ISSN (ONLINE) - 2582-9440

Vol. 6 (2) July - December 2025

वर्ष 6 अंक 2 जुलाई – दिसम्बर 2025

पौष मास, शुक्ल पक्ष, विक्रम संवत् 2082

स्वदेशी विज्ञान पत्रिका

SWADESHI VIGYAN PATRIKA

Modern Science and Indian Knowledge Systems

आधुनिक विज्ञान और भारतीय ज्ञान परंपरा

SWADESHI VIGYAN PATRIKA SECRETARIAT:

907/1 Chandra Vihar Colony, Jhansi 284002

E-mail: vigyanpatrika@swadeshivigyan.org, swadeshivigyan@swadeshivigyan.org

Website: www.swadeshisciences.org

NATIONAL CONFERENCE: FEW GLIMPSES

Sustainable Approaches Towards Water Supply and Waste Management

ORGANIZED BY: • SWADESHI SCIENCE MOVEMENT OF DELHI

Aryabhatt Ssamman 2025 For Best Paper Presentation.

Falicitation of Working President SSMD Prof Vikas Srivastava By Chairman IWWA, Prayagraj Centre Er. G. C. Dubey.

Falicitation of Er.R. K. Chauhan By Working President SSMD Prof Vikas Srivastava

Falicitation of Er. R. C. Maurya by Secrretary IWWA, Prayagraj Centre Prof R. C. Vaishya

Falicitation of Chairman IWWA, Prayagraj Centre Er. G. C . Dubey.

Felicitation of Joint Organizing Secretary Dr. Satyendra Nath by President SSMD Dr. D. P. Bhatt.

ISSN (ONLINE) - 2582-9440
वर्ष 6 अंक 2 जुलाई – दिसम्बर 2025
पौष मास, शुक्ल पक्ष, विक्रम संवत् 2082

Vol. 6 (2) July - December 2025

स्वदेशी विज्ञान पत्रिका
SWADESHI VIGYAN PATRIKA

Modern Science and Indian Knowledge Systems
आधुनिक विज्ञान और भारतीय ज्ञान परंपरा

SWADESHI VIGYAN PATRIKA SECRETARIAT:
907/1 Chandra Vihar Colony, Jhansi 284002
E-mail: vigyanpatrika@swadeshivigyan.org, swadeshivigyan@swadeshivigyan.org
Website: www.swadeshisciences.org

Bi-annual publication of the Swadeshi Vigyan Patrika (SVP) is an unique effort to bring advances in all aspects of Swadeshi Vigyan - Indigenous Science, Engineering & Technology integrating Traditional & Modern Sciences catering to National needs and Society in large using Bharatiya languages without opposing English. The Editorial Board welcomes original articles / Research papers from experts, researchers & grass root innovators of this country and overseas both and owe no responsibility for the statements and opinions presented by authors. The Editorial Board & staff in its working of examining articles for their publication is assisted, in an Honorary capacity, by several reputed Scientists.

Communication mode for sending contributions in the SVP:

vigyanpatrika@swadeshivigyan.org, swadeshivigyan@swadeshivigyan.org or to Editorial Board members.

Annual Subscription

INR 400/- $ 30 (Includes postal expenditure)

Biennial Subscription

INR 700/- $ 50 (Includes postal expenditure)

Subscription (Single copy)

INR 200/- $ 20 (Includes postal expenditure)

All correspondences related to the Subscription and Advertisements be made in the following address:

Sales & Distribution Officer

Secretariat, SVP

907/1 Chandra Vihar Colony, Jhansi 284002 (India)

Rebate of 15% in Annual subscription will be given for Institutional/Libraries category in India.

All kinds of payments should be made as DD/Local cheque in favour of **"Swadeshi Science Movement of India, Delhi".** Alternatively, on line payment in the S/B account may be possible on request.

Website : www.swadeshisciences.org

SWADESHI SCIENCE MOVEMENT OF INDIA, DELHI
(ALSO CALLED AS VIGYAN BHARATI, DELHI)

List of Governing Council (GC) & Executive Committee (EC) Members

1.	**Prof. Dr. K. I. Vasu** Founder National President, SSM/VIBHA Formerly Director, CSIR-CECRI	Patron & GC Member
2.	**Padma Shri Dr. P. Pushpangadan** Director General, Amity Institute for Herbal & Biotech Products Development & Sr. Vice President, RBEF, New Delhi	Patron & GC Member
3.	**Dr. Vijay Shanker Rai**	Patron, SSM'D
4.	**Mr S.C.Garg** Ex Acting Director,CSIR NPL , New Delhi	Advisor
5.	**Dr. D. P. Bhatt** Formerly Chief Scientist & Head, IPR'M NPL, New Delhi	President
6.	**Dr. Vikas Srivastava** Professor, Deptt. of Civil Engineering SHUATS, Prayagraj	Working President and Organising secretary
7.	**Dr. Prashant Kumar Mishra** Member Jharkhand Biodiversity Board Former Head Department of Botany., Biotechnology. Former Director CND and IQAC	Vice President
8.	**Dr. Rashmi Sharma** Professor, Dept. of Chemistry S.P.C. Govt. College, Ajmer	Vice-President
9.	**Sh. Roshan Agrawal** CEO, Siddhast IP. Innovations P. Ltd G2 – Vasudev Apartment, Khanpur, Delhi	Gen. Secretary
10.	**Sh. V. K. Gupta** I/C Workshop, NPL, New Delhi	Treasurer
11.	**Dr. Ashutosh Pareek** Associate Professor, Department of Sanskrit SPC Govt. College, Ajmer	Joint Secretary
12.	**Prof. Sanjay Kumar Sharma** GBU Gautam Buddh Nagar	EC Member
13.	**Prof. K. Jothivenkatachalam** Professor and Head Dept.of Chemistry Uce-Bit Campus Anna University Trichy, Tamil Nadu 620024.	EC Member

14. **Dr. Amit Ranjan** — EC Member
Assistant Professor,
Deptt of Botany,
Vinoba Bhave Univ.
Hazaribag

15. **Prof Anita Khurana** — EC member
Principal , Govt Girls College , Nasirabad

16. **Dr. S. Karthikeyan** — EC Member
Associate Professor and Head, PG & Research
Department of Chemistry, Chikkanna Government
Arts College, Tirupur -641602, Tamilnadu, India.

17. **Adv. Sh. Harish Kumar** — EC Member
46, EaswaranKoil St., Erode

18. **Dr. Vinay Kumar** — EC Member
Professor of Physics, Saudi Arabia.
Kodesia Building, Nainital Road, Bareilly

19. **Sh. Madhukar Swayambhu** — EC Member
Research Head & Founder Member
Vedic Cownomics (P) Ltd
411, Ground Floor, Shakti Khand-1, Gurudwara
Road, Indirapuram, Ghaziabad -201014,

20. **Dr. Shakti Suryavanshi** — EC Member
Scientists C
NIH Roorkee

21. **Dr. Ankit Kumar Sharma** — EC Member
Lecturer, Department of Civil Engineering,
Government Polytechnic, Changipur, Bijnor, U.P.
Physical address: Poonam Vihar, Khushalpur Road,
Moradabad -244001, Uttar Pradesh

22. **Dr. Jaya Sinha** — EC Member
Assistant Professor
University Department of Clinical Nutrition and Dietetics
Vinoba Bhave university
Hazaribag, Jharkhand

SWADESHI VIGYAN PATRIKA

Multilingual Science Magazine Dedicated to the Development of Swadeshi Vigyan, Integrating Traditional & Modern Sciences Catering to National Needs and Society

Vol. 6 (2) July - December 2025

संरक्षक, स्व. वि. प.

Patron, SVP

Dr. D.P. Bhatt
President, SSM'D
Formerly Chief Scientist & Head, IPR'M, CSIR - NPL

मुख्य संपादक

Chief Editor

Dr. Vikas Srivastava
Professor
Department of Civil Engineering, SHUATS
Prayagraj, U.P.

Published by the Vigyan Bharti, Delhi
Secretariat, SVP: 907/1 Chandra Vihar Colony Jhansi 284002, U.P.
Compilation & Design: Sh. Sachin Sharma
Emails: vigyanpatrika@swadeshivigyan.org, swadeshivigyan@swadeshivigyan.org
Website: www.swadeshisciences.org

प्राक्कथन

देश में स्वदेशी साइंस मूवमेंट ऑफ इंडिया के नाम से प्रसिद्ध विज्ञान भारती द्वारा विगत 3 दशकों में विज्ञान, अभियान्त्रिकी, तकनीकी, शिक्षा, आध्यात्मिक व सामाजिक विकास के क्षेत्र में अनेकानेक प्रकाशनों की श्रृंखला अभियान के अंतर्गत अब ई–स्वदेशी विज्ञान पत्रिका का बहुभाषीय सृजन एक महत्वपूर्ण प्रकल्प बना है, जिसमें पुरातन व आधुनिक विज्ञान के समन्वयन के मार्ग में नवाचारों के संवर्धन हेतु वर्तमान आवश्यकताओं के तहत पुनश्च ज्ञान, विज्ञान, संज्ञान को आधुनिकतम सामाजिक चाहत की आवश्यकता के समग्र बोध के साथ समझते हुए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) के नए दौर को भी इस अंक में समाहित किया है। आशा है कि इस अवसर पर प्रकाशित बहुभाषीय अंक निश्चित रूप से प्रेरणादायक सिद्ध होगा। साथ में चूंकि नव–प्रवर्तन एक क्रमबद्ध, संगठित एवं तार्किक कर्म है, जो सामान्यतः विश्लेषण, परीक्षणों और प्रयोगों से गुजर कर ही अंतिम परिणति तक पहुंचता है, इसलिए मुझे ऐसी आशा है कि भावी प्रकाशनों की उत्कृष्टता और उनके निष्पादन को सामान्य जन–जन के साथ बांटकर विश्व–व्यापी मील का पत्थर बनाना है, जिसके लिए विज्ञान भारती दिल्ली टीम व सभी साझेदारों को साधुवाद।

प्रबुद्ध पाठकों से अपेक्षा है कि अपने अर्जित ज्ञान को आगे जाकर जनमानस में प्रचार–प्रसार करें व हमारे भावी कार्य कलापों हेतु भी अपनी राय व मार्गदर्शन देकर हमें प्रोत्साहित व अनुग्रहित करते रहें।

(डॉ. देवेंद्र प्रकाश भट्ट)

दिनांक – 31.12.2025
स्थान –' ग्रेटर नोएडा

SWADESHI VIGYAN PATRIKA

संपादक मण्डल
Editorial Board

1. **Dr. Rashmi Sharma**
   Professor, Chemistry
   S.P.C. Govt. College, Ajmer, Rajasthan

2. **Shri. Roshan Agarwal**
   CEO, Siddhast IP Innovation Pvt Ltd
   Gen. Secretary SSM'D
   907/1 Chandra Vihar Colony Jhansi, U.P.

3. **Dr. Ashutosh Pareek**
   Associate Professor, Sanskrit
   S.P.C. Govt. College, Ajmer, Rajasthan

4. **Dr. S. Karthikeyan**
   Associate Professor
   PG & Research Department of Chemistry
   Chikkanna Govt. Arts College, Thirupur, T. N.

5. **Dr Atul Agarwal**
   Retd. Chief Scientist
   CBRI, Roorkee, Uttarakhand

6. **Dr. Kulwant Singh**
   Scientist H
   BARC, Mumbai, Maharashtra

7. **Dr. T. P. Ijinu**
   Young Scientist
   Amity Institute for Herbal and Biotech Products
   Development, Thiruvananthapuram, Kerala

8. **Dr. Prashant Kumar Mishra**
   Former Director, Internal Quality Assurance Cell
   Director, Deptt. of Clinical Nutrition and Dietetics &
   Head, Department of Biotechnology
   Vinoba Bhave University, Hazaribag

सम्पादकीय

स्वदेशी विज्ञान एवं भारतीय ज्ञान परंपरा (IKS) भारत की हजारों वर्षों पुरानी वैज्ञानिक, दार्शनिक और सांस्कृतिक विरासत है, जो वेदों, उपनिषदों, आयुर्वेद, योग, गणित और खगोलशास्त्र में निहित है। यह परंपरा प्रकृति के साथ सामंजस्य, सतत् विकास और समग्र स्वास्थ्य (योग–आयुर्वेद) पर जोर देती है, जो आज के समय में भी अत्यंत प्रासंगिक है। आधुनिक विज्ञान और भारतीय ज्ञान परंपरा (IKS) का संयोजन प्राचीन प्रज्ञता और आधुनिक नवाचार का एक अनूठा मिश्रण है। भारतीय परंपरा (आयुर्वेद, खगोल, गणित) जहाँ समग्र और अनुभवात्मक है, वहीं आधुनिक विज्ञान प्रयोग आधारित है। दोनों का मिलन पर्यावरण स्थिरता, स्वास्थ्य (योग/आयुर्वेद) और टिकाऊ विकास के लिए वैज्ञानिक दृष्टिकोण (NEP 2020) प्रदान करता है। भारतीय ज्ञान परंपरा अनुभव और चेतना (Consciousness) पर केंद्रित है, जबकि आधुनिक विज्ञान प्रयोग और मापन (Measurement) पर जोर देता है। प्राचीन भारतीय विद्वानों (आर्यभट्ट, चरक, सुश्रुत) ने गणित, चिकित्सा, खगोलशांस्त्र और वास्तुकला में ऐसे सिद्धांत दिए जो आज भी प्रासंगिक हैं। आयुर्वेद, योग और नाड़ी चिकित्सा जैसे पारंपरिक ज्ञान, 100 वर्ष तक स्वस्थ जीवन की भारतीय अवधारणा को आधुनिक जीवनशैली के साथ जोड़कर चिकित्सा में नई राह दिखा रहे हैं। भारतीय परंपरा में प्रकृति के साथ संतुलन में जीने की सीख है, जो वर्तमान के सतत् विकास लक्ष्यों के अनुरूप है। राष्ट्रीय शिक्षा नीति 2020 भारतीय ज्ञान प्रणाली को आधुनिक पाठ्यक्रम में शामिल करने पर जोर देती है, जिससे छात्रों में वैज्ञानिक सोच के साथ– साथ सांस्कृतिक गौरव विकसित हो। पारंपरिक ज्ञान को आधुनिक प्रमाणों के साथ सत्यापित करना और उसे प्रलेखित करना मुख्य चुनौती है। अंतः विषय अनुसंधान (Inter-Disciplinary Research) के माध्यम से इन दोनों का संयोजन विश्व के लिए एक संतुलित और समावेशी वैज्ञानिक दृष्टिकोण विकसित कर सकता है। वैदिक ग्रन्थ की रचना गहन चिन्तन और नितान्त वैज्ञानिक आधार पर कि गई है आधुनिक विज्ञान की जननी भी भारतीय धर्म विज्ञान है जो अरब देशो से होते है पश्चिमी देशो तक पहुँची आधुनिक विज्ञान का स्वरूप ग्रहण करके विश्व में प्रतिष्ठित हुई भारत की गौरवशाली सांस्कृतिक परम्परा आज के इस जीवन पद्धति के कारण बढ रहे संकटों के लिए रामबाण है। वर्तमान में स्वदेशी ज्ञान के संरक्षण और आधुनिक विकास परियोजनाओं में इसके एकीकरण पर जोर दिया जा रहा है। यह न केवल सांस्कृतिक पहचान को पुनर्जीवित करता है बल्कि सतत् विकास के वैकल्पिक तरीके भी प्रदान करता है।

भारतीय स्वदेशी विज्ञानं आंदोलन के अंतर्गत डॉ वासु की प्रेरणा एवं डॉ भट्ट के नेतृत्व में विगत ३ दशकों से चलाये जा रहे अभियान की श्रृंखला में इस पत्रिका का वर्तमान अंक का प्रकाशन भारत के विभिन्न क्षेत्रो एवं भाषाओं से स्वदेशी विज्ञानं एवं समाज को जोड़कर प्रबुद्ध लेखकों के विचार, चिंतन, शोधों एवं प्रयोगों को जनमानस तक पहुँचाने एवं युवा लेखकों के मौलिक विचारों एवं शोधों को विस्तार देने तथा प्रचारित करने हेतु प्लेटफॉर्म प्रदान करने का प्रयास है। इस अंक में नवप्रवर्तन और आविष्कारशीलता, प्रकृति से तकनीक, वर्तमान मकर संक्रांति, दुर्लभ मृदा तत्व, जलवायु परिवर्तन का व्यावसायिक स्वास्थ्य पर प्रभाव, कृत्रिम बौद्धिकता, भूस्खलन शमन प्रदर्शन–आधारित भूकंपीय अभिकल्पन से सम्बंधित लेख प्रस्तुत है। विज्ञानं भारती दिल्ली की कार्यकारिणी, वरिष्ठ सदस्यों एवं पत्रिका के सम्पादकीय मंडल को मुझे यह अवसर देने हेतु ह्दय से आभार। साथ ही सम्मानित लेखकों को उनके सक्रिय योगदान हेतु कोटि– कोटि धन्यवाद। इस पत्रिका के प्रकाशन में शामिल सभी जनों का उनके योगदान हेतु ह्दय से आभार। त्रुटियों के संशोधन एवं पाठकों के प्रेरणास्पद सुझाव प्रोत्साहन हेतु सदैव आमंत्रित हैं।

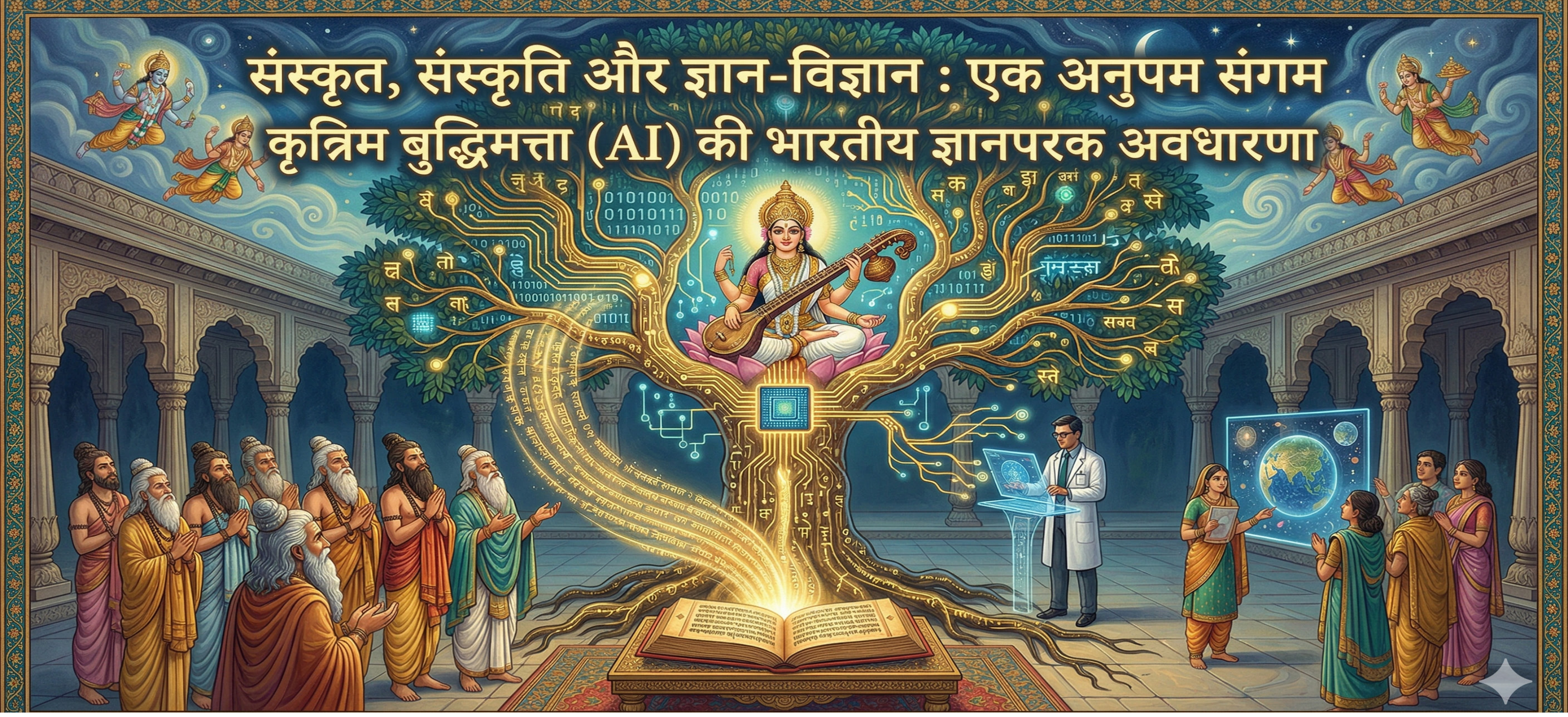
शुभकामनाओं सहित सादर ——
विकास श्रीवास्तव
मुख्य संपादक

स्वदेशी विज्ञान पत्रिका

Swadeshi Vigyan Patrika

Contents / विषय सूची

			Page Nos.
1.	Governing Council & EC		01
2.	प्राक्कथन		04
3.	Editorial Board		05
4.	संपादकीय		06
5.	स्तम्भ	संस्कृत, संस्कृति और ज्ञान–विज्ञान : एक अनुपम संगम	08
6.	अनिल कुमार एवं अंजली सिंह	**नवप्रवर्तन और आविष्कारशीलता के विकास में ज्ञान, विज्ञान और प्रज्ञान की भूमिका**	10
7.	ब्रजेन्द्र श्रीवास्तव	क्या वर्तमान मकर संक्रांति ही वैदिक उत्तरायण है ? दोनों में अब पञ्चाङ्ग के अशुद्ध गणित के कारण 24 दिन का अन्तर आ गया है।	16
8.	Pratibha Gupta	Artificial Intelligence (AI): Transforming Safety and Health at Workplace	20
9.	श्याम सुंदर शर्मा, सविता शर्मा	दुर्लभ मृदा तत्व और उनके अनुप्रयोग	23
10.	Ankit Varshney	A Review of Structural (Engineering) Methods of Landslide Mitigation	25
11.	सपना	समकालीन हिंदी विज्ञान कथाओं में विज्ञान संचार की उपादेयता	32
12.	Pratibha Gupta	Climate Change: Impact on Occupational Health	36
13.	Ashish Simalti, Nikta Jain, Ankit Varshney & Gaurav Jaiswal	Performance-Based Seismic Design: A Comprehensive Review of Principles, Methodologies and Practice	40
14.	Guideline For Authors		48
15.	Membership Form		50



भाग 12

''विद्यां चाविद्यां च यस्तद्वेदोभयं सह।
अविद्यया मृत्युं तीर्त्वा विद्ययाऽमृतमश्नुते'' (यजुर्वेद 40.11)

यजुर्वेद के अनुसार जो मनुष्य विद्या (आध्यात्मिक ज्ञान) और अविद्या (कर्म, सांसारिक कर्तव्यध्तकनीकी ज्ञान) दोनों को एक साथ जानता है, वह अविद्या से सांसारिक बाधाओं को पार करता है और विद्या से अमरत्व (मोक्ष) को प्राप्त करता है। यही भौतिक और आध्यात्मिक जीवन का वास्तविक संतुलन है।

वर्तमान युग कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) का युग कहा जाता है। आर्थिक, वैज्ञानिक, और भौतिक प्रगति आज वैश्विक विकास की आधारशिला बन चुकी हैं। इसी में कृत्रिम बुद्धिमत्ता के नए दौर ने **'विज्ञान : वरदान या अभिशाप'** की बहस को फिर से तेज कर दिया है। लेकिन यह भी सच है कि बहस जितनी तेज होती जाती है, विज्ञान की प्रगति उतनी ही अधिक गति से आगे निकल जाती है और अन्ततः उसके साथ एकरूप हो जाना ही नियति बन जाता है। आज भारत को इसे मजबूरी के रूप में नहीं, अपितु एक अवसर के रूप में देखना चाहिए और भारतीय चिन्तन के संतुलित समन्वय के साथ आगे बढ़ना चाहिए। भारत के प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी ने दिल्ली में हुई अंतरराष्ट्रीय AI समिट के दौरान कहा था कि पारदर्शिता ही सबसे बड़ी सुरक्षा है। साझा किया गया विज्ञान मानवता के कल्याण का मार्ग प्रशस्त करेगा। यदि AI दिशाहीन हुई तो घातक हो सकती है और यदि संतुलित, समन्वित एवं संयमित हुई तो हर समस्या के लिए समाधान देने वाली हो सकती है। अतः निर्णय हमारे हाथों में हैं। विज्ञान को सभी के लिए उपयोगी, सर्वसुलभ और सर्वकल्याण की भावना से कार्य करने की आवश्यकता है और भारतीय चिन्तन इस दिशा में वैश्विक नेतृत्व की सामर्थ्य रखता है। अतः भारत मण्डपम, नई दिल्ली में आयोजित इंडिया एआई इम्पैक्ट समिट 2026 की थीम रखी गई– 'सर्वजनहिताय, सर्व जनसुखाय' अर्थात् सभी के कल्याण, सभी की प्रसन्नता के लिए।

विज्ञान की उन्नति ने मानव को कुशलता के साथ अधिक जागरूक बनाया है। अतः विज्ञान और ज्ञान की सहरूपता अत्यावश्यक है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता मानव के द्वारा तैयार उपयोगी संसाधन है, जिसके लिए मानवीय कुशलता और संयमित विचारों के साथ ही वैश्विक कल्याण की ओर अग्रसर हुआ जा सकता है।

आधुनिक एआई के बीज शास्त्रीय दार्शनिकों द्वारा बोए गए थे, जिन्होंने मानव चिंतन की प्रक्रिया को प्रतीकों के यांत्रिक स्वरूप में वर्णित करने का प्रयास किया था। यह कार्य ज्ञान और विचारों के माध्यम से परिणत हुआ, जिसके आधार पर आज हम तकनीकी प्रगति को देख रहे हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता और रोबोटिक्स जैसे अनेक प्रसंग विभिन्न वैदिक एवं पौराणिक ग्रन्थों में मिलते हैं, जहाँ प्राचीन लोगों ने कृत्रिम जीवन, स्वचालित यंत्रों (या रोबोट), स्व–चालित मशीनों आदि का वर्णन किया था, उस समय से बहुत पहले जब प्रौद्योगिकी ने उन्हें साकार करना संभव बनाया था। जिस AI की चर्चा इन दिनों जोरों पर है, उस कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) की आधुनिक अवधारणा पर चर्चा 1956 में डार्टमाउथ कॉलेज में जॉन मैकार्थी और मार्विन मिंस्की के मार्गदर्शन में आयोजित एक कार्यशाला में हुई थी। 1960 के दशक में प्रोफेसर एच. एन. महाबला के कार्यों के माध्यम से एआई ने भारत में प्रवेश किया। यूएनडीपी द्वारा 1986 में विकसित ज्ञान–आधारित कंप्यूटिंग सिस्टम (केबीसीएस) ने भी भारत को एआई पर ध्यान केंद्रित करने का मार्ग प्रशस्त किया। भारत सरकार की डिजिटल

इंडिया पहल ने भारत में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआइ) प्रौद्योगिकी के विकास को और अधिक गति प्रदान की है। एआई को समर्थन देने के लिए भारत सरकार द्वारा शुरू की गई एक विशेष पहल 'सभी के लिए एआई' थी, जिसे 2018 में कृत्रिम बुद्धिमत्ता के लिए राष्ट्रीय रणनीति के तहत जारी किया गया था।

आज AI प्रयोगशालाओं या कुछ बड़ी कंपनियों तक सीमित नहीं रह गया है, अपितु यह दैनिक जीवन के प्रत्येक क्षेत्र में अपनी गहरी जड़ें जमा चुका है। आज AI शिक्षा, अनुसंधान, स्वास्थ्य, बैंकिंग, आर्थिक विकास, व्यवसाय एवं वाणिज्य, प्रबन्धन, सामाजिक संरचना में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाने के साथ विज्ञान और नवाचारों को दिशा देने लगा है। भारत के इंडिया एआई मिशन के सात स्तंभ हैं –

1. कंप्यूट स्तंभ (उच्च–स्तरीय जीपीयू उपलब्ध कराना); 2. एप्लिकेशन डेवलपमेंट पहल (भारतीय आवश्यकता के अनुसार एआई एप्लीकेशन विकसित करना); 3. एआईकोश डेटासेट प्लेटफॉर्म (AI मॉडलों के प्रशिक्षण के लिए बड़े डेटासेट विकसित करना); 4. फाउंडेशन मॉडल (भारतीय डेटा और भाषाओं का उपयोग करके भारत के अपने बड़े मल्टीमॉडल विकसित करना); 5. फ्यूचर स्किल्स (एआई–कुशल पेशेवर तैयार करना); 6. स्टार्टअप फाइनेंसिंग (एआई स्टार्टअप्स को वित्तीय सहायता प्रदान करना); 7. सुरक्षित और विश्वसनीय एआई (मजबूत शासन के साथ जिम्मेदार एआई एडॉप्शन को सुनिश्चित करना)। किन्तु इतना पर्याप्त नहीं, जब तक यह समावेशी, लोकतांत्रिक, सर्वजनसुखाय और सर्वजनहिताय न हो और इसके लिए प्राचीन भारतीय चिन्तन कुशल मार्गदर्शक हो सकता है।

AI ने भारतीय ज्ञान–विज्ञान की उपादेयता को सिद्ध करने का अभिनव मार्ग प्रदान किया है। जरा सोचिए कि एक ऐसी मशीन हो, जो केवल सवालों का जवाब न दे, बल्कि हजारों वर्षों पुरानी सभ्यता की सोच को समझ सके। जो शब्दों को नहीं, विचारों की संरचना को पढ़ सके। आज भारत उसी दिशा में एक ऐतिहासिक कदम उठा रहा है। चेन्नई के मायलापुर क्षेत्र से निकल रही संस्कृत लार्ज लैंग्वेज मॉडल ĕदेातपज स्स्ड) की पहल केवल तकनीकी समाचार नहीं है , यह भारत की सभ्यतागत स्मृति और आधुनिक डेटा साइंस का संगम है। यह प्रयास है, संस्कृत के व्याकरण को सिखाने का उसके तर्कशास्त्र को समझाने का और भाषा की आंतरिक संरचना को AI के भीतर उतारने का है। करीब 1,10,000 से अधिक दुर्लभ संस्कृत ग्रंथों और पांडुलिपियों पर यह मॉडल प्रशिक्षित किया जा रहा है। भारतीय ज्ञान–परंपरा अतीत की स्मृतिमात्र नहीं है, अपितु तर्क, विज्ञान और जीवन–दृष्टि की एक सशक्त परंपरा रही है। खगोल, गणित, आयुर्वेद, वास्तुकला, अध्यात्म और दर्शन – इन सभी क्षेत्रों में भारत ने मानवता को मौलिक दृष्टि दी। आज संस्कृत लार्ज लैंग्वेज मॉडल (Sanskrit LLM) इस परंपरा को नए युग से जोड़ने का माध्यम बन रहा है। संस्कृत स्स्ड भारतीय ज्ञान को अनुवाद के माध्यम से नहीं, बल्कि उसकी मूल भाषा, संरचना और तर्क–पद्धति में समझने और प्रस्तुत करने की क्षमता रखती है। इससे भारतीय समाज अपने बौद्धिक विरासत को हीनता के भाव से नहीं, बल्कि आत्मविश्वास के साथ देख सकेगा। यह पहल पश्चिमी प्रभाव से मुक्ति का ही नहीं, बल्कि बौद्धिक आत्मनिर्भरता का भी मार्ग है।

भारतीय चिन्तन कभी भी केवल तकनीक एवं भौतिक संसाधनों पर आश्रित नहीं रहा और यही कारण है कि प्राचीन ऋषि परम्परा में मानवीय कल्याण के विविध आयामों के लिए पंचकोशीय ज्ञानपद्धति को विकसित किया गया। तैत्तिरीय उपनिषद् के अनुसार आत्मा पाँच आवरणों से घिरी होती है, जिन्हें "पञ्चकोश" कहा जाता है। मनुष्य केवल शरीर नहीं, बल्कि एक ऊर्जा, मन, बुद्धि और आत्मा का समन्वित अस्तित्व है। अतः अन्नमय, प्राणमय, मनोमय, विज्ञानमय और आनन्दमय कोशों के द्वारा शारीरिक, प्राणिक ऊर्जा, मानसिक (वैचारिक), बौद्धिक और आध्यात्मिक सामर्थ्य को उत्पन्न किया जाता है। अतः कहा गया –

''विद्या वितर्को विज्ञानं स्मृतिः तत्परता क्रिया।
यस्यैते षड्गुणास्तस्य नासाध्यमतिवर्तते''

जिसमें विद्या, वितर्क, विज्ञान, स्मृति, तत्परता और क्रियाशीलता – ये छह गुण हैं, उसके लिए कुछ भी असाध्य (अप्राप्य) नहीं है। अतः वर्तमान विश्व को कृत्रिम बुद्धिमत्ता की आवश्यकता है लेकिन साथ ही संयमित, कुशल और नैतिक आत्मबोध के साथ। हमें कृत्रिम और प्राकृतिक में सन्तुलन स्थापित करना होगा और यह संतुलन एआई को सर्वहितैषी एवं सर्वोपयोगी बनाएगा। आज हमें एक मन, एक बुद्धि और एक होकर कृत्रिम को स्वभावानुकूल, ज्ञान को आत्मानुकूल, विज्ञान को सर्वानुकूल एवं आज को भविष्यानुकूल बनाने की ओर अग्रसर होने चाहिए। अतः ऋग्वेद कहता है कि समान विचार, समान संघटन, समान मन और चित्त पूर्वक समान रूप से सभी के हित में कर्म करें।

समानो मन्त्रः समितिः समानी,
समानं मनः सह चित्तमेषाम्।
समानं मन्त्रमभि मन्त्रये वः,
समानेन वो हविषा जुहोमि (ऋग्वेद 10.191.3)

इति अलम्....
डॉ. आशुतोष पारीक की कलम से।

नवप्रवर्तन और आविष्कारशीलता के विकास में ज्ञान, विज्ञान और प्रज्ञान की भूमिका

अनिल कुमार एवं अंजली सिंह
रानी लक्ष्मी बाई केंद्रीय कृषि विश्वविद्यालय, झांसी
Former Professor and Head
Department of Molecular Biology and Genetic Engineering college of Basic sciences and Humanities]
G-B-Pant University of Agriculture and Technology Pantnagar]Uttarakhand India]
Email : anilkumar.mbgt@gmail.com

लेखक परिचय

लेखक वर्तमान में रानी लक्ष्मीबाई केंद्रीय कृषि विश्वविद्यालय झांसी में निदेशक शिक्षा के पद पर सुशोभित है। लेखक डॉक्टर सी सुब्रह्मण्य सर्वश्रेष्ठ शिक्षक सम्मान (ICAR) डॉ एस राधाकृष्णन यूनिवर्सिटी सर्वश्रेष्ठ शिक्षक सम्मान, डॉ बी बी सिंह सर्वश्रेष्ठ शोधार्थी सम्मान,INSA सर्वश्रेष्ठ शिक्षक सम्मान 2014 जैसे कई पुरस्कारों से सम्मानित व्यक्तित्व है।

1. सारांश

यह लेख आत्मनिर्भर भारत के निर्माण में ज्ञान, विज्ञान और प्रज्ञान की समन्वित भूमिका को रेखांकित करता है तथा नवाचार और आविष्कारशीलता के विकास को भारतीय सांस्कृतिक, दार्शनिक और वैज्ञानिक परंपरा से जोड़ता है। प्राचीन भारतीय शिक्षा प्रणाली गुरुकुल, नालंदा, तक्षशिला – में ज्ञान, विज्ञान और प्रज्ञान का संतुलित समावेश था, जिसने मानवता, सेवा और समग्र विकास को केंद्र में रखा। औपनिवेशिक (Macaulay's Education System) शिक्षा प्रणाली के प्रभाव से शिक्षा में रटंत प्रवृत्ति और स्वकेन्द्रित दृष्टि बढ़ी, जिससे संवेदना और सेवा–भाव कमजोर हुआ। नई राष्ट्रीय शिक्षा नीति (2020) इस कमी को दूर करते हुए रचनात्मकता, कौशल, नवाचार और उद्योग–शिक्षा सहयोग को प्रोत्साहित करती है। लेख में यह स्पष्ट किया गया है कि ज्ञान (सूचना), विज्ञान (प्रयोग–आधारित व्यवस्थित ज्ञान) और प्रज्ञान (विवेकपूर्ण जीवन–आचरण) मानव विकास की क्रमिक सीढ़ियाँ हैं, जिनका संतुलन ही सार्थक नवाचार को जन्म देता है। सनातन दर्शन में वसुधैव कुटुम्बकम्, कर्मयोग, करुणा और सेवा को सर्वोच्च मूल्य मानते हुए मानवता और समाज की सेवा को धर्म का मूल आधार बताया गया है। स्वयं की जागृति से प्राप्ति तक, आत्मचिंतन और जिज्ञासा के माध्यम से बौद्धिक क्षमता, भावनात्मक क्षमता और आध्यात्मिक क्षमता का समन्वय, व्यक्ति को सृजनशील, संवेदनशील और नवप्रवर्तक बनाता है। लेख कृषि, जैव–विविधता, सतत विकास, ऊर्जा, स्वास्थ्य, डिजिटलीकरण और बायोप्रॉस्पेक्टिंग जैसे क्षेत्रों में विज्ञान–प्रौद्योगिकी–नवाचार की संभावनाओं और चुनौतियों पर प्रकाश डालता है। अंततः यह निष्कर्ष प्रस्तुत करता है कि भारतीय सनातन दर्शन से प्रेरित वैज्ञानिक सोच, आधुनिक प्रौद्योगिकी और सामाजिक उत्तरदायित्व का समन्वय ही नवाचार को मानव कल्याण और राष्ट्र निर्माण का सशक्त माध्यम बना सकता है।

2. प्रस्तावना

21 वीं सदी को ज्ञान, विज्ञान और नवाचार की सदी के रूप में देखा जा रहा है। आज मानव सभ्यता जिस तीव्र गति से प्रगति कर रही है, उसके मूल में ज्ञान का संचय, विज्ञान का व्यवस्थित उपयोग और प्रज्ञान का विवेकपूर्ण अनुप्रयोग निहित है। केवल तकनीकी विकास या भौतिक उन्नति ही किसी समाज की वास्तविक प्रगति का मापदंड नहीं हो सकती, जब तक कि उसमें मानवीय संवेदना, नैतिक चेतना और सामाजिक उत्तरदायित्व का समावेश न हो। इसी संतुलन को भारतीय दर्शन में ज्ञान, विज्ञान और प्रज्ञान के त्रि–सूत्र के माध्यम से स्पष्ट किया

गया है। भारतीय सनातन परंपरा में ज्ञान को केवल सूचना नहीं, बल्कि आत्मबोध का साधन माना गया हैय विज्ञान को प्रकृति के नियमों को समझने और मानव कल्याण के लिए उनके प्रयोग का माध्यम तथा प्रज्ञान को जीवन में सत्य, विवेक और करुणा के समन्वय के रूप में स्वीकार किया गया है। यही समन्वय नवप्रवर्तन और आविष्कारशीलता को मानवता के हित में दिशा प्रदान करता है। प्राचीन भारत की शिक्षा एवं अनुसंधान परंपराएँ– जैसे नालंदा, तक्षशिला और गुरुकुल प्रणाली – इस संतुलित दृष्टिकोण के जीवंत उदाहरण रही हैं।

वर्तमान वैश्विक परिदृश्य में, जब समाज जलवायु परिवर्तन, खाद्य सुरक्षा, स्वास्थ्य, ऊर्जा और सतत विकास जैसी जटिल चुनौतियों का सामना कर रहा है, तब केवल तकनीकी समाधान पर्याप्त नहीं हैं। इन समस्याओं के समाधान के लिए वैज्ञानिक सोच के साथ–साथ प्रज्ञा–आधारित दृष्टिकोण आवश्यक है, जो नवाचार को मानवीय मूल्यों से जोड़ सके। इसी संदर्भ में यह लेख ज्ञान, विज्ञान और प्रज्ञान की वैचारिक भूमिका को रेखांकित करते हुए यह स्पष्ट करने का प्रयास करता है कि इन तीनों का समन्वय ही नवप्रवर्तन को सार्थक, टिकाऊ और समाजोपयोगी बना सकता है।

3. **ज्ञान, विज्ञान एवं प्रज्ञान का वैचारिक महत्व ज्ञान**–सामान्य जानकारी, विज्ञान–विशिष्ट प्रयोग आधरित और व्यवस्थित ज्ञान और प्रज्ञान–ज्ञान को सही ढंग से समझने, अनुभव करने और जीवन में उतारने की गहरी बुद्धि या विवेक क्षमता । भारतीय दर्शन और चिंतन परंपरा में ज्ञान, विज्ञान और प्रज्ञान– ये तीनों शब्द मानव बौद्धिक विकास की क्रमिक सीढ़ियाँ माने जाते हैं। इनका वैचारिक महत्व केवल सूचना या अध्ययन तक सीमित नहीं है, बल्कि यह मनुष्य के सोचने, समझने और जीने के तरीके को गहराई से प्रभावित करता है।

* **ज्ञान, विज्ञान, प्रज्ञान का वैचारिक महत्व** – ज्ञान का अर्थ है सूचना, अनुभव और शिक्षण के माध्यम से प्राप्त समझ। यह व्यक्ति को सही–गलत, उचित–अनुचित का बोध कराता है। ज्ञान के बिना विचार अधूरे रहते हैं और निर्णय अस्थिर होते हैं। समाज की सांस्कृतिक परंपराएँ, नैतिक मूल्य और व्यवहारिक नियम ज्ञान के माध्यम से ही पीढ़ी दर पीढ़ी आगे बढ़ते हैं। वैचारिक स्तर पर ज्ञान व्यक्ति को जिज्ञासु बनाता है और सोचने की दिशा प्रदान करता है। विज्ञान ज्ञान का व्यवस्थित और तर्कसंगत रूप है।

इसमें निरीक्षण, प्रयोग और विश्लेषण के आधार पर सत्य की खोज की जाती है। विज्ञान अंधविश्वास को चुनौती देता है और प्रमाण–आधारित सोच को विकसित करता है। वैचारिक रूप से विज्ञान मानव बुद्धि को अनुशासित करता है, कारण–कार्य संबंध समझाता है और समाज को प्रगति की ओर ले जाता है। आधुनिक तकनीक, चिकित्सा और संचार सभी विज्ञान की वैचारिक शक्ति के परिणाम हैं। प्रज्ञान ज्ञान और विज्ञान से आगे की अवस्था है। यह केवल जानना या समझना नहीं, बल्कि गहन विवेक और आत्मबोध से जुड़ा हुआ है। प्रज्ञान में व्यक्ति सत्य को अनुभव करता है और उसका जीवन उसी के अनुरूप ढल जाता है। वैचारिक दृष्टि से प्रज्ञान मनुष्य को करुणा, संतुलन और समग्र दृष्टिकोण प्रदान करता है। यह बाह्य उपलब्धियों के साथ–साथ आंतरिक शांति और नैतिक चेतना को भी विकसित करता है।

4. **जीवन का प्रमुख उद्देश्य**

21 वीं सदी ज्ञान की सदी है और जिसके पास ज्ञान है उसी के पास बौद्धिक सम्पदा के साथ अकूत धन है। प्राचीन भारत में जिसके पास ज्ञान था। उसके पास (लक्ष्मी) धन नहीं होता है। जैसे हमारे सारे ऋषि, महर्षि, तपस्वी। क्योंकि उन्होंने धन को कभी मान्यता नहीं दी अपितु मानवता के साथ सेवा ही उनका प्रमुख लक्ष्य होता है, क्योंकि उन्हें मालूम था

5. **सनातन संस्कृति एवं विज्ञान का महत्व**

"मानवता और समाज की सेवा करना सनातन धर्म की मूल दर्शन–व्यवस्था है।"

सनातन धर्म का मूल उद्देश्य केवल व्यक्तिगत मोक्ष या आत्मकल्याण नहीं है, बल्कि समग्र मानवता का उत्थान है। इसकी दर्शन–व्यवस्था व्यक्ति को समाज से जोड़ती है और सेवा को धर्म का सर्वोच्च रूप मानती है। सनातन परंपरा में "वसुधैव कुटुम्बकम्" की भावना निहित है, जो संपूर्ण विश्व को एक परिवार के रूप में देखने की दृष्टि देती है। यह विचार मानवता की सेवा को सीमित दायरे से निकालकर वैश्विक स्तर पर स्थापित करता है। यहाँ सेवा किसी दया–भाव से नहीं, बल्कि कर्तव्य और सह–अस्तित्व की भावना से की जाती है। कर्मयोग सनातन दर्शन का आधार हैकृनिष्काम भाव से किया गया कर्म ही सच्ची सेवा है। गीता में कहा गया है कि फल की चिंता किए बिना कर्म करना ही धर्म है। इससे व्यक्ति अहंकार से मुक्त होकर समाजहित में कार्य करता है। दया, करुणा और अहिंसा सनातन धर्म के नैतिक स्तंभ हैं। भूखे को भोजन देना, अशिक्षित को ज्ञान देना, पीड़ित की सहायता करनाकृये सभी मानवता की सेवा के व्यावहारिक रूप हैं। यही कारण है कि सेवा को परमो धर्मः कहा गया है। सनातन संस्कृति में दान, यज्ञ, सेवा और संस्कार सामाजिक संतुलन बनाए रखने के साधन हैं। ये व्यक्ति के संसाधनों और क्षमताओं को समाज के कल्याण से जोड़ते हैं।

"सनातन दर्शन – वैश्विक स्तर तक पहुँचते हुए"

"वसुधैव कुटुम्बकम्"
(विश्व हमारा परिवार है।)

सह नाववतु।
सह नौ भुनक्तु।
सह वीर्यं करवावहै।
तेजस्वि नावधीतमस्तु मा विद्विषावहै।
शान्तिः शान्तिः शान्तिः

हम साथ–साथ चले मिलकर रक्षा करें
साथ–साथ क्षमता प्राप्त करें
साथ–साथ प्रतिभाशाली बनें
साथ–साथ अध्ययन करें

ऐसा ही होने से हम अपने लक्ष्य को प्राप्त करें और हम एक–दूसरे से बहस न करें।

इसका उदाहरण कछुआ और खरगोश की कहानी के नए दिए गए चिंतन से देखा जा सकता है। पहली दौड़ कछुए की जीत– एक जंगल में एक तेज दौड़ने वाला खरगोश रहता था। उसे अपनी तेजी पर बहुत घमंड था। वह हमेशा धीमे चलने वाले कछुए का मजाक उड़ाता था। एक दिन कछुए ने खरगोश को दौड़ की चुनौती दे दी। दौड़ शुरू हुई। खरगोश बहुत आगे निकल गया और घमंड में आकर रास्ते में सो गया। कछुआ धीरे–धीरे लेकिन लगातार चलता रहा और सबसे पहले मंजिल पर पहुँच गया। खरगोश को अपनी गलती का एहसास हुआ।

सीख– धीमी पर निरंतर कोशिश सफलता दिलाती है।

दूसरी दौड़ में खरगोश की जीत– पहली दौड़ हारने के बाद खरगोश को अपनी गलती समझ आ गई थी। अब वह घमंड छोड़कर मेहनत का महत्व जान चुका था। कुछ दिनों बाद जंगल में फिर से दौड़ का आयोजन हुआ। इस बार खरगोश ने कछुए को सम्मान से चुनौती दी। दौड़ शुरू हुई। कछुआ पहले की तरह धैर्यपूर्वक आगे बढ़ता रहा। खरगोश भी तेज दौड़ा, लेकिन इस बार उसने कहीं रुकने या आराम करने की गलती नहीं की। वह पूरी एकाग्रता से मंजिल की ओर बढ़ता रहा। अंततः खरगोश पहले मंजिल पर पहुँच गया और इस बार जीत उसकी हुई। कछुआ भी कुछ देर बाद मुस्कुराते हुए पहुँचा। दोनों ने एक–दूसरे को बधाई दी। खरगोश बोला, "आज मैंने सीखा कि मेहनत और अनुशासन से ही जीत मिलती है।"

सीख– सीख लेकर किया गया प्रयास सफलता दिलाता है।

तीसरी दौड़ः दोनों की जीत– तीसरी दौड़ में कछुआ और खरगोश फिर आमने–सामने थे। इस बार रास्ते में एक नदी थी। खरगोश तेज दौड़कर नदी तक तो पहुँच गया, लेकिन तैर नहीं सका। कछुआ धीरे–धीरे आया और अपनी पीठ पर खरगोश को बैठा लिया। कछुआ नदी पार करता गया और खरगोश भी सुरक्षित साथ रहा। नदी के उस पार खरगोश कछुए को उतारकर तेजी से दौड़ा और दोनों साथ–साथ मंजिल तक पहुँच गए। इस बार जीत किसी एक की नहीं थी, दोनों की थी।

सीख– मिलकर काम करने से हर कठिनाई आसान हो जाती है।

6. **स्वयं की जाग्रति से प्राप्ति, चेतना से जिज्ञासा एवं सत्य की खोज** – स्वयं की जागृति का अर्थ है अपने भीतर झाँक कर सत्य को पहचानना। जब व्यक्ति स्वयं को प्रश्न पूछने की अनुमति देता है और उसकी चेतना जाग्रत होती है, तब जिज्ञासा का जन्म होता है। यह जिज्ञासा केवल जानने की इच्छा नहीं, बल्कि आत्म–विकास और सत्य की खोज का माध्यम बनती है। जाग्रत चेतना से उत्पन्न जिज्ञासा व्यक्ति को अज्ञान से ज्ञान की ओर और निष्क्रियता से सार्थक कर्म की ओर ले जाती है।

"यदि कोई व्यक्ति समाज की सेवा करना चाहता है, तो उसे ये प्रश्न स्वयं से पूछने होंगे। "मैं कौन हूँ? मेरी क्षमता क्या है? मैं क्या कर सकता/सकती हूँ?

* आत्मविश्लेषण और आत्मचिंतन के माध्यम से स्वयं को समझना ताकतें, कमजोरियाँ, अवसर, चुनौतियाँ या खतरे....

बौद्धिक क्षमता, भावनात्मक क्षमता और आध्यात्मिक क्षमता

मानव जाति के कल्याण से जुड़ी चुनौतियों में सार्थक योगदान देने के लिए व्यक्ति में बौद्धिक क्षमता, भावनात्मक क्षमता एवं आध्यात्मिक क्षमता का समन्वय होना आवश्यक है। यह समन्वय बौद्धिक क्षमता तथा प्रज्ञाधविवेककृदोनों के विकास में सहायक होता है। इसी के साथ मानव सृजनशीलता में आत्म–प्रबोधन, आत्म–साक्षात्कार एवं आत्म–चेतना का महत्वपूर्ण योगदान है।

7. **सनातन दर्शन से वैज्ञानिक एवं नवप्रवर्तक सोच का निर्माण**

सनातन दर्शन केवल धार्मिक आस्था का विषय नहीं, बल्कि एक गहन ज्ञान–परंपरा है, जो मानव को जिज्ञासा, तर्क और अनुभव के माध्यम से सत्य की खोज के लिए प्रेरित करती है। यही प्रवृत्ति वैज्ञानिक सोच और नवप्रवर्तन (Innovation) की मूल आधारशिला है।

सनातन दर्शन का मूल सूत्र है– "जिज्ञासा से ज्ञान, ज्ञान से विवेक और विवेक से प्रगति।" उपनिषदों में पूछे गए प्रश्न– "कोऽहम्?", "इदं किम्?", "कथं जगत् उत्पन्नम्?"– वही प्रश्न हैं जो आज विज्ञान ब्रह्मांड, चेतना और पदार्थ के संदर्भ में करता है। यह प्रश्नवाचक दृष्टि वैज्ञानिक अनुसंधान की आत्मा है।

ऋषि परंपरा में अनुभव (अनुभूति) और प्रमाण (तर्क) दोनों को समान महत्व दिया गया। सांख्य दर्शन का कारण–कार्य सिद्धांत, वैशेषिक का परमाणु सिद्धांत, योग का मनोविज्ञान और आयुर्वेद का समग्र स्वास्थ्य दृष्टिकोण– ये सभी वैज्ञानिक सोच के प्रारंभिक रूप हैं, जो परीक्षण, अवलोकन और निष्कर्ष पर आधारित हैं।

नवप्रवर्तन के संदर्भ में सनातन दर्शन समन्वय और संतुलन सिखाता है। "प्रकृति और पुरुष", "शरीर और मन", "व्यक्ति और समाज"– इन द्वैतों के संतुलन से सतत विकास (Sustainable Development) की अवधारणा जन्म लेती है। यह दृष्टि आधुनिक नवाचारों को मानव–केंद्रित और प्रकृति–अनुकूल बनाती है।

इसके अतिरिक्त, ध्यान और योग जैसी पद्धतियाँ एकाग्रता, सृजनशीलता और समस्या– समाधान क्षमता को बढ़ाती हैं जो किसी भी वैज्ञानिक या नवप्रवर्तक के लिए अनिवार्य गुण हैं। आज न्यूरोसाइंस और मनोविज्ञान भी इन विधाओं की उपयोगिता को स्वीकार कर रहा है। इस प्रकार, सनातन दर्शन वैज्ञानिक सोच का विरोधी नहीं, बल्कि उसका प्रेरणास्रोत है। जब प्राचीन ज्ञान को आधुनिक विज्ञान से जोड़ा जाता है, तब एक ऐसी नवप्रवर्तक चेतना का निर्माण होता है जो न केवल तकनीकी प्रगति करे, बल्कि मानवता और प्रकृति के हित में भी कार्य करे।

8. **वैज्ञानिक जिज्ञासा में बौद्धिक, संवेदनशीलता एवं आध्यात्मिक क्षमता**

वैज्ञानिक जिज्ञासा केवल तथ्यों की खोज तक सीमित नहीं होती, बल्कि यह मानव चेतना की एक समग्र प्रक्रिया है, जिसमें बौद्धिक क्षमता, संवेदनशीलता और आध्यात्मिक दृष्टिकृतीनों का संतुलित योगदान होता है। यही समन्वय विज्ञान को यांत्रिकता से ऊपर उठाकर मानव–कल्याण की दिशा में अग्रसर करता है। बौद्धिक क्षमता वैज्ञानिक जिज्ञासा की आधारशिला है। तर्क, विश्लेषण, प्रयोग और प्रमाण के माध्यम से प्रश्नों का समाधान करना इसी क्षमता का कार्य है। वैज्ञानिक "क्यों" और "कैसे" पूछता है, परिकल्पना बनाता है और उसे परीक्षण की कसौटी पर परखता है। यह प्रक्रिया ज्ञान को सुव्यवस्थित और विश्वसनीय बनाती है।

संवेदनशीलता वैज्ञानिक सोच को मानवीय आयाम प्रदान करती है। प्रकृति, समाज और जीवन के प्रति संवेदनशील वैज्ञानिक ही पर्यावरण, स्वास्थ्य और सामाजिक समस्याओं के समाधान खोजता है। संवेदनशीलता के बिना विज्ञान केवल शक्ति का साधन बन सकता है, जबकि इसके साथ वह सेवा और कल्याण का माध्यम बनता है।

आध्यात्मिक क्षमता वैज्ञानिक जिज्ञासा को गहराई और उद्देश्य देती है। यह क्षमता अहंकार से ऊपर उठकर सत्य की खोज, आत्मदृअनुशासन और व्यापक दृष्टि का विकास करती है। स्नातन परंपरा में ध्यान, आत्मचिंतन और विवेक को ज्ञानदृसाधना का अनिवार्य अंग माना गया

है, जो वैज्ञानिक को धैर्य, एकाग्रता और नैतिक दिशा प्रदान करता है। जब बौद्धिक तीक्ष्णता, संवेदनशील हृदय और आध्यात्मिक चेतना एक साथ कार्य करते हैं, तब वैज्ञानिक जिज्ञासा समग्र, सृजनात्मक और लोकहितकारी बनती है। यही त्रिवेणी विज्ञान को केवल खोज का माध्यम नहीं, बल्कि मानव और प्रकृति के बीच सामंजस्य स्थापित करने वाली शक्ति बनाती है।

9. वैज्ञानिक गवेषणा में चुनौतियों का आंकलन एवं समाधान

वैज्ञानिक गवेषणा ज्ञान–विस्तार और नवप्रवर्तन का मूल आधार है, परंतु इसकी यात्रा अनेक बौद्धिक, तकनीकी, नैतिक और सामाजिक चुनौतियों से होकर गुजरती है। इन चुनौतियों का यथार्थ आकलन तथा उपयुक्त समाधान ही गवेषणा को प्रभावी, विश्वसनीय और लोकहितकारी बनाता है।

प्रमुख चुनौतियाँ

1. समस्या की स्पष्ट परिभाषा का अभाव – अस्पष्ट शोध प्रश्न गवेषणा की दिशा को भटका देता है।
2. संसाधनों की कमी – वित्त, उपकरण, समय और कुशल मानव संसाधन का अभाव।
3. डेटा की गुणवत्ता और विश्वसनीयता – अपूर्ण, पक्षपाती या त्रुटिपूर्ण डेटा।
4. तकनीकी एवं विधिक जटिलताएँ – उन्नत तकनीकों का अभाव या नियामक बाधाएँ।
5. असफलता और अनिश्चितता – अपेक्षित परिणाम न मिलना, प्रयोगों की पुनरावृत्ति।
6. नैतिक दुविधाएँ – मानव, पशु और पर्यावरण से जुड़े नैतिक प्रश्न।
7. अंतरविषयी समन्वय की कमी – विभिन्न विषयों के बीच संवाद का अभाव।

आंकलन की प्रक्रिया

* समस्या, उद्देश्य और परिकल्पना का स्पष्ट निर्धारण।
* जोखिम विश्लेषण (त्पो ेमेउमदज) और व्यवहार्यता अध्ययन।
* उपलब्ध संसाधनों और समयसीमा का यथार्थ मूल्यांकन।
* नैतिक और सामाजिक प्रभावों का पूर्वानुमान।

समाधान के प्रभावी उपाय

1. स्पष्ट शोध–डिजाइन – सुव्यवस्थित पद्धति, चरणबद्ध योजना और माइलस्टोन।
2. क्षमता निर्माण – प्रशिक्षण, कौशल–विकास और अंतरविषयी सहयोग।
3. तकनीकी नवाचार – स्वदेशी समाधान, ओपन–सोर्स टूल्स और साझा प्रयोगशालाएँ।
4. डेटा–संस्कृति का सुदृढ़ीकरण – मानकीकरण, सत्यापन और पारदर्शिता।
5. असफलता से सीख – नकारात्मक परिणामों का दस्तावेजीकरण और पुनरावलोकन।
6. नैतिक ढाँचा – नैतिक समितियाँ, दिशानिर्देश और उत्तरदायित्व।
7. समाज–संवाद – शोध निष्कर्षों का सरल संप्रेषण और जन–भागीदारी।

10. सतत् विकास के अवसर, चुनौतियाँ एवं नवप्रर्वतन

कृषि हमारे देश की मुख्य रीढ़ है, जो 60 प्रतिशत से अधिक लोगों को रोजगार प्रदान करती है और ग्रामीण अर्थव्यवस्था का आधार है। भारत में कृषि की प्रकृति अत्यंत विविध है, जिसमें सिंचित कृषि, वर्षा–निर्भर कृषि तथा जनजातीय कृषि प्रणालियाँ शामिल हैं। कृषि के विकास के लिए देश में राज्य एवं केंद्रीय विश्वविद्यालयों, विभिन्न अनुसंधान एवं विकास संस्थानों, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, भारतीय प्रबंधन संस्थान के साथ–साथ अनेक राज्य कृषि एवं उच्च शिक्षा विश्वविद्यालयों जैसी सशक्त संस्थागत व्यवस्थाएँ उपलब्ध हैं। इसके बावजूद कृषि क्षेत्र अनेक चुनौतियों से जूझ रहा है, जिनमें जलवायु परिवर्तन, कम एवं अनियमित वर्षा प्रमुख हैं। भूमि, जल और मृदा अपरदन जैसे प्राकृतिक संसाधनों तथा जैव संसाधनों के क्षरण के कारण कृषि की उत्पादकता प्रभावित हो रही है। पहले से ही सीमित संसाधनों का अत्यधिक दोहन स्थिति को और गंभीर बना रहा है, जिसका सीधा प्रभाव गरीबी सूचकों पर पड़ता है। इसके परिणामस्वरूप खाद्य सुरक्षा की समस्या, ग्रामीण क्षेत्रों से पलायन तथा आजीविका संकट जैसी गंभीर सामाजिक–आर्थिक चुनौतियाँ उत्पन्न हो रही हैं। विभिन्न क्षेत्रों की समस्याओं के समाधान के लिए विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचारों की अत्यंत आवश्यकता है।

विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार के मुख्य क्षेत्र

* जैव–ऊर्जा – स्वच्छ एवं हरित प्रौद्योगिकियाँ
* सौर ऊर्जा – 'वन सनदृवन वर्ल्डदृवन ग्रिड', ऊर्जा–संरक्षण प्रौद्योगिकियाँ
* स्वास्थ्य – 2030 तक सबके लिए स्वास्थ्य, 'वन हेल्थ' पहल
* सतत पर्यावरण – संरक्षण संबंधी प्रौद्योगिकियाँ
* जैव–विविधता – प्राकृतिक एवं जैव–संसाधनों का विवेकपूर्ण उपयोग
* डिजिटलीकरण – दक्षता वृद्धि, इंटरनेट/इंट्रानेट प्रौद्योगिकी
* कृषि – प्रिसिजन एग्रीकल्चर, ड्रोन/रोबोटिक्स एवं GIS तथा RS प्रौद्योगिकी का उपयोग
* कृषि–प्रसंस्करण – फसल कटाई से पहले एवं बाद प्रौद्योगिकी एवं मशीनीकरण

11. प्रतिमानकों के बदलाव से नवाचारों को प्रोत्साहन

नवाचार ज्ञान के ऐसे रूपांतरण, संयोजन या संश्लेषण को कहा जाता है जो मौलिक होने के साथ–साथ मूल्यवान नए उत्पादों, प्रक्रियाओं या सेवाओं के विकास से जुड़ा होता है। सामान्यतः नवाचार को किसी नई वस्तु या विधि के सफल परिचय के रूप में समझा जाता है, जिसमें केवल विचार उत्पन्न करना ही नहीं, बल्कि समाधान तैयार करना, उनका परीक्षण करना तथा सीखने और अनुकूलन पर निरंतर ध्यान देना भी शामिल होता है। जब तक किसी विचार को व्यवहार में लागू नहीं किया जाता और वह वास्तव में प्रभावी रूप से कार्य नहीं करता, तब तक उसे नवाचार नहीं कहा जा सकता। इस प्रकार नवाचार वह प्रक्रिया है जिसके माध्यम से उद्यमी अवसरों को व्यावहारिक और बाजार योग्य विचारों में परिवर्तित करते हैं।

अनुसंधान एवं विकास नवाचारों के लिए उत्कृष्टता केंद्रों (COEs) की स्थापना – प्रस्तावित संरचना के अंतर्गत कृषि–खाद्य–पोषण एवं स्वास्थ्य में नैनो–बायो–इन्फॉर्मेशन प्रौद्योगिकी केंद्र, जलवायु सहनशीलता एवं आपदा प्रबंधन केंद्र, कृषि सूचना विज्ञान एवं ई–सुशासन केंद्र तथा कृषि व्यवसाय प्रबंधन एवं डिजिटल मार्केटिंग केंद्र की स्थापना की परिकल्पना की गई है। इसके साथ–साथ इंडस्ट्री 4.0 प्रौद्योगिकी एवं अनुप्रयोग केंद्र, जियोमैटिक्स विकास एवं अनुप्रयोग केंद्र, जैव–ऊर्जा एवं स्वच्छ प्रौद्योगिकी केंद्र तथा कृषि–प्रसंस्करण एवं न्यूट्रिआयुर

नवाचार केंद्र भी शामिल हैं। इसके अतिरिक्त प्रिसिजन फार्मिंग एवं कृषि–इंजीनियरिंग केंद्र तथा जैविक एवं एकीकृत खेती केंद्र के माध्यम से आधुनिक, टिकाऊ एवं तकनीक–आधारित कृषि विकास को सुदृढ़ करने का लक्ष्य रखा गया है।

अनुसंधान संस्थानों में नए प्रोत्साहन (नई पहल) की आवश्यकता

* व्यवसाय मॉडल के विकास हेतु बहु–संस्थागत और अंतः विषयक अनुसंधान।
* संस्थानों के बीच नेटवर्किंगः आवश्यकता और उद्देश्य आधारित कार्यक्रम एवं परियोजनाएँ।
* नवाचारों का निष्कर्षणः सभी हितधारकों में नवाचार की भावना विकसित करना (मार्केटिंग नवाचार, कृषि प्रसार प्रणाली 4.0, जीनो मिक्स–सहायित प्रजनन 2.0 जैसी कृषि प्रौद्योगिकियों का समन्वय, इत्यादि)।
* उद्यम विकासरू अत्याधुनिक अवसंरचना और आधुनिक उपकरणों से युक्त नवाचार एवं इनक्यूबेशन केंद्रों की स्थापना, ताकि प्रौद्योगिकियों का सत्यापन और विकास हो सके।
* औद्योगिक पार्कों/क्लस्टरों में प्रौद्योगिकियों/प्रक्रियाओं एवं उत्पादों का वाणिज्यीकरण, जिससे ग्रामीण प्रसंस्करण उद्यम स्थापित किए जा सकें।
* स्मार्ट डिजिटाइज्ड कृषि प्रौद्योगिकी प्लेटफॉर्म– डिजिटल इंडिया, मेक इन इंडिया, स्किल इंडिया और स्टार्ट–अप इंडिया के माध्यम से कृषि क्षेत्र में रूपांतरणात्मक सुधार।

विकास को रूपांतरित करने हेतु नवाचार को प्रोत्साहित करना

* कृषि, बागवानी, पुष्पकला और वानिकी के लिए मूल्यवान बीजध्रोपण सामग्री के विकास हेतु अत्याधुनिक विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोगों के माध्यम से जैव–संसाधनों का उपयोग कर नवाचार को बढ़ावा देना।
* कृषि–खाद्य–पोषण क्षेत्रों में उद्यम विकास हेतु व्यावहारिक एवं आकर्षक अवसरों का सृजन करना।
* स्थानीय पारंपरिक ज्ञान को न्यूट्री–जीनोमिक्स, फार्माको–जीनोमिक्स, योग–जीनोमिक्स और आयुर–जीनोमिक्स के माध्यम से वैज्ञानिक आधारों में परिवर्तित करते हुए अगली पीढ़ी के डिजाइनर खाद्य पदार्थों, हर्बल औषधियों और दवाओं का विकास करना।
* स्मार्ट इनपुट प्रबंधन एवं प्रिसिजन फार्मिंग प्रणाली का विकास, ताकि इनका उत्पादक उपयोग और जैविक खेती को बढ़ावा मिले।
* मूल्य संवर्धित एवं विविधीकृत उत्पादों के उत्पादन से लेकर विपणन तक (फार्म से फोर्क तक) एकीकृत दृष्टिकोण विकसित करना।

12. विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी और नवाचार के मुख्य क्षेत्र

पौधों का जैव–अन्वेषण (बायोप्रॉस्पेक्टिंग)

बायोप्रॉस्पेक्टिंग, जिसे जैव–विविधता अन्वेषण भी कहा जाता है, का अर्थ जैव–विविधता तथा पारंपरिक या स्थानीय ज्ञान का अन्वेषण, निष्कर्षण और परीक्षण करना है, ताकि वाणिज्यिक दृष्टि से मूल्यवान आनुवंशिक एवं जैव–रासायनिक संसाधनों की पहचान की जा सके। सरल शब्दों में, इसका आशय जीवित प्राणियों और पौधों का वैज्ञानिक अध्ययन करना है, जिससे यह समझा जा सके कि वे मानव जीवन के लिए किस प्रकार व्यावसायिक रूप से उपयोगी सिद्ध हो सकते हैं।

जैव संपदा का कृषि में उपयोग

भारत विश्व की लगभग 16% जनसंख्या का वहन करता है, जबकि उसके पास विश्व के कुल भूमि क्षेत्र का केवल लगभग 2.4: भाग है। COVID–19 लॉकडाउन संकट ने भारत को अवसर और चुनौतियाँ दोनों प्रदान कीं। इसने भारत को अपनी क्षमता प्रदर्शित करने का अवसर दियाकृन केवल उत्पादन बढ़ाने में, बल्कि 80 करोड़ से अधिक जनसंख्या को निःशुल्क राशन उपलब्ध कराकर आत्मनिर्भरता, पोषण और स्वास्थ्य सुरक्षा भी सुनिश्चित की। कोरोना महामारी के दौरान भारतीय मूल की हर्बल दवाओं की वैश्विक स्तर पर मांग में वृद्धि हुई है, और रोग प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाने तथा अन्य रोगों के उपचार हेतु न्यूट्री–आयुर उत्पादों की भी अत्यधिक मांग देखी गई है।

पादप जैव–संसाधन उपयोगरू कुछ त्वरित आवश्यक कदम

भारत जैव–विविधता से समृद्ध है, परंतु यह तेजी से क्षीण हो रही है। यहाँ 17,500 पादप प्रजातियाँ पाई जाती हैं।

* उचित सूचीकरण के माध्यम से संरक्षण और सतत उपयोग।
* रिमोट सेंसिंग और भू–स्थानिक सूचना प्रणाली (GIS) का उपयोग कर सर्वेक्षण और निगरानी।
* डीएनए प्रौद्योगिकी सहित विभिन्न विधियों से विशेषता निर्धारण (कैरेक्टराइजेशन)।
* आधुनिक जैव–प्रौद्योगिकी और विश्लेषणात्मक साधनों के माध्यम से जैव–अन्वेषण (बायोप्रॉस्पेक्टिंग)।

पौधों का जैव–अन्वेषण (बायोप्रॉस्पेक्टिंग)

* बायोप्रॉस्पेक्टिंग या जैव–विविधता अन्वेषण का अर्थ है– जैव–विविधता तथा पारंपरिक–स्थानीय ज्ञान का अन्वेषण, निष्कर्षण और परीक्षण, ताकि वाणिज्यिक दृष्टि से मूल्यवान आनुवंशिक और जैव–रासायनिक संसाधनों की पहचान की जा सके।
* सरल शब्दों में, इसका अर्थ है– जीवित प्राणियों/पौधों का अध्ययन करना ताकि यह जाना जा सके कि वे मनुष्यों के लिए व्यावसायिक रूप से कैसे उपयोगी हो सकते हैं।

जैव–अन्वेषण के रणनीतिक क्षेत्र

प्राथमिक कृषि पर निर्भर रहने के बजाय द्वितीयक और तृतीयक कृषि को बढ़ावा देना।

* फाइटो–फार्मास्यूटिकल्स – पौधों से प्राप्त दवाएँ, जिनमें रोगों के उपचार हेतु पृथक किए गए शुद्ध सक्रिय यौगिक होते हैं।
* औषधीय वनस्पतियाँ / वनस्पति निष्कर्ष / हर्बल या आहार अनुपूरक – संपूर्ण पौधा या पौधों के किसी भाग से प्राप्त निष्कर्ष (पूर्ण अथवा मानकीकृत), जिन्हें किसी विशिष्ट 'मार्केट कंपाउंड' के अनुसार मानकीकृत किया गया हो, जो शरीर की संरचना और उसके कार्यों को प्रभावित कर स्वास्थ्य बनाए रखने में सहायक होते हैं।
* न्यूट्रास्यूटिकल्स – ऐसे खाद्य पदार्थ जिनमें प्राकृतिक (वनस्पति) स्रोतों से प्राप्त अनुपूरक शामिल होते हैं और जो विशिष्ट स्वास्थ्य लाभ प्रदान करते हैं, जिनमें रोगों की रोकथाम और उपचार भी शामिल है।
* कॉस्मास्यूटिकल्स – ऐसे सौंदर्य प्रसाधन जिनमें जैविक रूप से सक्रिय घटक (वनस्पति मूल के) होते हैं, जो उपयोगकर्ता पर प्रभाव डालते हैं।

14. भोजन ही औषधि

पोषक तत्व–जीन अंतःक्रियाएँ स्वास्थ्य बनाए रखने और रोगों को रोकने या विलंबित करने के लिए उत्तरदायी होती हैं। किसी विशेष जीनोटाइप के लिए असंतुलित आहार मोटापा, मधुमेह, हृदय संबंधी रोगों जैस दीर्घकालिक रोगों का कारण बन सकता है और आयु–संबंधित अनेक रोगों की गंभीरता बढ़ाने या उन्हें जल्दी उत्पन्न करने में योगदान दे सकता है।

* हिप्पोक्रेटिस (460–377 ईसा पूर्व), जो आधुनिक और पश्चिमी चिकित्सा के जनक माने जाते हैं, ने भोजन के उपचारात्मक प्रभावों का समर्थन किया। उन्होंने कहा कृ 'भोजन ही तुम्हारी औषधि हो और औषधि ही तुम्हारा भोजन।
* यह कथन स्वास्थ्य के लिए उपयुक्त खाद्य पदार्थों और उनके चिकित्सीय लाभों के बीच संबंध को दर्शाने हेतु दिया गया था। जबकि इस कथन को हमारे गीता ग्रन्थ में ही लिखा गया था "जैसा खाओगे अन्न, वैसा बनेगा मन"

श्रीअन्न प्रसंस्करण केंद्र की स्थापना

अद्भुत अनाज– अपनी न्यूट्रास्यूटिकल विशेषताओं के माध्यम से स्वास्थ्य को पुनर्जीवित करने और रोगों व व्याधियों को दूर करने के लिए वंचित क्षेत्रों के सामाजिक–आर्थिक विकास हेतु श्रीअन्न प्रसंस्करण केंद्रों की स्थापना जरूरी है।

क्रियात्मक खाद्य पदार्थों और न्यूट्रास्यूटिकल्स के उत्पादन हेतु कृषि–प्रसंस्करण

* बारहनाजा' का उपयोगकृ विभिन्न रोगों में सहायक आहार प्रदान करने हेतु डिजाइनर खाद्य पदार्थों के विकास में।
* भिन्न–भिन्न अनाजों के पूरक एवं अनुपूरक संयोजन का दृष्टिकोण– स्वास्थ्य–विशिष्ट खाद्य पदार्थों के डिजाइन हेतु।
* जीनोमिक्स, नैनो–बायो–इन्फॉर्मेशन टेक्नोलॉजी और कृषि–प्रसंस्करण के अनुप्रयोगों के माध्यम से मूल्य संवर्धन।

क्रियात्मक खाद्य पदार्थ

कई खाद्य पदार्थ क्रियात्मक खाद्य पदार्थ माने जाते हैं, जैसे–

* काली और हरी चाय में उपस्थित कैटेचिन कैंसर के जोखिम को कम करता है।
* ब्रोकोली में पाया जाने वाला सल्फोराफेन कैंसर के जोखिम को कम करता है।
* मछली या अलसी में उपस्थित ओमेगा–3 फैटी एसिड हृदय रोग के जोखिम को कम करते हैं और जोड़ों को लाभ पहुंचाता हैं।
* फल और सब्जियाँ अनेक प्रकार के फाइटो–केमिकल्स से भरपूर होती हैं, जो कैंसर और हृदय रोग के जोखिम को घटाते हैं।

निष्कर्ष

उपरोक्त विवेचन से स्पष्ट होता है कि नवप्रवर्तन और आविष्कार शीलता का वास्तविक आधार ज्ञान, विज्ञान और प्रज्ञान का समन्वित संतुलन है। केवल सूचना या तकनीकी प्रगति ही पर्याप्त नहीं है, जब तक उसमें विवेक, नैतिकता, संवेदनशीलता और सामाजिक उत्तरदायित्व का समावेश न हो। भारतीय सनातन दर्शन ने सदैव जिज्ञासा, तर्क, अनुभव और आत्मबोध को महत्व देते हुए मानवता की सेवा को सर्वोच्च लक्ष्य माना है। यही दृष्टिकोण वैज्ञानिक सोच को मानवीय मूल्यों से जोड़ता है और नवाचार को समाजोपयोगी बनाता है।

आज के वैश्विक परिदृश्य में, जब विश्व जलवायु परिवर्तन, खाद्य सुरक्षा, स्वास्थ्य संकट, ऊर्जा आवश्यकताओं और जैव–विविधता के क्षरण जैसी चुनौतियों का सामना कर रहा है, तब विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार को केवल विकास का साधन नहीं, बल्कि सतत् और समावेशी प्रगति का माध्यम बनाना आवश्यक है। कृषि, जैव–संसाधन, न्यूट्रास्यूटिकल्स, डिजिटलीकरण, स्वच्छ ऊर्जा और स्वास्थ्य जैसे क्षेत्रों में समन्वित अनुसंधान एवं नवाचार राष्ट्र निर्माण की दिशा में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं।

अतः यह निष्कर्ष निकलता है कि जब बौद्धिक क्षमता, भावनात्मक संवेदनशीलता और आध्यात्मिक चेतना एक साथ कार्य करती हैं, तब नवप्रवर्तन केवल आर्थिक उन्नति तक सीमित नहीं रहता, बल्कि मानव कल्याण, सामाजिक समरसता और वैश्विक शांति का मार्ग प्रशस्त करता है। भारतीय ज्ञान परंपरा से प्रेरित वैज्ञानिक दृष्टिकोण और आधुनिक प्रौद्योगिकी का समन्वय ही आत्मनिर्भर, समृद्ध और नैतिक रूप से सुदृढ़ भारत के निर्माण की आधारशिला बन सकता है।

****

ब्रजेन्द्र श्रीवास्तव
shrivastava.brijendra@gmail.com
आजीवन सदस्य, ग्वालियर ऐकेडेमी ऑफ मैथमेटिकल
साइन्सेज भोपाल एवं पूर्व अतिथि प्राध्यापक
ज्योतिर्विज्ञान अध्ययनशाला जी.वि.वि. ग्वालियर
मोबाइल 94253 60243

लेखक परिचय

लेखक साहित्य, संस्कृति व कला, विज्ञान और धर्म, अध्यात्म व दर्शन, ज्योतिष और वास्तु, वैदिक विद्या एवं ब्रह्मांड विज्ञान जैसे विभिन्न विषयों पर 50 से अधिक वर्षों से निरंतर लेखन। 70 से अधिक शोध पत्र, विभिन्न विश्वविद्यालयों एवं वैज्ञानिक संस्थानों के मंच से प्रस्तुत। दो कथक नृत्य–नाटक दिल्ली कथक केन्द्र के कलागुरुओं के निर्देशन में मंचित। पुस्तक ज्योतिर्विज्ञान में नये विचार और अनुप्रयोग "Astro Science:Innovations and Applications" भारत सरकार शिक्षा मंत्रालय के CIIL मैसूर से नेट पर डिजिटलीकृत रूप में प्रकाशित पूर्व अतिथि प्राध्यापक ,जीवाजी विश्वविद्यालय ग्वालियर Life member: Gwalior Academy of Mathematical Sciences (GAMS) Bhopal.

सारांश

मकर संक्रान्ति अर्थात सूर्य का मकर राशि पर प्रवेश का दिन एकमात्र ऐसा सामाजिक पर्व है जो सारे देश में एक साथ किसी न किसी नाम से मनाया जाता है। मकर संक्रांति इस प्रकार हमारी धार्मिक व सांस्कृतिक एकता का प्रतीक अ उर मजबूत आधार है।

उत्तरायण शब्द में अयन शब्द का अर्थ है चलना। सूर्य के उत्तरायण होने का अर्थ है सूर्य का उत्तर दिशा मार्ग पर चलना आरम्भ करना। यों तो यह एक खगोलीय वार्षिक घटना है पर सूर्य को आत्मा से और सूर्य के नीचे दक्षिण से ऊपर उत्तर की ओर भ्रमण आरम्भ करने की घटना को अर्थात उत्तरायण को, वैदिक संस्कृति में आत्मा की सद्गति, उर्ध्व आरोहण से या मोक्ष से जोड़ने के कारण उत्तरायण का भारतीय सामाजिक सांस्कृतिक धार्मिक चेतना पर गहरा प्रभाव पड़ा है।

गीता में उत्तरायण और दक्षिणायन

शुक्लपक्ष और उत्तरायण मार्ग से प्रयाण करने वाले कामना रहित योगीजन ब्रह्म को प्राप्त होते हैं। जबकि कृष्ण पक्ष और दक्षिणायन मार्ग से प्रयाण करने वाले कामना सहित कर्म करने वाले योगी अपने शुभ कर्म फलभोग कर वापस जन्म लेते हैं। भारतीय पञ्चाङ्ग अपनी वर्ष गणना में नक्षत्र आधारित वर्ष मान लेते आ रहे हैं जो वास्तविक ऋतुनिष्ठ वर्ष मान से 20 मिनट बड़ा है। आप देखिए कि 20 मिनट की यह अशुद्धि 3 वर्ष में 60 मिनिट की अर्थात एक घण्टे की हो जाती हैं और यही अशुद्धि इसी दर से 72 वर्ष में 1 दिन की हो जाती है। डेढ़ हजार वर्ष में यही अशुद्धि 24 दिन की हो गई है। इसलिए मकर संक्रांति भी जो लगभग 200 सी ई में 21 दिसम्बर के उत्तरायण के साथ होती थी 14 जनवरी को होती है। संक्रांति ही क्यों सभी त्योहार ऋतु से पहले व ऋतु बाद में आती जा रही हैं जिनका अन्तर अभी 24 दिन होने अधिक नहीं दिखता है। मधु मास में श्री राम जन्म और वर्षा ऋतु में श्री कृष्ण जन्म उत्सव सभी में ऋतु के बदलाव का असर दिखेगा। कृषि कार्य में बोनी इत्यादि का भी वर्षा से सम्बन्ध बदलते जाने से असमंजस बढ़ेगा।

1. उत्तरायण मकर संक्रांति और लोक मान्यता

हमारे देश में मकर संक्रान्ति अर्थात सूर्य का मकर राशि पर प्रवेश का दिन एकमात्र ऐसा सामाजिक पर्व है जो सारे देश में एक साथ किसी न किसी नाम से मनाया जाता है। मकर संक्रांति इस प्रकार हमारी धार्मिक व सांस्कृतिक एकता का प्रतीक मात्र नहीं बल्कि मजबूत आधार ही है।

उत्तरायण शब्द में अयन शब्द का अर्थ है चलना। सूर्य के उत्तरायण होने का अर्थ है सूर्य का उत्तर दिशा मार्ग पर चलना आरम्भ करना। यों तो यह एक खगोलीय वार्षिक घटना है पर सूर्य को आत्मा से और सूर्य के नीचे दक्षिण से ऊपर उत्तर की ओर भ्रमण आरम्भ करने की घटना को अर्थात उत्तरायण को, वैदिक संस्कृति में आत्मा की सद्गति, उर्ध्व आरोहण से या मोक्ष से जोड़ने के कारण उत्तरायण का भारतीय सामाजिक सांस्कृतिक धार्मिक चेतना पर गहरा प्रभाव पड़ा है। महाभारत प्रसंग है कि भीष्म पितामह ने शर शैया पर लेटे होने पर भी सूर्य के उत्तरायण होने पर ही शरीर त्याग किया था।

2. गीता में उत्तरायण और दक्षिणायन

गीता में कृष्ण ने सृष्टि और प्रलय चक्र की अवधि बताने के बाद कहा कि अब वह काल के उन दो भागों को कहेंगे। 'षण मासा उत्तरायणम् षण्मासा दक्षिणायनमं।

शुक्लपक्ष और उत्तरायण मार्ग से प्रयाण करने वाले कामना रहित योगीजन ब्रह्म को प्राप्त होते हैं। जबकि कृष्ण पक्ष और दक्षिणायन मार्ग से प्रयाण करने वाले कामना सहित कर्म करने वाले योगी अपने शुभ कर्म फलभोग कर वापस जन्म लेते हैं, जगत में ये दो प्रकार के मार्ग सनातन माने गए हैं। (गीता अध्याय 8 श्लोक 24 और 25)

3. उपनिषदों में उत्तरायण : प्रश्न उपनिषद् एवं छान्दोग्य उपनिषद्

प्रश्न उपनिषद् : बारह मासों के संवत्सर के दो अयन हैं : दक्षिण और उत्तर जो मनुष्य सांसारिक सुख प्राप्ति के लिए इष्ट कर्म करते हैं और जो पुण्य अर्जन की दृष्टि से लोक उपकारी पूर्त कर्म करते हैं, ऐसे दोनों प्रकार के कर्म करने वाले दक्षिण मार्ग को प्राप्त होते हैं उन्हें चन्द्र लोक मिलता है और उनको फिर जन्म लेना पड़ता है उनका मार्ग पितृयान कहा गया है, परन्तु जो मनुष्य तपस्या श्रद्धा सहित आत्म विद्या से, आत्मानम अन्विष्य, अर्थात परमात्मा की खोज करके जीवन व्यतीत करते हैं, वे उत्तर मार्ग से जाकर सूर्य लोक को प्राप्त होते हैं जो अमृतमय परमगति है। (प्रश्न उपनिषद प्रश्न 1–श्लोक 9 और 10)।

गीता और प्रश्न उपनिषद से यह स्पष्ट है कि परोपकार करके पुण्य कमाने की इच्छा से किए गए कार्य स्वर्ग सुख या अगले जन्म में भोग ऐश्वर्य तो दे सकते हैं पर इन कार्यों से भी आत्मा को घूम्र मार्ग या पितृयान या दक्षिणायन मार्ग ही मिलता है जो 'पुनरपि जन्मम् पुनरपि मरणं' का, आवागमन का मार्ग है फिर चाहे वह भक्त हो अथवा योगी हो या ज्ञानी हो । तात्पर्य यह कि एकमात्र ब्रह्मनिष्ठा एवं सभी प्रकार के कर्मफलों का त्याग ही उत्तरायन मार्ग का, मुक्ति मार्ग का द्योतक है।

छान्दोग्य उपनिषद : अब इस उत्तरायन मार्ग की अन्य व्याख्या पर आते हैं जो छान्दोग्य उपनिषद में है –

हे श्वेतकेतु! क्या तू देवयान और पितृयान के मार्गों की भिन्नता को जानता है? प्रश्नकर्ता हैं पांचाल देश की क्षत्रिय सभा में बैठे राजा प्रवाहण जैबलि। श्वेतकेतु ने कहा, भगवन! मैं नहीं जानता। तब श्वेतकेतु ने अपने पिता आरुणि गौतम से जाकर पूँछा और फिर दोनों ही राजा के पास आए। गौतम ने राजा से वह विद्या मांगी। राजा ने कहा कि हे गौतम! यह विद्या पूर्वकाल में तुम से पहले बकिसी ब्राह्मण को नहीं प्राप्त होती थी क्षत्रियों का ही इस पर अधिकार था। यह कहकर राजा प्रवाहण जैवलि ने ऋषि गौतम को पंच अग्नि विद्या बताई (छान्दोग्य उपनिषद प्रपाठक 5, खण्ड 3 से 8)।

फिर राजा ने कहा कि यह विधाता का पाँच प्रकार का यज्ञ है, वे जो इसे जानते हैं और श्रद्धा और तप से युक्त हैं वे जिस मार्ग से जाते हैं वह देवयानमार्ग है और जो सकाम कर्म करते हैं वे पितृलोक मार्ग को जाते हैं और पुनरागमन चक्र पड़े रहते हैं। (छान्दोग्य उपनिषद प्रपाठक 5 खण्ड 3 से 8)

4. उत्तरायण और मकर संक्रांति कब एक साथ होते थे और कब से इनमें अंतर आना आरम्भ हुआ?

वर्षमान दो तरह के हैं **1. ऋतुनिष्ठ वर्ष मान :** ठीक वैसी ही ऋतु आने में जितना समय लगता है इसे ऋतु निष्ठ वर्ष कहते हैं, इसकी अवधि 365 दिन 5 घंटे 9 मिनिट और 10 सेकेंड है (365.24129 दिन) है। **2. नाक्षत्र वर्षमान :** सूर्य के एक नक्षत्र से भ्रमण कर दुबारा उसी नक्षत्र पर आने में जितना समय लगता है उसे नाक्षत्र वर्ष कहते हैं, इसकी अवधि 365 दिन 6 घंटे 9 मिनिट 10 सेकेंड (365.25636 दिन) है। इस प्रकार दोनों में अंतर 20 मिनिट 24.5 सेकेंड का अन्तर है। नक्षत्र आधारित वर्ष 20 मिनिट बड़ा है ऋतुनिष्ट वर्ष से। यह अंतर देखें में अत्यन्त छोटा लगता है पर इसका संचित असर बहुत व्यापक है। एक समय था, लगभग दूसरी से चौथी कामन इरा के लगभग जब ऋतुनिष्ठ वर्ष और नक्षत्र आधारित वर्ष दोनों एक आरम्भ साथ होते थे। तब उत्तरायण भी मकर रेखा की पृष्ठभूमि में स्थित मकर राशि पर सूर्य के संचार आरंभ होने के साथ ही होता था। भारतीय पञ्चाङ्ग अपनी वर्ष गणना में नक्षत्र आधारित वर्ष मान लेते आ रहे हैं। आरम्भ में 20 मिनट की यह अशुद्धि ध्यान में नहीं आई। आप देखिए कि 20 मिनट की यह अशुद्धि 3 वर्ष में 60 मिनिट की अर्थात एक घण्टे की हो जाती है और यही अशुद्धि इसी दर से 72 वर्ष में 1 दिन की हो जाती है। इसका असर यह हुआ कि कुछ वर्षों बाद ही ऋतुनिष्ठ वर्ष एक दिन पहले आने लगा और उत्तरायण सूर्य भी – नक्षत्र आधारित उत्तरायण से एक दिन पहले होने लगा परंतु नक्षत्र आधारित गणना को ही प्रधानता देने से इस तथ्य की उपेक्षा की गई।

पञ्चाङ्ग गणना के सिद्धांतगणित काल में लगभग दूसरी सदी में पञ्चाङ्ग कर्ताओं ने उत्तर–अयनबिन्दु के साथ–साथ वसन्त संपात को आधार मान कर वर्षमान की गणना को प्राथमिकता देना जिस समय आरम्भ किया, वसन्त सम्पात बिन्दु उस समय मेष के अश्वनी नक्षत्र पर था। यहाँ दो बातें ध्यान देने की हैं एक –वसंत सम्पात, दक्षिणायन, शरत सम्पात और उत्तरायण ये चारों सूर्य के भ्रमण मार्ग अर्थात क्रांतिवृत्त ecliptic पर परस्पर 90 –90 अंश की दूरी पर हैं तथा दूसरी बात – वर्ष गणना किसी भी बिन्दु से करें ये चारों 50 सेकेंड आफ आर्क प्रति वर्ष की दर से पृथ्वी की तीसरी गति के कारण पीछे खिसकते रहते हैं,इनका यह चक्र लगभग पौने छब्बीस हजार वर्ष में पूरा होता है।

लगभग 250–300 ईस्वी में जब ग्रीक राशियाँ चलन में आना शुरू हो रही थीं तब उत्तरायणपर्व को मकर राशि में स्थित नक्षत्र उत्तराषाढ़ पर देखने के साथ साथ मकर–आरम्भ से देखने का चलन भी हो रहा था। उस समय उत्तरायण बिन्दु मकर राशि के–आरम्भ के बिन्दु पर था और इस बिन्दु से 90 अंश पर स्थित वसन्त संपात बिन्दु, मेष आरम्भ बिन्दु पर था।

कालांतर में पृथ्वी की ऊपर कथित तीसरी गति अयन–पात चलन के कारण वसन्त संपात बिन्दु अपने मेष के आरम्भ के अंश से पीछे, वृत्त लगभग 50 सेकेंड आफ आर्क प्रति वर्ष पीछे खिसकने लगा था और उत्तरायण बिन्दु भी तदनुसार मकर राशि के उत्तराषाढ़ नक्षत्र में पीछे खिसकने लगा था इसका संज्ञान छठी सदी में वराहमिहिर ने अपनी पुस्तक बृहत संहिता के आदित्य–चार–अध्याय में लिया है। उन्होंने अपने पूर्व वर्ती गर्ग ऋषि आदि के उद्धरण देकर लिखा है कि अब सूर्य स्थिर नक्षत्र गणना के अनुसार उत्तरायण के समय मकर पर नहीं जा रहा है, उत्तरायण पहले ही हो रहा है। उन्होंने इसे भय कारक माना।

वस्तुतः जैसा कि पूर्व में कहा गया है कि ऋतु सूचक वसन्त सम्पात बिन्दु सहित शरत सम्पात और उत्तरायण एवं दक्षिणायन बिन्दु –ये चारों पृथ्वी की तीसरी गति के कारण स्थिर नक्षत्र की पृष्ठभूमि में विपरीत दिशा को भ्रमण करते हैं, इसे अयन चलन या अंग्रेजी में Precision of Equinoxes कहते हैं, अयन चलन की यह गति वृत्त के 50 सेकेंड प्रतिवर्ष होती है पर खगोल गणितज्ञों ने पृथ्वी की इस तीसरी गति 'अयनचलन' को अमान्य करते हुए वर्ष के कालमान का आधार मेष राशि के आरम्भ स्थिति में अश्वनी नक्षत्र से अश्वनी पर पुनः सूर्य आगमन की वार्षिक अवधि को मानक मान कर स्थिर अश्वनी नक्षत्र पर 'कीलित' कर दिया। यहाँ एक गलती हुई। निर्धारित अश्वनी के स्थिर मेषारम्भ से पुनः उसी अश्वनी बिन्दु पर आने की अवधि को वर्ष की अवधि मानने से गणना के लिए 50 सेकेंड आफ आर्क अतिरिक्त लेने पड़ रहे थे जिसमें 20 मिनिट ज्यादा लग रहे थे। इस अतिरिक्त

समय को अयन चलन का अन्तर नहीं मानते हुए इसी 20 मिनट की बढ़ी हुई अवधि को जोड़ कर ही वर्षमान मान लिया गया। (देखें कि ऋतुनिष्ठ वर्षमान 365 दिन 5 घंटे 48 मिनिट 45.2 सेकेंड है जबकि नक्षत्र आधारित भारतीय पञ्चाङ्ग का वर्षमान 365 दिन 6 घंटे 9 मिनिट, 9.8 सेकेंड है जो वास्तव में 20 मिनिट बड़ा है) यह अशुद्धि सुरसा के मुख की तरह बढ़ते बढ़ते कितनी हुई और इसका क्या दुष्प्रभाव पड़ा इसकी चर्चा आगे की गई है।

सबसे पहले जब खगोलविद मुंजाल ने 932 ईस्वी में इस अशुद्धि की तरफ ध्यान खींचा तब तक ऋतुनिष्ठ वसन्त संपात बिन्दु की तुलना में स्थिर अश्वनी के बिन्दु को मान कर की गई गणना वर्ष गणना के कारण–यह अशुद्धि नौ दिन की हो गई थी अर्थात दिन–रात जिस दिन बराबर होते थे उस वसन्त संपात को नौ दिन बाद दर्शाया जा रहा था। इसी प्रकार सूर्य का उत्तर दिशा–गमन आरम्भ के साथ दिन का मान बढ़ना जिस दिन से आरम्भ होता था उस उत्तरायण को भी नौ दिन बाद की तारीख में मकर संक्रांति के रूप में पञ्चाङ्ग में दर्शाया जा रहा था अर्थात उत्तरायण नौ दिन लेट मनाया जा रहा था।

यदि यह गलती इसी दसवीं सदी में सुधार ली गई होती तो हम उत्तरायण आज यह 24 दिन लेट 14 जनवरी को नहीं बल्कि ठीक 21 दिसंबर को ही प्रतिवर्ष मना रहे होते।

आप कहेंगे कि रुकिए, जाने भी दें, अभी तो मकर संक्रान्ति का गणित एकदम सही है व एकदम पक्का है वर्षों से यह 14 जनवरी को ही होती आई है और होती रहेगी। बस केवल कभी 14 या कभी 15 जनवरी इतना एक दिन का अन्तर ही तो पड़ता है।

पर ऐसा नहीं है। आप थोड़ा धैर्य रखिए कोई गणित नहीं करना है आपको। देखिए कि दसवीं सदी के नौ दिन की यह अशुद्धि सुरसा के मुख की तरह तेरहवीं सदी में 12–13 दिन की हो गई ।

ऐतिहासिक रिकार्ड का प्रमाण भी देख लीजिए : धर्म शास्त्रियों व पञ्चाङ्ग कर्ताओं को अधिमान्य हेमाद्रि पण्डित के लिखे 'कालनिर्णय' ग्रंथ में में बहुत ही स्पष्ट लिखा गया है कि प्रचलित मकरसंक्रांति से बारह दिन पहले उत्तरायण का पुण्यकाल पड़ता है इसलिए संक्रांति के लिए प्रतिपादित दान आदि कृत्य मकरसंक्रांति से बारह दिन पहले भी किया जा सकता है।

गणना करने पर मैंने देखा कि हेमाद्रि के काल 1260–70 ईस्वी के समय में उत्तरायण Winter Solstice तो आंग्ल दिनांक में 21 दिसम्बर को ही हुआ (क्योंकि पाश्चात्य काल गणना में ऋतु निष्ठ आधार लिया जाता है इसके आंग्ल दिनाक वही रहता है।) पर मकर संक्रांति 3 जनवरी को हुई थी अर्थात तेरहवीं सदी तक उत्तरायण और मकर संक्रांति में 12 – 13 दिन का अन्तर आ गया था।

अब आधुनिक समय में देखिए कि विवेकानन्द का जन्मदिन 1863 की मकरसंक्रांति का है तब उस वर्ष की मकर संक्रान्ति 12 जनवरी को हुई थी अर्थात 21 दिसम्बर के उत्तरायण से इस संक्रांति का अन्तर उन्नीस वीं सदी में 22 दिन हो गया था। फिर 2015 में यह अन्तर 24 दिन हुआ और 2023 में उत्तरायण और मकर संक्रांति में यह अन्तर चौबीस दिन चार घण्टे का हो गया था। जो आगे यह बढ़ेगा ही।

इसी क्रम में 2100 में मकर संक्रांति 16 जनवरी, 2200 में 17 जनवरी से बढ़ते बढ़ते यह फरवरी मार्च के वसन्त ऋतु में फिर ग्रीष्म ऋतु में आने लगेगी तब हमारी भावी पीढ़ी कहेगी कि इस गर्मी में गरम वस्त्र तिल गुड़ के दान का क्या औचित्य है? वरिष्ठ जन कहेंगे कि लगता है अब कलियुग आ ही गया है। संक्रांति ही क्यों सभी त्योहार ऋतु से पहले व ऋतु बाद में आती जा रही हैं जिनका अन्तर अभी 24 दिन होने अधिक नहीं दिखता है। मधु मास में श्री राम जन्म और वर्षा ऋतु में श्री कृष्ण जन्म उत्सव सभी में ऋतु के बदलाव का असर दिखेगा। कृषि कार्य में बोनी इत्यादि का भी वर्षा से सम्बन्ध बदलते जाने से असमंजस बढ़ेगा।

5. अतीत में वर्ष आरंभ बिन्दु के अनुसार स्थिर नक्षत्र में परिवर्तन अर्थात पञ्चाङ्ग सुधार कब कब हुए?

हैदराबाद उस्मानीय विश्वविद्यालय के खगोलभौतिकी के प्राध्यापक प्रोफेसर के डी अभ्यंकर के अनुसार प्राचीन काल में पहला पञ्चाङ्ग सुधार मृगशिर नक्षत्र से कृत्तिका नक्षत्र पर वसंत विषुव आने पर हुआ और कृत्तिका को नक्षत्र सूची में पहला नक्षत्र माना गया। दूसरा सुधार वसंत विषुव के कृत्तिका से अश्वनी नक्षत्र पर आने के समय हुआ, तब मेष राशि के अश्वनी को प्रथम नक्षत्र माना गया जो अभी भी जारी है। पर वसन्तविषुव अब मीन राशि के उत्तराभद्रपाद पर है इसे पहला नक्षत्र मानकर पञ्चाङ्ग संशोधन नहीं हो सका है, यद्यपि कलेंडर रिफॉर्म कमेटी ने इसे वर्ष गणना के लिए पहला नक्षत्र मान्य किया है। भारत में नोएडा के आचार्य दार्शनेय लोकेश जी का आर्ष तिथि पत्रक इसी ऋतु निष्ठ गणना पर आधारित एक मात्र पञ्चाङ्ग है जो धीरे–धीरे मान्यता पा रहा है। धर्म प्रधान देश में धर्माचार्य वर्ग के पञ्चाङ्ग परिवर्तन की पहल में शामिल होने पर ही बदलाव सम्पूर्ण हो सकेगा। परंतु पञ्चाङ्ग कर्ता अभी भी इस भ्रम में हैं कि अयन चलन जो अभी 24 अंश है वह अधितकतम 27 अंश तक जाकर वापस होगा 26 हजार वर्ष नहीं लगाएगा जब कि भौतिकी के नियम अनुसार ऐसा होने का नहीं।

इसलिए पञ्चाङ्ग की अशुद्धि नहीं सुधारी गई तो मकर संक्रांति सहित सभी पर्वों में कलियुग लाने के लिए हम ही जिम्मेदार होंगे। शेक्सपीयर ने एक नाटक में कहा है जो केवल प्रतीक्षा में खड़े रहते हैं वे भी गुनहगार होते हैं–

THEY ALSO SERVE WHO STAND AND WAIT

6. समाधान क्या है ?

इस समस्या का एक समाधान यह हो सकता है कि 14–15–16 जनवरी की मकर संक्रांति को तो हम स्नान दान के धर्म कृत्य करते रहें और सामाजिक सांस्कृतिक एकता का प्रतीक मान कर इसे इन्हीं तारीखों में मनाते रहें, परन्तु इसके मूल उत्तरायण को जैसा कि हेमाद्रि ने भी लिखा है –उत्तरायण के दिन 21 दिसम्बर को भी हम दान पुण्य और आत्मिक साधना करें तभी हम वैदिक संस्कृति के साथ और इस महिमामय पर्व के प्रति भी कुछ न्याय कर सकेंगे।

पादांत टिप्पणी

1. **उत्तरायण और दक्षिणायन तथा वसन्त और शरत सम्पातः** सूर्य भ्रमण मार्ग के चार महत्वपूर्ण पड़ाव –

भूगोल की प्राथमिक कक्षाओं में हमने पढ़ा है कि पृथ्वी के बीचों बीच से होकर जाने वाली भूमध्य रेखा से साढ़े 23 अंश दक्षिण और इतने ही अंश उत्तर तक सूर्य का भ्रमण पथ है (वर्तमान में जिसकी सीमा वृत्त के 23 डिग्री 26 मिनिट उत्तर व दक्षिण में सूर्य की अधिकतम declination क्रांति है।) सूर्य को इस मार्ग के अधिकतम दक्षिण पर 21 दिसम्बर को पहुँचने के बाद से अधिकतम उत्तर तक जाने में छह माह लगते हैं यह इसका उत्तरायण मार्ग कहा जाता है। अयन का अर्थ है चलना इसलिए उत्तरायण का अर्थ है सूर्य का उत्तर मार्ग की ओर चलना। इसी प्रकार सूर्य को इस मार्ग की अधिकतम उत्तर दिशा पर 21 जून को पहुँच कर तक वापस अधिकतम दक्षिण छोर तक पहुँचने में भी छह माह लगते हैं यह इसका दक्षिणायन मार्ग कहा जाता है। सूर्य के अधिकतम दक्षिण से उत्तर की ओर 21 दिसम्बर से चलने पर इस छह माही मार्ग पर तीन बाद अगला पड़ाव भूमध्य रेखा पर आता है। 21 मार्च को जिसे वसन्त संपात कहते हैं। इसी प्रकार सूर्य अधिकतम उत्तर बिन्दु पर से दक्षिण की ओर चलने के इस छह माही मार्ग पर

तीन बाद अगला पड़ाव भूमध्य रेखा पर आता है 22 सितंबर को जिसे शरत संपात कहते हैं।

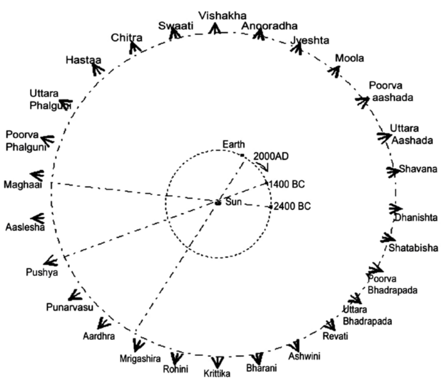
सूर्य उत्तरायण के मार्ग में सूर्य भूमध्य या विषुवरेखा पर 21 मार्च को पहुंचता है इस दिन पृथ्वी पर दिन और रात का मान समान होता है इस बिन्दु को विषुव सम्पात कहते हैं यह वसन्त ऋतु का समय होने से इसे वसन्त सम्पात Vernal Equinox भी कहते हैं। सूर्य के वसन्त सम्पात बिन्दु से आगे बढ़ने पर दिन बड़े और रात छोटी होने लगती हैं। सूर्य अधिकतम बिंदु पर 21 जून को पहुँचता है इस तारीख को दिन का मान अधिकतम होता होता है। इसी दिन से अर्थात 21 जून से दक्षिण मार्ग पर चल पड़ता है अर्थात दक्षिणायन हो जाता है। उत्तरी गोलार्द्ध में यह 21 जून वर्ष का सबसे बड़ा दिन होता है और इसके बाद से दिन छोटे होना शुरू हो जाता है। 21 जून से वर्षा ऋतु का आरम्भ भी होता है।

सूर्य अपनी इस दक्षिण यात्रा में तीन माह बाद दोबारा भूमध्य रेखा पर 22 सितंबर को पहुँचता है और तब दूसरी बार दिन और रात का मान समान हो जाता है और शरत ऋतु का आरम्भ होता है इसलिए इस बिन्दु को शरत सम्पात Autumnal Equinox कहते हैं। इसके आगे सूर्य के दक्षिण भ्रमण मार्ग का अगला पड़ाव भूमध्य रेखा से साढ़े 23 अंश दक्षिण होता है। दक्षिण के अधिक बिंदु पर सूर्य 21 दिसंबर को पहुँचता है यह वर्ष का सबसे छोटा दिन होता है। यहीं से यह सूर्य फिर से छह माह की उत्तर दिशा मार्ग की यात्रा आरम्भ करता है अर्थात उत्तरायण होता है। इसकी पहचान यही है कि इस दिन का दिनमान सबसे कम अवधि का होता है और सूर्य के उत्तरायण होने से इसी दिवस से दिन का मान बढ़ना आरम्भ हो जाता है।

इस प्रकार 21 मार्च का वसन्त सम्पात दिन रात समान अवधि का दिनांक 21 जून का दक्षिणायन अधिकतम दिन मान की अवधि का दिनांक 22 सितंबर का पुनः दिन रात समान अवधि का दिनांक शरत सम्पात, और 21 दिसम्बर का दक्षिणायन न्यूनतम दिनमान की अवधि का दिनांक या चार महत्वपूर्ण ऋतु और सूर्य स्थिति सूचक दिनांक हैं। इन चारों बिंदुओं की पहचान भारतीय पञ्चाङ्ग गणना में स्थिर तारों के सापेक्ष की जाती रही है।

वर्ष की गणना की दो पद्यतियाँ हैं। भारत में वसन्त सम्पात बिन्दु पर स्थित स्थिर के सापेक्ष तारे के आधार पर वर्ष का मान निर्धारित किया जाता रहा है। यह भारत में विगत दो हजार से अधिक सालों से प्रचलित रही है।

इसके अलावा ठीक वैसी ही ऋतु दोबारा आने में जितना समय लगे ऐसा ऋतुनिष्ठ वर्ष मान भी लिया जाता है। यह पश्चिमी देशों में मान्य है।



Sun/Earth/ Star Positions on Summer Solstice day over past 5000 years showing Earth'sPrecession

सूर्य का दक्षिणायन में प्रवेश के समय नक्षत्र स्थिति जो विगत 5000 वर्ष में निरंतर बदली है। इसी प्रकार दक्षिणायन से ठीक 180 अंश अंतर पर स्थित सूर्य की उत्तरायण या मकर संक्रांति के नक्षत्र की स्थिति भी बदलती रही है।

निष्कर्ष

इस समस्या का एक समाधान यह हो सकता है कि 14–15–16 जनवरी की मकर संक्रांति को तो हम स्नान दान के धर्म कृत्य करते रहें और सामाजिक सांस्कृतिक एकता का प्रतीक मान कर इसे इन्हीं तारीखों में मनाते रहें, परन्तु मूल या वास्तविक ऋतुनिष्ठ उत्तरायण के दिन 21 दिसम्बर को भी हम दान पुण्य और आत्मिक साधना करें जैसा कि हेमाद्रि ने अपने काल निर्णय में लिखा था। तभी हम वैदिक संस्कृति के साथ और इस महिमामय पर्व के प्रति भी कुछ न्याय कर सकेंगे। परन्तु धर्म प्रधान देश में धर्माचार्य वर्ग के पञ्चाङ्ग परिवर्तन की पहल में शामिल होने पर ही बदलाव सम्पूर्ण हो सकेगा।

संदर्भ

* गीता अध्याय 8 श्लोक 24 25

* छन्दोग्य उपनिषद 5–38

* प्रश्न उपनिषद 1–9–10

* नाक्षत्र sidereal और ऋतु निष्ठ tropical वर्षमान NC Lahiri's Indian Ephemeris 1999 page 11 Astro Research Bureau Calcutta.

* मुंजाल और उनका लघुमानस चंहम 234 Calendar Reforms Committee Report 1955 - CSIR New Delhi.

* काल निर्णय – हेमाद्रि पण्डित प्रोफेसर के डी अभ्यंकर, प्रोफेसर, उस्मानिया विश्वविद्यालय : निजी पत्राचार एवं स्वदेश दैनिक का ज्योतिष विशेषांक 1998 जयेन्द्र गंज ग्वालियर।

* आचार्य दार्शनेय लोकेश कृत : श्री मोहन कृति आर्ष पत्रकम् : देश का एक मात्र ऋतु निष्ठ गणित आधारित वार्षिक पञ्चाङ्गः ग्रेटर नोएडा, पिन–201308 (फोन नंबर – 9412354036) ईमेल darshney.smkatp@gmail.com

****

प्रेरक प्रसंग

पुराने समय में एक संत अपने शिष्य के साथ एक गांव में रुके। कुछ ही दिनों संत की ख्याति आसपास के क्षेत्र में फैल गई। अब उनके प्रवचन सुनने और दर्शन करने के लिए दूर–दूर से लोग आने लगे। ये देखकर उसी गांव का एक अन्य पंडित परेशान हो गया। उसे लगने लगा कि इस संत की वजह से मेरे भक्त कम हो जाएंगे। मेरा जीवन यापन कैसे होगा?

पंडित ने संत का दुष्प्रचार करना शुरू कर दिया। वह लोगों के सामने उस संत की बुराई करता था। एक दिन संत के शिष्य को ये सारी बातें मालूम हुईं तो उसे बहुत गुस्सा आया। वह तुरंत ही अपने गुरु के पास पहुंचा और पूरी बात बताई। संत ने शिष्य की बातें सुनी और कहा कि उसे छोड़ों। अगर मैं उस पंडित से वाद–विवाद करूंगा तो इससे ये सब बातें फैलना बंद नहीं होंगी। इसीलिए उसकी बातें पर ध्यान नहीं देना चाहिए।

संत ने देखा कि शिष्य का क्रोध शांत नहीं हुआ है। तब उन्होंने कहा कि जब जंगल का हाथी गांव में आता है तो उसे देखकर सभी कुत्ते भौंकने लगते हैं, लेकिन हाथी पर इसका कोई असर नहीं होता है। हाथी अपनी मस्त चाल चलते रहता है। कुत्ते भौंकते हुए थक जाते हैं और वापस अपने इलाके की ओर भाग जाते हैं। हमें भी अपनी बुराई करने वालों के साथ इसी तरह पेश आना चाहिए। हमें सिर्फ अपना काम ईमानदारी से करना चाहिए और सत्य के मार्ग पर आगे बढ़ते रहना चाहिए। हमारे अच्छे काम ही ऐसे लोगों का मुंह बंद कर सकते हैं।

****

Artificial Intelligence (AI): Transforming Safety and Health at Workplace

Pratibha Gupta
Scientific Officer-G
Institute for Plasma Research
Bhat, Gandhinagar-382428
E-mail:pgupta@ipr.res.in
Mobile:9879184211

AUTHOR'S INTRODUCTION

Author is serving as a Scientific Officer-G at Institute for Plasma Research, (IPR) Bhat, Gandhinagar, Gujarat. She is a member of publication committee of IPR and member of Official Language Implementation Committee, (OLIC). Pratibha is on editorial board of IPR Hindi patrika **"Plasmajyoti"** and IPR English Newsletter **"Fourth State"**. Pratibha has been awarded the Rajbhasha samman of IPR for years 2016-2017, 2017-2018, 2024-2025 for her contribution to science and technology in Hindi.

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) is a field of science concerned with building computers and machines that can reason, learn, and act in such a way that would normally require human intelligence or that involves data whose scale exceeds what humans can analyse. [1]

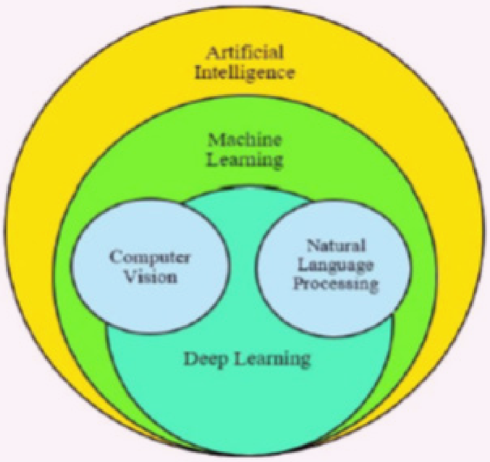


Figure 1. Progressing subcomponents of AI systems.

Image Credit: The advancement of Artificial Intelligence (AI) in Occupational Health and Safety (OHS) across high-risk industries, Priyank Trivedi, Fahad M. Alqahtan, September 2024,Journal of Infrastructure Policy and Development,8(10):6889 [3]

2. DESCRIPTION

AI is a broad field that encompasses many different disciplines, including computer science, data analytics and statistics, hardware and software engineering, linguistics, neuroscience, and even philosophy and psychology. On an operational level for business use, AI is a set of technologies that are based primarily on machine learning and deep learning, used for data analytics, predictions and forecasting, object categorization, natural language processing, recommendations, intelligent data retrieval, and more. AI systems learn and improve through exposure to vast amounts of data, identifying patterns and relationships that humans may miss. These patterns can show how they can lead to a mishap. Such patterns raise a red flag for the workers and workers can immediately take remedial measures in real time thus avoiding an accident.

Deep learning, a further specialization, utilizes artificial neural networks with multiple layers to process information, mimicking the structure and function of the human brain. Through continuous learning and adaptation, AI systems become increasingly adept at performing specific tasks, from recognizing images to translating languages and beyond.

3. USE OF AI FOR WORKER'S SAFETY

Dangerous tasks at workplaces can be automated. Certain jobs are inherently dangerous, whether it's working at height, handling hazardous materials, or operating heavy machinery. AI can take over many of these tasks, reducing the need for humans to perform them. For example, drones can inspect dangerous sites, and robots can handle toxic chemicals. This doesn't just make the workplace safer—it also allows workers to focus on less hazardous, more skilled tasks.Risk assessment is critical in every workplace. Traditionally, it relies on manual checks and human judgement, which can sometimes miss key factors. AI, on the other hand, can analyse large amounts of data in real time, spotting risks we might overlook. It can identify trends and patterns that suggest potential hazards, enabling companies to act before incidents occur. This proactive approach makes workplaces safer and keeps operations running smoothly.Worker health monitoring is also important in safety. Employee health has become a top priority for many organisations, and AI can help here too. AI-powered wearable, for example, can track workers' vital signs, stress levels, and overall health during shifts. If a worker shows signs of fatigue or stress, the system can notify management, allowing them to take preventative action. This real-time monitoring improves worker health and reduces the risk of accidents caused by fatigue or stress.

3.1 AUTOMATED DECISION MAKING

AI can automate workflows and processes or work independently and autonomously from a human team. A smart factory may have dozens of different kinds of AI in use, such as robots using computer vision to navigate the factory floor or to inspect products for defects, create digital twins, or use real-time analytics to measure efficiency and output. The decision making capability of human at times can be affected by weariness. This is not so in case of the automated machines.[2]

3.2 REDUCE HUMAN ERROR

AI can eliminate manual errors in data processing, analytics, assembly in manufacturing, and other tasks through automation and algorithms that follow the same processes every single time. The human factor of tiredness is overcome.[2]

3.3 ELIMINATES REPETITIVE TASKS

AI can be used to perform repetitive tasks, freeing human capital to work on higher impact problems. AI can be used to automate processes, like verifying documents, transcribing phone calls, or answering simple customer questions like "what time do you close?"

3.4 FAST AND ACCURATE

AI can process more information more quickly than a human, finding patterns and discovering relationships in data that a human may miss. So even a novice worker unknown to the perils of his duty in contrast to a seasoned worker can be alerted by the alarm raised by the AI fed computer. A precious life can be saved with AI.

3.5 TRAINING FOR DANGEROUS JOBS

Training to work at heights (may cause vertigo) and near furnace (high heat source) can be done with help of Virtual Reality (VR) or Augmented Reality (AR). The risk associated with such training can be mitigated.

3.6 DISASTER MANAGEMENT

AI can be used for human rescue training during disasters like flash floods, accidents, pandemics, endemics, earthquakes and fires. Thus it is a helpful tool for disaster management.

3.7 AI IN WEARABLE TECHNOLOGY

The wearable technology using AI can monitor the blood pressure, oxygen level and pulse rate and send it to central monitor where a supervisor can send a rescue team to rescue a worker from a probable casualty in case of unusual reading of oxygen level where the worker would collapse due to asphyxia. Safety helmets with cameras and Global Positioning System (GPS) worn by miners are extremely useful for safety of workers working in coal mines. In case of accidents when they get trapped in debris, they can be evacuated within a short time which is vital for their survival.

3.8 AI IN ROBOTICS

The combination has led to AI robotics. This integration is transforming industries like healthcare, manufacturing, and autonomous vehicles. Robots are often used to perform "dull, dirty, or dangerous" tasks in the place of a human. Use of articulated arm can fetch things from places where it is not humanly possible because of danger associated.

3.9 AI IN VEHICLES

The truck drivers driving trucks for long distances day and night tend to fall asleep while driving which can lead to accidents. The camera and AI can monitor the drivers eye movements and yawning and can ring an alarm to alert the driver. In some test trials done it can also take the car near to side of road and parks it.

3.10 AI IN DRONES

Drones using AI can be used during disasters like fire in jungles to sprinkle water and douse fire which is wide spread and in remote areas. Drones can be used to drop food packets and drinking water to people trapped in areas ravaged by floods.

3.11 AI IN CYBERSECURITY

AI autonomously scans networks for cyber-attacks and threats. Thus protecting the data of strategic importance and national security. AI can help automate aspects of cybersecurity by continuously monitoring and analysing network traffic. Also financial transactions carried out by workers remain safe by AI softwares. Spyware, malware and malicious files are removed 24×7 from suspicious e-mails sent to hack important portals which contain private information of citizens. Use of Artificial Narrow Intelligence (ANI) for cybersecurity is a boon. ANI models are designed to perform a single, specific task, such as identifying images, engaging in chat, or filtering emails. Examples include voice assistants, facial recognition technology, and generative AI models like Gemini and other large language models (LLMs). Despite its name, ANI does not possess reasoning or self-awareness; instead, it combines data with an algorithm to make predictions within predefined parameters. While ANI offers many benefits, it also carries risks, as poor training data can lead to biased or inaccurate outputs, which can be critical in applications like loan approvals, hiring decisions, and predictive policing. Cybercriminals can also potentially exploit ANI to create sophisticated AI-driven scams.

4. SUMMARY

Artificial Intelligence is playing a major role in transforming industries and technologies. Be it the factories, warehouse, automobiles, operating theatres or skill training, it is being used for increasing productivity, accuracy, precision and safety. AI has revolutionised safety at the workplace. It has diminished the fine line of experienced worker and novice worker. The years of experience of a seasoned worker has been translated into the data secured by data mining. The data fed into computer can do predictive modelling which can raise an alarm of a danger to a novice who is not well versed with his working conditions and environment. Thus avoiding an accident to happen.

5. CONCLUSION

The integration of Artificial Intelligence (AI) in Occupational Health and Safety (OHS) across high-risk industries like construction, mining, and oil and gas has notably enhanced risk management strategies traditionally dependent on human judgment and site accessibility. Key AI technologies applied include computer vision for real-time monitoring of worksites, sensor networks for data collection, machine learning for predictive analysis, and knowledge-based systems for decision-making. These technologies streamline the identification and management of hazards from the planning stage through active operations, facilitating a more proactive approach to safety. In the construction sector, AI is integrated with building information modeling to preemptively identify risks during design and planning phases. Similarly, in mining and oil and gas, extensive sensor networks and computer vision systems offer robust frameworks for hazard detection, risk assessment, and sometimes, prediction of potential safety incidents. AI's role in personalizing training protocols also underscores its importance in enhancing worker preparedness and response strategies.[3] With a blend of technology, human intuition or oversight and artificial intelligence, workplace are becoming safer by the day.

6. FUTURE

Evolution of Artificial Intelligence to Artificial General Intelligence (AGI) and Artificial SuperIntelligence (ASI), in which the machine would be able to function in all ways superior to a human would make the workers and their workspace a safe haven.

7. REFERENCES

1. https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence.

2.https://stockwellsafety.com/how-ai-in-health-and-safety-might-affect-the-workplace/

3. The advancement of Artificial Intelligence (AI) in Occupational Health and Safety (OHS) across high-risk industries, Priyank Trivedi, Fahad M. Alqahtan, September 2024,Journal of Infrastructure Policy and Development, 8(10):6889

****

दुर्लभ मृदा तत्व और उनके अनुप्रयोग

श्याम सुंदर शर्मा[1], सविता शर्मा[2]
[1]राजकीय महिला अभियांत्रिकी महाविद्यालय, अजमेर–305002
[2]तेजा मेमोरियल शिक्षण संस्थान–रूपनगढ़, अजमेर–305814
Email : shyam@gweca.ac.in

लेखक परिचय

लेखक वर्तमान में अजमेर स्थित राजकीय महिला अभियांत्रिकी महाविद्यालय में भौतिकी विभाग में वरिष्ठ प्राध्यापक हैं। उन्होंने राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर से ऑर्गेनिक सोलर सेल के क्षेत्र में पीएच.डी. की उपाधि प्राप्त की है। अंतर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं और अंतर्राष्ट्रीय एवं राष्ट्रीय सम्मेलनों की संगोष्ठियो में उनके 90 से अधिक शोध प्रकाशन प्रकाशित हो चुके हैं। विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार द्वारा लेखक को युवा वैज्ञानिक परियोजना पुरस्कार से भी सम्मानित किया जा चुका है।

लेखिका वर्तमान में तेजा मेमोरियल शिक्षण संस्थान–रूपनगढ़, अजमेर में प्राचार्य के रूप में कार्यरत हैं। उन्होंने विज्ञान शिक्षण रणनीतियों के क्षेत्र में वनस्थली विद्यापीठ से पीएचडी की उपाधि प्राप्त की। वह पिछले 15 वर्षों से शिक्षण पेशे से जुड़ी हैं।

1. परिचय

दुर्लभ मृदा तत्व या रेयर अर्थ मटेरियल्स (Rare Earth Materials) आधुनिक विज्ञान और तकनीक की दुनिया में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये तत्व आवर्त सारणी के लैंथेनाइड श्रेणी (Lanthanide Series) के 15 तत्वों (57 से 71) के साथ–साथ स्कैन्डियम (Sc) और यिट्रियम (Y) को मिलाकर कुल 17 तत्वों का समूह हैं। ये आम तौर पर भू–पृष्ठ के भीतर खनिज अयस्कों में पाए जाते हैं।

रेयर अर्थ तत्वों की रासायनिक संरचना लगभग समान होती है, लेकिन भौतिक गुणों में थोड़ा–थोड़ा अंतर उन्हें विशिष्ट बनाता है। इनके विशेष चुंबकीय (Magnetic), प्रकाशीय (Optical) और वैद्युतिक (Electrical) गुणों के कारण ये तत्व आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक्स, ऊर्जा, रक्षा, चिकित्सा और अंतरिक्ष तकनीक में अत्यावश्यक हो गए हैं।

2. दुर्लभ मृदा तत्वों की खोज व इतिहास

इन तत्वों की शुरुआती खोज 18वीं सदी में स्वीडन के येट्टरबी क्षेत्र में गैडोलिनाइट खनिज से हुई थी। कई तत्वों के नाम भी इसी क्षेत्र के नाम पर ही रखे गए हैं। इनका नाम "दुर्लभ" इसलिए रखा गया क्योंकि इन्हें पृथ्वी की परत में यद्यपि पर्याप्त मात्रा में पाया जाता है, (उदाहरणस्वरूप सिरियम पृथ्वी का 25वाँ सबसे अधिक पाया जाने वाला तत्व है।) लेकिन वितरित अवस्था में होने के कारण इन्हें शुद्ध रूप में निकालना और अलग करना अत्यंत कठिन और जटिल प्रक्रिया है। ये अक्सर अन्य खनिजों के साथ मिश्रित अवस्था में मिलते हैं, जिससे इनका निष्कर्षण (Extraction) महंगा और समय–साध्य हो जाता है।

3. प्रमुख भौतिक एवं रासायनिक गुण

* ये चाँदी जैसे रंग की चमकीली धातुएं, लेकिन हवा में जल्दी धूमिल (ऑक्सीकरण) होती धातुएं हैं।
* इनमें उच्च विद्युत चालकता होती है और चुंबकीय, विद्युत तथा प्रकाशीय गुणों में विशिष्टता पाई जाती है।
* इनकी संरचना और घुलनशीलता में बहुत सूक्ष्म अंतर होता है, जिससे इन्हें अलग करना मुश्किल होता है।

इनके विशेष गुणों के कारण आधुनिक विज्ञान में इनकी बहुत उपयोगिता है।

4. दुर्लभ मृदा तत्वों का पृथक्करण

खनिजों से इनका पृथक्करण शुद्ध रूप में करना अत्यंत कठिन होता है। इन्हें शुद्ध रूप में प्राप्त करने के लिए खनिजों को पीसकर अम्ल व अन्य रासायनिक विधियों से व्यवहारित किया जाता है। कई बार ये द्विगुण लवण के रूप में परिशिष्ट किए जाते हैं और बार–बार शोधन की प्रक्रिया दोहरानी पड़ती है जिसके चलते लागत बढ़ जाती है।

5. दुर्लभ मृदा तत्वों के प्रमुख अनुप्रयोग

इन तत्वों का इस्तेमाल उन तकनीकों व उपकरणों में किया जाता है, जो आधुनिक जीवन के हर क्षेत्र में मौजूद हैं– जैसे

(क) इलेक्ट्रॉनिक्स और सूचना तकनीक

* नियोडिमियम (Nd) और प्रेजियोडिमियम (Pr) से बने उच्च–शक्ति वाले चुंबक मोबाइल फोन, लैपटॉप, हेडफोन, हार्ड ड्राइव और माइक्रोफोन में प्रयोग होते हैं।

* यूरोपियम (Eu) और टरबियम (Tb) टीवी और कंप्यूटर स्क्रीन के रंगीन प्रदर्शन के लिए आवश्यक फॉस्फर पदार्थों में प्रयुक्त होते हैं।

* सेरियम (Ce) का ग्लास की सतह को चमकाने वाले पॉलिशिंग पाउडर में उपयोग किया जाता है।

(ख) नवीकरणीय ऊर्जा (Renewable Energy) और पर्यावरण संरक्षण

* पवन टरबाइन में उच्च शक्ति वाले स्थायी चुंबक (Nd-Fe-B) का प्रयोग होता है।

* इलेक्ट्रिक वाहन (EV) की मोटरों में नियोडिमियम और डिस्प्रोसियम के चुंबक उपयोग होते हैं।

* सेरियम ऑक्साइड (CeO_2) ऑटोमोबाइल कैटालिटिक कन्वर्टर में कार्बन मोनोऑक्साइड और नाइट्रोजन ऑक्साइड जैसी हानिकारक गैसों को कम करता है।

(ग) रक्षा और अंतरिक्ष क्षेत्र

* इट्रियम और एरबियम आधारित लेजर मिसाइल गाइडेंस सिस्टम और रेंज फाइंडर में प्रयुक्त होते हैं।

* गैडोलिनियम और होल्मियम न्यूक्लियर रिएक्टरों में नियंत्रण रॉड (Control Rods) के रूप में काम करते हैं।

* उपग्रहों, रडार और नाइट–विजन उपकरणों में भी इनका उपयोग होता है।

(घ) चिकित्सा और स्वास्थ्य क्षेत्र

* गैडोलिनियम (Gd) MRI स्कैन में कॉन्ट्रास्ट एजेंट के रूप में उपयोग होता है।

* लैंथेनम (La) हड्डी और रक्त से संबंधित दवाओं में प्रयुक्त होता है।

* थुलियम (Tm) और इटरबियम (Yb) लेजर सर्जरी तथा कैंसर उपचार में उपयोगी हैं।

(ङ) औद्योगिक और निर्माण क्षेत्र

* स्कैन्डियम (Sc) को एल्युमिनियम मिश्र धातु में मिलाकर विमान और रॉकेट संरचनाएँ बनाई जाती हैं।

* सेरियम और लैंथेनम पेट्रोलियम रिफाइनिंग में उत्प्रेरक (Catalyst) के रूप में काम करते हैं।

* इट्रियम सिरेमिक और सुपरकंडक्टर सामग्री में प्रयोग होता है, जो उच्च तापमान पर भी स्थिर रहता है।

6. वैश्विक उत्पादन और भारत की स्थिति

वर्तमान में चीन विश्व के लगभग 65–70% रेयर अर्थ तत्वों का उत्पादन करता है। इसके बाद अमेरिका, ऑस्ट्रेलिया, मलेशिया और वियतनाम का स्थान आता है। स्टेटिस्टा–2024 रिपोर्ट के अनुसार भारत के पास दुनिया के दुर्लभ मृदा तत्व (REE) भंडार का 6–8 प्रतिशत है, लेकिन वैश्विक REE खनन में इसका योगदान 1% से भी कम है। 2023 भारतीय खनिज वर्ष पुस्तिका के अनुसार भारत में केरल, ओडिशा, तमिलनाडु, आंध्र प्रदेश, राजस्थान जैसे राज्य मोनाजाइट रेत में समृद्ध हैं। दुर्लभ मृदा तत्व आमतौर पर रेडियोधर्मिता (थोरियम) से जुड़े होते हैं, जिससे निष्कर्षण लंबा, जटिल और महंगा हो जाता है। साथ ही, अनुप्रवाह प्रसंस्करण और शोधन अवसंरचना की कमी के कारण भारत को कच्चे या अर्ध–प्रसंस्कृत माल का निर्यात और मूल्यवर्धित उत्पादों का आयात करना पड़ रहा है तथा तटीय विनियमन क्षेत्र (सीआरजेड) मानदंड जैसे नियामक प्रतिबंध भी खनन गतिविधियों को सीमित करते हैं।

इंडियन रेयर अर्थ्स लिमिटेड (IREL) इनका खनन, शोधन और विपणन करती है, लेकिन भारत में ज्यादातर उत्पादन अभी प्राथमिक उत्पादों तक ही सीमित है, उच्च स्तरीय प्रसंस्करण व विनिर्माण के लिए अनुसन्धान व निवेश की महत्त्वपूर्ण आवश्यकता है। 17 दुर्लभ मृदा तत्व हैं, जिनमें से भारत लगभग आठ REE का उत्पादन करता है, जिनमें लैंथेनम, सेरियम, प्रेजोडियम, नियोडिमियम, गैडोलीनियम, डिस्प्रोसियम, यिट्रियम और समैरियम शामिल हैं।

7. भविष्य की संभावनाएँ और निष्कर्ष

दुर्लभ मृदा तत्व आधुनिक युग की तकनीकी प्रगति के "अदृश्य स्तंभ" हैं। ये ऊर्जा दक्षता, संचार, रक्षा, चिकित्सा और अंतरिक्ष तकनीक हर क्षेत्र में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं। भविष्य में इनकी माँग इलेक्ट्रिक वाहनों, ग्रीन एनर्जी और स्मार्ट डिवाइसों के प्रसार के साथ और बढ़ेगी। भारत के लिए यह अवसर है कि वे स्थायी खनन तकनीक, अनुसंधान और घरेलू विनिर्माण के माध्यम से इस क्षेत्र में आत्मनिर्भर बनें। दुर्लभ मृदा तत्व हमें न केवल तकनीकी रूप से सशक्त बनाते हैं, बल्कि सतत विकास और ऊर्जा सुरक्षा की दिशा में आगे बढ़ने का मार्ग भी प्रशस्त करते हैं।

संदर्भ

* T. Dutta et al. (2016). "Global demand for rare earth resources and strategies for green mining." Environmental Research, 150, 182–190.

* M Dave, S Kumar, B Dalela, PA Alvi, SS Sharma, DM Phase, M Gupta, Shalendra Kumar, S Dalela (2020), Interplay of structural, optical, and magnetic properties of Ce1-xNdxO2-δ nanoparticles with electronic structure probed using X-ray absorption spectroscopy, Vacuum 180, 109537.

* V. Balaram (2019). "Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact." Geoscience Frontiers, 10(4), 1285–1306.

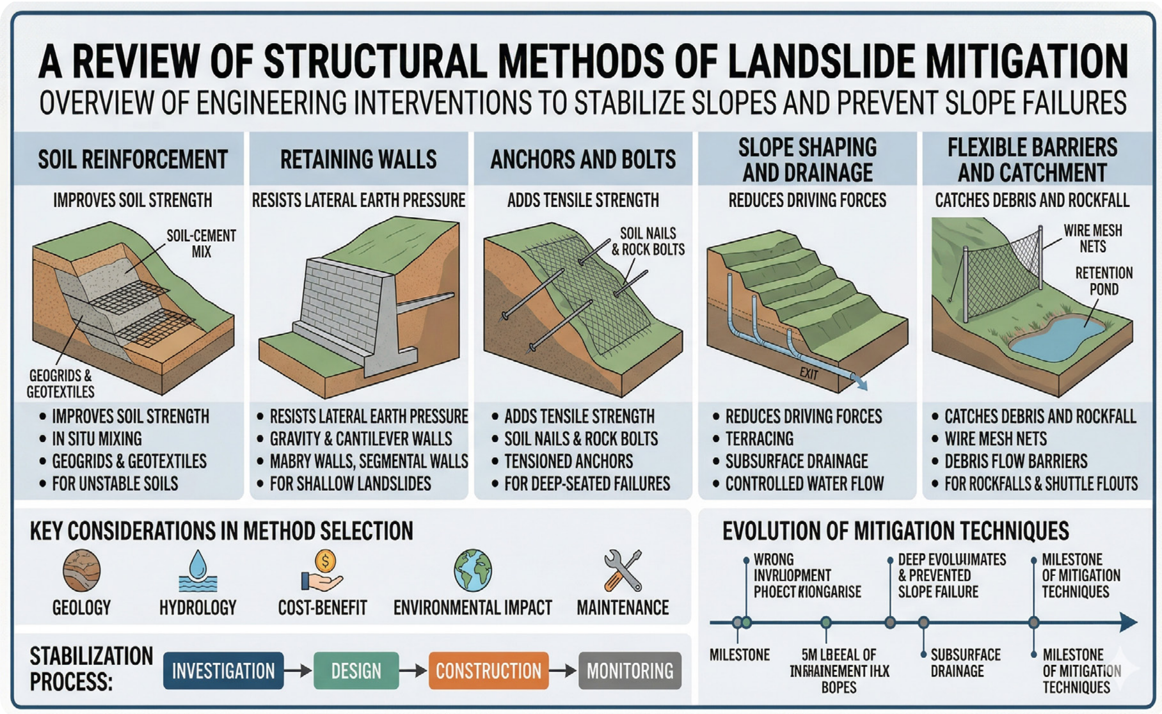
* S Soni, M Dave, B Dalela, PA Alvi, S Kumar, SS Sharma, DM Phase, M Gupta, S Dalela (2020) Effect of defects and oxygen vacancies on the RTFM properties of pure and Gd-doped CeO2 nanomaterials through soft XAS, Applied Physics A 126 (8), 585.

* IREL (India) Limited. "Corporate Research & Development (R&D) Policy." IREL's R&D policy document outlines value addition, development of processes for rare earth purification, smart materials, and strategic applications for defence and nuclear sectors.

* SS Sharma, K Sharma, J Sahu, J Ray, SK Gupta, S Dalela (2023), Role of rare-earth oxides, conjugated with TiO_2, in the enhancement of power conversion efficiency of dye sensitized solar cells (DSSCs), Environmental Science and Pollution Research 30, 98760–98772.

* ACS Publications (2024). "Rare Earth Interface Structure Materials: Synthesis, Interface, and Energy Applications." Accounts of Chemical Research, 57(5), 723-735.

****



Ankit Varshney
Assistant Professor, Department of Civil Engineering,
Teerthanker Mahaveer University, Moradabad
Email: ankitcivil.engineering@tmu.ac.in

AUTHOR'S INTRODUCTION

The author is a dedicated teaching professional with a B.Tech and M.Tech in Civil Engineering, alongside an MBA in Marketing. For over 14 years, he has been teaching B.Tech, M.Tech & Architecture courses, guiding students at the intersection of design and engineering. His specialization in transportation planning and management, coupled with a focus on RCC, transportation engineering, public health, and environmental engineering management,shapes his pedagogical approach. He has published numerous papers in national/international journals and conferences.

ABSTRACT

Landslides are among the most damaging geohazards worldwide, causing significant loss of life, infrastructure damage, and environmental degradation, particularly in mountainous and rapidly urbanizing regions. Structural (engineering) methods play a critical role in reducing landslide risk by directly enhancing slope stability and controlling triggering factors such as excess pore water pressure and inadequate shear resistance. This review paper synthesizes the fundamental principles, design approaches, applicability conditions, advantages, and limitations of major structural mitigation techniques used in landslide-prone areas. The study systematically examines geometric slope modification, drainage control systems, retaining structures, reinforcement techniques (including soil nailing, rock bolts, and ground anchors), rockfall protection measures, grouting and soil improvement methods, and bioengineering-based structural stabilization. A comparative evaluation is presented to highlight the effectiveness of each method under varying geological, hydrological, and topographic conditions. The review emphasizes that drainage control is often the most cost-effective and essential first step in rainfall-induced landslides, while reinforcement and retaining systems are particularly suitable for space-constrained and infrastructure-critical settings.

Deep-seated failures frequently require anchoring or ground improvement techniques, whereas bioengineering approaches are effective for shallow instability and erosion control. The paper further discusses the importance of integrated design, site-specific investigation, and stability analysis in selecting appropriate mitigation strategies. It underscores that no single structural method is universally applicable and that combined approaches tailored to local conditions generally provide the most reliable and sustainable solutions. By consolidating current knowledge and practical considerations, this review aims to support engineers, researchers, and planners in developing resilient, cost-effective, and environmentally responsible landslide stabilization strategies.

Keywords: landslide mitigation, slope stability, engineering measures, slope modification

1. INTRODUCTION

Landslides are among the most widespread and destructive geohazards, posing significant risks to human life, infrastructure, and the environment worldwide [1-3]. Triggered by natural factors such as intense rainfall, earthquakes, volcanic activity, and weathering, as well as by anthropogenic influences including deforestation, slope cutting, mining, and unplanned urbanization, landslides frequently result in substantial socio-economic losses [4]. Mountainous and hilly regions in particular—such as the Nepal Himalayas, the India Western Ghats, and the Japan archipelago—experience recurrent slope failures that disrupt transportation networks, damage settlements, and hinder sustainable development [5].

In recent decades, the increasing frequency and intensity of extreme weather events, often associated with climate variability and change, have exacerbated slope instability in many parts of the world [6]. Rapid population growth and infrastructure expansion into marginal and hazard-prone lands further amplify landslide vulnerability [6].
Consequently, effective landslide mitigation has become a critical component of disaster risk reduction and resilient infrastructure planning [7].

Landslide mitigation encompasses a broad spectrum of strategies aimed at reducing the likelihood of slope failure and minimizing its impacts [8]. These strategies can be broadly categorized into structural and non-structural measures. Structural approaches include engineering interventions such as retaining walls, rock bolts, soil nailing, ground anchors, drainage systems, and bioengineering techniques designed to enhance slope stability[9]. Non-structural measures involve land-use planning, hazard zonation, early warning systems, monitoring technologies, and community-based risk management. Advances in geotechnical engineering, remote sensing, geographic information systems (GIS), and numerical modeling have significantly improved the design and implementation of both categories of mitigation measures [10-11].

Despite substantial progress, challenges remain in selecting appropriate mitigation techniques for diverse geological, hydrological, and socio-economic contexts. Site-specific conditions, cost constraints, environmental considerations, and long-term maintenance requirements must be carefully evaluated to ensure sustainable solutions. Furthermore, integrated approaches that combine engineering measures with ecosystem-based and policy-driven strategies are increasingly recognized as essential for long-term risk reduction.

This review paper aims to synthesize existing knowledge on structural (engineering) methods of landslide mitigation, critically examine their principles, advantages, and limitations, and highlight emerging trends and research gaps. By providing a

comprehensive overview of current practices and innovations, the paper seeks to support researchers, engineers, planners, and policymakers in developing effective, context-sensitive strategies for landslide risk management.

2. STRUCTURAL (ENGINEERING) METHODS OF LANDSLIDE MITIGATION

Over the years, researchers and engineers have developed various approaches to reduce landslide susceptibility and associated hazards. These approaches range from direct engineering interventions to policy-based and ecosystem-oriented strategies. A systematic classification of these structural mitigation methods is given as follows:

- Geometric Modification of Slopes
- Drainage Control
- Retaining Structures
- Reinforcement Techniques
- Rockfall Protection Measures
- Grouting and Soil Improvement
- Bioengineering and Vegetative Measures

3. DETAILS OF STRUCTURAL (ENGINEERING) METHODS

Structural or engineering methods of landslide mitigation involve direct physical intervention to stabilize slopes, reduce driving forces, increase resisting forces, or protect infrastructure from damage. These measures are designed based on detailed geotechnical investigations, slope stability analysis, hydrological assessment, and an understanding of failure mechanisms [12]. Unlike non-structural approaches, structural methods actively modify slope geometry, soil properties, drainage conditions, or support systems to enhance overall stability. Their selection depends on landslide type (rotational, translational, debris flow, or rockfall), soil and rock characteristics, groundwater conditions, slope angle, and economic feasibility. Figure 1 illustrates the classification of structural (engineering) methods of landslide mitigation.

- One of the most fundamental structural approaches is geometric modification of slopes. Since slope angle directly influences shear stress and Factor of Safety, reducing the inclination of a slope significantly decreases the driving forces responsible for failure. This method includes slope flattening, trimming over-steepened cuts, and benching or terracing. Benching divides a long slope into a series of smaller steps, which reduces runoff velocity, minimizes erosion, and interrupts potential failure planes. In some cases, removal of unstable or highly weathered material from the crest of the slope reduces surcharge load and enhances stability. Geometric modification is often cost-effective for soil slopes but may be limited in rocky or space-constrained areas such as highways and urban environments [13].

- Drainage control is widely regarded as the most effective and economical structural mitigation technique because water plays a critical role in slope instability. Increased pore water pressure reduces effective stress and shear strength, thereby lowering the Factor of Safety. Structural drainage systems aim to prevent water infiltration and remove excess groundwater [14]. Surface drainage measures include catch drains, interceptor drains, diversion channels, and lined ditches that redirect runoff away from vulnerable slopes. Subsurface drainage systems such as horizontal drains, perforated pipes, French drains, and drainage galleries are installed to lower the groundwater table and relieve pore pressure. Toe drains are commonly constructed at the base of slopes to prevent water accumulation. Proper maintenance of drainage systems is essential, as clogging or blockages can quickly negate their effectiveness [15].

- Another major category of structural methods involves retaining structures, which provide lateral support to unstable soil or rock masses. Gravity retaining walls rely on their own weight to resist earth pressure, while reinforced concrete cantilever walls use structural elements to counteract lateral forces more efficiently. Gabion walls, constructed from wire mesh baskets filled with stones, are flexible and permeable, making them suitable for areas with moderate drainage requirements. Crib walls consist of interlocking structural members filled with granular material, offering both support and drainage. Mechanically

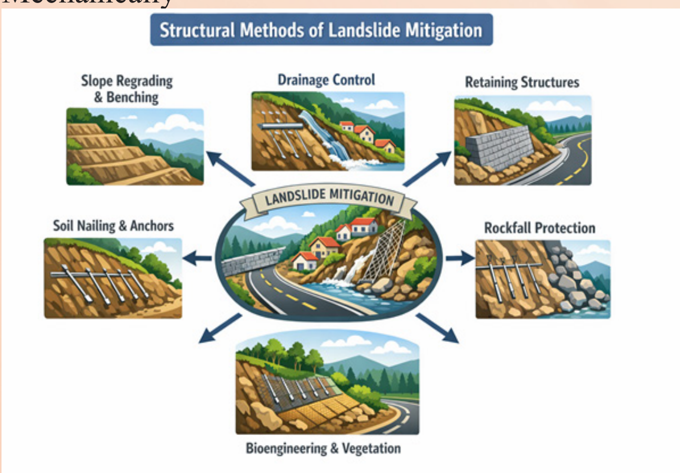


Figure 1: Structural Methods

- Reinforcement techniques are used to increase the shear strength of soil and rock masses by

introducing tensile elements. Soil nailing is a widely adopted method in which steel bars (nails) are inserted into pre-drilled holes and grouted in place to reinforce soil slopes. A facing system, typically shotcrete, is applied to protect the slope surface. Soil nailing improves overall slope stability by creating a reinforced soil mass that behaves as a coherent structure [13]. Rock bolts and anchors are used in rock slopes to stabilize fractured or jointed rock masses by binding unstable blocks to more competent strata. Ground anchors, often prestressed, provide additional resistance against sliding forces. Geosynthetics such as geotextiles and geogrids are also used to reinforce soil layers, distribute loads, and improve tensile strength. These reinforcement techniques are particularly effective in steep slopes where large-scale excavation is impractical.

- In areas prone to falling rocks rather than mass soil movement, rockfall protection measures are essential. These include rockfall barriers, wire mesh drapery systems, and protective fences installed along highways and railways. Scaling operations, which involve the manual or mechanical removal of loose rock fragments, help prevent sudden detachment. In high-risk zones, rock sheds or protective galleries are constructed over roads to shield vehicles from falling debris. Such measures do not necessarily stabilize the entire slope but are designed to minimize risk to life and infrastructure.

- Grouting and soil improvement techniques are employed when weak or highly permeable soils contribute to instability. Cement grouting fills voids and fractures in rock or soil, increasing strength and reducing permeability. Chemical grouting is used in finer soils where cement particles cannot penetrate. Jet grouting involves high-pressure injection of grout to create soil–cement columns that improve bearing capacity and reduce settlement. Compaction grouting densifies loose soils by injecting stiff grout to displace and compact surrounding material. Additionally, stabilization using lime or cement alters the physicochemical properties of clayey soils, reducing plasticity and enhancing shear strength. These methods are often applied in foundation stabilization and deep-seated landslides.

- Bioengineering measures, though sometimes classified as nature-based solutions, are also considered structural when integrated with engineering design. Vegetative stabilization involves planting deep-rooted species that reinforce the soil matrix through root networks thereby increasing shear strength and reducing erosion. Techniques such as live staking, brush layering, and the use of erosion control blankets protect the slope surface from erosion while enhancing infiltration control. Although vegetation alone may not stabilize large or deep-seated landslides, it is highly effective in controlling shallow failures and surface erosion when combined with drainage and mechanical reinforcement [15-16].

- In practice, structural methods are rarely applied in isolation. Engineers often adopt a combination of measures tailored to site-specific conditions. For example, drainage systems may be installed alongside soil nailing, or retaining walls may be supported by ground anchors and reinforced backfill. The design process typically involves stability analysis using limit equilibrium or numerical modeling methods to ensure an adequate Factor of Safety under both static and dynamic conditions.

- While structural methods provide immediate and measurable improvements in slope stability, they also have limitations. High construction costs, environmental disturbance, and long-term maintenance requirements must be considered. Moreover, improper design or inadequate drainage can lead to structural failure. Therefore, structural mitigation should be supported by detailed site investigation, monitoring, and integration with non-structural strategies such as land-use planning and early warning systems. Overall, structural (engineering) methods form the backbone of landslide mitigation efforts, particularly in infrastructure corridors and densely populated areas. When carefully designed and combined with sustainable management practices, they significantly reduce landslide risk and contribute to resilient slope development.

4. SUITABILITY OF STRUCTURAL ENGINEERING METHODS

4.1. Geometric modification of slopes is most suitable where sufficient land is available to reduce the slope angle safely. This method is particularly effective for soil slopes or highly weathered rock slopes where instability is primarily caused by over-steepening. It is commonly applied in rural or less developed hilly terrains, embankments, and open excavation sites. When the failure surface is shallow and the Factor of Safety can be improved by decreasing the driving forces, slope flattening or benching becomes an economical and practical solution. However, in densely populated or infrastructure-constrained areas, this method may not be feasible due to space limitations [17].

4.2. Drainage control measures are best suited for slopes where water plays a dominant role in triggering instability. In regions experiencing intense or prolonged rainfall, pore water pressure often increases within the soil mass, reducing effective stress and shear strength. In such conditions, surface and subsurface drainage systems are highly effective. These measures are particularly appropriate for clay-rich soils, areas with visible seepage, and slopes showing seasonal movement. Drainage is often the first mitigation strategy implemented because it directly addresses one of the primary causes of landslides—excess groundwater pressure—and can significantly improve stability without major structural intervention [18].

4.3. Retaining structures are most appropriate when lateral support is required at the toe of a slope, especially where infrastructure such as roads, buildings, or railways must be protected. They are commonly used in urban areas or highway cut slope sections where space is limited and slope flattening is not possible. Retaining walls perform well when the foundation soil is strong enough to bear structural loads and when the height of the slope is moderate. These structures are particularly suitable for stabilizing localized failures or preventing further movement of a marginally stable slope [19]. However, they must be carefully designed to ensure proper drainage behind the wall to prevent hydrostatic pressure buildup.

4.4. Reinforcement techniques, such as soil nailing, rock bolts, and ground anchors, are best suited for steep slopes where excavation or regrading is impractical. These methods are ideal when failure planes extend to moderate or greater depths and additional shear resistance is required. Reinforcement is especially effective in fractured rock masses or compacted soil slopes where tensile elements can enhance overall stability. They are-widely used along transportation corridors in mountainous terrain, where maintaining slope geometry is essential [20]. These techniques are also suitable when minimal surface disturbance is desired, as they allow in-situ strengthening of the existing slope material.

4.5. Rockfall protection measures are specifically suitable in areas where the hazard consists of falling rock fragments rather than large-scale soil mass movement. These conditions are common in steep, near-vertical rock slopes with jointed or weathered rock formations. Rockfall barriers, wire mesh systems, and protective galleries are particularly appropriate along highways and railways passing beneath rocky cliffs [21]. These measures are intended to protect infrastructure and human life rather than stabilize deep-seated slope failures. Therefore, they are most effective in localized rockfall-prone zones.

4.6. Grouting and soil improvement methods are appropriate when instability is linked to weak, loose, or highly permeable subsurface materials. These methods are particularly suitable for deep-seated landslides where failure surfaces extend below the reach of surface reinforcement techniques. Grouting is effective in filling voids, strengthening fractured rock, and reducing water permeability. Soil stabilization with lime or cement is suitable for clay-rich soils with low shear strength and high plasticity [22]. Due to higher costs, these techniques are typically reserved for critical infrastructure projects or locations where other stabilization measures are insufficient.

4.7. Bioengineering methods are most suitable for shallow slope instability, surface erosion, and environmentally sensitive areas. These methods work best on moderately steep slopes where vegetation can establish and root systems can reinforce the soil matrix.

They are particularly effective in regions experiencing surface runoff erosion or minor shallow slides. Bioengineering is also appropriate when sustainable and eco-friendly solutions are preferred. However, it is not adequate for deep-seated or highly active landslides unless combined with mechanical stabilization measures [23]. In practical applications, the suitability of each structural method depends on site-specific geological conditions, groundwater behavior, slope geometry, and socio-economic considerations. Often, combining drainage with reinforcement or retaining structures provides a more reliable and long-term stabilization solution.

5. CONCLUSIONS

Structural (engineering) methods play a central role in landslide mitigation by directly

modifying slope geometry, improving material strength, controlling groundwater conditions, and providing mechanical support to unstable masses. These techniques are designed to either reduce the driving forces responsible for slope failure or increase the resisting forces that maintain stability. Their effectiveness largely depends on a clear understanding of site-specific geological, geotechnical, and hydrological conditions, as well as the type and depth of the potential failure mechanism. Among the various methods, drainage control is often the most fundamental and cost-effective solution, particularly in rainfall-induced landslides where elevated pore water pressure is the primary triggering factor. Geometric modification is suitable where land availability allows slope flattening, while retaining structures and reinforcement techniques are preferred in space-constrained or infrastructure-critical areas. Rockfall protection measures are essential in steep rocky terrains, and grouting or soil improvement techniques are reserved for deep-seated failures or weak foundation conditions. Bioengineering methods provide sustainable stabilization for shallow slopes and erosion-prone areas. No single structural method is universally applicable to all landslide scenarios. Each technique has specific advantages, limitations, and suitability conditions. Therefore, successful landslide mitigation typically requires a combination of structural measures tailored to the local environment. Careful design, proper construction practices, and long-term maintenance are equally important to ensure durability and sustained performance. In conclusion, structural engineering methods form the backbone of practical landslide stabilization efforts. When selected and implemented appropriately and integrated with non-structural strategies such as monitoring and land-use planning, they significantly reduce landslide risk and enhance the safety and resilience of infrastructure and communities in vulnerable regions.

REFERENCES

1. Panchal, S., & Srivastava, A. Kr. (2025). Integrating the Analytic Hierarchy Process (AHP) With GIS for Evaluating the Soil Erosion Susceptibility: A Case Study of Alwar, Rajasthan, India. Geological Journal. https://doi.org/10.1002/gj.70070

2. Kumar, G., Badsiwal, I., Kumar, H., Srivastava, A. K., & Panchal, S. (2025). AHP-based landslide susceptibility assessment along National Highway 7 (651.000 KM to 731.000 KM) in India. Proceedings of the Indian National Science Academy. https://doi.org/10.1007/s43538-025-00519-7

3. Popescu, M.E., Sasahara, K. (2009). Engineering Measures for Landslide Disaster Mitigation. In: Sassa, K., Canuti, P. (eds) Landslides – Disaster Risk Reduction. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69970-5_32

4, Rajkhowa, R., Pathak, B., Biswas, T. (2024). Review of Structural Mitigation Techniques for Landslide Risk Reduction: To Find Insights for Arunachal Pradesh. In: Chatterjee, U., Lalmalsawmzauva, K., Biswas, B., Pal, S.C. (eds) Landslides in the Himalayan Region. Disaster Risk Reduction. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4680-4_20

5. Panchal, S., & Srivastava, A. Kr. (2025). GIS-Based Landslide Susceptibility Mapping of Almora District in India: A Comparison of Different Techniques. Geological Journal. https://doi.org/10.1002/gj.70002

6. Kuchampudi, S. V., Panchal, S., Naveen, S., Suresh, V., P., S., Abdulrahman, I. S., Salman, H. M., Singh, P., & S., P. (2024). Analysis of sustainable groundwater management policies for urban development. Environmental Quality Management, 33(4), 389–399. https://doi.org/10.1002/tqem.22090

7. Panchal, S., & Shrivastava, A. K. (2023). Debris failure susceptibility mapping using information value method. Sādhanā, 48(3), 119. https://doi.org/10.1007/s12046-023-02167-3

8. Igwe, O. (2017). Geomorphologic and Structural Controls on Landslide Types in Nigeria. In: Mikoš, M., Casagli, N., Yin, Y., Sassa, K. (eds) Advancing Culture of Living with Landslides. WLF 2017. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-53485-5_30

9. Panchal, S., & Shrivastava, A. Kr. (2022). Landslide hazard assessment using analytic hierarchy process (AHP): A case study of National Highway 5 in India. Ain Shams Engineering Journal, 13(3), 101626. https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.10.021

10. Panchal, S., & Srivastava, A. Kr. (2022). Expert-based landslide susceptibility mapping for energy infrastructure planning. Journal of Information and Optimization Sciences, 43(3), 635–641. https://doi.org/10.1080/02522667.2022.2054999.

11. Panchal, S., & Shrivastava, A. K. (2021). A Comparative Study of Frequency Ratio, Shannon's Entropy and Analytic Hierarchy Process (AHP) Models for Landslide Susceptibility Assessment. ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(9). https://doi.org/10.3390/ijgi10090603

12. Hilbert, F. (1981). Methods for the Stabilization of Landslides. In: Landslides and Their Stabilization. Springer, Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-7604-7_6

13. Panchal, S., & Shrivastava, A. K. (2020). Application of analytic hierarchy process in landslide susceptibility mapping at regional scale in GIS environment. Journal of Statistics and Management Systems, 23(2), 199–206. https://doi.org/10.1080/09720510.2020.1724620

14. Hamza, A., Talha, M., Shah, A. et al. Advanced structural interventions for slope stabilization and disaster resilience. Discov Geosci 3, 138 (2025). https://doi.org/10.1007/s44288-025-00199-2

15. Panchal, S., & Shrivastava, A. Kr. (2020). Landslide Susceptibility Mapping Along Highway Corridors in GIS Environment. In Smart Cities—Opportunities and Challenges Select Proceedings of ICSC 2019 (pp. 79–89). https://doi.org/10.1007/978-981-15-2545-2_8

16. Kumar, Y., Panchal, S., Ashish, A., & Singh, B. P. (2017). Feasibility Study of Railway Line in Hilly Region using GIS. International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE), 13(08), 183–191. https://doi.org/10.3991/ijoe.v13i08.7186

17. Di Perna, A., Cuomo, S., Martinelli, M. (2023). Modelling of Landslide-Structure Interaction (LSI) Through Material Point Method (MPM). In: Alcántara-Ayala, I., et al. Progress in Landslide Research and Technology, Volume 2 Issue 1, 2023. Progress in Landslide Research and Technology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39012-8_6

18. Panchal, S., Mohsin Khan, Md., & Sharma, A. (2017). Stabilization of soil using bio-enzyme. International Journal of Civil Engineering and Technology, 8(1).

19. Panchal, S., & Debbarma, A. (2017). Rail-Route Planning Using a Geographical Information System (GIS).Engineering,Technology&AppliedScienceResearch,7(5),2010–2013.https://doi.org/10.48084/etasr.1329

20. Iovine, G., Cohen, D. Advanced methods in landslide modelling. Nat Hazards 73, 1–4 (2014). https://doi.org/10.1007/s11069-014-1320-3

21. Preti, F., Milanese, C. (2007). Monitoring ground bio-engineering stabilization of landslides in Lazio Region, Italy. In: STOKES, A., SPANOS, I., NORRIS, J.E., CAMMERAAT, E. (eds) Eco-and Ground Bio-Engineering: The Use of Vegetation to Improve Slope Stability. Developments in Plant and Soil Sciences, vol 103. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5593-5_22

22. Lammeranner, W., Rauch, H.P., Laaha, G. (2007). Implementation and monitoring of soil bioengineering measures at a landslide in the Middle Mountains of Nepal. In: STOKES, A., SPANOS, I., NORRIS, J.E., CAMMERAAT, E. (eds) Eco-and Ground Bio-Engineering: The Use of Vegetation to Improve Slope Stability. Developments in Plant and Soil Sciences, vol 103. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5593-5_30

23. Hostettler, S., Jöhr, A., Montes, C. et al. Community-based landslide risk reduction: a review of a Red Cross soil bioengineering for resilience program in Honduras. Landslides 16, 1779–1791 (2019). https://doi.org/10.1007/s10346-019-01161-3

****

समकालीन हिंदी विज्ञान कथाओं में विज्ञान संचार की उपादेयता

सपना
शोधार्थी (हिंदी विभाग)
दिल्ली विश्वविद्यालय
ईमेल sapnasherawat2410@gmail.com
संपर्क 8929663720

लेखक परिचय

लेखिका दिल्ली विश्वविद्यालय में हिंदी विभाग की शोधार्थी है। इनका प्रमुख शोध क्षेत्र समकालीन हिंदी कथा साहित्य में विज्ञान संचार की उपादेयता तथा साहित्य और विज्ञान के अंतर्संबंधों का अध्ययन है। यह विज्ञान को जनसाधारण की भाषा में प्रस्तुत करने तथा हिंदी साहित्य में वैज्ञानिक दृष्टिकोण के प्रसार पर कार्यरत है।

सारांश

विज्ञान संचार और साहित्य का संबंध प्राचीन काल से रहा है। विज्ञान संचार आज के समय की महत्वपूर्ण आवश्यकता है जो समाज में वैज्ञानिक सोच, जिज्ञासा, तर्कशीलता का विकास करनें में अहम् भूमिका निभाता है। हिंदी साहित्य में विज्ञान कथाएँ विज्ञान संचार का एक सशक्त माध्यम बनकर उभरी है। समकालान हिंदी विज्ञान कथाओं ने जटिल वैज्ञानिक अवधारणाओं को सरल, रोचक व प्रभावशाली शैली में प्रस्तुत कर आम जनमानस को विज्ञान के प्रति जागरूक करने का कार्य किया है। विज्ञान कथाएँ न केवल मनोरंजन का साधन हैं बल्कि विज्ञान संचार का प्रभावी माध्यम भी सिद्ध हुई हैं। विज्ञान कथाओं की सरल, सहज और रोचक भाषा शैली ही आम जनता के मनोविनोद के साथ उन्हें जागरूक करने में सक्षम है। प्रस्तुत लेख में समकालीन हिंदी विज्ञान कथाओं में विज्ञान संचार की उपादेयता का विवेचन करते हुए उनके स्वरूप, लेखन, विषयवस्तु, शैक्षिक महत्व और सामाजिक प्रभाव का विश्लेषण किया गया है।

विशेष शब्द

विज्ञान संचार, विज्ञान कथा, वैज्ञानिक दृष्टिकोण, समकालीन साहित्य, विज्ञान लेखन, समाज जागरूकता, शैक्षिक उपयोगिता।

प्रस्तावना

विज्ञान संचार का तात्पर्य वैज्ञानिक जानकारियों, अविष्कारों, सिद्धांतों और नवीन शोधों को समाज के विभिन्न वर्गों तक पहुँचाने की प्रक्रिया से है। इसका उद्देश्य न केवल वैज्ञानिक जागरूकता फैलाना है बल्कि समाज में वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास करना है। भारतीय साहित्य में जहाँ पुराने और धार्मिक ग्रंथों में अद्भुत वैज्ञानिक कल्पनाओं का वर्णन मिलता है, वहीं आधुनिक काल में वैज्ञानिक कथाओं ने एक सशक्त विद्या के रूप में अपनी पहचान बनाई है। "यह शिक्षित प्रबुद्ध वर्ग का प्रयास है कि अर्धशिक्षित, अशिक्षित तथा कम प्रबुद्ध जनों को भी नए विकासों तथा अनुसंधानों की जानकारी उपलब्ध हो सके। विज्ञान संचार कोई नई विद्या नही है अपितु ऐतिहासिक रूप से यह किसी न किसी रूप में प्रचलित है"[1]

आधुनिक युग में 20 वीं सदी के उत्तरार्ध से विज्ञान कथाओं ने हिंदी साहित्य में सशक्त विधा का रूप लिया। विज्ञान कथाएँ न केवल कल्पना को आधार बनाती हैं बल्कि ये कथाएँ समाज में वैज्ञानिक सोच, तर्क और अनुसंधान की प्रवृत्ति के विकास में भी सहायक सिद्ध हुई हैं। आज के सूचना युग में विज्ञान संचार का महत्व और भी अधिक बढ़ गया है क्योंकि तकनीक, स्वास्थ्य, पर्यावरण और अंतरिक्ष विज्ञान जैसे क्षेत्रों में निरंतर प्रगति हो रही है। यदि आम जनता तक इन जानकारियों को सरल, सहज और रोचक तरीके से पहुँचाया जाए तो समाज का समग्र विकास सुगम व संभव है। देवेंद्र मेवाड़ी की रचनाओं में पर्यावरण संरक्षण की गहरी चेतना दिखाई देती है। वे अपने लेखन के माध्यम से वन, जल, वायु और जैव विविधता के संरक्षण का संदेश देते हैं। उनकी विज्ञान कथाएँ प्राकृतिक संसाधनों के अंधाधुन दोहन के खतरों को उजागर करती हैं। "तुम्हें लौटकर अपने ग्रह के लोगों को बताना चाहिए कि पेड–पौधे उनकी साँसों के कारखाने हैं अगर वे नष्ट हो गए तो पृथ्वी पर जीवों के लिए जीना दुभर हो जाएगा"[2] मेवाड़ी जी का मानना है कि प्रकृति और विज्ञान का संतुलन बनाए बिना मानव सभ्यता का भविष्य सुरक्षित नहीं रह सकता।

उन्होंने अपनी रचनाओं में पर्यावरणीय संकटों और उनके वैज्ञानिक समाधानों को सरल और प्रभावशाली भाषा में प्रस्तुत किया हैं।

विज्ञान संचारक ऐसी भूमिका अदा कर सकते हैं जो न तो पत्रकार कर सकते हैं और न ही वैज्ञानिक। विज्ञान संचारक दो समुदायों के बीच एक सेतु के रूप में काम करता है, वह जिस समाज में रहता है, उसकी दशा में सुधार के लिए किए जाने वाले नूतन प्रयासों को प्रेरित करने का कार्य करता है। विज्ञान संचारक का मुख्य काम जनता को यह मनाने के लिए सहमत करना है कि विज्ञान उसके सांस्कृतिक परिवेश का हिस्सा है।[3]

संचारकों का समूह विविध व्यक्ति एवं पेशेवरों को सम्मिलित करता है– जिनमें वैज्ञानिक विशेषज्ञ, स्वास्थ्य एवं चिकित्सा क्षेत्र के अधिकारी, विज्ञान पत्रकार, कला एवं अभिव्यक्ति के माध्यम से विज्ञान प्रस्तुत करने वाले कलाकार, प्राकृतिक विज्ञान विशेषज्ञ, नीति निर्धारकों के वैज्ञानिक परामर्शदाता तथा वे समस्त व्यक्ति शामिल हैं जो किसी भी रूप में विज्ञान संबंधी विषयवस्तु को जनमानस तक पहुचाँने का कार्य करते हैं। यह संचारक अक्सर अपने दर्शक, श्रोताओं और अध्येताओं की अभिरुचि, जीवन मूल्य के अनुरूप संवाद स्थापित करने के लिए हास्य, आध्यात्मिक शैली, उपमा और रूपकों जैसी मनोरंजन व प्रभावशाली संप्रेषण विधाओं का सहारा लेते हैं। विज्ञान कथा की अपनी एक अलग भाषा होती है जिसे आम व्यक्ति समझने में असमर्थ है। इसीलिए संचारक जनमानस तक सूचनाओं को प्रसारित करने के लिए संकेतों, प्रतीक माध्यमों के प्रयोग द्वारा सूचना को जनता तक पहुँचाते हैं।

हिंदी में विज्ञान कथाओं की शुरुआत 20वीं सदी के आरंभ में हुई। यद्पि विश्व साहित्य में हर्बर्ट जॉज वेल्स, जूल्स वर्ने जैसे लेखकों ने विज्ञान कथा साहित्य को विधा के रूप में स्थापित कर दिया किंतु भारतीय हिंदी विज्ञान कथाओं ने 1970 के दशक के बाद से ही इस विधा ने गति पकड़ी। जिनमें अरविंद मिश्र, देवेंद्र मेवाड़ी, राजीव रंजन उपाध्याय, हरीश गोयल जैसे लेखकों ने हिंदी विज्ञान कथाओं और नवल बिहारी मिश्रा की परंपरा को आगे बढ़ाने में महत्वपूर्ण एवं सराहनीय भूमिका अदा की और इस विधा को समृद्ध किया। इनमें न केवल अंतरिक्ष, रोबोटिक्स, बायोटेक्नोलॉजी और कृत्रिम बुद्धिमत्ता जैसे विषयों को उठाया गया है बल्कि समाज में व्याप्त अंधविश्वास, रूढ़ियों और सामाजिक समस्याओं पर भी करारा प्रहार किया गया।

आज की हिंदी विज्ञान कथाओं में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और रोबोटिक पर आधारित कथाएँ प्रौद्योगिकी की संभावनाओं और खतरों का चित्रण कर विज्ञान संचार को गति दे रही है। समकालीन विज्ञान कथाओं, सामाजिक कुरीतियों, अंधविश्वास, पर्यावरणीय समस्याओं की ओर ध्यान आकर्षित कर उनके वैज्ञानिक समाधान भी प्रस्तुत करती है। इससे समाज में सकारात्मक परिवर्तन की संभावना बढ़ती है। अंधविश्वास विज्ञान मूल रूप से हमें अंधविश्वास से दूर ले जाता है, हमें बताता है कि हमें किसी भी बात को अपनाने से पूर्व तर्क एवं प्रयोग की कसौटी पर उस बात को परखना चाहिए।[4]

समकालीन हिंदी विज्ञान कथाएँ विज्ञान संप्रेषण का प्रभावी और सशक्त साधन हैं। यह कथाएँ कठिन वैज्ञानिक सिद्धांतों को रोचक कथानक के माध्यम से प्रस्तुत करती हैं। जिससे पाठक सहज रूप से उसे समझ पाते हैं। "वैज्ञानिक खोजों की महत्ता तभी है, जब वे लोकोपयोगी सिद्ध हो सके और इसीलिए विज्ञान का लोगों तक संचार होना आवश्यक है। संचार के विभिन्न स्वरूपों के माध्यम से विज्ञान को सरल रूप में आम जनता तक आसानी से पहुँचाया जा सकता है। विज्ञान लेखन विज्ञान संचार के सभी माध्यमों का एक अनिवार्य कारक है।"[5] ये कथाएँ आम जन में वैज्ञानिक जागरूकता और व्यावहारिक समझ विकसित कर लोकहित को साधने का कार्य करती हैं।

इसलिए विज्ञान संचार को विज्ञान कथाओं में रोचक शैली में प्रस्तुत किया जाता है। यदि किसी कथा में टाइम मशीन का वर्णन किया जाए तो पाठक समय यात्रा की अवधारणा को कहानी के माध्यम से सरलता से समझ सकता है। विज्ञान–कथा में अंतरिक्ष की यात्रा और मानव के अन्य ग्रहों पर जाने की कल्पना की गई थी, जो अब वास्तविकता है और विज्ञान–कथा में AI की अवधारणा पहले से ही मौजूद थी और अब AI का उपयोग कई क्षेत्रों में किया जा रहा है। देवेन्द्र मेवाड़ी की विज्ञान दृष्टि समय से आगे देखने वाली रही है। उन्होंने 1998 में कोख कहानी संग्रह में 'IVF' जैसी जटिल तकनीक पर न केवल कथानक रचा, बल्कि इसकी प्रक्रिया और सामाजिक प्रभावों से भी जनमानस को सचेत किया। उनकी दूरदर्शिता का परिणाम है कि जो विषय तब नया था, वह आज चिकित्सा क्षेत्र में व्यापक चर्चा और स्वीकार्यता प्राप्त कर चुका है। मेवाड़ी की लेखनी आने वाले आविष्कारों की आहट पहले ही शब्दों में बुन देती है, जिससे विज्ञान कथाएँ केवल कल्पना नहीं, भविष्य की दिशा भी तय करती हैं।

फिर एक दिन डॉक्टर अनिल कुमार ने मुस्कुराकर मुझसे कहा– 'डिम्बो (ovum) का पकना शुरू हो गया है!' मुझे पता था कि

डिम्बो के 'पकने' से उनका क्या मतलब है। डिंब ग्रंथियों में डिंब तो होते ही हैं लेकिन गर्भ धारण करने के लिए उनमें से एक डिंब बढ़कर बाहर फूट पड़ता है और फैलोपियन ट्यूब या डिंब वाहिनी में चला आता है। यही है डिंब का पकना! लेकिन, श्रीमती शर्मा के तो एक से अधिक डिंबों की आवश्यकता थी इसीलिए हार्मोन देकर उनके एक से अधिक डिंबो को तैयार किया जा रहा था।[6]

समकालीन विज्ञान कथाएँ तर्कशीलता, वैज्ञानिक सोच और विश्लेषण क्षमता को बढ़ावा देती हैं वह पाठकों को किसी घटना या विश्वास को वैज्ञानिक कसौटी पर कसने की प्रेरणा देती है।

विज्ञान संचार का मुख्य उद्देश्य वैज्ञानिक ज्ञान को आम जनता तक पहुँचाना, वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास करना, वैज्ञानिक सूचनाओं को जनता के लिए सुलभ बनाना और विज्ञान के प्रति आम जन में रुचि को बढ़ाना है विज्ञान संचार समाज में जिज्ञासा और तर्कशीलता का संचार करता है ये सामान्य जन को विज्ञान के प्रति जागरूक और सचेत करते हैं। विज्ञान कथाएँ यह संदेश देती हैं कि विज्ञान का लक्ष्य केवल तकनीकी और भौतिक प्रगति तक सीमित नही है, बल्कि इसका वास्तविक उद्देश्य मानवीय मूल्यों की रक्षा करना और समाज में सौहार्द तथा समरसता बनाए रखना भी है। इस विषय पर अरविंद मिश्र लिखते हैं– 'विज्ञान कथाएं वैज्ञानिक प्रगति के सामाजिक प्रभावों का अवलोकन करती है और साथ ही इसके जरिए वैज्ञानिक प्रगति की सही दिशा और दशा का भी निर्धारण करती है ताकि विज्ञान मानव जाति के कल्याण के लिए हो न की विनाश के लिए'।[7]

विज्ञान संचार से तकनीकी नवाचारों की जानकारी आम जन तक सहजता से पहुँचती है। विज्ञान संचार विज्ञान कथाओं को लोकहित और मानवीय कल्याण से जोडने का सशक्त साधन है। ये लेखक समाज की समस्याओं को वैज्ञानिक दृष्टिकोण से देखने की प्रवृत्ति पैदा कर रहे हैं।

डॉ. सत्य प्रकाश सरस्वती के अनुसार 'महान प्रश्नों के विषय में उत्सुकता ही वैज्ञानिक भावना है और यह जिज्ञासा की ओर ले जाती है।'[8] विज्ञान कथाएँ जिज्ञासा की अग्नि को प्रज्वलित करती हैं, जो पाठकों को अज्ञात रहस्यों की खोज में प्रेरित करती हैं। विज्ञान लेखक विज्ञान को जन–जन तक पहुँचाने के लिए रोचक सहज और पाठक केन्द्रित शैली का प्रयोग कर रहे हैं।

जब वैज्ञानिक दृष्टिकोण समाहित होने की बात की जाए तो इसका अर्थ होगा कि हमारी सोच, व्यवहार, आचरण, निर्णय लेने के ढंग पर वैज्ञानिकता की छाप दिखे। विज्ञान कथाएँ युवाओं को नए शोध और नवाचार के लिए प्रेरित करती हैं जैसे कोविड–19 महामारी के दौरान विज्ञान कथाओं ने जन जागरूकता में अहम् भूमिका निभाई। विज्ञान कथाएँ लोकोपयोगी बनकर समाज की दैनिक समस्याओं का वैज्ञानिक समाधान सुझाती हैं। वैसे ही आने वाले समय में इस प्रकार की महामारी से संरक्षण और उसके दुष्प्रभाव के आधार पर समाज को सूचित और सचेत करने के लिए ऐसे कथानक गढे जा सकते हैं जो विज्ञान के प्रति जनता में विश्वास और साहित्य को नवीन दृष्टिकोण प्रदान कर सकते है।

हिंदी विज्ञान कथाओं में विज्ञान संचार द्वारा समाज में बढ़ती प्रदूषण समस्या, जलवायु परिवर्तन और जैव विविधता संरक्षण जैसे विषय विज्ञान कथाओं का प्रमुख हिस्सा बन चुके हैं। देवेंद्र मेवाड़ी और अरविंद मिश्र जैसे कई वैज्ञानिक लेखकों की कथाओं में पर्यावरणीय मुद्दों को वैज्ञानिक तथ्यों के साथ प्रस्तुत किया गया है।

देवेंद्र मेवाड़ी ने अपनी कथा 'दिल्ली मेरी दिल्ली' (1998) में जिस प्रदूषण संकट की आशंका जताई थी, वह आज 2025 में सत्य होती दिखाई दे रहा है। उन्होंने कहानी में आने वाली पीढ़ियों के स्वास्थ पर पडने वाले दुष्प्रभावों और उनके बेरंग होते बचपन की कल्पना की थी। कहानी में चित्रित वह दुनिया, जहाँ प्रदूषण हरियाली को निगल रहा है और मासूम साँसों के लिए साफ हवा भी दुर्लभ हो गई है वह आज हमारे सामने एक कटु सच्चाई बन चुकी है।

"हमारी दिल्ली की आबोहवा में इतना धुंआ भर गया है कि लोग गाड़ी चलाते समय ही नही, बाजारों में घूमते समय भी मास्क पहनना पसंद करते हैं"[9]

अंतरिक्ष यात्रा, अन्य ग्रहों पर शोध कार्य, एलियन सभ्यता, अंतरिक्ष युद्ध और ग्रहों की खोज जैसी रोमांचक कल्पनाएं विज्ञान कथा में व्यापक रूप से मिलती है। अरविंद मिश्र, जयंत विष्णु नारलीकर, देवेंद्र मेवाड़ी जैसे लेखकों की रचनाएँ इस संदर्भ में उल्लेखनीय हैं। समकालीन विज्ञान कथाओ ने रोबोट, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और वर्चुअल रियलिटी (आभासी दुनिया/वास्तविकता) पर आधारित कथाएँ पाठकों को नई तकनीक के प्रति जागरूक करती हैं। "विज्ञान कथाएँ भविष्य लोक की खिड़कियाँ हैं। विज्ञान कथाकारों की कल्पना का भविष्य सुखद भी हो सकता है और भयावह भी। यदि समय रहते अनिष्टकारी आकांक्षाओं के समाधान के प्रयास शुरू कर दिया जाए तो भावी दुनिया का परिदृश्य बदल सकता है। इसलिए विज्ञान कथाओं की खिडकियों से भविष्य के विविध परिदृश्य को देखकर उन पर अवश्य ही विचार किया जाना चाहिए"[10] यह कथाएँ तकनीकी विकास के सकारात्मक और नकारात्मक पक्षों को भी उजागर करती हैं।

विज्ञान संचार देश के विकास का मूल आधार है। नए आविष्कारों और खोज की जानकारी से समाज प्रगतिशील बनता है इस संबंध में सचिन नरवाडिया जी का मत है– "विज्ञान का उचित उपयोग देश की उन्नति या विकास में सहायक है। इस प्रकार विभिन्न संचार भारत को एक महाशक्ति, विश्व गुरु बनाने के लिए वर्तमान समय की आवश्यकता है"[11] विज्ञान संचार हमारे राष्ट्र के निर्माण में गति और दृष्टि प्रदान करता है। आज के वैज्ञानिक युग में विज्ञान संचार का महत्वपूर्ण दायित्व है कि वह विज्ञान कथाओं के माध्यम से आमजन को इस समय प्रचलित वैज्ञानिक तकनीकों, आविष्कारों और उनके सामाजिक प्रभावों की जानकारी सरल, रोचक और प्रभावशाली रूप में उपलब्ध कराएँ। इसी संदर्भ में डिजिटल युग में डेटा सुरक्षा, हैकिंग और साइबर अपराधों पर आधारित विज्ञान कथाएँ विज्ञान संचार का नया क्षेत्र बन रही हैं। यह कथाएँ साइबर क्राइम के खतरों और सुरक्षा उपायों के प्रति पाठकों को सतर्क कर रही हैं। साथ ही इन विषयों पर आधारित कथाएँ विज्ञान संचार के नए आयाम खोल रही हैं। समकालीन हिंदी विज्ञान कथा लेखक न केवल मनोरंजन के लिए लेखन कार्य कर रहे बल्कि समाज को वैज्ञानिक जानकारी और तक शीलता प्रदान करने का उत्तरदायित्व भी निभा रहे हैं।

इन कथाओं के माध्यम से प्रकृति संरक्षण का संदेश भी उभर कर आता है, जहाँ वैज्ञानिक विकास और प्राकृतिक सौंदर्य के संतुलन की आवश्यकता पर बल दिया गया है। कई विज्ञान लेखकों की कथाओं में वैज्ञानिक आविष्कारों और प्रयोगों के बीच प्रकृति के सौंदर्य और उसकी नाजुकता का सजीव चित्रण मिलता है।

देवेंद्र मेवाड़ी अपने लेखन में प्रकृति के सौंदर्य को शब्दों के माध्यम से जीवंत कर देते हैं। घने जंगलों की महक, कोहरे की सिहरन और ताजी हवा की छुअन का ऐसा चित्रण करते हैं कि पाठक स्वयं को उन प्राकृतिक दृश्यों के बीच महसूस करने लगता है। उनके वर्णन में प्रकृति केवल पृष्ठभूमि नही, बल्कि जीवंत पात्र बन जाती है, जो पाठक के हृदय को सुकून और आनंद से भर देती है। "अगर तुमने घने जंगल की खुशबू को कभी सूंघा है, कभी कोहरे को अपने चेहरे से छुआ है, पेडों से आती हुई ताजी हवा को महसूस किया है

और शांत एकांत क्षणों का आनंद उठाया है तो हमारी यह प्यारी निराली दुनिया तुम्हें जरूर अच्छी लगेंगी"[12] मेवाड़ी जी की यह भविष्य दृष्टि न केवल वैज्ञानिक चेतना का प्रमाण है, बल्कि समाज को समय रहते सचेत करने का गंभीर प्रयास भी है।

विज्ञान कथाओं में न केवल वैज्ञानिक आविष्कारों और भविष्य की संभावनाओं का चित्रण किया जाता है, बल्कि उसमें नैतिकता और मानवीय संवेदना को भी समान महत्व दिया जाता है। ये कथाएँ यह संकेत देती हैं कि विज्ञान का विकास मानव कल्याण के लिए हो, न कि विनाश के लिए। पात्रों के भीतर उठती संवेदनाएँ और नैतिक द्वंद्व विज्ञान कथाओं को केवल तकनीकी कल्पना नही, बल्कि सामाजिक और मानवीय विमर्श का सशक्त माध्यम बनाते हैं। यह समाज के नैतिक मूल्यों को संरक्षित करने और पाठक वर्ग में वैज्ञानिक सोच के साथ–साथ मानवीय दृष्टिकोण विकसित करने के लिए भी अत्यंत उपयोगी सिद्ध होती हैं ''कोख'' में देवेंद्र मेवाड़ी विज्ञान की प्रगति के साथ–साथ मानवीय मूल्यों की रक्षा की आवश्यकता पर बल देते हैं। देवेंद्र मेवाड़ी की विज्ञान कथाओं में जहाँ विज्ञान की उन्नत तकनीकों का चित्रण है, वहीं मानवीय संवेदनाओं की गूंज भी स्पष्ट सुनाई देती है। ''फूलमती ने उन्हें उनकी संतान दी और उन्होंने फूलमती परिवार को आर्थिक चिताओं से मुक्त किया है। कितना संतोष मिलता था मुझे यह सब सोच कर''[13]

इस प्रकार समकालीन हिंदी विज्ञान कथाएँ न केवल वैज्ञानिक ज्ञान का जनसंचार करती हैं, बल्कि विज्ञान और समाज के बीच संवाद स्थापित कर उसकी प्रासंगिकता और उपयोगिता को प्रमाणित करती हैं।

निष्कर्ष

समकालीन हिंदी विज्ञान कथाएँ केवल कल्पनाशील रचनाएँ नही रह गई हैं, बल्कि आज के वैज्ञानिक युग में यह विज्ञान संचार का एक प्रभावशाली माध्यम बन चुकी हैं। इन कथाओं के माध्यम से वैज्ञानिक शोध, तकनीकी नवाचार और सामाजिक प्रभावों की जानकारी सरल, रोचक एवं प्रभावशाली रूप में आम जनता तक पहुँचाई जा रही हैं। कोविड–19 जैसी वैश्विक आपदा हो या प्रदूषण, जलवायु परिवर्तन, जैव विविधता संरक्षण और साइबर सुरक्षा जैसे विषय हिंदी विज्ञान कथाओं ने हर महत्वपूर्ण मुद्दे को वैज्ञानिक दृष्टि और मानवीय संवेदना के साथ प्रस्तुत किया है।

देवेंद्र मेवाड़ी, अरविंद मिश्र, जयंत विष्णु नारलीकर जैसे लेखकों की रचनाएँ इस दिशा में उल्लेखनीय हैं। इनकी कथाएँ न केवल वैज्ञानिक खोजों की उपयोगिता को दर्शाती हैं, बल्कि समाज को समय रहते सचेत करने और वैज्ञानिक दृष्टिकोण विकसित करने का कार्य भी करती हैं। आज के डिजिटल युग में डेटा सुरक्षा, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और वर्चुअल रियलिटी पर आधारित विज्ञान कथाएँ विज्ञान संचार के नए क्षितिज खोल रही हैं।

विज्ञान का उचित संचार ही देश को प्रगतिशील और महाशक्ति बना सकता है। विज्ञान कथाओं के माध्यम से वैज्ञानिक सोच का प्रचार–प्रसार अंधविश्वास और रूढ़ियों को तोडने में भी सहायक हो रहा है। अतः आज की हिंदी विज्ञान कथाएँ विज्ञान संचार का सशक्त और समयानुकूल माध्यम बन चुकी हैं, जो समाज को नई दिशा देने में सक्षम हैं।

संदर्भ ग्रंथ सूची

1. विज्ञान संचार के विविध आयाम (Science Communication: Va`rious Perspectives) दिल्ली : डिफेन्स साइंटिफिक एंड डॉक्यूमेंटेशन सेंटर, 2015. पृ. 18।

2. मेवाड़ी, देवेंद्र. मेरा प्रिय विज्ञान कथाएँ आधार प्रकाशन प्राइवेट लिमिटेड, एससीएफ 267, पृ. 83।

3. विज्ञान संचार के विविध आयाम (Science Communication: Various Perspectives)- दिल्ली : डिफेन्स साइंटिफिक एंड डॉक्यूमेंटेशन सेंटर, 2015. पृ. 24।

4. विज्ञान संचार के विविध आयाम (Science Communication: Various Perspectives)- दिल्ली : डिफेन्स साइंटिफिक एंड डॉक्यूमेंटेशन सेंटर, 2015. पृ. 13।

5. विज्ञान संचार साहित्य को सँवारती विधाएँ सीएसआईआर–राष्ट्रीय विज्ञान संचार एवं नीति अनुसंधान संस्थान, डॉ. के. एस. कृष्णन मार्ग, नई दिल्ली, 2022. पृ. 41।

6. मेवाड़ी, देवेंद्र कोख (विज्ञान कथाएँ). नेशनल पब्लिशिंग हाउस, प्रथम संस्करण, 1998. पृ. 15।

7. मिश्र, अरविंद. "कुंभ के मेले में मंगलवासी." भूमिका।

8. प्राचीन भारत की वैज्ञानिक भावना. ग्रंथ आर्ष विज्ञान, पृ. 45।

9. मेवाड़ी, देवेंद्र. कोख (विज्ञान कथाएँ). दिल्ली मेरा दिल्ली, नेशनल पब्लिशिंग हाउस, प्रथम संस्करण, 1998. पृ. 36।

10. पाठक, अटण कुमार. "विज्ञान संचार से आविष्कारों तक. "संपादकीय, आचार्य प्रकाशन, इलाहाबाद।

11. नरवाडिया, सचिन सी. विज्ञान संचार की कहानियाँ. पृ 30।

12. मेवाड़ी, देवेंद्र. मेरा प्रिय विज्ञान कथाएँ. आधार प्रकाशन प्राइवेट लिमिटेड, एससीएफ 267, पृ. 78।

13. मेवाड़ी, देवेंद्र. कोख (विज्ञान कथाएँ), नेशनल पब्लिशिंग हाउस, प्रथम संस्करण, 1998. पृ. 19।

****

Climate Change: Impact on Occupational Health

Pratibha Gupta
Scientific Officer-G
Institute for Plasma Research
Bhat, Gandhinagar-382428
E-mail:pgupta@ipr.res.in
Mobile:9879184211

AUTHOR'S INTRODUCTION

She is serving as a Scientific Officer-G at Institute for Plasma Research, (IPR) Bhat, Gandhinagar, Gujarat. She is a member of publication committee of IPR and member of Official Language Implementation Committee, (OLIC). Pratibha is on editorial board of IPR Hindi patrika "Plasmajyoti" and IPR English Newsletter "Fourth State". Pratibha has been awarded the Rajbhasha samman of IPR for years 2016-2017, 2017-2018, 2024-2025 for her contribution to science and technology in Hindi.

1. INTRODUCTION

Climate change significantly impacts occupational health by introducing new risks and exacerbating existing ones. Workers in various sectors face heightened exposure to extreme temperatures, air pollution, vector-borne diseases, and natural disasters due to climate change. Addressing these challenges requires implementing adaptive measures such as heat stress management programs, improving workplace ventilation and air filtration systems, providing training on disease prevention, and developing emergency preparedness plans. Additionally, policies that mitigate greenhouse gas emissions and promote climate resilience can contribute to safeguarding occupational health in the face of climate change.

Climate change means gradual change in the climate of any place over many years. Due to climate change, areas with low rainfall in India such as Jodhpur and Bikaner cities are experiencing excessive rainfall. On the other hand, the areas where there used to be excessive rainfall are experiencing drought due to lack of rainfall (Figure 1). Apart from this, at many places it is hotter than average and at some places it is colder than average. Similarly, in many places like Himachal Pradesh and Kashmir, snowfall starts before time. The reason for all this is the increase in temperature caused due to global warming.

Figure 1: Children carrying water in an area facing water shortage due to climate change drought.

2. EFFECTS OF CLIMATE CHANGE

Climate change is increasing the earth's temperature. Due to this, polar glaciers are melting in the Arctic and Antarctic (Figure 2a). Sea level is rising due to melting of glaciers. Due to this, there is a possibility of many islands sinking. There is a possibility of flood in coastal areas. Flood causes disaster and loss of life and property. People's lives are affected and the government incurs huge expenses in rehabilitating them. Massive exodus of workers takes place each time there is a disaster. This affects the occupational health of workers and the country's economy. Similarly, due to increasing temperature, the glaciers of Gaumukh are also melting (Figure 2b). Burning wood stoves for cooking, smoke coming out of factories, means of transport produce a lot of greenhouse gas carbon dioxide which is the reason for increase in the earth's temperature which is called global warming.

Figure 2a: Melting Arctic glaciers due to rising temperatures.

Figure 2b: Origin of River Ganga from the melting Gaumukh Glacier.

In June 2013, Kedar nath Dham was flooded due to excessive rainfall. Many people died and many people got trapped, the government worked for many days to save the people. Reconstruction work took place there after the destruction for two years. Those who lived hand to mouth had to shift to other places to earn their daily wages.

Climate change caused floods in Kerala in July-August 2018. About 500 people lost their lives in the flood, many cattle were killed, roads were damaged, electricity was lost, the entire system of the state broke down. The government and some voluntary organizations did the work of providing food and medicines to the people. The Air Force and the Army helped in the rescue work (Figure 3). Many people became homeless. Migrant workers had a tough time coping with scarcity of food and other daily needs. Camps had to be built for people to live.. Similar landslide occurred in Waynad in July 30 2024. The government is carrying out repair work and is also doing rehabilitation work for the people affected.

Figure 3: Rescue work during the 2018 Kerala floods

Excessive rainfall due to climate change caused flooding at the Kempty Falls in Mussoorie in the Indian state of Uttarakhand in September 2018. The government did the work of rescuing the tourists stranded there. The tourism got badly affected there. The livelihood of those who worked as guides was affected and they had to move elsewhere for living their earning. Due to heavy rainfall, landslides often occur in Uttarakhand and hilly areas of India. (Figure 4).

Figure 4: Landslides caused by excessive rainfall caused damage and disrupted traffic.

3. DESCRIPTION

India is an agricultural country. Agriculture in India depends on monsoon. After sowing the seeds on the land, the farmer waits for the rainy season. As soon as it rains, the seeds germinate and become plants and the crop is ready in a few weeks. Thus monsoon is responsible for crop production. If rainfall is less then crop yield decreases and crop prices increase. When crop prices increase, the value of production increases and there are problems in aspects of the economy like unemployment leading to poor health, decrease in production, decrease in exports. In this way, climate has a direct impact on the employment and economy. Due to water shortage, people face difficulty in getting water. This may trigger a shift in local mapping and reduce production capacity by outnumbering local artisans and agricultural sector people. If production is less then trade will be less and the economy there will be affected. Water shortage affects agriculture, health and income.

It is described in the fourteenth century ancient Greece's book "Mukadimah" and another book, "Spirit of Law", that humans become lazy and apathetic in extreme heat. Climate affects economic outcomes, economic development, health and conflict. Therefore, economic policies and institutions should be designed keeping these effects in mind. Industries like agriculture, fishing, tourism and local economy based on natural resources and favourable climatic conditions are affected by climate change. (Figure 5).

Gross Domestic Product(GDP) is an economic measure by which the market price of products and services is declared at a fixed time, usually annually and quarterly. GDP estimation determines the economic performance of any country or region. With this, economies are compared between different countries at the intergovernmental level. According to an estimate, 1.2% of GDP is lost due to increase in global temperature by one degree Celsius. Thus a setback in economy due to climate change will force the employer to extract more work for the same wages and time. According to the World Bank, climate change could cause a loss of 2.8% in India's GDP by 2050.

Figure 5: Lush green grass getting replaced by parched earth

4. FACTORS AFFECTING OCCUPATIONAL HEALTH

1. **Heat Stress:** Rising temperatures increase the risk of heat-related illnesses among outdoor workers, such as construction workers, agricultural workers, and firefighters.

2. **Air Quality:** Poor air quality from increased pollution and wildfires can affect respiratory health and exacerbate conditions like asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) among workers in urban areas and industries like transportation and manufacturing.

3. **Vector-Borne Diseases:** Changes in temperature and precipitation patterns can alter the distribution and prevalence of vector-borne diseases (e.g., Lyme disease, Zika virus), impacting workers in outdoor occupations such as forestry and landscaping.

4. **Natural Disasters:** More frequent and intense natural disasters (e.g., hurricanes, floods) due to climate change pose immediate risks to workers involved in disaster response and recovery efforts.

5. **Psychosocial Impacts:** Climate-related events can also impact workers' mental health due to job insecurity, displacement, and increased stress related to climate change impacts.

5. REMEDY

Following can help in mitigating pollution and protecting our ecosystem and thus stop climate change.

1. **Banning illegal mining:** Illegal mining severely impacts the environment, causing deforestation, water pollution, and soil degradation. These measures follow judicial concerns regarding the massive ecological damage caused by mining in sensitive regions.

2. **Protecting beaches:** Protecting beaches involves reducing plastic pollution, participating in cleanups, and respecting coastal ecosystems. Key actions include using reusable containers, utilizing reef-safe sun screen, staying off sand dunes, and disposing of waste properly to keep shorelines clean and preserve marine habitats. Also reduce Single-Use Plastics

3. **Stopping the use of Chlorofluorocarbons CFC gas (used in air conditioners and refrigerators):** The CFC gases are responsible for depletion of ozone layer in atmosphere. Ozone hole allows UV radiations form sun rays to pass through which can cause skin cancer.

4. **Use of environment friendly methods to dispose off waste:** Environmentally friendly waste disposal reduces methane emissions and conserves resources to fight climate change through the "3Rs" (Reduce, Reuse, Recycle), composting organic waste, and adopting circular economy practices. Key methods include separating waste at the source, composting, upcycling, and proper e-waste disposal to prevent landfill contamination.

5. **Encouraging the use of public transportation like Bus Rapid Transport System, (BRTS) and metro.:** This will reduce the number of vehicles on the road and curb pollution.

With the above, the carbon footprint of a person will be reduced. Carbon footprint is a measurement of the carbon produced by an individual. Reducing carbon footprint will reduce global warming which will not affect the occupational health of workers adversely.

6. SUMMARY

Climate change causes effects like drought, floods, rising in sea level, increasing earth's temperature. Due to this, workers have to relocate. They have to leave behind their employment and remain unemployed till they get another employment. Skilled workers and those in organised sectors have an advantage of being hired in comparison to those who are unskilled and in unorganised sector. This is stressful for the workers as they move to unknown place and have uncertainties regarding their employment. This effects their emotional wellbeing. Also they have to travel on foot long distances as they lack money. This can lead to ulcers in foot. Watching the plight of workers from different states returning in the absence of any transportation on foot for days during the COVID lockdown in the country was extremely disturbing.

7. CONCLUSION

Climate change plays a major role in the occupational health of the employees. Favourable climate not only increases the productivity in the company but is also vital for the well-being of the workers. So occupational health is affected by climate change and both are interrelated.

****

Performance-Based Seismic Design: A Comprehensive Review of Principles, Methodologies and Practice

Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics

Ashish Simalti, Nikta Jain, Ankit Varshney & Gaurav Jaiswal
Department of Civil Engineering, College of Engineering,
Teerthanker Mahaveer University, Moradabad, U.P. , India

ABSTRACT

The 1994 Northridge earthquake exposed a critical flaw in traditional force-based seismic design: buildings meeting all prescriptive code requirements exhibited widely varying and often unexpected levels of damage. This experience catalysed the development of **Performance-Based Seismic Design (PBSD),** which replaces implicit safety margins with a transparent question: how should this building actually perform when an earthquake strikes? This paper examines the PBSD framework, tracing its origins through the Vision 2000 initiative (SEAOC, 1995) and reviewing its core components—performance objectives, hazard levels, analysis methodologies, structural modelling, and loss assessment through FEMA P-58 (2018). Case studies and recent advances (2021–2025) in machine learning, self-cantering systems, risk-targeted design, and functional recovery are discussed. PBSD represents not simply a technical refinement but a fundamentally more honest conversation between engineers, building owners, and the communities they serve.

Keywords: Performance-Based Seismic Design; nonlinear analysis; pushover analysis; fragility functions; FEMA P-58; seismic hazard; structural performance objectives

1. INTRODUCTION AND HISTORICAL CONTEXT

For decades, seismic design centered on dividing elastic forces by a response modification factor (R) to account for inelastic energy absorption:

$$F_{design} = F_{elastic} / R$$

This approach embedded safety assumptions invisibly within code provisions, preventing engineers from communicating expected damage levels to owners. The 1994 Northridge earthquake shattered any complacency: code-compliant buildings performed erratically, revealing that compliance alone did not guarantee predictable outcomes (SEAOC Vision 2000 Committee, 1995; Cornell & Krawinkler, 2000).

The Vision 2000 report (SEAOC, 1995) proposed evaluating buildings against multiple performance objectives across a range of earthquake intensities—a philosophical shift from 'does this building meet the code?' to 'what will this building actually do in an earthquake?' (Moehle, 2008). Rather than burying inelastic behaviour in a single factor, PBSD demands that it be modelled explicitly, with structural demands assessed against capacities through intensity measures such as spectral acceleration Sa or spectral displacement Sd (Fajfar, 2000).

Four principles distinguish PBSD from its predecessors: (1) Explicitness—performance targets stated in quantifiable language rather than implied by code compliance; (2) Flexibility—accommodation of unusual structural systems, innovative materials, and retrofit scenarios that prescriptive codes handle poorly; (3) Risk integration—decision-making power returned to building owners by presenting clearly the relationship between design choices and seismic risk; and (4) Uncertainty quantification—honest acknowledgment of variability in both earthquakes and structural responses. Together, these principles allow stakeholders to engage with expected building performance across the full spectrum of earthquake scenarios (Cornell & Krawinkler, 2000; Fajfar, 2000).

2. PERFORMANCE OBJECTIVES AND SEISMIC HAZARD LEVELS

A performance objective pairs a hazard level with a damage state, creating a commitment: given an earthquake of specified intensity, the building will sustain no more than a defined level of damage. Four standard performance levels are recognized (Table 1):

Performance Level	Damage Description	Structural Condition	Typical Capacity Use
Immediate Occupancy (IO)	Minor damage; fully usable without repair	Lateral stiffness and strength fully retained; negligible plastic deformation	<5%
Life Safety (LS)	Moderate-to-substantial damage; no collapse	Some inelastic deformation; evacuation may be warranted but structure stable	30–60%
Collapse Prevention (CP)	Severe damage; approaches but avoids collapse	Extensive inelastic deformation; large permanent drifts; gravity load capacity retained	>90%
Operational (O)	Minimal damage; fully functional within hours	Essentially elastic; no meaningful permanent deformation	Negligible

Table 1. Standard PBSD performance levels and associated structural characteristics (ASCE/SEI, 2017; SEAOC, 1995).

Seismic hazard is characterized probabilistically across three standard levels: the Service Level Earthquake (SLE) at 10% probability of exceedance in 50 years (475-year return); the Maximum Considered Earthquake (MCE) at 2% in 50 years (2,500-year return); and a Low-Probability Earthquake (LPE) at 50% in 70 years (~100-year return). The relationship between return period Tr and exceedance probability Pe over time window t is:

$$Pe = 1 - (1 - t/Tr)$$

Combining performance levels with hazard levels yields the performance objective matrix—the central communication tool of PBSD. A well-structured matrix typically specifies Operational performance for the 100-year event, Immediate Occupancy for the 475-year event, and Life Safety or Collapse Prevention verification for the MCE—creating a coherent, defensible statement of design intent that does not exist in prescriptive code design (SEAOC, 1995; ASCE/SEI, 2017).

3. ANALYSIS METHODOLOGIES

PBSD offers a hierarchy of procedures, each balancing computational effort against accuracy. Engineers select the level of rigor appropriate to the structure's complexity and the project's stakes (Chopra & Goel, 2002; Fajfar, 2000).

3.1 LINEAR PROCEDURES

The Equivalent Lateral Force (ELF) method converts seismic hazard into static forces applied across the building height:

$$V = (Cs \times W) / (R / Ie)$$

where Cs is the seismic response coefficient, W is effective seismic weight, R is the response modification factor, and Ie is the importance factor. Response spectrum analysis extends linear procedures using modal superposition, capturing dynamic amplification across multiple vibration modes. Both methods assume elastic behaviour and cannot represent progressive yielding—essential limitations for full PBSD evaluation (ASCE/SEI, 2017).

3.2 NONLINEAR STATIC ANALYSIS — PUSHOVER

Pushover analysis drives the structure into the inelastic range under monotonically increasing lateral loads, generating a capacity curve—a plot of base shear versus roof displacement—that reveals how stiffness and strength evolve as damage accumulates. The capacity curve is idealized with a bilinear approximation (Fajfar, 2000):

$$V = k_1 \times u \quad (u \le u_y); \quad V = V_y + k_p \times (u - u_y) \quad (u > u_y)$$

where k_1 is elastic stiffness, k_p is post-yield stiffness (typically 3–5% of elastic stiffness), u_y is yield displacement, and V_y is yield base shear. The analyst superimposes this capacity curve on a demand spectrum to find the 'performance point' where structural capacity meets seismic demand. Pushover analysis is invaluable for identifying the sequence of yielding across the structure, locating weak links, estimating drift capacity at each damage state, and understanding how energy dissipation evolves with increasing inelastic demand.

Three major variants address different modelling needs. The Capacity Spectrum Method (CSM, Freeman 1998/ATC-40) works in spectral acceleration–spectral displacement space, accounting for inelastic dissipation through equivalent viscous damping:

$$\beta_{eff} = \beta_0 + (1/2\pi) \times (A_hysteresis / A_elastic)$$

The CSM's visual clarity made it enormously popular, but research documented systematic biases in certain applications, addressed in FEMA-440 (ATC, 2005). The N2 Method (Fajfar, 2000) takes a more direct route: rather than adjusting elastic demand spectra with equivalent damping, it derives inelastic demand spectra using ductility-dependent reduction factors, intersecting them with an inelastic capacity curve. The N2 method avoids iterative damping adjustments, shows better agreement with NLTHA results for first-mode-dominated structures, and has been adopted in Eurocode 8. For taller and more complex structures where higher modes contribute significantly, Modal Pushover Analysis (MPA, Chopra & Goel, 2002) conducts independent pushover analyses for each significant mode, combining results through SRSS:

$$r = \sqrt{(\Sigma r_j^2)}$$

MPA retains the efficiency of pushover analysis while substantially improving accuracy for mid-to-tall buildings, making it an important intermediate option between conventional pushover and full NLTHA.

3.3 NONLINEAR DYNAMIC ANALYSIS

Nonlinear time-history analysis (NLTHA) is the most rigorous tool in the PBSD toolkit, solving the full equation of motion at every time step:

$$M\ddot{u}(t) + C\dot{u}(t) + F_s(u(t)) = -M \times 1 \times \ddot{u}_{ground}(t)$$

The nonlinear restoring force $F_s(u(t))$ explicitly models material degradation, hysteretic behavior, P-delta effects, and strength loss as a function of accumulated damage—providing the most physically realistic representation of structural behavior available. Selected ground motion records should reflect the magnitude, distance, and site condition characteristics that dominate the seismic hazard at the project site, typically derived from disaggregation of the probabilistic seismic hazard analysis. Record-to-record variability in NLTHA results typically ranges 15–30% of the median response, which is why larger suites of 7 to 30 records are preferred when bounding low-probability outcomes. Modal Pushover-based Scaling (MPS) calibrates scale factors to match inelastic SDOF deformation rather than elastic spectral ordinates, producing more consistent demands across record suites (Kalkan & Kunnath, 2006).

4. STRUCTURAL MODELING

The central modeling challenge in PBSD is representing structural behavior truthfully across the full range of inelastic deformation—from first yielding through progressive damage to potential collapse. PBSD models distinguish two fundamental categories: force-controlled components—those whose failure is brittle and sudden, such as shear-critical connections or columns under high axial load—evaluated against strength limits; and deformation-controlled components, which yield in a ductile manner and dissipate energy, evaluated against rotation or drift limits (ASCE/SEI, 2017; Inel & Ozmen, 2006).

For confined reinforced concrete, the Mander confinement model estimates enhanced compressive strength from lateral confinement by transverse reinforcement:

$$f'_c = f'_{co} \left(2.254\sqrt{(1 + 7.94 f_l/f'_{co})} - 2 f_l/f'_{co} - 1.254\right)$$

where f_l is the effective confining pressure. This enhancement of both strength and ductility in confined boundary zones explains why well-detailed RC structures can achieve Collapse Prevention performance—a result difficult to demonstrate with out material-level modeling. For structural steel, the Giuffré-Menegotto-Pinto model captures the smooth elastic-to-plastic transition and Bauschinger effect in cyclic loading, behaviors critical to accurate prediction of energy dissipation and cumulative damage (Mazzoni et al., 2006).

Plastic hinges are the concentrated zones of inelastic rotation that develop in beams and columns during strong shaking. Plastic hinge rotation is quantified as the integral of inelastic curvature over the hinge length:

$$\theta_p = \int_0^{l_p} (\varphi - \varphi_y)\, dl$$

Empirical relationships for plastic hinge length—from simple fractions of cross-section depth to the Paulay-Priestley formulations accounting for reinforcement slip and element length—give practitioners flexibility in calibration, though each carries uncertainty that should be explicitly acknowledged. Acceptance criteria at each performance level are expressed as fractions of ultimate rotation capacity θu (Table 2):

Performance Level	Deformation Limit	Basis
Immediate Occupancy	10% of θu	Minimal yielding; essentially elastic behavior
Life Safety	60% of θu	Significant but controlled inelastic deformation
Collapse Prevention	90% of θu	Approaching ultimate capacity; structure still standing

Table 2. Plastic hinge acceptance criteria by performance level (ASCE/SEI, 2017).

Strength and stiffness degradation through repeated inelastic cycles must also be modeled; omitting this systematically underestimates demands under long-duration or near-fault ground motions (Inel & Ozmen, 2006).

5. PERFORMANCE ASSESSMENT: FEMA P-58

A structural analysis that stops at peak drift ratios and plastic hinge rotations has done only half the job. Building owners, insurers, and city officials do not think in terms of interstory drift; they think in terms of repair costs, downtime, and whether their employees can return to work next week. FEMA P-58 (2018) bridges this gap, translating structural response quantities into the consequence metrics that actually matter to decision-makers. The framework characterizes damage probability through fragility functions—log normal distributions conditioned on ground motion intensity:

$$P(DS_i \mid IM) = \Phi[(\ln(IM) - \ln(IM_DS_i)) / \beta_DS_i]$$

where IM_DS_i is the median intensity for damage state i and β_DS_i captures dispersion. Damage states range from None through Slight, Moderate, Extensive, to Complete, each carrying defined repair costs and durations (FEMA, 2018).

Consequence functions translate physical damage into repair cost, repair time, and casualty risk. Two key output metrics result: (i) Expected Annual Loss (EAL)—the average annual cost of earthquake damage, enabling direct comparison of design alter natives; and (ii) the Loss Hazard Curve:

$$\lambda(L > l) = \int P(Loss > l \mid IM) \cdot d\lambda(IM)$$

These metrics transform PBSD into a genuine risk management tool (Hamburger et al., 2012). Residual drift—permanent lateral deformation after shaking—is increasingly specified alongside peak drift: below 0.5% for Immediate Occupancy, 1.0–1.5% for Life Safety. Even modest residual drifts of 0.5–1.0% can render a building functionally unusable despite structural integrity.

Nonstructural components—comprising 60–70% of total building cost—are assessed separately. Damage to nonstructural systems (mechanical and electrical equipment, facades, partitions, ceilings) frequently dominates total losses in moderate-intensity earthquakes; structural systems designed for Life Safety can remain standing while the building is economically devastated by equipment failures, broken ceilings, and ruptured piping. Drift-sensitive components (suspended piping, HVAC equipment) are conditioned on peak interstory drift ratio; acceleration-sensitive components (wall-mounted equipment, server racks) on peak floor acceleration. FEMA P-58 maintains an extensive database of experimentally derived fragility parameters for hundreds of component types. For hospitals and data centers, explicit nonstructural performance design often demands floor isolation systems and seismically rated anchorage for sensitive equipment (FEMA, 2018).

6. CASE STUDIES

6.1 34-STORY REINFORCED CONCRETE BUILDING

A 34-story RC building analyzed with distributed plasticity fiber-element models and seven site-specific ground motions confirmed Immediate Occupancy at the 475-year hazard level and Life Safety at the MCE, with 95% of stories maintaining residual drifts below 0.5%. Critically, PBSD revealed plastic hinge rotations exceeding Life Safety thresholds in localized regions near vertical transition zones—vulnerability concentrations invisible to code compliance checks—leading directly to increased boundary zone confinement and refined shear reinforcement (Moehle, 2008).

6.2 CAMPUS BUILDING RETROFIT (UC BERKELEY)

Irregular floor plans and the integration of new and existing buildings with different lateral systems created conditions unsuitable for prescriptive code provisions. FRP strengthening of existing shear walls required PBSD procedures because no prescriptive guidance existed. Pushover analyses revealed that new construction would drive seismic forces into the least-capable portions of the existing building; PBSD modeling identified optimal FRP placement to prevent shear failures and demonstrated that the innovative retrofit achieved required performance at substantially lower cost than full replacement (Moehle, 2008).

6.3 HIGH-STRENGTH STEEL ECCENTRICALLY BRACED FRAMES

PBSD's flexibility enabled direct verification—through nonlinear analysis—that ductile link elements yield as intended while braces and columns remain essentially elastic for Q345/Q460 steel frames. Force-based R-factor approaches provide no such mechanism for non-standard systems (Liu et al., 2004).

7. RECENT RESEARCH ADVANCES (2021–2025)

7.1 MACHINE LEARNING INTEGRATION

Perhaps the most transformative recent development has been the systematic integration of machine learning into the PBSD workflow. The fundamental problem is well-matched to ML approaches: seismic response prediction is expensive to compute, highly nonlinear, and governed by patterns learnable from large simulation datasets. Kazemi et al. (2023) demonstrated that ensemble ML models—bagging regressors and extra-trees algorithms—trained on incremental dynamic analysis results from 165 RC moment frames (92,400 data points spanning two to twelve stories) predicted maximum interstory drift ratio with accuracy rivaling full NLTHA at a fraction of computational cost. This scale of simulation would have been unthinkable a decade ago.

Explainable artificial intelligence (XAI) using Shapley Additive Explanations (SHAP) (Shabbir et al., 2024) identified which structural features—story height, column axial load ratio, beam-to-column stiffness ratio—most strongly govern drift predictions, providing actionable design guidance and addressing a central concern about ML adoption: that black-box predictions, however accurate, are difficult for practicing engineers to trust or verify. Physics-informed neural networks (PINNs), which embed governing differential equations directly into network training loss, offer a promising path toward resolving the tension between data-driven efficiency and physics-based reliability, particularly for rare damage states where training data is scarce (Engineering Structures, 2025).

7.2 SELF-CENTERING SYSTEMS

The recognition that residual drift renders buildings functionally unusable even when structurally intact has driven intense research into self-centering structural systems. Shape memory alloy (SMA)-based connections exploit superelastic NiTi properties to return structures toward plumb positions after seismic events. Nia et al. (2023) proposed a PBSD procedure for self-centering steel moment frames with SMA-bolted endplate connections, demonstrating that optimally configured SMA connections reduce residual drifts below 0.1% under design-level shaking—a dramatic improvement over conventional steel frames, which typically exhibit 0.5–1.5% residual drifts at the same hazard level. Zhang et al. (2022) extended this work to self-centering braced frames, showing that partial self-centering—equipping only selected stories or bays with SMA braces—achieves meaningful residual drift reduction at substantially lower material cost than full self-centering configurations. Hassanzadeh and Moradi (2024) developed a topology optimization framework that simultaneously minimizes initial construction cost and expected repair costs, demonstrating savings of 15–25% compared to uniform SMA placement. Fe-based SMAs are emerging as cost-effective alternatives to NiTi with comparable self-centering performance, improving the economics of self-centering PBSD in practice (Costanza et al., 2024).

7.3 RISK-TARGETED DESIGN AND CODE EVOLUTION

Risk-targeted design asks directly about the annual probability that a performance objective is violated, rather than verifying demands against capacities at specified hazard levels. A comparative study of five design approaches on a four-story RC building found that only risk-based methods using yield frequency spectra reliably satisfied detailed performance objectives at targeted confidence levels; conventional code-based methods were consistently disadvantaged beyond life-safety territory (Gentile & Calvi, 2023). Risk-targeted importance factors compatible with existing prescriptive standards provide a pragmatic bridge for jurisdictions where full probabilistic design is not yet mandated (Badal & Sinha, 2023). ASCE 41-23 and ASCE 7-22 incorporate MCER maps reflecting this risk-targeting approach.

7.4 FUNCTIONAL RECOVERY

Functional recovery—time to resume intended building use after an earthquake—has been incorporated as a first-class design objective. Analytical frameworks demonstrate that even buildings meeting IO structural criteria can face weeks of disruption from nonstructural damage, utility outages, and inspection backlogs. Achieving functional recovery within one week with 90% confidence required nonstructural performance targets substantially more stringent than those implied by conventional IO criteria (Molina Hutt et al., 2022; Cook et al., 2022). FEMA P-2090/NIST SP-1254 formalizes these concepts with recommended options for improving the built environment for post-earthquake reoccupancy (NIST & FEMA, 2021).

7.5 DESIGN OPTIMIZATION

Surrogate-based optimization using the Extended FC-MOPSO algorithm achieved near-optimal designs at computational cost reductions exceeding 90% compared to NLTHA-based optimization (Sedghi Moghadam et al., 2025). Evolutionary strategies for high-rise structures consistently outperformed gradient-based methods due to the non-convex design space; higher-mode effects proved decisive in optimal placement of lateral force-resisting elements above approximately twenty stories (Almajhali et al., 2025). PBSD has also been extended to bridge retrofitting, with IDA-derived drift- and damage-index-based damage states providing quantitative tools for implementing PBSD retrofits of seismically deficient bridge bents (Chowdhury et al., 2024).

8. IMPLEMENTATION CHALLENGES

PBSD analyses typically add 10–50% to structural engineering fees compared with prescriptive design, driven by the complexity of nonlinear modeling, the time required for NLTHA, and the specialized expertise the approach demands. This cost concentration has historically restricted PBSD to larger, higher-value projects where the investment is clearly justified. Material model uncertainty is a persistent challenge: advanced constitutive models contain many parameters, and calibration requires experimental data that may not be available for specific material-construction combinations. Record-to-record variability in NLTHA—typically 20–30% of median response—requires large ground motion suites to adequately bound probable outcomes; standard practice employs 7 to 30 records depending on analysis purpose and site characteristics (Kalkan & Kunnath, 2006).

Communication barriers are equally significant. The probabilistic language of PBSD—exceedance probabilities, fragility functions, expected annual losses—is unfamiliar to many building owners and practitioners comfortable with prescriptive design but less so with probabilistic risk thinking. Effective PBSD practice therefore requires communication skills as much as analytical skills. Institutional barriers compound the technical ones: most building codes remain prescriptive, requiring formal alternative means-and-methods submissions when PBSD is pursued—adding admin istrative burden and sometimes regulatory uncertainty. Limited insurance and legal precedent for PBSD creates further hesitancy among risk-averse practitioners, and the sometimes inconsistent guidance between FEMA P-58, ASCE 41, Tall Building Initiative guidelines, and Eurocode 8 creates genuine confusion about which criteria govern a given project.

9. CONCLUSIONS

Performance-Based Seismic Design is fundamentally an act of intellectual honesty. It insists on making explicit what force-based design left implicit: how a building will actually behave under the earthquakes it is likely to face, at what cost, and whether that is acceptable to the people who own and occupy it. Born from the hard lessons of Northridge and formalized through Vision 2000 (SEAOC, 1995), it has matured into a comprehensive framework spanning probabilistic hazard analysis, advanced nonlinear structural modeling, and rigorous loss assessment through FEMA P-58. The technical advances documented in this paper—from pushover methods and NLTHA to probabilistic optimization, machine learning-accelerated assessment, and self-centering structural systems—represent genuine and significant progress. The last five years in particular have reshaped both practice and codes in ways that were not anticipated a decade ago. Key conclusions are:

1. Pushover methods (N2, MPA) and NLTHA together provide a hierarchy of tools matched to project complexity and stakes.

2. FEMA P-58 fragility and consequence functions translate structural response into repair cost, downtime, and Expected Annual Loss—metrics meaningful to building owners.

3. ML surrogate models now enable design optimization at computational costs unthinkable a decade ago; XAI methods make these models interpretable and actionable for practicing engineers (Kazemi et al., 2023; Shabbir et al., 2024). Physics-informed neural networks offer a path toward generalizable, physics-consistent surrogate models.

4. SMA-based self-centering systems offer a practical path to near-zero residual drift, with partial configurations achieving meaningful performance gains at reduced material cost (Nia et al., 2023; Zhang et al., 2022).

5. Risk-targeted design—which targets the annual probability of exceeding a performance objective rather than verifying demands at specific hazard levels—and functional recovery have been operationalized as explicit design metrics, with ASCE 41-23 and FEMA P-2090 integrating these principles into code and guideline frameworks (Badal & Sinha, 2023; Gentile & Calvi, 2023).

6. Cost, communication, and institutional inertia remain real barriers. PBSD typically adds 10–50% to structural engineering fees and demands probabilistic literacy that many practitioners are still developing. But the trajectory is clear: as computational tools become more accessible, as the research community continues to expand and validate the PBSD evidence base, and as climate -driven changes in long-term hazard make static prescriptive codes increasingly inadequate, performance-based approaches will become the standard rather than the exception.The goal, ultimately, is not a better calculation method. It is better buildings—buildings whose performance after an earthquake is predictable, transparent, and aligned with what their owners and occupants actually need. That aspiration is what makes PBSD not just a technical framework, but a genuine advance in the social responsibility of structural engineering practice.

REFERENCES

* Applied Technology Council (ATC). (1996). Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings (ATC-40). Redwood City, CA.

* Applied Technology Council (ATC). (2005). Improvements of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures (FEMA-440). Washington, DC.

* Almajhali, K. Y. M., He, M., Alhaddad, W., & Halabi, Y. (2025). Evolutionary strategy for performance-based seismic design of high-rise structures. Mechanisms and Machine Science, 175, 763–777.

* ASCE/SEI. (2017). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings (ASCE 41-17). Reston, VA.

* ASCE/SEI. (2022). Minimum Design Loads and Associated Criteria (ASCE 7-22). Reston, VA.
ASCE/SEI. (2023). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings (ASCE 41-23). Reston, VA.

* Badal, P. S., & Sinha, R. (2023). Risk-targeted importance factors for prescriptive seismic design. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 52(8), 2439–2460.

* Chopra, A. K., & Goel, R. K. (2002). A modal pushover analysis procedure for estimating seismic demands. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 31(3), 561–582.

* Chowdhury, A. O., Billah, A. H. M. M., & Alam, M. S. (2024). Performance-based seismic design for retrofitting deficient bridge bents. Journal of Bridge Engineering, 29(7), 04024046.

* Cook, D. T., Liel, A. B., Haselton, C. B., & Koliou, M. (2022). A framework for operationalizing post-earthquake functional recovery of buildings. Earthquake Spectra, 38(3), 1972–2007.

* Cornell, C. A., & Krawinkler, H. (2000). Progress and challenges in seismic performance assessment. PEER Report 2000/03. Berkeley, CA.

* Costanza, G., Mercuri, S., Porroni, I., & Tata, M. E. (2024). Shape memory alloys for self-centering seismic applications: A review. Machines, 12(9), 628.

* Deb, A., Zha, A. L., et al. (2023). Framework for risk-targeted performance-based seismic design of ordinary standard bridges. Journal of Structural Engineering, 149(7), 04023089.

* Fajfar, P. (2000). A nonlinear analysis method for performance-based seismic design. Earthquake Spectra, 16(3), 573–592.

* Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2018). Seismic Performance Assessment of Buildings (FEMA P-58). Washington, DC.

* Freeman, S. A. (1998). The capacity spectrum method as a tool for seismic design. Proc. 11th European Conference on Earthquake Engineering. Paris.

* Gentile, R., & Calvi, G. M. (2023). A performance-versus-risk-based design approach using yield frequency spectra. Bulletin of Earthquake Engineering, 21, 4449–4479.

* Hamburger, R. O., et al. (2012). FEMA P-58: Next-generation building seismic performance assessment. Proc. 15th World Conference on Earthquake Engineering. Lisbon.
* Hassanzadeh, A., & Moradi, S. (2024). Performance-based optimum seismic design of self-centering steel moment frames with SMA-based connections. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 53(6), 1923–1949.
* Inel, M., & Ozmen, H. B. (2006). Effects of plastic hinge properties in nonlinear analysis of RC buildings. Engineering Structures, 28(11), 1494–1502.
* Kalkan, E., & Kunnath, S. K. (2006). Practical guidelines to select and scale earthquake records for nonlinear response history analysis. USGS Open-File Report 2010-1068.
* Kazemi, F., Asgarkhani, N., & Jankowski, R. (2023). Machine learning-based seismic response and performance assessment of reinforced concrete buildings. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 23(2), 94.
* Liu, B., Zheng, X., & Jin, L. (2004). Research and development of performance-based seismic design. Proc. 13th World Conference on Earthquake Engineering. Vancouver.
* Mazzoni, S., McKenna, F., Scott, M. H., & Fenves, G. L. (2006). OpenSees Command Language Manual. Berkeley, CA: PEER.
* Moehle, J. P. (2008). Lessons learned from recent worldwide concrete earthquakes. Proc. Symposium in Honor of Nigel Priestley. La Jolla, CA.
* Molina Hutt, C., et al. (2022). Toward functional recovery performance in the seismic design of modern tall buildings. Earthquake Spectra, 38(1), 283–309.
* Monjardin-Quevedo, J. G., et al. (2022). Probabilistic assessment of buildings subjected to multi-level earthquake loading based on PBSD. Buildings, 12(11), 1942.
* Nia, M. M., Moradi, S., & Yang, T. Y. (2023). Performance-based seismic design of self-centering steel moment frames with SMA-bolted connections. Journal of Constructional Steel Research, 208, 107990.
* NIST & FEMA. (2021). FEMA P-2090/NIST SP-1254: Recommended Options for Improving the Built Environment for Post-Earthquake Reoccupancy and Functional Recovery Time.
* SEAOC Vision 2000 Committee. (1995). Performance-Based Seismic Engineering of Buildings. Sacramento, CA.
* Sedghi Moghadam, A., Mashayekhi, M., & Sarcheshmehpour, M. (2025). A computationally efficient framework for inelastic multi-objective performance-based seismic design. Iranian Journal of Science and Technology.
* Shabbir, F., Omenzetter, P., & Burra, M. (2024). Data-driven model for seismic assessment, design, and retrofit using explainable AI. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 39(14), 2151–2172.
* Shahnazaryan, D., & O'Reilly, G. J. (2021). Integrating loss-based performance objectives in the seismic design of structures. Bulletin of Earthquake Engineering, 19, 5429–5462.
* Zhang, R., Wang, W., & Alam, M. S. (2022). Performance-based seismic design of full and partial self-centering steel braced frames. Journal of Constructional Steel Research, 196, 107438.

****

SWADESHI VIGYAN PATRIKA

Guidelines for Authors

Aims & Objectives

Swadeshi Science Movement (SSM) also called Vigyan Bharti is a premier non-profit organisation devoted to disseminate the scientific advancement, founded by Professor K.I. Vasu & his associates from IISc, Bengaluru on 7th Nov. 1982. The foundation principle is for the development of Swadeshi Vigyan, integrating traditional & modern sciences catering to national needs and society. Swadeshi Science Movement of India, Delhi "SSM'D" (Vigyan Bharti, Delhi) since it's inception in the capital from 1994 as an independent popular Science forum has organized numerous National conferences, workshops, Vigyan Melas, lectures and symposia using National languages for facilitating interaction amongst researchers and foster exchange & dissemination of the Innovations in Science, Engineering and Technology. Furthering our broader national perspectives in line with the founding principles of the society to adopt and develop Bharatiya languages as media of Science, Engineering & Technology (SET) at all levels without opposing English and also to meet the need of the hour at the time of COVID-19 global crisis, SSM'D has been in the process of bringing out a new Bi- annual "Online publication": Swadeshi Vigyan Patrika (SVP) to bring advances in all aspects of Swadeshi Vigyan- Indigenous Science for national development to the mass, thus building a more informed scientific society towards attaining self-sufficiency and national re-construction.

Original thoughts, gems of knowledge and experience of experts & researchers are invited on topics related to:

- Innovative Indigenous Inter-Disciplinary Research & Scientific Efforts and Eco-friendly Technology with human face in Physical/material & Engineering Sciences, Chemistry, Electrochemistry, Botany, Zoology, Mathematics, Biotechnology, IT & Science journalism, Health care, Water, Agriculture, Geology, Forensic Sciences, Meteorology, Environmental, Space & Nuclear Sciences and IPR Leveraging.
- Innovations in the Path of Traditional Knowledge, Ayurvigyan, Yog, Indian System of medicines, Go-vigyan, Uses of Herbal in Modern Therapy, Applied JyotishVigyan & Sankalp Shakti Vidya (Spiritual Science)
- Innovations in the Path of Sustainable Consumption/Living/Development with Special Focus on Rural Development through Utilization/Management of Natural Resources vis-à-vis New Economic Environment

It will be our supplementary endeavour to address the innovative human resource of the grass root level people including artisans, craftsmen, farmers and tribals; promote, preserve & modernize their skills and make them economically strong through inputs of modern science & technology integrated with the traditional knowledge who are in fact the true reflection of the spiritual and the material facets of our culture and civilization. We will also undertake the challenge to connect a vast reservoir of innovations by the invisible informal sector to the visible formal/established sector that are exposed to modern science and innovate in a formal way, towards making Bharat innovative and a global leader in sustainable technologies. SVP will be a biannual publication initially but it may become a quarterly later depending on the response from the contributors.

Preparation of Manuscript texts

Manuscripts for original articles/papers should be submitted online either in Hindi / Regional languages preferably or in English of about 3000 words in MS Word & Krutidev 10 font preferably or in any other fonts like Unicode, etc for Hindi matter to the Editor in vigyanpatrika@swadeshivigyan.org and swadeshivigyan@swadeshivigyan.org.

Fonts for the title, authors and text should be 18, 14 and 12, respectively. The Figures/Tables caption should be as : eg. Fig. 1 Farming system of Nagaland.

A declaration from the author(s) will be procured stating that the submitted manuscript is neither published nor submitted elsewhere for publication .

The manuscript should be prepared in a concise form and presented in double space and it's title page should enlist the title useful in indexing, full names of authors, institutional addresses, email contact of the author for correspondences with asterisk * mark with the name and brief credentials of the main author like awards, Honours,etc. in 2 lines. Abstract should not exceed 200 words and should indicate the important content of the paper highlighting scope and main findings. Prior-art and literature survey should be confined within the framework of the submitted manuscript. Conclusions should draw significant output of the manuscript with a clear explanation of it's importance & relevance for the society.

References may be cited as follows

Normal Paper

D.P. Bhatt, T. Twomey, W. Plieth, R. Schumacher and H. Meyer; Inhibition of the underpotential deposition of copper on single crystal platinum surfaces, J. Electroanal. Chem. & Interfac. Electrochem. 322 (1992) 279

Papers in Conferences

A and B; Title of the paper; In the Proc. of 4th European Workshop on the Electrodeposition of metals, Freudenstadt, May 8-10 (1990), p. …

Books

Wikander 2000, p. 400 Wikander, Orjan (2000), "The Water Mill", in Wikander Orjan, Handbook of Ancient Water Technology, Technology and change in History 2, Leiden: Brill, pp. 371-400, ISBN 90-04-11123-9

****

Swadeshi Science Movement of India, Delhi

(also called as Vigyan Bharti, Delhi)

Registered under Societies Act XXI of 1860, Reg. no. S-28690

1. Name: --
2. Date of Birth: --
3. Address: --
4. Occupation: --
5. Educational Qualification: --
6. Professional Experience: --
7. Member/Life Member/Patron: --

Cheque/D.D. No. ---------------------------------- INR ------------------------

Name of The Bank ----------------------------------

Branch & Address: ----------------------------------

Date & Signature

Bank Account Details :-

Account Name : Swadeshi Science Movement of India

Account No. : SB/10964472430 **IFSC Code :** SBIN0001282

Bank Name : State Bank of India **Branch Name :** East Patel Nagar, New Delhi-110008

Or

Please prepare the subscription fee as draft/local cheque in favour of **"SWADESHI SCIENCE MOVEMENT OF INDIA, DELHI"** and send to Dr. D P Bhatt, President, Vigyan Bharati-Delhi, C-376, P3 Pocket, Greater Noida 201310

Annual Member (Individual) :	INR 250/- per year
Life Member (Individual) :	INR 2000/- ONCE
Life Member (Students/Skilled technicians/ Grassroot Innovators from informal sector) :	INR 1000/- ONCE
Annual Member (Corporate/Institutional) :	INR 3000/- per year
Life Member (Corporate/Institutional) :	INR 15,000/- ONCE
PATRON :	INR 30,000/- ONCE

Note: Membership will be bestowed as per the Bye-law & provisions

(Photocopy of this form can be used)

FEW SUCCESS STORIES OF SWADESHI SCIENCE MOVEMENT OF INDIA

(Registered under the Societies Registration Act XXI, 1860 of Govt. of NCT of Delhi: Reg. no. S-28690)

1. स्वदेशी विज्ञान की राष्ट्रीय संगोष्ठी में वैज्ञानिकों ने कहा: पश्चिमी विज्ञान को सर्वोच्च मानने की मानसिकता त्यागें– A Report in पाञ्चजन्य 30 November 1997, p. 15; Book on Electroplating and Metal Finishing, 1997, Editor: Dr. D P Bhatt, Shipra Publications, Delhi, pp. 1-309; National Conference and Refresher Course on Industrial Metal Finishing: A Report in J. Sci. Ind. Res. SCI-TECH UPDATE 57 (1998) p. 215-19

2. गांवों में हाई टेक्नालॉजी पहुँचाना कठिन नहीं – A Report in HINDUSTAN daily, New Delhi edn. by Vinod Varshney, 13 Jan. 1997.

3. Conferred with (i) "CLEAN UP THE EARTH AWARD" by the International Association of Educators for World Peace, USA and associates in recognizing the contribution of SSM'D in the areas of Environmental Education, Training, Pollution monitoring & Green activities, New Delhi (1998) and (ii) International felicitation in the 6th World Environment Congress in the capital by Dr. A R Kidwai, His Excellency then Hon'ble Governor, Haryana (1999)

4. Swadeshi Science Movement of India, Delhi (Vigyan Bharati,Delhi): A Report in J. Sci. Ind. Res. SCI-TECH UPDATE 59 (2000) p.177-79

5. Vigyan Bharati Pradeepika, Vol 6, 2000, Simplex Printing Press, Jabalpur; National Conference on Swadeshi Vigyan – A Report in CSIR News 51 (30 April 2001), p. 89-92

6. National Symposium on Ancient Indian SET interfaced with Modern Knowledge - A Report in Ind. J. Traditional knowledge 1 (2002) p. 75-78; CSIR News 51 (30 April 2001), p. 89-92 : It's highlight published in INDIA TODAY, 27 Feb. 2002, p. 71

7. जन जन से जुड़े स्वदेशी विज्ञान– A Report in पाञ्चजन्य चैत्र कृष्ण ८, वि. सं. २०६०,१४ मार्च २००४, पृ.10; 3rd Vigyan Bharati Conference in New Delhi… – Reports in Organiser, Delhi, Vol. LV (34) 7 March 2004, p. 15 & CSIR News 54 (10) 2004, p. 157; अंध विश्वासों से उबारने हेतु जन मानस में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के प्रति रुचि जाग्रत करना आवश्यक - A Report in Weekly EKJAY, Ujjain, 24 January – 1 March 2004, p. 2

8. भारतीय विज्ञान, अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी में अन्वेषणों पर राष्ट्रीय सम्मेलन 2006 - A Report in CSIR Samachar Vol. 24 (4), 2007, p. 50-54; "विज्ञान" स्वस्थ और सर्वजन हिताय दृष्टि देने की आवश्यकता - A Report in Vigyan Pragati Oct. 2009, p. 17-18 by Irfan Human.

9. विज्ञान भारती पहुंची गुप्तकाशी - A Report of Godly support to the Village Victims of Uttarakhand National Tragedy 2013 in Shilpkar Times, New Delhi edn., 3-9 April 2015; A Report of 3rd National Conference on Innovations 2013 in CSIR News 63 (7&8), 2013, p.85-86

10. ग्रामीण आवास पर राष्ट्रीय सम्मेलन – Reports in CSIR Samachar Vol. 5(6), 2017, p. 81-83; Vigyan Pragati June 2017, p. 28-31

11. भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका के अनेक विशेषांकों में प्रकाशित, अतिथि संपादक: देवेन्द्र प्रकाश भट्ट ; Vol. 21(1) 2013; Vol. 19(2) 2011; Vol. 18(1) 2010 ; Vol. 15(1) & Vol. 15(2) 2007; Vol. 12(1) & Vol. 12(2) 2004 and in the commemorative issues of Journal of Environmental Nanotechnology Vol. 2, 2013; Vol. 6-2,2017

12. Navati Felicitation & Tribute to Prof. K I Vasu : "Workshop on the Interface of Science & Society 2018", NPL - SSM'D MEMOIR 2018

13. To commemorate the occasion of 150 years celebration of Mahatma Gandhi Jayanti, organised Nukkad Road Shows jointly with NIET, Greater Noida on cleanliness drive in G.B. Nagar, U.P. (November 2019)

14. During the Covid 19 time, released the Swadeshi Vigyan Patrika 2020 inaugural issue through Prof. Praveen Kumar, IIT Roorkee (then Director, NIT Delhi) in the presence of Invited Guest, Dr. Anjan Ray, Director, CSIR-IIP Dehradun.

प्रकाशक: विज्ञान भारती, दिल्ली

वेबसाइट: www.swadeshisciences.org