रियान्वयन आवश्यक है।	2020	Kelly <i>et al.</i>
11.	Biodiversity citizen science: Outcomes for the participating citizens in, Germany	जैवविविधता नागरिक विज्ञान की क्षमता अत्यधिक है जिससे पर्यावरण सतत विकास शिक्षा एवं विज्ञान तीनों ही लाभान्वित होंगे।	2020	Peter <i>et al.</i> ¹⁶
12.	Citizen science rapidly delivers extensive distribution data for birds in a key tropical biodiversity area in Southeast Asia	इंडोनेशिया के जावा एवं बाली द्वीप में आयोजित पक्षी दर्शन शिविर (Big Month 2020) में एक माह अवधि का आकड़ा नागरिक विज्ञान के माध्यम से किया गया जिसमे करीब पक्षी से सम्बंधित 20,000 से अधिक सूचियों में 100,000 पक्षी रिकॉर्ड शामिल थे, जिन्हें 'Burungesia' फोन एप्लिकेशन को प्रस्तुत किया गया था।	2021	Squires <i>et al.</i>
13.	Enhancing citizen contributions to biodiversity science and public policy in Paris, France	उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि माध्यमिक शिक्षा में जैव विविधता से संबंधित सहयोगी परियोजनाओं को पूरा करने के लिए iNaturalist एक मूल्यवान उपकरण है, iNaturalist एक विश्वव्यापी सामाजिक नेटवर्क है जिसमे शोधकर्ता एवं नागरिक विज्ञानी भाग लेते हैं जिससे की प्रजातियों का मानचित्रण एवं महत्वपूर्ण सूचना साझा कर सके।	2021	Echeverria <i>et al.</i>
14.	The Role of Citizen Science in Landscape and Seascape Approaches to Integrating Conservation and Development	अध्ययन में पाया गया की नागरिक विज्ञान शोध एवं शिक्षा में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है जिससे की मधुमक्खी के रख रखाव एवं बेहतर प्रबंधन को बल मिल सकता है, इसके अतिरिक्त संरक्षण और विकास को एकीकृत करने के लिए लैंडस्केप और सीस्केप दृष्टिकोण में नागरिक विज्ञान अहम् है।	2021	Koffler <i>et al.</i>



चित्र 1: नागरिक विज्ञान और जैव विविधता संरक्षण के बीच के सम्बन्ध का प्रतिरूपण प

परिचर्चा

वैज्ञानिक तौर तरीकों से उपयोग यथा निगरानी, वैज्ञानिक धारणा एवं सामाजिक भागीदारीता इन प्रयासों को फलप्रद बना सकती है (Cooper *et al*- 2007 (Couvret *et al*-2008) | Donnelly *et al*-2013 के द्वारा आयरलैंड में किया गया अध्ययन यह दर्शाता है कि जैव विविधता के संरक्षण हेतु आँकड़े एकत्रित करने में नागरिक विज्ञान महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। भू-परिदृश्य के बेहतर प्रबंधन एवं जैव विविधता संरक्षण के लिए जन भागीदारीता एक महत्वपूर्ण पहलू है (Sayer *et al*-2015)। जापान शोधकर्ताओं Kobori *et al*- (2016) के अनुसार जापान में जहाँ नागरिक विज्ञान को उतना महत्व नहीं मिला वहीं संयुक्त राष्ट्र अमेरिका, ब्रिटेन जैसे देशों में नागरिक विज्ञान ने पारिस्थितिक तंत्र, घुसपैठिये प्रजाति, संकस्थ प्रजाति एवं जैवविविधता निगरानी में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। सुचना प्रौद्योगिकी के जमाने में नागरिक विज्ञान के द्वारा जुटाए गए आँकड़े उनके संरक्षण एवं नीति निर्धारण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं, उदाहरण के लिए पक्षियों से सम्बंधित आँकड़े मठपतक (Amano *et al*-2016), iNaturalist (Echeverria *et al*-2021) वेबसाइट के माध्यम से सीधे संग्रहित किए जा सकते हैं।

महत्वपूर्ण आँकड़े जैसे प्रजाति के फैलाव, घनत्व, ऋतू का प्रभाव, प्राथमिक एवं द्वितीयक उत्पादकता सम्बंधित सूचनाएं नागरिक विज्ञान द्वारा आसानी से जुटाए जा सकते हैं (Chandler *et al*-2016)। जो न सिर्फ प्रथी अपितु समुद्री क्षेत्रों के लिए भी उपयुक्त हो सकता है (Mannino & Balistreri 2018 (Kelly *et al*-2020)। (Nascimento *et al*- (2018) के अनुसार नागरिक विज्ञान में जन भागीदारीता जितनी अधिक होगी उतनी ही बेहतर जैवविविधता संरक्षण नीति बनायी जा सकती है, जिससे पर्यावरण सतत विकास शिक्षा एवं विज्ञान तीनों ही लाभान्वित होंगे (Peter *et al*- 2020)^[16]। वर्तमान समय में जहाँ सबके हाथ एक स्मार्ट-फोन है नागरिक विज्ञान द्वारा आँकड़े एकत्रित करना तुलनात्मक दृष्टी से आसान हो सकता है। इंडोनेशिया के जावा एवं बाली द्वीप में आयोजित पक्षी दर्शन शिविर (BigMonth 2020) के दौरान नागरिक विज्ञान का उपयोग करते हुए बृहद लेकिन महत्वपूर्ण आँकड़े फोन एप द्वारा जुटाए गए (Squires *et al*-2021)। इसी तरह से कृषि एवं पारिस्थितिक संतुलन बनाये रखने वाले मधुमक्खी के रख रखाव एवं बेहतर प्रबंधन में नागरिक विज्ञान द्वारा एकत्रित किए गए आँकड़ों को महत्वपूर्ण पाया गया (Koffler *et al*-2021)। जैव विविधता के संरक्षण के लिए सरकारी प्रयासों को बढ़ावा देने के लिए लोगों की भागीदारी सुनिश्चित करना आवश्यक है, ऐसे आँकड़े न केवल संरक्षण बल्कि पारिस्थितिकी तंत्र के कामकाज को भी समझने के लिए महत्वपूर्ण है (चित्र संख्या -01)। नागरिक विज्ञान के परिणामस्वरूप अनुसंधान में एक आदर्श बदलाव हो सकता है, जहाँ वैज्ञानिक और आम जनता नई उभरती पर्यावरणीय समस्याओं को समझने और उनका सामना करने के लिए सहयोग करती है। सामुदायिक लचीलापन और नीतिगत निर्णयों की सहायता के लिए नागरिक विज्ञान का पूरी तरह से उपयोग करने के लिए, वैज्ञानिकों, परियोजना आयोजकों, सरकारी संगठनों और आम लोगों के बीच गुणवत्ता सहयोग अभी भी असामान्य है। हम पर्यावरण संबंधी चिंताओं को समझने और उनका जवाब देने की अपनी क्षमता में सुधार कर सकते हैं, और डेटा का उत्पादन करके और वास्तविक विज्ञान में जनता को शामिल करके दुनिया भर में पारिस्थितिक तंत्र के चल रहे विनाश को रोक सकते हैं। माध्यमिक शिक्षा पाठ्यक्रम में कई विषय शामिल हैं जो जैव विविधता की धारणा को कवर करते हैं, जिनका वैज्ञानिक रुचि और सामाजिक महत्व दोनों हैं। नागरिक-विज्ञान की पहल छात्रों को जैव विविधता के बारे में सीखने में तथा शामिल होने में मदद कर सकती है।

संदर्भ सूची

1. Chaudhry S, Sharma NK, Singh N. A Field Guide to Flowering Plants of The Mekal Hills, Central India, Scientific Publishers, Jodhpur, 2019, 1-371.
2. Chaudhry S, Sharma NK. Impact of management regime on plant community structure, above ground biomass and carbon stock at selected sites of Achanakmar-Amarkantak biosphere reserve. Doctoral Thesis, 2021. Doi: 10.13140/RG.2.2.27580.10887
3. Wagner SC. Keystone Species. Nature Education Knowledge,2010;3(10):51.
4. Appenfeller LR, Lloyd S, Szendrei Z. 'Citizen science improves our understanding of the impact of soil management on wild pollinator abundance in agroecosystems', PLoS ONE,2020;15(3):1-15. doi:10.1371/journal.pone.0230007.
5. Bahuguna VK *et al*. 'Revisiting forest types of India', International Forestry Review2016;18(2):135-145. doi:10.1505/146554816818966345.
6. Bandekar S. *et al*. 'Isolation, Characterization and Cytotoxic Potential of *Desmodium oojainensis* (Roxb) H. Ohashi: A Threatened Medicinal Plant', Journal of Applied Pharmaceutical Science,2021;11(2):102-105. doi:10.7324/JAPS.2021.110213.
7. Berkes F. 'Community-based conservation in a globalized world', Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,2007;104(39):15188-15193. doi:10.1073/pnas.0702098104.
8. Brooks J, Waylen KA, Mulder MB. 'Assessing community-based conservation projects: A systematic review and multilevel analysis of attitudinal, behavioral, ecological, and economic outcomes', Environmental Evidence,2013(1):1-34. doi:10.1186/2047-2382-2-2.
9. Chandler M *et al*. 'Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring', *Biological Conservation*,2017;213:280-294. doi:10.1016/j.biocon.2016.09.004.
10. Chaudhuri B, Roy C. 'Regeneration of Forest Resources Based on Tribal Enterprise: An Approach towards an Eco-Friendly Environment', *e-cadernos CES* [Preprint], 2017, (28). doi:10.4000/eces.2735.
11. Gascon C *et al*. 'The importance and benefits of species', *Current Biology*,2015;25(10):R431-R438. doi:10.1016/j.cub.2015.03.041.
12. Islam MA *et al*. 'Livelihood dependency of indigenous people on forest in Jharkhand, India', *Vegetos*,2015;28(3):106-118. doi:10.5958/2229-4473.2015.00074.9.
13. Johnson BA *et al*. 'Citizen science and invasive alien species: An analysis of citizen science initiatives using information and communications technology (ICT) to collect invasive alien species observations', *Global Ecology and Conservation*,2020;21:e00812. doi:10.1016/j.gecco.2019.e00812.
14. Mamgain A *et al*. 'Population assessment, mapping and flowering response of *Rhododendron arboreum* Sm.-A keystone species in Central Indian Population Assessment, Mapping and Flowering Response of *Rhododendron arboreum* Sm.-A Keystone Species in Central Himalayan Region of Ut', Article in International Journal of Ecology and Environmental

- Sciences,2017:43(3):205-220. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/320474548>.
15. Patel SL, Patel JP. 'The Genus *Desmodium* Desv . (Fabaceae) in Gujarat , India',2013:5(2):94-99.
 16. Peter M *et al.* 'Biodiversity citizen science: Outcomes for the participating citizens', *People and Nature*,2021:3(2):294-311. doi:10.1002/pan3.10193.
 17. Rashid A, SHARMA A. 'Exploration of Economically I Mportant Fodder Plants of District Rajouri-Jammu and Kashmir State', *Life*, 2012, 2(4). Available at: http://ijlpr.com/admin/php/uploads/146_pdf.pdf.
 18. Reed J *et al.* 'Trees for life: The ecosystem service contribution of trees to food production and livelihoods in the tropics', *Forest Policy and Economics*,2017:84:62-71. doi:10.1016/j.forpol.2017.01.012.
 19. Roychoudhury N, Gupta D. 'Achanakmar-Amarkantak biosphere reserve, India: A diverse tropical forest ecosystem', *Van Sangyan (ISSN 2395 - 468X)*,2016:3(6)(June):1-9.
 20. Sahu PK, Sagar R, Singh JS. 'Tropical forest structure and diversity in relation to altitude and disturbance in a Biosphere Reserve in central India', *Applied Vegetation Science*,2008:11(4):461-470. doi:10.3170/2008-7-18537.
 21. Sheil D, Murdiyarso D. 'How forests attract rain: An examination of a new hypothesis', *BioScience*,2009:59(4):341-347. doi:10.1525/bio.2009.59.4.12.
 22. de Sherbinin A *et al.* 'The Critical Importance of Citizen Science Data', *Frontiers in Climate*,2021:3(March):1-7. doi:10.3389/fclim.2021.650760.
 23. Wei JW, Lee BPYH, Wen LB. 'Citizen science and the urban ecology of birds and butterflies - A systematic review', *PLoS ONE*,2016:11(6):1-23. doi:10.1371/journal.pone.0156425.
 24. Jenkins M, Schapp B. Forest ecosystem services. Background analytical study. Thirteenth UN Forum on Forests, 2018, 1-41.