

Water: **Brief**

Integration of Ecosystem Services into Catchment Management

Monitoring and modelling to provide solutions

March 2018

02



**INDIA-UK
Water Centre**
भारत-यूके
जल केन्द्र

Integration of Ecosystem Services into Catchment Management

Monitoring and modelling to provide solutions

जलग्रहण प्रबंध में पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं का एकीकरण

निगरानी एवं प्रतिमानन से समाधान प्रदान करना

CITATION

Sen, S. and Momblanch, A (2018) *Integration of Ecosystem Services into catchment management Water: Brief 02. India-UK Water Centre. 16pp. Wallingford, UK and Pune, India*

सेन, एस. तथा मोम्ब्लांच, ए (२०१८) जलग्रहण प्रबंध में पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं का एकीकरण: जल संक्षिप्त ०२. भारत-यूके जल केंद्र १६ पृष्ठ. वॉलिंगफोर्ड, यूके एवं पुणे, इंडिया"

All images: Pixabay



The India-UK Water Centre (IUKWC) promotes cooperation and collaboration between the complementary priorities of NERC-MoES water security research.

भारत-यूके जल केंद्र एम.ओ.ई.एस - एन.ई.आर.सी (यूके) जल सुरक्षा अनुसंधान की परिपूरक प्राथमिकताओं के बीच सहकार्यता और सहयोग को बढ़ावा देता है।

This State of Science Brief was produced as an output from an India-UK Water Centre supported Researcher Exchange on *Ecosystem Services Assessment and its Implementation in UK* hosted at Cranfield University, UK in May-June 2017

भारत यूके जल केंद्र के तत्वावधान में अनुसंधानकर्ताओं के आदान-प्रदान द्वारा मई-जून २०१७ में क्रैनफिल्ड विश्वविद्यालय, ब्रिटेन में एक संगोष्ठी का आयोजन किया गया। संगोष्ठी का विषय था "पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं का मूल्यांकन एवं यूके में उसका कार्यान्वयन"। प्रस्तुत विज्ञान सार संक्षेप इसी का प्रतिफल है।



1. Background

The exchange focused on understanding the role Ecosystem Services Assessment can play in supporting sustainable catchment management in India, emphasising monitoring and modelling aspects. In particular, mountainous catchments with less anthropogenic impacts can provide key ecosystem services such as water provisioning, carbon sequestration and erosion control that are crucial for wellbeing in the catchment and downstream. The Aglar watershed in the Western Himalayas was used as a case study to analyse the impact of catchment management measures on the delivery of these three ecosystem services. The outcomes can inform on the suitability, priority and efficacy of the measures defined in the Uttarakhand Decentralized Watershed Development Project. The findings and recommendations drawn from this activity could also be generalised to other mountainous catchments in India.

2. Key Findings

Sustainable development requires the optimal utilization of natural resources, including land and water. In a country like India, where 24.01% of land area is under forest cover (2013) and aiming to achieve the target of 33% under Green India Mission, forests play an important role by providing various ecosystem services. Such services provide direct

१. पृष्ठभूमि

इस आदान-प्रदान का उद्देश्य भारत में संधारणीय जलग्रहण प्रबंधन के निगरानी एवं प्रतिमानन पहलुओं को सुदृढ़ करने में पारिस्थितिकी तंत्र की भूमिका को समझना था। विशेषरूप से, यह समझा गया की कम मानवजनित प्रभावों वाले पहाड़ी जलग्रहण क्षेत्र अपने ईर्द-गिर्द तथा अनुप्रवाह के क्षेत्रों की खुशहाली के लिए आवश्यक जल प्रावधान, कार्बन प्रच्छादन एवं अपरदन नियंत्रण जैसी प्रमुख पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं को प्रदान करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। इन तीनों पारिस्थितिकी तंत्र की सेवाओं को प्रदान करने में जलग्रहण प्रबंधन के विभिन्न उपायों के प्रभाव को विश्लेषित करने के लिए पश्चिमी हिमालय क्षेत्र के एग्लर जलसंभर का उपयोग एक प्रारम्भिक अध्ययन के रूप में किया गया। इस अध्ययन के परिणाम हमें उत्तराखण्ड विकेंद्रीकृत जल-संभर विकास परियोजना में परिभाषित उपायों की उपयुक्तता, प्राथमिकता तथा क्षमता की जानकारी दे सकते हैं। इस गतिविधि से प्राप्त निष्कर्षों और सिफारिशों को भारत के अन्य पहाड़ी क्षेत्रों में भी व्यापक रूप से लागू किया जा सकता है।

२. मुख्य निष्कर्ष

चिरस्थायी विकास के लिए थल एवं जल सहित प्राकृतिक संसाधनों का सर्वोत्कृष्ट उपयोग आवश्यक है। भारत जैसे देश में, जहां २४.०१% भूमि क्षेत्र वनक्षेत्र के अंतर्गत है तथा हरित भारत अभियान के अंतर्गत ३३% की प्राप्ति (२०१३) का लक्ष्य है, विभिन्न पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएं प्रदान करने में वन महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ऐसी सेवाएं लाखों लोगों को प्रत्यक्ष लाभ (उदाहरण के लिए, भोजन, फाइबर, ईंधन और गैर-लकड़ी के वन उत्पादों)





benefits to millions of people (for example, food, fibre, fuel and non-timber forest products) and also indirect benefits (for example, water, soil erosion regulation, carbon sequestration, habitat for various species and support biodiversity). The quantitative assessment of the ecosystem services for provision of water (streamflow), carbon sequestration and soil erosion in an experimental watershed of the Western Himalayas has identified the following:

2.1. Water provisioning

Rainfed Himalayan watersheds have the potential for water provisioning throughout the year, with seasonal variations due to the combined effect of monsoon-driven climate, land use and land cover, soils, geology and topography. Models that are sensitive to all these factors can be very useful to define and test the effects of catchment management measures on the water provisioning service. Streamflow analysis of one of the sub-catchments in the Aglar watershed highlighted the significant role of soils and geology on annual water yield as compared to forest cover. There is a need for development and collection hydrologic datasets in the headwater catchments, especially in the Himalayan region, which is significantly lacking.

2.2. Carbon sequestration

Forests sequester larger amounts of carbon than other land covers in mountainous catchments. The type, density, and age of forests

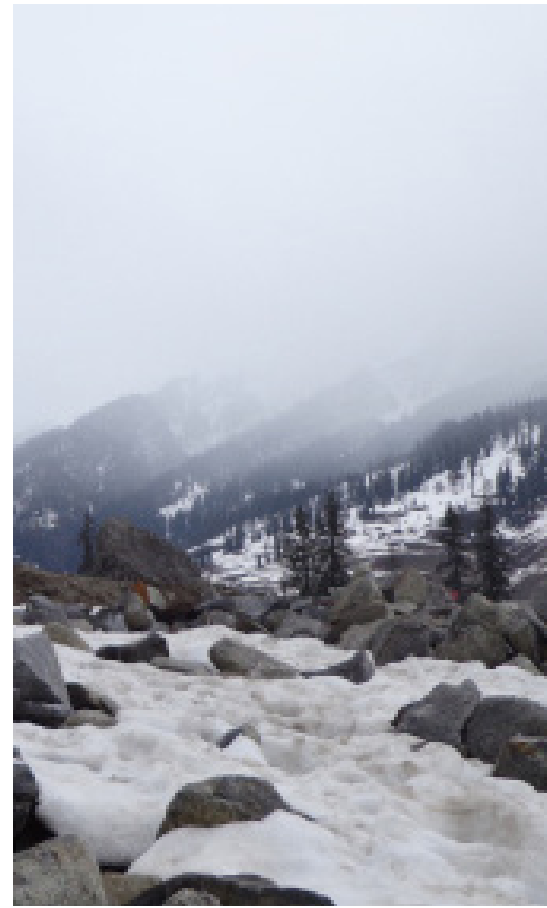
और साथ ही अप्रत्यक्ष लाभ (उदाहरण के लिए, पानी, मिट्टी का अपरदन नियंत्रण, कार्बन प्रच्छादन, विभिन्न प्रजातियों के लिए आवास और जैव विविधता का समर्थन) प्रदान करते हैं। पश्चिमी हिमालय क्षेत्र के प्रयोगात्मक जल-संभर के द्वारा जल प्रावधान (सरित-प्रवाह), कार्बन प्रच्छादन एवं मिट्टी के अपरदन के लिए परिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के मात्रात्मक मूल्यांकन से निम्नलिखित की पहचान हो चुकी है :

२.१. जल प्रावधान

वर्षा निर्भर हिमालयी जल-संभर संपूर्ण वर्ष के दौरान जल प्रावधान करने की क्षमता रखते हैं। उसमें मानसून संचालित जलवायु, भूमि उपयोग और भूमि अच्छादन, मिट्टी, भूविज्ञान और स्थलाकृति के संयुक्त प्रभाव के कारण मौसमी विविधता हो सकती है। ऐसे मॉडल जो इन सभी कारकों के प्रति संवेदनशील होते हैं, वो जल प्रावधान सेवा पर जलग्रहण प्रबंधन उपायों के प्रभावों को परिभाषित और जांचने में बहुत उपयोगी हो सकते हैं। एग्लर जल-संभर के एक उप-जलग्रहण क्षेत्र के सरित-प्रवाह विश्लेषण सालाना जल उपज पर वन आवरण की तुलना में पर मिट्टी और भूविज्ञान की महत्वपूर्ण भूमिका पर प्रकाश डालते हैं। जल-संभरों के उद्गम क्षेत्रों जल में जलीय डेटासेट्स के विकास और संग्रहण की आवश्यकता है, विशेषतया हिमालयी क्षेत्रों में, जो इसमें लक्षणीय रूप से पीछे हैं।

२.२. कार्बन प्रच्छादन

पहाड़ी जलग्रहण क्षेत्रों में अन्य भूमि आवरणों के मुकाबले वनों द्वारा अधिक मात्रा में कार्बन प्रच्छादन होता है। वन का प्रकार, घनता और आयु उसके कार्बन प्रच्छादन क्षमता निर्धारित करने में महत्वपूर्ण है। वनों की प्रारंभिक अवस्था को ध्यान देते हुए, जल की





significantly determine their carbon sequestration capacity. Considering an initial state of forests, some models can represent their growth taking into account the influence of water availability and radiation. These models are useful to analyse the impact of land conversion, forestry practices and other measures on the ecosystem service of carbon sequestration. Even though local studies in mountainous regions in India and global information are available, there is need for direct observed data to validate modelling outputs and reduce uncertainty.

2.3. Erosion control

Soil loss is a serious problem in mountainous catchments in India, as it causes river siltation and subsequent flooding, increases water turbidity and reduces soil productivity. Catchment management measures like afforestation and terracing can be designed to reduce the problem. Models can help identifying the best location and expanse of such measures to improve the erosion control service in the catchment. However, there are few catchments that count with sediment monitoring stations in rivers that generate the data needed to set up these models. For example, there are very few gauging stations on headwater streams, especially in the Himalayan regions for sediment and discharge measurements.

उपलब्धता और विकिरण के प्रभाव को वर्णन कर, कुछ मॉडल वनों के विकास को दर्शा सकते हैं। इन मॉडलों का भूमि रूपांतरण, वानिकी प्रथाओं और कार्बन प्रच्छादनों का परिस्थितिकी तंत्र सेवा पर प्रभाव का विश्लेषण करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। यद्यपि भारत के पहाड़ी इलाकों में स्थानीय अध्ययनों एवं वैश्विक सूचनाओं में उपलब्ध है, प्रतिमानन निर्गतता को विधिमान्य करने और अनिश्चितता को कम करने के लिए सीधे प्रेक्षित आंकड़ों की आवश्यकता है।

२.३. अपरदन नियंत्रण

भारत में पहाड़ी जलग्रहण क्षेत्रों में मिट्टी का कटाव एक गंभीर समस्या है, क्योंकि इससे नदी अवरोधन और बाढ़ में बाढ़ का कारण बनता है, पानी की आविलता बढ़ती है और मिट्टी की उत्पादकता कम हो जाती है। समस्या को कम करने के लिए वनरोपण एवं वेदिकाकरण जैसे जलग्रहण उपायों को अभिकल्पित किया जा सकता है। जलग्रहण क्षेत्र में अपरदन नियंत्रण सेवा को बेहतर बनाने के लिए मॉडल्स, सबसे अच्छा स्थान और इस तरह के उपायों के विस्तार की पहचान करने में सहायता कर सकते हैं। हालांकि, कुछ जलग्रहण क्षेत्र जिनकी तलछट निगरानी स्टेशनों के साथ गिनती की जाती है, जो इन मॉडलों को स्थापित करने के लिए आवश्यक आंकड़ा तैयार करते हैं। उदाहरण के लिए, नदीशीर्ष धाराओं पर बहुत कम मापन स्टेशन है, विशेषकर हिमालय क्षेत्रों के तलछट और विसर्जन मापन के लिए।





3. Specific Knowledge and Data Gaps

3.1. Full Assessment of Ecosystem Services

Watershed development projects being implemented in the Himalayan region should include the quantification and economic valuation of ecosystems services in order to consider the benefits that result from the planned investments. Hence, interdisciplinary research teams that involve hydrologists, ecologists, and social scientists are needed to support integration of ecosystem services economics based ecosystem services approaches in catchment planning and management.

3.2. Integrated modelling of Ecosystem Services

Relying on biodiversity and ecosystems processes, the different ecosystem services are interlinked with each other. Because of this, integrated analyses that include the relevant ecosystem services and their trade-offs are needed. Models should reflect this to ensure that they do not overlook any relevant impact of catchment management decisions. Research for the selection and improvement of models is required for an effective integrated modelling.

३. विशिष्ट ज्ञान एवं आंकड़ा अंतराल

३.१. पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं का पूर्ण मूल्यांकन

हिमालय में लागू किए जाने वाले जल-संभर विकास परियोजनाओं में योजनाबद्ध निवेश से होने वाले लाभों पर विचार करने के लिए पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं का मात्रा निर्धारण और आर्थिक मूल्यांकन शामिल होना चाहिए। इसलिए, अंतःविषय अनुसंधान टीम जिसमें जल विज्ञानियों, पर्यावरणविदों और सामाजिक वैज्ञानिकों को शामिल करते हैं, उन्हें पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के एकीकरण का समर्थन करने की आवश्यकता है, अर्थशास्त्र आधारित पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं का जलग्रहण योजना और प्रबंधन में उपगमन होता है।

३.२. पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं का एकीकृत प्रतिमानन

जैव विविधता और पारिस्थितिकी तंत्र प्रक्रियाओं पर भरोसा करते हुए, विभिन्न पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं को एक-दूसरे के साथ जोड़ लिया जाता है। इस वजह से, एकीकृत विश्लेषण में शामिल है कि सुसंगत पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएं और उनके विनिमयों की आवश्यकता है। मॉडल को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि वे जलग्रहण प्रबंध निर्णयों के किसी भी प्रासंगिक प्रभाव को अनदेखा न करें। प्रभावी एकीकृत प्रतिमानन के लिए मॉडल का चयन और सुधार के लिए अनुसंधान आवश्यक है।





3.3. More and better data

Sound decision making requires valuable information which can only be produced with good data (e.g. hydrologic, carbon sequestration and sediments datasets). The design of monitoring networks, and systematic compilation and validation of information are vital to understand the catchment behaviour and problems. These also support the construction of reliable models that can be used to ensure the success of catchment management projects.

4. Capacity Development Requirements

Ecosystem services science needs to be understood and considered by the diverse parties involved in catchment management. Thus, the introduction of its valuation and implementation in the curricula of academic institutions is recommended to train future professionals.

There is a need to support more training programmes for capacity building of the stakeholders in India, e.g. watershed managers, technicians, NGOs, for better implementation of science to restore ecosystem services. Another, important dimension of ecosystem services based decision-making is to increase the awareness of relationship between ecosystems and human well-being. The UK can be taken as a good example, with the development of a National Ecosystem Assessment and its promotion in the public and private sectors.

३.३. अधिक और बेहतर आंकड़ा

गंभीर निर्णय करने के लिए महत्वपूर्ण जानकारी की आवश्यकता होती है जो केवल अच्छे आंकड़ों (जैसे जलविज्ञान, कार्बन प्रच्छादन और तलछट डेटासेट्स) के साथ ही तैयार किया जा सकता है। निगरानी नेटवर्क की अभिकल्पना, एंव सूचना का व्यवस्थित संकलन तथा विधिमान्यकरण जलग्रहण व्यवहार और समस्याओं को समझने के लिए महत्वपूर्ण है। ये विश्वसनीय मॉडल के निर्माण का भी समर्थन करते हैं जिनका उपयोग जलग्रहण प्रबंधन परियोजनाओं की सफलता सुनिश्चित करने के लिए किया जा सकता है।

४. क्षमता विकास की आवश्यकताएं

पारिस्थितिक तंत्र सेवा विज्ञान को जलग्रहण प्रबंधन में शामिल विविध दलों द्वारा समझने एवं विचारधीन होने की आवश्यकता है। इस प्रकार, भविष्य के पेशेवरों को प्रशिक्षित करने के लिए शैक्षिक संस्थानों के पाठ्यक्रम में इसके मूल्यांकन एवं कार्यान्वयन की शुरुआत की जाती है। पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं की बहाली के लिए विज्ञान के बेहतर कार्यान्वयन हेतु भारत में हितधारकों जैसे जल एनजीओ के क्षमता निर्माण के लिए अधिक प्रशिक्षण कार्यक्रमों, तकनीशियनों, जल-संभर प्रबंधकों, का समर्थन करने की आवश्यकता है। पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के आधार पर निर्णय करने का एक और महत्वपूर्ण आयाम, पारिस्थितिकी तंत्र और मानव कल्याण के बीच संबंधों की जागरूकता बढ़ाने का है। सार्वजनिक और निजी क्षेत्रों में राष्ट्रीय पारिस्थितिकी तंत्र आकलन और इसके प्रोत्साहन के विकास के साथ ब्रिटेन (युके) को एक अच्छे उदाहरण के रूप में लिया जा सकता है।





5. Future

Ecosystem services assessment represents a promising approach towards sustainable catchment management as it quantifies the benefits of the efficient use of natural resources on the economy and human well-being.

With the support of good quality data, models are useful tools to evaluate the delivery of ecosystem services in a catchment under diverse management strategies, aiding the decision making process.

Greater effort is needed by the scientific community to integrate disciplines and improve modelling tools, while public institutions should increase their commitment towards better catchment monitoring.

Increased knowledge about ecosystem services by current and future professionals in the field of catchment management, as well as society will enhance the evolution of this science.

५. भविष्य

पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं का आकलन संधारणीय जलग्रहण प्रबंधन की दिशा में एक आशाजनक दृष्टिकोण का दर्शाता है क्योंकि यह अर्थव्यवस्था एवं मानव कल्याण पर प्राकृतिक संसाधनों के उचित उपयोग के लाभों को बढ़ाता है।

अच्छी गुणवत्ता वाले आंकड़ों के समर्थन से निर्णय लेने की प्रक्रिया में विभिन्न जलग्रहण प्रबंधन मापदंडों के अंतर्गत पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के वितरण का मूल्यांकन करने के लिए मॉडल उपयोगी उपकरण होते हैं।

वैज्ञानिक समुदाय द्वारा संकायों को एकीकृत करने एवं प्रतिमानन उपकरणों को बेहतर बनाने के लिए बड़े पैमाने पर प्रयास की आवश्यकता है, जबकि सार्वजनिक संस्थानों को बेहतर जलग्रहण निगरानी के प्रति अपनी वचनबद्धता में वृद्धि करनी चाहिए।

जलग्रहण प्रबंधन के क्षेत्र में वर्तमान एवं भविष्य के पेशेवरों द्वारा पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के बारे में ज्ञान बढ़ाना, साथ ही साथ समाज इस विज्ञान के विकास में वृद्धि करेगा।





**Centre for
Ecology & Hydrology**
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL



 **@IndiaUKWater**

www.iukwc.org

