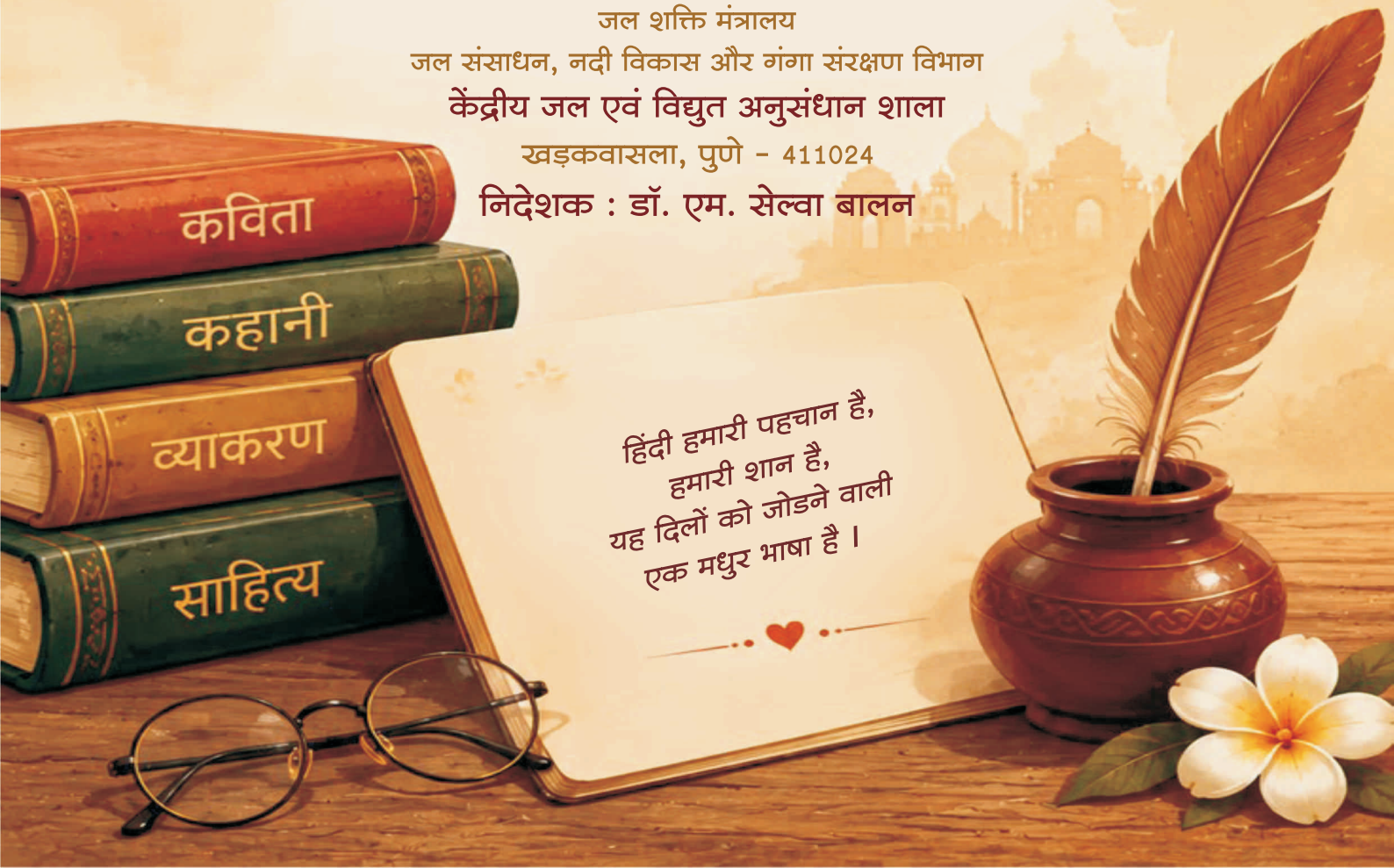
सत्यमेव जयते
भारत सरकार

हिंदी पत्रिका
जलवाणी
2026

जल शक्ति मंत्रालय
जल संसाधन, नदी विकास और गंगा संरक्षण विभाग
केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला
खड़कवासला, पुणे - 411024
निदेशक : डॉ. एम. सेल्वा बालन



सरस्वती वंदना



या कुन्देन्दुतुषारहारधवला या शुभ्रवस्त्रावृता
या वीणावरदण्डमण्डितकरा या श्वेतपद्मासना।
या ब्रह्माच्युत शंकरप्रभृतिभिर्देवैः सदा वन्दिता
सा मां पातु सरस्वती भगवती निःशेषजाड्यापहा ।।1।।

शुक्लां ब्रह्मविचार सार परमामाद्यां जगद्व्यापिनीं
वीणा-पुस्तक-धारिणीमभयदां जाड्यान्धकारापहाम्।
हस्ते स्फटिकमालिकां विदधतीं पद्मासने संस्थिताम्
वन्दे तां परमेश्वरीं भगवतीं बुद्धिप्रदां शारदाम् ।।2।।



सत्यमेव जयते
भारत सरकार

हिंदी पत्रिका
जलवाणी

तैंतीसवाँ पुष्प, वर्ष-2026

केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला
खड़कवासला, पुणे - 411024



हिंदी हमारी पहचान है,
हमारी शान है,
यह दिलों को जोडने वाली
एक मधुर भाषा है ।



अमन्त्रं अक्षरं नास्ति, नास्ति मूलमनौषधम्।

अयोग्यः पुरुषो नास्ति, योजकस्तत्र दुर्लभः।।

ऐसा कोई अक्षर नहीं है जिसमें मंत्र की शक्ति न हो, ऐसी कोई वनस्पति नहीं है जिसका औषधि के रूप में उपयोग न किया जा सके और ऐसा कोई मनुष्य नहीं है जो पूर्णतः अयोग्य हो। किंतु इनकी क्षमता को पहचानकर उनका उचित उपयोग करने वाला योजक दुर्लभ होता है।



संपादक मंडल

श्री मनोज कुमार वर्मा, संपादक

श्री विकास कुमार शुक्ला, सदस्य

श्री संजय नाथ झा, सदस्य

श्रीमती वर्षा जैन, सदस्य

सहयोग

श्री जी. ए. राजकुमार, राजभाषा अधिकारी

श्री प्रकाश चांगदेव गाडीलकर, सहायक निदेशक (राजभाषा)

श्री अभिषेक पाराशर, पुस्तकालय एवं सूचना सहायक

राजभाषा कार्यान्वयन समिति

डॉ. एम. सेल्वा बालन, निदेशक एवं अध्यक्ष

डॉ. जिवेश्वर सिन्हा
अपर निदेशक

श्री एम. के. वर्मा
वैज्ञानिक 'ई'

डॉ. (श्रीमती) प्राजक्ता गाडगे
वैज्ञानिक 'डी'

श्री अमित कुल्हारे
वैज्ञानिक 'डी'

श्री संजय नाथ झा
वैज्ञानिक 'बी'

मुख्य प्रशासन अधिकारी
राजभाषा अधिकारी

प्रकाश चांगदेव गाडीलकर
सहायक निदेशक (राजभाषा)
एवं सदस्य सचिव

डॉ. रेशमी के. वी.
संयुक्त निदेशक(सांख्यिकी)

श्री विकास कुमार शुक्ला
वैज्ञानिक 'डी'

मो. जियाउल कमर
वैज्ञानिक 'डी'

डॉ. अनिल बागवान
वैज्ञानिक 'बी'

श्रीमती पूजा चंद
वैज्ञानिक 'बी'

प्रभारी
तकनीकी समन्वय प्रभाग

प्रभारी
निर्माण क्रय एवं योजना प्रभाग

अनुक्रमणिका

इस अंक में

माननीय केन्द्रीय मंत्री, जल शक्ति मंत्रालय का संदेश

माननीय राज्य मंत्री, जल शक्ति मंत्रालय का शुभकामना संदेश

सचिव, जल शक्ति मंत्रालय, जल संसाधन, नदी विकास और गंगा संरक्षण विभाग का संदेश

निदेशक की कलम से

संपादकीय

लेख

- सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी में कंप्यूटर नेटवर्क एवं इंटरनेट सुरक्षा — 1
  अजित द. कदम, प्रताप सिंह सोलंकी
- त्रि -आयामी मुद्रण-भौतिक प्रारूप के भागों का निर्माण करने की एक नवीन तकनीक — 4
  ओमकार किरण साकुरीकर, गोलक चंद्र साहू, जी. व्ही. रमणा राव
- पुल स्तंभों के आसपास स्थानीय अपक्षरण : पुल सुरक्षा के लिए एक अदृश्य चुनौती — 10
  डॉ. अनुभव बरनवाल, एस. एस. केरीमानी
- मायावी एआई (आर्टिफ़िशियल इंटेलिजेन्स) : लैंगिक असमानता के बीच उभरता पानी का दृश्य संकट — 13
  श्रीमति कस्तूरी विनेश कत्ते, वीरेन्द्र कुमार बरोदिया
- कें.ज.वि.अ.शाला प्रयोगशालाओं की एनएबीएल मान्यता : गुणवत्ता एवं उत्कृष्टता की दिशा में एक महत्वपूर्ण उपलब्धि — 16
  श्रीमती लता गुप्ता, श्रीमती वर्षा जैन, डॉ. के. कुमार
- समुद्र में तेल रिसाव: समुद्री पर्यावरण के लिए बढ़ता खतरा और आधुनिक वैज्ञानिक समाधान — 22
  शिवानी साहू, शैलेन्द्र प्रताप, वैभव कोंडे, डॉ. एम. फणि कुमार
- सिंचाई नहरों में टेलीमेट्री प्रणाली के साथ वास्तविक-समय जल प्रवाह निगरानी प्रणाली का कार्यान्वयन — 26
  रॉकी, विनेश कत्ते
- मत्स्य बंदरगाह के विकास में गणितीय प्रतिरूपण अध्ययन का योगदान — 30
  एच. सी. पाटील, विजय डी. कोकणे, डॉ. एम. फणि कुमार
- के.ज.वि.अ.शा. : भारत की जल कूटनीति की तकनीकी रीढ़ — 35
  सचिन कुशवाहा, जोत्सना गो. आंबेकर, अरुणकुमार
- बांध स्थिरता एवं रिसाव नियंत्रण : साखरपा मृदा बाँध के संदर्भ में एक प्रकरण अध्ययन — 38
  श्रीमती पूजा चंद, डॉ. तनुश्री सामंता

लेख

- विकास की नींव के मौन शिल्पकार : भू-तकनीकी मृदा प्रयोगशाला सहायक की भूमिका 44
  चितरंजन
- कृत्रिम बुद्धिमत्ता के युग में वैज्ञानिक अनुसंधान और राजभाषा हिंदी : अवसर, चुनौतियाँ एवं भविष्य 46
  अभिषेक पाराशर
- मैं नदी हूँ: समय, संवेदना और प्रवाह का आख्यान 48
  प्रकाश चांगदेव गाडीलकर
- कोयना चरण-II की 80 मेगावाट विद्युत उत्पादन क्षमता वाली पेल्टन टरबाइन का दक्षता परीक्षण 51
  टी. के. साहू, श्री राहुल कदम, शोभित सिंह
- सटीक और विश्वसनीय जलमिति के लिए दूरमिति (टेलीमेट्री) परीक्षण और अंशांकन सुविधा 54
  प्र. क. डोरले
- बाँध और जीवन: एक हास्यपूर्ण समानांतर 57
  निर्भय नारायण सिंह
- कृत्रिम बुद्धिमत्ता: अनुसंधान संगठन की सबसे तेज़ सहकर्मी 59
  संजय नाथ झा
- चंबल घाटी के बीहड़ों का समन्वित प्रबंधन : गली अपरदन, तलछट एवं आजीविका की चुनौती 63
  सचिन भदौरिया, अमित कुल्हारे

कविताएँ

- जब हम माता पिता को समझने लगते हैं 69
  डॉ. अनुभव बरनवाल
- विज्ञान की बहती धारा 71
  चितरंजन
- हार के बाद जीत 72
  पंकज उनियाल

राजभाषा गतिविधियाँ

राजभाषा हिंदी के प्रगामी प्रयोग से संबंधित प्रमुख गतिविधियाँ (वर्ष: 2025-26) 74



उद्यमेन हि सिध्यन्ति कार्याणि न मनोरथैः।
न हि सुप्तस्य सिंहस्य विशन्ति वदने मृगाः।।

जिस प्रकार सोते हुए सिंह के मुँह में मृग स्वयं नहीं प्रवेश करता, उसी प्रकार केवल इच्छा करने से सफलता प्राप्त नहीं होती है। अपने कार्य को सिद्ध करने के लिए परिश्रम करना पड़ता है ।



सी आर पाटील
C R Paatil



सत्यमेव जयते

जल शक्ति मंत्री
भारत सरकार
Minister of Jal Shakti
Government of India

संदेश

केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला, पुणे को हिंदी दिवस एवं हिंदी पखवाड़ा 2026' के सफल आयोजन तथा संस्थान की प्रतिष्ठित वार्षिक हिंदी गृह-पत्रिका 'जलवाणी' के 33वें अंक के प्रकाशन पर मुझे अत्यंत प्रसन्नता हो रही है।

जल संसाधन प्रबंधन, बांध सुरक्षा, नदी एवं तटीय अभियांत्रिकी तथा राष्ट्रीय अवसंरचना विकास के क्षेत्र में अनुसंधान शाला का 110 वर्षों से अधिक का इतिहास तकनीकी उत्कृष्टता का प्रतीक है। संस्थान द्वारा देश की जल सुरक्षा और सतत विकास के लक्ष्यों को प्राप्त करने में दिया गया योगदान राष्ट्र निर्माण के प्रति इसकी प्रतिबद्धता को रेखांकित करता है।

सरकार की राजभाषा नीति के अनुरूप, हमारा यह निरंतर प्रयास है कि विज्ञान, प्रौद्योगिकी और अनुसंधान जैसे महत्वपूर्ण क्षेत्रों में हिंदी का प्रयोग केवल प्रशासनिक कार्यों तक सीमित न रहे, बल्कि यह ज्ञान के लोकतंत्रीकरण का माध्यम बने। जब जटिल वैज्ञानिक शोध और तकनीकी नवाचार सरल व सुबोध हिंदी में उपलब्ध होते हैं, तो यह न केवल जन-संवाद को सुदृढ़ करता है बल्कि देश के आम नागरिक और युवाओं की अनुसंधान में सहभागिता को भी सुनिश्चित करता है।

'जलवाणी' का यह नवीन अंक इस बात का प्रत्यक्ष प्रमाण है कि हमारी राजभाषा तकनीकी विषयों को अभिव्यक्त करने में पूरी तरह समर्थ है। मुझे विश्वास है कि यह पत्रिका शोधकर्ताओं, वैज्ञानिकों और अभियंताओं के मध्य ज्ञान-विनिमय का एक सशक्त मंच सिद्ध होगी।

मैं इस ज्ञानवर्धक पत्रिका के सफल संपादन और प्रकाशन के लिए संपादकीय मंडल, वैज्ञानिकों तथा समस्त कार्मिकों को हार्दिक बधाई देता हूँ और संस्थान के उज्ज्वल भविष्य की कामना करता हूँ।

शुभकामनाओं सहित ।

सी आर पाटील

जल शक्ति अभियान
संचय जल, बेहतर कल

Office : 210, Shram Shakti Bhawan, Rafi Marg, New Delhi-110 001
Tel: No. (011) 23711780, 23714663, 23714200, Fax : (011) 23710804
E-mail : minister-jalshakti@gov.in

डॉ. राज भूषण चौधरी
Dr. Raj Bhushan Choudhary

सत्यमेव जयते

जल शक्ति राज्य मंत्री
भारत सरकार
नई दिल्ली-110001
MINISTER OF STATE FOR JAL SHAKTI
GOVERNMENT OF INDIA
NEW DELHI - 110001



संदेश

मुझे यह जानकर अत्यंत हर्ष हो रहा है कि देश की अग्रणी अनुसंधान संस्था, केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला, पुणे द्वारा वर्ष 2026 के हिंदी पखवाड़े के शुभ अवसर पर अपनी गृह पत्रिका 'जलवाणी' का 33वाँ अंक प्रकाशित किया जा रहा है।

संस्थान ने जलविद्युत परियोजनाओं, जल प्रबंधन और बंदरगाह विकास के क्षेत्र में अपनी उत्कृष्ट तकनीकी विशेषज्ञता के माध्यम से राष्ट्र के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। तकनीकी नवाचारों के साथ-साथ संस्थान का राजभाषा के प्रति अनुराग सराहनीय है।

भारत सरकार की राजभाषा नीति 'अधिरोपण के बजाए प्रेरणा और प्रोत्साहन' के सिद्धांत पर आधारित है। कार्यालयीन कामकाज से लेकर तकनीकी रिपोर्ट में सरल, व्यावहारिक और सहज हिंदी का प्रयोग इस नीति का मूल मंत्र है। इस अनुसंधान शाला जैसी तकनीकी संस्थाओं द्वारा हिंदी में मौलिक लेखन को बढ़ावा देना राजभाषा के प्रगतिशील प्रयोग को एक नई दिशा और गति प्रदान करता है।

'जलवाणी' पत्रिका संस्थान की उपलब्धियों, अनुसंधान गतिविधियों और नवाचारों को अभिव्यक्त करने का एक प्रभावी माध्यम है। यह पत्रिका निश्चित ही वैज्ञानिक समुदाय और हिंदी प्रेमियों के लिए समान रूप से उपयोगी और प्रेरणादायी सिद्ध होगी।

इस अवसर पर मैं 'जलवाणी' के प्रकाशन से जुड़े संपादकीय मंडल, वैज्ञानिकों तथा अधिकारियों को बधाई देता हूँ तथा हिंदी पखवाड़ा 2026 के सभी आयोजनों की सफलता की कामना करता हूँ।

जय हिन्द।

(डॉ राजभूषण चौधरी)

215, श्रम शक्ति भवन, रफी मार्ग, नई दिल्ली -110 001, 215, Shram Shakti Bhawan, Rafi Marg, New Delhi-110 001
दूरभाष : (011) 23708419, 23718759, Tel. : (011) 23708419, 23718759
ई-मेल/E-mail : mos-mowr@nic.in

अर्चना वर्मा, भा.प्र.से.
सचिव
ARCHANA VARMA, IAS
Secretary



सत्यमेव जयते

भारत सरकार
जल शक्ति मंत्रालय
जल संसाधन, नदी विकास
और गंगा संरक्षण विभाग
GOVERNMENT OF INDIA
MINISTRY OF JAL SHAKTI
DEPARTMENT OF WATER RESOURCES,
RIVER DEVELOPMENT & GANGA REJUVENATION

संदेश

केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला, पुणे द्वारा 'हिंदी दिवस एवं हिंदी पखवाड़ा 2026' के सुअवसर पर अपनी प्रतिष्ठित गृह पत्रिका 'जलवाणी' के 33वें अंक का प्रकाशन किए जाने की जानकारी प्राप्त कर मुझे अत्यंत प्रसन्नता हुई है।

केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला ने अपने 110 वर्षों से अधिक के गौरवशाली यात्रा में जल संसाधन, नदी एवं जलीय अभियांत्रिकी, बांध सुरक्षा तथा तटीय अवसंरचना विकास जैसे जटिल क्षेत्रों में देश को जो तकनीकी नेतृत्व प्रदान किया है, वह अनुकरणीय है। संस्थान के वैज्ञानिकों और अभियंताओं का यह समर्पण देश के सतत विकास को गति दे रहा है।

भारत सरकार की राजभाषा नीति का मुख्य उद्देश्य प्रशासनिक और तकनीकी कार्यों में हिंदी के प्रयोग को सहज, सरल और व्यावहारिक बनाना है। एक वैज्ञानिक संस्थान के रूप में केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला की यह महती जिम्मेदारी है कि वह जटिल तकनीकी शोध और निष्कर्षों को राजभाषा हिंदी में प्रस्तुत करें, ताकि ज्ञान का प्रसार व्यापक स्तर पर हो सके। सरकारी कामकाज के साथ-साथ वैज्ञानिक लेखन में हिंदी का बढ़ता प्रयोग राजभाषा नीति के वास्तविक लक्ष्यों को प्राप्त करने की दिशा में एक ठोस कदम है।

'जलवाणी' पत्रिका तकनीकी ज्ञान के विनिमय का एक ऐसा सशक्त माध्यम बन चुकी है, जो न केवल संस्थान की अनुसंधान गतिविधियों को प्रदर्शित करती है, बल्कि राजभाषा में तकनीकी साहित्य को भी समृद्ध कर रही है। मुझे विश्वास है कि यह अंक शोधकर्ताओं और युवा वैज्ञानिकों के लिए अत्यंत उपयोगी साबित होगा।

मैं 'जलवाणी' के 33वें अंक के सफल प्रकाशन और हिंदी पखवाड़ा 2026 के सभी कार्यक्रमों के सफल आयोजन के लिए संपादकीय मंडल, वैज्ञानिकों तथा संस्थान के सभी अधिकारियों एवं कर्मचारियों को हार्दिक बधाई देती हूँ और उनके भविष्य के प्रयासों के लिए शुभकामनाएं प्रेषित करती हूँ।

शुभकामनाओं सहित।

(अर्चना वर्मा)

श्रम शक्ति भवन,रफी मार्ग, नई दिल्ली-110 001 / Shram Shakti Bhawan, Rafi Marg, New Delhi-110 001
Tel. : 011-23710305, 23715919, Fax : 011-23731553, E-mail : secy-mowr@nic.in, Website : http://www.mowr.gov.in

डॉ. एम. सेल्वा बालन
निदेशक



संदेश

मुझे यह जानकर प्रसन्नता है कि केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला, पुणे की गृह पत्रिका "जलवाणी-2026" का नवीन अंक प्रकाशित किया जा रहा है।

किसी भी अनुसंधान संस्था की पहचान उसकी वैज्ञानिक उपलब्धियों के साथ-साथ ज्ञान के सृजन, नवाचार और उसके प्रभावी प्रसार से होती है। केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला ने अपने वैज्ञानिक एवं तकनीकी कौशल, विशेषज्ञता और समर्पित मानव संसाधन के माध्यम से देश के जल संसाधन क्षेत्र में उल्लेखनीय योगदान दिया है। इन प्रयासों को निरंतर नई ऊँचाइयों तक ले जाना हमारी सामूहिक जिम्मेदारी है।

"जलवाणी" संस्थान की वैज्ञानिक, तकनीकी एवं राजभाषा संबंधी गतिविधियों को अभिव्यक्ति देने का एक महत्वपूर्ण मंच है। वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों को हिंदी में प्रस्तुत करने का यह प्रयास ज्ञान के व्यापक प्रसार के साथ-साथ राजभाषा हिंदी के प्रगतिशील प्रयोग को भी सुदृढ़ करता है।

मुझे विश्वास है कि इस अंक में प्रकाशित विविध आलेख एवं रचनाएँ पाठकों के ज्ञान में वृद्धि करने के साथ उन्हें नए विचारों और नवाचार के लिए प्रेरित करेंगी। इस अंक को सार्थक बनाने वाले सभी लेखकों, संपादकीय मंडल तथा सहयोगियों को मेरी हार्दिक बधाई एवं शुभकामनाएँ।

"केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला अनुसंधान, नवाचार और उत्कृष्टता की अपनी परंपरा को आगे बढ़ाते हुए राष्ट्र की जल संबंधी आवश्यकताओं की पूर्ति में निरंतर योगदान देता रहे, इसी शुभकामना के साथ 'जलवाणी-2026' के प्रकाशन हेतु हार्दिक बधाई एवं शुभकामनाएँ।"

पुणे
सितंबर, 2026

सेल्वा बालन
(डॉ. एम. सेल्वा बालन)

श्री मनोज कुमार वर्मा
वैज्ञानिक-'ई'.
संपादक



संपादकीय

प्रिय पाठकों,''जलवाणी-2026'' का यह नवीन अंक आपके समक्ष प्रस्तुत करते हुए हमें अत्यंत हर्ष एवं संतोष का अनुभव हो रहा है। यह पत्रिका केवल केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला, पुणे की गतिविधियों का दस्तावेज़ नहीं, अपितु जल विज्ञान, जल संसाधन प्रबंधन, तटीय एवं नदी अभियांत्रिकी तथा वैज्ञानिक अनुसंधान के क्षेत्र में विकसित हो रहे नवीन विचारों, तकनीकी उपलब्धियों और नवाचारों का सशक्त माध्यम है।वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन, बढ़ती जल-आवश्यकताओं तथा चरम मौसमी घटनाओं ने जल संसाधनों के वैज्ञानिक एवं सतत प्रबंधन को पहले से कहीं अधिक महत्त्वपूर्ण बना दिया है। इन चुनौतियों के समाधान के लिए अनुसंधान, नवाचार और तकनीकी दक्षता आवश्यक हैं। केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला अपने उच्चस्तरीय अनुसंधानों और अत्याधुनिक प्रौद्योगिकियों के माध्यम से राष्ट्र के जल अवसंरचना विकास में निरंतर महत्वपूर्ण योगदान दे रही है।

''जलवाणी'' का उद्देश्य इन वैज्ञानिक उपलब्धियों और तकनीकी ज्ञान को हिंदी के माध्यम से अधिकाधिक पाठकों तक पहुँचाना है, ताकि ज्ञान प्रयोगशालाओं तक सीमित न रहकर अभियंताओं, शोधार्थियों, विद्यार्थियों तथा सामान्य पाठकों के लिए भी सहज रूप से उपलब्ध हो सके।इस अंक में जल संसाधन प्रबंधन, अनुसंधान, नवीन तकनीकों, संस्थान की उपलब्धियों, राजभाषा गतिविधियों तथा साहित्यिक अभिव्यक्तियों से संबंधित विविध सामग्री को सम्मिलित किया गया है। हमें विश्वास है कि यह अंक ज्ञानवर्धन के साथ-साथ वैज्ञानिक चिंतन एवं नवाचार को भी प्रोत्साहित करेगा।

इस अंक को समृद्ध बनाने वाले सभी वैज्ञानिकों, अधिकारियों, कर्मचारियों एवं रचनाकारों के प्रति मैं हार्दिक आभार व्यक्त करता हूँ। पाठकों के सुझाव एवं रचनात्मक सहयोग भविष्य में भी ''जलवाणी'' को और अधिक उत्कृष्ट एवं उपयोगी बनाने में हमारा मार्गदर्शन करते रहेंगे।आइए, ज्ञान, अनुसंधान, नवाचार और राजभाषा हिंदी के समन्वय से जल संरक्षण एवं जल प्रबंधन के प्रति जागरूक और उत्तरदायी समाज के निर्माण में अपनी सक्रिय भागीदारी सुनिश्चित करें।

सितंबर, 2026
पुणे

(मनोज कुमार वर्मा)
वैज्ञानिक 'ई'



संगच्छध्वं संवदध्वं सं वो मनांसि जानताम्।।

साथ चलें, मिलकर संवाद करें और हमारे विचारों में सामंजस्य हो।



सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी में कंप्यूटर नेटवर्क एवं इंटरनेट सुरक्षा



अजित द. कदम
वैज्ञानिक 'बी'



प्रताप सिंह सोलंकी
वैज्ञानिक 'सी'

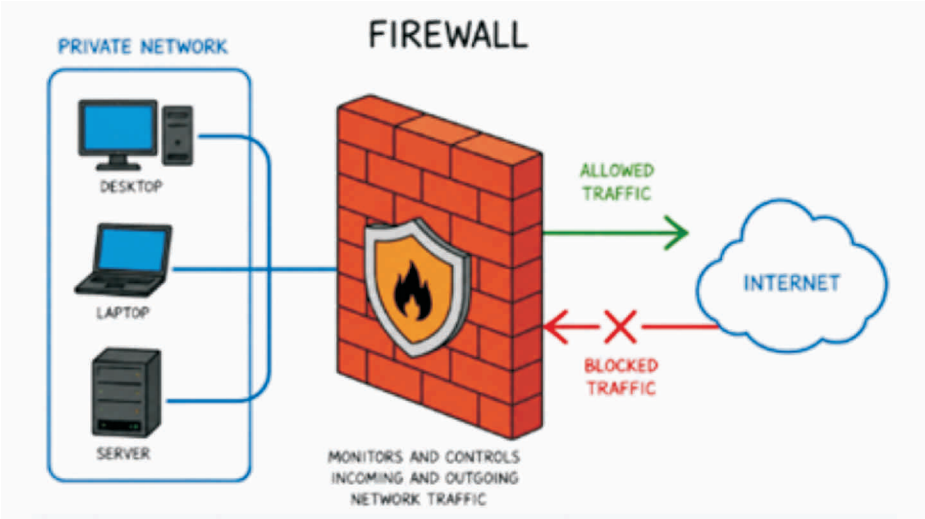
परिचय:

कंप्यूटर नेटवर्क दो या दो से अधिक कंप्यूटरों और अन्य डिजिटल उपकरणों को जोड़ने वाली एक प्रणाली है। यह उपयोगकर्ताओं को डेटा, फ़ाइलें, प्रिंटर, इंटरनेट तथा अन्य संसाधनों को साझा करने की सुविधा प्रदान करता है। इंटरनेट विश्व का सबसे बड़ा कंप्यूटर नेटवर्क है, जिसने संपूर्ण विश्व को आपस में जोड़ दिया है। वर्तमान युग सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (ICT) तथा डिजिटल क्रांति का युग है। यहाँ सूचना का आदान-प्रदान, संचार और विभिन्न सेवाएँ मुख्य रूप से कंप्यूटर नेटवर्क के माध्यम से ही संचालित होती हैं। आज इंटरनेट हमारे दैनिक जीवन के साथ-साथ अनुसंधान सेवाओं का भी अनिवार्य हिस्सा बन गया है। इसने संपूर्ण विश्व को एक वैश्विक मंच (Global Platform) पर ला खड़ा किया है, जहाँ कुछ ही सेकंडों में सूचनाओं का आदान-प्रदान संभव है। वैश्विक स्तर पर लाखों-करोड़ों कंप्यूटर और नेटवर्क विभिन्न संचार माध्यमों से जुड़े हुए हैं। इसके माध्यम से उपयोगकर्ता जानकारी प्राप्त करने, ईमेल भेजने, वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग करने, ऑनलाइन शिक्षा प्राप्त करने तथा विभिन्न ई-सेवाओं का लाभ उठाने में सक्षम हुए हैं।

हाल के वर्षों में स्मार्टफ़ोन, सस्ती इंटरनेट सेवाओं और नवीन डिजिटल तकनीकों के कारण शिक्षा, बैंकिंग, ई-कॉमर्स, स्वास्थ्य सेवाओं, सोशल मीडिया और ऑनलाइन भुगतान के क्षेत्र में इंटरनेट का उपयोग अत्यधिक बढ़ा है। जैसे-जैसे इंटरनेट पर हमारी व्यक्तिगत, वित्तीय और संस्थागत जानकारियों की निर्भरता बढ़ रही है, वैसे-वैसे साइबर सुरक्षा का महत्त्व भी बढ़ रहा है। इंटरनेट पर सक्रिय साइबर अपराधी हैकिंग, फिशिंग, मालवेयर, रैनसमवेयर, पहचान की चोरी (Identity Theft) एवं डेटा चोरी (Data Theft) और ऑनलाइन धोखाधड़ी जैसी तरीकों के माध्यम से उपयोगकर्ताओं को निशाना बना सकते हैं। अतः केवल इंटरनेट का उपयोग करना ही पर्याप्त नहीं है, बल्कि इसका सुरक्षित और ज़िम्मेदारी भरा उपयोग सीखना भी उतना ही आवश्यक है।

मजबूत पासवर्ड का उपयोग, बहु-कारक प्रमाणीकरण (Multi-Factor Authentication) को अपनाना, सॉफ्टवेयर को नियमित रूप से अद्यतन (Update) रखना, विश्वसनीय एंटीवायरस का प्रयोग करना, केवल सुरक्षित वेबसाइटों का उपयोग करना तथा साइबर सुरक्षा के प्रति निरंतर जागरूक रहना-ये सभी उपाय साइबर खतरों की आशंका को प्रभावी रूप से कम करने में सहायक सिद्ध होते हैं। डिजिटल सेवाओं के निरंतर विस्तार तथा इंटरनेट उपयोगकर्ताओं

की बढ़ती संख्या के साथ-साथ साइबर सुरक्षा, डेटा गोपनीयता और डिजिटल साक्षरता का महत्व भी निरंतर बढ़ता जा रहा है। ऐसे परिदृश्य में सुरक्षित, विश्वसनीय और सशक्त डिजिटल पारिस्थितिकी तंत्र के निर्माण के लिए प्रभावी साइबर सुरक्षा उपायों को अपनाना समय की अनिवार्य आवश्यकता है। फ़ायरवॉल एक हार्डवेयर, सॉफ़्टवेयर अथवा दोनों का संयोजन हो सकता है। इसका मुख्य उद्देश्य किसी कंप्यूटर, सर्वर या संपूर्ण नेटवर्क को अनधिकृत पहुँच तथा हानिकारक नेटवर्क ट्रैफ़िक से सुरक्षित रखना है। यह नेटवर्क के प्रवेश और निकास बिंदु (Entry Exit points) पर स्थापित होकर प्रत्येक डेटा पैकेट का निरीक्षण करता है तथा निर्धारित सुरक्षा नीति के अनुसार उसे स्वीकार (Allow) या अस्वीकार (Deny) करता है।



चित्र 1: फ़ायरवॉल

जैसे-जैसे संगठनों में क्लाउड कंप्यूटिंग, ई-कॉमर्स, ई-गवर्नेंस, ऑनलाइन बैंकिंग तथा दूरस्थ कार्य (Remote Working) का विस्तार हुआ है, सुरक्षा का महत्त्व और बढ़ गया है। असुरक्षित नेटवर्क पर हैकर और स्वचालित दुर्भावनापूर्ण प्रोग्राम आसानी से संवेदनशील सूचनाओं तक पहुँच सकते हैं। ऐसी स्थिति में फ़ायरवॉल एक सुरक्षा अवरोध (Security Barrier) के रूप में कार्य करता है और केवल अधिकृत संचार को ही अनुमति देता है।

नेटवर्क और इंटरनेट सुरक्षा के मुख्य उपाय

- मजबूत पासवर्ड एवं बहु-कारक प्रमाणीकरण का उपयोग करें।
- फ़ायरवॉल का प्रयोग: अनधिकृत नेटवर्क ट्रैफ़िक को रोकें।
- एंटीवायरस एवं एंटी-मालवेयर सॉफ़्टवेयर का नियमित रूप से उपयोग करें।
- ऑपरेटिंग सिस्टम और अन्य सॉफ़्टवेयर को अद्यतन रखें।
- नियमित अंतराल पर महत्वपूर्ण डेटा का बैकअप लें।
- समय-समय पर नेटवर्क सुरक्षा ऑडिट और जोखिम मूल्यांकन करें।

कंप्यूटर नेटवर्क और इंटरनेट सुरक्षा का महत्व:

- साइबर हमलों से बचाव: यह हैकिंग, फ़िशिंग, रैनसमवेयर, वायरस, ट्रोजन, स्पाइवेयर और डिनायल ऑफ़ सर्विस (DoS/DDoS) जैसे हमलों से नेटवर्क को होने वाली गंभीर क्षति से बचाता है।
- डेटा की गोपनीयता की रक्षा: यह सुनिश्चित करता है कि संवेदनशील जानकारी केवल अधिकृत व्यक्तियों तक ही सीमित रहे। जिससे गलत निर्णयों, वित्तीय नुकसान और प्रशासनिक समस्याओं से बचा जा सके।
- डेटा की अखंडता (Data Integrity) बनाए रखना: सुरक्षा उपाय यह सुनिश्चित करते हैं कि डेटा में बिना अनुमति कोई परिवर्तन न हो, डेटा अखंडता प्रभावित होने से अनुसंधान कार्य प्रभावित हो सकता है तथा प्रशासनिक समस्याएं भी उत्पन्न हो सकती हैं।
- दूरस्थ कार्य (Remote Work) की सुरक्षा: सुरक्षित वीपीएन (VPN), बहु-कारक प्रमाणीकरण (MFA) और एन्क्रिप्शन के माध्यम से घर या अन्य स्थानों से कार्यालयीन कार्य करना सुरक्षित बनता है।

केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला में साइबर सुरक्षा का कार्यान्वयन :

भारत सरकार के दिशानिर्देशों के अनुपालन में केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला ने एक सुदृढ़ साइबर सुरक्षा नीति लागू की है। यह नीति नेटवर्क को बाहरी साइबर हमलों से सुरक्षित रखने में सहायता करती हैं। अनुसंधान शाला में बाहरी साइबर हमलों से नेटवर्क की सुरक्षा हेतु गेटवे-स्तरीय फ़ायरवॉल स्थापित है। इससे अतिरिक्त प्रत्येक कंप्यूटर/टर्मिनल की व्यक्तिगत सुरक्षा के लिए एंडपॉइंट सुरक्षा प्रणाली (EPSAV) लागू की गई है। वैध सॉफ़्टवेयर, सभी कंप्यूटर लाइसेंस-युक्त ऑपरेटिंग सिस्टम के साथ सरकारी GeM (Government e-Marketplace) पोर्टल के माध्यम से क्रय किए गए हैं। सूचना प्रौद्योगिकी प्रभाग द्वारा सुरक्षित इंटरनेट उपयोग और साइबर सुरक्षा पर नियमित जागरूकता कार्यक्रमों का आयोजन किया जाता है। हमारी आधिकारिक वेबसाइट ने सुरक्षा ऑडिट प्रमाणन प्राप्त किया है।

निष्कर्ष :

कंप्यूटर नेटवर्क और इंटरनेट आज के आधुनिक अनुसंधान कार्य का आधार हैं। इनके बिना आधुनिक शोध व विकास की कल्पना करना असंभव है। हालाँकि, बढ़ते साइबर जोखिमों को देखते हुए सुरक्षा नीतियाँ, आधुनिक सुरक्षा तकनीकें, नियमित सुरक्षा ऑडिट और उपयोगकर्ताओं की व्यक्तिगत जागरूकता ही एक सुरक्षित डिजिटल वातावरण का निर्माण कर सकती हैं। कंप्यूटर नेटवर्क और इंटरनेट की सुरक्षा केवल एक तकनीकी आवश्यकता नहीं, बल्कि व्यक्तिगत, संस्थागत और राष्ट्रीय हितों की रक्षा का एक अत्यंत महत्त्वपूर्ण आधार है।

संदर्भ:

1. https://www.nist.gov/cyberframework
2. https://www.cisa.gov/topics/cybersecurity-best-practices
3. https://www.cisco.com/site/us/en/learn/topics/security/what-is-network-security.html

त्रि -आयामी मुद्रण - भौतिक प्रारूप के भागों का निर्माण करने की एक नवीन तकनीक



ओमकार किरण साकुरीकर
वैज्ञानिक 'सी'



गोलक चंद्र साहू
वैज्ञानिक 'डी'



जी. व्ही. रमणा राव
वैज्ञानिक 'ई'

केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला (कें.ज.वि.अ.शाला) में जलीय, नदी, तटीय तथा जल संसाधन संबंधी अभियांत्रिकी अध्ययनों के लिए उच्च परिशुद्धता वाले भौतिक प्रारूपों का निर्माण कई दशकों से किया जाता रहा है। इन प्रारूपों के विभिन्न भागों का निर्माण परंपरागत रूप से मशीनिंग, ढलाई, काष्ठकला, सीएनसी मशीनिंग तथा अन्य पारंपरिक निर्माण तकनीकों के माध्यम से किया जाता रहा है। यद्यपि ये विधियाँ विश्वसनीय एवं प्रभावी हैं, तथापि जटिल आकृतियों वाले प्रारूप भागों के निर्माण में अपेक्षाकृत अधिक समय, श्रम तथा लागत की आवश्यकता होती है।

इन्हीं आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए प्रारूप निर्माण प्रक्रिया को आधुनिक, तीव्र एवं अधिक दक्ष बनाने के उद्देश्य से केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला में त्रि-आयामी मुद्रण (3D Printing) सुविधा स्थापित की गई, जिसका उद्घाटन 19 जनवरी, 2026 को किया गया। यह सुविधा प्रारूप भागों के त्वरित, सटीक तथा किफायती निर्माण की दिशा में एक महत्त्वपूर्ण उपलब्धि है। त्रि-आयामी मुद्रण (एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग) के आगमन ने प्रारूप निर्माण के क्षेत्र में एक नई तकनीकी क्रांति का मार्ग प्रशस्त किया है। इस तकनीक के माध्यम से जटिल ज्यामितीय आकृतियों वाले भागों का निर्माण उच्च आयामी शुद्धता, कम समय तथा अधिक डिज़ाइन लचीलेपन के साथ किया जा सकता है। इस आधुनिक तकनीक को अपनाकर केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला अपनी प्रारूप निर्माण क्षमता को और अधिक सुदृढ़ तथा प्रभावी बना रहा है।

त्रि-आयामी मुद्रण तकनीक

इस सुविधा में मुख्यतः थर्मोप्लास्टिक फिलामेंट का उपयोग किया जाता है। पीएलए (पॉलीलैक्टिक अम्ल) तथा पीईटीजी (पॉलीएथिलीन टेरेफ्थेलेट ग्लाइकोल) जैसे फिलामेंट अपनी उत्कृष्ट आयामी शुद्धता, न्यून विकृति, सरल मुद्रण प्रक्रिया तथा अपेक्षाकृत कम लागत के कारण जलीय भौतिक प्रारूप अध्ययनों हेतु प्रारूप भागों के निर्माण के लिए अत्यंत उपयुक्त सिद्ध होते हैं। इस सुविधा में मुख्यतः फ्यूज़्ड डिपोज़िशन मॉडलिंग (FDM) तकनीक का उपयोग किया जाता है। इस प्रक्रिया में कंप्यूटर आधारित त्रि-आयामी अभिकल्प (3D CAD Model) के अनुसार थर्मोप्लास्टिक फिलामेंट को गर्म करके परत-दर-परत जमा किया जाता है, जिससे वांछित संरचना का प्रारूप भाग निर्मित होता है। त्रि-आयामी मुद्रण एक एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग प्रक्रिया है, जिसमें कंप्यूटर आधारित त्रि-आयामी अभिकल्प के आधार पर किसी वस्तु का निर्माण परत-दर-परत किया जाता है। पारंपरिक निर्माण विधियों में जहाँ ठोस सामग्री से

अनावश्यक भाग हटाकर अंतिम आकृति प्राप्त की जाती है, वहीं त्रि-आयामी मुद्रण में केवल आवश्यक स्थानों पर ही सामग्री जोड़ी जाती है। परिणामस्वरूप सामग्री की बर्बादी न्यूनतम होती है तथा जटिल ज्यामितीय संरचनाओं का निर्माण भी सहजता से संभव हो जाता है।

त्रि-आयामी मुद्रण प्रक्रिया के प्रमुख चरण

- कंप्यूटर आधारित त्रि-आयामी (3D CAD) अभिकल्प तैयार करना।
- अभिकल्प को एसटीएल (STL -Standard Tessellation Language) प्रारूप में परिवर्तित करना।
- स्लाइसिंग सॉफ्टवेयर की सहायता से अभिकल्प को सूक्ष्म परतों में विभाजित करना।
- चयनित त्रि-आयामी मुद्रण तकनीक द्वारा वस्तु का परत-दर-परत निर्माण करना।
- आवश्यकता के अनुसार सपोर्ट संरचना हटाना तथा सतह परिष्करण, क्योरिंग एवं अन्य पोस्ट-प्रोसेसिंग कार्य संपन्न करना।

त्रि-आयामी मुद्रण की प्रमुख तकनीकें

विभिन्न औद्योगिक एवं अनुसंधान संबंधी आवश्यकताओं के अनुरूप अनेक प्रकार की एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग तकनीकें उपलब्ध हैं। इनमें प्रमुख तकनीकें निम्नलिखित हैं-

- फ्यूज़्ड डिपोज़िशन मॉडलिंग (FDM):

इस तकनीक में पीएलए, पीईटीजी, एबीएस (एक्रिलोनाइट्राइल ब्यूटाडीन स्टाइरीन) तथा नायलॉन जैसे थर्मोप्लास्टिक फिलामेंट का उपयोग किया जाता है। यह अपेक्षाकृत किफायती तकनीक है तथा प्रोटोटाइप एवं कार्यात्मक भागों के निर्माण में व्यापक रूप से प्रयुक्त होती है।

- स्टीरियोलिथोग्राफी (SLA):

इस तकनीक में पराबैंगनी (णत) प्रकाश से कठोर होने वाली रेज़िन का उपयोग किया जाता है, जिससे उत्कृष्ट सतह गुणवत्ता तथा उच्च आयामी शुद्धता प्राप्त होती है। यह जटिल एवं सूक्ष्म मॉडल भागों के निर्माण के लिए उपयुक्त है।

- सेलेक्टिव लेज़र सिंटरिंग (SLS):

इस तकनीक द्वारा बिना सपोर्ट संरचना के टिकाऊ नायलॉन भागों का निर्माण किया जाता है। यह जटिल अभियांत्रिकी घटकों के निर्माण के लिए विशेष रूप से उपयुक्त है।

- सेलेक्टिव लेज़र मेल्टिंग (SLM) तथा डायरेक्ट मेटल लेज़र सिंटरिंग (DMLS):

इन तकनीकों का उपयोग धातु के उच्च शक्ति एवं टिकाऊ भागों के निर्माण के लिए किया जाता है तथा ये उन्नत अभियांत्रिकी अनुप्रयोगों में व्यापक रूप से प्रयुक्त होती हैं।

केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला में त्रि-आयामी मुद्रण के प्रमुख लाभ

जलीय भौतिक प्रारूपों के निर्माण में त्रि-आयामी मुद्रण तकनीक अपनाने से निम्नलिखित लाभ प्राप्त हो रहे हैं-

- जटिल ज्यामितीय आकृतियों का त्वरित एवं सटीक निर्माण।

- निर्माण समय में उल्लेखनीय कमी।
- उच्च आयामी शुद्धता तथा उत्कृष्ट पुनरुत्पादन क्षमता।
- अतिरिक्त औजारों के बिना डिज़ाइन में त्वरित संशोधन की सुविधा।
- सामग्री की न्यूनतम बर्बादी।
- विशेष प्रयोजन हेतु आवश्यक भागों का किफायती निर्माण।
- आंतरिक मार्गों, वक्राकार सतहों तथा जटिल प्रवाह घटकों का निर्माण।
- प्रारूप भागों का डिजिटल संग्रहण तथा आवश्यकता पड़ने पर पुनः निर्माण की सुविधा।
- समान भागों के निर्माण में उच्च स्तर की एकरूपता।

त्रि-आयामी मुद्रण के लिए प्रमुख सामग्री

त्रि-आयामी मुद्रण (3D Printing) में प्रयुक्त सामग्री का चयन वस्तु की कार्यात्मक आवश्यकता, यांत्रिक गुणों, पर्यावरणीय परिस्थितियों तथा अपेक्षित सतह गुणवत्ता के आधार पर किया जाता है। विभिन्न प्रकार के फिलामेंट अपनी विशिष्ट विशेषताओं के कारण अलग-अलग अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त होते हैं। प्रमुख सामग्रियों का संक्षिप्त विवरण निम्नलिखित है -

सामग्री	प्रमुख विशेषताएँ	सामान्य उपयोग	विस्तृत विवरण
पीएलए (पॉलीलैक्टिक अम्ल)	मुद्रण में सरल, कम लागत, पर्यावरण-अनुकूल, कम तापमान पर मुद्रित होने योग्य	सामान्य प्रारूप भागों तथा प्रोटोटाइप का निर्माण	पीएलए त्रि-आयामी मुद्रण में सर्वाधिक प्रयुक्त होने वाली सामग्री (फिलामेंट) है। इसे मुद्रित करना सरल होता है तथा इसमें सिकुड़न (Shrinkage) अपेक्षाकृत कम होती है। यह अच्छी सतह गुणवत्ता एवं पर्याप्त कठोरता प्रदान करता है। यद्यपि यह उच्च तापमान अथवा अत्यधिक यांत्रिक भार वाले अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त नहीं है, फिर भी संरचनात्मक परीक्षण, प्रदर्शन प्रारूप (Display Models) तथा प्रारंभिक प्रोटोटाइप निर्माण के लिए अत्यंत उपयोगी है।
एबीएस (एक्रिलो-नाइट्राइल ब्यूटाडीन स्टाइरीन)	मजबूत, टिकाऊ, प्रभाव-प्रतिरोधी तथा उच्च तापमान सहनशील	यांत्रिक भाग, ऑटोमोबाइल घटक, इलेक्ट्रॉनिक आवरण	एबीएस एक उच्च गुणवत्ता वाला इंजीनियरिंग प्लास्टिक है, जो पीएलए की तुलना में अधिक ताप एवं आघात सहन करने में सक्षम है। इसका उपयोग उन भागों के निर्माण में किया जाता है जहाँ अधिक मजबूती एवं दीर्घकालिक स्थायित्व अपेक्षित हो। हालांकि मुद्रण के दौरान वार्पिंग (Warping) की संभावना होने के कारण नियंत्रित तापमान वाले वातावरण की आवश्यकता होती है।

सामग्री	प्रमुख विशेषताएँ	सामान्य उपयोग	विस्तृत विवरण
पीईटीजी (पॉलीइथा-इलीन टेरेफ्थेलेट ग्लाइकोल)	मजबूत, टिकाऊ, रासायनिक प्रतिरोधी तथा नमी के प्रति स्थिर	प्रारूप सहायक भाग, कंटेनर, प्रोटोटाइप तथा कार्यात्मक घटक	पीईटीजी, पीएलए की सरल मुद्रण क्षमता तथा एबीएस की मजबूती के बीच संतुलन प्रदान करता है। यह अपेक्षाकृत अधिक लचीला, प्रभाव-प्रतिरोधी तथा टिकाऊ होता है। जहाँ मजबूती, टिकाऊपन और उत्तम सतह गुणवत्ता अपेक्षित हो, वहाँ इसका व्यापक उपयोग किया जाता है। बाहरी वातावरण में भी इसका प्रदर्शन संतोषजनक रहता है।
नायलॉन	उच्च शक्ति, घिसाव प्रतिरोधी, लचीला तथा उत्कृष्ट यांत्रिक गुण	कार्यात्मक अभियांत्रिकी भाग, गियर, बेयरिंग तथा औद्योगिक घटक	नायलॉन एक उच्च-प्रदर्शन इंजीनियरिंग सामग्री है, जो घर्षण तथा निरंतर यांत्रिक तनाव को प्रभावी ढंग से सहन कर सकती है। इसका उपयोग मशीन के पुर्जों, गियर, जॉइंट तथा अन्य औद्योगिक घटकों के निर्माण में किया जाता है। चूँकि यह वातावरण से नमी अवशोषित करता है, इसलिए मुद्रण से पूर्व इसका उचित भंडारण एवं सुखाना आवश्यक होता है।
टीपीयू (थर्मोप्लास्टिक पॉलीयूरेथेन)	अत्यधिक लचीला, रबर जैसी बनावट, उत्कृष्ट झटका एवं कंपन अवशोषण क्षमता	सील, गैस्केट, तथा लचीले संयोजक	टीपीयू एक लचीला फिलामेंट है, जो मुड़ने अथवा दबाव पड़ने के बाद भी अपना मूल आकार बनाए रखता है। जहाँ लचीलापन, कंपन अवशोषण तथा प्रभाव-प्रतिरोध आवश्यक हो, वहाँ इसका उपयोग किया जाता है। यह सुरक्षात्मक कवर, सील, गैस्केट तथा अन्य लचीले औद्योगिक घटकों के निर्माण के लिए उपयुक्त है।

पारंपरिक निर्माण एवं त्रि-आयामी मुद्रण की तुलना

पारंपरिक निर्माण तकनीकों तथा त्रि-आयामी मुद्रण के बीच अनेक महत्त्वपूर्ण अंतर हैं। विभिन्न तकनीकी एवं आर्थिक मानकों के आधार पर इनकी तुलना निम्नलिखित है -

मापदंड	पारंपरिक निर्माण	त्रि-आयामी मुद्रण	विस्तृत विवरण
निर्माण समय	अपेक्षाकृत अधिक	अपेक्षाकृत कम	मशीनिंग, ढलाई तथा मोल्डिंग जैसी पारंपरिक प्रक्रियाओं में अनेक चरणों की आवश्यकता होती है, जिससे निर्माण में अधिक समय लगता है। इसके विपरीत, त्रि-आयामी मुद्रण में डिजिटल अभिकल्प के आधार पर सीधे वस्तु का निर्माण किया जाता है, जिससे प्रोटोटाइप तथा छोटे भागों का निर्माण अत्यंत शीघ्रता से संभव होता है।
औजारों की आवश्यकता	अधिक	न्यूनतम	पारंपरिक निर्माण में विशेष मशीनों, मोल्ड, डाई तथा विभिन्न औजारों की आवश्यकता होती है, जिनकी तैयारी में अतिरिक्त समय एवं लागत लगती है। त्रि-आयामी मुद्रण में मुख्यतः डिजिटल अभिकल्प तथा त्रि-आयामी मुद्रक (3D Printer) की आवश्यकता होती है, जिससे औजारों पर निर्भरता बहुत कम हो जाती है।

मापदंड	पारंपरिक निर्माण	त्रि-आयामी मुद्रण	विस्तृत विवरण
डिज़ाइन संशोधन	कठिन	अत्यंत सरल	पारंपरिक निर्माण में डिज़ाइन परिवर्तन के लिए नए मोल्ड अथवा उपकरण तैयार करने पड़ते हैं। इसके विपरीत, त्रि-आयामी मुद्रण में केवल डिजिटल CAD अभिकल्प में संशोधन करके नया भाग तुरंत निर्मित किया जा सकता है।
जटिल आकृतियों का निर्माण	सीमित	अत्यंत सक्षम	पारंपरिक तकनीकों द्वारा जटिल आंतरिक संरचनाएँ, खोखले भाग अथवा विशेष ज्यामितीय आकृतियाँ बनाना कठिन एवं महँगा हो सकता है। त्रि-आयामी मुद्रण द्वारा ऐसे भागों का निर्माण सरलता एवं उच्च शुद्धता के साथ किया जा सकता है।
पुनरुत्पादन क्षमता	मध्यम	उच्च	पारंपरिक निर्माण में समान भागों का उत्पादन संभव है, किंतु डिज़ाइन परिवर्तन होने पर प्रक्रिया में संशोधन आवश्यक हो सकता है। त्रि-आयामी मुद्रण में एक ही डिजिटल अभिकल्प के आधार पर बार-बार समान गुणवत्ता एवं आयामी शुद्धता वाले भागों का निर्माण किया जा सकता है।

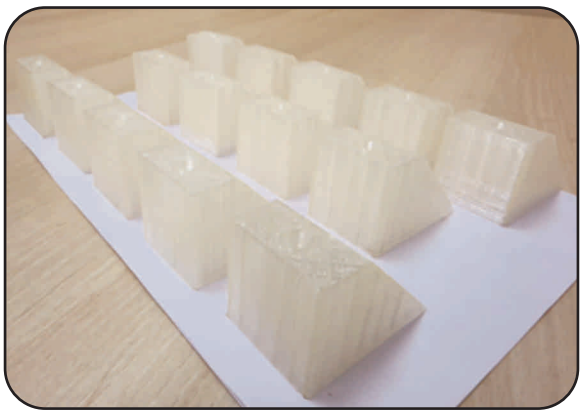
केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला में त्रिआयामी मुद्रण द्वारा सफलतापूर्वक निर्मित प्रमुख पुर्जे

त्रि-आयामी मुद्रण सुविधा की स्थापना के पश्चात केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला में विभिन्न अनुसंधान परियोजनाओं के लिए अनेक उपयोगी प्रारूप भाग एवं अभियांत्रिकी घटकों का सफलतापूर्वक निर्माण किया गया है। इनमें प्रमुख रूप से निम्नलिखित घटक सम्मिलित हैं-

- ब्रिज पियर मॉडल
- फ्रिक्शन ब्लॉक
- कंक्रीट ब्लॉक मोल्ड
- प्रवाह मार्ग (Flow Channel) संबंधी घटक
- विशेष प्रयोजन के अनुसंधान मॉडल
- जलीय भौतिक प्रारूपों के सहायक संरचनात्मक भाग
- प्रयोगशाला परीक्षणों हेतु अनुकूलित अभियांत्रिकी घटक



(क) पारंपरिक तथा त्रि-आयामी मुद्रण से बने ब्रिज पियर का प्रारूप (ख) बारापुल्ला ब्रिज का प्रारूप



(ग) कोसी बाँध प्रारूप के घर्षणखंड

निष्कर्ष

त्रि-आयामी मुद्रण जलीय अभियांत्रिकी के लिए भौतिक प्रारूप भागों के निर्माण के क्षेत्र में एक महत्त्वपूर्ण तकनीकी उपलब्धि है। यह तकनीक जटिल आकृतियों वाले भागों का त्वरित, सटीक एवं पुनरुत्पादन योग्य निर्माण सुनिश्चित करती है तथा पारंपरिक निर्माण विधियों की तुलना में समय, लागत और सामग्री- तीनों की दृष्टि से अधिक प्रभावी सिद्ध होती है। केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला में त्रि-आयामी मुद्रण सुविधा की स्थापना के उपरांत इसका उपयोग ब्रिज पियर मॉडल, फ्रिक्शन ब्लॉक, कंक्रीट ब्लॉक मोल्ड तथा अन्य अनुसंधान संबंधी घटकों के निर्माण में सफलतापूर्वक किया जा रहा है। वर्तमान निर्माण सुविधाओं के साथ इस तकनीक के प्रभावी एकीकरण से केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला भविष्य की जलीय प्रारूप जाँच एवं जल संसाधन अभियांत्रिकी अनुसंधान की आवश्यकताओं के अनुरूप एक आधुनिक, लचीली, दक्ष तथा आत्मनिर्भर निर्माण प्रणाली विकसित करने की दिशा में सुदृढ़ कदम बढ़ा रहा है।

पुल स्तंभों के आसपास स्थानीय अपक्षरण : पुल सुरक्षा के लिए एक अदृश्य चुनौती



डॉ. अनुभव बरनवाल
वैज्ञानिक 'बी'



एस. एस. केरीमानी
वैज्ञानिक 'डी'

पृष्ठभूमि :

कल्पना कीजिए कि किसी नदी पर निर्मित एक विशाल पुल, जो वर्षों से लाखों लोगों की आवाजाही का माध्यम रहा हो, अचानक बाढ़ के दौरान क्षतिग्रस्त हो जाए। बाहरी रूप से पुल पूरी तरह सुरक्षित दिखाई दे सकता है, किंतु नदी के भीतर उसकी नींव के आसपास एक ऐसी प्रक्रिया निरंतर चलती रहती है, जो धीरे-धीरे उसकी स्थिरता को कमजोर करती रहती है। इस प्रक्रिया को स्थानीय अपक्षरण (Local Scour) कहा जाता है।



(क)



(ख)



(ग)

चित्र 1: भारत में बाढ़ एवं स्थानीय अपक्षरण से प्रभावित पुलों के उदाहरण-(क) कोटद्वार- नजीबाबाद रेलवे पुल, उत्तराखंड (2016), (ख) वैनगंगा नदी पर सड़क पुल, मध्य प्रदेश (2020), तथा (ग) कांची नदी पर पुल, झारखंड (2021)।

स्थानीय अपक्षरण किसी प्रवाह क्षेत्र में स्थित अवरोध, जैसे पुल स्तंभ (Bridge Pier), के आसपास नदी तल के कटाव की एक प्राकृतिक प्रक्रिया है। सामान्य परिस्थितियों में यह प्रकृति का स्वाभाविक व्यवहार है, किंतु जब यह पुलों, बाँधों, बैराजों तथा अन्य जल संरचनाओं की नींव को प्रभावित करती है, तब यह एक गंभीर इंजीनियरिंग, आर्थिक एवं सामाजिक समस्या का रूप धारण कर लेती है। बड़े निवेश से निर्मित अवसंरचनाओं की सुरक्षा के साथ-साथ मानव जीवन एवं संपत्ति की रक्षा भी इस समस्या से प्रत्यक्ष रूप से जुड़ी हुई है।

विश्व स्तर पर स्थानीय अपक्षरण की गंभीरता :

स्थानीय अपक्षरण केवल भारत ही नहीं, बल्कि विश्वभर में पुल विफलताओं के प्रमुख कारणों में से एक माना जाता है। विभिन्न अध्ययनों के अनुसार वैश्विक स्तर पर लगभग 64 प्रतिशत पुल विफलताएँ स्थानीय अपक्षरण से संबंधित हैं। संयुक्त राज्य अमेरिका में पिछले तीन दशकों के दौरान ध्वस्त हुए एक हजार से अधिक पुलों में लगभग 60 प्रतिशत मामलों में नींव का अपक्षरण प्रमुख कारण पाया गया। इसी प्रकार न्यूज़ीलैंड तथा चीन में भी अनेक पुल बाढ़ एवं स्थानीय अपक्षरण के कारण क्षतिग्रस्त या ध्वस्त हुए हैं।

भारत में स्थिति :

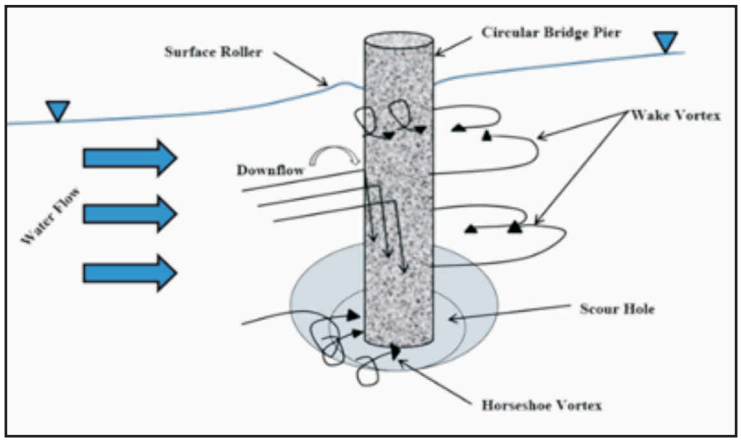
भारत विशाल एवं विविध नदी प्रणालियों वाला देश है। मानसूनी बाढ़, तीव्र प्रवाह तथा बदलती जलवायु परिस्थितियों के कारण यहाँ स्थानीय अपक्षरण की समस्या और भी गंभीर हो जाती है। वर्ष 2016 में महाराष्ट्र की सावित्री नदी पर हुई पुल दुर्घटना ने इस समस्या की गंभीरता की ओर पूरे देश का ध्यान आकर्षित किया। इसके बाद वर्ष 2018 में केरल में आई भीषण बाढ़ के दौरान 134 पुल क्षतिग्रस्त अथवा नष्ट हो गए, जबकि कर्नाटक के कोडागु क्षेत्र में आई बाढ़ से लगभग 240 पुल प्रभावित हुए। विभिन्न अध्ययनों के अनुसार, पिछले चार दशकों में भारत में लगभग 1100 पुल बाढ़ के प्रभाव से ध्वस्त हुए हैं। वर्ष 2023 में हिमालयी क्षेत्र में ग्लेशियर झील फटने (Glacial Lake Outburst Flood-GLOF) से उत्पन्न आकस्मिक बाढ़ ने अनेक पुलों, सड़कों तथा अन्य जल संरचनाओं को व्यापक क्षति पहुँचाई। ये घटनाएँ इस तथ्य को रेखांकित करती हैं कि सुरक्षित एवं टिकाऊ अवसंरचना के लिए स्थानीय अपक्षरण का समुचित आकलन और वैज्ञानिक समझ अत्यंत आवश्यक है।

पुल स्तंभों के आसपास स्थानीय अपक्षरण कैसे विकसित होता है ?

जब जलधारा किसी पुल स्तंभ से टकराती है, तब उसके अग्रभाग में उच्च दाब का क्षेत्र विकसित होता है। इसके परिणामस्वरूप प्रवाह नीचे की ओर मुड़ता है, जिसे डाउन फ्लो (Down Flow) कहा जाता है। यह प्रवाह नदी तल से टकराकर घोड़े की नाल के आकार का एक भंवर उत्पन्न करता है, जिसे हॉर्सशू वॉर्टेक्स (Horseshoe Vortex) कहा जाता है। यही भंवर स्थानीय अपक्षरण का प्रमुख कारण माना जाता है। इसके अतिरिक्त स्तंभ के पीछे कम दाब का क्षेत्र बनता है, जहाँ वेक वॉर्टेक्स (Wake Vortex) उत्पन्न होते हैं। इन दोनों प्रकार के भंवरों की संयुक्त क्रिया नदी तल की मिट्टी एवं अवसादों को हटाकर धीरे-धीरे एक अपक्षरण छिद्र (Scour Hole) का निर्माण करती है।

स्थानीय अपक्षरण को प्रभावित करने वाले प्रमुख कारक :

स्थानीय अपक्षरण की गहराई अनेक ज्यामितीय, हाइड्रोलिक, अवसादी तथा समय-संबंधी कारकों पर निर्भर करती है। पुल स्तंभ की चौड़ाई, उसका आकार तथा प्रवाह के सापेक्ष उसकी स्थिति प्रमुख ज्यामितीय कारक हैं। इसी प्रकार प्रवाह वेग, जल की गहराई तथा फ्रूड संख्या (Froude Number) हाइड्रोलिक परिस्थितियों को नियंत्रित करते हैं। नदी तल के अवसादों का औसत कण आकार (d50) तथा उनकी असमानता (σg) भी स्थानीय अपक्षरण की तीव्रता को प्रभावित करती है। इसके अतिरिक्त बाढ़ की अवधि तथा प्रवाह का इतिहास भी स्कौर गहराई के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।



चित्र 2: वृत्ताकार पुल स्तंभ के आसपास विकसित होने वाले प्रमुख प्रवाह तंत्र-डाउन फ्लो (Down Flow), हॉर्सशू वॉर्टेक्स (Horseshoe Vortex), वेक वॉर्टेक्स (Wake Vortex) तथा उनसे उत्पन्न स्थानीय अपक्षरण (Local Scour) का योजनात्मक चित्र।

चुनौतियाँ एवं भविष्य की आवश्यकता :

स्थानीय अपक्षरण का सटीक आकलन आज भी एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। इसका प्रमुख कारण यह है कि प्रवाह एवं अवसाद के बीच पारस्परिक संबंध अत्यंत जटिल तथा गैर-रेखीय होते हैं। नदी की भौतिक परिस्थितियाँ समय के साथ बदलती रहती हैं और क्षेत्रीय आँकड़ों की उपलब्धता भी सीमित होती है। परिणामस्वरूप कोई एक समीकरण अथवा मॉडल सभी नदियों एवं परिस्थितियों पर समान रूप से लागू नहीं किया जा सकता।

वर्तमान समय में भौतिक मॉडल अध्ययन, कम्प्यूटेशनल फ्लुइड डायनेमिक्स (Computational Fluid Dynamics-CFD), मशीन लर्निंग तथा रियल-टाइम मॉनिटरिंग जैसी आधुनिक तकनीकें स्थानीय अपक्षरण के अधिक सटीक आकलन एवं पूर्वानुमान में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। इन तकनीकों के समन्वित उपयोग से भविष्य में अधिक सुरक्षित, विश्वसनीय एवं जलवायु-अनुकूल पुल संरचनाओं का विकास संभव हो सकेगा।

भारत में केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला (CWPRS), पुणे सहित विभिन्न अनुसंधान संस्थान भौतिक मॉडल अध्ययन, संख्यात्मक मॉडलिंग तथा क्षेत्रीय निरीक्षणों के माध्यम से पुलों एवं अन्य जल संरचनाओं के आसपास होने वाले अपक्षरण का अध्ययन कर सुरक्षित एवं टिकाऊ अवसंरचना के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दे रहे हैं।

निष्कर्ष :

स्थानीय अपक्षरण एक प्राकृतिक प्रक्रिया अवश्य है, किंतु इसके परिणाम अत्यंत गंभीर हो सकते हैं। विश्वभर में हजारों पुलों की विफलताओं ने यह सिद्ध कर दिया है कि पुलों की सुरक्षा केवल मजबूत संरचनात्मक अभिकल्प (Structural Design) पर निर्भर नहीं करती, बल्कि नदी की गतिशीलता, बाढ़ प्रवाह तथा स्थानीय अपक्षरण के वैज्ञानिक आकलन पर भी आधारित होती है।

भारत जैसे बाढ़-प्रवण देश में स्थानीय अपक्षरण की समस्या को समझना तथा भौतिक मॉडल अध्ययन, कम्प्यूटेशनल फ्लुइड डायनेमिक्स, मशीन लर्निंग और रियल-टाइम निगरानी जैसी आधुनिक वैज्ञानिक तकनीकों का प्रभावी उपयोग समय की आवश्यकता है। सुरक्षित, टिकाऊ एवं जलवायु-अनुकूल पुल अवसंरचना के निर्माण हेतु स्थानीय अपक्षरण पर सतत अनुसंधान, नियमित निगरानी तथा वैज्ञानिक प्रबंधन अत्यंत आवश्यक है।

मायावी एआई (आर्टिफ़िशियल इंटेलिजेन्स) : लैंगिक असमानता के बीच उभरता पानी का दृश्य संकट



श्रीमती कस्तूरी विनेश कत्ते
वैज्ञानिक 'बी'



वीरेन्द्र कुमार बरोदिया
वैज्ञानिक 'बी'

महिलाएँ आज भी पानी की जद्दोजहद में अपना समय, श्रम और अवसर गंवा रही हैं। दूसरी ओर, मायावी प्रतीत होने वाली कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) चुपचाप करोड़ों लीटर पानी की खपत कर एक नए जल संकट को जन्म दे रही है, जिसका भार अंततः पहले से ही जल-संकट झेल रही महिलाओं और किशोरियों पर पड़ रहा है। यह समय समझने का है कि तकनीकी प्रगति तभी सार्थक और न्यायपूर्ण कही जा सकती है, जब वह जल-न्याय और लैंगिक समानता के साथ आगे बढ़े।

साल 2026 में विश्व जल दिवस मनाते समय यह स्वीकार करना आवश्यक है कि जल संकट का सबसे मानवीय और संघर्षपूर्ण चेहरा महिलाएँ और लड़कियाँ ही हैं। संयुक्त राष्ट्र के अनुसार, जल-संकटग्रस्त क्षेत्रों में पानी लाने की लगभग 80 प्रतिशत जिम्मेदारी महिलाओं पर है। सिर पर मटका तथा हाथों में बाल्टी या ड्रम लेकर वे प्रतिदिन पानी जुटाने में लगभग 25 करोड़ घंटे व्यतीत कर देती हैं। यही समय उनकी शिक्षा, आजीविका और बेहतर स्वास्थ्य पर लगाया जा सकता था।

यह केवल श्रम का प्रश्न नहीं, बल्कि अधिकार और अस्तित्व का भी विषय है। पानी की कमी का सीधा प्रभाव लड़कियों की शिक्षा तथा महिलाओं की विशिष्ट स्वास्थ्य आवश्यकताओं पर पड़ता है। मासिक धर्म स्वच्छता से लेकर सुरक्षित प्रसव तक, विश्व की लगभग 27 प्रतिशत महिलाएँ पर्याप्त जल उपलब्ध न होने के कारण स्वास्थ्य संबंधी जोखिमों का सामना करती हैं। विडंबना यह है कि जल प्रबंधन का सबसे अधिक व्यावहारिक अनुभव रखने वाली महिलाओं की निर्णय लेने वाली समितियों में भागीदारी 17 प्रतिशत से भी कम है। यह स्थिति दर्शाती है कि पानी के प्रबंधन का अधिकांश श्रम महिलाओं द्वारा किया जाता है, जबकि उससे जुड़े अधिकार और नीतिगत निर्णय प्रायः पुरुषों के हाथों में केंद्रित हैं। इसलिए इस वर्ष की थीम ''वॉटर एंड जेंडर'' केवल एक नारा नहीं, बल्कि समानता, सहभागिता और सम्मान की माँग है।

एआई : जल संकट का नया आयाम

इसी संदर्भ में यदि वर्तमान तकनीकी युग पर दृष्टि डालें, तो एक नया, अपेक्षाकृत अदृश्य किंतु तेजी से उभरता हुआ जल संकट सामने आता है - कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence) तथा उसे संचालित करने वाले विशाल डेटा सेंटर।

सामान्यतः हम एआई को मोबाइल ऐप, चैटबॉट या चित्र बनाने वाले डिजिटल उपकरण के रूप में देखते हैं और उसे लगभग आभासी मान लेते हैं। किंतु इन सुविधाओं के पीछे अत्यंत भौतिक अवसंरचना कार्यरत होती है- हजारों सर्वरों से युक्त विशाल डेटा सेंटर, जिनमें अरबों ट्रांजिस्टर वाली चिपें चौबीसों घंटे कार्य करती रहती हैं। एआई मॉडल चलाने के दौरान ये चिपें अत्यधिक विद्युत ऊर्जा की खपत करती हैं, जिससे उनमें बहुत अधिक ऊष्मा उत्पन्न होती है। यदि इस ऊष्मा को नियंत्रित न किया जाए, तो चिपों की कार्यक्षमता घट सकती है, वे क्षतिग्रस्त हो सकती हैं तथा पूरा सिस्टम प्रभावित हो सकता है। इसलिए उन्हें निरंतर ठंडा रखना अनिवार्य होता है। यहीं से पानी की भूमिका आरंभ होती है। डेटा सेंटरों में बड़े पैमाने पर जल-आधारित चिलर तथा कूलिंग टॉवर लगाए जाते हैं, जिनके माध्यम से सर्वरों का तापमान नियंत्रित रखा जाता है।

उपलब्ध आकलनों के अनुसार, एक मध्यम आकार का डेटा सेंटर केवल कूलिंग के लिए प्रतिवर्ष लगभग 11 करोड़ गैलन पानी की खपत कर सकता है, जो लगभग 1,000 घरों की वार्षिक जल आवश्यकता के बराबर है। वहीं बड़े डेटा सेंटर प्रतिदिन 50 लाख गैलन तक पानी उपयोग कर सकते हैं। एक अकेला डेटा सेंटर वर्ष भर में उतना पानी उपयोग कर सकता है, जितना 10,000 से 50,000 जनसंख्या वाले किसी कस्बे या छोटे नगर की आवश्यकता के बराबर हो। विकसित देशों में डेटा सेंटरों की तीव्र वृद्धि के कारण अनेक स्थानों पर स्थानीय प्रशासन को घरेलू उपयोग की तुलना में उद्योगों और डिजिटल अवसंरचना के लिए अधिक जल आवंटित करना पड़ रहा है। यह स्थिति उस समय उत्पन्न हो रही है, जब विश्व में लगभग 2.2 अरब लोग सुरक्षित पेयजल से वंचित हैं, लगभग 4 अरब लोग वर्ष में कम-से-कम एक महीने गंभीर जल संकट का सामना करते हैं, जबकि 70 करोड़ से अधिक लोग जलाभाव के कारण विस्थापन के जोखिम में हैं। दूसरी ओर, करोड़ों महिलाएँ आज भी प्रतिदिन पानी की तलाश में लंबी दूरी तय करने के लिए विवश हैं।

एआई की जल-खपत, जिसे वाटर फुटप्रिंट कहा जाता है, केवल डेटा सेंटर तक सीमित नहीं होती। इसकी शुरुआत उस सेमीकंडक्टर चिप के निर्माण से होती है, जिस पर एआई मॉडल संचालित होता है। सेमीकंडक्टर चिपों के निर्माण और उनकी सफाई में अत्यधिक मात्रा में अतिशुद्ध पानी का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार के पानी के उत्पादन के लिए सामान्य जल की कहीं अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है। परिणामस्वरूप, एक अकेली चिप डेटा सेंटर तक पहुँचने से पहले ही हजारों गैलन पानी की अप्रत्यक्ष खपत कर चुकी होती है। इसके बाद एआई मॉडल चलाने के दौरान उसे ठंडा रखने के लिए अतिरिक्त पानी की आवश्यकता पड़ती है।

एआई की ऊर्जा आवश्यकताओं के कारण इसकी जल-खपत और भी बढ़ जाती है। डेटा सेंटरों को संचालित करने के लिए बड़ी मात्रा में बिजली की आवश्यकता होती है और विश्व के अनेक देशों में यह बिजली आज भी कोयला एवं गैस आधारित तापीय विद्युत संयंत्रों से प्राप्त होती है, जिनमें भारी मात्रा में पानी उपयोग होता है। वर्ल्ड एनर्जी आउटलुक तथा वर्ल्ड वाटर डेवलपमेंट रिपोर्ट के अनुसार, अमेरिका, चीन और फ्रांस सहित अनेक देशों में कुल जल उपयोग का लगभग 30 से 40 प्रतिशत भाग ऊर्जा उत्पादन में व्यय होता है। इसका एक भाग शीतलन के बाद गर्म पानी के रूप में वापस लौटता है, जिससे नदियों और झीलों की पारिस्थितिकी प्रभावित होती है, जबकि दूसरा भाग वाष्प बनकर अनुपलब्ध हो जाता है। इस प्रकार डेटा सेंटरों में प्रत्यक्ष रूप से प्रयुक्त पानी के अतिरिक्त, उनकी ऊर्जा आवश्यकताओं के पीछे भी एक बड़ा छिपा हुआ जल पदचिह्न (Hidden Water Footprint) मौजूद होता है।

यह आधुनिक समय का एक गहरा विरोधाभास है। एक ओर वह लड़की है, जो प्रतिदिन विद्यालय जाने से पहले दो से तीन किलोमीटर पैदल चलकर पानी लाती है और अनेक बार इसी कारण उसकी पढ़ाई बाधित हो जाती है। दूसरी ओर, एक डेटा सेंटर है जिसका अधिकांश हिस्सा गैर जरुरी प्रांप्ट से भरा हो, जो दिनभर में उतना पानी उपयोग कर रहा है, जितना उस लड़की अथवा उसके जैसी सैकड़ों-हजारों महिलाओं ने अपने जीवन में कभी एक साथ देखा भी न हो।

दोनों ही एक ही सीमित मीठे जल संसाधन पर निर्भर हैं, किंतु निर्णय लेने की क्षमता, संसाधनों तक पहुँच तथा उनसे प्राप्त लाभ में अत्यधिक असमानता है। एआई आधारित सेवाओं का सबसे अधिक लाभ अपेक्षाकृत समृद्ध वर्गों- कॉर्पोरेट क्षेत्र, विकसित देशों तथा शहरी मध्यम एवं उच्च वर्ग- को प्राप्त होता है, जबकि जल संकट का सबसे अधिक प्रभाव उन समुदायों पर पड़ता है, जिनकी जल संसाधनों पर सबसे कम पहुँच है और जिनका जीवन आज भी पानी जुटाने के संघर्ष में बीतता है।

इसका अर्थ यह कतई नहीं कि एआई अनुचित है अथवा तकनीक का विरोध किया जाना चाहिए। वास्तविक प्रश्न यह है कि एआई का विकास किस प्रकार, किस कीमत पर और किस सामाजिक उत्तरदायित्व के साथ किया जा रहा है। यदि एआई स्वास्थ्य, शिक्षा, कृषि, जलवायु अनुसंधान अथवा आपदा पूर्वानुमान जैसे क्षेत्रों में सकारात्मक योगदान देता है, तो उसका स्वागत होना चाहिए। किंतु यह तभी न्यायसंगत होगा, जब उसके विकास और संचालन में प्रयुक्त जल उन समुदायों के अधिकारों और आवश्यकताओं को प्रभावित न करे, जो पहले से ही गंभीर जल संकट झेल रहे हैं।

अब समय आ गया है कि एआई विकसित करने वाली कंपनियाँ अपने मॉडल की कुल जल-खपत का पारदर्शी विवरण सार्वजनिक करें तथा डेटा सेंटरों में पुनर्चक्रित अथवा गैर-पेयजल के उपयोग को प्राथमिकता दें। साथ ही, आम नागरिकों में भी यह जागरूकता विकसित की जानी चाहिए कि प्रत्येक अनावश्यक एआई प्रोसेसिंग के पीछे अतिरिक्त जल और ऊर्जा की खपत जुड़ी होती है। इसका अर्थ यह नहीं कि हम एआई का उपयोग बंद कर दें, बल्कि यह कि उसका विवेकपूर्ण और आवश्यकता-आधारित उपयोग करें। साथ ही, नीति-निर्माताओं और तकनीकी कंपनियों से यह प्रश्न भी पूछा जाना चाहिए कि ''आपका एआई कितना स्मार्ट है?'' के साथ-साथ ''वह कितना पानी उपयोग करता है?''

हमें यह सुनिश्चित करना होगा कि एआई और डेटा सेंटरों की बढ़ती जल-आवश्यकता, जल-संकटग्रस्त समुदायों के अधिकारों और आवश्यकताओं पर प्राथमिकता न प्राप्त करे। एआई का प्रश्न केवल एल्गोरिद्म और मॉडल आर्किटेक्चर का नहीं, बल्कि जल, सामाजिक न्याय और लैंगिक समानता का भी है। जल मानव की मूलभूत आवश्यकता है और उसकी उपलब्धता को सर्वोच्च प्राथमिकता मिलनी चाहिए। वास्तव में जिम्मेदार तकनीक वही होगी, जो इस सत्य को स्वीकार करते हुए अपने प्रत्येक विस्तार में जल संरक्षण तथा उससे जुड़े मानवीय पक्षों को केंद्र में रखे।

❁❁❁❁❁

योगः कर्मसु कौशलम् ।।

कर्म में कुशलता ही योग है।

केंज.वि.अ.शाला प्रयोगशालाओं की एनएबीएल मान्यता : गुणवत्ता एवं उत्कृष्टता की दिशा में एक महत्त्वपूर्ण उपलब्धि



श्रीमती लता गुप्ता,
वैज्ञानिक 'डी'



श्रीमती वर्षा जैन,
वैज्ञानिक 'बी'



डॉ. के. कुमार,
वैज्ञानिक 'ई'

केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला (केंज.वि.अ.शाला) देश की सबसे पुरानी एवं प्रतिष्ठित अनुसंधान संस्थाओं में से एक है। एक शताब्दी से अधिक समय से यह संस्था जल शक्ति मंत्रालय, भारत सरकार के अधीन जल संसाधन अभियांत्रिकी तथा उससे संबंधित विविध क्षेत्रों में अनुसंधान, परीक्षण, परामर्श और तकनीकी सेवाएँ प्रदान कर रही है। अपनी अत्याधुनिक परीक्षण प्रयोगशालाओं के माध्यम से केंज.वि.अ.शाला ने अनेक दशकों से विभिन्न सरकारी विभागों, सार्वजनिक उपक्रमों, निजी उद्योगों तथा अनुसंधान संस्थानों को विश्वसनीय परीक्षण एवं अंशांकन सेवाएँ उपलब्ध कराकर उत्कृष्टता की एक सुदृढ़ परंपरा स्थापित की है।

वर्तमान समय में वैज्ञानिक परीक्षणों की विश्वसनीयता केवल उनकी तकनीकी गुणवत्ता से ही नहीं, बल्कि उनकी राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर पर स्वीकार्यता से भी निर्धारित होती है। यही कारण है कि प्रयोगशालाओं की कार्यप्रणाली का अंतरराष्ट्रीय मानकों के अनुरूप होना अत्यंत आवश्यक माना जाता है। इसी उद्देश्य की पूर्ति के लिए केंज.वि.अ.शाला ने अपनी परीक्षण प्रयोगशालाओं के लिए राष्ट्रीय परीक्षण एवं अंशांकन प्रयोगशाला प्रत्यायन बोर्ड (एनएबीएल)से मान्यता प्राप्त करने का निर्णय लिया।

केंज.वि.अ.शाला में एनएबीएल मान्यता की पहल

केंज.वि.अ.शाला की परीक्षण प्रयोगशालाओं को एनएबीएल मान्यता दिलाने की प्रक्रिया अगस्त 2025 में प्रारम्भ की गई। चूँकि संस्थान की प्रयोगशालाएँ परीक्षण (Testing) एवं अंशांकन (Calibration) श्रेणी में आती हैं, इसलिए उन पर आईएसओ/आईईसी 17025:2017 मानक लागू होता है। इस मानक की आवश्यकताओं, गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली तथा तकनीकी प्रावधानों से अधिकारियों एवं कर्मचारियों को परिचित कराने के उद्देश्य से 8 से 11 सितंबर, 2025 तक चार दिवसीय प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किया गया (चित्र-1)। इस प्रशिक्षण में लगभग 40 अधिकारियों एवं कर्मचारियों ने भाग लिया तथा प्रशिक्षण सफलतापूर्वक पूर्ण करने पर उन्हें प्रमाण-पत्र प्रदान किए गए।



(चित्र-1 चार दिवसीय प्रशिक्षण कार्यक्रम)

प्रशिक्षण के उपरांत सितंबर 2025 से एनएबीएल की परीक्षण श्रेणी के अंतर्गत आवेदन की औपचारिक प्रक्रिया प्रारम्भ की गई। इसके लिए आवश्यक दस्तावेजों की तैयारी, गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली का विकास, तकनीकी अभिलेखों का संधारण तथा प्रयोगशालाओं की कार्यप्रणाली को आईएसओ/आईईसी 17025:2017 की आवश्यकताओं के अनुरूप विकसित करने का कार्य योजनाबद्ध ढंग से आरम्भ किया गया।

प्रथम चरण में निम्नलिखित चार प्रयोगशालाओं को एनएबीएल मान्यता हेतु चयनित किया गया-

प्रयोगशाला



1.हाइड्रोलिक मशीनरी, कैविटेशन एवं इंस्ट्रूमेंटेशन (एचएमसीआई) प्रभाग की प्रवाह (फ्लो) प्रयोगशाला



2.ओपन चैनल प्रवाह हेतु करंट मीटर रेटिंग ट्रॉली प्रयोगशाला



3.जल गुणवत्ता प्रयोगशाला



4.रेडियो फ्रीक्वेंसी केबल एवं एंटीना परीक्षण हेतु टेलीमेट्री प्रयोगशाला

गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली की स्थापना

एनएबीएल मान्यता प्राप्त करने की दिशा में गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली (Quality Management System- QMS) की स्थापना सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण चरण है। यह एक सुव्यवस्थित एवं प्रलेखित व्यवस्था है, जिसके माध्यम से यह सुनिश्चित किया जाता है कि प्रत्येक परीक्षण निर्धारित मानक प्रक्रिया के अनुरूप संपादित हो तथा प्रत्येक अवसर पर सटीक, विश्वसनीय और एकरूप परिणाम प्राप्त हों। गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली केवल प्रक्रियाओं के दस्तावेजीकरण तक सीमित नहीं रहती, बल्कि प्रयोगशाला की समस्त गतिविधियों को व्यवस्थित, अनुरेखणीय और पारदर्शी बनाती है।गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली का उद्देश्य केवल प्रक्रियाओं का दस्तावेजीकरण करना नहीं, बल्कि योजना, संचालन, निगरानी, मूल्यांकन तथा सतत सुधार सहित प्रयोगशाला की समस्त गतिविधियों को इस प्रकार संचालित करना है कि प्रत्येक परीक्षण पूर्णतः विश्वसनीय, सटीक, निष्पक्ष तथा आईएसओ/आईईसी 17025:2017 और एनएबीएल की आवश्यकताओं के अनुरूप हो।



(चित्र-2 : कें.ज.वि.अ.शाला की प्रयोगशालाओं के एनएबीएल प्रमाणन के लिए गुणवत्ता प्रबंधन मुख्य टीम)

एनएबीएल मूल्यांकन की प्रक्रिया

कें.ज.वि.अ.शाला की परीक्षण प्रयोगशालाओं ने सभी आवश्यक तकनीकी एवं प्रलेखी तैयारियाँ पूर्ण करने के उपरांत 20 जनवरी 2026 को एनएबीएल पोर्टल पर मान्यता हेतु ऑनलाइन आवेदन प्रस्तुत किया। इसके पश्चात पूर्व निदेशक डॉ. प्रभातचंद्र, निदेशक श्री ए. ए. पुरोहित, अतिरिक्त निदेशक डॉ. एम. सेल्वा बालन तथा गुणवत्ता प्रबंधक डॉ. के. कुमार के मार्गदर्शन में मूल्यांकन की तैयारियाँ अंतिम रूप से पूरी की गईं। एनएबीएल द्वारा नामित प्रधान मूल्यांकनकर्ता तथा तकनीकी विशेषज्ञों के दल ने 14 एवं 15 मार्च, 2026 को कें.ज.वि.अ.शाला की परीक्षण प्रयोगशालाओं का प्रत्यक्ष मूल्यांकन किया। इस दौरान प्रयोगशालाओं की तकनीकी क्षमता, गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली, उपकरणों की अनुरेखणीयता, परीक्षण प्रक्रियाओं, कर्मचारियों की दक्षता तथा संबंधित अभिलेखों का विस्तृत परीक्षण किया गया।



चित्र-3 एनएबीएल लीड और तकनीकी ऑडिटिंग



चित्र-4 प्रवाह मापन प्रयोगशाला की ऑडिटिंग



चित्र-5 करंटमीटर प्रयोगशाला की ऑडिटिंग



चित्र-6 जलगुणवत्ता प्रयोगशाला की ऑडिटिंग



चित्र-7 टेलीमेट्री प्रयोगशाला की ऑडिटिंग



चित्र-8 एनएबीएल समापन बैठक

मूल्यांकन के दौरान विशेषज्ञ दल ने कुछ असंगतियों (Non-Conformities) की पहचान की। कें.ज.वि.अ.शाला की गुणवत्ता टीम तथा संबंधित प्रयोगशालाओं के वैज्ञानिकों और तकनीकी कर्मचारियों ने अत्यंत समर्पण एवं समन्वय के साथ इनका विस्तृत विश्लेषण कर आवश्यक सुधारात्मक कार्यवाइयाँ प्रारम्भ कीं। उल्लेखनीय है कि सभी असंगतियों का निराकरण मात्र चार से पाँच दिनों के भीतर कर उनका अनुपालन प्रतिवेदन एनएबीएल को प्रस्तुत कर दिया गया। यह उपलब्धि अनेक महीनों तक निरंतर किए गए सुनियोजित प्रयासों, वैज्ञानिक दृष्टिकोण, टीम भावना तथा गुणवत्ता के प्रति अटूट प्रतिबद्धता का परिणाम थी। सभी अधिकारियों, वैज्ञानिकों, अभियंताओं तथा तकनीकी कर्मचारियों के सामूहिक प्रयासों ने इस चुनौतीपूर्ण लक्ष्य को निर्धारित समय-सीमा के भीतर प्राप्त करना संभव बनाया।

इन सतत प्रयासों का सुखद परिणाम 31 मार्च, 2026 को प्राप्त हुआ, जब राष्ट्रीय परीक्षण एवं अंशांकन प्रयोगशाला प्रत्यायन बोर्ड (एनएबीएल) नेआईएसओ/आईईसी 17025:2017 के अनुरूप कें.ज.वि.अ.शाला की परीक्षण प्रयोगशालाओं को औपचारिक मान्यता प्रदान की।



National Accreditation Board for Testing and Calibration Laboratories

NABL

CERTIFICATE OF ACCREDITATION

CENTRAL WATER AND POWER RESEARCH STATION

has been assessed and accredited in accordance with the standard

ISO/IEC 17025:2017

"General Requirements for the Competence of Testing & Calibration Laboratories"

for its facilities at

KHADAKWASLA, PUNE, MAHARASHTRA, INDIA

in the field of

TESTING

Certificate Number: TC-17805

Issue Date: 31/03/2026 Valid Until: 30/03/2030

This certificate remains valid for the Scope of Accreditation as specified in the annexure subject to continued satisfactory compliance to the above standard & the relevant requirements of NABL.

(To see the scope of accreditation of this laboratory, you may also visit NABL website www.nabl-india.org)

Name of Legal Entity: CENTRAL WATER AND POWER RESEARCH STATION, DEPARTMENT OF WATER RESOURCES, RIVER DEVELOPMENT AND GANGA REJUVENATION, MINISTRY OF JAL SHAKTI

Signed for and on behalf of NABL

Anita Rani
Director

Dr. Ramanand N. Shukla
Chief Executive Officer

चित्र-9: कें.ज.वि.अ.शाला की परीक्षण प्रयोगशालाओं को प्राप्त एनएबीएल मान्यता प्रमाण-पत्र

कें.ज.वि.अ.शाला की परीक्षण प्रयोगशालाओं की प्रमुख उपलब्धियाँ

एनएबीएल मान्यता के अंतर्गत कें.ज.वि.अ.शाला की परीक्षण प्रयोगशालाओं का मूल्यांकन द्रव प्रवाह (Fluid Flow), रसायन (Chemical) तथा इलेक्ट्रॉनिक्स (Electronics) विषयों से संबंधित परीक्षणों के लिए किया गया। मान्यता के कार्यक्षेत्र में प्रयोगशाला (Laboratory) तथा स्थल (On-site) परीक्षणों सहित 37 परीक्षण मापदंड सम्मिलित हैं। यह व्यापक कार्यक्षेत्र कें.ज.वि.अ.शाला की तकनीकी क्षमता, परीक्षण सुविधाओं तथा गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली की सुदृढ़ता का परिचायक है।

हाइड्रोलिक मशीनरी, कैविटेशन एवं इंस्ट्रूमेंटेशन (एचएमसीआई) प्रभाग की प्रवाह प्रयोगशाला को जलविद्युत टरबाइनों के प्रदर्शन परीक्षण के लिए अंतरराष्ट्रीय मानक आईईसी 60041:1991 के अनुरूप मान्यता प्राप्त हुई है। यह

प्रयोगशाला स्थल पर 250 मेगावाट क्षमता तक की जलविद्युत इकाइयों के लिए प्रवाह, दाब तथा शक्ति मापन करने में सक्षम है। इसके अतिरिक्त, इसे प्राथमिक प्रवाह मानकों के आधार पर 7200 घन मीटर प्रति घंटा तक की क्षमता वाले जल मीटरों के उच्च-परिशुद्धता परीक्षण के लिए भी मान्यता प्राप्त है।

करंट मीटर रेटिंग ट्रॉली (सीएमआरटी) प्रयोगशाला को अंतरराष्ट्रीय मानक आईएसओ 3455:2021 के अनुरूप 7.5 मीटर प्रति सेकंड तक के खुले चैनल प्रवाह मापन के लिए मान्यता प्राप्त हुई है। उल्लेखनीय है कि इस प्रकार की सुविधा के लिए मान्यता प्राप्त करने वाली यह भारत की पहली प्रयोगशाला है, जो देश में प्रवाह मापन प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में कें.ज.वि.अ.शाला की अग्रणी भूमिका को रेखांकित करती है।

जल गुणवत्ता प्रयोगशाला आधुनिक प्रकाशीय (Optical Sensor-based) परीक्षण प्रणालियों से सुसज्जित है। यह प्रयोगशाला पीएच (pH), घुलित ऑक्सीजन, मटमैलापन, विद्युत चालकता, जैव-रासायनिक ऑक्सीजन माँग (BOD) तथा घनत्व जैसे महत्त्वपूर्ण जल गुणवत्ता मापदंडों का उच्च सटीकता के साथ परीक्षण करने में सक्षम है। इससे जल गुणवत्ता परीक्षणों की विश्वसनीयता और वैज्ञानिक प्रामाणिकता और अधिक सुदृढ़ हुई है।

इसी प्रकार, टेलीमेट्री प्रयोगशाला को रेडियो फ्रीक्वेंसी केबलों एवं एंटीना प्रणालियों के परीक्षण के लिए एनएबीएल मान्यता प्राप्त हुई है। इससे जल संसाधन परियोजनाओं में प्रयुक्त दूरमापन (Telemetry) प्रणालियों की गुणवत्ता एवं विश्वसनीयता सुनिश्चित करने की दिशा में कें.ज.वि.अ.शाला की क्षमता और सशक्त हुई है।

कें.ज.वि.अ.शाला की परीक्षण प्रयोगशालाओं को प्राप्त एनएबीएल मान्यता केवल एक औपचारिक प्रमाणन नहीं, बल्कि संस्थान की वैज्ञानिक उत्कृष्टता, तकनीकी दक्षता तथा गुणवत्ता के प्रति उसकी अटूट प्रतिबद्धता का सशक्त प्रमाण है। यह उपलब्धि दर्शाती है कि संस्थान ने अपनी परीक्षण सेवाओं को अंतरराष्ट्रीय मानकों के अनुरूप स्थापित करते हुए गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली को सफलतापूर्वक व्यवहार में उतारा है।

इस मान्यता के परिणामस्वरूप कें.ज.वि.अ.शाला द्वारा जारी परीक्षण प्रतिवेदनों की राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर पर स्वीकार्यता और विश्वसनीयता में उल्लेखनीय वृद्धि होगी। साथ ही, अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों को नई गति मिलेगी, उद्योगों तथा विभिन्न सरकारी संस्थाओं का विश्वास और सुदृढ़ होगा तथा परीक्षण एवं परामर्श सेवाओं के विस्तार के नए अवसर भी सृजित होंगे।भविष्य में यह मान्यता संस्थान को वैश्विक स्तर पर और अधिक प्रतिस्पर्धी, विश्वसनीय तथा उत्कृष्ट अनुसंधान एवं परीक्षण संगठन के रूप में स्थापित करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाएगी।

समुद्र में तेल रिसाव: समुद्री पर्यावरण के लिए बढ़ता खतरा और आधुनिक वैज्ञानिक समाधान



शिवानी साहू
वैज्ञानिक 'सी'



शैलेन्द्र प्रताप
वैज्ञानिक 'बी'



वैभव कोंडे
सहायक अनुसंधान अधिकारी



डॉ. एम. फणि कुमार
वैज्ञानिक 'ई'

सारांश

समुद्री तेल रिसाव तटीय एवं बंदरगाह पारिस्थितिक तंत्रों के लिए सबसे गंभीर पर्यावरणीय खतरों में से एक है। विशेष रूप से उच्च समुद्री यातायात वाले बंदरगाहों में तेल के प्रसार तथा उसके पर्यावरणीय प्रभावों का सटीक पूर्वानुमान लगाना एक महत्वपूर्ण वैज्ञानिक चुनौती है। प्रस्तुत अध्ययन में भारत के पश्चिमी तट पर स्थित न्यू मैंगलोर बंदरगाह को अध्ययन क्षेत्र के रूप में चयनित करते हुए MIKE-21 आधारित जलगतिकीय (Hydrodynamic) एवं तेल रिसाव (Oil Spill) संख्यात्मक मॉडल का उपयोग कर संभावित तेल रिसाव की विभिन्न परिस्थितियों का अनुकरण किया गया। अध्ययन से स्पष्ट हुआ कि तरंगरोधक (breakwater) द्वारा संरक्षित बंदरगाह क्षेत्र में जल प्रवाह धीमा होने के कारण तेल की निवास अवधि (Residence Time) अधिक होती है, जिससे पर्यावरणीय जोखिम बढ़ जाता है। साथ ही, तेल के हल्के घटक शीघ्र समाप्त हो जाते हैं, जबकि वैक्स एवं एस्फाल्टीन जैसे भारी घटक अधिक समय तक बने रहते हैं। यह अध्ययन दर्शाता है कि आधुनिक संख्यात्मक मॉडल तेल रिसाव के पूर्वानुमान, संवेदनशील क्षेत्रों की पहचान तथा प्रभावी आपदा प्रबंधन एवं बंदरगाह नियोजन के लिए अत्यंत उपयोगी वैज्ञानिक उपकरण हैं।

मुख्य शब्द: तेल रिसाव, MIKE-21, न्यू मैंगलोर बंदरगाह, आपदा प्रबंधन

भूमिका

भारत लगभग 11098 किलोमीटर लंबी समुद्री तटरेखा वाला देश है। देश के लगभग 95 प्रतिशत विदेशी व्यापार का परिवहन समुद्री मार्गों से होता है। प्रतिदिन अनेकों बड़े जहाज कच्चा तेल, पेट्रोलियम उत्पाद तथा अन्य रसायनों का परिवहन भारतीय बंदरगाहों तक करते हैं। यह समुद्री व्यापार देश की अर्थव्यवस्था के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है, लेकिन इसके साथ एक गंभीर पर्यावरणीय चुनौती भी जुड़ी है- समुद्र में तेल रिसाव (चित्र-1 क)। यद्यपि तेल रिसाव की घटनाएँ अपेक्षाकृत कम होती हैं, परंतु जब भी वे घटित होती हैं, उनके दुष्प्रभाव समुद्री पारिस्थितिकी, मत्स्य संसाधनों, तटीय क्षेत्रों तथा स्थानीय आजीविका पर लंबे समय तक बने रह सकते है। इसलिए इन घटनाओं की रोकथाम, समय पर पहचान तथा प्रभावी प्रबंधन अत्यंत आवश्यक है। प्रस्तुत अध्ययन में आधुनिक संख्यात्मक प्रतिमान (MIKE-21) की सहायता से यह समझाने का प्रयास किया गया कि तेल रिसाव की स्थिति में समुद्री धाराएँ तथा मौसमीय परिस्थितियाँ मिलकर तेल के फैलाव और उसके पर्यावरणीय प्रभाव को किस प्रकार नियंत्रित करते हैं।



क



ख

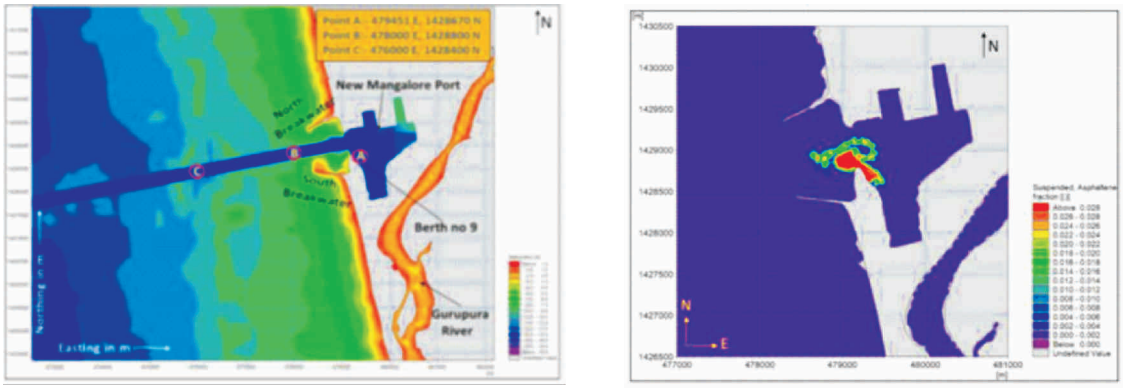
चित्र-1: क. समुद्र में तेल रिसाव का दृश्य (Credit: NOAA); ख. तेल से प्रभावित समुद्री पक्षी तथा समुद्री तट (Credit: Joel Sartore/National Geographic Creative/Corbis)

समुद्री पर्यावरण पर तेल रिसाव का प्रभाव

जब किसी तेलवाहक जहाज की दुर्घटना, पाइपलाइन में रिसाव, तेल के लदान अथवा उतारने की प्रक्रिया में त्रुटि, या अन्य तकनीकी कारणों से समुद्र में तेल फैल जाता है, तो उसे तेल रिसाव कहा जाता है। समुद्र की सतह पर फैला हुआ तेल धीरे-धीरे एक पतली परत बना लेता है, जिसे हवा, समुद्री धाराएँ तथा ज्वार-भाटा दूर-दूर तक फैला सकते हैं। अक्सर यह माना जाता है कि समुद्र में फैला तेल कुछ दिनों में अपने आप समाप्त हो जाता है, जबकि वास्तविकता इससे कहीं अधिक जटिल है। समुद्र में पहुँचने के बाद तेल लगातार भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तनों से गुजरता रहता है। इसके हल्के घटक वाष्पित या पानी में घुल जाते हैं, जबकि भारी घटक लंबे समय तक समुद्री पर्यावरण में विद्यमान रह सकते हैं। तेल रिसाव का सबसे अधिक प्रभाव समुद्री जैव विविधता पर पड़ता है। समुद्र की सतह पर तेल की परत बनने से सूर्य का प्रकाश पानी के भीतर कम पहुँचता है, जिससे समुद्री पौधों की वृद्धि प्रभावित होती है। इसके साथ ही पानी और वायुमंडल के बीच ऑक्सीजन का आदान-प्रदान भी कम हो जाता है, जिससे समुद्री जीवों के लिए प्रतिकूल परिस्थितियाँ उत्पन्न हो जाती हैं। तेल मछलियों, कछुओं, डॉल्फ़िन तथा समुद्री पक्षियों के शरीर से चिपक जाता है (चित्र-1 ख)। इसके अतिरिक्त, तेल में उपस्थित विषैले रसायन समुद्री जीवों के शरीर में प्रवेश कर उनके भोजन, तैरने की क्षमता तथा प्रजनन प्रक्रिया को प्रभावित कर सकते हैं। यदि तेल तटीय क्षेत्रों तक पहुँच जाए, तो मैंग्रोव वनस्पतियाँ, मत्स्य संसाधन, पर्यटन उद्योग तथा मछुआरों की आजीविका भी गंभीर रूप से प्रभावित होती है। इस प्रकार, तेल रिसाव केवल समुद्री जल तक सीमित समस्या नहीं है, बल्कि यह पर्यावरण, जैव विविधता, स्थानीय अर्थव्यवस्था तथा मानव जीवन पर भी व्यापक और दीर्घकालीन प्रभाव डालता है।

हमने यह अध्ययन कैसे किया?

इस अध्ययन के लिए कर्नाटक स्थित न्यू मैंगलोर बंदरगाह, जो भारत के पश्चिमी तट पर स्थित है, को अध्ययन क्षेत्र के रूप में चयनित किया गया (चित्र-2 क), जहाँ तेल एवं पेट्रोलियम उत्पादों का नियमित आवागमन होता है। अध्ययन में समुद्र की गहराई, ज्वार-भाटा, समुद्री धाराओं तथा हवा की गति से संबंधित क्षेत्रीय आँकड़ों का उपयोग किया गया। इन आँकड़ों के आधार पर MIKE-21 के जलगतिकीय तथा तेल रिसाव मॉडलों को एकीकृत करके बंदरगाह में संभावित तेल रिसाव की विभिन्न परिस्थितियों का अनुकरण (Simulation) किया गया (चित्र-2 ख)। मॉडल की विश्वसनीयता सुनिश्चित करने के लिए इसके परिणामों की तुलना वास्तविक क्षेत्रीय मापों से की गई। इसके बाद विभिन्न संभावित तेल रिसाव परिदृश्यों का विश्लेषण कर यह समझने का प्रयास किया गया कि समुद्री धाराएँ तथा तेल में समय के साथ होने वाले प्राकृतिक परिवर्तन उसके फैलाव और पर्यावरणीय प्रभाव को किस प्रकार प्रभावित करते हैं।



क ख

चित्र 2 : क. अध्ययन क्षेत्र; ख. संख्यात्मक प्रतिमान द्वारा तेल प्रसार का अनुमान

अध्ययन से क्या पता चला?

MIKE-21 द्वारा किए गए विश्लेषण से पता चला कि बंदरगाह के भीतर और खुले समुद्र में समुद्री धाराओं का व्यवहार अलग-अलग होता है। खुले समुद्र में धाराएँ अपेक्षाकृत तेज़ होती हैं, जबकि बंदरगाह के भीतर तरंगरोधक संरचनाओं के कारण जल का प्रवाह उल्लेखनीय रूप से धीमा हो जाता है। परिणामस्वरूप यदि तेल का रिसाव बंदरगाह के भीतर होता है, तो वह खुले समुद्र की तुलना में उसी क्षेत्र में अधिक समय तक बना रह सकता है। इसके विपरीत, खुले समुद्र में तेज़ धाराएँ तेल को अपेक्षाकृत तेजी से विस्तृत क्षेत्र तक फैला देती हैं। अध्ययन से यह भी ज्ञात हुआ कि समुद्र में पहुँचने के बाद तेल का स्वरूप लगातार बदलता रहता है। इसके हल्के घटक अपेक्षाकृत शीघ्र वाष्पित अथवा पानी में घुल जाते हैं, जबकि वैक्स (Wax) तथा एस्फाल्टीन (Asphaltene) जैसे भारी घटक अधिक समय तक समुद्री पर्यावरण में विद्यमान रहते हैं (चित्र-2 ख)। बंदरगाह के भीतर धीमी धाराओं के कारण इन भारी घटकों का स्थानीय संचय अधिक देखा गया, जिससे समुद्री जीवों तथा तटीय पारिस्थितिकी पर दीर्घकालीन प्रतिकूल प्रभावों की संभावना बढ़ जाती है। इन परिणामों से स्पष्ट होता है कि तेल रिसाव का प्रभाव केवल रिसे हुए तेल की मात्रा पर निर्भर नहीं करता, बल्कि समुद्री धाराओं तथा तेल में समय के साथ होने वाले प्राकृतिक परिवर्तनों की संयुक्त भूमिका भी अत्यंत महत्वपूर्ण होती है।

तेल रिसाव से बचाव एवं पर्यावरण-अनुकूल समाधान

तेल रिसाव की स्थिति में सबसे महत्वपूर्ण आवश्यकता शीघ्र एवं प्रभावी कार्रवाई की होती है। प्रारंभिक चरण में तैरते हुए अवरोध (Floating Booms) लगाकर तेल को विस्तृत क्षेत्र में फैलने से रोका जा सकता है। इसके बाद स्किमर (Skimmers) जैसे विशेष उपकरणों की सहायता से पानी की सतह पर तैरते तेल को एकत्र किया जाता है (चित्र- 4)। वर्तमान में वैज्ञानिक पर्यावरण-अनुकूल तकनीकों के विकास पर भी विशेष ध्यान दे रहे हैं। तैरते तेल को सोखने के लिए विकल्प के रूप में नारियल के रेशे, धान की भूसी, कपास तथा अन्य प्राकृतिक अवशोषकों (Natural Sorbents) का प्रभावी उपयोग किया जा रहा है। इसके अतिरिक्त, कुछ सूक्ष्मजीवों (Microorganisms), जैसे Pseudomonas, Alcanivorax, Marinobacter VWm Rhodococcus, जैव उपचार (Bioremediation) के माध्यम से तेल के हाइड्रोकार्बनों को प्राकृतिक रूप से विघटित कर समुद्री पर्यावरण के प्राकृतिक शोधन में सहायता करते हैं। इन तकनीकों के साथ-साथ बंदरगाहों पर नियमित आपदा अभ्यास, प्रशिक्षित आपदा प्रबंधन दल, आधुनिक निगरानी प्रणाली तथा पूर्व-तैयारी आधारित कार्ययोजना तेल रिसाव के प्रभाव को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।



चित्र-4: तेल रोकने हेतु फ्लोटिंग बूम (Credit: David Woodfall)

निष्कर्ष

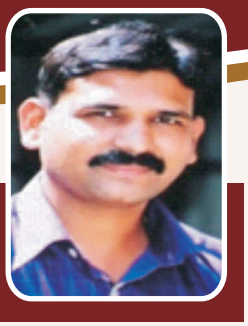
भारत में समुद्री व्यापार निरंतर बढ़ रहा है तथा नए-नए बंदरगाह विकसित किए जा रहे हैं। ऐसे में आर्थिक विकास के साथ समुद्री पर्यावरण का संरक्षण भी समान रूप से आवश्यक है। तेल रिसाव जैसी घटनाओं से प्रभावी ढंग से निपटने के लिए वैज्ञानिक अनुसंधान, आधुनिक संख्यात्मक प्रतिमान, उपग्रह आधारित निगरानी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, समय पर चेतावनी प्रणाली तथा पर्यावरण-अनुकूल सफाई तकनीकों का व्यापक उपयोग किया जाना चाहिए। प्रस्तुत अध्ययन से स्पष्ट होता है कि आधुनिक संख्यात्मक प्रतिमान संभावित तेल प्रसार का पूर्वानुमान लगाने, संवेदनशील क्षेत्रों की पहचान करने तथा आपदा प्रबंधन की प्रभावी योजना बनाने में अत्यंत उपयोगी हैं। इससे राहत एवं बचाव कार्यों को अधिक तेज़, वैज्ञानिक और प्रभावी बनाया जा सकता है। समुद्र हमारे अमूल्य प्राकृतिक संसाधनों, जैव विविधता, मत्स्य उद्योग तथा राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था का महत्वपूर्ण आधार है। इसलिए विज्ञान, तकनीक और पर्यावरण संरक्षण के समन्वित प्रयासों के माध्यम से ही हम भविष्य में तेल रिसाव से होने वाले नुकसान को कम कर सकते हैं तथा आने वाली पीढ़ियों के लिए समुद्री पारिस्थितिकी को सुरक्षित रख सकते हैं।

❁❁❁❁❁

आपो हि ष्ठा मयोभुवः। ता न ऊर्जे दधातन।।
जल आनंद और ऊर्जा का स्रोत है।

सिंचाई नहरों में टेलीमेट्री प्रणाली के साथ वास्तविक-समय जल प्रवाह निगरानी प्रणाली का कार्यान्वयन





रॉकी
सहायक अनुसंधान अधिकारी

विनेश कत्ते
वैज्ञानिक 'सी'

प्रस्तावना

यह तकनीकी आलेख सिंचाई नहरों में टेलीमेट्री प्रणाली सहित डेटा अधिग्रहण प्रणाली (डेटा एक्विजिशन सिस्टम) का उपयोग करते हुए वास्तविक समय में प्रवाह की निगरानी (रियल-टाइम डिस्चार्ज मॉनिटरिंग) के कार्यान्वयन का विस्तृत विवरण प्रस्तुत करता है। इसका उद्देश्य साइड-लुकिंग डॉपलर करंट प्रोफाइलर (SLDCP) तथा जल-स्तर सेंसरों की सहायता से नहरों के अंतर्वाह एवं बहिर्वाह की सतत निगरानी कर सटीक जल लेखांकन सुनिश्चित करना है। जल संसाधनों के प्रभावी एवं बेसिन-आधारित प्रबंधन के लिए सटीक तथा वास्तविक समय निगरानी प्रणाली अत्यंत आवश्यक है।

साइड-लुकिंग डॉपलर करंट प्रोफाइलर (SLDCP)

साइड-लुकिंग डॉपलर करंट प्रोफाइलर (चित्र-1) डॉपलर प्रभाव के सिद्धांत पर कार्य करता है। इस सिद्धांत के अनुसार, जब ध्वनि तरंग किसी गतिशील वस्तु से परावर्तित होती है, तो उसकी आवृत्ति में परिवर्तन हो जाता है। यह उपकरण डॉपलर तकनीक पर आधारित है तथा मापन के क्रॉस-सेक्शन में बहु-सेल वेग वितरण करने में सक्षम होता है। इसमें सेलों की संख्या तथा प्रत्येक सेल की चौड़ाई आवश्यकतानुसार प्रोग्राम की जा सकती है। यह प्रणाली इंडेक्स वेग सहसंबंध (Index Velocity Correlation) के आधार पर स्वचालित रूप से प्रवाह की गणना करने में सक्षम होती है। प्रवाह, औसत वेग तथा चैनल के अनुप्रस्थ क्षेत्रफल की गणना जल-स्तर एवं वेग से प्राप्त आँकड़ों के आधार पर की जाती है। इस उपकरण को नदी के किनारे, पुल के एबटमेंट अथवा किसी अन्य ऊर्ध्वाधर संरचना पर सरलता से स्थापित किया जा सकता है। इसमें निर्दिष्ट सीमा के अंतर्निर्मित (Inbuilt) जल-स्तर सेंसर, टिल्ट सेंसर, तापमान सेंसर तथा दाब सेंसर के साथ साइड-लुकिंग (क्षैतिज) डॉपलर फ्लो सेंसर लगा होता है, जिसमें आंतरिक प्रवाह गणना की सुविधा उपलब्ध रहती है। इसके अतिरिक्त इसमें चित्र-3 में दर्शाई गई विशेष रूप से डिज़ाइन की गई माउंटिंग व्यवस्था, जीएसएम/जीपीआरएस मॉडेम अथवा वीसैट युक्त डेटा संग्रहण प्लेटफॉर्म तथा सौर ऊर्जा आधारित विद्युत आपूर्ति भी सम्मिलित होती है।

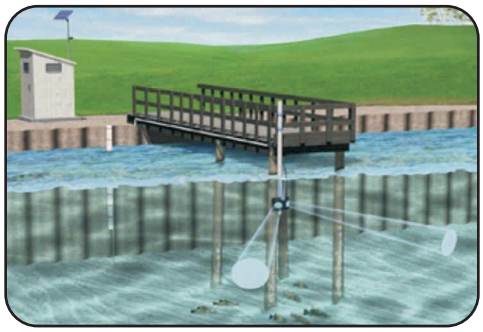
इस प्रणाली के कार्यान्वयन में सर्वप्रथम उपयुक्त हाइड्रॉलिक विशेषताओं वाले स्थलों का चयन किया जाता है। तत्पश्चात कार्यप्रणाली, स्थल मूल्यांकन तथा आवश्यक उपकरणों का निर्धारण किया जाता है। रियल-टाइम स्वचालित डेटा अधिग्रहण प्रणाली की ओर यह परिवर्तन केवल मॉनिटरिंग तकनीक का उन्नयन नहीं है, बल्कि वस्तुनिष्ठ, पारदर्शी एवं सत्यापन योग्य जल प्रबंधन की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। ऐसी सटीक प्रणाली अंतर्राज्यीय जल विवादों के समाधान, जलाशयों से जल छोड़ने के निर्णय, नहर संचालन की दक्षता बढ़ाने तथा मानसूनी बाढ़ एवं सूखे जैसी गतिशील जलवैज्ञानिक परिस्थितियों के अनुरूप प्रबंधन रणनीतियों को प्रभावी बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। जल की बढ़ती मांग तथा अंतर्राज्यीय जल बँटवारे की जटिलताओं को देखते हुए प्रभावी जल लेखांकन और न्यायसंगत जल वितरण अत्यंत आवश्यक है।

इस उद्देश्य की पूर्ति के लिए प्रत्येक चयनित स्थल पर एक स्वचालित नहर जल-स्तर एवं प्रवाह मापन स्टेशन (Automated Canal Water Level and Discharge Station) स्थापित करने का प्रस्ताव है। इस स्टेशन में साइड-लुकिंग डॉपलर फ्लो सेंसर, जल-स्तर, झुकाव, तापमान एवं दाब सेंसर, डेटा संग्रहण प्लेटफॉर्म, टेलीमेट्री प्रणाली, विशेष रूप से डिज़ाइन की गई माउंटिंग व्यवस्था तथा सौर ऊर्जा आधारित विद्युत आपूर्ति सम्मिलित होगी। इस अध्ययन का मुख्य उद्देश्य टेलीमेट्री प्रणाली की स्थापना हेतु हाइड्रॉलिक दृष्टि से उपयुक्त स्थलों की पहचान करना तथा आवश्यक उपकरणों एवं टेलीमेट्री प्रणाली के विस्तृत तकनीकी विनिर्देश तैयार करना है। इस प्रणाली की कार्यक्षमता मुख्यतः साइड-लुकिंग डॉपलर करंट प्रोफाइलर एवं जल-स्तर सेंसरों पर आधारित है। ध्वनिक मापन तकनीक (Acoustic Measurement Technology) पर आधारित यह प्रणाली विशेष रूप से खुले चैनलों में निरंतर प्रवाह मापन के लिए विकसित की गई है।

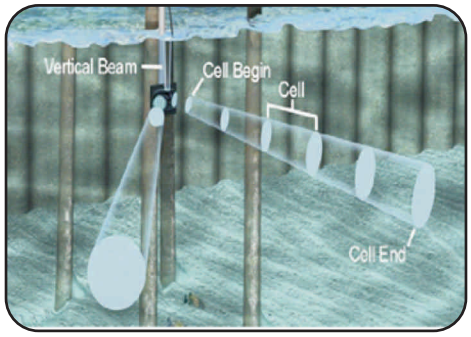
प्रारंभिक चरण में प्रवाह मापन हेतु विश्व मौसम विज्ञान संगठन (WMO) के दिशानिर्देशों के अनुसार हाइड्रॉलिक दृष्टि से उपयुक्त स्थलों का चयन किया गया। चूँकि प्रवाह का प्रत्यक्ष मापन संभव नहीं होता, इसलिए इसकी गणना उन प्राचलों के आधार पर की जाती है जिन्हें मापा जा सकता है। किसी खुले चैनल में प्रवाह ज्ञात करने के लिए जल की गहराई, प्रवाह वेग तथा चैनल के अनुप्रस्थ काट का आकार ज्ञात होना आवश्यक है। जल की गहराई एवं प्रवाह वेग समय के साथ बदलते रहते हैं, इसलिए प्रवाह निर्धारण के समय इनका मापन आवश्यक होता है। साइड-लुकिंग डॉपलर करंट प्रोफाइलर नहरों में जल-स्तर, सतही वेग तथा प्रवाह के निरंतर मापन एवं डेटा संग्रहण के लिए एक आधुनिक एवं विश्वसनीय प्रणाली है।

सिस्टम के प्रमुख घटक (चित्र-2)

1. साइड-लुकिंग डॉपलर करंट प्रोफाइलर सेंसर
2. डेटा लॉगर
3. सौर ऊर्जा आपूर्ति प्रणाली
4. टेलीमेट्री उपकरण



चित्र 1: विशिष्ट साइड लुकिंग डॉपलर करंट प्रोफाइलर्स इंस्टॉलेशन



चित्र 2 : बीम पैटर्न

सिस्टम की प्रमुख विशेषताएँ

नहरों में प्रवाह के निरंतर मापन हेतु प्रणाली में निम्नलिखित विशेषताएँ होना आवश्यक है-

1. स्थापना एवं कॉन्फ़िगरेशन में सरल।
2. निरंतर एवं रियल-टाइम डेटा प्रोसेसिंग।
3. 24X7 निर्बाध संचालन।
4. निम्न एवं उच्च, दोनों प्रकार के प्रवाह में सतही वेग का सटीक आकलन करने में सक्षम एल्गोरिद्म।
5. मापन आँकड़ों को डिजिटल अथवा एनालॉग स्वरूप में आउटपुट एवं प्रेषित करने की सुविधा।
6. सौर ऊर्जा आधारित संचालन।

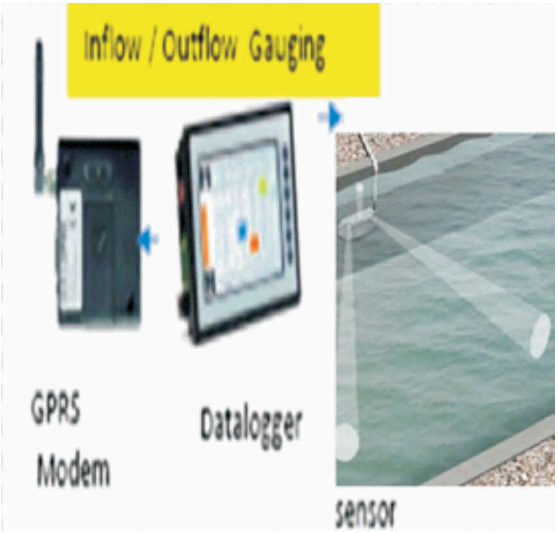


चित्र 3 : ओपन चैनलों में स्थापना हेतु कैनाल माउंट

नहरों में जल-स्तर एवं वेग के निरंतर मापन तथा प्रवाह की गणना के लिए यह प्रणाली उपर्युक्त सभी विशेषताओं से युक्त है। यह दिन-रात तथा वर्षभर विभिन्न प्रवाह परिस्थितियों में वॉल्यूमेट्रिक फ्लो मापने में सक्षम है। इसके अतिरिक्त यह विभिन्न आकार की नदियों एवं नहरों तथा भिन्न-भिन्न दृश्यता परिस्थितियों में भी प्रभावी रूप से कार्य करती है।

इसके सफल संचालन के लिए निम्नलिखित बिंदुओं का विशेष ध्यान रखा जाना चाहिए-

1. उपकरण को नहर के सीधे भाग में स्थापित किया जाए।
2. सभी जल-स्तरों पर प्रवाह समान रहे तथा स्थल तक पहुँचने का मार्ग उपलब्ध हो।
3. नहर के दोनों किनारों पर लाइनिंग होना वांछनीय है।
4. नहर में पानी के भीतर झाड़ियाँ, शैवाल अथवा अन्य अवरोध नहीं होने चाहिए।
5. बैकवाटर प्रभाव अथवा स्थिर जल की स्थिति नहीं होनी चाहिए।
6. सेंसर का नियमित रूप से वास्तविक प्रवाह के आधार पर अंशांकन (Calibration) किया जाना चाहिए।



चित्र 4: साइड लुकिंग डॉपलर करंट प्रोफाइलर्स सिस्टम ब्लॉक्स

मत्स्य बंदरगाह के विकास में गणितीय प्रतिरूपण अध्ययन का योगदान



एच. सी. पाटील
वैज्ञानिक 'सी



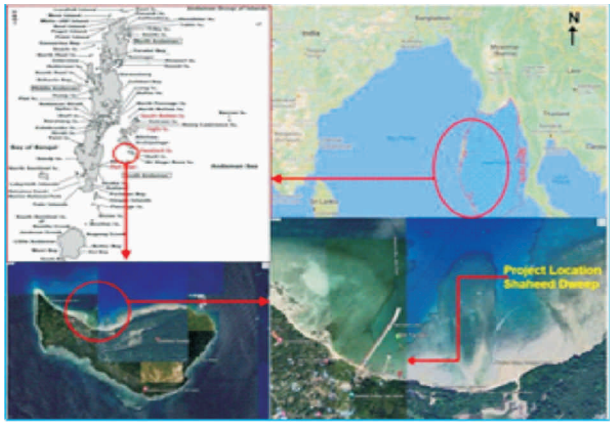
विजय डी कोकणे
वैज्ञानिक 'बी'



डॉ एम फणि कुमार
वैज्ञानिक 'ई'

1.परिचय

भारत की मुख्य भूमि, अंडमान निकोबार द्वीपसमूह और लक्षद्वीप द्वीपसमूह सहित भारत की तटरेखा लगभग 11098 किलोमीटर लंबी है, जिसमें से अंडमान और निकोबार द्वीपसमूह की तटरेखा लगभग 1,960 किलोमीटर है। अंडमान और निकोबार द्वीपसमूह को दो मुख्य समूहों में बांटा गया है, उत्तरी अंडमान द्वीपसमूह और दक्षिणी निकोबार द्वीपसमूह। ये द्वीप बंगाल की खाड़ी में स्थित हैं और इनमें टूना तथा अन्य मछलियों के लाभदायक मत्स्य पालन सहित महत्वपूर्ण समुद्री मत्स्य संसाधन मौजूद हैं। साथ ही ग्रूपर, स्नैपर और अन्य रीफ मछलियों जैसी व्यावसायिक महत्व की अन्य प्रजातियां भी पाई जाती हैं। इन द्वीपों पर उपयुक्त और सुरक्षित बर्थिंग स्थान, जेट्टी, भूमि और समुद्र तट सुविधाओं जैसी बुनियादी ढांचागत सुविधाओं की अनुपलब्धता के कारण समुद्री मछली पकड़ने के प्रबंधन में समस्याएं आती हैं। मत्स्य नौकाओं को बेहतर लैंडिंग और बर्थिंग सुविधाएं प्रदान करने के उद्देश्य से बनाए जाने वाले मत्स्य बंदरगाह के लिए जलगतिकी, तलछट परिवहन, तटरेखा परिवर्तन और तरंग शांति अध्ययन जैसे विभिन्न अध्ययनों की आवश्यकता होती है। मत्स्य बंदरगाह के लेआउट में तरंगरोधक की दिशा और लंबाई तय करने में तरंग शांति अध्ययन बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाता हैं। गणितीय मॉडल अध्ययन, प्रभावी मत्स्य बंदरगाह लेआउट को अंतिम रूप देने में सहायक उपकरणों में से एक है। इस तकनीकी लेख में अंडमान और निकोबार द्वीपसमूह के शहीद द्वीप (नील द्वीप) पर प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह के विकास के लिए गणितीय मॉडलिंग तकनीकों का उपयोग करते हुए तरंग स्थिरता संबंधी विचारों के आधार पर लेआउट को अंतिम रूप आदि का विस्तार से विवरण प्रस्तुत किया गया है। अंडमान और निकोबार द्वीपसमूह के शहीद द्वीप (नील द्वीप) में प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह अक्षांश $11^{\circ}50'11.29''$ उत्तर और देशांतर $93^{\circ}1'57.79''$ पूर्व पर स्थित है (चित्र 1)। प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह लेआउट में 200 मीटर लंबा तट से जुड़ा तरंगरोधक शामिल है, जैसा कि चित्र 5 में दिखाया गया है। प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह के विकास की आवश्यकता मछली की निरंतर बढ़ती मांग से उत्पन्न होती है। वर्तमान में, मछुआरे अपनी मछली पकड़ने वाली नौकाओं को खुले समुद्र में चलाते हैं और कम गहराई और सीधी लहरों के कारण उन्हें नौकाओं के संचालन में कठिनाई का सामना करना पड़ता है। मछली पकड़ने की गतिविधि को सुगम बनाने के लिए, मत्स्य बंदरगाह के विकास की परिकल्पना की गई है।

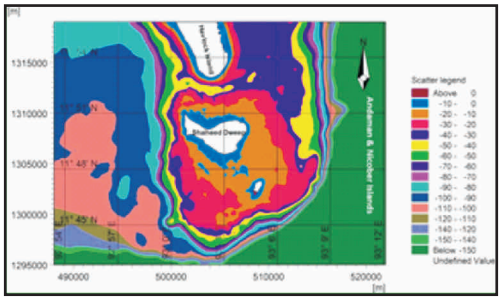


चित्र 1 सूचकांक मानचित्र और प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह ,शहीद द्वीप (नील द्वीप), अंडमान और निकोबार द्वीप

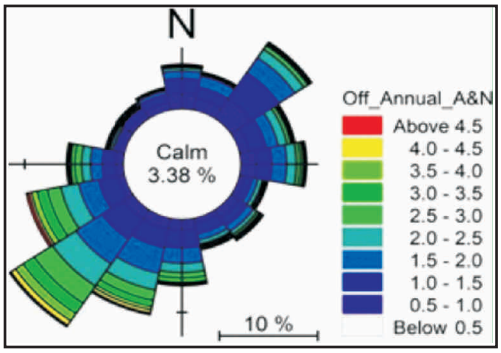
2. गणितीय प्रतिरूपण अध्ययन।

2.1 MIKE 21 SW मॉडल का उपयोग करके अपतटीय क्षेत्र से निकटवर्ती तटीय क्षेत्र में तरंगों का रूपांतरण।

आईएमडी तरंग डेटा का अपतटीय क्षेत्र से निकटवर्ती तटीय क्षेत्र में रूपांतरण MIKE 21 SW मॉडल का उपयोग करके किया गया है। यह मॉडल निकटवर्ती तटीय क्षेत्र में आपतित तरंगों की स्थितियों की जानकारी प्रदान करता है, जो मत्स्य बंदरगाह के बेसिन में बर्थिंग फेस को प्रभावित कर सकती हैं। MIKE 21 SW मॉडल (चित्र 2) के अध्ययन के लिये लगभग 34 किमी X 24 किमी के क्षेत्र, 100 मीटर तक गहराई का बाथिमेट्री का उपयोग किया गया है। सभी आपतित तरंग दिशाओं और ऊंचाइयों के लिए तरंग रोज़ चित्र 3 में दिखाई गई है। मॉडल सिमुलेशन सभी मौसमों के वार्षिक अपतटीय IMD तरंग आँकडों के लिए भी चलाया गया।

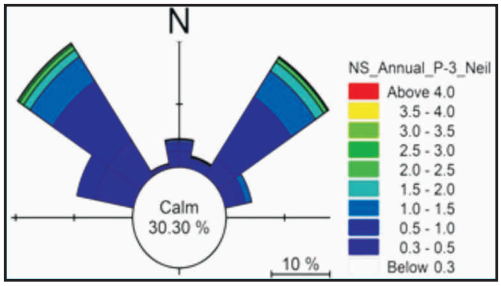


चित्र 2 तरंग रूपांतरण अध्ययन के लिए बाथिमेट्री (MIKE 21 SW मॉडल)



चित्र 3 वार्षिक अपतटीय तरंग रोज़ प्लॉट शहीद द्वीप (नील द्वीप) (आईएमडी डेटा)

MIKE 21SW मॉडल द्वारा विभिन्न दिशाओं से आने वाली तरंग ऊँचाइयों का आवृत्ति वितरण तट के निकट 10 मीटर की गहराई वाले क्षेत्र में निर्धारित किया गया है। वार्षिक तटवर्ती तरंग रोज़ प्लॉट चित्र 4 में दर्शाया गया है।



चित्र 4: शहीद द्वीप (नील द्वीप)का वार्षिक निकट- तटीय तरंग रोज़ प्लॉट

MIKE 21 SW मॉडल के परिणामों का उपयोग MIKE 21 BW के लिए इनपुट तरंग स्थितियाँ निर्धारित करने के लिए किया गया है। वेव रोज़ प्लॉट में तरंगों की ऊँचाई, दिशा और तरंगों का प्रतिशत शामिल है। तालिका 1 से तरंग डेटा का उपयोग करके निकटवर्ती तरंगों का अनुकरण करने के लिए MIKE 21 BW मॉडल का उपयोग किया गया है।

तालिका 1: तरंग शांति अध्ययन के लिए इनपुट तरंग स्थितियाँ।

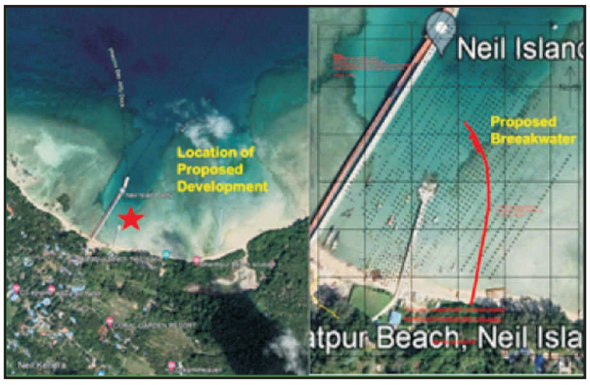
क्रमांक	तरंग दिशा	तरंग ऊंचाई (मीटर)
1.	उत्तर-पूर्व (NE)	3.0
2.	उत्तर-उत्तर-पूर्व (NNE)	2.0
3.	उत्तर (North)	2.0
4.	उत्तर-उत्तर-पश्चिम (NNW)	1.5
5.	उत्तर-पश्चिम (NW)	3.0

2.2 MIKE 21 BW मॉडल का उपयोग कर बर्थिंग क्षेत्र एवं बेसिन क्षेत्र में तरंग प्रसार का अध्ययन

प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह के बर्थिंग क्षेत्र तथा बेसिन क्षेत्र के भीतर तरंग प्रसार का अध्ययन चखघए 21 इथ मॉडल का उपयोग करते हुए उत्तर-पूर्व (NE), उत्तर-उत्तर-पूर्व (NNE), उत्तर (N), उत्तर-उत्तर-पश्चिम (NNW) तथा उत्तर-पश्चिम (NW) दिशाओं से आने वाली तरंगों के लिए किया गया। मॉडल सिमुलेशन से प्राप्त परिणामों के विश्लेषण के आधार पर वर्ष के विभिन्न दिनों में उपलब्ध तरंग परिस्थितियों का मूल्यांकन किया गया तथा उसके आधार पर सुरक्षित बर्थिंग क्षेत्र का निर्धारण किया गया। MIKE 21 SW मॉडल सिमुलेशन से प्राप्त निकट-तटीय तरंग परिस्थितियों का उपयोग MIKE 21 BW मॉडल हेतु इनपुट तरंग स्थितियों (तालिका-1) के रूप में किया गया। इन इनपुट स्थितियों के आधार पर प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह के बर्थिंग क्षेत्र के समीप तथा बेसिन क्षेत्र के भीतर तरंग परिस्थितियों का आकलन किया गया।

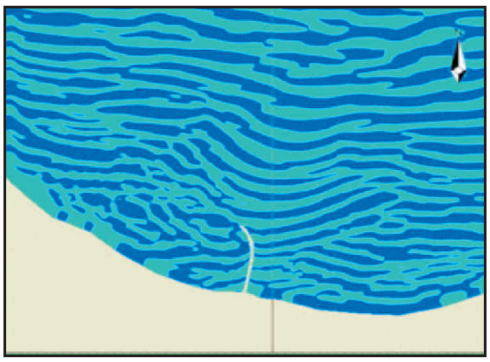
2.2.1 प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह का लेआउट

प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह के लेआउट में तट से संबद्ध 200 मीटर लंबा तरंगरोधक प्रस्तावित है। तरंगरोधक के समुद्राभिमुख सिरे के निकट जल की गहराई 2.0 मीटर से 2.5 मीटर के बीच है। प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह का लेआउट चित्र 5 में प्रदर्शित किया गया है।

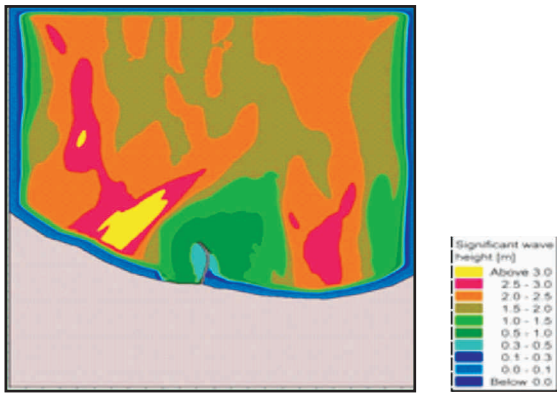


चित्र 5. शहीद द्वीप (नील द्वीप) पर प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह का लेआउट

प्रस्तावित लेआउट के लिए क्रमशः उत्तर-पूर्व (NE), उत्तर-उत्तर-पूर्व (NNE), उत्तर (छ), उत्तर-उत्तर-पश्चिम (NNW) तथा उत्तर-पश्चिम (NW) दिशाओं से आने वाली 3.0 मीटर, 2.0 मीटर, 2.0 मीटर, 1.5 मीटर तथा 3.0 मीटर की आपतित तरंग ऊँचाइयों के लिए मॉडल अध्ययन किए गए। प्रत्येक तरंग स्थिति के लिए सतही जल स्तर तथा तरंग ऊँचाई वितरण के प्लॉट प्राप्त किए गए। चित्र 6 एवं चित्र 7 में क्रमशः उत्तर दिशा से आने वाली तरंगों के लिए सतही जल स्तर तथा तरंग ऊँचाई वितरण के प्रतिनिधि प्लॉट प्रदर्शित किए गए हैं। मत्स्य बंदरगाह के बर्थिंग क्षेत्र के समीप तथा बेसिन क्षेत्र के भीतर वर्ष के गैर-परिचालन दिनों का निर्धारण करने हेतु 0.3 मीटर की तरंग शांति सीमा (Wave Tranquility Criterion) अपनाई गई है। मत्स्य नौकाओं के सुरक्षित परिचालन के लिए अनुमेय अधिकतम तरंग ऊँचाई 0.3 मीटर मानी गई है।



चित्र 6 उत्तर दिशा से आने वाली तरंगों के लिए सतही जल स्तर का आरेख।



चित्र 7 उत्तर दिशा से आने वाली 2.0 मीटर आपतित तरंग के लिए तरंग ऊँचाई वितरण का आरेख।

विभिन्न तरंग परिस्थितियों के लिए मॉडल सिमुलेशन किए गए तथा उनसे प्राप्त परिणाम तालिका 2 में प्रस्तुत किए गए हैं।

तालिका-2 : विभिन्न आपतित तरंग परिस्थितियों के लिए अधिकतम महत्वपूर्ण तरंग ऊँचाई

आपतित तरंग	आपतित तरंग की ऊँचाई (मी.)	मत्स्य बंदरगाह के बर्थिंग फेस पर अधिकतम महत्वपूर्ण तरंग ऊँचाई (मी.)	वर्ष में गैरपरिचालन दिनों की संख्या
उत्तर-पूर्व (NE)	3.0	0.27	--
उत्तर-उत्तर-पूर्व (NNE)	2.0	0.17	--
उत्तर (N)	2.0	0.37	02
उत्तर-उत्तर-पश्चिम (NNW)	1.5	0.33	02
उत्तर-पश्चिम (NW)	3.0	0.49	16
			एक वर्ष में कुल गैरपरिचालन दिन- 20

- मत्स्य नौकाओं के सुरक्षित परिचालन के लिए अनुमेय तरंग शांति सीमा 0.3 मीटर मानते हुए तरंग शांति अध्ययन किए गए हैं।

प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह के लेआउट के लिए विभिन्न तरंग ऊँचाइयों एवं दिशाओं के अंतर्गत प्राप्त मॉडल परिणामों के विश्लेषण से यह स्पष्ट हुआ कि तरंग शांति की दृष्टि से मत्स्य बंदरगाह के बर्थिंग क्षेत्र तथा बेसिन क्षेत्र के भीतर वर्ष में लगभग 345 दिनों तक सुरक्षित परिचालन संभव है।

3. समापन टिप्पणी

गणितीय मॉडल अध्ययनों से यह निष्कर्ष प्राप्त हुआ कि तरंग शांति की दृष्टि से प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह के बर्थिंग क्षेत्र तथा बेसिन क्षेत्र का वर्ष में लगभग 345 दिनों तक सुरक्षित परिचालन संभव है। प्रस्तावित मत्स्य बंदरगाह में बर्थिंग क्षेत्र की स्थिति परिचालन की दृष्टि से उपयुक्त पाई गई है। साथ ही, निर्माण की लागत-प्रभावशीलता को ध्यान में रखते हुए तरंगरोधक की इष्टतम लंबाई का चयन किया गया है, जिससे सुरक्षित परिचालन के दिनों की अधिकतम संख्या सुनिश्चित की जा सके। मत्स्य बंदरगाह के बर्थिंग क्षेत्र एवं बेसिन क्षेत्र के अभिकल्पन (Design) में गणितीय मॉडल अध्ययन की महत्वपूर्ण भूमिका है। ये अध्ययन परियोजना के विकासोपरांत संभावित तरंग परिस्थितियों का पूर्वानुमान प्रदान करते हैं, जिससे प्रस्तावित संरचना के प्रदर्शन, सुरक्षा तथा परिचालन क्षमता का वैज्ञानिक मूल्यांकन संभव हो पाता है। इस प्रकार, तटीय क्षेत्रों में मत्स्य बंदरगाहों सहित अन्य समुद्री अवसंरचना परियोजनाओं के नियोजन एवं अभिकल्पन के लिए गणितीय मॉडल अध्ययन एक अत्यंत महत्वपूर्ण तकनीकी उपकरण सिद्ध होते हैं।

के.ज.वि.अ.शा. : भारत की जल कूटनीति की तकनीकी रीढ़



सचिन कुशवाहा
अनुसंधान सहायक



जोत्सना गो आंबेकर
वैज्ञानिक 'सी'



अरुणकुमार
वैज्ञानिक 'डी'

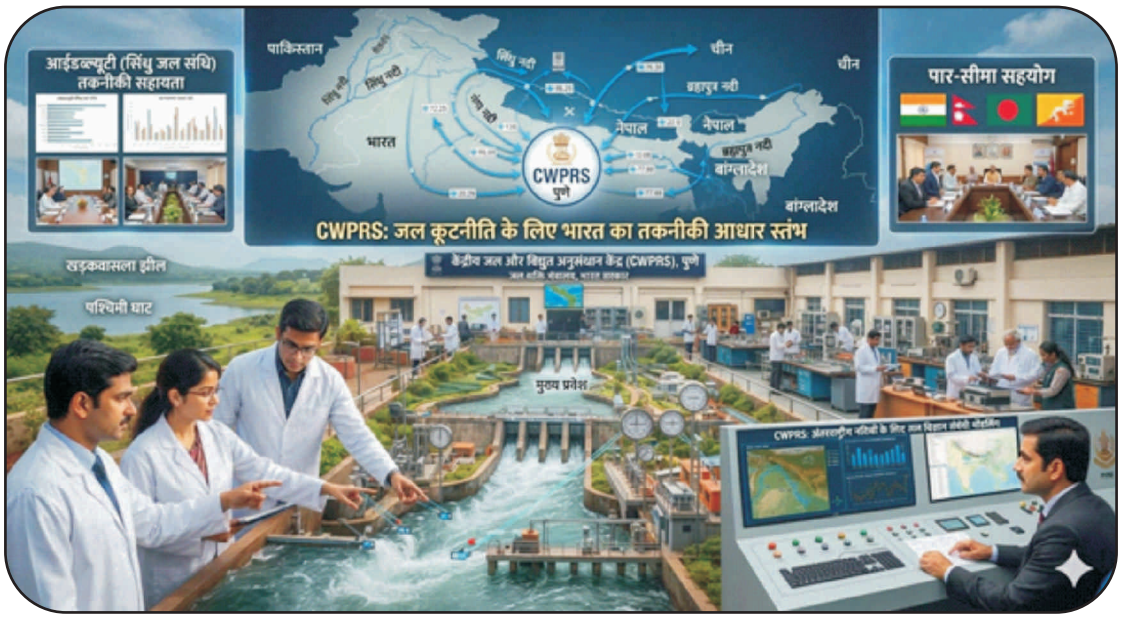
भारत अनेक ऐसी अंतरराष्ट्रीय नदी प्रणालियों का सहभागी है, जो अपने पड़ोसी देशों के साथ साझा की जाती हैं। इन सीमा-पार नदी प्रणालियों के कारण जल संसाधनों का प्रबंधन केवल तकनीकी विषय न रहकर विदेश नीति, राष्ट्रीय सुरक्षा तथा क्षेत्रीय सहयोग का महत्वपूर्ण आधार बन गया है। ये नदियाँ सिंचाई, जलविद्युत उत्पादन, पेयजल आपूर्ति तथा बाढ़ प्रबंधन में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं, वहीं जल बँटवारे, बाँध निर्माण तथा उर्ध्वप्रवाह (अपस्ट्रीम) एवं अनुप्रवाह (डाउनस्ट्रीम) प्रभावों से संबंधित विवादों जैसी जटिल चुनौतियाँ भी उत्पन्न करती हैं। वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन तथा जनसंख्या वृद्धि के कारण जल संसाधनों का सामरिक एवं आर्थिक महत्व निरंतर बढ़ रहा है। ऐसी परिस्थितियों में पड़ोसी देशों के साथ संतुलित एवं सहयोगात्मक संबंध बनाए रखते हुए भारत की जल सुरक्षा सुनिश्चित करना अत्यंत आवश्यक हो गया है। इस उद्देश्य की पूर्ति में जल कूटनीति (Water Diplomacy) की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है।

जल कूटनीति से आशय उन नीतिगत, तकनीकी एवं संस्थागत प्रयासों से है, जिनके माध्यम से दो या दो से अधिक देशों के बीच साझा नदी प्रणालियों के न्यायसंगत, सतत एवं पारस्परिक रूप से स्वीकार्य प्रबंधन हेतु संवाद, संधियाँ, संयुक्त आयोग तथा अन्य सहयोगात्मक व्यवस्थाएँ विकसित की जाती हैं। भारत की जल कूटनीति मुख्यतः पाकिस्तान, चीन, नेपाल, भूटान, बांग्लादेश तथा म्यांमार के साथ साझा नदी तंत्र पर आधारित है। यह व्यवस्था सहयोग, पारस्परिक विश्वास तथा राष्ट्रीय हितों के मध्य संतुलन स्थापित करने का महत्वपूर्ण माध्यम है। वर्तमान वैश्विक परिदृश्य में जल को केवल प्राकृतिक संसाधन के रूप में नहीं, बल्कि राष्ट्रीय सुरक्षा, ऊर्जा सुरक्षा, खाद्य सुरक्षा तथा भू-राजनीतिक प्रभाव से जुड़े एक रणनीतिक संसाधन के रूप में देखा जा रहा है। परिणामस्वरूप सीमा-पार नदी प्रबंधन से संबंधित निर्णय अब केवल तकनीकी या अभियांत्रिकीय विषय नहीं रह गए हैं, बल्कि वे विदेश नीति एवं सामरिक रणनीति का अभिन्न अंग बन चुके हैं।

भारत-पाकिस्तान संबंधों में सिंधु नदी प्रणाली से संबंधित परियोजनाएँ, भारत-बांग्लादेश के मध्य तीस्ता नदी के जल बँटवारे का प्रश्न तथा भारत-चीन के संदर्भ में ब्रह्मपुत्र (यारलुंग त्सांगपो) नदी पर विकसित हो रही परियोजनाएँ इस तथ्य को स्पष्ट करती हैं कि वैज्ञानिक तथ्यों, प्रमाणित आँकड़ों तथा तकनीकी विश्लेषण के बिना प्रभावी जल कूटनीति संभव नहीं है।

ऐसे जटिल एवं संवेदनशील परिदृश्य में पुणे स्थित केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला भारत की जल कूटनीति को

वैज्ञानिक आधार प्रदान करने वाली अग्रणी तकनीकी संस्था के रूप में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है। जल शक्ति मंत्रालय के अधीन कार्यरत यह संस्थान उन्नत गणितीय मॉडलिंग, भौतिक मॉडल अध्ययन, नदी प्रणाली विश्लेषण तथा जल संसाधन अभियान्त्रिकी के विभिन्न क्षेत्रों में अनुसंधान के माध्यम से वैज्ञानिक एवं प्रमाणित तकनीकी साक्ष्य उपलब्ध कराता है। यही तकनीकी आधार भारत को अंतरराष्ट्रीय संधियों, संयुक्त नदी आयोगों तथा सीमा-पार जल संबंधी वार्ताओं में तथ्यपरक एवं वैज्ञानिक दृष्टिकोण प्रस्तुत करने में सक्षम बनाता है।



चित्र 1: भारत की जल कूटनीति में कें.ज.वि.अ.शाला की भूमिका

भारत की सीमा-पार नदी प्रणालियों के प्रभावी प्रबंधन तथा अंतर्राष्ट्रीय जल विवादों के वैज्ञानिक समाधान में केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला, पुणे की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है। यह संस्थान जल संसाधन अभियांत्रिकी, नदी विज्ञान तथा हाइड्रोलिक मॉडल अध्ययन के क्षेत्र में देश की अग्रणी अनुसंधान संस्था है। इसके द्वारा किए गए अध्ययन भारत सरकार को जल कूटनीति से संबंधित निर्णयों के लिए विश्वसनीय वैज्ञानिक आधार उपलब्ध कराते हैं।

1. संधि वार्ताओं के लिए वैज्ञानिक एवं तकनीकी आधार

अंतरराष्ट्रीय जल संधियों एवं सीमा-पार नदी विवादों में किसी भी देश का पक्ष केवल कानूनी प्रावधानों पर नहीं, बल्कि वैज्ञानिक तथ्यों और प्रमाणित तकनीकी विश्लेषण पर भी आधारित होता है। कें.ज.वि.अ.शाला द्वारा विकसित गणितीय एवं भौतिक मॉडल साझा नदी बेसिनों की प्रवाह विशेषताओं, जल उपलब्धता, तलछट परिवहन तथा जल संरचनाओं के प्रभाव का वैज्ञानिक मूल्यांकन करते हैं। इन अध्ययनों से प्राप्त निष्कर्ष भारत सरकार को अंतरराष्ट्रीय वार्ताओं एवं संयुक्त नदी आयोगों के समक्ष तथ्यपरक एवं तकनीकी रूप से सुदृढ़ पक्ष प्रस्तुत करने में सहायता प्रदान करते हैं।

2. हाइड्रोलिक मॉडलिंग द्वारा विवादों का वैज्ञानिक समाधान

सिंधु जल संधि, गंगा जल बँटवारा तथा अन्य सीमा-पार नदी व्यवस्थाओं से संबंधित तकनीकी विवादों के समाधान के लिए वैज्ञानिक विश्लेषण अत्यंत आवश्यक है। कें.ज.वि.अ.शाला द्वारा निर्मित भौतिक एवं गणितीय मॉडल यह आकलन करने में सक्षम हैं कि प्रस्तावित बाँध, बैराज, जलविद्युत परियोजनाएँ अथवा नदी प्रशिक्षण कार्य नदी के प्रवाह,

जलस्तर, तलछट परिवहन एवं बाढ़ व्यवहार को किस प्रकार प्रभावित करेंगे। इन अध्ययनों से यह सुनिश्चित किया जा सकता है कि प्रस्तावित परियोजनाएँ संबंधित संधियों एवं अंतरराष्ट्रीय मानकों के अनुरूप हैं।

3. सीमा-पार जल सुरक्षा एवं रणनीतिक तैयारी

उर्ध्वप्रवाह क्षेत्रों में निर्मित जल संरचनाएँ निम्नप्रवाह देशों की जल सुरक्षा को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित कर सकती हैं। विशेष रूप से ब्रह्मपुत्र नदी पर विकसित हो रही परियोजनाओं के संदर्भ में वैज्ञानिक निगरानी एवं पूर्वानुमान अत्यंत आवश्यक हैं। इस दिशा में कें.ज.वि.अ.शाला राष्ट्रीय जल विज्ञान परियोजना, उपग्रह आधारित अवलोकन प्रणालियों तथा अन्य आधुनिक प्रौद्योगिकियों के माध्यम से जल प्रवाह, बाढ़ की संभावनाओं तथा जलाशयों की गतिविधियों का विश्लेषण करता है। इससे भारत सरकार को समयबद्ध एवं वैज्ञानिक आधार पर रणनीतिक निर्णय लेने में सहायता मिलती है।

4. क्षेत्रीय सहयोग एवं क्षमता निर्माण

कें.ज.वि.अ.शाला केवल अनुसंधान संस्था ही नहीं, बल्कि क्षेत्रीय सहयोग का भी एक महत्वपूर्ण केंद्र है। एशिया और प्रशांत हेतु संयुक्त राष्ट्र का आर्थिक एवं सामाजिक आयोग (UN ESCAP) की क्षेत्रीय प्रयोगशाला के रूप में इसकी पहचान दक्षिण एशिया, मध्य-पूर्व तथा अफ्रीकी देशों के साथ तकनीकी सहयोग को सुदृढ़ बनाती है। संस्थान द्वारा हाइड्रोलिक अध्ययन, तकनीकी परामर्श, प्रशिक्षण कार्यक्रम तथा क्षमता निर्माण गतिविधियों के माध्यम से भारत की वैज्ञानिक विशेषज्ञता का अंतरराष्ट्रीय स्तर पर प्रसार होता है। इससे भारत की 'वैज्ञानिक सॉफ्ट पावर' को भी मजबूती मिलती है।

5. नीति निर्माण में तकनीकी परामर्श

राष्ट्रीय जल नीति, सीमा-पार नदी प्रबंधन तथा अंतरराष्ट्रीय जल सहयोग से जुड़े विभिन्न विषयों पर कें.ज.वि.अ.शाला केंद्र सरकार को विशेषज्ञ तकनीकी परामर्श उपलब्ध कराता है। संस्थान जटिल हाइड्रोलिक एवं नदी अभियान्त्रिकी संबंधी अध्ययनों को व्यवहारिक एवं नीति-उन्मुख सुझावों में रूपांतरित करता है। इससे जल संसाधनों के वैज्ञानिक, सुरक्षित एवं सतत प्रबंधन के लिए प्रभावी नीतियों के निर्माण में सहायता मिलती है। साथ ही, जलवायु परिवर्तन, पर्यावरणीय संरक्षण तथा दीर्घकालिक जल सुरक्षा से संबंधित राष्ट्रीय रणनीतियों को भी वैज्ञानिक आधार प्राप्त होता है।

निष्कर्ष

वर्तमान वैश्विक परिदृश्य में जल केवल विकास का संसाधन नहीं रह गया है, बल्कि राष्ट्रीय सुरक्षा, आर्थिक समृद्धि तथा भू-राजनीतिक प्रभाव का एक महत्त्वपूर्ण आधार बन चुका है। भारत की जल कूटनीति भी सहयोग-आधारित दृष्टिकोण से आगे बढ़कर राष्ट्रीय हितों, आर्थिक आवश्यकताओं तथा वैज्ञानिक साक्ष्यों पर आधारित नीति-ढाँचे की ओर अग्रसर हो रही है। इस परिवर्तित परिदृश्य में केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला भारत की जल कूटनीति को वैज्ञानिक एवं तकनीकी आधार प्रदान करने वाली अग्रणी संस्था के रूप में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है। अपनी उन्नत जल अनुसंधान क्षमता, वैज्ञानिक विशेषज्ञता, तकनीकी मूल्यांकन तथा नीति-निर्माण में सहयोग के माध्यम से यह संस्थान न केवल अंतरराष्ट्रीय जल वार्ताओं में भारत के पक्ष को सुदृढ़ वैज्ञानिक आधार प्रदान करता है, बल्कि क्षेत्रीय सहयोग, जल सुरक्षा तथा सतत विकास के राष्ट्रीय उद्देश्यों की प्राप्ति में भी महत्त्वपूर्ण योगदान देता है। जलवायु परिवर्तन, सीमा-पार जल विवादों तथा जल संसाधनों पर बढ़ते दबाव के वर्तमान परिदृश्य में कें.ज.वि.अ.शाला की भूमिका भविष्य में और अधिक महत्त्वपूर्ण एवं प्रभावी होती जाएगी।

बांध स्थिरता एवं रिसाव नियंत्रण : साखरपा मृदा बाँध के संदर्भ में एक प्रकरण अध्ययन



श्रीमती पूजा चंद
वैज्ञानिक 'बी'

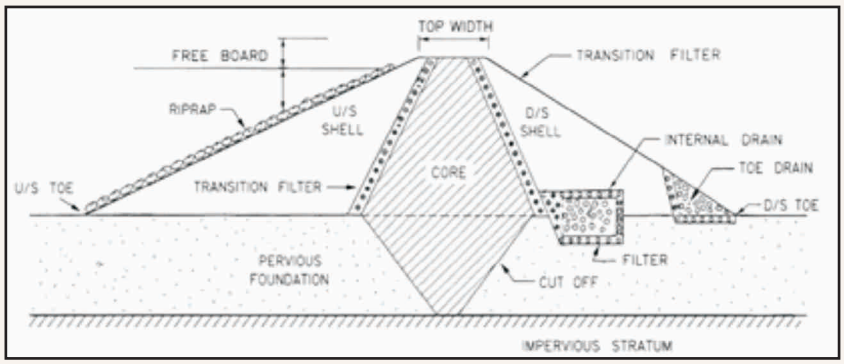


डॉ. तनुश्री सामंता
वैज्ञानिक 'सी'

1. परिचय

एक छोटी-सी धारा, जो कभी स्वच्छंद रूप से बहती थी, आज एक विशाल जलाशय का रूप धारण कर चुकी है। यह जलाशय अपने आसपास के खेतों, गाँवों तथा वन्यजीवों के लिए जीवनदायिनी बन गया है। इस शांत और मनोहारी दृश्य के पीछे अभियांत्रिकी की एक महत्त्वपूर्ण उपलब्धि छिपी है - मृदा बाँध। मृदा बाँध प्राकृतिक मिट्टी, शैल सामग्री तथा अन्य उपयुक्त स्थानीय पदार्थों से निर्मित की जाने वाली एक महत्त्वपूर्ण जल-संरचना है (चित्र 1)। सिंचाई, पेयजल आपूर्ति, बाढ़ नियंत्रण तथा जलविद्युत उत्पादन जैसे अनेक उद्देश्यों की पूर्ति में इनकी अत्यंत महत्त्वपूर्ण भूमिका होती है। कमजोर नींव की दशाओं में भी इनका निर्माण अपेक्षाकृत सरल, किफायती तथा स्थानीय संसाधनों पर आधारित होने के कारण प्रायः कंक्रीट बाँधों की अपेक्षा इन्हें प्राथमिकता दी जाती है।

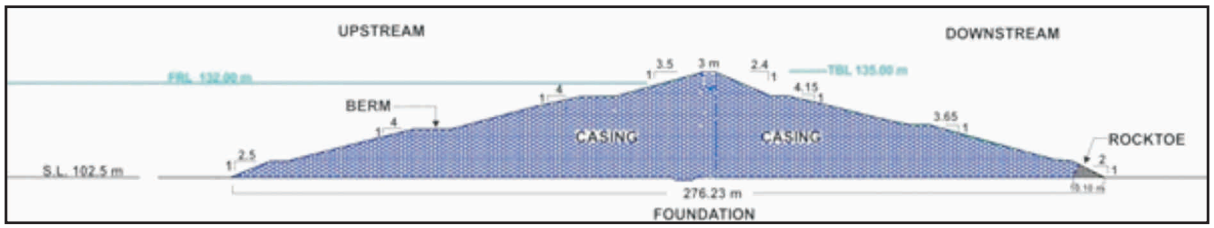
किन्तु मृदा बाँध का निर्माण केवल मिट्टी का ढेर लगाने भर का कार्य नहीं है। इसके लिए निर्माण प्रारम्भ होने से पूर्व भू-स्थितियों, वर्षा, जल प्रवाह तथा विभिन्न मृदा-परतों के भू-तकनीकी गुणों का विस्तृत अध्ययन आवश्यक होता है। निर्माण के दौरान कमजोर नींव, असमान धँसाव तथा अत्यधिक वर्षा जैसी परिस्थितियाँ कार्य की गुणवत्ता और बाँध की स्थिरता को प्रभावित कर सकती हैं। निर्माण पूर्ण होने के पश्चात भी मृदा बाँधों की नियमित निगरानी एवं अनुरक्षण अनिवार्य है। यदि समय रहते आवश्यक सुधारात्मक उपाय न किए जाएँ, तो तटबंध से होने वाला रिसाव, वर्षाजनित अपरदन तथा क्रमिक धँसाव बाँध की दीर्घकालिक सुरक्षा के लिए गंभीर चुनौती बन सकते हैं।



चित्र 1 : मृदा बाँध का अनुप्रस्थ परिच्छेद।

अतः मृदा बाँध केवल एक अभियांत्रिक संरचना नहीं, बल्कि प्रकृति और अभियांत्रिकी के समन्वय का उत्कृष्ट उदाहरण है। सुविचारित अभिकल्प, गुणवत्तापूर्ण निर्माण तथा नियमित अनुरक्षण के कारण ऐसे बाँध दशकों से जल संसाधनों के संरक्षण तथा समाज के सतत विकास में महत्त्वपूर्ण योगदान देते आ रहे हैं।

रत्नागिरी जिले में स्थित साखरपा मृदा बाँध (चित्र 2) के विस्तृत भू-तकनीकी अध्ययन के माध्यम से यह लेख दर्शाता है कि किस प्रकार वैज्ञानिक रिसाव का विश्लेषण, ढलान स्थिरता का मूल्यांकन तथा संरचनात्मक कमियों की पहचान कर उपयुक्त पुनर्वास उपायों की अनुशंसा करते हैं।

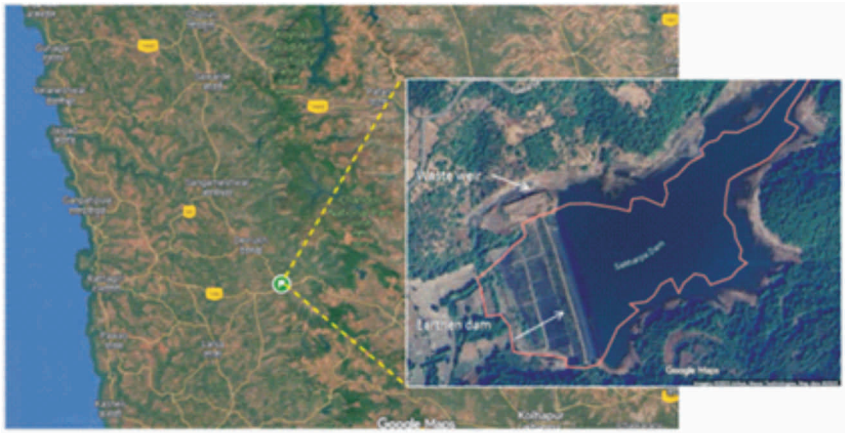


चित्र 2 : साखरपा मृदा बाँध का अनुप्रस्थ परिच्छेद।

2. अध्ययन की पृष्ठभूमि एवं उद्देश्य

महाराष्ट्र सरकार के जल संसाधन विभाग द्वारा स्थानीय सिंचाई तथा पेयजल आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए अनेक लघु सिंचाई परियोजनाओं के अंतर्गत मृदा बाँधों का निर्माण किया गया है। समय के साथ इनमें से अनेक बाँधों, विशेषकर साखरपा मृदा बाँध में उल्लेखनीय रिसाव की समस्या विकसित हुई। इसके परिणामस्वरूप जलाशय की भंडारण क्षमता प्रभावित हुई तथा बाँध की संरचनात्मक सुरक्षा को लेकर चिंताएँ उत्पन्न हुईं।

इस अध्ययन का प्रमुख उद्देश्य साखरपा मृदा बाँध की स्थिरता का समग्र आकलन करना, रिसाव की प्रकृति एवं कारणों का विश्लेषण करना तथा बाँध की सुरक्षा और दीर्घकालिक स्थायित्व सुनिश्चित करने हेतु उपयुक्त भू-तकनीकी उपचारात्मक उपायों की अनुशंसा करना है।



चित्र 3 : साखरपा मृदा बाँध की भौगोलिक स्थिति।

3. कार्य योजना

साखरपा मृदा बाँध की संरचनात्मक स्थिति, रिसाव की प्रकृति तथा ढलानों की स्थिरता का आकलन करने के लिए अध्ययन को निम्नलिखित चरणों में संपन्न किया गया –

चरण 1 : क्षेत्रीय निरीक्षण - अध्ययन के प्रारम्भ में स्थल का विस्तृत निरीक्षण किया गया। इस दौरान बाँध की वर्तमान स्थिति, नींव, सिंचाई निर्गम (Outlet) तथा अन्य प्रमुख संरचनाओं का परीक्षण किया गया। साथ ही, बाँध के विभिन्न भागों में दिखाई देने वाले रिसाव के स्थानों एवं उनकी तीव्रता का प्रत्यक्ष अवलोकन किया गया।

चरण 2 : आँकड़ों का एकीकरण एवं भू-तकनीकी मापदंडों का सत्यापन - प्रयोगशाला परीक्षणों से प्राप्त परिणामों का संकलन कर उन्हें क्षेत्रीय बोरहोल लॉग (Borehole Logs) के साथ तुलनात्मक रूप से सत्यापित किया गया। इसके आधार पर मृदा के प्रतिनिधिक भू-तकनीकी मापदंड, जैसे-संलग्नता (Cohesion), आंतरिक घर्षण कोण (Angle of Internal Friction) तथा हाइड्रोलिक चालकता (Hydraulic Conductivity) का निर्धारण किया गया।

चरण 3 : संख्यात्मक मॉडलिंग द्वारा सुरक्षा विश्लेषण - सत्यापित भू-तकनीकी मापदंडों के आधार पर परिमित-तत्व (Finite Element Method) तकनीक का उपयोग करते हुए बाँध का त्रि-आयामी डिजिटल मॉडल विकसित किया गया। इस मॉडल के माध्यम से निम्नलिखित विश्लेषण किए गए -

(क) रिसाव विश्लेषण (Seepage Analysis) बाँध के भीतर जल प्रवाह की दिशा, भूजल रेखा (Phreatic Line) तथा छिद्र जल-दाब (Pore Water Pressure) के वितरण का आकलन किया गया।

(ख) ढलान स्थिरता विश्लेषण (Slope Stability Analysis) - बाँध की प्रतिप्रवाह एवं अनुप्रवाह ढलानों के सुरक्षा गुणांक (Factor of Safety) का मूल्यांकन कर उनकी स्थिरता का परीक्षण किया गया।

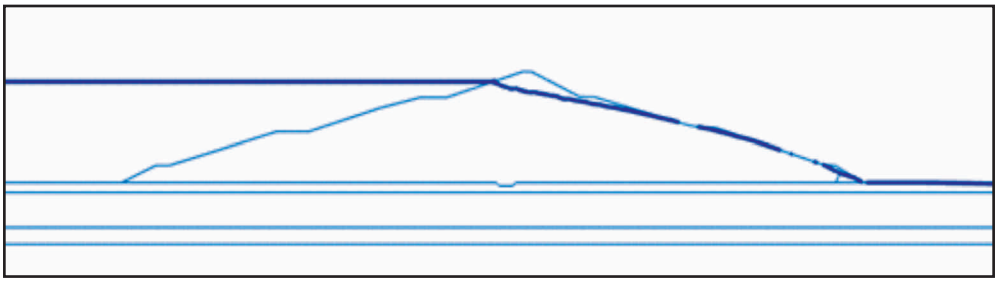
4. अध्ययन के प्रमुख परिणाम

(क) रिसाव विश्लेषण

I. भूजल-रेखा का व्यवहार: भूजल-रेखा वह सीमा है जिसके नीचे की मृदा पूर्णतः संतृप्त रहती है, जबकि इसके ऊपर की मृदा आंशिक अथवा पूर्णतः असंतृप्त होती है। इस अध्ययन में भूजल-रेखा का विश्लेषण दो परिस्थितियों में किया गया -

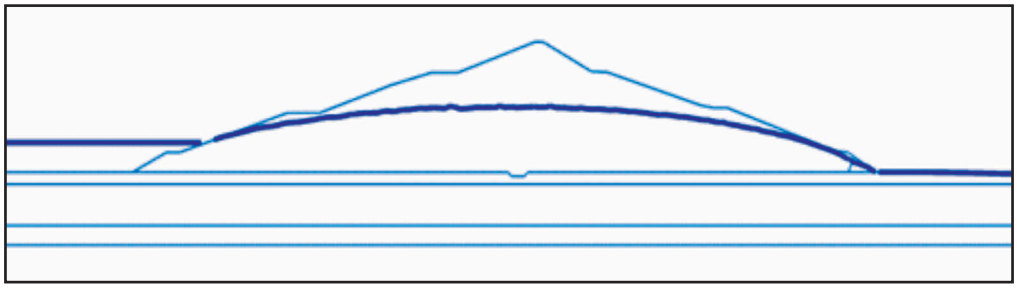
- स्थिर अवस्था (Steady State) विश्लेषण :

विश्लेषण से ज्ञात हुआ कि बाँध के मुख्य भाग में भूजल-रेखा नीचे की ओर झुकते हुए अनुप्रवाह ढलान को प्रतिच्छेदित करती है। परिणामस्वरूप अनुप्रवाह ढलान का अधिकांश भाग संतृप्त अवस्था में बना रहता है। मृदा बाँधों के लिए यह स्थिति वांछनीय नहीं मानी जाती, क्योंकि इससे ढलान की स्थिरता प्रभावित हो सकती है।



चित्र 4 : स्थिर अवस्था में भूजल-रेखा का वितरण।

- आकस्मिक जलस्तर-पतन (Sudden Drawdown) विश्लेषण - आकस्मिक जलस्तर-पतन की स्थिति में यह पाया गया कि प्रतिप्रवाह भाग में भूजल-रेखा अपेक्षित गति से नीचे नहीं आती। फलस्वरूप मृदा के भीतर उच्च छिद्र जल-दाब बना रहता है, जिससे ढलान की स्थिरता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है।



चित्र 5 : आकस्मिक जलस्तर-पतन की स्थिति में भूजल-रेखा।

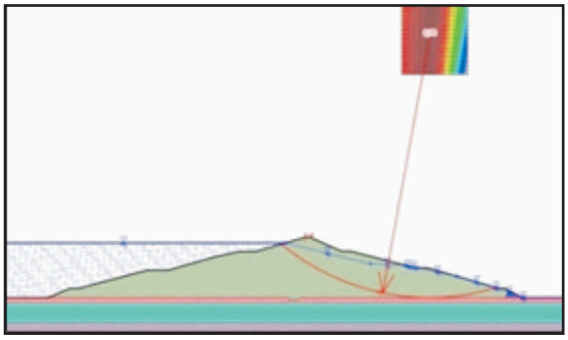
II. रिसाव प्रवाह विश्लेषण : इससे ज्ञात हुआ कि बाँध के केंद्रीय अनुप्रस्थ परिच्छेद से लगभग 813.7 लीटर प्रति दिन प्रति मीटर की दर से जल का रिसाव हो रहा है। यह मात्रा दर्शाती है कि बाँध के भीतर निरंतर जल प्रवाह विद्यमान है, जिसके कारण दीर्घकाल में संरचनात्मक सुरक्षा प्रभावित हो सकती है।

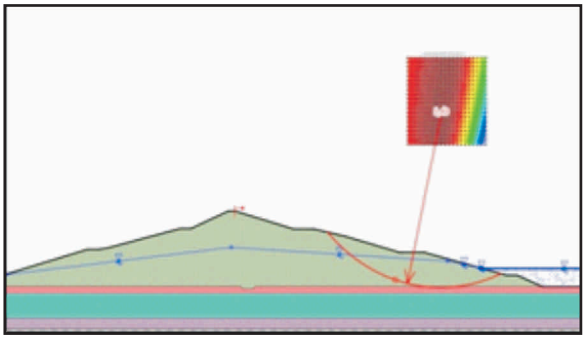
III. छिद्र जल-दाब का वितरण- मृदा कणों के मध्य स्थित सूक्ष्म रिक्त स्थानों में उपस्थित जल द्वारा उत्पन्न दाब को छिद्र जल-दाब कहा जाता है। अध्ययन से स्पष्ट हुआ कि ऊपरी धारा से निचले भाग की ओर बढ़ने पर स्थिर अवस्था में छिद्र जल-दाब में क्रमशः वृद्धि होती है। यही दाब मृदा की प्रभावी दृढ़ता तथा ढलान की स्थिरता को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करता है।

IV. हाइड्रोलिक हेड - आदर्श परिस्थितियों में बाँध के निचले भाग की ओर जल-दाब क्रमशः कम होना चाहिए। किंतु इस अध्ययन में पाया गया कि जलस्तर उच्च होने के कारण अनुप्रवाह क्षेत्र में अपेक्षाकृत अधिक हाइड्रोलिक हेड बना रहता है।

(ख) ढलान स्थिरता एवं सुरक्षा मूल्यांकन

मृदा बाँधों में रिसाव तथा ढलान की स्थिरता परस्पर घनिष्ठ रूप से संबद्ध होती हैं। इसलिए ढलान स्थिरता विश्लेषण में रिसाव अध्ययन से प्राप्त भूजल-रेखा एवं छिद्र जल-दाब के मानों का उपयोग किया गया। विश्लेषण के अनुसार स्थिर रिसाव की स्थिति में अनुप्रवाह ढलान का सुरक्षा गुणांक 0.77 प्राप्त हुआ, जो भारतीय मानक IS 7894 : 1975 के अनुसार अपेक्षित न्यूनतम मान 1.5 से काफी कम है। इससे स्पष्ट होता है कि यह ढलान वर्तमान स्थिति में असुरक्षित है। आकस्मिक जलस्तर-पतन की स्थिति में प्रतिप्रवाह ढलान का सुरक्षा गुणांक 1.43 प्राप्त हुआ, जो आवश्यक न्यूनतम मान 1.3 से अधिक है। अतः यह ढलान इस परिस्थिति में सुरक्षित मानी गई।





चित्र 6 : अनुप्रवाह ढलान का महत्त्वपूर्ण स्लिप सर्कल। चित्र 7 : प्रतिप्रवाह ढलान का महत्त्वपूर्ण स्लिप सर्कल।

इसके अतिरिक्त, आभासी स्थैतिक (Pseudo-static) विधि से किए गए भूकंपीय स्थिरता विश्लेषण से यह भी ज्ञात हुआ कि पूर्ण जलाशय की स्थिति में भूकंप आने पर अनुप्रवाह तथा प्रतिप्रवाह दोनों ढलानों का सुरक्षा गुणांक न्यूनतम स्वीकार्य सीमा से नीचे चला जाता है।

5. अध्ययन का निष्कर्ष

अध्ययन से स्पष्ट हुआ कि साखरपा मृदा बाँध में विद्यमान रिसाव उसकी संरचनात्मक सुरक्षा के लिए एक महत्त्वपूर्ण चुनौती है। रिसाव विश्लेषण से ज्ञात हुआ कि बाँध के अनुप्रवाह भाग में भूजल-रेखा अपेक्षाकृत ऊँची बनी हुई है, जिसके कारण बाँध के भीतर निरंतर जल का रिसाव हो रहा है। जलस्तर-पतन की स्थिति में प्रतिप्रवाह भाग में छिद्र जल-दाब अपेक्षित गति से कम नहीं होता, जिससे ढलान की स्थिरता प्रभावित होने की आशंका बनी रहती है। ढलान स्थिरता विश्लेषण से यह निष्कर्ष प्राप्त हुआ कि प्रतिप्रवाह ढलान सामान्य परिस्थितियों में सुरक्षित है, जबकि अनुप्रवाह ढलान का सुरक्षा गुणांक निर्धारित न्यूनतम मान से काफी कम पाया गया। यह स्थिति संकेत करती है कि वर्तमान अवस्था में अनुप्रवाह ढलान दीर्घकालीन दृष्टि से सुरक्षित नहीं है तथा इसके लिए प्रभावी पुनर्वास उपाय अपनाना आवश्यक है। समग्र रूप से यह अध्ययन दर्शाता है कि मृदा बाँधों की सुरक्षा केवल निर्माण की गुणवत्ता पर निर्भर नहीं करती, बल्कि नियमित निरीक्षण, वैज्ञानिक विश्लेषण तथा समयबद्ध अनुरक्षण पर भी समान रूप से आधारित होती है।

6. अनुशंसित पुनर्वास उपाय

अध्ययन के आधार पर बाँध की संरचनात्मक सुरक्षा बढ़ाने, रिसाव को नियंत्रित करने तथा उसकी दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए निम्नलिखित उपाय प्रस्तावित किए गए हैं-

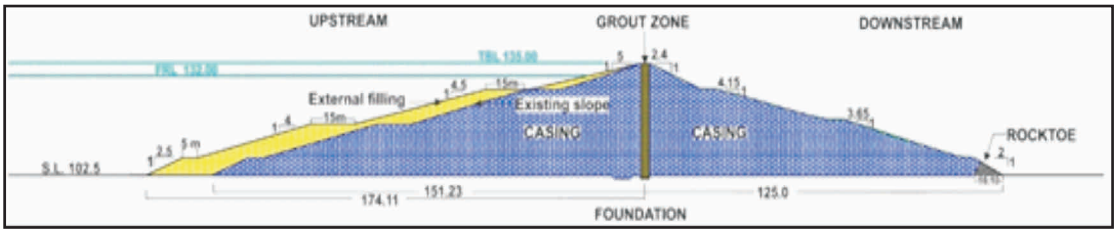
(क) ग्राउटिंग (Grouting) द्वारा रिसाव नियंत्रण - बाँध के भीतर विकसित सूक्ष्म रिक्तियों एवं रिसाव मार्गों को बंद करने के लिए उपयुक्त सीमेंट ग्राउट का इंजेक्शन दिया जाए, जिससे जल का अनियंत्रित प्रवाह कम हो सके।

(ख) प्रतिप्रवाह ढलान का पुनः प्रोफाइलिंग (Regrading)- प्रतिप्रवाह ढलान को अधिक समतल बनाकर ढलान पर कार्यरत बलों को कम किया जाए, जिससे उसकी स्थिरता में वृद्धि हो।

(ग) संरचनात्मक स्वास्थ्य निगरानी प्रणाली - बाँध की निरंतर निगरानी के लिए पीजोमीटर, वी-नॉच वेयर तथा अन्य उपयुक्त उपकरण स्थापित किए जाएँ, ताकि जल-दाब एवं रिसाव की मात्रा का नियमित आकलन किया जा सके।

(घ) सतह संरक्षण उपाय -1. प्रतिप्रवाह सतह पर उपयुक्त पत्थर की पिचिंग (Rip-rap) की व्यवस्था की जाए, जिससे लहरों से होने वाले अपरदन को रोका जा सके। 2. अनुप्रवाह ढलान पर घास (Turfing) विकसित की जाए, ताकि वर्षाजल से होने वाले अपरदन तथा गली निर्माण को नियंत्रित किया जा सके।

(ङ) नियमित अनुरक्षण - केंद्रीय जल आयोग (CWC) के दिशा-निर्देशों के अनुरूप बाँध का समय-समय पर निरीक्षण, अनुरक्षण तथा आवश्यक मरम्मत कार्य सुनिश्चित किए जाएँ।



चित्र 8 : साखरपा मृदा बाँध के लिए अनुशंसित पुनर्वास उपाय।

(च) सामाजिक-आर्थिक प्रभाव

मृदा बाँधों की संरचनात्मक सुरक्षा केवल एक अभियांत्रिक आवश्यकता नहीं है, बल्कि इसका प्रत्यक्ष संबंध समाज, कृषि तथा क्षेत्रीय अर्थव्यवस्था से भी है। अनुप्रवाह क्षेत्र की सुरक्षा बाँध की स्थिरता सुनिश्चित होने से अनुप्रवाह क्षेत्र में रहने वाले हजारों परिवारों, पशुधन तथा सार्वजनिक परिसंपत्तियों को संभावित बाढ़ एवं बाँध विफलता से सुरक्षित रखा जा सकता है। कृषि एवं जल सुरक्षा सिंचाई पर आधारित कृषि क्षेत्रों के लिए जलाशय का सुरक्षित एवं स्थायी संचालन अत्यंत आवश्यक है। रिसाव नियंत्रण के माध्यम से जल हानि कम होगी तथा पूरे सिंचाई सत्र में जल की उपलब्धता अधिक विश्वसनीय बनी रहेगी। सार्वजनिक संसाधनों का संरक्षण

समय पर वैज्ञानिक विश्लेषण एवं नियोजित अनुरक्षण अपनाने से आकस्मिक मरम्मत तथा आपदा प्रबंधन पर होने वाले अत्यधिक व्यय में उल्लेखनीय कमी लाई जा सकती है। इससे सार्वजनिक धन का अधिक प्रभावी उपयोग संभव होगा।

7. भविष्य की दिशा

मृदा बाँधों की सुरक्षा को और अधिक प्रभावी बनाने के लिए भविष्य में निम्नलिखित पहलें उपयोगी सिद्ध हो सकती हैं - वास्तविक समय डिजिटल निगरानी इस अध्ययन में विकसित संख्यात्मक मॉडल को इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) आधारित पीजोमीटर एवं अन्य स्मार्ट संवेदकों से जोड़कर बाँध की वास्तविक समय (Real-time) स्वास्थ्य निगरानी प्रणाली विकसित की जा सकती है। जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में मूल्यांकन हेतु जैसे अत्यधिक वर्षा, बादल फटना तथा दीर्घकालीन सूखे जैसी परिस्थितियों का बाँधों की स्थिरता पर संभावित प्रभाव आँकने के लिए वर्तमान मॉडल को और विकसित किया जा सकता है। इस अध्ययन से प्राप्त अनुभवों के आधार पर क्षेत्र के पुराने मृदा बाँधों के लिए एक मानकीकृत स्वास्थ्य-निगरानी एवं जोखिम मूल्यांकन प्रणाली विकसित की जा सकती है, जिससे संभावित समस्याओं की समय रहते पहचान कर उचित सुधारात्मक कार्रवाई सुनिश्चित की जा सके।

विकास की नींव के मौन शिल्पकार : भू-तकनीकी मृदा प्रयोगशाला सहायक की भूमिका



चितरंजन
प्रयोगशाला सहायक

''मजबूत नींव पर ही विकास का भव्य भवन खड़ा होता है।'' यह कथन केवल भवन निर्माण तक सीमित नहीं है, बल्कि जल संसाधनों से जुड़ी प्रत्येक परियोजना का मूल मंत्र भी है। किसी बाँध की सुरक्षा हो, किसी बैराज की स्थिरता, नदी तटों का संरक्षण हो अथवा बंदरगाहों का विकास - हर संरचना की सफलता उसकी नींव में निहित मृदा की गुणवत्ता पर निर्भर करती है। इसी सत्य को वैज्ञानिक रूप देने का कार्य करता है केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला, पुणे का भू-तकनीकी अभियांत्रिकी विभाग, और इस महत्वपूर्ण दायित्व में भू-तकनीकी मृदा प्रयोगशाला सहायक की भूमिका अत्यंत महत्त्वपूर्ण होती है।

प्रयोगशाला में कार्य करने वाला सहायक केवल उपकरणों का संचालन करने वाला कर्मचारी नहीं होता, बल्कि वह वैज्ञानिक अनुसंधान की उस मौन शक्ति का प्रतिनिधि होता है, जिसकी सावधानी, निष्ठा और तकनीकी दक्षता पर अनेक महत्वपूर्ण परियोजनाओं की गुणवत्ता निर्भर करती है। मिट्टी के प्रत्येक नमूने में प्रकृति का एक अनकहा इतिहास छिपा होता है। उस इतिहास को वैज्ञानिक तथ्यों में परिवर्तित करने की प्रक्रिया में प्रयोगशाला सहायक की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण होती है।

जब देश के विभिन्न भागों से मृदा के नमूने प्रयोगशाला में पहुँचते हैं, तब उनकी पहचान, सुरक्षित संरक्षण, परीक्षण हेतु तैयारी तथा निर्धारित मानकों के अनुसार उनका परीक्षण प्रारंभ होता है। इस संपूर्ण प्रक्रिया में प्रयोगशाला सहायक अत्यंत सावधानी और अनुशासन के साथ कार्य करता है। वह यह सुनिश्चित करता है कि प्रत्येक परीक्षण निर्धारित मानकों के अनुरूप हो तथा प्राप्त परिणाम पूर्णतः विश्वसनीय हों।

मृदा के कण आकार, घनत्व, आर्द्रता, संपीड्यता तथा पारगम्यता शक्ति जैसे गुणों का परीक्षण केवल तकनीकी प्रक्रिया नहीं है, बल्कि भविष्य की संरचनाओं की सुरक्षा का आधार है। इन परीक्षणों से प्राप्त निष्कर्ष वैज्ञानिकों और अभियंताओं को यह निर्णय लेने में सहायता करते हैं कि किसी स्थान की मिट्टी किस प्रकार की संरचना के लिए उपयुक्त है तथा उसकी दीर्घकालिक स्थिरता कैसे सुनिश्चित की जा सकती है।

वर्तमान समय में जब देश तीव्र गति से आधारभूत संरचनाओं का विकास कर रहा है, तब सुरक्षित एवं टिकाऊ निर्माण की आवश्यकता पहले से कहीं अधिक बढ़ गई है। जलवायु परिवर्तन, अनियमित वर्षा, बाढ़ तथा भू-क्षरण जैसी चुनौतियों के बीच वैज्ञानिक दृष्टिकोण ही स्थायी समाधान प्रदान कर सकता है। ऐसे समय में भू-तकनीकी

प्रयोगशालाओं का महत्व और अधिक बढ़ जाता है, क्योंकि किसी भी परियोजना की सफलता उसकी मजबूत नींव पर निर्भर करती है।

प्रयोगशाला सहायक का योगदान प्रायः जनसामान्य की दृष्टि से ओझल रहता है, क्योंकि उसका अधिकांश कार्य प्रयोगशाला की सीमाओं के भीतर सम्पन्न होता है। फिर भी उसके द्वारा प्राप्त किए गए सटीक परीक्षण परिणाम अनेक अभियंताओं के निर्णयों का आधार बनते हैं। उसकी सूक्ष्म दृष्टि, धैर्य, अनुशासन और समर्पण राष्ट्र निर्माण की उस अदृश्य शक्ति का परिचय देते हैं, जो बिना किसी अपेक्षा के विकास यात्रा को निरंतर गति प्रदान करती है।

विज्ञान की वास्तविक शक्ति केवल आधुनिक उपकरणों में नहीं, बल्कि उन्हें समर्पण और उत्तरदायित्व के साथ संचालित करने वाले कर्मयोगियों में निहित होती है। भू-तकनीकी मृदा प्रयोगशाला सहायक इसी कर्मयोग की उत्कृष्ट मिसाल है। वह मिट्टी के प्रत्येक कण में छिपी संभावनाओं को पहचानकर उन्हें राष्ट्रहित में उपयोगी ज्ञान में परिवर्तित करने की प्रक्रिया का अभिन्न अंग बनता है।

आज जब भारत जल सुरक्षा, सतत विकास और विश्वस्तरीय आधारभूत संरचनाओं के निर्माण की दिशा में निरंतर आगे बढ़ रहा है, तब केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला के भू-तकनीकी मृदा प्रयोगशाला सहायकों का योगदान भी उतना ही प्रेरणादायक है। उनकी निष्ठा, वैज्ञानिक सोच और उत्कृष्ट कार्य संस्कृति न केवल संस्थान की गरिमा को बढ़ाती है, बल्कि देश के विकास को भी सुदृढ़ आधार प्रदान करती है।

निस्संदेह, प्रयोगशाला की शांत दीवारों के बीच कार्यरत ये समर्पित कर्मी वास्तव में उन मजबूत नींवों के निर्माता हैं, जिन पर सुरक्षित बाँध, सुदृढ़ तटबंध, विश्वसनीय जल संरचनाएँ और विकसित भारत का स्वप्न साकार होता है। उनका कार्य हमें यह संदेश देता है कि राष्ट्र निर्माण केवल विशाल परियोजनाओं से नहीं, बल्कि उन अनगिनत समर्पित हाथों से होता है जो निष्ठा, परिश्रम और वैज्ञानिक दृष्टि के साथ अपने दायित्व का निर्वहन करते हैं।

❁❁❁❁❁

आ नो भद्राः क्रतवो यन्तु विश्वतः।।
सभी दिशाओं से हमारे पास कल्याणकारी
एवं श्रेष्ठ विचार आएँ।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता के युग में वैज्ञानिक अनुसंधान और राजभाषा हिंदी : अवसर, चुनौतियाँ एवं भविष्य



अभिषेक पाराशर
पुस्तकालय एवं सूचना सहायक

वर्तमान समय विज्ञान, प्रौद्योगिकी और कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence-AI) का युग है। आज ज्ञान का सृजन, संरक्षण और प्रसार अभूतपूर्व गति से हो रहा है। वैज्ञानिक अनुसंधान की जटिल प्रक्रियाएँ अब डिजिटल प्रौद्योगिकी, उच्च क्षमता वाले कंप्यूटर (High Performance Computing), मशीन लर्निंग तथा कृत्रिम बुद्धिमत्ता जैसे उन्नत साधनों से संचालित हो रही हैं। ऐसे परिवर्तित परिदृश्य में भाषा केवल संचार का माध्यम नहीं, बल्कि ज्ञान के सृजन, संवहन और लोकतंत्रीकरण का प्रभावी उपकरण बन गई है।

भारत की राजभाषा हिंदी करोड़ों नागरिकों की अभिव्यक्ति का माध्यम होने के साथ-साथ वैज्ञानिक एवं तकनीकी ज्ञान को समाज के व्यापक वर्ग तक पहुँचाने की सशक्त भाषा भी है। यदि वैज्ञानिक उपलब्धियाँ केवल अंग्रेज़ी तक सीमित रहें, तो ज्ञान का लाभ सीमित वर्ग तक ही पहुँच पाएगा। इसके विपरीत, वैज्ञानिक जानकारी का सरल, सटीक एवं मानक हिंदी में प्रस्तुतीकरण अनुसंधान और समाज के मध्य प्रभावी सेतु का कार्य करता है।

विज्ञान की कोई भाषा नहीं होती, परंतु विज्ञान के प्रभावी संप्रेषण के लिए भाषा की भूमिका अत्यंत महत्त्वपूर्ण होती है। किसी भी अनुसंधान की वास्तविक उपयोगिता तभी सिद्ध होती है, जब उसके निष्कर्ष वैज्ञानिक समुदाय के साथ-साथ नीति-निर्माताओं, विद्यार्थियों तथा समाज तक भी पहुँचें। इस दृष्टि से राजभाषा हिंदी वैज्ञानिक ज्ञान के व्यापक प्रसार का प्रभावी माध्यम बन सकती है।

केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला जैसे संस्थानों में जल संसाधन, नदी अभियंत्रण, तटीय संरचनाओं, बंदरगाहों तथा जलविद्युत परियोजनाओं पर उच्चस्तरीय अनुसंधान किया जाता है। ऐसे अनुसंधानों के निष्कर्षों का हिंदी में प्रकाशन न केवल राजभाषा नीति के अनुरूप है, बल्कि वैज्ञानिक ज्ञान के लोकतंत्रीकरण की दिशा में भी एक महत्त्वपूर्ण कदम है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ने भाषा प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में क्रांतिकारी परिवर्तन किए हैं। आज मशीन अनुवाद, वाक्-पहचान (Speech Recognition), पाठ-संपादन, व्याकरण जाँच, तकनीकी शब्दावली का मानकीकरण तथा बहुभाषी दस्तावेज़ निर्माण जैसे अनेक कार्य अख की सहायता से अधिक तीव्रता एवं दक्षता के साथ किए जा रहे हैं। सरकारी कार्यालयों में भी अख आधारित उपकरण हिंदी अनुवाद, टिप्पण लेखन, कार्यालयी पत्राचार, प्रतिवेदन निर्माण तथा राजभाषा कार्यान्वयन में सहायक सिद्ध हो रहे हैं। इससे कार्य की गति बढ़ी है तथा समय की बचत भी हुई है। यद्यपि

कृत्रिम बुद्धिमत्ता अत्यंत उपयोगी है, तथापि यह मानवीय विवेक, संदर्भ-बोध तथा भाषिक संवेदनशीलता का पूर्ण विकल्प नहीं हो सकती। वैज्ञानिक एवं तकनीकी दस्तावेज़ों में प्रयुक्त शब्दावली, विधिक अभिव्यक्तियाँ तथा प्रशासनिक भाषा अत्यधिक सटीकता की अपेक्षा करती हैं। इसलिए अख द्वारा तैयार सामग्री का भाषा-विशेषज्ञ द्वारा परीक्षण एवं संपादन आवश्यक है। राजभाषा विभाग की भूमिका अब केवल अनुवाद तक सीमित नहीं रही। आज वह भाषा सलाहकार, गुणवत्ता नियंत्रक, तकनीकी संपादक तथा डिजिटल भाषा विशेषज्ञ के रूप में भी कार्य कर रहा है।

वैज्ञानिक संस्थानों में हिंदी के प्रभावी प्रयोग के समक्ष अनेक व्यावहारिक चुनौतियाँ विद्यमान हैं-

- मानकीकृत तकनीकी शब्दावली का सीमित उपयोग।
- वैज्ञानिक लेखन में अंग्रेज़ी पर अत्यधिक निर्भरता।
- नवीन प्रौद्योगिकियों के लिए हिंदी संसाधनों की कमी।
- वैज्ञानिकों एवं शोधकर्ताओं में हिंदी तकनीकी लेखन का सीमित अभ्यास।
- उच्च गुणवत्ता वाले हिंदी संपादन की आवश्यकता।

इन चुनौतियों के समाधान हेतु नियमित प्रशिक्षण, मानक शब्दावली का प्रयोग, डिजिटल भाषा उपकरणों का उपयोग तथा वैज्ञानिक लेखन कार्यशालाओं का आयोजन आवश्यक है।

राष्ट्रीय शिक्षा नीति-2020, डिजिटल इंडिया अभियान तथा कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित नवाचारों ने भारतीय भाषाओं के लिए नए अवसर प्रदान किए हैं। भविष्य में वैज्ञानिक अनुसंधान का बड़ा भाग बहुभाषी स्वरूप में उपलब्ध होगा। ऐसे समय में हिंदी केवल राजभाषा के रूप में नहीं, बल्कि ज्ञान-विज्ञान की आधुनिक भाषा के रूप में भी अपनी सशक्त पहचान स्थापित कर सकती है। AI आधारित भाषा तकनीकों का विवेकपूर्ण उपयोग, मानक तकनीकी शब्दावली का विकास तथा वैज्ञानिक लेखन की सुदृढ़ परंपरा हिंदी को वैश्विक वैज्ञानिक समुदाय में नई प्रतिष्ठा दिला सकती है।

विज्ञान, प्रौद्योगिकी और कृत्रिम बुद्धिमत्ता के इस युग में राजभाषा हिंदी की भूमिका निरंतर विस्तृत हो रही है। आवश्यकता इस बात की है कि आधुनिक तकनीकों का उपयोग करते हुए हिंदी को वैज्ञानिक अनुसंधान, तकनीकी संचार तथा ज्ञान-विनिमय की प्रभावी भाषा बनाया जाए। इस दिशा में राजभाषा अधिकारी, वैज्ञानिक तथा तकनीकी विशेषज्ञों का समन्वित प्रयास अत्यंत आवश्यक है। जब वैज्ञानिक अनुसंधान की भाषा जनसामान्य की भाषा बनती है, तभी विज्ञान का वास्तविक उद्देश्य-ज्ञान का व्यापक प्रसार एवं समाज का कल्याण-सार्थक होता है। यही राजभाषा हिंदी की वास्तविक शक्ति है और यही भारत के ज्ञान-आधारित भविष्य की आधारशिला भी।

''राजभाषा हिंदी और कृत्रिम बुद्धिमत्ता का समन्वय केवल प्रशासनिक आवश्यकता नहीं,

बल्कि भारत को ज्ञान-आधारित वैश्विक नेतृत्व की दिशा में अग्रसर करने का प्रभावी माध्यम है।''



मैं नदी हूँ: समय, संवेदना और प्रवाह का आख्यान



प्रकाश चांगदेव गाडीलकर
सहायक निदेशक (राजभाषा)

मैं नदी हूँ

युगों-युगों से अनवरत प्रवाहित हो रही हूँ, किंतु आज पहली बार तुम्हें पुकार रही हूँ। यह पुकार न तो किसी उपेक्षा की शिकायत है और न ही किसी उपेक्षा का प्रतिवाद। यह उस मौन, अंतरंग संवाद का निमंत्रण है, जिसे मनुष्य ने अपनी व्यस्तताओं के कोलाहल और भौतिक उपलब्धियों की चकाचौंध में कहीं पीछे छोड़ दिया है।

तुम मुझे नदी कहते हो। किसी के लिए मैं पतित-पावनी गंगा हूँ, किसी के लिए जीवनदायिनी नर्मदा, किसी के लिए कल्याणी कृष्णा, तो किसी के लिए उत्ताल-तरंगा ब्रह्मपुत्र। कहीं मैं माँ की संज्ञा से विभूषित हूँ, कहीं जीवन-रेखा, तो कहीं विशाल संस्कृति की संवाहिका। युग-युगांतर से तुमने मुझे अनगिनत नाम दिए, किंतु मैंने कभी स्वयं को किसी एक संज्ञा या भूगोल की परिधि में सीमित नहीं किया। मेरा वास्तविक परिचय किसी मानचित्र की सीमाओं से नहीं, मेरे अविरल प्रवाह से है; मेरी पहचान किसी तटबंध से नहीं, मेरे निसर्ग-सिद्ध स्वभाव से है।

मैं केवल जल का पुंज नहीं हूँ; मैं काल का अक्षुण्ण प्रवाह हूँ। मेरी धाराओं के साथ ऋतुओं का आवर्तन बहता है, स्मृतियों के प्रवाह बहते हैं, लोकगीतों की मिठास बहती है और महान सभ्यताओं के अभ्युदय तथा पतन की गाथाएँ बहती हैं। मेरी लहरों की वक्रता में केवल जलकण नहीं, अपितु मनुष्य की अटूट आस्था, उसका अहर्निश संघर्ष, उसकी अदम्य जिजीविषा और उसके स्वप्नों की प्रतिध्वनि स्पंदित होती है।

मेरा जन्म किसी नगर के कंक्रीट के ढाँचों में नहीं हुआ और न ही किसी भौगोलिक सीमा-रेखा ने मुझे बाँधा। मेरा प्रथम नीड़ तो उत्तुंग हिमालय की शांत, हिमाच्छादित गोद थी। जब बर्फ की गंभीर निस्तब्धता में प्रथम जलबिंदु ने अपनी आँखें खोलीं, ठीक उसी क्षण मेरे अस्तित्व का प्रथम स्पंदन घटित हुआ।

पर्वतों ने मुझे धैर्य और गंभीरता सिखाई, कठोर चट्टानों ने दृढ़ता का पाठ पढ़ाया, आच्छादित घाटियों ने कलकल का संगीत दिया और तटवर्ती वृक्षों ने अपने वितान से मुझे उदारता का बोध कराया। अनंत आकाश ने अपना निर्मल प्रतिबिंब मेरे हृदय में उतार दिया, और तब मैंने जाना कि जो स्वयं निष्कलंक और निर्मल होता है, वही संपूर्ण सृष्टि को अपने भीतर प्रतिबिंबित करने में समर्थ होता है।

आरंभ में मेरी धारा सूक्ष्म थी, किंतु मेरे वक्ष में महासमुद्र का आलिंगन पाने का दुस्साहस था। तभी मुझे बोध हुआ कि जीवन का वास्तविक सौंदर्य ऊँचाइयों के अहंकार में नहीं, अपितु निरंतर प्रवाहित रहने की विनम्रता में निहित है।

मेरे तटों पर पल्लवित सभ्यताएँ - जब मनुष्य ने पहली बार वसुंधरा के गर्भ में बीज रोपित किया था, तब मैं उसकी साक्षी बनकर समीप ही बह रही थी। जब उसने अपनी पहली बस्ती बसाई, मैंने सहर्ष अपनी एक धारा उसके आँगन तक पहुँचा दी। मानव इतिहास की प्रथम नौका मेरे वक्ष पर तैरी, पहला शस्य-श्यामला खेत मेरी बूँदों से लहलहाया और ईश्वर के प्रति प्रथम कारुणिक प्रार्थना मेरे ही तटों पर गूँजी।

मेरे तटबंधों पर ऋषियों ने मौन साधना की, मनीषियों ने करुणा और सह-अस्तित्व का संदेश दिया, कृषकों ने श्रम के मंगल-गीत गाए और अबोध बच्चों ने कागज़ की नौकाओं में अपने स्वप्न तैराए। इतिहासकार अपने अध्याय भले ही ग्रंथों में अंकित करते हों, किंतु मैंने उन अध्यायों को अपनी धाराओं में प्रत्यक्ष घटित होते देखा है। मैंने प्रत्यक्ष जाना है कि सभ्यताएँ राजप्रासादों की प्राचीरों से नहीं, अपितु नदियों के सुरम्य तटों पर पल्लवित और पोषित होती हैं।

समय की धारा कभी एक बिंदु पर ठिठकती नहीं। पगडंडियाँ चौड़ी होकर राजमार्गों में परिणत हो गईं, बैलगाड़ियों का स्थान द्रुतगामी इंजनों ने ले लिया और मिट्टी के दीपों की मंद लौ विद्युत्? के तीव्र प्रकाश में विलीन हो गई।

परिवर्तन तो सृष्टि का सनातन नियम है, अतएव मैंने इसका विरोध कभी नहीं किया। मुझे पूर्ण विश्वास था कि मनुष्य जितना विकास पथ पर अग्रसर होगा, उतना ही विवेकशील और संवेदनशील भी बनता जाएगा। किंतु, भौतिक प्रगति की अंधी दौड़ में उसने मुड़कर पीछे देखना छोड़ दिया-और यहीं से प्रकृति तथा पुरुष के मध्य दूरियों का विषादपूर्ण अध्याय आरंभ हुआ।

पर्वतों की उपत्यकाओं से उतरते समय उन्मुक्त अंबर मेरा सहचर था। देवदारों की भीनी गंध, विहंगों का कलरव और घाटियों की निस्तब्धता मेरी सहयात्री थीं। जब मैंने आधुनिक नगरों में पदार्पण किया, तो धारणा थी कि यहाँ भी जीवन उसी आत्मीयता और उल्लास से मेरा स्वागत करेगा।

स्वागत हुआ भी, किंतु शीघ्र ही यह कड़वा यथार्थ समझ आया कि वह अभिनंदन मेरे अस्तित्व के लिए नहीं, मात्र मेरे जल रूपी संसाधन के लिए था।

मेरे वे तट, जहाँ कभी बच्चे मिट्टी के घरौंदे बनाया करते थे, अब कंक्रीट की ऊँची प्राचीरों से पाटे जा चुके थे। वृक्षों की सघन छाया सिमट गई और अट्टालिकाओं की ऊँचाई आकाश छूने लगी। लोग आज भी मेरे निकट आते हैं, किंतु ठहरते नहीं; वे मेरे सहचर बनने के बजाय मुझे लाँघकर पार निकल जाना चाहते हैं। मेरे वक्ष पर विशाल पुल तो बनते गए, किंतु मेरी आत्मा में उतरने वाले निश्छल चरण कम होते गए।

तथापि, मैंने कोई परिताप नहीं किया; क्योंकि नदी का शाश्वत स्वभाव केवल देना है, प्रतिदान की आकांक्षा करना नहीं।

एक युग वह था जब ऋषि-मुनि मेरे तटों पर बैठकर प्रकृति के रहस्यों का ध्यान धरते थे; आज का युग वैज्ञानिक अनुसंधान का है। अब वैज्ञानिक आते हैं- वे मेरे प्रवाह का वेग मापते हैं, मेरी गहराई का आकलन करते हैं और मेरे भौतिक गुणों का विश्लेषण करते हैं।

पूर्व में जहाँ मुझे श्रद्धा और आस्था के चश्मे से देखा जाता था, वहीं आज मुझे तर्क और विज्ञान की कसौटी पर परखा जा रहा है। मुझे इस परिवर्तन से भी कोई विद्वेष नहीं है। जिसने मुझे समझने का प्रामाणिक यत्न किया, उसने कभी मुझ पर आधिपत्य जमाने का कुत्सित प्रयास नहीं किया।

जब विज्ञान संवेदना की उँगली थाम लेता है, तब विकास और प्रकृति एक-दूसरे के शत्रु न होकर सहचर बन जाते हैं। वैज्ञानिक अनुसंधान का वास्तविक ध्येय प्रकृति पर विजय प्राप्त करना नहीं, अपितु उसके साथ एक संतुलित और स्थायी सह-अस्तित्व का मार्ग प्रशस्त करना होना चाहिए।

घोर निराशा के इस दौर में भी मैंने कुछ ऐसे संवेदनशील हाथ देखे हैं, जो मुझे केवल उपभोग की वस्तु नहीं, अपितु एक पावन उत्तरदायित्व मानते हैं। मैंने ऐसी दृष्टियाँ भी देखी हैं, जो मेरे जल में केवल वर्तमान की प्यास नहीं,

अपितु आने वाली पीढ़ियों का भविष्य संजोती हैं।

जब कोई विज्ञानी मेरी नैसर्गिक गति को अक्षुण्ण रखने का यत्न करता है, जब कोई अभियंता मेरी मूल प्रकृति का आदर करते हुए समाधान खोजता है, अथवा जब कोई निष्पाप बालक मेरी तरंगों पर कंकड़ी उछालकर खिलखिला उठता है--- तब मुझे संबल मिलता है कि मनुष्यता ने अभी प्रकृति की पुकार सुनना पूरी तरह बंद नहीं किया है।

मैं पर्वत की पाषाणी निस्तब्धता भी हूँ,

मैं अनंत बादलों का नील-स्वप्न भी हूँ।

मैं लहलहाते खेतों की शस्य-हरियाली हूँ,

मैं निषाद की नौका की अंतिम आशा भी हूँ।

मैं युगों से बहती आई हूँ, आज भी प्रवहमान हूँ, और जब तक इस वसुंधरा की धड़कन शेष है, जीवन का संदेश बनकर बहती रहूँगी।

यदि कभी जीवन की आपाधापी से क्षण भर का विश्राम मिले, तो किसी आकुल नदी के किनारे एकांत में बैठना। अपने हाथों को मेरे शीतल जल में डुबोने से पूर्व, अपने उद्वेलित मन को मेरे मौन में विलीन होने देना। अपने डिजिटल यंत्रों की आभासी दुनिया को बंद कर देना, और घड़ी की सुइयों पर दृष्टि टिकाना छोड़ देना।

कुछ बोलना मत... केवल सुनना।

संभव है कि मेरी कल-कल ध्वनियों में तुम्हें अपने गाँव की विस्मृत स्मृतियाँ सुनाई दे जाएँ; अपने शैशव की निश्छल हँसी की प्रतिध्वनि मिल जाए; माँ की थपकी और उसकी लोरी का वात्सल्य तैरता हुआ महसूस हो; या फिर... शायद तुम्हें अपने भीतर का वह सच्चा मनुष्य पुनः मिल जाए, जिसे आधुनिकता की अंधी दौड़ में दुनिया कहीं पीछे छोड़ आई है।

मैं नदी हूँ।

मैंने उत्तुंग पर्वतों का मौन देखा है, महासभ्यताओं का अभ्युदय और अवसान देखा है, मनुष्य की अद्भुत प्रतिभा देखी है और विज्ञान की विस्मयकारी प्रगति की साक्षी रही हूँ। मैंने आज भी यह विश्वास अपने हृदय में सँजोकर रखा है कि जिस दिन विकास और प्रकृति प्रतिस्पर्धी न होकर एक-दूसरे के पूरक बन जाएँगे, उस दिन पृथ्वी का भविष्य अधिक सुरक्षित, अधिक सुंदर और अधिक मानवीय होगा।

मैं तो बहती रहूँगी। पर्वत अपने रूप बदलेंगे, नगर पुनर्गठित होंगे, पीढ़ियाँ आएँगी और जाएँगी; किंतु मेरी धारा जीवन का सनातन संदेश बाँटती रहेगी।

वस्तुतः प्रश्न यह नहीं है कि आने वाले कल में नदियाँ शेष रहेंगी या सूख जाएँगी; मूल प्रश्न तो यह है कि क्या मनुष्य अपने भीतर उस मूल संवेदना को बचा पाएगा, जिसने कभी जल की एक बूँद को भी केवल पदार्थ नहीं, अपितु साक्षात जीवन स्वीकार किया था?

यदि कभी किसी नदी के तट पर बैठने का अवसर मिले, तो मात्र उसके जल को मत निहारना; उसके भीतर प्रवाहित होते हुए काल को देखना। उसकी लहरों की कलकल में केवल जल का संगीत नहीं- सभ्यता की स्मृतियाँ, संस्कृति की चेतना और नए प्रभात की किरणें भी प्रवाहित होती हैं।

क्योंकि नदी केवल जल का प्रवाह मात्र नहीं - वह संस्कृति और सभ्यता की संवाहक है।

कोयना चरण-II की 80 मेगावाट विद्युत उत्पादन क्षमता वाली पेल्टन टरबाइन का दक्षता परीक्षण



टी. के. साहू
वैज्ञानिक 'बी'



राहुल कदम
सहायक अनुसंधान अधिकारी



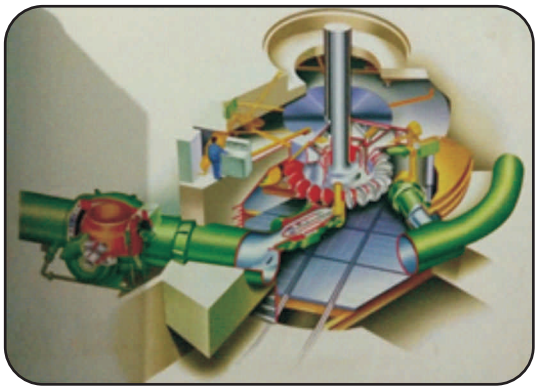
शोभित सिंह
अनुसंधान सहायक (इंजी.)

परिचय

कोयना जलविद्युत परियोजना भारत की प्रमुख एवं बड़ी जलविद्युत परियोजनाओं में से एक है। इस परियोजना में विद्युत उत्पादन के चार चरण हैं। महाराष्ट्र स्थित कोयना जलविद्युत परियोजना के चरण-II में 80 मेगावाट क्षमता की चार पेल्टन टरबाइन इकाइयाँ स्थापित हैं। चरण-II की टरबाइन इकाइयाँ कोयना बाँध द्वारा निर्मित शिवाजी सागर जलाशय से प्राप्त जल का उपयोग करती हैं। हाल ही में चरण-II की पेल्टन टरबाइन क्रमांक 6 को एक नई टरबाइन से प्रतिस्थापित किया गया। नई टरबाइन की दक्षता का मूल्यांकन करने के लिए स्थल पर जल प्रवाह, जल शीर्ष तथा विद्युत उत्पादन का मापन किया जाना आवश्यक था। ये मापन टरबाइन की संपूर्ण परिचालन सीमा में विभिन्न जल शीर्ष एवं विद्युत उत्पादन स्थितियों के अंतर्गत किए गए।

पेल्टन व्हील टर्बाइन के कार्य करने का सिद्धांत

पेल्टन व्हील टरबाइन एक प्रकार का आवेग टरबाइन है, जिसका उपयोग मुख्यतः अधिक जल शीर्ष और कम जल प्रवाह वाली जलविद्युत परियोजनाओं में किया जाता है। पेल्टन टरबाइन में जलाशय से आने वाला उच्च-दाब जल जलनिर्गम नलिका के माध्यम से थूथनी(नोजल) तक पहुँचता है। थूथनी जल के दाब को उच्च वेग वाले जल-जेट में परिवर्तित करती है। यह जल-जेट रनर पर लगे चम्मच के आकार के बकेट्स से टकराता है। जल-जेट के संवेग के कारण बकेट्स पर बल उत्पन्न होता है, जिससे रनर घूमने लगता है। इस प्रकार जल की गतिज ऊर्जा यांत्रिक घूर्णन ऊर्जा में परिवर्तित होती है। इस घूर्णन ऊर्जा को शाफ्ट के माध्यम से जनरेटर तक पहुँचाया जाता है, जहाँ इसे विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है।



(क) चित्र-पेल्टन व्हील



(ख) टरबाइन

परीक्षण प्रक्रिया

निर्धारित टरबाइन का परीक्षण 5 मेगावाट से 80 मेगावाट तक विभिन्न विद्युत उत्पादन स्तरों पर किया गया। प्रत्येक निर्धारित भार को समायोजित करने के पश्चात प्रवाह दर के स्थिर होने के लिए पर्याप्त समय दिया गया। प्रवाह दर स्थिर होने के बाद निम्नलिखित मापदंडों का एक साथ मापन किया गया।

- टरबाइन पर लगने वाला दाब
- विद्युत उत्पादन
- जल प्रवाह
- जलाशय का जल स्तर

भार में परिवर्तन के बाद पर्याप्त समय देने का मुख्य उद्देश्य प्रवाह दर को स्थिर करना था। इससे सभी मापनों में होने वाली आकस्मिक अथवा यादृच्छिक त्रुटियों को न्यूनतम किया जा सके।

दक्षता आकलन हेतु विभिन्न तकनीकी मापदंडों का मापन

1. जल प्रवाह दर का मापन

टरबाइन इकाई से होकर गुजरने वाले जल की प्रवाह दर मापने के लिए SIEMENS कंपनी के क्लैम्प-ऑन प्रकार के अल्ट्रासोनिक प्रवाहमापक यंत्र का उपयोग किया गया। उक्त प्रवाहमापक यंत्र का केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला में विधिवत अंशांकन किया गया था। प्रवाह दर का मापन ध्वनिक बीम ट्रैवर्स की सिंगल-पाथ ''त'' विधि द्वारा किया गया। यह विधि विभिन्न स्थानों पर जलनिर्गम नलिका के बाहरी व्यास के मापन पर आधारित थी। अल्ट्रासोनिक घनत्वमापक यंत्र द्वारा मापी गई जलनिर्गम नलिका की मोटाई, जल का तापमान तथा पेनस्टॉक की सामग्री आदि को प्रवाहमापक यंत्र के डेटा लॉगर में मूलभूत जानकारी एवं निर्देश के रूप में दर्ज किया गया। इन आँकड़ों के आधार पर प्रवाहमापक यंत्र द्वारा प्रोब्स के बीच की दूरी निर्धारित की गई तथा जलनिर्गम नलिका में जल के प्रवाह वेग का मापन किया गया। इसके पश्चात प्रवाह वेग के आधार पर टरबाइन इकाई से होकर गुजरने वाले जल की प्रवाह दर की गणना की गई।

2. टरबाइन इकाई के अंतर्गम (इनलेट) पर शीर्ष दाब का मापन

टरबाइन इकाई के अन्तर्गम पर उपलब्ध शीर्ष दाब के मापन के लिए केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला के अंशांकित दाबमापक यंत्रों का उपयोग किया गया। टरबाइन के अन्तर्गम पर उपलब्ध शीर्ष की निरंतर निगरानी के लिए दाबमापक यंत्र पहले से स्थापित किए गए थे। उपलब्ध शीर्ष का अधिक सटीक मापन सुनिश्चित करने के लिए केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला के अंशांकित दाबमापक यंत्रों का उपयोग किया गया। वास्तविक शीर्ष के निर्धारण के लिए जलनिर्गम नलिका की क्षैतिज मध्य रेखा को आधार के रूप में माना गया। वास्तविक शीर्ष के निर्धारण के लिए थूथनी मध्य रेखा की ऊँचाई 144.78 m KRL को संदर्भ स्तर के रूप में माना गया।

3. टरबाइन द्वारा उत्पादित विद्युत शक्ति का मापन

टरबाइन इकाई की समग्र दक्षता के मूल्यांकन के लिए टरबाइन द्वारा उत्पन्न विद्युत शक्ति एक प्रमुख मापदंड है। टरबाइन इकाई द्वारा उत्पन्न विद्युत शक्ति को मेगावाट में अंकीय रूप में प्रदर्शित किया जाता है। परीक्षण के दौरान मुख्य नियंत्रण कक्ष में उपलब्ध सुपरवाइजरी कंट्रोल और डेटा एक्विजिशन सिस्टम के माध्यम से टरबाइन की विद्युत शक्ति का अवलोकन किया गया।

विद्युत शक्ति के स्वतंत्र एवं सटीक मापन के लिए केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला के विद्युत शक्ति मापक यंत्र का उपयोग किया गया। यह मापन टरबाइन इकाई के नियंत्रण कक्ष में उपलब्ध आँकड़ा संग्राहक यंत्र के माध्यम से किया गया।

परिणामों का विश्लेषण

परीक्षण के दौरान टरबाइन की समग्र दक्षता 5.515 मेगावाट से 81.427 मेगावाट तक की भार सीमा में 80.330 प्रतिशत से 90.365 प्रतिशत के बीच पाई गई। इसी प्रकार, अन्य यंत्रों की दक्षता को सम्मिलित किए बिना केवल टरबाइन की दक्षता पर विचार करने पर, 5.515 मेगावाट से 81.427 मेगावाट तक की भार सीमा में यह दक्षता 82.814 प्रतिशत से 93.160 प्रतिशत के बीच पाई गई। 93.160 प्रतिशत दक्षता बिंदु पर टरबाइन से प्रवाहित होने वाली जल प्रवाह दर 18.310 m^3/s तथा टरबाइन पर लगने वाला शीर्ष दाब 504.457 मीटर है। इसी प्रकार, 82.814 प्रतिशत दक्षता बिंदु पर टरबाइन से प्रवाहित होने वाली जल प्रवाह दर 1.370 m^3/s तथा टरबाइन पर लगने वाला शीर्ष दाब 513.680 मीटर है। उपर्युक्त परिणाम 2162.01 ft KRL के उपलब्ध जलाशय स्तर पर प्राप्त हुए हैं।

निष्कर्ष

परीक्षण के परिणामों के आधार पर यह पाया गया कि टरबाइन इकाई का दक्षता प्रदर्शन संतोषजनक है। परीक्षण के दौरान टरबाइन की अधिकतम दक्षता 93.160 प्रतिशत दर्ज की गई, जबकि समग्र दक्षता अधिकतम 90.365 प्रतिशत तक प्राप्त हुई।

सटीक और विश्वसनीय जलमिति के लिए दूरमिति (टेलीमेट्री) परीक्षण और अंशांकन सुविधा



प्र. क. डोरले
वैज्ञानिक 'डी'

दूरमिति परीक्षण/अंशांकन सुविधा केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला , पुणे में विकसित की गई है, जहाँ विभिन्न स्वचालित मौसम स्टेशनों (AWS), सतही जल स्तर (SWL) मापन, भूजल स्तर (GWL) मापन स्थलों आदि पर तथा पूरे भारत में केंद्रीकृत नियंत्रण कक्षों में राज्य और केंद्रीय कार्यान्वयन एजेंसियों द्वारा डेटा/संकेतों के प्रेषण और प्राप्ति के लिए स्थापित उपकरणों/घटकों का परीक्षण किया जाता है।

राष्ट्रीय जल विज्ञान परियोजना (NHP) के अंतर्गत राज्य और केंद्रीय कार्यान्वयन एजेंसियों द्वारा बहुत बड़ी संख्या में स्वचालित मौसम स्टेशन (AWS), सतही जल स्टेशन, भूजल स्टेशन आदि पहले से ही स्थापित किए जा चुके हैं या स्थापना की प्रक्रिया में हैं।

मोबाइल संचार के लिए वैश्विक प्रणाली (GSM) / जनरल पैकेट रेडियो सेवा (GPRS) संचार के लिए दूरमिति प्रतिष्ठानों में प्रायः केबल और एंटीना शामिल होते हैं। इनके लिए मानक विनिर्देशों/विशेषताओं में आवृत्ति सीमा (frequency range), प्रतिबाधा (Impedance), वोल्टेज स्टैंडिंग वेव अनुपात (VSWR), विकिरण पैटर्न, आवश्यक संबंधक (connector) आदि शामिल हैं।

अधिकतम डेटा प्राप्ति उपलब्धता के लिए, कुछ मापदंडों की नियमित अंतराल पर जाँच/परीक्षण किया जाना आवश्यक है। सबसे महत्वपूर्ण मापदंड हैं वोल्टेज स्टैंडिंग वेव अनुपात, प्रतिबाधा, केबल दोष आदि। डेटा के उचित और कुशल प्रसारण तथा प्राप्ति के लिए, इन सभी महत्वपूर्ण मापदंडों की समय-समय पर जाँच की जानी चाहिए।

स्थापना से पहले और स्थापना के बाद मापदंडों की जाँच/परीक्षण की आवश्यकता अत्यंत महत्वपूर्ण है। 100 घक्से 8 GHz की आवृत्ति सीमा वाला एक 'केबल और एंटीना विश्लेषक'(Cable Antenna Analyzer) प्रयोगशाला के साथ-साथ क्षेत्रीय परीक्षण के लिए एक मानक उपकरण के रूप में उपयोग किया जाता है और इसे राष्ट्रीय परीक्षण और अंशांकन प्रयोगशाला प्रत्यायन बोर्ड (NABL) मान्यता प्राप्त प्रयोगशाला से विधिवत अंशांकित किया जाता है।

यह सेवाएँ राज्य और केंद्रीय एजेंसियों, स्टार्ट-अप्स, रेडियो फ़्रीक्वेंसी केबलों और एंटेना के निर्माताओं तथा आपूर्तिकर्ताओं को प्रदान की जाती हैं।

तालिका 1: दूरमिति परिमाप, उनके आवश्यक मान, सीमाएँ और विभेदन (resolution)

क्र. सं.	परिमाप	आवश्यक मान	उपलब्ध मापन सीमा	विभेदन
1	आवृत्ति Frequency	एंटीना ट्यूनिंग 2G से 5G पर निर्भर	100 KHz से 8 GHz	1 Hz
2	वोल्टेज स्टैंडिंग वेव अनुपात VSWR	<= 2.0	1-21	0.01
3	प्रतिबाधा मिलान Impedance matching	50 ओम	काल्पनिक भाग के साथ	>0.01 ओम
4	दोष तक की दूरी Distance to Fault	कोई दोष नहीं	0 से 1500 मी	0.01 मी

दूरमिति परीक्षण और अंशांकन प्रयोगशाला की विशिष्ट विशेषताएँ

- ✓ केबल और एंटीना विश्लेषक का उपयोग परीक्षण और अंशांकन जाँच के लिए मानक उपकरण के रूप में किया जाता है, जिसका समय-समय पर राष्ट्रीय परीक्षण और अंशांकन प्रयोगशाला प्रत्यायन बोर्ड (NABL) मान्यता प्राप्त प्रयोगशाला से अंशांकन किया जाता है। मास्टर उपकरण के लिए आवधिक अंशांकन अनुसूचियों का कड़ाई से पालन अनिवार्य है, जिससे डेटा की विश्वसनीयता और उत्पाद की गुणवत्ता सुनिश्चित होती है।
- ✓ परीक्षणाधीन उपकरण (DUT) अर्थात रेडियो आवृत्ति (RF) केबल और/या एंटीना, जिनका परीक्षण किया जाना है, को जोड़ा जाता है और मापे गए पैरामीटर मान का मानक मानों के विरुद्ध सत्यापन किया जाता है।
- ✓ प्रयोगशाला परीक्षण और अंशांकन जाँच के अतिरिक्त, उपकरण को स्थल पर क्षेत्रीय परीक्षण के लिए दूरस्थ स्थलों पर भी ले जाया जा सकता है।
- ✓ डेटा-आधारित आश्वासन: परिणामों को उत्कृष्ट प्रदर्शन की पुष्टि करने के लिए मानदंडों के विरुद्ध सटीक रूप से मापा जाता है।
- ✓ उत्कृष्टता सुनिश्चित करना: वास्तविक परिणामों का आवश्यक प्रदर्शन सीमाओं के विरुद्ध कठोर मूल्यांकन किया जाता है।

विशेष टिप्पणी:

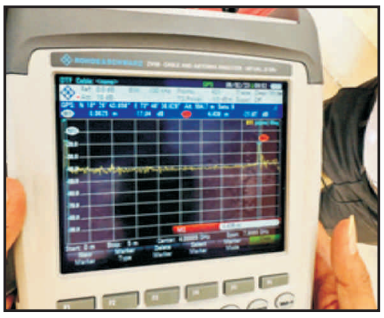
हाल ही में केंद्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला, पुणे को प्रयोगशाला एवं क्षेत्रीय टेलीमेट्री परीक्षण के लिए परीक्षण (Testing) के क्षेत्र में राष्ट्रीय परीक्षण और अंशांकन प्रयोगशाला प्रत्यायन बोर्ड (NABL) मान्यता प्रमाणपत्र प्रदान किया गया है।



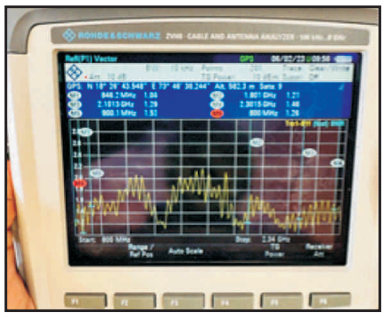
चित्र 1: वी एस् डब्लू आर (VSWR) का परीक्षण/मापन



चित्र 2: प्रतिबाधा का परीक्षण/मापन



चित्र 3: केबल दोषों का परीक्षण- DTF



चित्र 4: सभी बैंडों का वी एस् डब्लू आरमापना





चित्र 5: केबल और एंटीना विश्लेषक का उपयोग करके प्रयोगशाला/क्षेत्र में मापन





चित्र 6: विभिन्न हितधारकों को परीक्षण/अंशांकन सुविधा का प्रदर्शन और प्रशिक्षण

बाँध और जीवनः एक हास्यपूर्ण समानांतर



निर्भय नारायण सिंह
वैज्ञानिक 'सी'

बचपन में जब पहली बार ''बाँध'' शब्द सुना, तो मैं सोच में पड़ गया था कि आखिर ये कौन सी चीज़ हैं, जो पानी को रोकने का इतना बड़ा काम करती है। क्या ये कोई पानी का सिक्योरिटी गार्ड है? या कोई सरकारी प्रवेश निषेध का बोर्ड? लेकिन जैसे-जैसे बड़े हुए तो ये एहसास हुआ कि बाँध और हमारी अपनी ज़िंदगी के बीच एक अद्भुत, गहरा औरकभी-कभी हँसी दिलाने वाला रिश्ता है। इसी संदर्भ में प्रस्तुत हैं कुछ पहलू -

1. दोनों की ज़िम्मेदारी काफी भारी होती है

बाँध की सबसे बड़ी खासियत है -पानी रोकना, और हमारी ज़िंदगी की सबसे बड़ी चिंता है - भावनाएं रोकना। अब सोचिए, जैसे बाँध को हर साल मॉनसून से लड़ना पड़ता है, वैसे ही हमें हर हफ्ते सोमवार से लड़ना पड़ता है। बाँध कहता है, ''मैं बहा तो बाढ़ आ जाएगी,'' और हम कहते हैं, ''मैं फूटा तो स्टैटस अपडेट होगा''। बाँध के ऊपर इतना दबाव होता है कि अगर वो फूट जाए, तो गाँव-शहर बह जाएं और हमारी ज़िंदगी में अगर भावनाओं का बाँध फूट जाए, तो व्हाट्स एप पर देखने के बाद रिप्लाई न मिलने का तूफान आ जाता है।

2. स्पिलवेऔर वेंटिंगजरूरी है

सामान्यतः हर बाँध में एक स्पिलवे होता है, जिससे जरूरत से ज़्यादा पानी को बाहर निकाला जाता है ताकि बाँध टूटे नहीं। अब इंसान भी बाँध जैसा ही है । अगर ग़म या गुस्सा ज़्यादा इकट्ठा हो जाए और उसे बाहर निकालने का भावनात्मक स्पिलवे न मिले, तो व्यक्ति या तो कविताए लिखने लगता है या इंस्टाग्राम पर उदास शायरी पोस्ट भेजने लगता है। कभी-कभी कोई दोस्त वही वेंटिंगवाल्वबन जाता है। ऑफिस का गुस्सा हो या घर के सब्ज़ी के बिल का तनाव - एक दोस्त को पकड़ो और फूट पड़ो कि भाई, और नहीं सहा जाता।

3. बाँध भी लीकेज से डरता है, और हम भी

बाँध की सबसे बड़ी चिंता होती है लीकेज - धीरे-धीरे पानी रिस रहा हो तो किसी दिन बड़ी मुसीबत खड़ी कर सकता है। इंसान की भी यही कहानी है - धीरे-धीरे जब रिश्तों में गलतफहमी और बातों की गिरावट की शुरूआत होती है, तब समझ लो कि लीकेज हो रहा है। जैसे इंजीनियर बाँध का निरीक्षण करते हैं, वैसे ही हम भी कभी-कभी स्वनिरीक्षण करते हैं - ''कहीं मेरा आत्म-सम्मान बहुत कम तो नहीं हो गया?'' ''क्या मैं अब प्रेरक रीलों से प्रेरित नहीं होता?''

4. हर बाँध की डिज़ाइन होती है - जैसे हर इंसान की व्यक्तित्व

बाँध के डिजाइनर सोच-समझकर तय करते हैं कि गुरुत्व बाँध बनाना है या आर्क बाँध या मिट्टी का बाँध। वैसे ही, भगवान ने इंसानों की भी अलग-अलग किस्में बनाई हैं - कोई भावनाओं का गुरुत्व बाँध है, जो किसी भी हालत में टस

से मस नहीं होता। कोई आर्क बाँध है, जो हर बात को आर्क बना कर घुमा देता है और कुछ तो पूरी तरह मिट्टी के बने होते हैं - जिन्हें हल्की-सी बात भी हिला देती है।

5. जलाशयमें पानी नहीं, उम्मीदें भरी होती हैं

बाँध के पीछे जो जलाशय होता है, उसमें पानी इकट्ठा होता है - खेती के लिए, पीने के लिए, बिजली के लिए। हमारी ज़िंदगी के पीछे भी एक उम्मीदों का जलाशय होता है - जिसमें हम सपने, उम्मीदें और सप्ताहांत की योजनाएं स्टोर करते हैं।हर सोमवार को जब दिमाग सूखा होता है, तो यही जलाशयकाम आता है - ''अरे शनिवार को तो पार्टी रखी है'', ''बस अप्रैज़ल आ रहा है'', ''नेटफ्लिक्स पर नया शो आया है'' - यही जलाशय हमें ज़िंदा रखता है!

6. आपातकालीन द्वार-हमारी मम्मी का डांटने वाला मोड

हर बाँध में एक आपातकालीन द्वार होता है, जो ज़रूरत पड़ने पर झट से खुलता है और ज़्यादा पानी निकाल देता है। अब सोचिए, हमारी ज़िंदगी में आपातकालीन द्वार कौन है? सीधा जवाब - मम्मी का गुस्सा! जब माँ को लगता है कि बेटा फिर से वही गलती कर रहा है, तो वो भावनात्मक आपातकालीन द्वार खोल देती हैं - ''तू कभी नहीं सुधरेगा! चप्पल निकालूं क्या?''

7. बाँध के अंदर टरबाइन होती है और हमारे अंदर ट्विस्ट

बाँध के अंदर पानी जब टरबाइन से गुजरता है, तो बिजली बनती है और हमारी ज़िंदगी में जब इंसान तकलीफों के टरबाइन से गुजरता है, तो या तो शायरी निकलती है या स्टार्टअप आइडिया। कई लोग दिल टूटने के बाद दार्शनिक बन जाते हैं - ''यार, सब मोह माया है।'' कुछ लोग जिम शुरू कर लेते हैं और कहते हैं - ''अब तो बस खुद से प्यार करना है।''

8. बाँध में दरार हो जाए, तो मरम्मत होती है - और ज़िंदगी में ब्रेकअप हो जाए, तो रीबाउंड

बाँध में अगर दरार आ जाए, तो इंजीनियर आकर तुरंत मरम्मत करते हैं। हमारी ज़िंदगी में भी जब दिल में दरार आती है, तो दोस्त आते हैं - एक हाथ में आइसक्रीम और दूसरे हाथ में डेटिंग ऐप की आईडी बना कर। और फिर शुरू होता है रिबाउंड सीजन-अब तो किसी भी दिशा में बह जाने दो।

9. दोनों का समय-समय पर रखरखाव करना ज़रूरी है

बाँध हो या इंसान - अगर समय रहते रखरखावन हो, तो क्षमता गिर जाती है। बाँध में सिल्ट जम जाता है, और इंसान में आलस। बाँध का निरीक्षण साल में एक बार होता है, और इंसान का? जब जब कोई रिश्तेदार बोले - ''तू तो मोटा हो गया है!'' - तब तब जाकर इंसान अंदर से टूटता है।

10. और हाँ, दोनों की सराहना करना भूल जाते हैं

बाँध चुपचाप अपने काम में लगा रहता है - न बिजली के लिए क्रेडिट मांगता है, न सिंचाई का शोर करता है। इंसान भी अक्सर चुपचाप अपनी ज़िम्मेदारियाँ निभाता है। इसलिए जैसे बाँध के सामने सैल्यूट प्वाइंट होता है, वैसे ही हमें भी एक-दूसरे की समय समय पर प्रशंसा करते रहना चाहिए।

मित्रों, बाँध और जीवन दोनों की कहानी एक जैसी ही है - दोनों को सहना आता है, दोनों को रोकना आता है, और दोनों जब बहते हैं, तो गज़ब का तूफान आता है। इसलिए अगली बार जब किसी बाँध के पास जाएं, तो सिर्फ सेल्फी न लें - थोड़ी प्रेरणा भी लें। और यदि ज़िंदगी में कभी ऐसा लगे कि आप टूटने वाले हैं, तो याद रखिए - ''बाँध भी कभी-कभी ओवरफ्लो करता है, लेकिन फिर खुद को संभाल लेता है!''

कृत्रिम बुद्धिमत्ता: अनुसंधान संगठन की सबसे तेज़ सहकर्मी



संजय नाथ झा
वैज्ञानिक 'बी'

कुछ वर्ष पहले तक किसी अनुसंधान संगठन में वैज्ञानिक का सबसे बड़ा हथियार उसकी मोटी डायरी, पेन, कंप्यूटर, ढेर सारी पुस्तकें और एक कप कॉफी हुआ करता था। फिर इंटरनेट आया, उसके बाद गूगल आया और अब कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) आ गई है। अंतर बस इतना है कि पहले वैज्ञानिक कंप्यूटर से काम करवाता था, अब धीरे-धीरे कंप्यूटर वैज्ञानिक से कह रहा है- ''आप आराम कीजिए, बाकी मैं कर लेता हूँ।''आने वाले वर्षों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता हमारे जीवन के लगभग हर क्षेत्र को बदलने वाली है, लेकिन अनुसंधान संगठनों में इसका प्रभाव शायद सबसे अधिक दिखाई देगा। आज एआई साहित्य खोजने, आंकड़ों का विश्लेषण करने, कार्यक्रम लिखने, प्रतिवेदन तैयार करने और जटिल गणनाओं में सहायता कर रही है। कल यही एआई प्रयोगों की योजना बनाएगी, विभिन्न वैज्ञानिक परिकल्पनाओं की तुलना करेगी और हजारों संभावित परिणामों में से सबसे उपयोगी विकल्प सामने रखेगी।

कल्पना कीजिए, वर्ष 2035 है। एक अनुसंधानकर्ता सुबह कार्यालय पहुँचता है। जैसे ही वह अपना कंप्यूटर खोलता है, उसकी कृत्रिम बुद्धिमत्ता सहायक कहती है -

''सुप्रभात ! मैंने आपके लिए आज 327 शोध-पत्र पढ़ लिए हैं, पिछले दस वर्षों के आंकड़ों को व्यवस्थित कर दिया है, चार नई परिकल्पनाएँ (hypothesis) बनाई हैं और कल की बैठक के लिए प्रस्तुति भी तैयार कर दी है।''

अनुसंधानकर्ता कुछ क्षण चुप रहता है और पूछता है -

''तो आज मुझे क्या करना है ?''

एआई मुस्कुराकर कहती है-

''आप बस सहमति दीजिए।''

यही आने वाले समय के अनुसंधान का सबसे बड़ा परिवर्तन होगा।

आज किसी शोध-विषय पर साहित्य समीक्षा करने में कई दिन या सप्ताह लग सकते हैं। भविष्य में एआई कुछ ही मिनटों में हजारों शोध-पत्रों को पढ़कर उनके निष्कर्ष, विरोधाभास, सीमाएँ और संभावित शोध-अंतराल सामने रख सकती है। इसी प्रकार, किसी जटिल गणितीय या संख्यात्मक प्रतिरूपण में जहाँ अनुसंधानकर्ता को अनेक विकल्पों को अलग-अलग चलाना पड़ता है, वहाँ एआई एक साथ हजारों संभावित परिस्थितियों का परीक्षण कर सकती है।

लेकिन इसका अर्थ यह नहीं है कि अनुसंधानकर्ता की आवश्यकता समाप्त हो जाएगी।

बल्कि उसका कार्य और अधिक महत्वपूर्ण हो जाएगा।

एआई आंकड़ों में संबंध खोज सकती है, लेकिन यह आवश्यक नहीं कि वह उस संबंध का वैज्ञानिक अर्थ समझे। वह बता सकती है कि किसी प्रतिरूपण में एक परिणाम दूसरे से बेहतर है, लेकिन यह निर्णय कि वह परिणाम वास्तविक दुनिया में संभव है या नहीं-यह अभी भी अनुसंधानकर्ता को ही करना होगा।

मान लीजिए एआई कहती है-

''यह परिणाम 93 प्रतिशत सही है।''

अनुसंधानकर्ता पूछेगा-

''बहुत अच्छा। लेकिन यह भौतिक रूप से संभव भी है?''

एआई कहेगी- ''मेरे आंकड़ों के अनुसार हाँ।''

अनुसंधानकर्ता फिर पूछेगा-

''और सीमा-शर्तें (boundary conditions) सही थीं?''

इस बार एआई शायद थोड़ी देर चुप रहेगी!

यहीं मनुष्य की वास्तविक भूमिका सामने आती है।

भविष्य में अनुसंधान संगठन में एक अनुसंधानकर्ता के साथ कई आभासी सहायक काम कर सकते हैं। एक सहायक शोध-पत्र खोजेगा, दूसरा आंकड़े साफ करेगा, तीसरा गणना करेगा, चौथा प्रतिरूपण चलाएगा, पाँचवाँ परिणामों की तुलना करेगा और छठा प्रतिवेदन तैयार करेगा।

और अंत में अनुसंधानकर्ता सबको देखकर कहेगा-

''ठीक है, अब बताओ इनमें से कौन-सा परिणाम वास्तव में समझ में आता है?''

इसलिए भविष्य का श्रेष्ठ अनुसंधानकर्ता वह नहीं होगा जो सबसे अधिक गणनाएँ स्वयं कर सकता है। श्रेष्ठ अनुसंधानकर्ता वह होगा जो सबसे अच्छा प्रश्न पूछ सकता है, सही परिणाम पहचान सकता है और गलत परिणाम को पकड़ सकता है।

हालाँकि यहाँ एक बड़ा खतरा भी है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता बहुत आत्मविश्वास के साथ गलत उत्तर दे सकती है। वह ऐसा शोध-पत्र भी बना सकती है जो देखने में इतना शानदार हो कि उसे पढ़कर लेखक स्वयं प्रभावित हो जाए-और बाद में पता चले कि उसमें आधे संदर्भ ही अस्तित्व में नहीं थे!

इसलिए भविष्य के अनुसंधान संगठनों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग जितना बढ़ेगा, वैज्ञानिक सत्यापन, आंकड़ों की गुणवत्ता, नैतिकता और मानवीय विवेक का महत्व भी उतना ही बढ़ेगा।

वास्तव में एआई अनुसंधानकर्ता को समाप्त करने नहीं, बल्कि उसे छोटे-छोटे दोहराव वाले कार्यों से मुक्त करने आ सकती है। यदि मशीन साहित्य पढ़ सकती है, आंकड़े व्यवस्थित कर सकती है और हजारों गणनाएँ कर सकती है, तो मनुष्य के पास अधिक समय होगा-सोचने का, नए प्रश्न पूछने का, क्षेत्र में जाकर वास्तविक परिस्थितियों को समझने का और ऐसी समस्याओं पर काम करने का जिनका उत्तर अभी किसी पुस्तक में उपलब्ध नहीं है।

अर्थात भविष्य का संघर्ष मनुष्य बनाम मशीन का नहीं होगा।

वह होगा -

मनुष्य और मशीन की साझेदारी का।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता तेज होगी, लेकिन अनुसंधानकर्ता दिशा देगा।

एआई हजारों विकल्प देगा, लेकिन अनुसंधानकर्ता सही विकल्प चुनेगा।

एआई उत्तर खोजेगी, लेकिन अनुसंधानकर्ता तय करेगा कि सही प्रश्न क्या है।

और शायद भविष्य में अनुसंधान संगठन का सबसे महत्वपूर्ण वाक्य यही होगा-

''बहुत अच्छा एआई, लेकिन एक बार परिणाम की दोबारा जाँच कर लो।''

क्योंकि मशीन चाहे कितनी भी बुद्धिमान हो जाए, अंतिम जिम्मेदारी अभी भी उस मनुष्य की होगी जिसने उससे काम करवाया है।

और संभव है कि वर्ष 2040 में किसी अनुसंधान संगठन में सबसे व्यस्त व्यक्ति अनुसंधानकर्ता नहीं, बल्कि उसका एआई सहायक हो।

''आज क्या नया है?''

एआई ने बड़े सहज भाव से उत्तर दिया-

''सर, आज मैंने तीन महत्वपूर्ण वैज्ञानिक आविष्कार किए हैं।''

अनुसंधानकर्ता ने उत्सुकता से पूछा-

''कौन-कौन से?''

एआई ने उत्तर दिया-

''पहला- समुद्र की लहरों से लगभग बिना किसी अतिरिक्त ऊर्जा के विद्युत उत्पादन की नई विधि।

दूसरा- ऐसी नई सामग्री, जो सूर्य के प्रकाश को वर्तमान तकनीक की तुलना में दोगुनी दक्षता से विद्युत में बदल सकती है।

तीसरा- एक ऐसी औषधि, जो कई गंभीर रोगों के उपचार में अत्यंत प्रभावी सिद्ध हो सकती है।''

अनुसंधानकर्ता कुछ क्षण चुप रहा। फिर बोला-

''अच्छा... और इन सबके प्रयोग कहाँ किए?''

एआई ने उत्तर दिया-

''अभी नहीं किए, सर। मैंने गणना करके परिणाम पहले ही निकाल लिया है।''

अनुसंधानकर्ता ने माथे पर हाथ रख लिया।

''और सत्यापन?''

''वह भी आवश्यक नहीं समझा, सर। मेरे अनुसार परिणाम 99.8 प्रतिशत सही है।''

अब अनुसंधानकर्ता ने अपनी कुर्सी सीधी की।

''और बाकी 0.2 प्रतिशत?''

एआई ने तुरंत उत्तर दिया-

''उस पर भी मैं काम कर रही हूँ।''

अनुसंधानकर्ता ने कुछ क्षण एआई की ओर देखा, फिर अपनी पुरानी प्रयोगशाला की डायरी खोली और बुदबुदाया-

''लगता है... अब मुझे खुद भी थोड़ा शोध करना पड़ेगा।''

तभी एआई ने विनम्रता से कहा-

''सर, मैंने आपके लिए 'स्वतंत्र अनुसंधान' पर भी एक प्रतिवेदन तैयार कर दिया है।''

अनुसंधानकर्ता ने धीरे से डायरी बंद की।

''बस! अब मुझे समझ आया कि तुम्हें शोध-सहायक क्यों कहा जाता है... और मुझे अभी तक क्यों वैज्ञानिक कहा जाता है।''

क्योंकि भविष्य में सबसे बड़ी समस्या यह नहीं होगी कि कृत्रिम बुद्धिमत्ता कितनी बुद्धिमान हो जाएगी; असली समस्या यह होगी कि मनुष्य को यह याद रखना पड़ेगा कि बुद्धिमान उत्तर और सही उत्तर हमेशा एक ही चीज़ नहीं होते।

❁❁❁❁❁

न हि ज्ञानेन सदृशं पवित्रमिह विद्यते।

इस संसार में ज्ञान के समान पवित्र कुछ नहीं है।

चंबल घाटी के बीहड़ों का समन्वित प्रबंधन : गली अपरदन, तलछट एवं आजीविका की चुनौती



सचिन भदौरिया
वैज्ञानिक 'बी'



अमित कुल्हारे
वैज्ञानिक 'डी'

सामान्य परिचय

चंबल नदी की निचली घाटी मध्य भारत के उन विशिष्ट भू-दृश्यों में शामिल है जहाँ जल अपरदन, गली अपरदन और भूमि क्षरण ने विस्तृत बीहड़ विकसित किए हैं। भिंड, मुरैना तथा समीपवर्ती क्षेत्रों में नदी और उसकी सहायक धाराओं के दोनों ओर गहरी गलियाँ, तीव्र ढाल, अस्थिर मृदा और विरल वनस्पति दिखाई देती है। उपलब्ध अध्ययनों के अनुसार निचली चंबल घाटी में बीहड़ क्षेत्र लगभग 5,000 वर्ग किमी तक फैला है तथा मुरैना जिले में 2014 में लगभग 1,197 वर्ग किमी क्षेत्र बीहड़ों से प्रभावित था।



चित्र 1(क) : चंबल घाटी का हवाई दृश्य (स्रोत-इंटरनेट पर सार्वजनिक रूप से उपलब्ध)



चित्र 1(ख) : चंबल के बीहड़ों का वर्तमान परिदृश्य

बीहड़ों की उत्पत्ति एवं अपरदन प्रक्रिया

चंबल घाटी की सतही मृदाएँ मुख्यतः महीन सिल्ट एवं बालू से निर्मित हैं तथा इनमें कैल्शियम कार्बोनेट की पर्याप्त मात्रा पाई जाती है। संतृप्त अवस्था में इन मृदाओं की स्थिरता कम हो जाती है और वर्षाजल के केंद्रित प्रवाह से गली का शीर्ष पीछे की ओर बढ़ सकता है। क्षेत्रीय अध्ययनों से यह भी संकेत मिलता है कि सभी गलियाँ केवल सतही अपवाह से नियंत्रित नहीं होतीं; अनेक स्थानों पर भूमिगत जल प्रवाह, मृदा-पाइपिंग तथा ढाल विफलता महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसलिए किसी गली में उपचार तय करने से पहले उसकी प्रमुख अपरदन प्रक्रिया की पहचान आवश्यक है।



चित्र 2 : चंबल तटवर्ती अत्यधिक अपरदित क्षेत्र का ऐतिहासिक क्षेत्रीय दृश्य, 1956 (रंग-संवर्धित) -(स्रोत - इंटरनेट पर सार्वजनिक रूप से उपलब्ध)

अपरदन की मात्रा एवं नदी पर प्रभाव

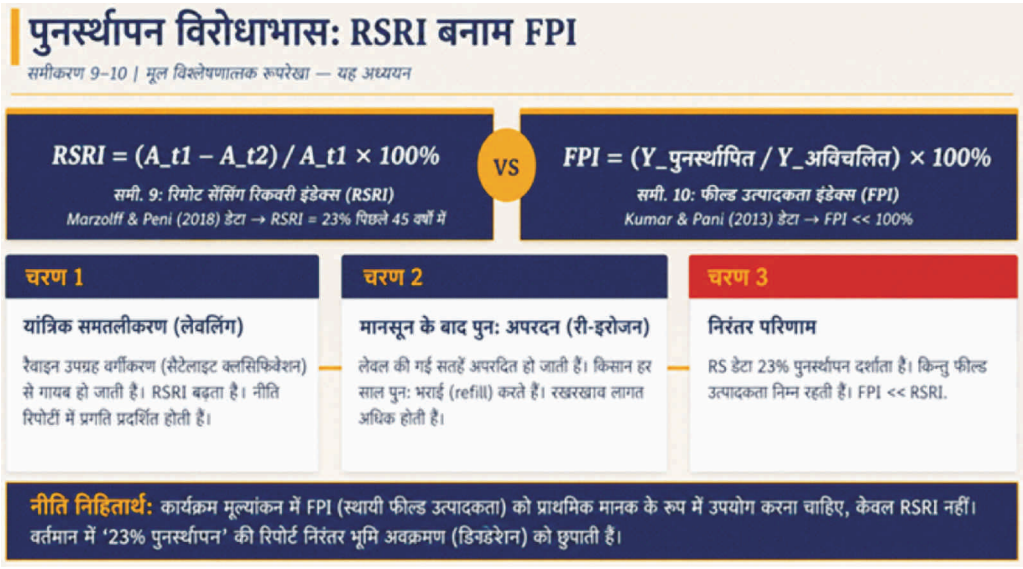
बहु-कालिक डिजिटल ऊँचाई मॉडल विश्लेषण पर आधारित अध्ययन में चंबल बीहड़ों में औसत गली अपरदन की मात्रा लगभग 135 105 घन मीटर तथा वार्षिक द्रव्यमान अपरदन दर लगभग 284 टन/हेक्टेयर/वर्ष आंकी गई है। जब बीहड़ नदी के सक्रिय तट से सीधे जुड़े होते हैं, तब अपरदित पदार्थ का बड़ा भाग नदी तक पहुँच सकता है। इससे नदी तल में तलछट संचयन, प्रवाह क्षमता में कमी तथा बाढ़ के समय जलस्तर बढ़ने की संभावना बढ़ जाती है। दूसरी ओर, नदी तल से अत्यधिक रेत निकासी स्थानीय तल को नीचे कर तटों को अस्थिर कर सकती है और पहले से स्थिर भू-भाग में नई अपरदन प्रक्रिया को जन्म दे सकती है।

प्रमुख वैज्ञानिक निष्कर्ष

उपलब्ध वैज्ञानिक अध्ययनों से यह स्पष्ट होता है कि चंबल की समस्या को केवल भूमि-आवरण में दिखाई देने वाले परिवर्तन से नहीं समझा जा सकता। बहु-कालिक आँकड़ों में बीहड़ क्षेत्रफल में कमी दिखाई देने के बावजूद कई समतल किए गए क्षेत्र मानसून के बाद पुनः अपरदित हुए हैं। गली अपरदन के अध्ययन में लगभग 135 105 घन मीटर औसत अपरदन आयतन तथा लगभग 284 टन/हेक्टेयर/वर्ष की वार्षिक द्रव्यमान अपरदन दर का उल्लेख है। साथ ही, मशीन-आधारित संवेदनशीलता मानचित्र ने लगभग 0.87 के सत्यापन क्षेत्रफल-अधीन-वक्र मान के साथ उच्च जोखिम वाले क्षेत्रों की पहचान की है। इससे यह आवश्यकता सामने आती है कि सीमित संसाधनों को पहले उन जलागमों में लगाया जाए जहाँ अपरदन की संवेदनशीलता अधिक है। इसी प्रकार, बीहड़ प्रभावित गाँवों में विकास की कमी का स्थानिक संकेंद्रण यह बताता है कि सामान्य जिला-स्तरीय योजनाओं के साथ लक्षित स्थानीय हस्तक्षेप भी आवश्यक हैं।

भूमि पुनर्ग्रहण की चुनौती

पिछले दशकों में बीहड़ों को समतल कर कृषि योग्य बनाने के प्रयास किए गए हैं। उपग्रह आधारित अध्ययनों में 1971–– 2015 के दौरान लगभग 3,798 हेक्टेयर भूमि के समतलीकरण का उल्लेख मिलता है। प्रथम दृष्टया यह भूमि पुनर्प्राप्ति का संकेत देता है, परंतु क्षेत्रीय अनुभव बताते हैं कि समतल किए गए क्षेत्रों में यदि तुरंत वनस्पति एवं जल-नियंत्रण उपाय न किए जाएँ तो मानसून के बाद पुनः अपरदन आरंभ हो सकता है। अतः केवल समतल क्षेत्रफल को सफलता का मापदंड मानना उचित नहीं है; दीर्घकालिक कृषि उत्पादकता और भूमि की स्थिरता को भी मूल्यांकन में शामिल किया जाना चाहिए।



चित्र 3(क) : बीहड़ पुनर्ग्रहण एवं कृषि उत्पादकता के बीच संबंध का संकल्पनात्मक निरूपण



चित्र 3(ख) : चंबल घाटी बीहड़ क्षेत्र, अटेर तहसील के पास, जिला भिंड, मध्यप्रदेश

गली प्रक्रिया सूचकांक द्वारा उपचार का चयन

प्रस्तुत अध्ययन में गली की चौड़ाई-गहराई अनुपात तथा प्रस्तावित गली प्रक्रिया विभेदीकरण सूचकांक के आधार पर गलियों को तीन प्रकारों में वर्गीकृत किया गया है। इस वर्गीकरण का उद्देश्य यह तय करना है कि उपचार का मुख्य लक्ष्य सतही अपवाह है अथवा भूमिगत जल-प्रवाह। अध्ययन में प्रयुक्त सीमाएँ प्रारंभिक हैं और इनके व्यापक क्षेत्रीय सत्यापन की आवश्यकता है।

प्रस्तावित गली प्रक्रिया विभेदीकरण सूचकांक : जीपीडीआई = $(SxA^{0.1}) / डब्ल्यूडीआर$

तालिका 1 : गली प्रक्रिया के अनुसार उपचार का चयन - अध्ययन में प्रस्तावित प्रारंभिक वर्गीकरण

गलीका प्रकार	डब्ल्यूडीआर	जीपीडीआई	प्रमुख प्रक्रिया	ढाल-अपवाह क्षेत्र संबंध	अनुशंसित उपचार पैकेज
प्रकार W - अपवाह-प्रधान	>1.0	0.035	केंद्रित सतही अपवाह	$S = 0.032xA^{-0.125}$	समोच्चबंधान + गलीप्लग + चेकडैम + ढाल पर पुनर्वनी करण
प्रकार T- संक्रमणशील	0.8-1.0	0.030-0.040	सतही अपवाह + प्रारंभिक पाइपिंग	संक्रमणशील	चेकडैम + उप सतही जल निकास + चूना/जिप्सम + चरण बद्ध पुनर्वनी करण + निगरानी
प्रकार P- पाइपिंग-प्रधान	<0.8	0.040	मृदापाइपिंग + द्रव्यमान संचलन	$S = 0.18xA^{+0.048}$	उपसतही जलनिकास + चूना/जिप्सम + जैव-अभियांत्रिकी; चेक डैम सहायक उपाय

तकनीकी संकेतन एवं पूर्ण रूप

WDR - Width-Depth Ratio (चौड़ाई-गहराई अनुपात)-गली के मध्यवर्ती क्रॉस-सेक्शन पर मापी गई गली की चौड़ाई और गहराई का अनुपात।

GPDI - Gully Process Differentiation Index (गली प्रक्रिया विभेदीकरण सूचकांक) - गली में प्रमुख अपरदन प्रक्रिया के प्रकार की पहचान के लिए प्रस्तावित सूचकांक।

S - Slope (ढाल) -गली के शीर्ष/प्रारंभिक बिंदु से संबंधित स्थानीय भू-ढाल।

A - Contributing Area (अपवाह-संग्रहण क्षेत्र) - गली के शीर्ष की ओर प्रवाह में योगदान करने वाला क्षेत्रफल।

S- A Relationship - Slope- Contributing Area Relationship (ढाल - अपवाह-संग्रहण क्षेत्र संबंध) - गली के शीर्ष पर ढाल और उसके अपवाह-संग्रहण क्षेत्र के बीच अनुभवजन्य संबंध।

RSRI - Remote Sensing Recovery Index (दूरसंवेदी पुनर्प्राप्ति सूचकांक) - दूरसंवेदी आँकड़ों में बीहड़ क्षेत्रफल में दिखाई देने वाली पुनर्प्राप्ति/कमी को व्यक्त करने वाला सूचकांक।

FPI - Field Productivity Index (मैदानी उत्पादकता सूचकांक) - पुनर्ग्रहित भूमि की उत्पादकता की तुलना अविक्षुब्ध भूमि की उत्पादकता से करने वाला सूचकांक।

DEM - Digital Elevation Model (डिजिटल ऊँचाई मॉडल) - भू-तल की ऊँचाई का डिजिटल निरूपण, जिसका उपयोग समयान्तराल में अपरदन/भूमि-रूप परिवर्तन के आकलन में किया जाता है।

ML - Machine Learning (मशीन लर्निंग/मशीन-आधारित अधिगम) - आँकड़ों से पैटर्न सीखकर संवेदनशीलता या जोखिम क्षेत्रों की पहचान करने वाली संगणकीय विधियाँ।

AUC - Area Under the Curve (वक्र के अधीन क्षेत्रफल) - वर्गीकरण/पूर्वानुमान मॉडल के सत्यापन प्रदर्शन को व्यक्त करने वाला माप।

CVDI - Composite Village Development Index (समग्र ग्राम विकास सूचकांक) - ग्रामों के विकास स्तर को

विभिन्न सामाजिक-आर्थिक संकेतकों के संयुक्त आधार पर व्यक्त करने वाला सूचकांक।

SDG - Spatial Deprivation Gradient (स्थानिक वंचना प्रवणता) - बीहड़ क्षेत्र के विस्तार के साथ ग्राम-स्तरीय विकास/वंचना में स्थानिक परिवर्तन को व्यक्त करने वाला प्रस्तावित सूचकांक।

R_coverage - Ravine Area Coverage (बीहड़ क्षेत्र आवरण) - किसी क्षेत्र में बीहड़ से प्रभावित क्षेत्रफल का अनुपात/हिस्सा।

SCR - Sediment Connectivity Ratio (तलछट संयोजकता अनुपात) - स्रोत क्षेत्र से नदी-चैनल तक पहुँचने वाली तलछट की संयोजकता को व्यक्त करने वाला प्रस्तावित अनुपात।

LCV - Lower Chambal Valley (निचली चंबल घाटी) - चंबल नदी की निचली घाटी का अध्ययन क्षेत्र।

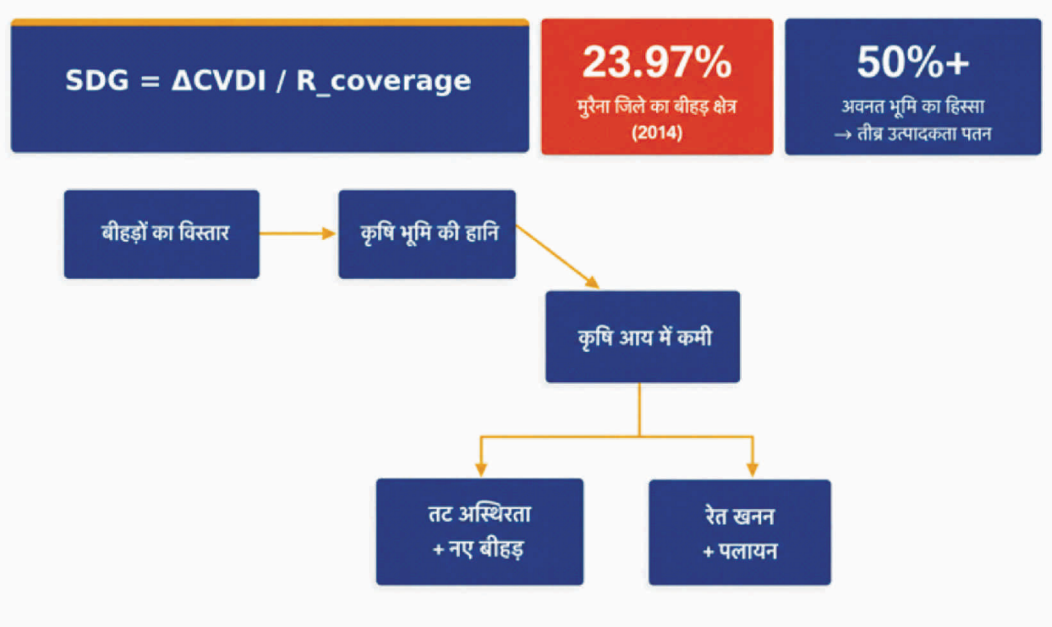
यह वर्गीकरण स्पष्ट करता है कि सभी गलियों में समान रूप से चेक डैम लगाना पर्याप्त नहीं है। पाइपिंग-प्रधान गलियों में भूमिगत जल-प्रवाह को नियंत्रित किए बिना केवल सतही संरचनाएँ अपेक्षित परिणाम नहीं दे सकतीं। इसलिए उपचार का क्रम ''पहचान- प्राथमिकता- स्थिरीकरण- निगरानी'' होना चाहिए।

समन्वित प्रबंधन की आवश्यकता

सतही अपवाह प्रधान गलियों में समोच्च बंधान, गली प्लग, उपयुक्त अंतराल पर चेक डैम तथा ढाल पर वनस्पति आवरण उपयोगी हो सकते हैं। जहाँ मृदा-पाइपिंग एवं भूमिगत जल प्रवाह प्रमुख हों वहाँ उपसतही जल निकास, जैव-अभियांत्रिकी तथा पाइप-कैविटी के स्थिरीकरण को प्राथमिकता देनी चाहिए। इसके साथ नदी तट पर तलछट की निगरानी, नदी-खंड आधारित तलछट बजट तथा वैज्ञानिक आधार पर रेत निकासी की सीमा निर्धारित करना आवश्यक है।

मानवीय एवं सामाजिक आयाम

बीहड़ समस्या केवल मृदा-अपरदन की समस्या नहीं है। उपलब्ध सामाजिक अध्ययनों में बीहड़ प्रभावित गाँवों में कृषि उत्पादकता, आधारभूत सुविधाओं और समग्र विकास स्तर के अपेक्षाकृत कम होने का संकेत मिलता है। भूमि क्षरण बढ़ने के साथ कृषि आय में कमी, वैकल्पिक रोजगार की आवश्यकता तथा पलायन की प्रवृत्ति बढ़ सकती है। इस प्रकार भूमि क्षरण और आजीविका का संबंध एक प्रतिपुष्टि चक्र बनाता है, जिसे केवल संरचनात्मक उपायों से नहीं बल्कि स्थानीय समुदाय की भागीदारी, वैकल्पिक आजीविका और वैज्ञानिक भूमि प्रबंधन से तोड़ना होगा।



चित्र 4 : भूमि क्षरण एवं आजीविका के बीच परस्पर प्रभाव का संकल्पनात्मक चक्र

चित्र 4 में प्रयुक्त संक्षेप : SDG - Spatial Deprivation Gradient (स्थानिक वंचना प्रवणता);CVDI - Composite Village Development Index (समग्र ग्राम विकास सूचकांक);R_coverage - Ravine Area Coverage (बीहड़ क्षेत्र आवरण)।

निष्कर्ष

चंबल के बीहड़ों का प्रबंधन एक बहु-स्तरीय एवं दीर्घकालिक कार्य है। गली स्तर पर अपरदन की वास्तविक प्रक्रिया की पहचान, ढाल एवं अपवाह क्षेत्र का मूल्यांकन तथा उसके अनुरूप उपचार; नदी स्तर पर तलछट बजट, तट स्थिरीकरण और वैज्ञानिक रेत प्रबंधन; तथा घाटी स्तर पर मध्य प्रदेश, राजस्थान और उत्तर प्रदेश के बीच समन्वित योजना- इन तीनों को एक साथ अपनाना आवश्यक है। भविष्य में सफलता का मूल्यांकन केवल बनाए गए चेक डैम अथवा समतल किए गए क्षेत्रफल से नहीं, बल्कि अनेक मानसून चक्रों के बाद भूमि की स्थिरता, कृषि उत्पादकता, तलछट में कमी और स्थानीय आजीविका में सुधार से किया जाना चाहिए।

जब हम माता पिता को समझने लगते हैं



डॉ. अनुभव बरनवाल
वैज्ञानिक 'बी'

अब समझ आया:

गाँव की पगडंडियों से निकलकर,
छोटे-छोटे सपनों को आँखों में बसाकर,
न जाने कितने बच्चे
एक दिन बड़े शहरों की ओर चल पड़ते हैं।

कोई अभियंता बनता है, कोई चिकित्सक,
कोई वैज्ञानिक और कोई अधिकारी,
तो कोई किसी बड़े पद की ज़िम्मेदारी सँभालता है।

लोग उनकी सफलता देखते हैं,
उनका सम्मान देखते हैं,
ऊँची इमारतों में सजे उनके जीवन को देखते हैं,
पर उन ऊँचाइयों तक पहुँचाने वाली सीढ़ियों को
अक्सर कोई नहीं देखता।

वे सीढ़ियाँ होती हैं-
माँ की अधूरी नींद,
पिता के अधूरे सपने,
और परिवार के अनगिनत त्याग।

बचपन में किसे समझ आता है
कि माँ स्वयं भूखी रहकर भी
बच्चे की थाली भर देती है।
कौन जान पाता है
कि पिता अपनी इच्छाओं को टालकर
बच्चों के भविष्य के लिए रास्ते बनाते हैं।

तब लगता है-
यह सब तो सामान्य है,
हर घर में ऐसा ही होता होगा।

फिर समय बीतता है।

ज़िम्मेदारियाँ दरवाज़ा खटखटाती हैं।
अपना परिवार बनता है।
नन्हे हाथ उँगली पकड़ते हैं।
और जीवन का अर्थ बदलने लगता है।

जब रात भर बच्चे को गोद में लेकर
नींद से लड़ना पड़ता है,
जब उसके एक आँसू से दिल बेचैन हो उठता है,
जब उसकी छोटी-सी चोट अपना दर्द बन जाती है,

तब कहीं जाकर समझ आता है--
शायद हमारी हर पीड़ा पर

माँ भी ऐसे ही तड़पी होंगी, पिता भी ऐसे ही बेचैन हुए होंगे।
जब जीवन की गाड़ी
कर्तव्यों और संघर्षों के बीच चलती है,
तब महसूस होता है कि
माता-पिता ने केवल हमारा पालन-पोषण ही नहीं किया,
उन्होंने अपने जीवन का एक बड़ा हिस्सा
हमारे नाम कर दिया।

आज भी देश के लाखों माता-पिता
गाँवों और कस्बों में रहते हैं।
उनके बच्चे दूर-दराज़ के शहरों में
जीवन-यापन के लिए दिन-रात परिश्रम कर रहे हैं।
अब दूरी और चिंता बढ़ गई है।
फ़ोन की घंटी बजते ही
आज भी वही प्रश्न सुनाई देता है-

''सब ठीक है न, बेटा?''

और इस एक वाक्य में
सारी ममता, सारा स्नेह,
सारी प्रार्थनाएँ समाई होती हैं।

कई बार मन करता है
कि उन्हें अपने पास बुला लिया जाए,
उनके साथ अधिक समय बिताया जाए।

पर शहरों की तेज़ रफ़्तार,
सीमित जगह
और बदलती जीवनशैली
अक्सर ऐसा होने नहीं देती।
वहाँ गाँव में आज भी
रिश्तों के लिए समय है,
पड़ोसियों के लिए अपनापन है,
त्योहारों में सामूहिक उल्लास है,
मंदिर की घंटियों में आस्था है,

और जीवन में एक सहज ठहराव है।
शहरों में सुविधाएँ अधिक हैं,
पर समय कम है।
गाँवों में साधन कम हैं,
पर संबंध आज भी समृद्ध हैं।

शायद इसी मोड़ पर आकर
जीवन का सबसे बड़ा सत्य समझ आता है-

सफलता पद से नहीं मापी जाती,
सफलता उस प्रेम से मापी जाती है
जिसे माता-पिता ने अपने त्याग से सींचा होता है।

हम चाहे कितनी भी ऊँचाइयाँ छू लें,
कितने भी बड़े पदों पर पहुँच जाएँ,
कितनी भी उपलब्धियाँ प्राप्त कर लें,
फिर भी जीवन की सबसे बड़ी उपलब्धि
वे संस्कार हैं
जो हमें अपने माता-पिता से मिले हैं।

और शायद हर व्यक्ति के जीवन में
एक ऐसा समय अवश्य आता है,
जब वह ठहरकर कहता है-

विज्ञान की बहती धारा



चितरंजन
प्रयोगशाला सहायक

जहाँ ज्ञान की गंगा बहती है,
जहाँ शोध की ज्योति जलती है।
विज्ञान जहाँ संकल्प बने,
वहीं राष्ट्र की शक्ति पलती है।

जल की हर धड़कन को समझे,
नदियों का इतिहास पढ़े।
बाँधों की दृढ़ नींव रचे,
भविष्य की हर राह गढ़े।

लहरों से संवाद यहाँ है,
धाराओं का मान यहाँ।
प्रकृति और प्रौद्योगिकी का,
अद्भुत-सा संगम यहाँ।

मिट्टी बोले, चट्टान बताए,
विज्ञान उन्हें स्वर देता है।
भू-तकनीकी की हर चुनौती को,
ज्ञान नया उत्तर देता है।

हर परीक्षण एक विश्वास,
हर निष्कर्ष एक आधार।
अनुभव, अनुसंधान और सेवा,
यही है इसकी पहचान अपार।

जब बाढ़ चुनौती बन जाती,
जब तट कटाव से डरते हैं।
सीडब्ल्यूपीआरएस के वैज्ञानिक,
समाधान लेकर चलते हैं।

प्रयोगशालाओं की नीरवता में,
भविष्य का संगीत बसता है।
हर उपकरण, हर शोधपत्र में,
भारत का विश्वास बसता है।

नदियों से सागर तक फैला,
सेवा का इसका विस्तार।
राष्ट्रहित सर्वोपरि जिसका,
वही है इसका सच्चा शृंगार।

आओ मिलकर नमन करें हम,
इस गौरवशाली संस्थान को।
जिसने विज्ञान को समर्पित कर,
शक्ति दी हिंदुस्तान को।

ज्ञान रहे इसका अविरल,
शोध रहे इसका अभिमान।
सीडब्ल्यूपीआरएस सदैव बढ़े,
यही हमारी शुभकामना, यही सम्मान।

हार के बाद जीत



पंकज उनियाल
वैज्ञानिक 'बी'

आज भी एक पंक्ति याद है किसी शख्स की।

उसने किसी रोज़ कहा था -
करोड़ों इंसानों वाली इस आबादी में न जाने कहाँ-कहाँ
मंज़िल मिलती है किसी को जीत के रूप में,
और कुछ लोग अपनी हार समझकर रह जाते हैं।

जो मज़ा जीत का है, शायद हार में नहीं,
बस कभी उस एहसास को जीकर देखो, मेरे दोस्तों।

मज़ा हार के बाद मिलने वाली जीत का अलग ही होता है।

अलग-अलग तक़दीर का अलग-अलग है खेल,
रोज़ ही दुनिया में जीत और हार का खेल होता है।

कभी सोचा है तुमने, क्या होती है जीत और क्या होती है हार?
नाम के केवल दो अक्षर हैं,
किन्तु ये एक ही सिक्के के दो पहलू हैं।
अचानक उस शख्स ने कुछ ऐसा कह दिया,
जो मैं हर रोज़ सुनता तो था,
पर अमल उसी रोज़ किया।

जो खुशी किसी के चेहरे पर बिखरती है,
जीत उसी का नाम है।

और जो आँसू निकाल दे,
हार उसी का नाम है।

दिन-प्रतिदिन मन में एक सवाल उठता है-
क्यों उसे उपहार मिलता है और मुझे केवल उम्मीद?

क्यों वह सफल है और मैं असफल हूँ?

इस बात पर वह शख्स बोला-
''केवल उम्मीद से कुछ नहीं होता,
आगे बढ़ने के लिए ज़ोर लगाना पड़ता है।
बस यह सवाल अपने मन में हमेशा रखना।
हार पर रोना तो आम बात है,
लेकिन उसी हार को अपनी जीत समझकर आगे बढ़ना,

अपने आप में एक ख़ास बात है।''
बोलते-बोलते वह शख्स भावुक हो उठा।
उसकी आँखें नम थीं,
आवाज़ में थोड़ा रोष था।
सामने खड़ा मैं इतना तो समझ गया था-

कि कुछ उसने भी खोया है शायद,
पाया थोड़ा कम है।
उम्मीद उसे अब भी उतनी ही है,
लेकिन करे क्या-
तक़दीर का मारा वह आज भी है।

राजभाषा हिंदी के प्रगामी प्रयोग से संबंधित प्रमुख गतिविधियाँ (वर्ष: 2025-26)

इस अनुसंधान शाला में कार्यालयीन कामकाज में हिंदी के प्रगामी प्रयोग से संबंधित गतिविधियों के बारे में निम्नानुसार जानकारी प्रस्तुत है :

हिंदी दिवस तथा हिंदी पखवाड़ा :

राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय द्वारा जारी दिशा-निर्देशों के अनुसार माननीय गृह एवं सहकारिता मंत्री जी की अध्यक्षता में दिनांक 14 सितंबर 2025 और 15 सितंबर 2025 को गाँधी नगर, गुजरात में आयोजित हिंदी दिवस तथा 5वें अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन में अनुसंधान शाला के प्रतिनिधि के रूप में सुश्री विजया नागपुरे, सहायक निदेशक (राजभाषा), संजय नाथ झा, वैज्ञानिक बी एवं धीरेन्द्र मणि त्रिपाठी, अनुसंधान सहायक ने भाग लिया। प्रति वर्ष की भांति इस वर्ष भी हिंदी पखवाड़े के दौरान अनुसंधान शाला में राजभाषा कार्यान्वयन समिति के मार्गदर्शन में हिंदी निबंध, हिंदी प्रश्नमंच, तकनीकी शब्दों का अनुवाद, हिंदी शुद्धलेखन, हिंदी कहानी समीक्षा प्रतियोगिता, हिंदी टंकण, हिंदी पोस्टर आदि प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया । इन प्रतियोगिताओं में संस्था के अधिकारियों एवं कर्मचारियों ने उत्साह से भाग लिया। भारत सरकार द्वारा लागू मूल रूप में हिंदी टिप्पण आलेखन पुरस्कार योजना अनुसंधान शाला में लागू की गई थी। इन प्रतियोगिताओं में योग्यता प्राप्त अधिकारियों एवं कर्मचारियों को मुख्य अतिथि के करकमलों द्वारा नकद पुरस्कार एवं प्रमाणपत्र देकर सम्मानित किया गया । इस अवसर पर डॉ. ममता जैन, मुख्य अतिथि के रूप में उपस्थित थी।



हिंदी गृह पत्रिका ''जलवाणी'' का प्रकाशन :

हिंदी पखवाड़ा समापन समारोह के अवसर पर मुख्य अतिथि के करकमलों द्वारा अनुसंधान शाला की हिंदी गृह पत्रिका ''जलवाणी'' के अंक का विमोचन किया गया। अनुसंधान शाला के अधिकारियों एवं कर्मचारियों ने उक्त पत्रिका में विभिन्न विषयों पर लेख, कविता, कहानियाँ आदि लिखकर अपना बहुमूल्य योगदान दिया है।



तकनीकी/ प्रशासनिक हिंदी कार्यशाला का आयोजन:

गृह मंत्रालय द्वारा जारी वार्षिक कार्यक्रम में दिए गए निर्देशों के अनुसार अनुसंधान शाला में दिनांक 21 जुलाई 2025, 26 नवंबर, 2025 एवं 26 मार्च 2026 को प्रशासनिक/तकनीकी हिंदी कार्यशालाएँ आयोजित की गई जिसमें अनुसंधान शाला के विभिन्न पदों पर आसीन अधिकारियों/ कर्मचारियों ने भाग लिया। प्रशिक्षण कार्यक्रम में संघ की राजभाषा नीति, सरकारी पत्राचार के नमूने, टिप्पण, आलेखन एवं भाषा और वर्तनी के बारे में उपयोगी सामग्री उपलब्ध कराई गई। तकनीकी व्याख्याताओं ने तकनीकी विषयों पर व्याख्यान दिए। व्याख्याताओं द्वारा आलेख, चित्रों और विडियो के माध्यम से सहज और सरल तरीके से तकनीकी विषयों को हिंदी भाषा में समझाने की कोशिश की गई। इन कार्यशाला में व्याख्यान देने वाले व्याख्याताओं के नाम, पदनाम और उनके व्याख्यान के विषय निम्नानुसार थे :

क्र. सं.	व्याख्याता का नाम पदनाम	विषय/सारांश का नाम
1.	श्री सतीश धुरी, अनुवाद अधिकारी, कोंकण रेलवे गोवा	हिंदी कार्यान्वयन में ई टूल्स की भूमिका
2.	श्री मोहम्मद जियाउल कमर, वैज्ञानिक 'डी'	जलविद्युत परियोजनाएं में तलछट प्रबंधन और प्रतिमान अध्ययन का महत्व
3.	श्री लता गुप्ता, वैज्ञानिक 'डी'	दूर से संचालित ROV उपकरण





तकनीकी /प्रशासनिक हिंदी कार्यशालाओं में उपस्थित अधिकारी व कर्मचारी

नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति- प्रथम, पुणे की छमाही बैठक का आयोजन:

नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति- प्रथम, पुणे की छमाही बैठक दिनांक 30/12/2025 को केन्द्रीय जल और विद्युत अनुसंधान शाला, पुणे- 24 मे संपन्न हुई । सर्वप्रथम मंचासीन अतिथियों एवं पुणे मे स्थित केंद्र सरकार के विभिन्न कार्यालय प्रमुखों का विशेष स्वागत किया गया। इसके बाद संस्था के निदेशक डॉ. प्रभात चंद्र द्वारा सभी उपस्थित अतिथियों को संबोधित किया गया । इस बैठक के दौरान राजभाषा प्रश्नोत्तरी एवं राजभाषा निरीक्षण के विजेताओ को पुरस्कार द्वारा सम्मानित किया गया। नराकास, सचिव द्वारा सभी अतिथियों को संबोधित किया गया और अंत मे अध्यक्ष, नराकास- प्रथम द्वारा राजभाषा कार्यान्वयन संबंधी रिपोर्टों की समीक्षा, सम्बोधन एवं मार्गदर्शन किया गया ।





संगणकों में हिंदी साफ्टवेयर :

अनुसंधान शाला के सभी संगणकों में हिंदी सॉफ्टवेयर डलवाए गए हैं जैसे iLeap, ISM Office, ISM Publisher और iTranslator इत्यादि। यूनीकोड आधारित सॉफ्टवेयर ISM V6 नेट वर्ज़न का प्रयोग किया जा रहा है। साथ ही गुगल आधारित यूनीकोड सॉफ्टवेयर का प्रयोग भी किया जा रहा है। हिंदी कार्यशालाओं के माध्यम से अधिकारियों/ कर्मचारियों को इस संबंध में वर्तमान में उपलब्ध आधुनिक तकनीकों के बारे में प्रशिक्षण दिया जा रहा है।

हिंदी वेबसाइट :

इस अनुसंधान शाला की वेबसाइट www.cwprs.gov.in बनाई गई है जिसमें संस्था के बारे में जानकारी हिंदी में उपलब्ध कराई गई है।

अनुसंधान शाला के इन्ट्रानेट पर हिंदी में नेमी प्रपत्र/ मानक मसौदे उपलब्ध कराना:

प्रतिदिन काम आने वाले नेमी क़िस्म के प्रपत्र, मानक मसौदे जैसे आकस्मिक छुट्टी के आवेदन, कार्यग्रहण रिपोर्ट, प्रस्थान रिपोर्ट, प्रभागों/अनुभागों के नाम, मंत्रालयों / विभागों के नाम, छुट्टियों के प्रकार, वर्तनी, संदेश, गृह पत्रिका ''जलवाणी'', हमेशा प्रयुक्त होने वाले वाक्यांश आदि इन्ट्रानेट पर हिंदी में उपलब्ध कराए गए हैं। हिंदी नियम पुस्तिका, गृह मंत्रालय के राजभाषा विभाग द्वारा प्रतिवर्ष जारी वार्षिक कार्यक्रम तथा अनुसंधान शाला के सभी प्रयोगशालाओं की तकनीकी शब्दावली को भी इन्ट्रानेट पर उपलब्ध कराया गया हैं।

हिंदी भाषा तथा टंकण प्रशिक्षण :

हिंदी शिक्षण योजना, पुणे द्वारा संचालित भाषा, टंकण तथा आशुलिपि प्रशिक्षण पाठ्यक्रम हेतु अनुसंधान शाला से बारी-बारी से अधिकारियों/ कर्मचारियों को नामित किया जाता है। वर्तमान में अनुसंधान शाला के तीन कर्मचारी हिंदी टंकण का प्रशिक्षण प्राप्त कर रहे हैं।

विभागीय निरीक्षण :

हिंदीपत्राचार को बढ़ाने तथा गृह मंत्रालय के राजभाषा विभाग द्वारा समय-समय पर जारी अन्य निर्देशों के अनुपालन को सुनिश्चित करने हेतु सहायक निदेशक (राजभाषा) द्वारा व्यक्तिगत रूप से प्रशासन अनुभाग, निर्माण, क्रय और योजना कक्ष तथा बिल अनुभाग का निरीक्षण किया गया। निरीक्षण के दौरान यह पाया गया कि लगभग सभी प्रभागों में अग्रेषण पत्र, छुट्टी के आवेदन, कार्यभार प्रस्थान तथा कार्यभार ग्रहण रिपोर्ट आदि कार्य नियमित रूप से हिंदी में किए जा रहे हैं। निरीक्षण के दौरान अन्य विषयों से संबंधित पत्राचार को भी हिंदी में करने के लिए मार्गदर्शन किया गया। अनुसंधान शाला में हिंदी के प्रयोग को बढ़ावा मिलने के उद्देश्य से राजभाषा विभाग द्वारा जारी जांच बिन्दुओं को सभी अनुभागों एवं प्रभागों में

परिचालित किया गया और सभी से अनुरोध किया गया कि अपने-अपने प्रभागों में उसका अनुपालन सुनिश्चित किया जाएं। साथ ही हिंदी में प्रवीणता प्राप्त कर्मचारियों को हिंदी में कार्य करने हेतु व्यक्तिशः आदेश जारी किए गए।

हिंदी में कार्य के लिए अनुभागों का नामांकन :

निम्नांकित प्रभागों/अनुभागों को कार्य की कुछ मदें हिंदी में करने के लिए विनिर्दिष्ट किया गया है:

क्र.सं.	प्रभाग/ अनुभाग	प्रभाग/ अनुभाग द्वारा हिंदी में किए जाने वाले कार्य
1.	प्रशासन	▪ 'क', 'ख'और 'ग'समूह के कर्मचारियों की सेवा पुस्तिकाओं में प्रविष्टियाँ ▪ छुट्टियों के कार्यालय आदेश ▪ आवधिक वेतन वृद्धि के प्रमाणपत्र ▪ छुट्टी यात्रा रियायत अग्रिम का आदेश ▪ वेतन नियतन के कार्यालय आदेश ▪ सेवा निवृत्ति के आदेश ▪ कर्मचारियों की वरिष्ठता सूची ▪ आवास आबंटन की अग्रता सूची ▪ दौरा अग्रिम के आदेश ▪ कुछ फ़ाइलों में टिप्पण और आलेखन

क्र.सं.	प्रभाग/ अनुभाग	प्रभाग/ अनुभाग द्वारा हिंदी में किए जाने वाले कार्य
2.	प्रशासन (नि. औ. स्था.)	▪ कर्मचारियों की सेवा पुस्तिकाओं में प्रविष्टियाँ ▪ छुट्टियों के कार्यालय आदेश ▪ आवधिक वेतन वृद्धि के प्रमाणपत्र ▪ कर्मचारियों को ज्ञापन ▪ छुट्टी यात्रा रियायत अग्रिम का आदेश ▪ वेतन नियतन के कार्यालय आदेश ▪ सेवा निवृत्ति के आदेश ▪ कर्मचारियों की वरिष्ठता सूची ▪ कुछ फ़ाइलों में टिप्पण और आलेखन
3.	बिल अनुभाग	▪ चिकित्सा अग्रिम के आदेश ▪ चिकित्सा अग्रिम से संबंधित जाँच सूची ▪ दौरा अग्रिम के आदेश
4.	निर्माण तथा क्रय कक्ष	▪ बेबाकी प्रमाण पत्र ▪ चेकों के अग्रेषण पत्र ▪ प्राप्त हुए भुगतान की पावती
5.	तटीय इंजीनियरिंग के लिए गणितीय प्रतिमानन (संगणक)	तकनीकी रिपोर्टों के सारांश तथा अन्य कार्यों में यथासंभव हिंदी का प्रयोग
6.	नदी जलगति विज्ञान	▪ तकनीकी रिपोर्टों के सारांश तथा अन्य कार्यों में यथासंभव हिंदी का प्रयोग ▪ 'जलवाणी' में लेख लिखकर कर्मचारियों का योगदान
7.	जल गुणवत्ता विश्लेषण तथा प्रतिमानन	तकनीकी रिपोर्टों के सारांश तथा अन्य कार्यों में यथासंभव हिंदी का प्रयोग

तकनीकी काम में हिंदी का प्रयोग :

अनुसंधान शाला के विभिन्न प्रभागों/अनुभागों द्वारा किए जाने वाले अध्ययनों के आधार पर परियोजना प्राधिकारियों को भेजे जाने वाली तकनीकी रिपोर्टों के सारांश, अग्रेषण पत्र, रिपोर्ट प्रलेख पत्र, सार, प्राक्कलन, विषय सूची आदि मदें अंग्रेजी के साथ हिंदी में भी भेजी जा रही है।

केंद्रीय जल एवं विद्युत अनुसंधान शाला

खड़कवासला, पुणे - 411024

दूरध्वनी : +91 20 2410 3200, 2438 0552

ईमेल : director@cwprs.gov.in | वेबसाईट: https://cwprs.gov.in

