

Water: Brief

Water resource management and climate change adaptation in Central India

June 2020

17



INDIA-UK
Water Centre
भारत-यूके
जल केन्द्र

Water resource management and climate change adaptation in Central India

मध्य भारत में जल संसाधन प्रबंधन और जलवायु परिवर्तन अनुकूलन

CITATION

Gagnon, A, Kumar, P and Sinha, S (2020) *Water Resource Management and Climate Change Adaptation in Central India. Water Brief 17. The India-UK Water Centre. 25 pp Wallingford, UK and Pune, India.*

गैग्नन, ए, कुमार, पी और सिन्हा, एस (2020) मध्य भारत में जल संसाधन प्रबंधन और जलवायु परिवर्तन अनुकूलन। जल संक्षिप्त 17। भारत-यूके जल केंद्र। 25 पीपी वॉलिंगफोर्ड, यूके और पुणे, भारत।

Front Cover Photo: Lift irrigation site of Indira Sagar Dam (Emma Bennett, IUKWC)
All other images: Emma Bennett and Pankaj Kumar



Natural
Environment
Research Council



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 Grassroots Field Exposure Session and User Engagement Initiative held in Bhopal, India from 25th February to 2nd March, 2019.

विज्ञान सार संक्षेप की यह स्थिति भारत-यूके जल केंद्र द्वारा 25 फरवरी से 2 मार्च, 2019 तक भोपाल, भारत में आयोजित आधारभूत स्तर पर क्षेत्रीय अनावरण सत्र तथा उपयोगकर्ता सहभागिता पहल का प्रतिफल था।



Figure 1: GFES Group in the field visit to Parwaliya village



1. Background

The India UK Water Centre (IUKWC) hosted a joint Grassroots Field Exposure Session (GFES) followed by a User Engagement Initiative (UEI) on “Water Resource Management and Supply in Central India” from 25th February to 2nd March 2019. The GFES took place in different locations throughout the State of Madhya Pradesh, India, while the UEI was held in the city of Bhopal.

The GFES and UEI, together, first aimed to understand the water resource situation and trends in the State of Madhya Pradesh and the impacts of the agricultural, domestic, industrial, and energy sectors on abstraction of surface and groundwater resources. Second, the challenges involved in the management of this resource were discussed with the aim to help design scientifically and socially sound strategies to better monitor and manage the water resources of the state. An underlying objective of these two events was to formulate research ideas for future joint India-UK collaborative projects on the basis of gaps in knowledge and end users’ requirements.

The GFES brought together a team of 24 scientists from across India and the UK and involved visits to three villages (Parwalia, Sehore and Pandhana) where three different projects are underway to improve the management of land and water resources through grassroots initiatives, including public private partnership with farmers. The group also visited

1. पृष्ठभूमि

भारत-यूके जल केंद्र (आयूकेडब्लुसी) ने 25 फरवरी से 2 मार्च 2019 तक "सेंट्रल रिसोर्स मैनेजमेंट एंड सप्लाई इन सेंट्रल इंडिया (मध्य भारत में जल संसाधन प्रबंधन एवं आपूर्ति)" नामक विषय पर एक संयुक्त रूप से आधारभूत स्तर पर क्षेत्रीय अनावरण सत्र (जीएफईएस) के तत्पश्चात उपयोगकर्ता सहभागिता पहल (यूईआई) का आयोजन किया गया था। भारत के पूरे मध्य प्रदेश राज्य में विभिन्न स्थानों पर जीएफईएस हुआ, जबकि यूईआई भोपाल शहर में आयोजित किया गया था।

जीएफईएस एवं यूईआई साथ मिलकर, मध्य प्रदेश राज्य में जल संसाधन की वस्तुस्थिति व प्रचलनों तथा सतही एवं भूजल संसाधनों के अमूर्तता पर कृषि, घरेलू, औद्योगिक और ऊर्जा क्षेत्रों के प्रभावों को समझना पहला उद्देश्य था। दूसरा, राज्य के जल संसाधनों की बेहतर निगरानी और प्रबंधन के लिए वैज्ञानिक एवं सामाजिक रूप से सुदृढ़ रणनीतियों का डिजाइन बनाने में मदद करने के उद्देश्य से इस संसाधन के प्रबंधन में शामिल चुनौतियों पर चर्चा की गई थी। इन दोनों कार्यक्रमों का एक अंतर्निहित लक्ष्य ज्ञान अंतराल एवं अंतिम उपयोगकर्ताओं के जरूरतों के आधार पर भविष्य के संयुक्त भारत-यूके सहयोगात्मक परियोजनाओं के लिए शोध विचारधाराओं को तैयार करना था।

भारत एवं यूके के 24 वैज्ञानिकों की एक टीम को जीएफईएस ने एक साथ लाया तथा तीन गांवों (परवलिया, सीहोर और पंधाना) का दौरा किया, जहां किसानों के साथ साझेदारी में सार्वजनिक व निजी सहित, आधारभूत स्तर पर की गई पहल के माध्यम से भूमि एवं जल संसाधनों के प्रबंधन में सुधार के लिए तीन अलग-अलग परियोजनाएं चल रही हैं। समूह ने इंदिरा सागर परियोजना का भी दौरा किया, जो एक बहु-कार्यात्मक बांध है जो 1200 वर्ग





the Indira Sagar Project, a multi-functional dam that provides water to irrigate over 1200 km² of land. Scientists met with the managers on the ground and visited the power generation and irrigation sites.

The UEI consisted of a three-day workshop between scientists and end users, which enabled the communication of relevant joint India-UK scientific outputs to state-level stakeholders through presentations by Indian and UK scientists. In addition, presentations from selected stakeholders our understanding of how scientific outputs are used in water management and policy were also given, as well as highlighting the challenges that different sectors face with regard to water supply and management.

2. Summary of Key Issues

Central India demonstrates a complex water nexus, with high growth rates in the agricultural, industrial and energy sectors, as well as an increase in the domestic demand for water. Moreover, the region has experienced continuous warming and a decline in precipitation (though not significant) in recent decades, further influencing the regional hydrological balance. Hence, the impacts of climate change compounded by an increasing and urbanising human population have resulted in increasing pressures on the regional water resources.

किमी से ज्यादा भू-भाग को सिंचाई के लिए जल प्रदान करता है। वैज्ञानिकों ने प्रबंधकों से कार्यस्थली पर मुलाकात की तथा बिजली उत्पादन एवं सिंचाई वाली जगहों का दौरा किया।

वैज्ञानिकों एवं अंतिम उपयोगकर्ताओं के बीच तीन दिनों की एक कार्यशाला यूईआई में निहित थी, जिसमें भारतीय एवं यूके के वैज्ञानिकों ने प्रस्तुतियों के माध्यम से राज्य-स्तरीय हितधारकों को संयुक्त रूप से जुड़े भारत-यूके वैज्ञानिक आउटपुट को संवाद से चालू किया गया। इसके अलावा, चयनित हितधारकों ने दिए गए प्रस्तुतियों के माध्यम से जल प्रबंधन एवं नीति में वैज्ञानिक आउटपुट का उपयोग कैसे किया जाय है, के बारे में हमारी समझ को बेहतर बनाने के साथ-साथ विभिन्न क्षेत्रों में जल आपूर्ति एवं प्रबंधन के संबंध में होने वाले चुनौतियों पर प्रकाश डाला गया है।

2. मुख्य मुद्दों का सारांश

मध्य भारत में कृषि, औद्योगिक और ऊर्जा क्षेत्रों में उच्च विकास दर के साथ-साथ घरेलू मांग में पानी की वृद्धि का होना एक जटिल जल नेक्सस का प्रदर्शित करता है। इसके अतिरिक्त, इस क्षेत्र ने हाल के दशकों में लगातार वार्मिंग और वर्षा में गिरावट (हालांकि महत्वपूर्ण नहीं) का अनुभव किया है, जो आगे चलकर क्षेत्रीय हाइड्रोलॉजिकल संतुलन को प्रभावित करता है। अतएव, क्षेत्रीय जल संसाधनों पर बढ़ता दबाव जलवायु परिवर्तन के प्रभावों तथा मानवीय जनसंख्या में बढ़ोतरी और शहरीकरण के साथ संयोजित होने का परिणाम है।





The agricultural, industrial, and energy sectors, together with domestic users, require its demand for water to be met. Thus, the challenge for policy makers and governmental institutions is to meet this growing demand for water in a sustainable manner without adversely impacting the environment in the face of diminishing supplies due to climate change.

This Water Brief presents an overview of the water resource situation and trends in water supply in the State of Madhya Pradesh, Central India. Current water management practices are then presented followed by information on the need for – and proposed – adaptation strategies in the water sector in view of recent and projected changes in water supply. The lack of the accessibility and availability of data collected in a standardised format across time and space is presented, highlighting the need for improving water monitoring. The Brief concludes by presenting end users' suggestions for areas requiring further research through community visits and dialogue with UK and Indian scientists.

2.1. Water resource situation and trend in water supply

The Narmada River Basin is an important source of water for the State of Madhya Pradesh. This basin is highly regulated; it crosses the states of Madhya Pradesh, Maharashtra and Gujarat, and supports a population of over 16 million people. The basin contains over 3000 dams, with up to another 30 planned for construction over the next half-century. This basin has experienced a decrease in surface water in recent years; with changes

कृषि, औद्योगिक और ऊर्जा क्षेत्रों को घरेलू उपयोगकर्ताओं के साथ मिलकर पानी की मांग को पूरा करने की जरूरत है। इस प्रकार, नीति निर्माताओं और सरकारी संस्थानों के लिए चुनौती यह है कि वे जलवायु परिवर्तन की वजह से घटती आपूर्ति के कारण पर्यावरण पर प्रतिकूल प्रभाव डाले बिना स्थायी रूप से पानी की बढ़ती माँग को पूरा करें।

जल संसाधन की वस्तुस्थिति तथा मध्य भारत में मध्य प्रदेश राज्य की जल आपूर्ति के तरीके की समीक्षा यह जल संक्षिप्त प्रस्तुत करता है। जल आपूर्ति में सामयिक एवं अनुमानित बदलावों के मद्देनजर जल क्षेत्र में प्रस्तावित व अनुकूलन रणनीतियों की जानकारी की आवश्यकता के बारे में मौजूदा जल प्रबंधन प्रथाओं के बाद प्रस्तुत की गई। सही समय एवं स्थान पर एक मानकीकृत प्रारूप में एकत्रित किए गए आंकड़ों तक पहुंच और उपलब्धता का अभाव बताया गया है, जो पानी की निगरानी में सुधार की आवश्यकता को उजागर करता है। यूके एवं भारतीय वैज्ञानिकों के साथ सामुदायिक दौरों और संवाद के माध्यम से भावी अनुसंधान की आवश्यकता वाले क्षेत्रों के लिए अंतिम उपयोगकर्ता के सुझाव प्रस्तुत करके यह संक्षिप्त समाप्त करता है।

2.1. जल संसाधन की स्थिति और जल आपूर्ति के तरीके

नर्मदा नदी का बेसिन मध्य प्रदेश राज्य के लिए पानी का एक महत्वपूर्ण स्रोत है। यह बेसिन अत्यधिक व्यवस्थित है; यह मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र और गुजरात राज्यों को पार करती है तथा 16 मिलियन से अधिक लोगों की आबादी का भरण-पोषण करती है। बेसिन में 3000 से अधिक बांध हैं, अगले अर्ध-शताब्दी में निर्माण के लिए 30 अन्य योजनाएं हैं। इस बेसिन ने हाल के वर्षों में सतह के पानी में कमी का अनुभव किया है; सतही जल की





in the occurrence of droughts being one reason for such a decrease in surface water availability. For instance, the Bundelkhand region, which covers part of Madhya Pradesh, has experienced several intense drought events in recent decades, with analysis of historical climatic data showing trends towards an increase in the frequency and intensity of droughts.

In addition to surface water resources, the State of Madhya Pradesh has experienced depleting groundwater levels. The UEI participants attributed the depletion in groundwater levels and surface flows to water usage by the agricultural sector, particularly for rice and sugarcane cultivation.

Moreover, climate change is expected to influence the availability of water resources in river basins across the state. Hence, climate change needs to be taken into account in catchment management, as it could increase uncertainties in the timing and extent of rainfall and the rates of evaporation (Molina-Navarro et al., 2018). Changes in precipitation, temperature and evapotranspiration affect hydrologic processes such as runoff generation and groundwater recharge, as well as water demand patterns. Given the current hydro-climatic changes that have taken place and the possibility that those will continue under climate change, there is a need for efficient and effective water management, but this requires an accurate assessment of the available water resources and the use of modelling techniques to examine how water availability might evolve into the future in relation to different plausible scenarios of change. Although groundwater and surface water resources are highly variable, they are,

उपलब्धता में कमी सूखे की घटनाओं में हो रही बदलावों की एक वजह हो सकती है। उदाहरण के तौर पर, बुंदेलखंड क्षेत्र, जो मध्य प्रदेश का हिस्सा है, ने हाल के दशकों में कई भीषण सूखे की घटनाओं को झेला है, जिसमें ऐतिहासिक जलवायु डेटा के विश्लेषण से सूखे की आवृत्ति एवं तीव्रता में वृद्धि के झुकाव दिखाई देते हैं।

सतही जल संसाधनों के अतिरिक्त, मध्य प्रदेश राज्य में भूजल के स्तर में गिरावट का अनुभव किया है। युईआई प्रतिभागियों ने भूजल के स्तर में कमी तथा कृषि क्षेत्र द्वारा सतह पर प्रवाहित पानी के उपयोग विशेष रूप से चावल एवं गन्ने की खेती को जिम्मेदार ठहराया।

इसके अलावा, जलवायु परिवर्तन से राज्य भर में नदी नालों में जल संसाधनों की उपलब्धता को प्रभावित करने की उम्मीद है। इसलिए, जलवायु परिवर्तन को पकड़ने के प्रबंधन में ध्यान में रखने की आवश्यकता है, क्योंकि यह बारिश के समय और सीमा में अनिश्चितता और वाष्पीकरण की दर (मोलिना-नवारो एट अल।, 2018) को बढ़ा सकता है। वर्षा, तापमान और वाष्पीकरण में परिवर्तन अपवाह सृजन और भूजल पुनर्भरण जैसी जलविद्युत प्रक्रियाओं को प्रभावित करता है, साथ ही पानी की मांग पैटर्न भी। वर्तमान जल-जलवायु परिवर्तनों को देखते हुए और संभावना है कि जो जलवायु परिवर्तन के तहत जारी रहेंगे, कुशल और प्रभावी जल प्रबंधन की आवश्यकता है, लेकिन इसके लिए उपलब्ध जल संसाधनों और मॉडलिंग तकनीकों के उपयोग का सटीक मूल्यांकन आवश्यक है भविष्य में पानी की उपलब्धता परिवर्तन के विभिन्न प्रशासनीय परिदृश्यों के संबंध में कैसे विकसित हो सकती है, इसकी जांच करने के लिए। यद्यपि भूजल और सतही जल संसाधन अत्यधिक परिवर्तनशील हैं, फिर भी, वे, फिर भी, नवीकरणीय संसाधनों और जल प्रबंधन प्रथाओं में



nonetheless, renewable resources and changes in water management practices are required to reverse the currently degrading trends and maintain the sustainability of this resource.

2.2. Current water resource management

Water resource management in Madhya Pradesh parallels the approach across India where civil engineering solutions are favoured to traditional nature-based solutions (Everard et al., 2020) to address decreasing trends in water supply and a growing demand for water. This includes the interlinking of rivers to transfer water from a basin with a perceived surplus to a water-deficient basin, as done for the Narmada river system to increase its water supply. This has led to a tendency to look increasingly further to improve the water supply of a region. However, water resources in the donor catchment are not without limit and can eventually become depleted and face water scarcity (Verdhen, 2016). This is in addition to the degradation of ecosystems in the donor catchment and the often marginalisation of communities relying on this water resource (Birkenholtz, 2016) to the benefits of specific stakeholders' groups. Such a management approach ignores alternative means of water supply, for example, from nature-based solutions, which aim to regenerate and ensure the sustainability of the local resource (Everard et al., 2020). Adaptation measures will be required as the climate continues to change, notably to mitigate against more extremes of the hydrological cycle. The consideration of solutions beyond those offered by engineering

परिवर्तन के लिए वर्तमान में चल रहे रुझानों को उल्टा करना और इस संसाधन की स्थिरता बनाए रखना आवश्यक है।

2.2. वर्तमान जल संसाधन प्रबंधन

मध्यप्रदेश में जल संसाधन प्रबंधन भारत भर में दृष्टिकोण का विरोध करता है जहां सिविल इंजीनियरिंग समाधान पारंपरिक प्रकृति आधारित समाधान (एवार्ड एट अल।, 2020) के पक्ष में हैं, जो जल आपूर्ति में घटते रुझानों और पानी की बढ़ती मांग को संबोधित करते हैं। इसमें नदियों के बीच के अंतर को पानी के अभाव वाले बेसिन के लिए एक अधिशेष के साथ एक बेसिन से पानी स्थानांतरित करने के लिए शामिल है, जैसा कि नर्मदा नदी प्रणाली की जल आपूर्ति को बढ़ाने के लिए किया गया है। इससे एक क्षेत्र की जल आपूर्ति में सुधार करने के लिए तेजी से आगे बढ़ने की प्रवृत्ति पैदा हुई है। हालांकि, डोनर कैचमेंट में पानी के संसाधन बिना सीमा के नहीं हैं और अंततः क्षीण हो सकते हैं और पानी की कमी (वर्धमान, 2016) का सामना कर सकते हैं। यह डोनर कैचमेंट में पारिस्थितिक तंत्रों के क्षरण के अलावा है और विशिष्ट हितधारकों के समूहों के लाभों के लिए इस जल संसाधन (बिरकेनहोल्डज़, 2016) पर निर्भर समुदायों के अक्सर हाशिए पर है। ऐसा प्रबंधन दृष्टिकोण प्रकृति आधारित समाधानों से, उदाहरण के लिए, जल आपूर्ति के वैकल्पिक साधनों की उपेक्षा करता है, जिसका उद्देश्य स्थानीय संसाधन (एवरर्ड एट अल।, 2020) की स्थिरता को सुनिश्चित करना और सुनिश्चित करना है। जलवायु उपायों को बदलने के लिए अनुकूलन उपायों की आवश्यकता होगी, विशेष रूप से हाइड्रोलॉजिकल चक्र के अधिक चरम सीमाओं के खिलाफ कम करने के लिए। इंजीनियरिंग दृष्टिकोणों द्वारा पेश किए गए समाधानों से परे विचार की तलाश की जानी चाहिए, जिसमें प्रकृति-आधारित





approaches need to be explored, including nature-based solutions, and a hybridisation of both approaches depending on the local context.

2.3. Adaptation of the water sector

In addition to large-scale scale adaptation such as diverting the flow of rivers across catchments, in catchments across Madhya Pradesh, water security in agriculture is promoted through small-scale adaptive practices. An Integrated Watershed Management Programme (IWMP) was created in Madhya Pradesh in 2008, which consisted of subdividing a watershed in a number of units in which interventions are targeted to enhance water resources with the aim of achieving co-benefits for both local communities and the hydrology of the overall catchment. One of those units, a sub-catchment of the upper Kolans River covering 9,700 ha in Phandra Block of Sehore District, was visited as part of the GFES on the 25th February 2019. In this sub-catchment, a number of adaptation measures are implemented, including percolation tanks to facilitate recharge of the aquifers in areas mapped as recharge areas, restricting excessive groundwater abstraction, farm ponds for storing water collected during the monsoon season for use by farmers, and the installation of a range of water harvesting structures in 16 villages. Such small-scale approaches are potentially helpful in not only facilitating local climate resilience, but also cumulatively contributing to the replenishment of shallow aquifers and surface water resources.

समाधान और स्थानीय संदर्भ के आधार पर दोनों दृष्टिकोणों का एक संकरण शामिल है।

2.3. जल क्षेत्र का अनुकूलन

बड़े पैमाने पर पैमाने के अनुकूलन के अलावा, पूरे मध्यप्रदेश में जलग्रहण क्षेत्रों में नदियों के प्रवाह को मोड़ने के अलावा, कृषि में जल सुरक्षा को छोटे पैमाने पर अनुकूली प्रथाओं के माध्यम से बढ़ावा दिया जाता है। 2008 में मध्य प्रदेश में एक एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन कार्यक्रम (IWMP) बनाया गया था, जिसमें कई इकाइयों में एक वाटरशेड को उप-विभाजित करना शामिल था, जिसमें स्थानीय समुदायों और दोनों के सह-लाभ प्राप्त करने के उद्देश्य से जल संसाधनों को बढ़ाने के लिए हस्तक्षेप किया जाता है। समग्र जलग्रहण का जल विज्ञान।

उन इकाइयों में से एक, सीहोर जिले के फंदरा ब्लॉक में 9,700 हेक्टेयर में कवर करने वाली ऊपरी कोलांस नदी का एक उप-कैच 25 फरवरी 2019 को जीएफईएस के हिस्से के रूप में देखा गया था। इस उप-कैचमेंट में, कई अनुकूलन उपायों को लागू किया जाता है। सहित, पुनर्भरण टैंकों सहित क्षेत्रों में जलीय क्षेत्रों के पुनर्भरण की सुविधा के लिए, क्षेत्रों में अत्यधिक भूजल अमूर्तता को रोकना, किसानों द्वारा उपयोग के लिए मानसून के मौसम के दौरान एकत्र किए गए पानी के भंडारण के लिए खेत तालाब, और 16 गांवों में जल संचयन संरचनाओं की एक श्रृंखला की स्थापना।। इस तरह के छोटे पैमाने पर दृष्टिकोण न केवल स्थानीय जलवायु लचीलापन को सुविधाजनक बनाने में सहायक होते हैं, बल्कि उथले एक्विफर्स और सतही जल संसाधनों की पुनःपूर्ति में भी योगदान देते हैं।





3. Specific knowledge and data gaps/ specific recommendations

3.1. Data for research and management

Sustainable management of water resources across the energy and food systems is a multi-disciplinary challenge. The development of effective management strategies requires information based on evidence, however, access to appropriate datasets to gather this evidence was identified to be a challenge because of the temporal and spatial variability of resources and also the lack of consistency in relation to data collection across different agencies.

The implementation of adaptation measures to improve the management of water resources needs more accurate information about water availability during the monsoon and non-monsoon seasons for both surface and groundwater resources, as well as a better understanding of the regional water balance, including groundwater recharge, and runoff variability, amongst others. Data availability to address this issue is currently a problem. Various barriers pertaining to the accessibility to data and information, the inadequacy of resources, and implementation gaps exist particularly due to inter-institutional network fragmentations. As a way to address this data gap, a theme during the UEI was how remote sensing, local knowledge and big data can improve assessment

3. विशिष्ट ज्ञान और डेटा अंतराल / विशिष्ट सिफारिशें

3.1. अनुसंधान और प्रबंधन के लिए डेटा

ऊर्जा और खाद्य प्रणालियों में जल संसाधनों का सतत प्रबंधन एक बहु-अनुशासनात्मक चुनौती है। प्रभावी प्रबंधन रणनीतियों के विकास के लिए साक्ष्य के आधार पर जानकारी की आवश्यकता होती है, हालांकि, इस सबूत को इकट्ठा करने के लिए उपयुक्त डेटासेट तक पहुंच को संसाधनों की अस्थायी और स्थानिक परिवर्तनशीलता के कारण एक चुनौती के रूप में पहचाना गया था और डेटा संग्रह के संबंध में निरंतरता की कमी भी थी एजेंसियों।

जल संसाधनों के प्रबंधन में सुधार के लिए अनुकूलन उपायों के कार्यान्वयन के लिए मानसून और गैर-मानसून के मौसमों के दौरान सतह और भूजल संसाधनों दोनों के लिए पानी की उपलब्धता के बारे में अधिक सटीक जानकारी की आवश्यकता होती है, साथ ही भूजल पुनर्भरण सहित क्षेत्रीय जल संतुलन की बेहतर समझ है। और अपवाह परिवर्तनशीलता, दूसरों के बीच में। इस समस्या का समाधान करने के लिए डेटा उपलब्धता वर्तमान में एक समस्या है। डेटा और सूचना तक पहुँच से संबंधित विभिन्न बाधाएँ, संसाधनों की अपर्याप्तता, और कार्यान्वयन अंतराल विशेष रूप से अंतर-संस्थागत नेटवर्क के टुकड़े के कारण मौजूद हैं। इस डेटा गैप को संबोधित करने के तरीके के रूप में, UEI के दौरान एक विषय था कि रिमोट सेंसिंग, स्थानीय ज्ञान और बड़ा डेटा कैसे सतह और भूजल संसाधनों दोनों के आकलन में सुधार कर सकता है।

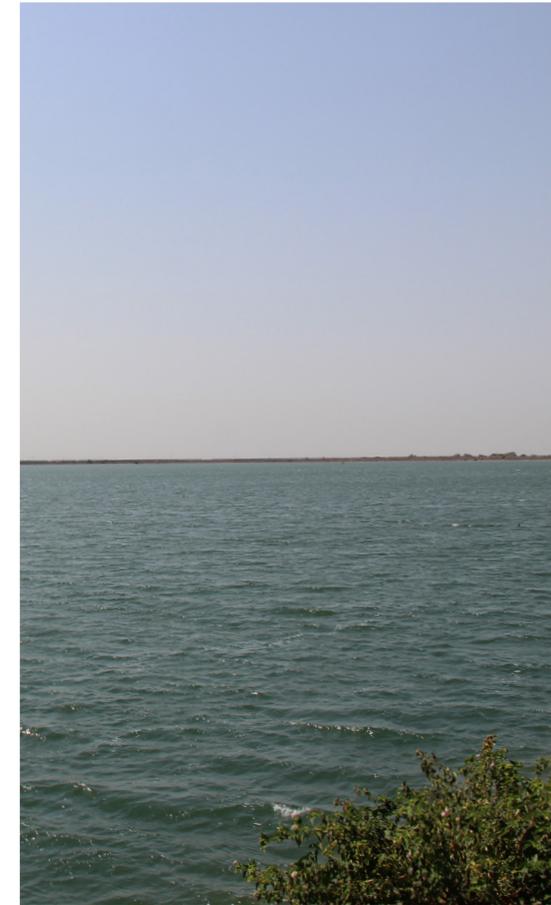




of both surface and groundwater resources.

With regard to determining the potential impacts of climate change on water resources, modelling techniques are used linking outputs from general circulation or regional climate models projecting future changes in climatic conditions, but baseline climatic and hydrological data are still required to calibrate and validate the runoff model that translates changes in climatic variables into surface runoff, in addition to values for the different model parameters such as soil types, land cover, etc. The potential for community-based measurements was also mentioned and is practiced in parts of India to determine the depth of water in boreholes, for instance. Given its importance to the water supply of the region, and in view of an ever-increasing demand for its water, an assessment of the water resource potential of the Narmada river system is a priority, as such information would assist water resource planners and managers, in addition to a more in-depth examination of the various hydrological fluxes and states at diverse spatial scales. Geospatial techniques combined with isotopes have shown significant potential in studies of surface ground interaction and groundwater dynamics.

जल संसाधनों पर जलवायु परिवर्तन के संभावित प्रभावों का निर्धारण करने के संबंध में, मॉडलिंग तकनीकों का उपयोग सामान्य संचलन या क्षेत्रीय जलवायु मॉडल से आउटपुट को जोड़ने के लिए किया जाता है, जो जलवायु परिस्थितियों में भविष्य में बदलाव का अनुमान लगाते हैं, लेकिन आधारभूत जलवायु और हाइड्रोलॉजिकल डेटा अभी भी अपवाह मॉडल को जांचने और मान्य करने के लिए आवश्यक हैं जो विभिन्न प्रकार के मॉडल जैसे मिट्टी के प्रकार, भूमि कवर, आदि के लिए जलवायु परिवर्तन के रूप में सतही अपवाह में परिवर्तन का अनुवाद करता है। उदाहरण के लिए, बोरहोल में पानी की गहराई का निर्धारण करने के लिए समुदाय आधारित मापन की क्षमता का भी उल्लेख किया गया है और भारत के कुछ हिस्सों में इसका अभ्यास किया जाता है। इस क्षेत्र की जल आपूर्ति के लिए इसके महत्व को देखते हुए, और इसके पानी की बढ़ती मांग को देखते हुए, नर्मदा नदी प्रणाली की जल संसाधन क्षमता का आकलन एक प्राथमिकता है, क्योंकि ऐसी जानकारी से जल संसाधन योजनाकारों और प्रबंधकों को सहायता मिलेगी, विभिन्न स्थानिक पैमानों पर विभिन्न हाइड्रोलॉजिकल फ्लक्स और राज्यों की अधिक गहराई से जांच के अलावा। आइसोटोप के साथ संयुक्त भू-स्थानिक तकनीकों ने भूतल पर बातचीत और भूजल की गतिशीलता के अध्ययन में महत्वपूर्ण क्षमता दिखाई है।





3.2. End users' information and knowledge exchange requirements

Forest management was shown to affect the sustainability of the water resource and the need to identify the most effective strategies in that regard was identified as a research priority to inform policy.

The need to incorporate traditional knowledge in adaptation was promoted by the UEI participants, however, as it appears not to be given sufficient attention in government sponsored water management initiatives, it is recommended that the efficacy of traditional knowledge and practices be demonstrated in relation to current water resource management strategies.

Given the important and growing use of water by the agricultural sector, the implementation of technological interventions such as remotely sensed and in-situ observations for smart agriculture and the implementation of irrigation scheduling are recommended, together with the transfer of the results of research on the water efficiency of different crops for the benefits of increasing the resilience of local farmers.

Table 1 summarises the research requirements identified during the GFES and UEI through dialogues with end users and amongst scientists.

3.2. उपयोगकर्ताओं की जानकारी और ज्ञान विनिमय आवश्यकताओं को समाप्त करें

वन प्रबंधन को जल संसाधन की स्थिरता को प्रभावित करने के लिए दिखाया गया था और इस संबंध में सबसे प्रभावी रणनीतियों की पहचान करने की आवश्यकता को नीति को सूचित करने के लिए अनुसंधान प्राथमिकता के रूप में पहचाना गया था।

अनुकूलन में पारंपरिक ज्ञान को शामिल करने की आवश्यकता को यूईआई प्रतिभागियों द्वारा बढ़ावा दिया गया था, हालांकि, जैसा कि सरकार द्वारा प्रायोजित जल प्रबंधन पहल में पर्याप्त ध्यान नहीं दिया जाता है, यह अनुशंसा की जाती है कि पारंपरिक ज्ञान और प्रथाओं के प्रभाव को वर्तमान के संबंध में प्रदर्शित किया जाए। जल संसाधन प्रबंधन रणनीतियों।

कृषि क्षेत्र द्वारा पानी के महत्वपूर्ण और बढ़ते उपयोग को देखते हुए, स्मार्ट कृषि के लिए दूर से सेंसिटिव और इन-सीटू टिप्पणियों जैसे तकनीकी हस्तक्षेप के कार्यान्वयन और सिंचाई शेड्यूलिंग के कार्यान्वयन की सिफारिश की जाती है, साथ में अनुसंधान के परिणामों के हस्तांतरण पर। स्थानीय किसानों की लचीलापन बढ़ाने के लाभों के लिए विभिन्न फसलों की जल दक्षता।

तालिका 1 अंत उपयोगकर्ताओं और वैज्ञानिकों के साथ संवादों के माध्यम से जीएफईएस और यूईआई के दौरान पहचानी गई अनुसंधान आवश्यकताओं को सारांशित करती है।



Table 1 Summary of research requirements

Assessment of the available water resources, both surface and ground water, in the state under current climatic conditions for both monsoon and non-monsoon seasons, including their year-to-year variability
An in-depth examination of the various hydrological fluxes and states at diverse spatial scales of the Narmada river system
Determine the potential of local knowledge and technology such as remote sensing and big data sensing to improve the assessment of both surface and groundwater resources
Examine how water availability might evolve in the future under different climate change scenarios
Exploring nature-based solutions to water resource management as alternatives or complementary to engineering approaches
Identification of the most effective forest management strategy for the sustainability of the water resource
Demonstrate the efficacy of traditional knowledge and practices in relation to current water resource management strategies

तालिका 1 अनुसंधान आवश्यकताओं का सारांश

मानसून और गैर-मानसून दोनों मौसमों के लिए वर्तमान जलवायु परिस्थितियों में राज्य में उपलब्ध जल संसाधनों, सतह और भूजल, दोनों का आकलन, उनकी साल-दर-साल परिवर्तनशीलता सहित
नर्मदा नदी प्रणाली के विभिन्न स्थानिक पैमानों पर विभिन्न हाइड्रोलॉजिकल फ्लक्स और राज्यों की गहराई से जांच
दूरस्थ ज्ञान और बड़े डेटा संवेदन जैसे स्थानीय ज्ञान और प्रौद्योगिकी की क्षमता का निर्धारण सतह और भूजल संसाधनों दोनों के मूल्यांकन को बेहतर बनाने के लिए करें
जांच करें कि विभिन्न जलवायु परिवर्तन परिदृश्यों के तहत भविष्य में पानी की उपलब्धता कैसे विकसित हो सकती है
विकल्प के रूप में जल संसाधन प्रबंधन के लिए प्रकृति-आधारित समाधान तलाशना या इंजीनियरिंग दृष्टिकोण के पूरक
जल संसाधन की स्थिरता के लिए सबसे प्रभावी वन प्रबंधन रणनीति की पहचान
वर्तमान जल संसाधन प्रबंधन रणनीतियों के संबंध में पारंपरिक ज्ञान और प्रथाओं की प्रभावकारिता का प्रदर्शन



4. Future

The GFES and the UEI underpinning this Water Brief aimed to identify the key scientific needs of the water resource management and supply sector in Central India to inform the development of projects that will meet end users' requirements. The region demonstrates a complex water nexus with increasing water demand in the agricultural, industrial and energy sectors, as well as increased demand for domestic users due to population growth. The challenge for policy makers and governmental institutions is to meet the water demands of these growing sectors in a sustainable manner in the face of a diminishing supply without adversely affecting the environment. This requires accurate information on water availability, including surface and groundwater, and its variability during the monsoon and other seasons, and the identification of best practice for adaptation. An assessment of current water resources and the development of management strategies and the identification of potential paths for improvement are urgently needed given the decreasing trend in water availability.

4. भविष्य

जीएफईएस और युईआई ने इस जल संक्षिप्त को रेखांकित किया जिसका उद्देश्य मध्य भारत में जल संसाधन प्रबंधन और आपूर्ति क्षेत्र की प्रमुख वैज्ञानिक आवश्यकताओं की पहचान करना है ताकि उन परियोजनाओं के विकास को सूचित किया जा सके जो अंतिम उपयोगकर्ताओं की आवश्यकताओं को पूरा करेंगे। यह क्षेत्र कृषि, औद्योगिक और ऊर्जा क्षेत्रों में पानी की बढ़ती मांग के साथ-साथ जनसंख्या वृद्धि के कारण घरेलू उपयोगकर्ताओं की बढ़ती मांग के साथ एक जटिल जल सांठगांठ को प्रदर्शित करता है। नीति निर्माताओं और सरकारी संस्थानों के लिए चुनौती यह है कि इन बढ़ते हुए क्षेत्रों की पानी की मांगों को स्थायी रूप से पर्यावरण की प्रतिकूलता के बिना कम हो रही आपूर्ति की स्थिति में पूरा किया जाए। इसके लिए सतह और भूजल सहित पानी की उपलब्धता, और मानसून और अन्य मौसमों के दौरान इसकी परिवर्तनशीलता, और अनुकूलन के लिए सर्वोत्तम अभ्यास की पहचान की सटीक जानकारी की आवश्यकता होती है। वर्तमान जल संसाधनों का आकलन और प्रबंधन रणनीतियों के विकास और सुधार के लिए संभावित रास्तों की पहचान के लिए पानी की उपलब्धता में कमी को देखते हुए तत्काल आवश्यकता है।





5. References

- Birkenholtz, T. (2016). Dispossessing irrigators: Water grabbing, supply-side growth and farmer resistance in India. *Geoforum*, Volume 69: pp.94–105.
- Everard, M., Shakeel, A., Gagnon, A.S., Kumar, P., Thomas, T., Sinha S., Dixon, H., Sarkar, S. (2020). Can nature-based solutions contribute to water security in Bhopal? *Science of The Total Environment*, Volume 723: 138061
- Molina-Navarro, E., Andersen, H.E., Nielsen, A., Thodsen, H. and Trolle, D. (2018). Quantifying the combined effects of land use and climate changes on stream flow and nutrient loads: A modelling approach in the Odense Fjord catchment (Denmark). *Science of the Total Environment*, 621, pp.253-264.
- Verdhen A. (2016). Intra and inter basin linking of rivers in water resources management. *Journal of Scientific & Industrial Research*, Volume 75: 150-155

5. संदर्भ

- बिरकेनहोल्डज़, टी। (2016)। सिंचाई करने वालों को निराश करना: भारत में पानी हथियाना, आपूर्ति-वृद्धि और किसान प्रतिरोध। *जियोफोरम*, खंड 69: पीपी.94-105।
- एवरर्ड, एम।, शकील, ए।, गगनोन, ए.एस., कुमार, पी।, थॉमस, टी।, सिन्हा एस।, डिक्सन, एच। सरकार, एस। (2020)। क्या प्रकृति आधारित समाधान भोपाल में जल सुरक्षा में योगदान कर सकते हैं? *कुल पर्यावरण का विज्ञान*, खंड 723: 138061
- मोलिना-नवारो, ई।, एंडरसन, एच.ई., नीलसन, ए।, थोडसेन, एच। और ट्रॉल, डी। (2018)। धारा प्रवाह और पोषक तत्वों के भार पर भूमि के उपयोग और जलवायु परिवर्तन के संयुक्त प्रभावों की मात्रा: ओडेंस फर्जॉर्ड कैचमेंट (डेनमार्क) में एक मॉडलिंग दृष्टिकोण। *कुल पर्यावरण का विज्ञान*, 621, पीपी.253-264।
- वर्डेन ए (2016)। जल संसाधन प्रबंधन में नदियों को जोड़ने का अंतर और अंतर बेसिन। *जर्नल ऑफ साइंटिफिक एंड इंडस्ट्रियल रिसर्च*, वॉल्यूम 75: 150-155



Back cover photo: Lift irrigation site of Indira Sagar Dam (Emma Bennett, IUKWC)



INDIA-UK
Water Centre
भारत-यूके
जल केन्द्र



Natural
Environment
Research Council



सत्यमेव जयते



UK Centre for
Ecology & Hydrology



 @IndiaUKWater

www.iukwc.org

