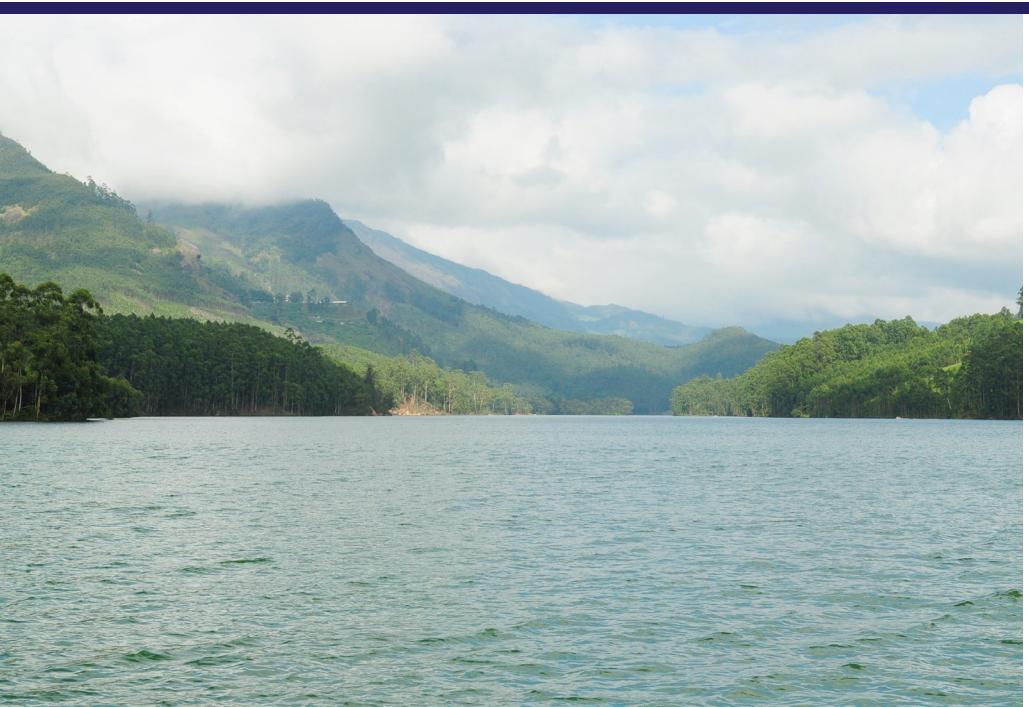
Water: **Brief**

16

Safe and Sustainable Technologies and Strategies for Integrated Freshwater Resource Management: State of Art Approaches

May 2020



INDIA-UK
Water Centre
भारत-यूके
जल केन्द्र

16

Safe and Sustainable Technologies and Strategies for Integrated Freshwater Resource Management: State of Art Approaches

एकीकृत ताजे पानी के संसाधन प्रबंधन के लिए सुरक्षित एवं सतत प्रौद्योगिकी तथा रणनीतियाँ: अत्याधुनिक दृष्टिकोण

CITATION

Shivaraju H Puttaiah & Jenkins, DF (2020). Safe and Sustainable Technologies and Strategies for Integrated Freshwater Resource Management: State of Art Approaches : State of Art Approaches. Water Brief 16 . The India-UK Water Centre; Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford and Indian Institute of Tropical Meteorology, Pune. 19pp

शिवाराजू एच पुत्तैया एवं डीएफ, जेनकिंस (2020)। एकीकृत ताजे पानी के संसाधन प्रबंधन के लिए सुरक्षित एवं सतत प्रौद्योगिकी तथा रणनीतियाँ: अत्याधुनिक दृष्टिकोण। जल संक्षिप्त 16। भारत-यूके जल केंद्र; सेंटर फॉर ईकोलॉजी एंड हाईड्रोलॉजी, वॉलिंग्फर्ड एवं भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान, पुणे। 19pp

Front Cover Photo: Kerala, India (Unsplash)
All other photos: Unsplash and Pixabay

Natural Environment Research Council

Ministry of Earth Sciences
Government of India

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 प्राथमिकताओ के बीच सहकार्यता और सहयोग को बढ़ावा देता है ।

This Knowledge Exchange Water Brief was produced as an output of the IUKWC workshop on 'Safe and Sustainable Technologies and Strategies for Integrated Freshwater Resource Management' held in Mysuru, India in June 2019.

ज्ञान आदान प्रदान का यह जल संक्षिप्त आईयूकेडब्ल्यूसी द्वारा 2019 में मैसूरु, भारत में आयोजित कार्यशाला "एकीकृत ताजे पानी के संसाधन प्रबंधन के लिए सुरक्षित एवं सतत प्रौद्योगिकी तथा रणनीतियाँ" का प्रतिफल था।

Figure 1: Workshop participants

1. Background

Safe and sustainable technologies that work within the dynamic Water-Energy-Food nexus, and provide solutions to freshwater quality and quantity problems in India and in fact globally, are urgently required. In light of this rapidly rising need that is linked to rising populations, rapid urbanisation, changing diets and the focus on economic growth, The India–UK Water Centre hosted a Science Workshop on “Safe and Sustainable Technologies and Strategies for Integrated Freshwater Resource Management” at the JSS Academy of Higher Education and Research, Mysuru, India between the 25th and 28th of June, 2019.

The activity was convened by JSS Academy of Higher Education and Research and University of Plymouth, UK. The aim of the Workshop was to bring together scientists from the UK and India, Industrialists and NGOs to develop sustainable strategies urgently needed in India, which also have global impact, to tackle long term provision of water for drinking and food production. This workshop focused on the IUKWC theme on ‘Building cross-sectoral collaborations to understand the dynamic interactions across the water-energy-food nexus’.

In this brief, the outcomes of focussed discussions held by the delegates in attendance at the workshop, around key topic areas that were identified as crucial to water quality management, are shared.

1. पृष्ठभूमि

सुरक्षित एवं सतत प्रौद्योगिकियां जो गतिशील जल-ऊर्जा-खाद्य संबंधो के दायरे में काम करती हैं, तथा भारत और वास्तव में विश्व स्तर पर ताजे पानी की गुणवत्ता एवं मात्रा की समस्याओं का हल भी प्रदान करती हैं, तत्काल आवश्यक हैं। बढ़ती आबादी, तेजी से हो रहे शहरीकरण, बदलते आहार और आर्थिक विकास पर केंद्रित वाले जुड़े मुद्दे जो तेजी से बढ़ते इन जरूरतों के मद्देनजर, भारत-यूके जल केंद्र ने 25 से 28 जून, 2019 के बीच जेएसएस एकेडमी ऑफ हायर एजुकेशन एंड रिसर्च, मैसूरु, भारत में एक विज्ञान कार्यशाला "एकीकृत ताजे पानी के संसाधन प्रबंधन के लिए सुरक्षित एवं सतत प्रौद्योगिकी तथा रणनीतियाँ" नामक विषय पर मेजबानी की।

जेएसएस एकेडमी ऑफ हायर एजुकेशन एंड रिसर्च तथा यूनिवर्सिटी ऑफ प्लायमाउथ, यूके द्वारा यह गतिविधि बुलाई गई थी। कार्यशाला का उद्देश्य भारत एवं यूके के वैज्ञानिकों, उद्योगपतियों और गैर-सरकारी संगठनों को भारत में तत्काल स्थायी जरूरतों को विकसित करने, जिसका वैश्विक प्रभाव भी हो, पीने और खाद्य उत्पादन के लिए पानी के दीर्घकालिक प्रावधान से निपटने के लिए एक साथ लाना था । इस कार्यशाला में आईयूकेडब्ल्यूसी थीम पर आधारित जल-ऊर्जा-खाद्य सांठगांठ में गतिशील पारस्परिक संबंधो को समझने के लिए पार-क्षेत्रीय सहयोगों के निर्माण पर ध्यान केंद्रित किया गया है।

इस संक्षिप्त में, कार्यशाला में उपस्थित प्रतिनिधियों द्वारा आयोजित संकेद्रित चर्चाओं के परिणामों को, जिन्हें मुख्य विषय क्षेत्रों के इर्द-गिर्द जल गुणवत्ता प्रबंधन के लिए निर्णायक के रूप में पहचाना गया था, साझा किए जाते हैं ।

2. Key Water Quality Topics for the Future

At the workshop, delegates and session chairs were given the task of identifying and noting down key areas of concern, issues, and/or ideas that came to mind during sessions and discussions, that they thought need attention. This proved to be an excellent route to identifying the key issues and also the underpinning concerns that form part of the bigger picture. From this process, over a hundred contributions were collected, following which the activity leads explored and categorised them into key topics. Although a few contributions did not fit in with the overall trend, the consistency of contributions enabled three key topics to be developed for discussion. These are:

- Water quality and monitoring, including sensor technology
- Water treatment technologies
- Sustainable water quality management practices

In the following sections and sub-sections, each of these topics are explored further, to provide a roadmap from science to future policy development.

2. भविष्य के लिए मुख्य जल गुणवत्ता विषय

कार्यशाला में, प्रतिनिधियों एवं सत्र अध्यक्षों को अधिवेश नों तथा चर्चाओं के दौरान मन में उठे चिंताजनक मामलों, मुद्दों, और / या विचारों के मुख्य क्षेत्रों की पहचान तथा टिप्पणी करने, जो उन्हें लगा कि ध्यान देने की जरूरत है, का काम दिया गया है। यह प्रमुख मुद्दों की पहचान करने के लिए एक उत्कृष्ट मार्ग साबित हुआ और बड़ी तस्वीर का हिस्सा बनने वाली चिंताओं को भी रेखांकित करता है। इस प्रक्रिया से, सौ से अधिक योगदान एकत्र किए गए, जिसके बाद गतिविधि का पता लगाया और उन्हें प्रमुख विषयों में वर्गीकृत किया। हालांकि कुछ योगदान समग्र प्रवृत्ति के साथ फिट नहीं हुए, योगदान की निरंतरता ने तीन प्रमुख विषयों को चर्चा के लिए विकसित किया। ये हैं:

- पानी की गुणवत्ता और निगरानी, सेंसर तकनीक सहित
- जल उपचार तकनीक
- सतत जल गुणवत्ता प्रबंधन प्रथाओं

निम्नलिखित अनुभागों और उप-वर्गों में, इनमें से प्रत्येक विषय को आगे का पता लगाया गया है, ताकि विज्ञान से भविष्य की नीति के विकास के लिए एक रोडमैप प्रदान किया जा सके।

2.1. Water Quality and Monitoring, including Sensor Technology

Water quality monitoring arose as specific gap.

The problems the groups identified were:

- Lack of information/ knowledge amongst citizens (water users) about water quality
- Low importance given to water quality and WQ monitoring
- Insufficient number or knowledge of low cost, easy to operate and maintain, portable, eco-friendly sensors for WQ monitoring

The use of sensors and citizen science to enhance the capacity in monitoring was proposed through two interlinked project ideas:

- Developing and standardising a sensor-based water quality monitoring system, and
- Developing an app-based monitoring system, which uses sensors at its core, to map pollution using citizen science.

2.1. सेंसर प्रौद्योगिकी सहित, पानी की गुणवत्ता और निगरानी

पानी की गुणवत्ता की निगरानी विशिष्ट अंतर के रूप में हुई।

समूहों द्वारा पहचानी जाने वाली समस्याएं थीं:

- पानी की गुणवत्ता के विषय में नागरिकों (पानी के उपयोगकर्ताओं) के बीच जानकारी व ज्ञान का अभाव
- पानी की गुणवत्ता और डब्ल्यूक्यू(जल गुणवत्ता) निगरानी को कम महत्व देना
- जल गुणवत्ता निगरानी वाले सेंसरों को पर्यावरण के अनुकूल, वहनीय, आसानी से संचालित एवं बनाए रखने में आसान, अपर्याप्त संख्या या कम लागत वाला ज्ञान होना चाहिए

निगरानी में क्षमता बढ़ाने के लिए सेंसर और नागरिक विज्ञान का उपयोग दो परस्पर परियोजना विचारों के माध्यम से प्रस्तावित किया गया था:

- सेंसर आधारित जल गुणवत्ता निगरानी प्रणाली का विकास और मानकीकरण, और
- नागरिक विज्ञान का उपयोग करके प्रदूषण को मैप करने के लिए, ऐप-आधारित निगरानी प्रणाली का विकास करना, जो इसके मूल में सेंसर का उपयोग करता है

2.1.1 Approaches to Sensor-based Water Quality Monitoring

Although the two project ideas were developed separately, we present here the synthesis of the approaches, which were quite similar:

- Decision on the target water quality parameters for the area to be surveyed. The parameters range from standard parameters, such as pH, dissolved oxygen (DO) and total dissolved solutes (TDS) for which sensors exist, to emerging contaminants for which sensors may not exist or are not suitable for wide application.
- Comprehensive review of available sensors for selected parameters
- Identification of gaps in sensor technology and development of a network of researchers and plan for research and development of these sensors
- Development of application (easily accessible/ shared) for data collection/ storage/ communication
- Selection of field site for testing and deployment
- Baseline studies of water quality and sensor test runs. App testing
- Data quality management plan development – frequency of testing, sensor calibrations, mapping, sharing, etc.

2.1.1 सेंसर आधारित जल गुणवत्ता निगरानी के लिए अनुमोदन

यद्यपि दो परियोजना विचारों को अलग-अलग विकसित किया गया था, हम यहां दृष्टिकोणों के संश्लेषण को प्रस्तुत करते हैं, जो काफी समान थे:

- क्षेत्र के सर्वेक्षण के लिए लक्ष्य जल गुणवत्ता मानकों पर निर्णय। पैरामीटर मानक मापदंडों से लेकर होते हैं, जैसे कि पीएच, भंग ऑक्सीजन (डीओ) और कुल भंग विलेय (टीडीएस) जिसके लिए सेंसर मौजूद हैं, उभरते हुए संदूषकों के लिए जो सेंसर मौजूद नहीं हो सकते हैं या व्यापक अनुप्रयोग के लिए उपयुक्त नहीं हैं।
- चयनित मापदंडों के लिए उपलब्ध सेंसर की व्यापक समीक्षा
- सेंसर प्रौद्योगिकी में अंतराल की पहचान और शोधकर्ताओं के एक नेटवर्क का विकास और इन सेंसर के अनुसंधान और विकास के लिए योजना
- डेटा संग्रह / भंडारण / संचार के लिए अनुप्रयोग (आसानी से सुलभ / साझा) का विकास
- परीक्षण और तैनाती के लिए फील्ड साइट का चयन
- पानी की गुणवत्ता और सेंसर टेस्ट रन का बेसलाइन अध्ययन। ऐप टेस्टिंग
- डेटा गुणवत्ता प्रबंधन योजना विकास - परीक्षण, सेंसर अंशांकन, मानचित्रण, साझाकरण आदि की आवृत्ति।

- Knowledge exchange or training workshops with local authorities/ citizen scientists as the case may be, in local vernacular as befits the circumstances
- Roll out of the testing mechanism with feedback loop in place to enable improvements in the system and information sharing
- Collation of the data into a decision support mechanism – networking or meeting with key stakeholders to share key data/ engaging key stakeholders into the monitoring scheme, or availing the information directly through online dashboards – interaction stations
- Development of policy recommendations based on real-time, verified data

Developing strong partnerships between researchers, users, practitioners and policy makers is critical to the success of this approach.

2.2. Water Treatment Technologies

The problems that arose around this key topic was emerging contaminants (e.g. Anti-microbial resistant (AMR) compounds) and the lack of resilient treatment technologies and regular monitoring to manage this growing threat.

The proposed project was ‘Smart Treatment Technologies for Pharmaceutical Compounds released in Mysore’

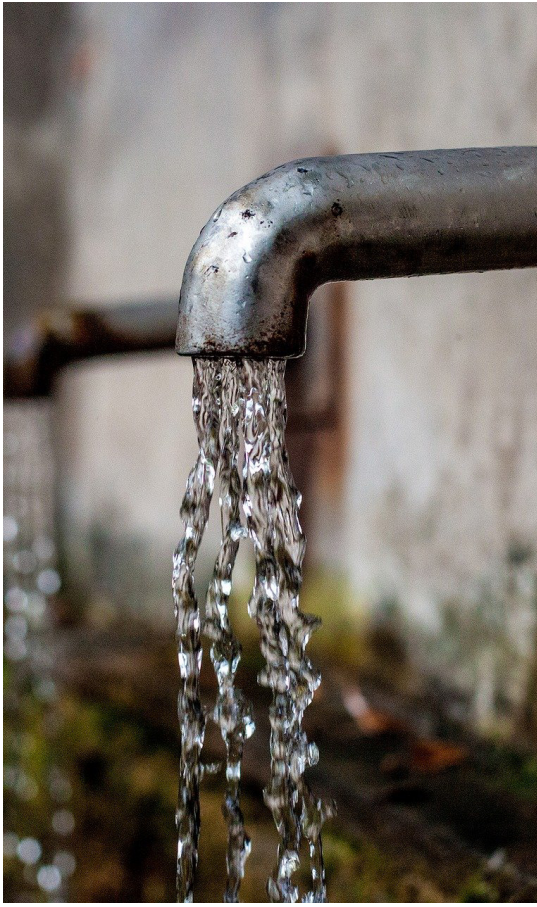
- स्थानीय अधिकारियों / नागरिक वैज्ञानिकों के साथ ज्ञान आदान-प्रदान या प्रशिक्षण कार्यशालाएँ जैसा कि मामला हो सकता है, स्थानीय भाषा में परिस्थितियों के अनुसार
- सिस्टम और सूचना साझाकरण में सुधार को सक्षम करने के लिए फीडबैक लूप के साथ परीक्षण तंत्र से बाहर रोल करें
- निर्णय समर्थन तंत्र में डेटा का टकराव - प्रमुख डेटा साझा करने / निगरानी योजना में महत्वपूर्ण हितधारकों को साझा करने के लिए नेटवर्किंग या बैठक, या ऑनलाइन डैशबोर्ड के माध्यम से सीधे जानकारी प्राप्त करना - इंटरैक्शन स्टेशन
- वास्तविक समय, सत्यापित आंकड़ों के आधार पर नीति सिफारिशों का विकास

इस दृष्टिकोण की सफलता के लिए शोधकर्ताओं, उपयोगकर्ताओं, चिकित्सकों और नीति निर्माताओं के बीच मजबूत साझेदारी विकसित करना महत्वपूर्ण है।

2.2. जल उपचार प्रौद्योगिकी

इस प्रमुख विषय के इर्द-गिर्द जो समस्याएँ उत्पन्न हो रही थीं, वे उभरती हुई दूषितियाँ थीं (जैसे कि एंटी-माइक्रोबियल प्रतिरोधी (एएमआर) यौगिक) और इस बढ़ती खतरे को प्रबंधित करने के लिए लचीला उपचार तकनीकों और नियमित निगरानी की कमी।

प्रस्तावित परियोजना 'औषधीय यौगिको के लिए स्मार्ट उपचार प्रौद्योगिकी मैसूर में जारी की गई ' थी।



2.2.1 Proposed Approach

In order to tackle this problem, there is need to review, improve on or develop further physical and chemical treatments, and the use of microbial fuel cells to tackle AMR and other pharmaceutical compounds. In order to influence policy changes and new infrastructure the science has to be excellent, as well as result in workable solutions, i.e. cost-effective and efficient, that can, ideally, be implemented relatively easily into existing systems. This work, therefore, will require wide networking and collaborative research, which will allow for knowledge and technology exchange.

2.3. Sustainable Water Quality Management Practices

The direction that was taken on the discussion on this topic was the role inadequate storage mechanisms are playing on the poor quality and scarcity of water. To address this particular issue the proposal put forth was to adopt Participatory Integrated Watershed Management (PIWM).

2.3.1 PIWM

This approach is holistic by design, requiring stakeholder engagement at the start to determine their priorities and needs thereby directing the research accordingly. In addition, it is not restricted to the improvement only of the storage mechanisms, but takes into account the wider catchment with a view to improving aquatic ecosystems, which provide

2.2.1 प्रस्तावित दृष्टिकोण

इस समस्या से निपटने के लिए, एएमआर और अन्य दवा यौगिकों से निपटने के लिए आगे के भौतिक और रासायनिक उपचारों की समीक्षा, सुधार या विकास और सूक्ष्म ईंधन कोशिकाओं के उपयोग की आवश्यकता है। नीतिगत परिवर्तनों और नए बुनियादी ढाँचे को प्रभावित करने के लिए विज्ञान को उत्कृष्ट होना चाहिए, साथ ही साथ काम करने योग्य समाधानों में परिणाम, यानी लागत प्रभावी और कुशल, अर्थात्, आदर्श रूप से, मौजूदा प्रणालियों में अपेक्षाकृत आसानी से लागू किया जा सकता है। इसलिए, इस काम के लिए व्यापक नेटवर्किंग और सहयोगी अनुसंधान की आवश्यकता होगी, जो ज्ञान और प्रौद्योगिकी के आदान-प्रदान की अनुमति देगा।

2.3. सतत जल गुणवत्ता प्रबंधन अभ्यास

इस विषय पर चर्चा के लिए दिशा-निर्देश लिया गया था कि अपर्याप्त भंडारण तंत्र की भूमिका खराब गुणवत्ता और पानी की कमी पर खेल रहे हैं। इस विशेष मुद्दे को संबोधित करने के लिए प्रस्ताव को सहभागी एकीकृत जलग्रहण प्रबंधन (PIWM) को अपनाना था।

2.3.1 पीआईडब्ल्यूएम

यह दृष्टिकोण डिजाइन द्वारा समग्र है, जिससे उनकी प्राथमिकताओं और आवश्यकताओं को निर्धारित करने के लिए शुरुआत में हितधारक जुड़ाव की आवश्यकता होती है और इस प्रकार अनुसंधान को तदनुसार निर्देशित किया जाता है। इसके अलावा, यह केवल भंडारण तंत्र के सुधार तक ही सीमित नहीं है, बल्कि जलीय पारिस्थितिक तंत्र में सुधार के लिए व्यापक कैचमेंट को ध्यान में रखता है, जो प्रमुख पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएं प्रदान करता है; उन्नत सिंचाई तंत्र, स्वास्थ्य सुधार आदि के माध्यम से आजीविका में सुधार; और पानी की गुणवत्ता और जल संसाधनों की समग्र निगरानी और प्रबंधन में सुधार।

key ecosystem services; improving livelihoods through enhanced irrigation mechanisms, health improvements etc; and improving overall monitoring and management of water quality and water resources.

3. Critical Gaps

A few key gaps were identified at the workshop and by the workshop leads that require attention.

3.1. Education and Citizen Science

- Development of educational programmes to support local community ownership and management of water resources.
- Education that creates an understanding of the 'value' of water
- Mapping of surface and ground water bodies (using valuation techniques such as spatial and case study-based analysis)
- Identifying and characterizing key water quality pollutants (point and non-point source pollutants)

3. समालोचनात्मक अंतराल

कार्यशाला में कुछ प्रमुख अंतरालों की पहचान की गई और कार्यशाला के माध्यम से लोगों को ध्यान देने की आवश्यकता है।

3.1. शिक्षा और नागरिक विज्ञान

- स्थानीय सामुदायिक स्वामित्व और जल संसाधनों के प्रबंधन का समर्थन करने के लिए शैक्षिक कार्यक्रमों का विकास।
- शिक्षा जो पानी के मूल्य 'की समझ पैदा करती है
- सतह और भूजल निकायों का मानचित्रण (स्थानिक और केस स्टडी-आधारित विश्लेषण जैसी मूल्यांकन तकनीकों का उपयोग करके)
- प्रमुख जल गुणवत्ता प्रदूषकों (बिंदु और गैर-बिंदु स्रोत प्रदूषकों) की पहचान करना और उन्हें चिह्नित करना

3.2. Large Scale Pollution Monitoring

Satellite imaging as an ‘eye’ to monitor pollution:

- LIDAR mapping
- Integrating digital data to map impacts
- Spatial mapping of pollutants, such as arsenic

In addition, advanced monitoring technology that includes sensor-based devices and communication networks for pollution monitoring at urban supply networks and river basins.

3.3. Waste Water Treatment

There is a significant need for more wastewater treatment plants around India, which have the capacity to treat wastewater to global standards and tackle water that is increasingly being polluted with contaminants of emerging concerns (CECs), such as personal care products, phthalate compound, etc.

Advanced treatment techniques and regulatory frameworks need to be designed for the Indian scenario, especially to treat municipal wastewater. During this workshop, various researchers proposed advanced wastewater treatment techniques, especially solar driven advanced oxidation processes and membrane techniques to address existing wastewater treatment issues. These should be seriously considered for application.

3.2. बड़े पैमाने पर प्रदूषण की निगरानी

प्रदूषण पर नजर रखने के लिए 'आंख' के रूप में सैटेलाइट इमेजिंग:

- लिडार मैपिंग
- प्रभावों को मैप करने के लिए डिजिटल डेटा को एकीकृत करना
- प्रदूषकों की स्थानिक मानचित्रण, जैसे कि आर्सेनिक

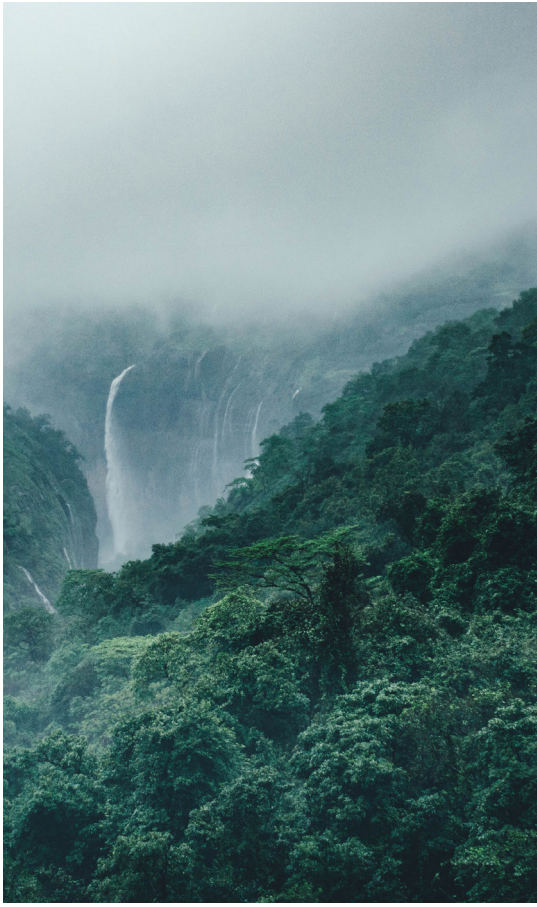
इसके अलावा, उन्नत निगरानी प्रौद्योगिकी जिसमें शहरी आपूर्ति नेटवर्क और नदी घाटियों पर प्रदूषण की निगरानी के लिए सेंसर-आधारित डिवाइस और संचार नेटवर्क शामिल हैं।

3.3. अपशिष्ट जल उपचार

भारत के चारों ओर अधिक अपशिष्ट जल उपचार संयंत्रों की महत्वपूर्ण आवश्यकता है, जो वैश्विक मानकों पर अपशिष्ट जल के उपचार की क्षमता रखते हैं और जल की बढ़ती संख्या जो कि बढ़ती चिंताओं (CECs) के प्रदूषकों, जैसे कि व्यक्तिगत देखभाल उत्पादों, फोथलेट यौगिक, आदि के साथ प्रदूषित हो रही है।

विशेष रूप से नगर निगम के अपशिष्ट जल के उपचार के लिए उन्नत उपचार तकनीकों और नियामक ढांचों को भारतीय परिदृश्य के लिए डिज़ाइन करने की आवश्यकता है।

इस कार्यशाला के दौरान, विभिन्न शोधकर्ताओं ने उन्नत अपशिष्ट जल उपचार तकनीकों, विशेष रूप से सौर चालित उन्नत ऑक्सीकरण प्रक्रियाओं और झिल्ली तकनीकों को मौजूदा अपशिष्ट जल उपचार मुद्दों को संबोधित करने का प्रस्ताव दिया। आवेदन के लिए इन पर गंभीरता से विचार किया जाना चाहिए।



3.4. Impact of Climate Change and Water Harvesting

Finally, a global issue that is impacting India and requires comprehensive and cohesive government policies to create an enabling environment, is the matter of rainwater harvesting. At the time of the workshop at the end of June 2019, Mumbai had one of the city's heaviest rainfalls in 45 years – it is unclear how much of this rain was harvested for use in increasingly lean, dry periods. Untreated wastewater, combined with dry reservoirs and water bodies, further exacerbate water quality issues, whilst ignoring a potential water source, when it is becoming increasingly proven that inter-seasonal variability in rainfall will continue to increase.

3.4. जलवायु परिवर्तन और जल संचयन का प्रभाव

अंत में, एक वैश्विक मुद्दा जो भारत को प्रभावित कर रहा है और एक सक्षम वातावरण बनाने के लिए व्यापक और सामंजस्यपूर्ण सरकारी नीतियों की आवश्यकता है, वर्षा जल संचयन की बात है। जून 2019 के अंत में कार्यशाला के समय, मुंबई में 45 वर्षों में शहर की सबसे भारी वर्षा में से एक थी - यह स्पष्ट नहीं है कि तेजी से दुबला, सूखा अवधि में उपयोग के लिए इस बारिश की कितनी फसल हुई थी। अनुपचारित अपशिष्ट जल, सूखे जलाशयों और जल निकायों के साथ मिलकर, जल की गुणवत्ता के मुद्दों को और बढ़ा देता है, जबकि एक संभावित जल स्रोत की अनदेखी कर रहा है, जब यह तेजी से साबित हो रहा है कि वर्षा में अंतर-मौसमी परिवर्तनशीलता में वृद्धि जारी रहेगी।

Back Cover Photo: Kerala, India (Unsplash)

INDIA-UK
Water Centre
भारत-यूके
जल केन्द्र

Natural
Environment
Research Council

सत्यमेव जयते

UK Centre for
Ecology & Hydrology

@IndiaUKWater

www.iukwc.org