Volume 01 | Issue 04 October 2025 – December 2025 ISSN 3107-9822 (Online)

Vigyan Setu e-magazine

मिलावट का 'खेल', Pg 5 | AI in Public Health, Pg 15 | Science Tourism, Pg 39

Vigyan Setu e-magazine

A quarterly, bilingual e-magazine of Vigyan Setu Foundation®

Contents

i	About the Cover	Pg. 1
ii	Editorial	Pg. 2
iii	Editorial Team	Pg. 3
1	खाद्य पदार्थ और औषधियों में मिलावट का 'खेल'	Pg. 5
2	Artificial Intelligence in Public Health	Pg. 15
3	पौधों का सूक्ष्म मस्तिष्क	Pg. 18
4	पृथ्वी पर प्लास्टिक रहेगा या हम	Pg. 22
5	रसायन के तत्व	Pg. 23
6	यह विज्ञान है	Pg. 24
7	Prospects of saffron cultivation outside its niche area in Kashmir valley and comparative assessment with saffron cultivated in niche and non-niche areas	Pg. 25
8	धीमी गति की प्रकाश वाला ब्रह्मांड	Pg. 29
9	Science Tourism and Nation Building: An Indian Perspective	Pg. 39
10	महान् भौतिक शास्त्री एन्नाकल चांडी जॉर्ज सुदर्शन	Pg. 45
11	Vigyan Setu Foundation Awards 2025 – A Report	Pg. 50

Vigyan Setu e-magazine is a quarterly, bilingual publication by Vigyan Setu Foundation that bridges the gap between science and society. Curated with creativity, curiosity, and critical thinking, this e-magazine features insightful articles, creative expressions, and real-world applications of science, technology, and innovation. It aims to nurture scientific temper, celebrate young minds, and spotlight emerging researchers whose work is shaping a sustainable future.

Publisher:
Dr Lalit Kumar Sharma, Managing Trustee, Vigyan Setu Foundation
Address: D-28, 1/1, Sector 3, Sanpada, Navi Mumbai 400 705 Maharashtra, India
E-mail: vigyansetu.emag@gmail.com ; vigyansetu.foundation@gmail.com
Vigyan Setu e-magazine URL: https://vigyansetufoundation.in/vigyan-setu-e-magazine/

The views, opinions, and statements expressed by content providers in this e-magazine are solely their own. The editorial team of Vigyan Setu e-magazine assumes no responsibility or liability for any errors, inaccuracies, or omissions in the content provided.

© Copyright, 2025 Vigyan Setu Foundation ® All Rights Reserved

About the Cover

CHICHAM BRIDGE, HIMACHAL PRADESH

Chicham Bridge, located in the remote Spiti Valley of Himachal Pradesh, is one of the highest suspension bridges in Asia. Connecting the villages of Chicham and Kibber at an altitude of over 4,000 metres, the bridge dramatically reduces travel time across a deep gorge and stands as a remarkable example of engineering in a harsh Himalayan landscape.

***Photo credit*: Google images**

From the Editor's Desk

Dr. Neha Sharma

Science is not confined to laboratories or academic discourse; it shapes our daily lives through the food we consume, the medicines we rely upon, the technologies we adopt, and our interaction with nature and society. The present issue of Vigyan Setu e-magazine brings together diverse yet interconnected narratives that underline the vital role of scientific awareness, ethical responsibility, and public engagement in addressing contemporary challenges.

A recurring concern highlighted in this issue is public health and safety, particularly in relation to food and pharmaceutical adulteration. Practices driven by profit rather than responsibility have transformed essential commodities into silent threats. The articles emphasize that while regulations and enforcement are necessary, they are insufficient on their own. Combating adulteration demands informed consumers, ethical producers, scientific vigilance, and sustained public awareness. Science communication, therefore, becomes a powerful tool for empowering citizens to make safer and more informed choices.

The issue also examines the expanding role of Artificial Intelligence in public health. AI offers significant potential in disease surveillance, outbreak prediction, health communication, and resource optimization. However, these advancements are accompanied by serious concerns related to data privacy, algorithmic bias, equity, accountability, and environmental impact. The discussion makes it clear that technological progress must be guided by ethical frameworks and inclusive governance to ensure that innovation truly serves society.

An equally thought-provoking contribution explores emerging insights into plant signalling and distributed intelligence in nature. Modern research reveals plants as dynamic organisms capable of sensing, communicating, and adapting to their environment through complex biological networks. This evolving understanding challenges traditional notions of intelligence and invites a more respectful and sustainable relationship with the natural world, with implications for agriculture, ecology, and bio-inspired technologies.

Running through all these contributions is a common thread—scientific awareness coupled with social responsibility. Science empowers society only when knowledge is shared, understood, and applied with integrity.

Through this issue, Vigyan Setu e-magazine reaffirms its commitment to strengthening the bridge between science and society. We hope these articles encourage readers to remain curious, think critically, and participate actively in shaping a healthier, safer, and more sustainable future grounded in scientific temper and ethical action.

Editorial Team

Prof Aheibam Dinamani Singh is former head of the department of Electronics and Communication Engineering (ECE) of National Institute of Technology (NIT), Manipur (India). He obtained his doctoral degree in ECE from Nort Eastern Regional Institute of Science and Technology (NERIST) in the year 2015. His teaching experience spans over two decades and has keen interest in Communication Engineering, Wireless Systems, Natural Language Processing (NLP), and Signal Processing. His publication list includes 40 Book Chapters and Journals, 25 International Conferences, and 5 National Conferences.

Email: ads@nitmaniput.ac.in

Dr Anand Sharma is a trained theoretical physicist, having more than two decades of experience in research, teaching, and science management in academia, along with experience in industry with a focus on talent acquisition and project management. He did his masters' from IIT Bombay, Mumbai in the year 2002, and received his doctoral degree in Physics from Humboldt University at Berlin, Germany in the year 2007.Presently, he is working with INM – Leibniz Institute of New Materials at Saarbrücken, Germany.

Email: anand.sharma@leibniz-inm.de

Dr Kumari Nimisha received her master's degree in chemistry with specialization in Organic Chemistry, with gold medal, from Patna University. She obtained her doctoral degree in Chemistry from Magadh University, Bodh-Gaya. With teaching experience of more than three decades, presently, she is working as an Assistant Professor in the department of Chemistry of Rajkiya Mahila Mahavidyalaya (Government Women's College), at Gulzarbagh, Patna. She is an avid educator, mentor, and a learner. Not limiting herself to chemistry, she has been actively involved in interactive learning activities in other areas of her interest including mathematics, and environmental sciences.

Email: kumari.nimisha.gwc@gmail.com

Dr Rajeshkumar Chhanalal Senma obtained his doctorate in Zoology from H N G University, Patan (Gujarat) in the year 2011. At present, he is working as an Assistant Professor of Zoology, in the department of Biology, M N College, Visnagar, district Mehsana (Gujarat). Along with, he holds responsibility as a PhD supervisor for zoology, for V N S G U, Surat, a member of the Board of Directors of Association of Zoologists (AOZ), and a Governing Council Member of WCB Research Foundation. He has authored ten books on zoology. His inclination is towards utilizing his experience and expand knowledge in the field of zoology.

Email: rcsibis@gmail.com

Mr Amol Kubal is a postgraduate in Physics from the University of Mumbai. Currently, he is associated with Wysetek Systems Technologies Pvt Ltd., Mumbai as Manager – Cloud Service Delivery. His two decades of experience ranges from Windows, Linux, Networking Security, Team Management, Project Planning and Management, Documentation, to Solution Designing. His focus area includes Improvisation of Cloud Operations Functions for Better Efficiency.

Email: amol@wysetek.com

Mr Ganesh Pawar completed his master's in physics from University of Mumbai and currently he is pursuing his doctorate in Astronomy at Nicolaus Copernicus Astronomical Center, Toruń, Poland. His research interests revolve around the Stellar activity of 'B, A, and F' type of stars, Stellar occultations, X-ray study of active galactic nuclei, Photometry of galaxy to mention a few. His publications also focus on deeper research in celestial objects.

Email: gpawar@ncac.torun.pl

Dr Neha Sharma is an experienced acoustic engineer specialising in building and environmental acoustics. She has undertaken post graduate research in physical and material acoustics. Her doctoral studies focused on exploring the acoustic capability of sustainable materials by effective characterisation, modelling, and experimental approaches. Along with her interest in scientific endeavours, she also carries competence in Innovation, Management and Leadership.

Email: nehasharma@hoarelea.com

खाद्य पदार्थ और औषधियों में मिलावट का 'खेल' – एक अमानवीय एवं प्राणघातक कृत्य

गौरीशंकर वैश्य विनम्र

"खाद्य और औषधियाँ मानव जीवन की आधारशिला हैं, परंतु जब यही जीवनदाता पदार्थ मृत्यु का कारण बनने लगें, तो यह सभ्यता के लिए घोर संकट का संकेत है।"

आज भारत ही नहीं, सम्पूर्ण विश्व खाद्य एवं औषधि मिलावट की गंभीर समस्या से जूझ रहा है। हमारे दैनिक आहार — दूध, घी, मसाले, मिठाइयाँ, तेल, सब्जियाँ — यहाँ तक कि जीवनरक्षक दवाइयाँ भी अब पूर्णतः शुद्ध नहीं रहीं। यह स्थिति न केवल उपभोक्ताओं के स्वास्थ्य के लिए खतरनाक है, अपितु सामाजिक, आर्थिक और नैतिक पतन का भी द्योतक है।

होली, दीवाली जैसे बड़े पर्वों पर बाजारों में मिठाई और अन्य खाद्य - पदार्थों की माँग तेजी से बढ़ जाती है। ऐसे में चर्चित ब्रांड द्वारा उत्पाद की आड़ में लोगों के स्वास्थ्य के साथ खिलवाड़ किया जाता है।एफएसडीए टीम ने इस दीवाली त्यौहार के अवसर पर छापामारी की। अकेले लखनऊ में ही एक पैकेजिंग प्लांट पर छापे में बड़ी मात्रा में मिलावटी सरसों का तेल बरामद किया। पैकेजिंग के नाम पर राइस ब्रान तेल में रंग मिलाकर सरसों का तेल तैयार कर बाजार में खपाया जा रहा था। आलू को रंगकर लाल किया जा रहा था। हानिकारक रसायन, खतरनाक रंगों और मिट्टी के प्रयोग से पुराने आलू को नया आलू बनाकर बाजारों में बेचा जा रहा है। सड़ा चिलगोजा, खजूर - छुहारा, एक्सपायर्ड खराब आटा पैकेट, मिठाई,प्रमुख ब्रांडों से मिलते - जुलते नाम वाली पानी की बोतलें, आठ कुंतल मिलावटी खोवा, घटिया सोनपापड़ी, ६००० लीटर नकली सरसों तेल, सिंथेटिक पनीर, ५० कुंतल से अधिक खराब घटिया ड्राई फ्रूट्स, २०० किलो सड़ा खराब सूजी हलवा, तथा १२६२५ किलोग्राम घटिया खाद्य सामग्री नष्ट की गई। यह केवल ५ -

१०दिन की छापामारी का कमाल है, यदि ऐसी ही जाँच पूरे देश में सघन रूप से की जाए, तो विचार करें कि स्थिति कितनी भयावह और चिंताजनक हो सकती है। प्रश्न यह भी है कि आखिर यह त्यौहारी जाँच ही क्यों? इससे जाँच एजेंसियां भी प्रश्न के घेरे में आ जाती हैं।

ऐसे में केवल सरकारी मशीनरी पर निर्भर रहना पर्याप्त नहीं है। ग्राहकों को भी जागरूक और सजग होना होगा। उन्हें सतर्क होकर शुद्धता के लिए लड़ाई लड़नी होगी। समय-समय पर ब्रांडेड और पैक्ड उत्पादों के स्वाद को भी पहचानना चाहिए। कई बार अधिक माँग के कारण ग्राहक लेबल एक्सपायरी डेट और असली - नकली भी नहीं देखते हैं। त्यौहारी सीजन में मिलावटखोर चर्चित और आकर्षक पैकेजिंग के नाम पर ग्राहकों को भ्रम में डाल देते हैं। ऐसे में उपभोक्ता को 'खाद्य एवं मानक अधिनियम २००६ 'के अंतर्गत अपने स्तर पर भी खाद्य पदार्थों की शुद्धता की जाँच करवानी चाहिए। यदि किसी खाद्य उत्पाद में संदेह है, तो ग्राहक सैंपल जाँच के लिए सरकारी या निजी लैब में भेज सकता है। सरकारी लैब की रिपोर्टे कानूनी रूप से मान्य होती है और इसके आधार पर मिलावट करने वाले के विरुद्ध कार्रवाई की जा सकती है। सामान्य उपभोक्ता को असली-नकली की पहचान के लिए प्रशिक्षित किया जाना भी आवश्यक है।

मिलावट की परिभाषा और स्वरूप

मिलावट का अर्थ है किसी खाद्य या औषधि पदार्थ में ऐसे तत्त्वों का सम्मिलन जो उसके **स्वाभाविक गुण**, **स्वाद**, **रंग**, **पोषकता या औषधीय प्रभाव** को बदल दें अथवा घटा दें।

यह कार्य अधिक लाभ कमाने, लागत घटाने या कृत्रिम रूप से पदार्थ को आकर्षक बनाने हेतु किया जाता है।

मिलावट के प्रमुख रूप –

1. **रासायनिक मिलावट**: जैसे दूध में डिटर्जेंट, यूरिया, फॉर्मेलिन आदि डालना।
2. **भौतिक मिलावट**: जैसे चावल में पत्थर, मिर्च पाउडर में ईंट या रंगीन बुरादा मिलाना।
3. **जैविक मिलावट**: फफूँदी, कीटाणु या जीवाणुओं द्वारा दूषण।
4. **औषधीय मिलावट**: नकली, एक्सपायर्ड या घटिया गुणवत्ता की दवाओं का उपयोग।

खाद्य पदार्थों में मिलावट – वैज्ञानिक दृष्टि से एक अध्ययन

भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण (FSSAI) के अनुसार, भारत में लगभग **७०% से अधिक खाद्य पदार्थ किसी न किसी स्तर पर मिलावटी पाए जाते हैं**।

(क) दूध और दुग्ध उत्पाद

मिलावट के रूप: पानी, यूरिया, डिटर्जेंट, हाइड्रोजन पेरॉक्साइड, स्टार्च, फॉर्मेलिन।

खोवा :खराब गुणवत्ता, फफूंद लगा, मिलावटी, घटिया, आलू, घुइँयाँ, मैदा।

सिंथेटिक खोवा :टेलकम पाउडर, रिफाइंड, मेज स्टार्च, रसायन, स्किम्ड मिल्क पाउडर, सफेद पाउडर, माल्टो डेक्सिट्रन पाउडर।

पनीर, दही :सस्ता स्किम्ड पाउडर,घटिया वेजीटेबल आयल, बेकिंग पाउडर, स्किम्ड मिल्क।

दूध :डिटर्जेंट, स्टार्च, गंदा पानी, दूषित बर्फ, यूरिया, कास्टिक सोडा, प्रतिबंधित माल्टो डेक्सिट्रन पाउडर, मक्खन निकाल लेना, सोडियम बाईकार्बोनेट मिलाना।

मक्खन :आलू, शकरकंद,

वैज्ञानिक प्रभाव:

1.यूरिया व डिटर्जेंट से गुर्दे एवं यकृत (लीवर) को नुकसान।

2.फॉर्मेलिन कैंसरकारी तत्व है।

3.बच्चों में विकास रुकने एवं पाचन विकार।

(ख) तेल और घी:

मिलावटी तेल : सस्ते तेल एवं एक्सपायर्ड तेल (पाम ऑयल, मिनरल ऑयल) का मिश्रण, कृत्रिम रंग और सुगंध, सरसों तेल में आर्गेनिक तेल, मोबिल तेल, खनिज तेल (लेबलिंग नहीं), सरसों के तेल में सुगंध के लिए केमिकल स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होते हैं।

घी :उबले हुए आलू, जानवरों की चर्बी, वनस्पति घी ।

सोयाबीन प्रोटीन :इससे तेल अलग करने के लिए दानों को गैसोलीन रिफाइनिंग के उप- उत्पाद हैग्जेन में डुबोया जाता है।

स्वास्थ्य पर प्रभाव: हृदय रोग, उच्च रक्तचाप, उदर विकार, लकवा, मोटापा, ट्रांस-फैटी एसिड से कोलेस्ट्रॉल बढ़ना, पाचन रोग आदि।

(ग) मसाले, मिठाइयाँ, नमकीन, दालें आदि:

- **मसालों में मिलावट**: हल्दी में लेड क्रोमेट (सीसा युक्त रंग) तथा खेसारी दाल, मटर, लाल मिर्च में लाल रंग, लाल ईंट का बारीक चूरा या सिंथेटिक डाई, भूसा, लकड़ी का चूरा रोडा माइन केमिकल , धनिया में घास के बीज तथा पशुओं की लीद, काली मिर्च में पपीता के बीज। इसके खाने से आंत के रोग, रक्त कैंसर, पाचन रोग आदि हो सकते हैं।
- **मिठाइयों में**: कृत्रिम चमकीले रंग, खतरनाक सुगंधित रसायन, पुराना मावा, कपड़े धोने वाला पाउडर , गंदगी से भरी, फफूंद लगी मिठाई, खराब गुणवत्ता की मिठाई, काजू की बर्फी में पिसी मूंगफली, सोनपापड़ी में खराब आटा, विषैले रंग, शहद में चीनी। इसके सेवन से पेट के रोग, रक्तचाप, मधुमेह, एनीमिया जैसे रोग हो जाते हैं
- **नमकीन में** :हानिकारक रंगों से बना नमकीन. तरह-तरह के चिप्स, पापड़. दालमोठ में आवश्यक मात्रा से कई गुना अधिक कलर की मिलावट, चने के बजाय खराब आटे को कलर मिलाकर बेसन के नमकीन। नकली बेसन में मैटानिल पीला रंग मिलाना। यह यकृत,

किडनी और प्रजनन तंत्र को प्रभावित करता है।

- **बेकरी में** :फ्री फैटी एसिड कई गुना मिला दिया जाता है, जबकि मात्रा ०.२५ होनी चाहिए। आइसक्रीम में धुलाई का सोडा मिला दिया जाता है। इससे लीवर, किडनी और पाचनतंत्र खराब हो सकते हैं।
- **कुट्टू और सिंघाड़े के आटे में** :नवरात्र जैसे व्रतों में लोग अन्न नहीं खाते हैं। इसके स्थान पर कुट्टू और सिंघाड़े का आटा प्रयोग करते हैं। उसमें भी मिलावटखोर चावल के आटे को मिला देते हैं। इससे आंत के रोग, पाचनतंत्र खराब हो जाते हैं
- **चाय में** :पेड़ों की पत्ती, रंगी भूसी, डुप्लीकेट चाय. लोहे के कण। इससे अल्सर और आंत के रोग हो जाते हैं।
- **महीन चीनी में** : गेहूँ का आटा। इससे पेट खराब हो जाता है।
- **आटा में** :सूजी के आटे में लोहे या कोयले के कण, गेहूँ के आटे को अधिक सफेद बनाने के लिए अनेक ब्लीचिंग एजेंट्स जैसे नाइट्रोजन, क्लोरीन, क्लोराइड और नाइट्रोसिल।
- **मैदा में** : बढ़िया रंग देने के लिए इसमें बेन्जोइल पराक्साइड मिला दिया जाता है, जो स्वास्थ्य के लिए घातक है। फलतः मलबद्धता और आंत का अल्सर हो जाता है।
- **दालों में** :अरहर ओर चने की दाल में खेसारी दाल, जिसमें विशेष प्रकार के जहरीले तत्व (ब्यूटाइरिक अम्ल, ऐलेनियम, तथा डाइ अमीनोप्रोपिओनिक अम्ल) होते हैं , जो पाचनतंत्र को नुकसान पहुँचाते हैं ।
- **जूस तथा पेय पदार्थों में** :कीटनाशक एवं रसायनों का प्रयोग तथा चीनी की अधिक मात्रा। संतरे के जूस में कई तरह के एसिड मिलाना। सोडा ड्रिंक में मिलावट से सोडा और दूसरे शक्कर के पेयों से प्रतिवर्ष विश्व भर में लगभग दो लाख लोगों की मृत्यु। इससे हृदय, मधुमेह तथा कैंसर संबंधित बीमारियाँ बढ़ रही हैं।
- **अचार में** :अचार के संरक्षण के लिए कृत्रिम सिरका सहित अन्य रसायन, घटिया स्तर का सरसों का तेल, मिलावटी हल्दी मिलावटी लाल मिर्च और सड़े - घुनें मसालों का प्रयोग अचार में आर्जीमोन की मिलावट से किडनी और पाचनतंत्र को नुकसान। नौरंगी अचार स्वास्थ्य के लिए अत्यंत हानिकारक।
- **मैगी में** :इसमें मोनोसोडियम ग्लूटामेट (एमएसजी) और सीसे की मात्रा तय मानक मात्रा से अधिक मिला दी जाती है, यह खाद्य में स्वाद और चिकनाई को बढ़ा देता है। यह 'साइलेंट किलर 'कहा जाता है। इससे सिरदर्द, पसीना, स्किन रैशेज हो जाते हैं।

मिलावटी और नकली खाद्य पदार्थों का दुष्प्रभाव: पाचन विकार, त्वचा रोग, आन्त्र

रोग. गठिया, जोड़ों का दर्द, कैंसर, पथरी, अल्सर, एलर्जी, बच्चों में मानसिक व शारीरिक विकास में बाधा आदि बीमारियाँ हो जाती हैं।

(घ) सब्जियाँ और फल

रसायनों का प्रयोग एवं उनके दुष्प्रभाव :

-एथिलीन गैस या कैल्शियम कार्बाइड से कृत्रिम रूप से फल पकाना।इससे पाचन संबंधी रोग हो जाते हैं।

-मेटानिन यूरो और टाट्राजीन दोनों खतरनाक रसायन हैं। इनका प्रयोग चावल और दालों की चमक बढ़ाने के लिए किया जाता है। इससे शरीर के स्नायुतंत्र पर बुरा प्रभाव पड़ता है।

-बेसन के लड्डू, बर्फी तथा छेने में चाँदी का वर्क लगाया जाता है। कुछ हलवाई चाँदी वर्क की जगह एल्युमिनियम का वर्क लगा देते हैं, जो कैंसर उत्पन्न करता है।

-आर्जीमोन और बिनौले के बीज का तेल सरसों के तेल में मिला दिया जाता है ।ये जहरीले होते हैं और एलर्जी, लीवर के रोग पैदा करते हैं।

-डेल्टिरन, ईपीएन, फॉस्वेल और क्लोरडैन जैसे कीटनाशक अत्यंत विषैले हैं। इससे नपुंसकता, खून की कमी या रक्त कैंसर जैसी प्राणघातक बीमारी भी हो सकती है। एल्ड्रिन से सिरदर्द, सुस्ती और उल्टी की शिकायतें, हेप्टाक्लोर से लीवर की खराबी, प्रजनन क्षमता कम होना आदि दुष्प्रभाव होते हैं।

-मैलेकाइट ग्रीन एक केमिकल युक्त रंग, जो सब्जियों को हरा दिखाने के लिए प्रयोग होता है। यह लीवर, आंत, किडनी सहित पूरे पाचनतंत्र को नुकसान पहुँचाता है। नपुंसकता और बांझपन की समस्या हो सकती है।

-आक्सीटैसिन इंजेक्शन का प्रयोग सब्जियों को जल्दी बढ़वार तथा गाय, भैंसों से अधिक दूध लेने के लिए किसानों और ग्वालों द्वारा प्रयोग। इससे उच्च रक्तचाप, सांस में परेशानी, हृदयाघात जैसी गंभीर बीमारियाँ हो सकती हैं।

-मिथेलिन फलों और सब्जियों को हरा एवं आकर्षक बनाने के लिए इसके घोल में रखा जाता है। इसके प्रयोग से फल और सब्जी स्वास्थ्य के लिए हानिकारक बन जाते हैं।

-कार्बाइड (कैल्शियम कार्बाइड) रसायन का प्रयोग फलों (केले, आम, पपीता, बेल आदि) को अप्राकृतिक रूप से पकाने में उपयोग। इससे फलों की गुणवत्ता कम हो जाती है। वह जहरीले हो जाते हैं तथा पाचन संबंधी समस्याएं पैदा करते हैं। इससे कैंसर, स्मृतिह्रास, आँखों में जलन, त्वचा तथा श्वास संबंधी रोग हो जाते हैं।

औषधियों में मिलावट और नकली दवाओं का खतरा

भारत को "**विश्व की दवा निर्माण राजधानी**" कहा जाता है, परंतु दुर्भाग्यवश यही क्षेत्र आज **नकली औषधियों की छाया** में है। विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) के अनुसार, **भारत में बिकने वाली लगभग १०% दवाएँ नकली या घटिया गुणवत्ता की** हैं।

खांसी की दवाओं में जहरीले रसायनों की मिलावट के अभी दो माहों (सितंबर - अक्टूबर २०२५) में मिले मामलों ने देश में औषधियों में हो रहे 'खेल' की पोल खोल दी है। मध्यप्रदेश और राजस्थान में कफ सीरपों के प्रयोग से हुई १९ बच्चों की दर्दनाक मौतों से देश भर में आक्रोश और चिन्ता का भय व्याप्त हो गया है। तमिलनाडु की २० से अधिक दवा निर्माता कंपनियों में ऐसे कफ सीरप मिले हैं. जिनमें विषैला पदार्थ पाए जाने की पुष्टि हुई है। ये कफ सीरप देश के विभिन्न राज्यों, हिमाचल प्रदेश, केरल, तेलंगाना, महाराष्ट्र, उत्तराखंड के मेडिकल स्टोरों, अस्पतालों तथा थोक दवा विक्रेताओं के यहाँ भी मिले हैं। खांसी - जुकाम से पीड़ित बच्चों को कोल्ड्रिफ (प्रतिबंधित सीरप) में डाइथिलीन ग्लाइकोल की मात्रा ४८.६ प्रतिशत पायी गई, जबकि इसमें ०.१०प्रतिशत से अधिक नहीं होनी चाहिए। ऐसे ही रिलीफ कफ, रेस्पीकेश, टी आर - कफ सीरप में डीईजी अधिक मात्रा में मिली। भारत में बेची जाने वाली दवाओं में डाइथिलीन ग्लाइकोल (डीईजी) /एथिलीन ग्लाइकोल (ईजी) की मात्रा जाँच में गड़बड़ी पायी गई।

डीईजी और ईजी का प्रयोग ग्लिसरीन में मिलावट के रूप में ही होता है। ग्लिसरीन की भारी माँग और प्रतिवर्ष ४५ प्रतिशत मूल्यवृद्धि के कारण इसमें पाम आयल की मिलावट का खेल धड़ल्ले से शुरू हो जाता है। इसके जहर से शुरू - शुरू में छोटे बच्चों में सुस्ती, पेटदर्द, उल्टी - दस्त, सांस लेने में कठिनाई, गुर्दे फेल होना, यकृत का नुकसान जैसे गंभीर लक्षण दिखते हैं।

ऐसे ही देशभर में दवाओं की गुणवत्ता पर निगरानी के अंतर्गत केन्द्रीय औषधि मानक नियत्रंण संगठन ने सितंबर २०२५ के लिए ड्रग एलर्ट जारी किया गया। रिपोर्ट के अनुसार, ११२ दवा नमूने मानक गुणवत्ता से कम पाए गए,जबकि कई दवाएँ नकली मिली। सीडीएससीओ के अनुसार, केन्द्रीय औषधि प्रयोगशालाओं ने इस अवधि में ५२ दवा नमूने तथा राज्य औषधि परीक्षण प्रयोगशालाओं ने ६० नमूने मानक गुणवत्ता से कम पाए गए।

भारत के राष्ट्रीय नियामक - केन्द्रीय औषधि मानक नियंत्रण संगठन ने जाँच में पाया कि नकली या अधोमानक दवाएँ झोलाछाप तथा निजी चिकित्सको द्वारा लिखी गई थीं या आसपड़ोस की दवा - दुकानों से बिना डाक्टरी पर्चे के इनको खरीदा गया। निम्न और मध्यम आय वाले लोगों में बिना डाक्टरी सलाह के दवा खरीदने की मानसिकता बढ़ रही है। यहीं नकली और मिलावटी दवाओं की खपत होती है। इसका एक प्रमुख कारण यह भी है कि सरकारी अस्पतालों में प्रायः डाक्टर मिलते नहीं हैं या निश्चित कार्यसमय में केवल कुछ ही रोगी उनसे परामर्श ले पाते हैं। मेडिकल स्टोरों पर ग्राहक से किसी प्रकार की पूछताछ नहीं की जाती और उन्हें इच्छित दवाएँ आसानी से मिल जाती हैं।

भारत में केवल कफ सीरप का बाजार वार्षिक १० प्रतिशत की चक्रवृद्धि दर के साथ फलता - फूलता उद्योग है। वर्ष

२०२४ में यह ६.२५ करोड़ डालर का था, जिसके २०३५ तक ७४.३ करोड़ डालर तक पहुँचने की संभावना है।

औषधि मिलावट के प्रमुख रूप:

1. **सक्रिय तत्व की मात्रा घटाना** – दवा का प्रभाव कम या शून्य हो जाता है।
2. **नकली पैकिंग में घटिया पदार्थ** – दिखने में असली परंतु प्रभावहीन या विषाक्त।
3. **एक्सपायर्ड दवाओं का पुनः लेबलिंग**।

वैज्ञानिक दुष्परिणाम:

- रोग की पुनरावृत्ति या असफल उपचार।
- प्रतिरोधी जीवाणुओं (antibiotic resistance) का विकास।
- हृदय, गुर्दे व तंत्रिका तंत्र पर विषाक्त प्रभाव।
- कुछ मामलों में मृत्यु तक।
- कैंसर, पक्षाघात, हृदयाघात, मानसिक रोग आदि गंभीर बीमारियाँ

मिलावट की सामाजिक और आर्थिक जड़ें:

अत्यधिक लाभ कमाने की लालसा -

व्यापारी पर्वों, त्यौहारों और शादी - विवाह के अवसरों पर बढ़ती खरीदारी भाँपकर अधिक लाभ कमाने की लालसा रखते हैं, इससे चीजों में मिलावट करके खपाने से नहीं चूकते हैं। बाजार में प्रतिस्पर्धा और लागत घटाने की प्रवृत्ति से भी वे असली वस्तुओं के स्थान पर डुप्लीकेट उत्पाद रखते हैं। ये उत्पाद सस्ते और देखने में आकर्षक भी होते हैं। लोग खाने की चीजों के स्वाद और शुद्धता पर ध्यान नहीं देते हैं और प्रायः उसी घटिया पदार्थ का प्रयोग कर लेते हैं।

कानूनी ढिलाई और भ्रष्टाचार –

प्रायः सरकारी तंत्र मिलावटी वस्तुओं की जाँच और दवाओं की गुणवत्ता परखने में अक्षम रहता है। इसका एक बड़ा कारण सरकारी तंत्र में व्याप्त भ्रष्टाचार भी है, जिसके चलते नकली और अधोमानक उत्पाद बनते हैं और बिकते हैं। कभी-कभी गुणवत्ता परीक्षण के नाम पर धर - पकड़ की खानापूरी होती है, किन्तु कुछ दिनों बाद पुनः यथास्थिति हो जाती है। निरीक्षण और दंड की प्रक्रिया कमजोर होने के कारण गलत धंधे का खेल चलता रहता है।

उपभोक्ता की अनभिज्ञता –

लोग सस्ते दाम देखकर गुणवत्ता भूल जाते हैं, और वे मिलावटी सामग्री का प्रयोग करते रहते हैं। ग्राहक खाद्य पदार्थ हो या दवा कामचलाऊ चाहता है, भले ही उससे स्वास्थ्य पर बुरा असर पड़ रहा हो। उसे अपनी भूल का तब आभास होता है, जब कोई गंभीर बीमारी हो जाती है और तब पानी सिर से ऊपर आ चुका होता है।

खाद्य और औषधि प्रतिष्ठानों में कर्मचारियों की कमी –

केन्द्रीय औषधि मानक नियंत्रण संगठन और राज्य स्तरीय खाद्य एवं औषधि प्रतिष्ठानों में कर्मचारियों की भारी कमी है। जहाँ ५० फैक्टरियों पर एक औषधि निरीक्षक और प्रत्येक २०० दवा दुकानों पर एक निरीक्षक की नियुक्ति होनी चाहिए, वहाँ लगभग ४० से

५० प्रतिशत पद रिक्त पड़े हैं। प्रयोगशालाओं की भी सीमित संख्या है,जिससे पकड़ी गई मिलावटी सामग्री अथवा दवा की जाँच सही समय पर नहीं हो पाती है। इससे मिलावटखोरों या नकली दवा - विक्रेताओं का दुस्साहस और बढ़ जाता है।

ढाँचागत कमियों का अनुचित लाभ –

गलत दवाओं के निर्माण या वितरण पर औषधि एवं प्रसाधन सामग्री अधिनियम १९४० की धारा २७ के अंतर्गत मुकदमा चलाया जाता है, लेकिन ढाँचागत कमियों का अनुचित लाभ मिलावटखोर उठाते रहते हैं। कानून का सख्ती से पालन न होने से काला धंधा चालू रहता है।

मुकदमों के लिए नहीं मिल रहे शासकीय अधिवक्ता -

शासन ने नकली, मिलावटी या अधोमानक खाद्य पदार्थों या दवा मिलने पर मुकदमों की पैरवी के लिए जिलों में शासकीय अधिवक्ता (फौजदारी) और अभियोजन अधिकारी नामित करने के आदेश जारी किए गए थे, किन्तु इसके बाद भी मुकदमों की पैरवी के लिए समस्याएँ बनी हुई हैं।

ग्रामीण और असंगठित बाजारों में निगरानी का अभाव-

एफएसडीए की जो त्वरा मुख्य पर्वों के समय होती है,वह वर्ष भर होनी चाहिए। नमूने तो लिये जाते हैं, लेकिन लैब की कमी से जाँच रिपोर्ट आने में बहुत समय लग जाता है। इससे मिलावटखोरों का साहस घटने के बजाय बढ़ जाता है। ग्रामीण क्षेत्रों में खाद्य पदार्थों या दवा - स्टोरों की जाँच नगण्य है, इससे वहाँ मिलावट का धंधा जोरों पर चलता रहता है। लोगों में जागरूकता की कमी होने से मिलावटखोरों की चाँदी कटती है। ग्राहक वस्तु या दवा का सही नाम का लेबल, एक्सपायरी डेट एवं मूल्य देखकर ही क्रय करें। डुप्लीकेट या सस्ती या वैकल्पिक नामों की वस्तुएँ पर विश्वास न करें। लोगों को इसके लिए प्रशिक्षित किया जाना चाहिए।

चिकित्सकों द्वारा रोगियों के साथ अशिष्ट आचरण –

प्रायः जब बीमार व्यक्ति सरकारी चिकित्सालय में चिकित्सक से परामर्श लेने के लिए जाता है, तब उसे पूरी दवाएं नहीं मिल पातीं और उसे किसी अमुक मेडिकल स्टोर पर जाने की सलाह दी जाती है। निजी चिकित्सक तो इससे आगे बढ़कर ऐसी दवाएँ लिखते हैं, जो उन्हीं के क्लीनिक या किसी विशिष्ट मेडिकल स्टोर से ही मिलती हैं। चिकित्सकों का यह अनुचित व्यवहार केवल दवाओं की बिक्री से जुड़े कमीशन के कारण होता है। इसमें सस्ती और मिलावटी दवाएँ भी मनमानी कीमत पर खपाई जाती हैं। इस अलिखित समझौते से संबंधित किसी अभिलेख की जाँच कभी नहीं होती।

कानूनी प्रावधान और सरकारी प्रयास

1. **खाद्य सुरक्षा एवं मानक अधिनियम, २००६ (FSS Act, 2006)**

- इसके अंतर्गत **FSSAI (Food Safety and Standards Authority of India)** की स्थापना हुई।
- यह देशभर में खाद्य पदार्थों की गुणवत्ता, पैकेजिंग, लेबलिंग एवं सुरक्षा की निगरानी करता है।

2. औषधि और प्रसाधन सामग्री अधिनियम, १९४० (Drugs and Cosmetics Act)

- नकली या घटिया दवा बनाने व बेचने पर **आजीवन कारावास** तक का प्रावधान।

3.उपभोक्ता संरक्षण अधिनियम, २०१९

- उपभोक्ता अदालतों में शिकायत दर्ज कर क्षतिपूर्ति प्राप्त करने का अधिकार।

4. 'ईट राइट इंडिया' और 'सुरक्षित आहार अभियान'

- नागरिकों को शुद्ध आहार के प्रति जागरूक करने हेतु FSSAI द्वारा चलाए गए अभियान।
- एफएसएसएआई द्वारा खाद्य उत्पाद के नाम या ब्रांड में ORS(ओरल रिहाइड्रेशन साल्ट) के प्रयोग पर प्रतिबंध लगा दिया गया है। यह आदेश फलों पर आधारित (फ्रूट बेस्ड). नॉन कार्बनेटिड या रेडी - टू - ड्रिंक पेय पदार्थों पर भी लागू होगा।
- FSSAI ने पॉली परफ्लूरो एल्किल और बिस्फेनाल नामक दो रसायनों के प्रयोग पर प्रतिबंध लगाने जा रही है। ये रसायन पैकेजिंग को तेल और पानी प्रतिरोधी बनाने के लिए प्रयोग होते हैं।
- यह सुनिश्चित करना आवश्यक है कि दवाएँ प्रभावी, सुरक्षित और विश्वसनीय हों। संबंधित नियामक संस्थाओं को चाहिए कि वे कठोर गुणवत्ता मानक लागू करें, नियमित जाँच करें और नकली एवं घटिया निर्माताओं के विरुद्ध बड़ी कार्रवाई करें।

5. 'Pharma Vision 2020' और 'जेनरिक दवा आंदोलन'

- दवाओं की गुणवत्ता सुनिश्चित करने व जनसुलभ दवाएँ उपलब्ध कराने का प्रयास।

6. फार्मा कंपनियों को पोर्टल पर पंजीयन आवश्यक -

हाल के महीनों में डायएथिलीन ग्लाइकोल और प्रोपाइलीन ग्लाइकोल जैसे रसायनों के कफ सीरप में संदूषण के मामले सामने आए हैं. जिससे गंभीर सुरक्षा चिंताएँ पैदा हुईं। अब इन रसायनों का प्रयोग करने वाली फार्मा कंपनियों को ओएनडीएलएस पोर्टल पर पंजीयन करना होगा। जिन कंपनियों के पास पहले से मैनूफैक्चरिंग लाइसेंस है, उन्हें भी पोर्टल पर अपनी जानकारी अद्यतन करनी होगी।

समाधान के वैज्ञानिक एवं सामाजिक उपाय

(क) विज्ञान और तकनीक की भूमिका

- **Nano-sensors** और **AI आधारित Detection Systems** का उपयोग कर खाद्य जाँच को तीव्र और सटीक बनाना।
- **Blockchain Technology** से आपूर्ति श्रृंखला (Supply Chain) की पारदर्शिता सुनिश्चित करना।
- **Biomarker-based Tests** से नकली दवाओं की पहचान।

(ख) सरकारी एवं संस्थागत सुधार

- प्रत्येक जिले में *Food & Drug Testing Labs* की स्थापना।

- त्वरित न्यायालयों (Fast Track Courts) में मिलावट मामलों की सुनवाई।
- छोटे विक्रेताओं के लिए प्रशिक्षण और प्रमाणन व्यवस्था।

(ग) शिक्षा और जन-जागरूकता

- विद्यालयों और महाविद्यालयों में "**Food Safety Literacy**" अभियान।
- मीडिया और सोशल मीडिया के माध्यम से उपभोक्ता को जागरूक करना।
- "खाद्य शुद्धता सप्ताह" जैसी पहलें।

(घ) व्यक्तिगत स्तर पर उपाय

- पैकेज्ड खाद्य खरीदते समय **FSSAI लाइसेंस नंबर** अवश्य देखें।
- खुले तेल, मसाले या मिठाइयाँ लेने से बचें।
- घर में परीक्षण किट (जैसे 'Detect Adulteration with Rapid Test – DART Kit') का प्रयोग।
- *स्थानीय उत्पादकों और सहकारी संस्थाओं* से वस्तुएँ लेना अधिक सुरक्षित।

मिलावट केवल भौतिक नहीं, **मानवीय मूल्यबोध की मिलावट** है। जब व्यापारी लाभ के लिए जीवन को दाँव पर लगाता है, तो वह समाज की आत्मा को विषाक्त कर देता है। गांधीजी ने कहा था— "**व्यापार तभी धर्म है, जब उसमें मानवता का भला निहित हो।** " अतः शुद्धता केवल खाद्य या औषधि की नहीं, **विचारों और नीयत की भी होनी चाहिए।**

खाद्य और औषधि मिलावट आज भारत की **प्राणघातक सामाजिक समस्या** बन चुकी है। यह एक ऐसी छिपी हुई महामारी है जो करोड़ों लोगों के जीवन को धीरे-धीरे ग्रस रही है। इससे मुक्ति केवल सरकारी कानूनों से नहीं, अपितु **सामूहिक जागरूकता**, **वैज्ञानिक निगरानी**, **और नैतिक प्रतिबद्धता** से संभव है। हमें यह समझना होगा कि – "**शुद्ध आहार और शुद्ध औषधि केवल स्वास्थ्य का ही नहीं**, **राष्ट्र के चरित्र का प्रश्न है।** " जब समाज शुद्धता को मूल्य मानकर जीना सीख लेगा, तभी मिलावट की यह अंधेरी सुरंग समाप्त होगी और एक **स्वस्थ**, **सुरक्षित**, **सशक्त भारत** का उदय होगा।

गौरीशंकर वैश्य विनम्र
११७ आदिलनगर, विकासनगर
लखनऊ २२६०२२
दूरभाष ०९९५६०८७५८५

Artificial Intelligence in Public Health

Dr Wahied Khawar Balwan

Artificial intelligence (AI) can rapidly analyze large and complex datasets, extract tailored recommendations, support decision making, and improve the efficiency of many tasks that involve the processing of data, text, or images. As such, AI has the potential to revolutionize public health practice and research, but accompanying challenges need to be addressed. AI can be used to support public health surveillance, epidemiological research, communication, the allocation of resources, and other forms of decision making. It can also improve productivity in daily public health work. Core challenges to its widespread adoption span equity, accountability, data privacy, the need for robust digital infrastructures, and workforce skills. Policy makers must acknowledge that robust regulatory frameworks covering the lifecycle of relevant technologies are needed, alongside sustained investment in infrastructure and workforce development. Public health institutions can play a key part in advancing the meaningful use of AI in public health by ensuring their staff are up to date regarding existing regulatory provisions and ethical principles for the development and use of AI technologies, thinking about how to prioritize equity in AI design and implementation, investing in systems that can securely process the large volumes of data needed for AI applications and in data governance and cybersecurity, promoting the ethical use of AI through clear guidelines that align with human rights and the public good, and considering AI's environmental impact.

There is no consensus on a definition of artificial intelligence (AI), but WHO has proposed "the performance by computer programs of tasks that are commonly associated with intelligent being". AI is seen by many as having the ability to revolutionize health systems. It can rapidly analyse large and complex datasets, extract recommendations tailored to patients or settings, support decision making, and improve the efficiency of many tasks that involve processing data, text, or images. These capabilities have captured the attention of policy makers at national and international levels. However, many will know, especially those with experience in procuring technology that the benefits of AI can be exaggerated and the risks downplayed. These risks include potential data privacy breaches, misinterpretation of results, perpetuation of biases, and the danger of professionals becoming over-reliant on technology, leading to the erosion of critical skills.

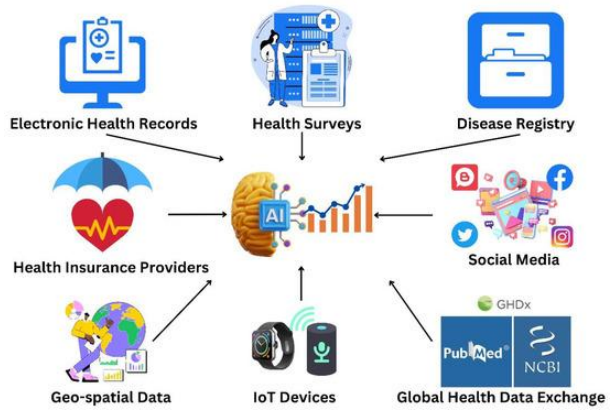
Traditionally, public health surveillance relies on manual data collection and analysis, which can be time consuming and prone to errors. AI can transform this process by automating data analysis, quickly identifying potential outbreaks, and issuing timely warnings. For example, the US Centres for Disease Control and Prevention used AI to track the spread of COVID-19 during the pandemic by combining data from multiple sources, such as electronic health records, social media, and news outlets.

AI can also assist in monitoring trends in risk factors for non-communicable diseases by analysing demographic, behavioural, and environmental data and feeding these data into projections used in planning. AI's ability to process large volumes of data rapidly can speed up the flow of information. For instance, AI can extract and analyse free-text data from sources such as death certificates to identify drug-related deaths well before formal coding processes are completed. This type of analysis can enable public health authorities to respond more effectively to emerging threats.

AI can be particularly useful in behavioural epidemiology, in which data from mobile apps and social media can be analysed to track health behaviours, such as diet, physical activity, and mobility. AI can also evaluate the impact of interventions designed to change these behaviours and model the trade-offs involved. These insights can then be linked to disease

prevalence, providing a holistic understanding of the factors contributing to public health issues. Machine learning algorithms have been used to extract people's sentiments and beliefs from social media interactions, an approach that has found several mental health applications. Another example comes from the field of environmental health, in which AI-powered tools use machine learning to monitor air quality in urban areas.

AI can also help optimize resource allocation. During the COVID-19 vaccination campaigns, AI models analyzed demographic data, health records, and geographical information to establish the best locations for vaccination sites. AI plays an increasingly important part in public health communication by improving the tailoring of messages to specific populations. AI tools can segment populations on the basis of demographic and behavioral data (e.g., through the use of k-means clustering and lasso regression) to increase the likelihood that health messages are culturally appropriate and accessible. AI can also assist in crafting public health messages in multiple languages and at various health literacy levels and can help identify misinformation. AI-driven chatbots offer a new means of communicating health-related messages. During the COVID-19 pandemic, WHO used AI-powered chatbots on platforms such as WhatsApp to provide real-time information on the virus, including guidance on symptoms, prevention measures, and vaccination. A recent review concluded that chatbots, by providing instant responses, can help to dispel misinformation and guide the public to reliable resources.



Perhaps the most straightforward application of AI is in automating routine tasks, such as generating standard letters or any task that entails summarizing large amounts of information (e.g., regulations, guidelines, or scientific reports) to produce concise summaries or recommendations. This type of application can substantially reduce the administrative burden on public health professionals, allowing them to focus on strategic tasks such as policy development and program implementation.

Although AI's potential in public health is considerable, there are notable challenges to its widespread adoption. One of the most important considerations is ensuring that AI is used equitably. AI models are often prone to bias, particularly if they are trained on non-representative datasets. This bias can exacerbate existing health disparities, particularly affecting marginalized and disadvantaged communities. AI systems must be developed with an equity lens that ensures diverse populations are adequately represented in training data. Developers and users must also be aware of issues such as dual valence (whereby a factor that serves as a marker of disadvantage or stigmatization, such as a postcode, is included in the algorithm) and automation bias (whereby AI-generated decisions are privileged over the wishes of the individuals affected). Bias and equity are distinct concerns in algorithmic decision making, as bias pertains to the fairness of the prediction algorithm itself, ensuring that prediction errors are not systematically related to specific individual characteristics, whereas equity addresses justice in the allocation principles that govern how outcomes are distributed among individuals on the basis of broader ethical considerations. Preferences for what constitutes a so-called fair algorithm can vary substantially among stakeholders, who might value different fairness metrics, reflecting diverse ethical principles.

Many public health institutions still rely on outdated health information systems that are not equipped to handle the large-scale data analysis that AI requires. Upgrading these systems and improving data-sharing mechanisms are essential steps for successfully integrating AI into public health. A 2023 survey on digital health in the WHO European region found that a little over half of countries reported having a unified interoperability strategy for secure information

sharing across the health system, whereas only a third had a specific policy on using big data and advanced analytics in the health sector.

Public health institutions (including public health agencies) cannot ignore developments in AI. Yet many stakeholders, including public health institutions and health ministries, can feel overwhelmed and unclear about actions to prioritize.

First, public health institutions must ensure that their staff are familiar with relevant legal and regulatory frameworks and principles that guide the use of AI. Their approach should be dynamic and adaptable to the evolving landscape of AI technology. Second, public health institutions should think about how to prioritize equity in AI design and implementation, minimizing the risk of reinforcing existing health disparities. Training datasets must be inclusive and representative of diverse populations. Explainable AI technologies might help ensure decisions made by AI systems are understandable and fair, helping build accountability. Prainsack and Kickbusch advocate for three pillars of "data solidarity": making data use easier when there are large potential benefits; prohibiting uses that pose high risks; and sharing benefits among those who supply data and those who consume it. Third, they must invest in systems that can securely process the large volumes of data needed for AI applications. Many public health institutions still rely on outdated information technology systems, which limit their ability to do so. Fourth, public health institutions must invest in training public health professionals in the appropriate use of AI technologies and ideally recruit and retain a dedicated workforce that can work confidently across both domains (an example of what this could look like is the approach of the Artificial Intelligence Centre for Public Health Research at Germany's national public health institute, the Robert Koch Institute). Fifth, special attention must be given to data governance and cybersecurity. Systems should already be in place to protect against risks such as reidentification or misuse of personal health information, but these should be reviewed, taking what is possible with AI into consideration. Investing in robust cybersecurity measures is essential to safeguard against data breaches and unauthorized access, which could undermine public confidence in AI applications. Sixth, promoting the ethical use of AI through clear guidelines that align with human rights and the public good is important. Public health institutions should engage a wide range of stakeholders in discussions about AI's role in their work. This participatory approach will help ensure that AI is used responsibly and that its benefits are distributed equitably, fostering greater public trust. Finally, given their role in promoting planetary health, public health institutions have a particular role in highlighting AI's environmental impact.

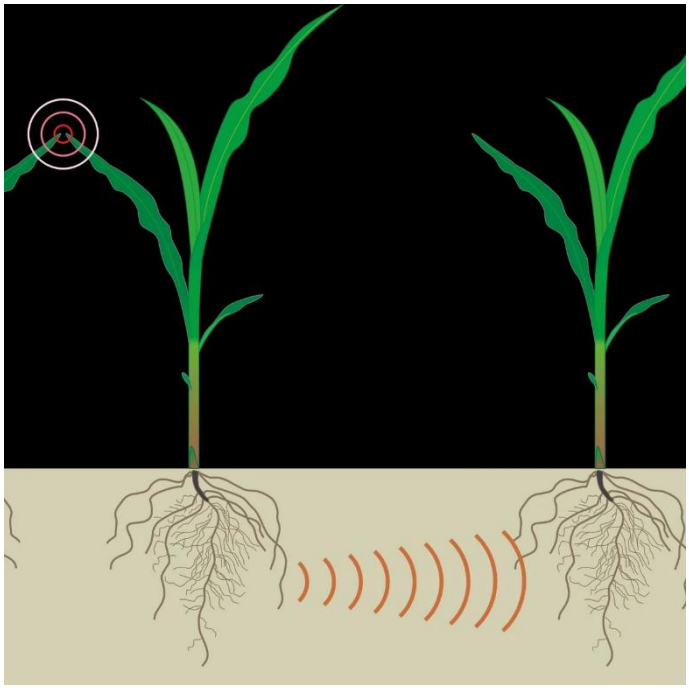
If they are to implement these considerations, public health institutions will have to undergo substantial structural, organizational, and cultural transformations. These will include establishing robust digital infrastructures capable of handling large-scale data and ensuring interoperability across systems. Organizations must invest in workforce development recruiting AI and data analytics experts while still providing ongoing training to equip public health staff with the skills needed to use AI tools effectively. Cross-sector networks and partnerships are essential to facilitate knowledge sharing and promote best practices, allowing institutions to learn from successful implementations of AI in public health globally. Additionally, public health institutions must prioritize equity and ethics with datasets that include diverse populations, the adoption of explainable AI technologies, and engagement with stakeholders in participatory decision-making processes.

Dr. Wahied Khawar Balwan
Associate Professor
Department of Zoology
Govt. Degree College, Doda (Jammu & Kashmir)
E-mail: wahied_kb@yahoo.co.in
Mobile No. 9419369557

पौधों का सूक्ष्म मस्तिष्क: जड़ों से पत्तियों तक संवाद का जाल

डॉ दीपक कोहली

पौधों को प्रायः निष्क्रिय, अव्यक्त और मौन जीवों के रूप में देखा गया है, किंतु आधुनिक जीव-विज्ञान ने इस पारंपरिक दृष्टिकोण को पूरी तरह चुनौती दी है। आज यह तथ्य वैज्ञानिक समुदाय में तेजी से स्वीकार किया जा रहा है कि पौधे अपने भीतर अत्यंत जटिल, सुव्यवस्थित और निरंतर सक्रिय संकेत-तंत्र का उपयोग करते हैं। यह संकेत-तंत्र विद्युत, रासायनिक और जैव-भौतिक प्रक्रियाओं का ऐसा समन्वित जाल है जो कई संदर्भों में पशुओं के तंत्रिका-तंत्र से समानता दर्शाता है। यद्यपि पौधों में प्रत्यक्ष रूप से कोई तंत्रिका-कोशिका, कोई मस्तिष्क और कोई केन्द्रीय नियंत्रण इकाई नहीं होती, फिर भी उनके भीतर होने वाले तीव्र जैव-रासायनिक परिवर्तनों और संदेश-संचरण की रीति उन्हें निर्णय, प्रतिक्रियाएँ, स्मृति-सदृश व्यवहार और अनुकूलन की क्षमता प्रदान करती है। यह उभरता हुआ विज्ञान पौधों की उस गूढ़ बुद्धिमत्ता को समझने का प्रयास है जिसे लंबे समय तक नजरअंदाज किया गया था।

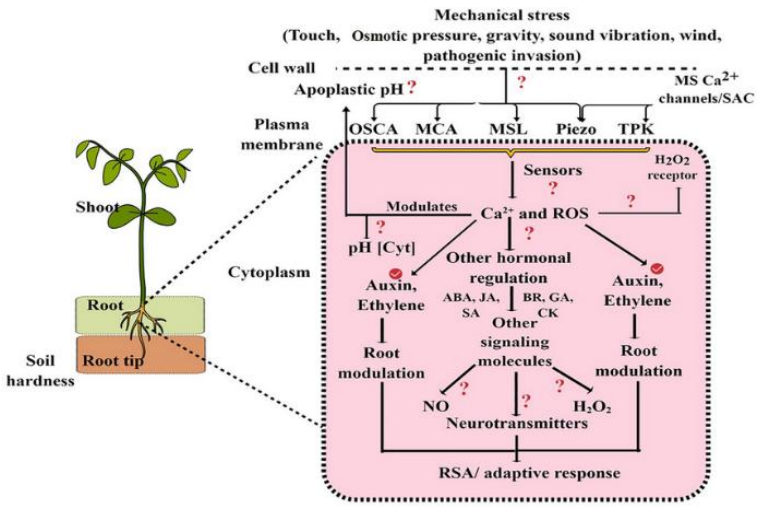


पौधों की कोशिकाएँ पर्यावरण में अत्यंत सूक्ष्म से सूक्ष्म परिवर्तन को भी पहचान सकती हैं। प्रकाश की दिशा, तीव्रता और रंग; तापमान में मामूली उतार-चढ़ाव; वायुमंडल में नमी; मिट्टी में पोषक तत्वों का वितरण; आक्रमणकारी कीटों की उपस्थिति; पत्ती पर पड़ा हल्का स्पर्श; किसी रसायन की गंध; यहाँ तक कि आसपास की पौधों की जड़ों द्वारा भेजे गए संकेत, इन सभी को पौधों की कोशिकाएँ अपने विशिष्ट रिसेप्टरों के माध्यम से पहचानती हैं। यह पहचान केवल निष्क्रिय रासायनिक प्रतिक्रिया नहीं है, बल्कि इसके

बाद पूरे पौधे में संदेशों का वहन होता है जो संरचनात्मक और जैव-क्रियात्मक परिवर्तनों का आधार बनते हैं। इसी संकेत-प्रेषण को कई वैज्ञानिक पौधों का "जैविक मस्तिष्क" या "वितरित बुद्धि" कहने लगे हैं। यद्यपि यह शब्दावली विवादास्पद है, परंतु यह निर्विवाद है कि पौधों में होने वाले निर्णयों का आधार केवल हार्मोनल क्रिया नहीं, बल्कि कोशिका-स्तर पर संचालित विद्युत-रासायनिक संवाद भी है।

पौधों के भीतर विद्युत संकेत उत्पन्न होना पहली दृष्टि में आश्चर्यजनक प्रतीत होता है, किंतु कोशिका-झिल्लियों पर आयन-चैनलों का खुलना-बंद होना विद्युत विभव में निरंतर परिवर्तन लाता है। पौधों में पाया जाने वाला एक्शन पोटेंशियल पशुओं की तंत्रिका कोशिकाओं में पाए जाने वाले एक्शन पोटेंशियल से कई तरह से भिन्न अवश्य है, परंतु इसके मूलभूत सिद्धांत समान हैं—सोडियम, पोटैशियम, कैल्शियम और क्लोराइड आयनों का प्रवाह और झिल्ली विभव का उतार-चढ़ाव। यही विद्युत संकेत पौधे की पत्ती से जड़ तक या जड़ से पत्ती तक यात्रा करता है, और यह यात्रा जाइलम या फ्लोएम ऊतकों से होती है। यह संरचना किसी तंत्रिका-जाल की प्रतिकृति नहीं है, परंतु इसका व्यवहार नेटवर्क जैसा है। उदाहरण के लिए, मांसाहारी पौधे डायोनिया की पत्ती पर दो बार हल्का स्पर्श होने पर विद्युत संकेत उत्पन्न होता है और पत्ती तुरंत बंद हो जाती है। यह घटना केवल गति नहीं है, यह एक निर्णय है; पहले स्पर्श के बाद पत्ती तुरंत बंद नहीं होती, क्योंकि पौधा अनावश्यक ऊर्जा व्यय नहीं करना चाहता। वह दूसरे संकेत का इंतजार करता है, और तभी क्रिया प्रारंभ करता है। इस प्रकार का 'सिग्नल फ़िल्टरिंग' एक स्तर की बुद्धिमत्ता का परिचायक माना जाता है।

जड़ों में पाया जाने वाला संकेत-तंत्र और भी रोचक है। जड़-शीर्ष में कोशिकाओं का ऐसा समूह पाया गया है जो बाहरी वातावरण का विश्लेषण करने, दिशा-निर्णय करने और संसाधनों का वितरण तय करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। अनेक अध्ययनों में पाया गया है कि जड़ें प्रकाश,



गुरुत्वाकर्षण, नमी और रासायनिक पदार्थों के प्रति सूक्ष्म प्रतिक्रिया देती हैं। उदाहरण के लिए, यदि मिट्टी में कोई पोषक तत्व किसी विशेष दिशा में अधिक मात्रा में है, तो जड़ें उसी दिशा में शाखाएँ बढ़ाती हैं—यह केवल रासायनिक आकर्षण नहीं, बल्कि तुलनात्मक विश्लेषण है। जड़ें यह भी

पहचान लेती हैं कि आसपास की जड़ों का स्रोत कोई अन्य पौधा है या स्वयं का पौधा। कुछ प्रजातियाँ प्रतिस्पर्धा कम करने हेतु अपनी जड़ों के रसायन छोड़कर प्रतिद्वंद्वी पौधे की वृद्धि रोक देती हैं—यह एक सामरिक जैविक व्यवहार है। इस प्रकार का नियोजित विस्तार वैज्ञानिक समुदाय को पौधों में जड़-आधारित निर्णय-प्रणाली के अस्तित्व की ओर संकेत करता है।

रासायनिक दूतों की भूमिका भी पौधों के संकेत-तंत्र को अत्यंत जटिल बनाती है। पौधों के हार्मोन, उड़नशील कार्बनिक यौगिक और रक्षा-संबंधी रसायन केवल वृद्धि या चयापचय को ही नियंत्रित नहीं करते, बल्कि संचार का भी माध्यम हैं। यदि किसी पत्ती पर कीट आक्रमण करता है, तो पत्ती जैस्मोनेट और अन्य रसायनों का उत्सर्जन करती है, जो जाइलम और फ्लोएम के माध्यम से पूरे पौधे में यात्रा करते हैं और अन्य पत्तियों को रक्षा हेतु तैयार होने का संदेश देते हैं। कुछ पौधे ऐसे सुगंध-यौगिक छोड़ते हैं जो आसपास के पौधों को भी चेतावनी देते हैं। यह एक प्रकार का "सामूहिक संचार" है जिसे पौधों के सामाजिक व्यवहार का आधार माना जा रहा है। कुछ पौधे विशिष्ट परजीवी ततैयों को बुलाने वाले रासायनिक संकेत तक उत्पन्न कर सकते हैं, ताकि वे आक्रमणकारी कीटों को नियंत्रित कर सकें। यह रणनीति किसी सुविचारित रक्षा-योजना जैसी प्रतीत होती है।

पौधों के भीतर संकेतों का संचरण केवल तत्काल प्रतिक्रिया तक सीमित नहीं है; इसमें स्मृति जैसे गुण भी देखा गया है। कुछ पौधे बार-बार होने वाले स्पर्श के प्रति अपनी प्रतिक्रिया कम कर देते हैं, मानो उन्होंने यह सीख लिया हो कि यह स्पर्श हानिकारक नहीं है। कुछ प्रजातियों में प्रकाश की दिशा और अवधि के अनुभव को संरक्षित करने की क्षमता पाई गई है, जिसके आधार पर वे सूर्योदय से पहले ही पत्तियों की दिशा बदलने लगते हैं। यह घटना किसी आंतरिक जैविक घड़ी से जुड़ी अवश्य है, परंतु संकेत-तंत्र के सहयोग के बिना संभव नहीं। शोधों में यह भी पाया गया है कि पौधे ध्वनि तरंगों के प्रति प्रतिक्रिया कर सकते हैं—जड़ें जल की ध्वनि को पहचानकर उसकी दिशा में बढ़ सकती हैं। यह संकेत करता है कि पौधे पर्यावरणीय जानकारी को ऐसे जटिल रूप में ग्रहण करते हैं जिसे केवल रासायनिक प्रतिक्रिया नहीं कहा जा सकता।

इस संकेत विज्ञान ने वैज्ञानिकों को प्रेरित किया है कि वे पौधों से प्रेरित कृत्रिम प्रणालियों के निर्माण की दिशा में कार्य करें। पौधों में ऊर्जा-प्रबंधन अत्यंत कुशल होता है; वे न्यूनतम ऊर्जा में अधिकतम जानकारी संसाधित करते हैं। यही कारण है कि वैज्ञानिक अब ऐसे बायो-प्रेरित न्यूरल मॉडल तैयार कर रहे हैं जो पौधों के विद्युत संकेतों की नकल कर सकें। इनका उपयोग पर्यावरण सेंसर, आत्म-अनुकूलन करने वाले कंप्यूटिंग उपकरण, जैव-नियंत्रित रोबोट और मिट्टी-विश्लेषण प्रणालियों में किया जा सकता है। भविष्य में यह संभव है कि पौधों को ही जीवित सेंसर के रूप में उपयोग किया जाए। उदाहरण के लिए, पौधा यदि

मिट्टी में कोई विषाक्त तत्व पाए तो वह विद्युत संकेत उत्पन्न कर दे, जिसे एक यंत्र पढ़ सके। इस प्रकार पौधा तकनीक और जीवविज्ञान के बीच एक जीवंत सेतु बन जाएगा।

कृषि के क्षेत्र में पौधों के संकेत-तंत्र की समझ क्रांतिकारी परिवर्तन ला सकती है। यदि किसानों को यह ज्ञात हो सके कि पौधे पानी, उर्वरक या पर्यावरणीय तनाव के प्रति किस समय और किस प्रकार संकेत भेजते हैं, तो कृषि प्रबंधन अधिक वैज्ञानिक और सटीक हो जाएगा। पौधों की जड़ों द्वारा भेजे गए संकेतों को समझकर मिट्टी के स्वास्थ्य का अनुमान लगाया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, सूखा, कीट या रोग आने से पहले ही पौधों द्वारा उत्सर्जित उड़नशील यौगिकों का विश्लेषण कर पूर्व चेतावनी प्रणाली विकसित की जा सकती है।

इस परिप्रेक्ष्य में पौधों को "चेतन" कहना वैज्ञानिक रूप से उपयुक्त नहीं, किंतु यह कहना उचित है कि पौधे सूचनाओं को संसाधित करते हैं, उन्हें परिवर्तित करते हैं और सामूहिक निर्णय तक पहुँचते हैं। उनका संकेत-तंत्र किसी एक केंद्र पर आधारित नहीं, बल्कि पूरे शरीर में वितरित है—यह किसी नेटवर्क आधारित बुद्धि जैसा स्वरूप है। यही वितरित संरचना उन्हें अधिक सहनशील, अनुकूलनशील और पर्यावरणीय दबावों के प्रति उत्तरदायी बनाती है। प्रकृति ने पौधों को स्थिर अवश्य रखा है, किंतु स्थिरता का अर्थ अपरिवर्तनशीलता नहीं है। उनके भीतर एक निरंतर सक्रिय, अनवरत संवाद चलता रहता है; कोशिका से कोशिका, ऊतक से ऊतक और पूरे पौधे में फैला हुआ। यह संवाद ही उनका जीवंत मस्तिष्क है, जो हर क्षण उन्हें जीवित रहने की रणनीतियाँ सुझाता है।

आधुनिक विज्ञान पौधों के इस आंतरिक संकेत-तंत्र को समझने की दिशा में अभी प्रारंभिक चरण में है। जैसे-जैसे शोध आगे बढ़ेगा, संभव है कि हम पौधों के व्यवहार, प्रतिक्रिया, स्मृति और निर्णय-समान प्रक्रियाओं को अधिक गहराई से समझ पाएँ। पौधों का यह मौन संसार वास्तव में अत्यंत गतिशील है, बस उसकी गतिशीलता आँखे खोलकर देखने की प्रतीक्षा करती है। आने वाले वर्षों में यह विज्ञान केवल जीवविज्ञान की सीमाओं को ही नहीं बदलेगा, बल्कि तकनीक, कृषि, पर्यावरण प्रबंधन और बायो-इलेक्ट्रॉनिक्स के क्षेत्रों में भी नए अध्याय खोलेगा। इस प्रकार पौधों का संकेत-तंत्र केवल वनस्पति-विज्ञान का विषय नहीं, बल्कि बुद्धिमत्ता, संचार, ऊर्जा-प्रबंधन और जीवन की मूलभूत प्रक्रियाओं के पुनर्परिभाषण का आधार बनता जा रहा है।

डॉ दीपक कोहली, विशेष सचिव,
उत्तर प्रदेश सचिवालय, 5/104, विपुल खंड,
गोमती नगर, लखनऊ- 226010
(मोबाइल- 6389005559)

पृथ्वी पर प्लास्टिक रहेगा या हम

सुशी सक्सेना

प्लास्टिक से उत्पन्न बीमारियों पर सवाल उठता है कि हम इस बड़ी आपदा से कैसे छुटकारा पा सकते हैं? यह बड़ी चुनौती दुनिया भर के सामने आ चुकी है, उसमें माइक्रोप्लास्टिक सबसे बडी समस्या है। यह प्लास्टिक लोगों की नस नस में पहुंच चुका है। प्लास्टिक केवल सड़क के किनारे जमा कचरे के रूप में ही नहीं, बल्कि हमारे शरीर के विभिन्न अंगों में भी जम रहा है। हमें यह बात समझनी होगी कि प्लास्टिक मानव जीवन के लिए बहुत खतरनाक है और इससे मुक्ति पाने में ही हमारा भला है।

आजकल प्लास्टिक हर जगह है। वे हमारी कारों, कपड़ों, खाद्य पैकेजिंग और यहां तक कि हमारे घरों में और खून में भी हैं। अपशिष्ट प्रबंधन की चुनौतियों के साथ-साथ, प्लास्टिक महत्वपूर्ण मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जित करके ग्लोबल वार्मिंग में योगदान देता है। प्लास्टिक के लिए एक चक्रीय अर्थव्यवस्था बनाने के लिए उत्पाद के जीवन के हर चरण - निर्माण से निपटान तक - पर विचार करने की आवश्यकता है, जबकि उपयोगी प्लास्टिक को अर्थव्यवस्था में और पर्यावरण से जितना संभव हो सके बाहर रखने की कोशिश की जानी चाहिए।

प्लास्टिक का ग्रह पर प्रभाव

प्लास्टिक हमारे ग्रह पर हर जगह व्याप्त है। प्लास्टिक के जो गुण प्लास्टिक को हमारे लिए इतना उपयोगी बनाते हैं - मुख्य रूप से इसका स्थायित्व - इसे हमारे स्वास्थ्य और ग्रह के लिए हानिकारक भी बनाते हैं। प्लास्टिक बायोडिग्रेडेबल नहीं है, अर्थात यह पारिस्थितिकी तंत्र में विघटित नहीं होता है। इसके बजाय, प्लास्टिक छोटे-छोटे टुकड़ों में बदल जाता है और अंततः माइक्रोप्लास्टिक बन जाता है। माइक्रोप्लास्टिक ५ मिलीमीटर से छोटा प्लास्टिक का कोई भी टुकड़ा है, लेकिन उनमें से कई आंखों से देखने के लिए बहुत छोटे होते हैं। प्लास्टिक जलवायु परिवर्तन में भी प्रमुख योगदानकर्ता हैं। परिणामस्वरूप, प्लास्टिक हमारे ग्रह को नष्ट कर रहा है और हमारे स्वास्थ्य को नुकसान पहुंचा रहा है।

समस्या का निपटान

आज की जरूरत को देखते हुए, प्लास्टिक पर हमारा निर्भर न रहना, यह कदम उठाना सबसे कठिन है। अच्छी बात तो यह है कि छोटे-छोटे बदलाव भी बड़ा प्रभाव डाल सकते हैं।हर छोटा परिवर्तन मायने रखता है! यहां कुछ तरीके दिए गए हैं जिनसे आप प्लास्टिक का उपयोग कम कर सकते हैं।

और यह सुनिश्चित कर सकते हैं कि पृथ्वी पर प्लास्टिक रहेगा या हम।

- डिस्पोजेबल प्लास्टिक की बोतलों का उपयोग करने के बजाय एक रिफिल करने योग्य पानी की बोतल ले जाएं, बाहर जाते समय बर्तनों का उपयोग करें, और होटल से खाना पैक करने के लिए घर से कंटेनर ले जाएं।
- अपनी रसोई में कांच और धातु के खाद्य भंडारण कंटेनर चुनें। वे अनिश्चित काल तक चलते हैं और प्लास्टिक की तुलना में पर्यावरण की दृष्टि से अधिक टिकाऊ होते हैं।
- प्लास्टिक बैग के बजाय मोम के आवरण का प्रयोग करें। ये दुकानों में व्यापक रूप से उपलब्ध हैं।
- प्लास्टिक किराने की थैलियों का उपयोग बंद करें। इसलिए कपास या भांग जैसे प्राकृतिक रेशों से बने बैग देखें - नए या पुराने।
- यदि प्लास्टिक अभी भी आपके काम आ रहा है तो उसे बाहर न फेंकें। जब इसका जीवनकाल समाप्त हो जाए तो बस इसे किसी बेहतर विकल्प से बदलने की योजना बनाएं।
- प्लास्टिक का रिसाइकिल भी बहुत बड़ा उपाय है इस समस्या के समाधान का।

रसायन के तत्व

जीवन देता आक्सीजन
उत्पादन बढ़ात पोटेशियम
आग लगाता है हाइड्रोजन
तो उसे बुझा दे नाइट्रोजन

जीवन देता आक्सीजन
अच्छा उर्वरक है पोटेशियम
आग लगाता है हाइड्रोजन
आग बुझाता नाइट्रोजन

क्लोरीन पानी करता साफ
मजबूत हड्डी कैल्शियम से
सुई से लेकर तलवार भी
बना देता है आयरन
फोटो रील बनाता बेरियम

सूरज में मिलता है हीलियम
कोयले से मिलता है कार्बन
नियान और आर्गन बड़े आलसी
रहते हरदम निष्क्रिय
क्रोमियम और स्टील बड़े काम के
इनसे बनते हैं बर्तन

बड़े मुलायम सोडियम मैग्नीशियम
एल्यूमिनियम से बनते प्रकाश यंत्र
रेडियम होता बड़ा चमकीला
बनाकर बम क्रिप्टन भय फैलाता सर्वत्र

परमाणु ऊर्जा देते थोरियम यूरेनियम
सौर प्लेट का निर्माण करती चांदी
सोने और चांदी होते हैं
सबको अति प्यारे
कापर के बर्तन भी होते हैं
कितने न्यारे

यह विज्ञान है

कण कण में व्याप्त है, विज्ञान
बड़ी आसानी से प्राप्त है विज्ञान

विज्ञान ने किया हर कल्पना को साकार
विज्ञान ने दिया दुनिया को नया आकार

पूरे ब्रह्मांड का सारांश है विज्ञान
दैनिक जीवन का अंश है विज्ञान

जीवन मृत्यु का सार है, विज्ञान
हरपल प्रत्यक्ष साकार है विज्ञान

देश का अभिमान है विज्ञान
देश की पहचान है, विज्ञान

हर पल हर क्षण उपयोग में आता विज्ञान
विज्ञान से ही होती हर मुश्किल आसान

जो समझ जाए विज्ञान की माया
उसने चांद सितारों पर भी स्थान पाया।

सुशी सक्सेना
इंदौर, मध्यप्रदेश

Prospects of saffron cultivation outside its niche area in Kashmir valley and comparative assessment with saffron cultivated in niche and non-niche areas

Abdul Majid Chalkoo[1]*, Zahoor Ahmed Wani [2]*, Saleem Farooq[3], Alamgir A. Dar[4]
[1]Department of Botany, Government Degree College Uri, Baramulla-193123
[2]Department of Botany, Government Degree College Anantnag, India-192101
[3]Department of Chemistry, SP College Srinagar, India-190001
[4] Research Centre for Residue and Quality Analysis (RCRQA) SKUAST Shalimar, Srinagar

*Corresponding author:
Dr. Zahoor Ahmed Wani (Assistant Professor)
Department of Botany, Government Degree College Anantnag-192101
Email: zawani1986@gmail.com

Co-corresponding author
Abdul Majid Chalkoo (Associate Professor)
Department of Botany, Government Degree College Uri, Baramulla-193123
Email: amchalkoo@gmail.com

Abstract:
Saffron (Crocus sativus L.) is one of the costliest spices in the world known to produce a unique set of compounds crocin, picrocrocin, & safranal. The cultivation of Crocus plant is restricted to specific regions and in India it is a niche crop of Pampore karewas in Jammu & Kashmir. In this study we investigated the prospects of saffron cultivation outside niche areas and comparative assessment of saffron spice cultivated in niche and non-niche sites.

Keywords: Saffron**,** Kashmir, Spice, Apocarotenoids, Karewas

Introduction:

Saffron is a sterile, triploid species that does not produce seeds and reproduces by means of corms. Its dried stigma is used in bio-medicine, dyes and perfumes. More recently, Saffron's use as an antitumor, cardiovascular protective agent and use of extract of Saffron corms against malignant cells indicate the importance of this plant. Due to its unique biological, physiological and agronomic traits, saffron is able to exploit marginal land and can be included in low-input cropping systems, representing an alternative viable crop for sustainable agriculture. Indeed, the main obstacles to saffron production are: (1) the limited areas of cultivation (Pampore belt in Kashmir) (2) lack of genetic variability (3) very high cost of the spice. Saffron is considered a niche crop with its cultivation restricted to specific ecological niche areas which in India is Pampore karewas in Kashmir valley. There has been a myth that this crop can grow only in the Pampore belt of Kashmir due to its soil specificity. However, in recent years efforts are being made to cultivate saffron outside its niche area so that the crop area can be expanded resulting in an increase in overall crop production. In this perspective we intend to undertake preliminary field trials of this crop in Baramulla region of Kashmir valley and do the

comparative assessment of the crop in its niche and non-niche areas.

Methodology:

Study site

In this study corms of *C. sativus* were cultivated niche site (Pampore) and non-niche site (Baramulla) (longitude: 34. 215959°; latitude: 74. 381466° and altitude 1585 masl) f (Figure 1). The consent was sought from land owners. The soil samples were collected at suitable depth in fields in Z pattern and sampling was undertaken through the Department of Agriculture Baramulla. The status of soil health was ascertained and parameters like organic carbon, presence of macro and micro nutrients were worked out. The recommendations of soil chemists were strictly followed and augmentation of fields was undertaken prior to saffron cultivation.

Field preparation and saffron cultivation

In niche site (Pampore karewas) saffron is cultivated in raised beds, however in non-niche site (Baramulla) experimental plots were designed in ridges and grooves. Rodenticide like Aluminum phosphide was used to prevent rodent attack. The site was fenced properly by way of installation of mesh wire fencing. The hoeing of soil was undertaken by digging up to one feet depth. The graded saffron corms (weighing more than 8grams) were sown in line sowing pattern at a depth of 8 inches and spacing of 6 to 8 inches in ridges.

Measurement of growth and phenological parameters

Morphological parameters like corm size, number of secondary cormlets, floral characters were measured. Saffron flowering was observed and one day old flowers are plucked in morning hours. The stigmas along with style are separated carefully and subjected to shade drying. The parameters like flower weight, stigma length and weight were recorded.

Sample preparation and HPLC analysis

A total of 20 µL of each sample (saffron extracts) were injected into an Agilent 1200 HPLC chromatograph) equipped with a 150 × 4.6 mm inner diameter, 5 µm Phenomenex Luna C18 column that was equilibrated at 30 °C. The eluents were water (A) and acetonitrile (B) with the following gradient: 20% B, 0−5 min; 20−80% B, 5−15 min; and 80% B, 15−20 min. The flow rate was 0.8 mL/ min. The DAD detector was set at 250, 330, and 440 nm for picrocrocin, safranal, and crocetin detection, respectively. All of the analyses were performed in duplicate, and two measurements were taken for each replicate.

Quality control evaluation

Quality evaluation of saffron crop harvested from non-niche site was conducted as per International standard procedure (ISO3632-2-2010(E)) for saffron spice. Briefly, 3 gms of saffron spice was weighed and taken in an 1000ml flask to which 900 ml of distilled water (analytical grade) was added. Stir with a magnetic stirrer (1000r/min) for 1 hour, away from light. Remove the magnetic stirrer and make up the mark with distilled water. Close with a glass stopper and homogenize. Take an aliquot of 20µl and transfer it into a 200 ml volumetric flask and make up the volume with distilled water. Filter the solution, rapidly and away from light, through a membrane so as to obtain a clear solution. Adjust the spectrometer and record the absorbance of the filtered solution between 200 nm and 700 nm using distilled water as the reference liquid. The results are obtained by direct reading of the specific absorbance at three wavelengths, as follows:

$A^{1\%}_{1\ cm}$ (257 nm): absorbance at about 257 nm (λ_{max} of picrocrocin)

$A^{1\%}_{1\ cm}$ (330 nm): absorbance at about 330 nm (λ_{max} of safranal)

$A^{1\%}_{1\ cm}$ (440 nm): absorbance at about 440 nm (λ_{max} of crocin)

Results and discussion:

Soil Analysis Results

Comparative soil analysis indicated higher content of average organic carbon, and macronutrients (particularly NPK) in non-niche site than niche site (Table 1). However, the pH and average content of micronutrients is almost the same, in both the niche and non-niche site. Soil analysis reveals that nutrient status of soil in non-niche site (Baramulla) is better than soil in niche site (Pampore) and this could be possibly due to continuous cultivation of saffron in niche site resulting in low nutrient status of soil in niche site areas.

Table 1: Comparison of soil samples of niche site (Pampore) and non-niche site (Baramulla)

Nutrient status	pH	OC (%)	Av N (kg/ha)	Av P (kg/ha)	Av K (kg/ha)	Av Cu (ppm)	Av Mg (ppm)	Av Ca (ppm)	Av Zn (ppm)	Av Mn (ppm)	Av Fe (ppm)
Niche site (Pampore)	7.92	**0.97**	**240**	**9**	168	4.304	**105**	**336**	3.056	18.1	38.44
Non niche site (Baramulla)	8.0	**1.75**	**350**	**18**	**174**	3.29	**149**	**409**	1.842	18.53	45.26

Morphological and physiological parameters

The Crocus plants were studied for various growth parameters with more emphasis on corm characteristics, rooting system, and flowering traits. It was observed that total biomass and number of secondary cormlets was almost the same in niche and non-niche site. Since the stigma part of the flower is the actual source of apocarotenoids, it was observed that there was no significant difference in the length of stigmas, dry weight of stigma in saffron flowers collected from niche site (Pampore) and non-niche site (Baramulla) (Table 2).

Table 2: Comparison of morphological characters at niche site (Pampore) and non-niche site (Baramulla)

Morphological characters	Niche site (Pampore)	Non-niche site (Baramulla)
Total biomass (g plant^{-1})	10.25±0.68	10.36±0.73
Number of secondary cormlets	3.9±1.1	4.5±0.5
Length of stigma (cm)	1.79±0.33	2.7±0.11
Weight of stigma (mg)	3.41±1.22	3.35±0.95

Quantification of apocarotenoid and their comparative assessment between nice and non-niche sites

C. sativus is known for the production of apocarotenoids, viz. crocetin, picrocrocin, & safranal in its stigma part of the flower. Therefore, it was necessary to investigate the production of apocarotenoids in saffron cultivated in non-niche site and compare it with the saffron cultivated in niche site. It was observed that the production of crocetin was significantly higher in non-niche site as compared to the niche site saffron flowers, however the production of picrcrocin and safranal was higher in niche site saffron flowers (Figure 1).

Qualitative evaluation of saffron

Saffron collected from non-niche sites were subjected to quality control evaluation as per International standard procedure (ISO3632-2-2010(E)). The saffron spice was evaluated for four parameters, viz. moisture and volatile matter content, flavor strength as Picrocrocin, aroma strength as safranal, & colouring strength as crocetin, and the average value of these four chemical constituents recorded were 11.38±0.03, 84.63±9.64, 33.47±1.4, and 230.32±21.82, respectively, which were in the required specifications of grade I saffron as per ISO3632-1-2011 (Figure 3, Table S1). The above findings suggest the saffron spice from non-niche site conforms to grade I quality as per ISO3632-1-2011.

Conclusion and future perspectives:

The above findings suggest a good prospect of extension of saffron cultivation in non-niche sites especially in Kashmir valley. The Department of Agriculture should carry out extension activities in different areas and inform people about saffron cultivation. This could be achieved by designating a piece of karewa land at suitable spot for cultivation of saffron crop. The designated saffron farm shall be a demonstration site for saffron cultivation where villagers/progressive farmers could get first hand skill knowledge about various aspects of saffron cultivation. Periodic soil analysis of soil samples of villagers which would enable farmers to enrich their fields with particular nutrients.

The department of agriculture should ensure irrigation supply by way of facilitating construction of bore wells/Overhead tanks so that

saffron corms get assured moisture in the month of September or after sowing.

Acknowledgment:
The authors acknowledge the technical assistance from Soil Testing Laboratory, Dept. of Agriculture Baramulla for soil sample analysis, India International Kashmir Saffron Trading Centre (IIKSTC) Department of Agriculture & Farmer welfare Kashmir Dussu, Pampore for quality control evaluation of saffron samples.

Figure 1: Field preparation and saffron cultivation in non-niche site (Baramulla)

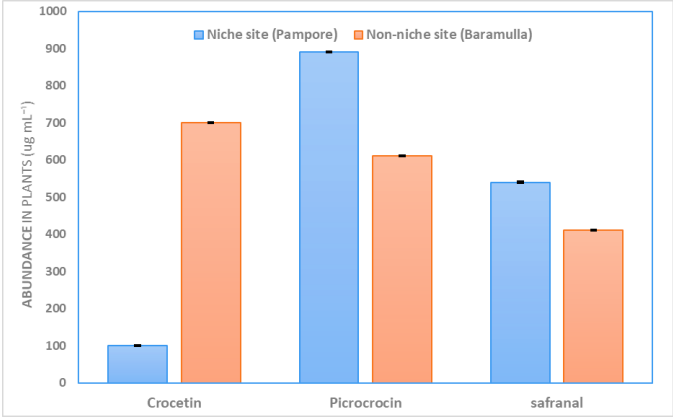


Figure 2: Quantification and comparative assessment of apocarotenoids (Crocetin, Picrocrocin, & safranal) production in saffron cultivated in niche and non-niche sites

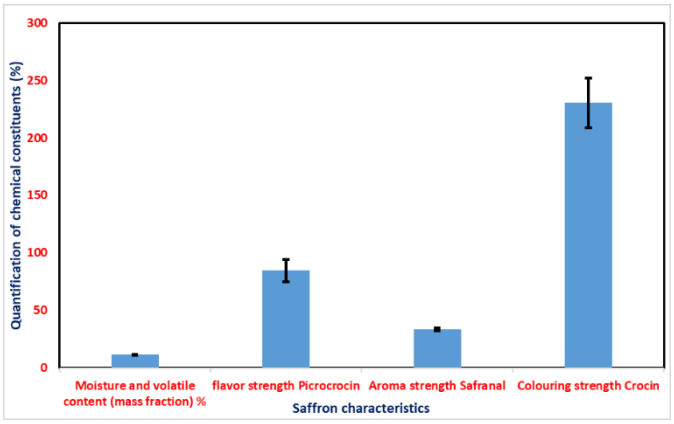


Figure 3: Quantification of chemical constituents in saffron collected from non-niche sites.

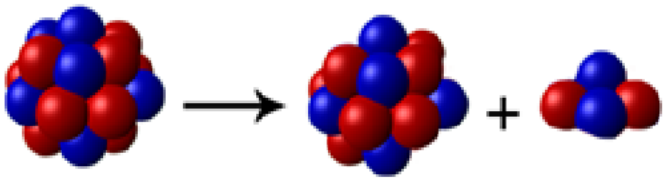
धीमी गति की प्रकाश वाला ब्रह्मांड – सापेक्षता और क्वांटम संसार की एक कल्पनात्मक यात्रा

भानु प्रकाश सिंह

वर्ष 2025 का भौतिकी में नोबेल पुरस्कार तीन वैज्ञानिकों—जॉन क्लार्क, मिशेल एच. देवोरेट और जॉन एम. मार्टिनिस—को दिया गया है। उन्हें यह पुरस्कार "सुपरकंडक्टिंग सर्किट्स में मैक्रोस्कोपिक क्वांटम टनलिंग और ऊर्जा के क्वांटाइजेशन की खोज" के लिए मिला है। 1980 के दशक में किए गए उनके प्रयोगों में जोसेफसन जंक्शन का उपयोग करके यह दिखाया गया कि बड़े पैमाने पर भी क्वांटम प्रभाव मौजूद हो सकते हैं, न केवल सूक्ष्म कणों में। यह एक बार फिर याद दिलाता है कि क्वांटम टनलिंग की अवधारणा को जॉर्ज गैमोव ने 1928 में रेडियोधर्मी अल्फा क्षय (alpha decay) के माध्यम से समझाया था, कि α-कण अपने नाभिक से ऊर्जा बाधा को पार कर निकलने जाते हैं, भले ही उनकी ऊर्जा उस बाधा को पार करने के लिए पर्याप्त न हो। इस खोज ने क्वांटम कंप्यूटिंग, क्वांटम क्रिप्टोग्राफी और क्वांटम सेंसर्स जैसे क्षेत्रों में नई दिशा दी है और यह स्पष्ट किया कि क्वांटम यांत्रिकी केवल सूक्ष्म दुनिया तक सीमित नहीं है, बल्कि मैक्रोस्कोपिक सिस्टम्स में भी लागू होती है। यह पुरस्कार इस वर्ष और भी महत्वपूर्ण है क्योंकि हम अंतरराष्ट्रीय क्वांटम तकनीक वर्ष मना रहे हैं, जो क्वांटम विज्ञान और तकनीक के वैश्विक महत्व को रेखांकित करता है। यह संदर्भ में यह उल्लेख करना भी महत्वपूर्ण है कि हमें केवल जॉर्ज गैमोव के वैज्ञानिक योगदान को ही नहीं, बल्कि उनकी कुछ दिलचस्प कहानियों को भी याद रखना चाहिए, जिनकी वजह से वे विज्ञान के अलावा भी बेहद लोकप्रिय हुए।

जॉर्ज गैमोव (George Gamow) (1904–1968), जो रूसी साम्राज्य के ओडेसा में जन्मे थे, एक अग्रणी सैद्धांतिक भौतिक विज्ञानी थे। उनकी साहसिक सोच ने नाभिकीय भौतिकी और ब्रह्मांड विज्ञान को नया आकार दिया। अपने शैक्षणिक करियर के प्रारंभ में, केवल 24 वर्ष की आयु में, उन्होंने नव विकसित क्वांटम सिद्धांत का उपयोग करते हुए श्रॉडिंगर समीकरण (Schrödinger Equation) के समाधान द्वारा अल्फा क्षय (α-decay) की व्याख्या की और क्वांटम टनलिंग की अवधारणा प्रस्तुत की। उन्होंने गणितीय रूप से यह दिखाया कि नाभिक के भीतर

फंसे अल्फा कण एक संभावित ऊर्जा बाधा (potential barrier) के पार टनलिंग प्रभाव के माध्यम से बाहर निकल सकते हैं, भले ही उनकी ऊर्जा उस बाधा को पार करने के लिए अपर्याप्त हो। गैमोव ने न केवल इस प्रक्रिया की सैद्धांतिक व्याख्या की, बल्कि क्षय दर (decay rate) की गणना भी की, जो प्रायोगिक रूप से देखे गए रेडियोधर्मी अल्फा क्षय के साथ अद्भुत रूप से मेल खाती थी। इस प्रकार, उन्होंने पहली बार यह सिद्ध किया कि क्वांटम यांत्रिकी सूक्ष्म स्तर पर ही नहीं, बल्कि नाभिकीय घटनाओं को समझाने में भी अत्यंत प्रभावी है — और यही नाभिकीय भौतिकी में क्वांटम सिद्धांत की पहली बड़ी सफलता बनी।



चित्र 1: रेडियोधर्मी क्षय के दौरान भारी नाभिक से अल्फा (α) कण उत्सर्जन का योजनात्मक चित्रण

जॉर्ज गामो की जिज्ञासा केवल नाभिकीय सिद्धांत तक सीमित नहीं रही, उन्होंने ब्रह्मांड विज्ञान में भी महत्वपूर्ण योगदान दिया, जैसे कि बिग-बैंग न्यूक्लियोसिंथेसिस, और आणविक जीवविज्ञान में उन्होंने आनुवंशिक कोड के पहलुओं का पूर्वाभास किया। इसके साथ ही, वे विज्ञान संचार में भी उत्साही थे और "*मिस्टर टॉम्पकिन्स इन वंडरलैंड*" जैसी रचनाओं के माध्यम से जटिल वैज्ञानिक अवधारणाओं को आम पाठकों के लिए सुलभ और रोचक बनाया। आज, जब हम अंतर्राष्ट्रीय क्वांटम प्रौद्योगिकी वर्ष 2025 मना रहे हैं, गामो का क्वांटम टनलिंग पर कार्य अत्यंत प्रासंगिक है, जो सेमीकंडक्टर, क्वांटम सेंसर और उभरती क्वांटम तकनीकों के लिए आधार प्रदान करता है। उनका योगदान यह दर्शाता है कि क्वांटम भौतिकी में मूलभूत खोजें कैसे विज्ञान और समाज में दीर्घकालिक प्रभाव डाल सकती हैं।

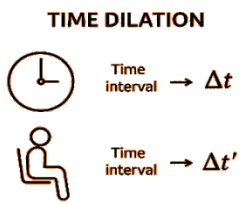
चित्र 2: जॉर्ज एंटोनोविच गैमोव (1904–1968) एक अग्रणी सैद्धांतिक भौतिक विज्ञानी, जिन्होंने नाभिकीय भौतिकी, अल्फा क्षय सिद्धांत और ब्रह्मांड विज्ञान में महत्वपूर्ण योगदान दिया।

इसके अलावा, जॉर्ज गामो की कम प्रसिद्ध कहानियाँ और कल्पनाशील प्रयोग भी बेहद रोचक और नवोन्मेषी थे,

जिन्हें अक्सर स्वयं वैज्ञानिक भी नहीं जानते। उन्होंने अपने लेखन और कथाओं में

ऐसे "क्या होता अगर?" के परिदृश्य प्रस्तुत किए, जैसे कि अगर प्रकाश की गति बहुत धीमी होती, तो हमारा ब्रह्मांड कैसा दिखता। उदाहरण के लिए, मान लीजिए, प्रकाश की गति 3×10^8 मीटर/सेकंड की बजाय केवल 5×10^4 मीटर/सेकंड होती। इससे समय, स्थान, और पदार्थों का व्यवहार पूरी तरह बदल जाता। इन कहानियों ने न केवल पाठकों को मोहित किया, बल्कि भौतिकी के रोज़मर्रा के नियमों और उनके गूढ़ रहस्यों को समझने में भी अद्भुत जानकारी प्रदान की।

जॉर्ज गामो ने एक ऐसी दुनिया की कल्पना की जहाँ प्रकाश की गति इतनी कम हो कि सापेक्षता के प्रभाव हमारे दैनिक जीवन में देखे जा सकें। उनकी कहानियाँ आइए हम आइंस्टीन के सापेक्षता के विशेष सिद्धांत से शुरुआत करते हैं।ऊपर दिया गया चित्र समय विस्तार (Time Dilation) की अवधारणा को दर्शाता है, जो आइंस्टीन के विशेष सापेक्षता सिद्धांत (Special Theory of Relativity) का एक प्रमुख परिणाम है। चित्र के ऊपरी भाग में दिखाई गई घड़ी अपने स्थिर फ्रेम (rest frame) में है, और इसके द्वारा मापा गया समयांतराल t (proper time) कहलाता है — यह वह वास्तविक समय है जिसे घड़ी स्वयं अनुभव करती है। नीचे दिखाया गया व्यक्ति उस घड़ी को गतिशील स्थिति में देख रहा है, अर्थात घड़ी उसके सापेक्ष गति कर रही है। इस स्थिति में व्यक्ति के अनुसार, घड़ी की सुई धीमी चलती हुई प्रतीत होती है, और उसके द्वारा मापा गया काफ़ी रोचक और अद्भुत थीं। उन्होंने दिखाया कि कैसे प्रकृति के नियमों में छोटे-छोटे बदलाव नाटकीय रूप से अलग वास्तविकताओं को जन्म दे सकते हैं। उनके दृष्टिकोण से प्रेरित होकर, अब आइए सोचें कि क्या होगा यदि हमारे ब्रह्मांड में प्रकाश की गति घटकर केवल 50 किलोमीटर प्रति सेकंड रह जाए, और साथ ही हम यह मान लें कि कुछ भी नहीं बदला है।



चित्र 3: ऊपर दिया गया चित्र समय विस्तार (Time Dilation) की अवधारणा को दर्शाता है

समयांतराल t' (dilated time) कहलाता है, जो t से बड़ा होता है। यह संबंध निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है:

t'=t1-v2c2

यह प्रभाव तब विशेष रूप से महत्वपूर्ण हो जाता है जब वस्तु की गति प्रकाश की गति के निकट होती है। यही समय विस्तार का मूल सिद्धांत है — कि गति करती हुई घड़ी की तुलना में स्थिर पर्यवेक्षक को उसका समय धीमा चलता हुआ प्रतीत होता है।

इस सिद्धांत के अनुसार, समय का प्रवाह प्रकाश की गति के सापेक्ष किसी वस्तु की गति पर निर्भर करता है। दैनिक जीवन में, हम इस प्रभाव को महसूस नहीं कर पाते क्योंकि हमारी गति प्रकाश की गति, जो लगभग 300,000 किमी/सेकंड है, की तुलना में

बहुत कम है। हालाँकि, काल्पनिक रूप से, यदि प्रकाश की गति केवल 50 किमी/सेकंड होती, तो एक तेज़ गति से चलने वाली ट्रेन या हवाई जहाज भी इस गति के एक महत्वपूर्ण अंश से यात्रा कर सकता था। उदाहरण के लिए, यदि कोई ट्रेन 40 किमी/सेकंड की गति से चलती है, तो वह इस काल्पनिक प्रकाश गति के 80% की गति से यात्रा कर रही होगी। इस परिदृश्य में, प्लेटफ़ॉर्म पर स्थिर खड़े प्रेक्षक की तुलना में ट्रेन का समय काफ़ी धीमा हो जाएगा। यदि हम विशेष सापेक्षता सिद्धांत (Special Theory of Relativity) का उपयोग करें, तो मानक समय विस्तार (Time Dilation) सूत्र को निम्न प्रकार से प्रदर्शित किया जाता है, और विस्तारित समय (dilated time) इस प्रकार दिया जाता है;

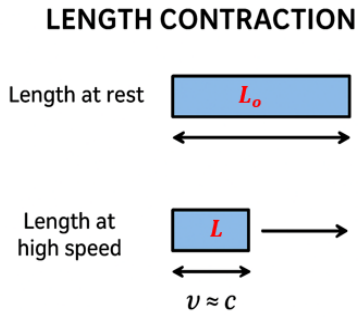
t'=t1-v2c2=t1-0.64=t0.36=t0.6

इसका मतलब है कि ट्रेन में समय, प्लेटफ़ॉर्म पर खड़े किसी व्यक्ति के समय से 40% धीमा चलेगा। प्लेटफ़ॉर्म पर लोगों की तुलना में यात्रियों की उम्र सचमुच कम होगी। आज की दुनिया में, ऐसे प्रभाव केवल अंतरिक्ष यात्रियों या कण त्वरक (Particle Accelerators) में बहुत अधिक ऊर्जा तक त्वरित कणों के लिए ही ध्यान देने योग्य होते हैं। लेकिन एक ऐसी दुनिया में, जहाँ प्रकाश की गति बहुत कम हो, समय का फैलाव रोज़मर्रा की जिंदगी में आसानी से महसूस किया जा सकता है।

लंबाई संकुचन (Length Contraction), सापेक्षता का एक और अजीब प्रभाव है जो एक काल्पनिक दुनिया में ध्यान देने योग्य हो जाता है, जहाँ प्रकाश की गति बहुत कम है। जब वस्तुएँ प्रकाश की गति के तुलनीय गति से यात्रा करती हैं, तो वे गति की दिशा में छोटी दिखाई देती हैं। यह प्रभाव रोज़मर्रा की स्थितियों में नगण्य है। लेकिन अगर एक ट्रेन 40 किमी/सेकंड की गति से चल रही हो, ऐसी दुनिया में जहाँ प्रकाश 50 किमी/सेकंड की गति से यात्रा करता है, तो अनुपात, v/c = 0.8 होगा। इसे लंबाई संकुचन सूत्र में प्रतिस्थापित करने पर:

L=L01-v2c2=L00.36=0.6 L0

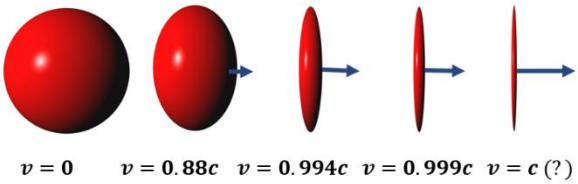
इस प्रकार, 300 मीटर लंबी एक ट्रेन, उसे तेज़ी से गुज़रते हुए देखने वाले पर्यवेक्षक को केवल 180 मीटर लंबी दिखाई देगी। कारें, हवाई जहाज़, और यहाँ तक कि धावक भी गति की दिशा में संकुचित दिखाई देंगे। दुनिया विकृत और गतिशील लगेगी, और वस्तुएँ गति करते हुए अपना आकार बदलती दिखाई देंगी। सापेक्षता अब पाठ्यपुस्तकों में छिपी नहीं रहेगी। यह कुछ ऐसा होगा जिसे आप वास्तव में देख सकेंगे।



चित्र 4: गतिमान दर्शक की दृष्टि से एक छड़ी की लंबाई संकुचन (Length Contraction) का योजनात्मक चित्रण

ऊपर दिया गया चित्र लंबाई संकुचन (Length Contraction) के सिद्धांत को दर्शाता है, जो आइंस्टीन के विशेष सापेक्षता सिद्धांत (Special Theory of Relativity) का एक महत्वपूर्ण परिणाम है। चित्र 4, में दिखाया गया है कि जब कोई वस्तु प्रकाश की गति के समीप गति करती है ($v \approx c$), तो उसकी लंबाई गति की दिशा में कम दिखाई देती है। ऊपरी भाग में वस्तु की स्थिर अवस्था में लंबाई (L_0) दिखाई गई है, जबकि निचले भाग में गति करते समय संकुचित लंबाई (L) को दर्शाया गया है।

यह प्रभाव केवल तब स्पष्ट रूप से दिखाई देता है जब वस्तु की गति प्रकाश की गति के बहुत समीप होती है। चित्र 2 में दिखाए गए आकृतियों को हम आइंस्टीन के विशेष सापेक्षता सिद्धांत (Special Theory of Relativity) के आधार पर समझ सकते हैं। इस सिद्धांत के अनुसार, जब कोई वस्तु प्रकाश की गति के तुलनीय वेग (velocity) से चलती है, तो स्थिर पर्यवेक्षक (stationary observer) को उस वस्तु की लंबाई गति की दिशा में सिकुड़ी हुई दिखाई देती है। इस घटना को लॉरेंज़ संकुचन (Lorentz Contraction) कहा जाता है। इसका गणितीय रूप, जिसमें L और L' के बीच संबंध दिखाया गया है, ऊपर दिए गए समीकरण में प्रदर्शित है। जहाँ L वस्तु की वास्तविक (स्थिर) लंबाई है, v वस्तु की गति है और c प्रकाश की गति है। जैसे-जैसे v का मान c के निकट आता है, 1-v2/c2 का मान बहुत छोटा हो जाता है और वस्तु की देखी जाने वाली लंबाई L काफी घट जाती है। चित्र 5, में यह स्पष्ट रूप से दिखाया गया है कि जैसे-जैसे गेंद (या कोई गोलाकार वस्तु) की गति बढ़ती है, वह अपनी गति की दिशा में पतली और चपटी होती जाती है, स्थिर अवस्था में वह गोले के रूप में होती है, परंतु प्रकाश की गति के समीप पहुँचने पर वह पतली डिस्क जैसी दिखाई देती है।



चित्र 5: प्रकाश की गति के समीप ऊर्जा वाले भारी नाभिकों में लॉरेंज़ लंबाई संकुचन (Length Contraction) का प्रतिनिधित्व। उच्च ऊर्जा वाले नाभिक गति की दिशा में अत्यधिक संकुचित होकर 'पैनकेक' जैसी संरचना बनाते हैं

इसी सिद्धांत का प्रयोग नाभिकीय भौतिकी (Nuclear Physics) में भी देखा जाता है। उदाहरण के लिए, सापेक्षवादी भारी आयन कोलाइडर (Relativistic Heavy Ion Collider) या बड़े हैड्रॉन कोलाइडर (Large Hadron Collider) में जब भारी आयन (heavy ions) जैसे सोना (^{197}Au) या सीसा (^{208}Pb) के नाभिकों को प्रति न्यूक्लिऑन कई GeV ऊर्जा तक त्वरित किया जाता है, तो वे प्रकाश की गति के बहुत समीप वेग से चलते हैं। ऐसे में लॉरेंज़ संकुचन के कारण, सामान्यतः गोलाकार नाभिक गति की दिशा में अत्यधिक दब जाता है और "पैनकेक" जैसी यह पतली परत के रूप में बन जाता है। यह संकुचन लॉरेंज़ गुणांक (Lorentz factor) $\gamma=1/1-v2/c2$ से निर्धारित होता है, जो $v\approx0.999c$ पर 20 से भी अधिक हो सकता है। परिणामस्वरूप, जब ये संकुचित नाभिक आपस में टकराते हैं, तो उनका आपसी संपर्क क्षेत्र बहुत पतला लेकिन अत्यधिक घना होता है, जिससे अत्यधिक ऊर्जा और तापमान उत्पन्न होते हैं। यह ज्यामितीय संकुचन टकराव की गतिशीलता को प्रभावित करता है और क्वार्क–ग्लूऑन प्लाज़्मा (Quark–Gluon Plasma) जैसी नई अवस्था के निर्माण में सहायता करता है, जो बिग-बैंग के कुछ माइक्रोसेकंड बाद के प्रारंभिक ब्रह्मांड की स्थिति जैसी होती है।

इसके अलावा, इस विचित्र नई दुनिया में, गति के साथ द्रव्यमान इस तरह बढ़ता है कि यह चिंता का विषय बन जाता है। सापेक्षतावादी द्रव्यमान सूत्र के अनुसार, हम जानते हैं कि:

$M=M01-v2c2$

यदि हमारे पास एक किलोग्राम की वस्तु 40 किमी/सेकंड (जो कि पुनः 0.8c है) की गति से चल रही है, तो इसके द्रव्यमान की इस प्रकार से गणना की जा सकती है;

$M=M01-0.64=10.6=1.67$ Kg

इस प्रकार, वस्तु के द्रव्यमान में 67% की वृद्धि होती है। इसलिए, तेज़ गति वाली कार भारी लगेगी। एक एथलीट को दौड़ने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होगी।

इस प्रकार, दैनिक गति के लिए बहुत अधिक और अधिक प्रयासों की आवश्यकता होगी। हमारे वर्तमान ब्रह्मांड में, केवल उच्च-ऊर्जा त्वरक में कण ही इस प्रकार का सापेक्ष द्रव्यमान प्राप्त करते हैं।

चित्र 6: गति बढ़ने पर द्रव्यमान में सापेक्ष वृद्धि का चित्रण (विस्तृत जानकारी के लिए संदर्भ लेख देखें)

आइए एक स्थिति पर विचार करें, जब हम इलेक्ट्रॉनों को अपेक्षाकृत उच्च ऊर्जाओं तक त्वरित करने का प्रयास करते हैं। जब हम उन्हें केवल कुछ MeV ऊर्जा से त्वरित करने का प्रयास करते हैं, तो इलेक्ट्रॉनों की गति प्रकाश की गति के तुलनीय हो जाती है। इन उच्च गति पर, सापेक्ष प्रभाव एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाएंगे। इलेक्ट्रॉन का सापेक्ष द्रव्यमान बढ़ता है और यह ऐसा व्यवहार करने लगता है मानो यह भारी हो रहा हो। हालाँकि, इलेक्ट्रॉन का स्थिर द्रव्यमान समान रहता है, लेकिन यह इसके आगे के त्वरण का विरोध करता है। यहाँ अब दी गई ऊर्जा इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान को बढ़ाने में जाती है, न कि गति को बढ़ाने में। इलेक्ट्रॉनों के लिए, उनके सापेक्षिक होने के कारण द्रव्यमान में वृद्धि के कारण उनका विद्युत क्षेत्र के साथ तालमेल बिगड़ जाता है और वे कुशलतापूर्वक त्वरण करना बंद कर देते हैं। यही कारण है कि साइक्लोट्रॉन इलेक्ट्रॉनों को अत्यधिक उच्च ऊर्जा प्रदान करने के लिए उपयुक्त नहीं हैं। इसके बजाय, हम सिंक्रोट्रॉन या रैखिक त्वरक का उपयोग करते हैं, जो इलेक्ट्रॉनों की बढ़ती गति और बदलते द्रव्यमान के अनुरूप अपने चुंबकीय या विद्युत क्षेत्रों को समायोजित करते हैं।

एक ऐसी दुनिया की कल्पना कीजिए जहाँ प्रकाश अधिक धीमी गति से यात्रा करता हो, गामो की कहानियों के परिदृश्यों के समान, सब कुछ अलग होगा। बैग भारी लगेंगे, साइकिल चलाना अधिक चुनौतीपूर्ण होगा, और यहाँ तक कि चलना भी अटपटा लगेगा। उस ब्रह्मांड में, सापेक्षता कोई जटिल वैज्ञानिक सिद्धांत नहीं, बल्कि एक दैनिक अनुभव होगा। सरल शब्दों में, इलेक्ट्रॉन अत्यंत हल्के होते हैं, फिर भी वे सापेक्षतावादी प्रभावों से तुरंत प्रभावित होते हैं। इसलिए, उन्हें त्वरित करने की विधि में भी बदलाव करना होगा।

आइए अब परमाणुओं की दुनिया पर विचार करें। यहाँ, पदार्थ की संरचना में प्रकाश की गति एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। परमाणु विद्युत चुम्बकीय बलों द्वारा एक साथ बंधे रहते हैं, और इस बल की प्रबलता सूक्ष्म-संरचना

स्थिरांक द्वारा निर्धारित होती है, जिसे सूक्ष्म संरचना स्थिरांक (α) द्वारा दर्शाया जाता है। इस स्थिरांक (α) को इस प्रकार परिभाषित किया गया है,

=*e*24 0ħ c

यहाँ, *e* इलेक्ट्रॉन विद्युत आवेश है, 0 निर्वात में विद्युत स्थिरांक है, ħ घटकित प्लांक स्थिरांक है, और c प्रकाश की गति है।

जैसा कि आप देख सकते हैं, प्रकाश की गति, c के रूप मे है। यदि c घटता है, तो का मान बढ़ जाएगा, जो एक प्रबल विद्युत चुम्बकीय बल का संकेत देता है। इस परिवर्तन के महत्वपूर्ण परिणाम होंगे। इलेक्ट्रॉन नाभिक के बहुत करीब आ जाएँगे, जिससे परमाणुओं का आकार काफ़ी सिकुड़ जाएगा। परिणामस्वरूप, रासायनिक बंधन अलग तरह से बन सकते हैं या बिल्कुल नहीं बन सकते हैं। जल (H_2O) और ऑक्सीजन (O_2) जैसे सामान्य अणु अस्तित्वहीन हो सकते हैं। इसके अतिरिक्त, हमारी कोशिकाओं के भीतर डीएनए का क्षरण हो सकता है। चरम स्थितियों में, परमाणु पूरी तरह से ढह सकते हैं, जिससे घने, अस्थिर गुच्छे बन सकते हैं। तब पदार्थ न्यूट्रॉन तारों के संकुचित आंतरिक भाग के समान व्यवहार कर सकता है।

विचारणीय एक और रोचक पहलू म्यूऑन कण है। ये सूक्ष्म कण वायुमंडल में ऊपर कॉस्मिक किरणों के वायु के अणुओं से टकराने पर उत्पन्न होते हैं। हमारे ब्रह्मांड में, म्यूऑन का जीवनकाल बहुत कम होता है, लगभग 2.2 माइक्रोसेकंड। इसे परिप्रेक्ष्य में रखने के लिए, यह लगभग पलक झपकने के बराबर है, और ये आमतौर पर बहुत दूर तक नहीं जाते। हालाँकि, यहाँ, स्थिति लगभग जादुई लगती है क्योंकि ये प्रकाश की गति के करीब गति करते हैं, जिससे इनके लिए समय धीमा हो जाता है। आइंस्टीन के सापेक्षता के सिद्धांत के कारण, ये पृथ्वी तक पहुँचने तक पर्याप्त समय तक अवलोकित किए जा सकते हैं, जिससे हम इन्हें प्रयोगात्मक रूप से पता लगा सकते हैं। यह आइंस्टीन के सिद्धांत की सबसे सुंदर वास्तविक दुनिया की पुष्टिओं में से एक है। परमाणु भौतिकी के दृष्टिकोण से, यह वास्तव में उल्लेखनीय है। इलेक्ट्रॉनों का व्यवहार नाभिक के भीतर के बलों से जटिल रूप से जुड़ा हुआ है। यदि सूक्ष्म-संरचना स्थिरांक α में महत्वपूर्ण परिवर्तन होता है, तो परमाणु ऊर्जा स्तर, बंधन ऊर्जा और समस्थानिक स्थिरता, सभी प्रभावित होंगे। परिणामस्वरूप, परमाणु विज्ञान में प्रयुक्त न्यूक्लाइडों के चार्ट को संशोधित करने की आवश्यकता होगी। इसके अलावा, रेडियोधर्मी क्षय के पैटर्न में भी बदलाव आ सकता है। यह दर्शाता है कि हमारा परमाणु जगत कितना नाजुक रूप से संतुलित है और प्रकाश की गति से कितनी कसकर बंधा हुआ है।

लेकिन हमारे कल्पित धीमे-प्रकाश के ब्रह्मांड में, चीजें बदल जाती हैं। यदि प्रकाश की गति केवल 50 किमी/सेकंड है, तो म्यूऑन इतनी तेज़ गति से नहीं चलेंगे कि

समय काफ़ी धीमा हो जाए। उस सापेक्षतावादी "विस्तार" के बिना, उनका छोटा जीवनकाल उन्हें पकड़ लेता है। वे बनने के लगभग तुरंत बाद ही क्षय हो जाते और हम तक पहुँचने से बहुत पहले ही क्षय हो जाते। तो, इस नई दुनिया में, म्यूऑन कभी धरती पर नहीं पहुँच पाएँगे। और हम सापेक्षता सिद्धांत के सबसे सुंदर और स्वाभाविक प्रमाणों में से एक को खो देंगे कि यह कितना विचित्र और अद्भुत है।

आइए अब संचार के क्षेत्र जैसे किसी बेहद व्यावहारिक विषय पर आते हैं। हमारे फ़ोन, रेडियो, उपग्रह और GPS सिस्टम, सभी विद्युत चुम्बकीय संकेतों पर निर्भर करते हैं, जो प्रकाश की गति से यात्रा करते हैं। हमारी नई दुनिया में, ये संकेत 50 किमी/सेकंड की गति से रेंगेंगे। यह अविश्वसनीय रूप से धीमी है। उदाहरण के लिए, नई दिल्ली से मुंबई (लगभग 1,400 किमी) भेजा गया संदेश; 1400/50 = 28 सेकंड लेगा। संदेश प्राप्त होने से पहले चाय के लिए पानी उबालने के लिए यह पर्याप्त समय है, यहाँ तक कि 100 किलोमीटर की एक छोटी वीडियो कॉल में भी 2 सेकंड की देरी होगी। वास्तविक समय में बातचीत करना लगभग असंभव होगा। GPS नेविगेशन विफल हो जाएगा, वित्तीय लेन-देन पिछड़ जाएगा, और पूरा वैश्विक इंटरनेट ठप्प हो जाएगा। हमें एनालॉग सिस्टम या, कौन जाने, कबूतरों की ओर भी लौटना पड़ सकता है।

हमारे सबसे नज़दीकी तारे, अल्फ़ा सेंटॉरी, से प्रकाश को यहाँ पहुँचने में 26,000 साल से ज़्यादा लगेंगे। रात का आकाश खाली दिखाई देगा, और लोग ऊपर की ओर केवल चंद्रमा को देखने के लिए टकटकी लगाए रहेंगे। खगोल विज्ञान लुप्त हो जाएगा, और एक छोटे से ब्रह्मांड के बारे में मिथक फिर से हावी हो जाएँगे।
फिर भी, अजीब तरह से, इसका एक फ़ायदा भी है। इस धीमी रोशनी वाली दुनिया में, हमारे मौजूदा रॉकेट प्रकाश की गति के क़रीब आसानी से पहुँच सकते हैं। इसका मतलब है कि अंतरिक्ष यात्री सापेक्षिक समय यात्रा का अनुभव कर सकते हैं। मंगल ग्रह की यात्रा चालक दल को एक महीने जैसी लग सकती है, लेकिन पृथ्वी पर वर्षों बीत सकते हैं। भविष्य में वास्तविक, व्यावहारिक समय यात्रा न केवल हॉलीवुड में, बल्कि विज्ञान प्रयोगशालाओं में भी संभव हो सकेगी।

अंततः, यह विचार प्रयोग केवल प्रकाश को धीमा करने के बारे में नहीं है। यह इस बात को समझने के बारे में है कि एक स्थिरांक कितनी गहराई से सब कुछ नियंत्रित करता है। प्रकाश की गति अंतरिक्ष, समय, द्रव्यमान, ऊर्जा और परमाणुओं की संरचना को जोड़ती है। इसे बदलें, और पूरा ब्रह्मांड अपना स्वरूप बदल लेता है, आकाशगंगाओं से लेकर कोशिका संरचनाओं तक।

यही कारण है कि परमाणु भौतिकी, क्वांटम यांत्रिकी और सापेक्षता अलग-अलग क्षेत्र नहीं हैं, ये सभी एक सुंदर, परस्पर जुड़ी हुई तस्वीर का हिस्सा हैं। और यह तस्वीर

केवल इसलिए काम करती है क्योंकि प्रकाश की गति बिल्कुल वैसी ही है। भौतिकविदों के रूप में, हम इस बात पर आश्चर्यचकित हैं कि कैसे ऐसे स्थिरांक न केवल तारों और ब्लैक होल जैसी बड़ी चीजों को नियंत्रित करते हैं, बल्कि पदार्थ के छोटे-छोटे निर्माण खंडों को भी नियंत्रित करते हैं।

जॉर्ज गामो (George Gamow) ने अपनी मज़ेदार कहानियों के ज़रिए हमें दिखाया कि भौतिकी हमेशा समीकरणों और ग्राफ़ों तक ही सीमित नहीं होती। कभी-कभी, "क्या होता अगर?" पूछने से हमें बहुत कुछ सीखने को मिलता है। इसलिए अगली बार जब आप सुनें कि प्रकाश 3,00,000 किलोमीटर/सेकंड की गति से चलता है, तो याद रखें: यह संख्या सिर्फ़ एक तथ्य नहीं है, यह आपकी वास्तविकता की नींव है।

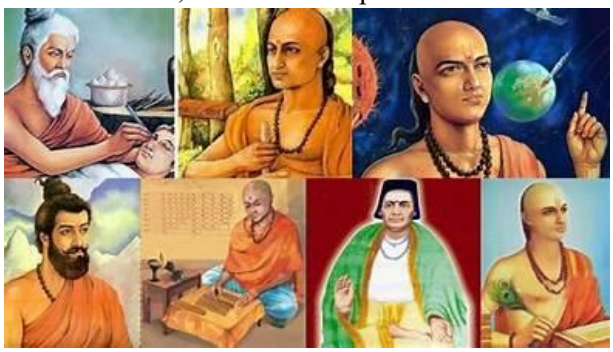
भानु प्रकाश सिंह
भौतिकी विभाग,
अलीगढ़ मुस्लिम विश्वविद्यालय,
अलीगढ़

Science Tourism and Nation Building: An Indian Perspective

Dr Punit Kumar

India is often celebrated for its cultural diversity, architectural marvels, and spiritual heritage. Yet beneath the surface lies another powerful narrative, one of scientific innovation and inquiry that spans millennia. From ancient observatories and mathematical treatises to modern-day space missions and nuclear research, India's scientific legacy is vast and evolving.

Science tourism, a concept gaining global traction, offers a unique lens to experience this legacy. It involves travel to destinations of scientific relevance, both historical and contemporary, promoting education, exploration, and national pride. In the Indian context, science tourism holds transformative potential, not just for tourism but also for scientific literacy, youth engagement, and soft power diplomacy.



Science tourism is a unique and emerging form of travel that centers around the exploration and appreciation of scientific knowledge, discoveries, and institutions. It encourages visitors to engage with science by visiting diverse sites that hold scientific significance, ranging from ancient centers of learning like Nalanda University and architectural marvels such as the Jantar Mantar observatories, to cutting-edge research institutions like ISRO, BARC, and CSIR laboratories. It also includes visits to planetariums, science museums, innovation hubs, and technology parks where science is made interactive and accessible. Moreover, India's natural wonders, such as meteorite craters, fossil parks, hot springs, and geological formations offer fascinating insights into earth sciences and ecological systems. Science tourism also involves participation in science fairs, exhibitions, festivals, and public engagement programs that stimulate curiosity and encourage hands-on learning. Unlike conventional tourism that primarily seeks leisure or cultural experiences, science tourism aims to foster scientific temper, intellectual development, and a deeper public understanding of how science impacts everyday life. It not only bridges the gap between science and society, but also inspires students, researchers, and citizens to appreciate and explore scientific ideas in real-world settings. In the Indian context, science tourism has the potential to be both educational and transformative, connecting the past, present, and future of scientific inquiry.

India's Deep Scientific Roots

Long before the emergence of modern scientific paradigms, India stood as a beacon of intellectual and scientific advancement. The subcontinent was home to a wealth of knowledge systems that flourished across various domains such as mathematics, astronomy, medicine, metallurgy, and engineering. In the realm of mathematics and astronomy, Indian scholars made profound contributions that were far ahead of their time. Āryabhaṭa, a luminary of the 5th century CE, proposed revolutionary ideas such as the rotation of the Earth on its axis and a heliocentric model of the solar system, centuries before Copernicus. Later, in the 12th century, Bhāskara II made significant strides in the field of calculus and algebra, laying foundational concepts that would eventually become integral to modern mathematics. The Jantar Mantar observatories, built in the 18th century in cities like Jaipur and Delhi, stand as remarkable testaments to India's advanced understanding of astronomical instrumentation and celestial observation.

In medicine and life sciences, India's contributions are equally profound. The traditional system of Āyurveda, codified in ancient texts like the Charaka Samhita and Sushruta Samhita, offered a holistic and preventive approach to health and wellness. These texts covered a broad spectrum of medical knowledge from surgical procedures and mental health treatment to herbal pharmacology and diagnostics. Ancient Indian physicians practiced complex surgeries, including cataract removal and plastic surgery, and emphasized the importance of balance between body, mind, and environment.

India's prowess in metallurgy and civil engineering also reveals a sophisticated understanding of materials and infrastructure. The Iron Pillar of Delhi, dating back to the 4th century CE, remains a marvel for its rust-resistant properties, defying the expectations of modern metallurgical science. Similarly, the urban planning and hydraulic engineering techniques seen in the ancient Harappan and Dholavira civilizations showcased elaborate systems of water management, drainage, and city layout, indicating a high degree of civil engineering proficiency.

These rich legacies of ancient scientific achievements not only highlight India's pivotal role in the global history of science but also offer valuable opportunities for integrating them into science tourism circuits. By developing guided visits, interpretive centers, and educational programs around such heritage sites, India can foster a deeper appreciation of its scientific past while promoting cultural and intellectual tourism. Such initiatives can serve as a powerful bridge between history, culture, and science, making knowledge travel an inspiring and enriching experience.

Modern Pillars of Indian Science

India's modern scientific landscape is marked by remarkable achievements that have earned global recognition. The nation has emerged as a leader in several critical domains including space research, nuclear technology, biotechnology, and climate science. Institutions such as the Indian Space Research Organisation (ISRO) have garnered international acclaim with ambitious missions like Chandrayaan, Mangalyaan, and Aditya-L1, showcasing India's capability in space exploration. The Bhabha Atomic Research Centre (BARC) plays a pivotal role in nuclear research and its peaceful applications, contributing significantly to energy security and scientific innovation.

Equally prominent is the Council of Scientific and Industrial Research (CSIR), which oversees more than 40 laboratories engaged in research across a wide range of fields such as biotechnology, materials science, chemistry, and environmental engineering. Premier academic institutions like the Indian Institutes of Technology (IITs) and the Indian Institute of Science (IISc) continue to drive advanced education and high-impact research across disciplines.

In addition to these, a nationwide network of science museums and planetariums serves to educate and inspire the public, particularly students and young learners. With well-designed visitor programs, guided tours, and public outreach initiatives, these institutions hold great potential to become dynamic hubs of science tourism, drawing not only scholars but also curious minds from around the world.

Notable Destinations for Science Tourism in India

India offers a vast and diverse array of destinations that make it a rich landscape for science tourism. These sites span from ancient scientific marvels to cutting-edge research institutions and natural wonders, providing an immersive experience that connects history, education, innovation, and nature.

Among the most significant heritage science sites is Nalanda University in Bihar, one of the world's earliest residential universities. Flourishing between the 5th and 12th centuries CE, Nalanda was a renowned center of multidisciplinary learning, attracting scholars from across Asia in fields such as astronomy, medicine, logic, and mathematics.

Another monumental example of ancient scientific ingenuity is the Jantar Mantar observatories located in Jaipur and Delhi. Constructed in the 18th century, these observatories consist of massive masonry instruments used to track celestial bodies, predict eclipses, and measure time with surprising precision, highlighting the advanced astronomical knowledge of the era.

Further south, the Brihadeeswara Temple in Thanjavur stands as an architectural and scientific marvel. Built in the 11th century, this temple exemplifies acoustic engineering and solar alignment, with its design ensuring that the shadow of the temple's massive vimana (tower) never falls on the ground. Similarly, the intricate carvings and architectural planning of sites like Sanchi, Ajanta, and Ellora reflect ancient India's understanding of optics, geometry, structural engineering, and even medicinal practices depicted in artistic motifs and inscriptions.

Complementing these historical marvels are India's premier modern research institutions, which form the backbone of the nation's scientific progress. The Indian Space Research Organisation (ISRO), with key centers in Bengaluru, Sriharikota, and Ahmedabad, is globally acclaimed for its cost-effective and successful space missions such as Chandrayaan, Mangalyaan, and Aditya-L1. These centers represent modern India's aspirations in space science and technology. Likewise, the Bhabha Atomic Research Centre (BARC), located in Mumbai with regional facilities in Kalpakkam and Delhi, plays a crucial role in nuclear research and energy development. Visitors can learn about atomic science, radiation applications, and nuclear safety protocols in appropriate public outreach settings.

The Council of Scientific and Industrial Research (CSIR) maintains over 40 laboratories across India, many of which hold immense tourism potential. Institutions like CSIR-NPL in Delhi (focused on standards and measurements), CIMAP in Lucknow (medicinal and aromatic plants), CFTRI in Mysuru (food technology), and NCL in Pune (chemical sciences) can offer guided tours, public exhibitions, and educational programs for students and general visitors. Other prominent centers such as TIFR (Tata Institute of Fundamental Research), IISERs (Indian Institutes of Science Education and Research), IITs, and IISc represent India's highest levels of scientific inquiry and research output, many of which are increasingly opening their doors for public engagement and science communication events.

In addition to research campuses, India hosts a vibrant network of science museums and planetariums that serve as gateways to interactive learning. The Nehru Science Centre in Mumbai, Science City in Kolkata and Ahmedabad, and the Birla Science Museum in Hyderabad are popular for their engaging exhibits, 3D shows, and science demonstrations. Planetariums in Delhi, Patna, Bengaluru, and Thiruvananthapuram provide opportunities to explore the cosmos, making astronomy accessible to all age groups.

India's geological and natural features further enrich the science tourism landscape. The Lonar Crater Lake in Maharashtra, formed by a meteorite impact over 50,000 years ago, is both a geological and ecological treasure. Borra Caves in Andhra Pradesh offer insights into limestone cave formation and stalactite-stalagmite structures. The Shivalik Fossil Park in Himachal Pradesh displays prehistoric fossils of plants and animals that once roamed the region. Thermal springs such as Bakreshwar in West Bengal are of geochemical interest and are also associated with traditional healing practices. The enigmatic Magnetic Hill in Ladakh, often perceived as defying gravity, offers visitors an engaging lesson in optical illusion and the science behind it.

These diverse sites spanning ancient knowledge systems, cutting-edge research, immersive learning spaces, and geological phenomena can be seamlessly integrated into structured science tourism circuits. By aligning these experiences with geotourism and environmental education initiatives, India can

promote sustainable travel, foster public interest in science, and generate educational and economic benefits. Such integration also aligns with broader goals of scientific literacy, heritage preservation, and inclusive development, making science tourism a powerful vehicle for nation-building.

Science Festivals and Events

India organizes a variety of science outreach events throughout the year that hold great potential to be developed as major attractions within the science tourism landscape. Notable among these are the India International Science Festival (IISF), which showcases cutting-edge research, innovation, and public engagement activities on a large scale. National Science Day, celebrated on 28th February, commemorates C.V. Raman's discovery and serves as a nationwide platform for promoting scientific awareness. Events like Vigyan Utsav and ISRO's Space Week further ignite public interest in space science and technology. Additionally, regular science exhibitions organized by institutions such as NCERT, CSIR, and various State Science Councils offer interactive experiences for learners of all ages. Promoting these events as part of science tourism can attract school groups, families, and even international visitors. Their integration into travel itineraries will not only enhance public understanding of science but also strengthen India's image as a knowledge-driven destination.

Science Tourism Circuits: Bridging the Past and Present

1. North India Circuit

Delhi – Jaipur – Ujjain – Lucknow – Allahabad

The North India circuit is a rich blend of historical and contemporary scientific landmarks. Delhi, the capital, houses premier institutions such as the CSIR-National Physical Laboratory (NPL) and the Nehru Planetarium, which play an important role in science education and outreach. Jaipur is home to the iconic Jantar Mantar, a UNESCO World Heritage Site, showcasing 18th century astronomical instruments used for celestial observations. Ujjain, one of India's oldest cities, was historically recognized as a center of astronomical studies and timekeeping, being located on the Prime Meridian of ancient India. Lucknow hosts CSIR-CIMAP, a pioneer in research on medicinal and aromatic plants, and is a key player in agricultural and botanical sciences. Allahabad (Prayagraj), with its historical connection to Indian mathematics and astronomy, adds cultural depth. Together, this circuit offers an immersive journey through ancient science and modern research.

2. South India Circuit

Bengaluru – Mysuru – Sriharikota – Thiruvananthapuram

South India is a powerhouse of contemporary scientific innovation. Bengaluru, often referred to as the "Science Capital of India," hosts ISRO headquarters, IISc, Jawaharlal Nehru Planetarium, and Visvesvaraya Industrial and Technological Museum, making it a key science tourism hub. In Mysuru, visitors can explore CSIR-CFTRI, a global leader in food technology research, as well as engaging science parks and museums. Sriharikota, in Andhra Pradesh, houses the Satish Dhawan Space Centre (SDSC), where India's major satellite launches take place. Viewing launch events can be a thrilling tourist experience. Thiruvananthapuram complements the circuit with Vikram Sarabhai Space Centre (VSSC) and a range of public science engagement activities, planetariums, and innovation centers.

3. Western India Circuit

Ahmedabad – Pune – Mumbai – Goa

This circuit offers a seamless fusion of scientific heritage and cutting-edge research. Ahmedabad is home to PRL (Physical Research Laboratory) and ISRO's Space Applications Centre (SAC). Pune features NCL (National Chemical Laboratory) and the IUCAA (Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics), along with several educational science museums. Mumbai boasts BARC, TIFR, Nehru Science Centre, and several planetariums. Goa, with institutions like the National Institute of Oceanography (NIO), adds a marine science perspective and can integrate eco-tourism with scientific exploration.

4. East India Circuit

Kolkata – Bhubaneswar – Patna – Ranchi

Eastern India offers a diverse scientific experience. Kolkata hosts the Saha Institute of Nuclear Physics, Indian Statistical Institute, and Science City, India's largest science museum. Bhubaneswar includes research hubs and science parks focusing on regional development and innovation. Patna connects ancient and modern science with proximity to Nalanda University, a symbol of India's historical knowledge systems. Ranchi offers ecological and geological richness, ideal for integrating geoscience tourism.

These circuits, if strategically promoted through state tourism boards in collaboration with the Ministries of Education, Science & Technology, and Culture, can transform India into a vibrant destination for science tourism, education, and intellectual discovery.

The Value of Science Tourism

Science tourism offers a powerful platform to foster scientific temper and critical thinking, especially among students and young learners. By moving beyond textbooks and classrooms, it allows individuals to engage with science in real-world settings, making abstract concepts tangible and inspiring a deeper interest in STEM disciplines. Visiting research labs, observatories, planetariums, and science museums helps cultivate curiosity, analytical thinking, and a spirit of inquiry, core elements of a scientifically literate society.

One of the key strengths of science tourism is its inherently interdisciplinary nature. It seamlessly blends elements of history, archaeology, natural sciences, engineering, and even philosophy, encouraging visitors to appreciate the interconnectedness of various knowledge systems. Whether it is exploring ancient astronomical instruments at Jantar Mantar or learning about contemporary space missions at ISRO, science tourism enables a holistic understanding of science across time and disciplines.

Further, science tourism can be a catalyst for economic and regional development. By spotlighting lesser-known scientific institutions and heritage sites located in tier-2 and tier-3 cities, it encourages local infrastructure development and generates income through hospitality, transport, and related services. It also holds immense potential for global outreach—India's world-class institutions such as ISRO, CSIR, and BARC can be positioned alongside international scientific landmarks like CERN or NASA, thereby enhancing India's image as a hub of innovation and knowledge.

Importantly, science tourism promotes inclusivity. It offers meaningful engagement opportunities for people of all backgrounds, students, teachers, rural communities, women, senior citizens, and persons with disabilities, making science accessible and participatory. Through interactive exhibits, guided tours, and public science festivals, it fosters a sense of ownership and belonging in the scientific journey of the nation. As a result, science tourism becomes not just a mode of travel, but a movement for education, empowerment, and national pride.

Challenges and Recommendations

Despite its vast potential, science tourism in India faces several challenges that need to be addressed to unlock its full benefits. A major barrier is the restricted access to many scientific institutions, particularly high-security research centers, which limits opportunities for public engagement. Additionally, there is a lack of supporting infrastructure at many remote or lesser-known scientific heritage sites, making them difficult to access for tourists. Language barriers and a general shortage of trained science communicators or guides also hinder effective science outreach, especially for international visitors or younger audiences. Compounding these issues is the absence of a dedicated national policy or cohesive branding strategy for science tourism, resulting in scattered initiatives without unified direction.

To overcome these hurdles, several strategic recommendations can be implemented. Firstly, a Science Tourism Policy should be developed under a joint framework involving the Ministry of Tourism and the Department of Science and Technology (DST), ensuring coordinated planning and promotion. Institutions should introduce Open Days, guided tours, and visitor galleries to engage the public more effectively. There is also a strong need to train professional science communicators and tour guides who can explain complex concepts in accessible ways. States can be encouraged to develop thematic science tourism circuits, highlighting regional strengths and heritage. Furthermore, digital

platforms and virtual tours should be created to make science destinations accessible to a broader audience. Lastly, building collaborations with schools, universities, and international academic travelers can foster deeper educational engagement and position India as a global science tourism destination.

Science tourism in India goes far beyond traditional sightseeing, it is a transformative experience that inspires curiosity, fosters learning, and connects generations through the shared pursuit of knowledge. It serves as a bridge between India's rich scientific heritage and its dynamic advancements in modern science and technology. By exploring ancient observatories, visiting cutting-edge research labs, and engaging with science museums and natural wonders, individuals embark on a journey that deepens their understanding of both the world and India's unique contributions to it.

This form of tourism has the power to redefine India's global identity, not only as a land of spiritual depth and cultural wealth but also as a nation of great thinkers, problem solvers, and innovators. It links the pioneering insights of ancient scholars like Āryabhaṭa with the technological achievements of ISRO, merges the legacy of Jantar Mantar with the modern marvel of Chandrayaan, and connects traditional surgical practices with cutting-edge applications of AI in medicine.

Science tourism thus becomes a compelling narrative of continuity, resilience, and evolution. It invites us to not only rediscover India through the lens of science, but also to rediscover ourselves as curious minds eager to learn, explore, and engage. In doing so, it nurtures a scientific temper in society and encourages a deeper appreciation of the symbiotic relationship between past wisdom and future possibilities.

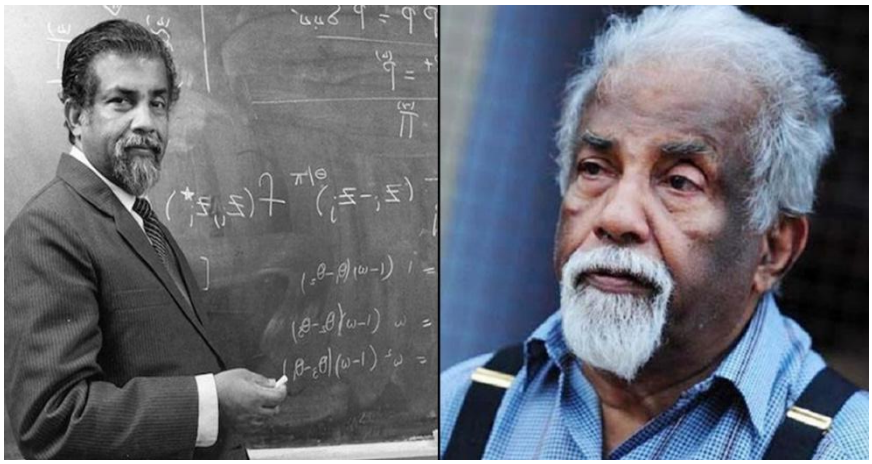
Dr. Punit Kumar
Associate Professor
Department of Physics
University of Lucknow

महान् भौतिक शास्त्री एन्नाकल चांडी जॉर्ज सुदर्शन

गौरीशंकर वैश्य विनम्र

एन्नाकल चांडी जॉर्ज सुदर्शन (ई. सी. जी. सुदर्शन) टेक्सास विश्वविद्यालय आस्टिन के प्रोफेसर, लेखक और भारतीय वैज्ञानिक थे। वे एक बहुआयामी विश्वप्रसिद्ध वैज्ञानिक थे, जिनके शोध कार्यों ने क्वांटम ऑप्टिक्स, सापेक्षता सिद्धांत, कण भौतिकी तथा दर्शनशास्त्र तक को प्रभावित किया। विज्ञान के गूढ़ रहस्यों को उजागर करने में उन्होंने जीवन पर्यंत अथक परिश्रम किया।

जॉर्ज सुदर्शन का जन्म १६ सितम्बर १९३१ को भारत के केरल राज्य के पल्लोम ग्राम कोट्टायम नामक स्थान पर एक सीरियाई ईसाई सेंट थॉमस क्रिस्टिंस परिवार में हुआ था। उनके पिता का नाम अपे चांडी और माता का नाम अयम्मा था। उनका पूरा नाम 'एन्नाकल चांडी जॉर्ज सुदर्शन था,उन्हें संक्षिप्त नाम ई. सी. जी. सुदर्शन नाम से जाना जाता था। । बचपन से ही वे अत्यंत मेधावी और जिज्ञासु प्रवृत्ति के थे। विज्ञान, गणित और तर्कशीलता में उनकी विशेष रुचि थी, किन्तु जब वे उच्च शिक्षा प्राप्त करने के लिए महाविद्यालय गये, तब उनकी रुचि विज्ञान विषय में हो गई।



उन्होंने प्रारम्भिक शिक्षा सी एम एस कॉलेज कोट्टायम में प्राप्त की । इसके बाद उन्होंने मद्रास क्रिश्चियन कॉलेज से वर्ष १९५१ में विज्ञान में स्नातक की डिग्री प्राप्त की तथा वर्ष १९५२ में मद्रास विश्वविद्यालय से स्नातकोत्तर किया।तत्पश्चात उन्होंने टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च (TIFR), मुंबई में कार्य किया।जहाँ उन्होंने कुछ समय के लिए होमी जहाँगीर भाभा तथा अन्यों के साथ फंडामेंटल रिसर्च में कार्य किया। समय - समय पर वहाँ कण भौतिकी के जाने-माने वैज्ञानिक

पौली डिराक का आवागमन होता रहता था। डॉक्टर सुदर्शन पर उनका बहुत प्रभाव पड़ा तथा उनकी प्रेरणा से उन्होंने कण भौतिकी में काम करना शुरू कर दिया। उन्होंने कण भौतिकी में कड़ी मेहनत की तथा रात - दिन एक कर दिया। उन्होंने नाभिक के अंदर कणों के मध्य कमजोर शक्तियों
की उत्पत्ति का सिद्धांत प्रस्तुत किया, जिससे उनका नाम सारे विश्व में फैल गया।

वे उच्च शिक्षा के लिए अमेरिका गए, जहाँ उन्होंने रोचेस्टर विश्वविद्यालय, न्यूयार्क से विश्वप्रसिद्ध वैज्ञानिक रॉबर्ट मार्शाक के साथ डॉक्टरेट छात्र के रूप में कार्य करते हुए वर्ष 1958 में पीएचडी उपाधि प्राप्त की। तत्पश्चात वैज्ञानिक जुलियन स्चेविंगर के साथ काम करने के लिए हार्वर्ड विश्वविद्यालय चले गए।

वर्ष १९६९ के बाद से वे आस्टिन टेक्सास विश्वविद्यालय में भौतिकी के प्रोफेसर और भारतीय विज्ञान संस्थान में वरिष्ठ प्रोफेसर थे। उन्होंने १९८० के दशक में पाँच वर्षों के लिए भारत और अमेरिका के बीच अपना समय बाँटते हुए चेन्नई, भारत में गणितीय विज्ञान संस्थान (आईएमएससी) के निदेशक के रूप में कार्य किया। उन्होंने जे कृष्णमूर्ति से भी भेंट की और कई चर्चाएँ कीं। आईएमएससी ने उन्हें १६ सितम्बर, २०११ को ८० वें जन्मदिन पर सम्मानित किया।

वैज्ञानिक योगदान

ई. सी. जी. सुदर्शन का वैज्ञानिक कृतित्व अत्यंत व्यापक और विविधतापूर्ण रहा है। उन्होंने अनेक ऐसे मौलिक विचार और सिद्धांत प्रस्तुत किए जिनका दूरगामी प्रभाव पड़ा। उनके प्रमुख योगदान निम्नलिखित हैं:

1. वेक्टर बोसॉन थ्योरी

सुदर्शन और उनके मार्गदर्शक रॉबर्ट मार्शाक ने मिलकर १९५७ में *वी-ए (V-A) थ्योरी* दी, जो दुर्बल अन्योन्य क्रिया (weak interaction) को समझने की एक आधारशिला मानी जाती है। दुर्भाग्यवश, इस खोज का श्रेय बाद में अमेरिकी वैज्ञानिकों फेनमैन और गेलमैन को अधिक मिल गया, जबकि सुदर्शन और मार्शाक ने इसे पहले प्रस्तुत किया था। फेनमैन ने वर्ष १९६३ में सुदर्शन के योगदान को स्वीकार करते हुए कहा था कि वी. ए. सिद्धांत की खोज सुदर्शन और मार्शाक ने की थी और गेलमैन और उनके साथियों द्वारा प्रचारित किया गया था।

यह एक बड़ा विवाद बना और विज्ञान जगत में भारतीय वैज्ञानिकों के साथ होने वाले भेदभाव का एक उदाहरण भी बना।

2. टैकियॉन सिद्धांत

सुदर्शन ने 'टैकियॉन' (Tachyon) नामक काल्पनिक कण की संकल्पना प्रस्तुत की थी, जो प्रकाश की गति से तेज़ गति करता है।। यद्यपि इसका प्रत्यक्ष प्रमाण नहीं मिला है, परंतु सापेक्षता सिद्धांत और क्वांटम भौतिकी के समीकरणों में इस विचार ने गहन प्रभाव डाला है। उन्होंने इस पर कई शोध पत्र प्रकाशित किए और इस विचार ने भविष्य के कई वैज्ञानिकों को प्रेरित किया।

3. क्वांटम ऑप्टिक्स में योगदान

क्वांटम ऑप्टिक्स क्षेत्र में उनका 'सुदर्शन–ग्लाउबर' प्रतिपादन (Sudarshan–Glauber representation) अत्यंत महत्वपूर्ण रहा। उनका प्रमेय प्रकाश की क्वांटम ऑप्टिक्स के लिए शास्त्रीय तरंग प्रकाशिकी की तुल्यता सिद्ध करता है। प्रमेय सुदर्शन रिप्रजेंटेशन का उपयोग करता है।

उन्होंने एक अन्य भौतिक विज्ञानी रॉय जे ग्लाउबर के साथ मिलकर ग्लाउबर रिप्रजेंटेशन बनाया था, लेकिन वह नोबेल पाने से चूक गए और रॉय को उस वर्ष का नोबेल पुरस्कार अन्य दो वैज्ञानिकों के साथ दिया गया। ग्लाइबर को यह पुरस्कार 'ऑप्टिकल कोहेरेंस' की क्वांटम थ्योरी के लिए दिया गया। इसके बाद भौतिकी के क्षेत्र में इसको लेकर पर्याप्त बहस छिड़ गई, जिस पर रॉयल स्वीडिश अकादमी ने सफाई देते हुए कहा कि वह एक वर्ष में तीन से अधिक वैज्ञानिकों को एक ही क्षेत्र में नोबेल पुरस्कार नहीं दे सकते।

सुदर्शन और सहयोगियों ने डिराक समीकरण का उपयोग करके चुम्बकीय चतुर्भुज की फोकसिंग क्रिया का पता लगाकर आवेशित - कण बीम प्रकाशिकी के क्वांटम सिद्धांत की शुरुआत की।

प्रो० सुदर्शन ने २००५ का भौतिकी का नोबेल पुरस्कार उन्हें न मिलने पर व्यथित होकर कहा था - "यह पुरस्कार मेरे काम के लिए दिया गया था, किन्तु इसे पाने वाला मैं नहीं था। इस नोबेल के लिए जो भी खोज की गई, वह मेरे शोध पर आधारित थी।"

4. ओपन सिस्टम थ्योरी एवं लिंडब्लैड समीकरण

सुदर्शन ने खुली प्रणालियों (open systems) के सिद्धांत पर भी कार्य किया, जिसमें क्वांटम प्रणालियाँ अपने परिवेश के साथ किस प्रकार अंतःक्रिया करती हैं, इसका अध्ययन किया जाता है। उन्होंने ओपेन क्वांटम सिस्टम के सिद्धांत का अध्ययन करने के लिए डायनेमिकल मैप्स नामक एक मौलिक औपचारिकता विकसित की। उनके कार्य ने लिंडब्लैड समीकरण के विकास की नींव रखी, जो आज क्वांटम सूचना विज्ञान में भी अत्यंत महत्वपूर्ण है।

5. दार्शनिक दृष्टिकोण और विज्ञान दर्शन

सुदर्शन न केवल एक वैज्ञानिक थे अपितु विज्ञान के दर्शन और भारतीय वैदिक परंपरा के गूढ़ विचारों में भी उनकी गहन रुचि थी। उन्होंने विज्ञान और अध्यात्म को अलग नहीं, अपितु परस्पर पूरक माना। उन्होंने भारतीय दर्शन जैसे सांख्य, वेदांत और योग के तात्त्विक विचारों को आधुनिक विज्ञान की दृष्टि से व्याख्यायित करने का भी प्रयास किया। यह दृष्टिकोण उन्हें अन्य वैज्ञानिकों से अलग करता है।

व्यक्तित्व के आयाम

ई. सी. जी. सुदर्शन का व्यक्तित्व अत्यंत जटिल, बहुआयामी एवं प्रेरणादायक था। वे जितने महान वैज्ञानिक थे, उतने ही महान अध्यापक, विचारों में सरल, गंभीर चिंतक और वक्ता भी थे। उनके व्यक्तित्व के कुछ प्रमुख आयाम निम्नलिखित हैं:

1. वैज्ञानिक जिज्ञासा और मौलिकता

उनकी वैज्ञानिक सोच मौलिकता से भरपूर थी। वे परंपरागत विचारों को चुनौती देने से नहीं हिचकिचाते थे और अपनी बातों को तर्क, गणित और भौतिक व्याख्याओं से सिद्ध करते थे। यही गुण उन्हें सामान्य वैज्ञानिकों से अलग बनाता था।

2. न्यायप्रियता एवं आत्मसम्मान

अपने साथ हुए अन्यायों को उन्होंने सदैव सभ्यता और वैज्ञानिक मर्यादा में रहते हुए उजागर किया। उन्होंने कई बार नोबेल पुरस्कार समिति के निर्णयों पर वैज्ञानिक आधार पर प्रश्न उठाए, क्योंकि उनके योगदान को अनदेखा किया गया, परंतु उन्होंने कभी कटुता का प्रदर्शन नहीं किया।

3. भारतीय संस्कृति से जुड़ाव

यद्यपि उनका जन्म ईसाई परिवार में हुआ था, किन्तु २० मार्च १९५४ को ललिता राऊ से विवाह के बाद अपना धर्म छोड़कर वेदान्ती (हिन्दू) बन गए तथा एक सर्वात्मावादी (सभी देवताओं को मानने वाला) बने। ललिता का १९९० में तलाक हो गया और उन्होंने आस्टिन, टेक्सास में भामती गोपालकृष्णन से शादी कर ली। वे विदेशों में कार्यरत रहे, लेकिन उनका हृदय सदा भारत में रमा रहा। उन्होंने भारतीय दर्शन, योग और सांख्य के गहन अध्ययन के माध्यम से यह दिखाया कि आधुनिक विज्ञान और प्राचीन भारतीय ज्ञान परंपरा में अद्‌भुत संगति है।

4. शिक्षक के रूप में

सुदर्शन अमेरिका की टेक्सास विश्वविद्यालय (University of Texas, Austin) में प्रोफेसर रहे और उन्होंने अनेक छात्रों को मार्गदर्शन दिया। वे एक प्रभावशाली शिक्षक थे, जो कठिन से कठिन विषय को सरल भाषा में समझाने की कला जानते थे।

सम्मान एवं पुरस्कार

यद्यपि उन्हें नोबेल पुरस्कार नहीं मिला, फिर भी उनके कार्यों के लिए उन्हें विश्वभर में अनेक प्रतिष्ठित सम्मान एवं पुरस्कार प्राप्त हुए, जिनमें प्रमुख हैं:

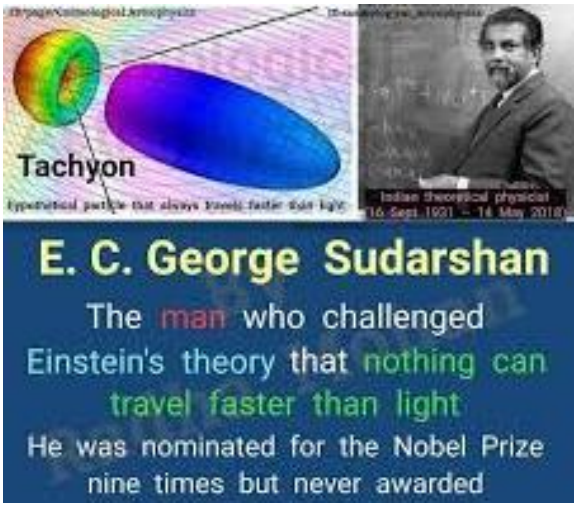
- केरल सस्त्र पुरस्कार, द स्टेट अवार्ड फॉर लाइफटाइम अकोम्लिशमेंट्स २०१३
- आई सी टी पी का दिराक पदक २०१०
- पद्मविभूषण, भारत सरकार द्वारा, २००७
- मायोराना पदक २००६
- भौतिकी में प्रथम पुरस्कार थर्ड वर्ल्ड एकादमी ऑफ साइंस, १९८५
- बोस पदक १९७७
- पद्मभूषण, भारत सरकार द्वारा, १९७६
- सी वी रमन १९७०
- अमेरिकन फीजिकल सोसाइटी की फेलोशिप
- अनेक विश्वविद्यालयों से मानद डॉक्टरेट

निधन और विरासत

ई. सी. जी. सुदर्शन का निधन १३ मई २०१८ को टेक्सास, अमेरिका में हुआ। उनके निधन से भारत ने एक ऐसा वैज्ञानिक खो दिया, जो ज्ञान के अनेक आयामों में पारंगत था। उनकी विरासत न केवल वैज्ञानिक शोध पत्रों में जीवित है, अपितु उन हजारों छात्रों और शोधकर्ताओं में भी है, जिन्हें उन्होंने

प्रशिक्षित किया और प्रेरित किया।भौतिक विज्ञान एक ऐसा विषय है, जिसे सबसे जटिल माना जाता है। पूरे विश्व के अनेक कार्य - कलाप भौतिकी के सिद्धांतों द्वारा प्रतिपादित किये जाते हैं। डॉ सुदर्शन ने कण भौतिकी में अपने द्वारा दिये गये योगदानों से पूरे विश्व में प्रसिद्धि प्राप्त की।

डॉ सुदर्शन का जीवन एक जीवंत उदाहरण है कि कैसे वैज्ञानिक प्रतिभा, भारतीय ज्ञान परंपरा, अंतरराष्ट्रीय पहचान और गहन नैतिक मूल्यों का समागम एक व्यक्ति में संभव है। वे न केवल एक वैज्ञानिक थे, अपितु वे एक विचारधारा थे – जो सत्य की खोज, न्याय की मांग और मौलिकता की प्रेरणा देती है। उनका जीवन हमें यह सिखाता है कि सच्चा योगदान वही होता है, जो समय की सीमाओं को लांघकर आने वाली पीढ़ियों को दिशा दिखाए। भले ही उन्हें नोबेल पुरस्कार नहीं मिला हो, परंतु वे मानवता के उस उच्च मंच पर पहुँच चुके हैं, जहाँ पुरस्कारों की सीमा समाप्त हो जाती है।



गौरीशंकर वैश्य विनम्र
११७ आदिलनगर, विकासनगर
लखनऊ २२६०२२
दूरभाष ०९९५६०८७५८५

Vigyan Setu Foundation Awards 2025 – A Report

Vigyan Setu Foundation instituted the **Vigyan Setu Foundation Awards 2025** to recognize exceptional contributions by individuals and institutions in advancing science communication, public health awareness, science tourism, and science–society engagement. The Awards aimed to honor impactful initiatives, creative outreach, and sustained efforts that strengthen scientific understanding and community empowerment.

Award Categories

The Awards were announced under four categories:

1. **Popularization of Science** – Recognizing exemplary efforts in bridging the gap between science and society through innovative communication, outreach, and engagement.
2. **Women's Health Awareness** – Intended to honor contributions toward raising awareness on women's health issues such as PCOS and thyroid disorders.
3. **Promotion of Science Tourism** – Celebrating initiatives that integrate science education with heritage conservation to transform scientific landmarks into experiential learning spaces.
4. **Public Health Advocacy** – Acknowledging leadership in educating communities about zoonotic diseases and the One Health approach.

Application & Evaluation Process

Nominations were invited from **15 October to 15 November 2025** through an online form, with a mandatory processing fee for each submission. Eligibility required was a minimum of three years of experience or institutional track record in the relevant field.

All submissions underwent a two-stage evaluation:

- **Screening by the Secretariat** for eligibility and documentation.
- **Assessment by an independent expert jury** based on originality, impact, scalability, sustainability, and relevance to the category.

Each applicant was allowed only one nomination, and the decision of the evaluation panel remained final.

The Outcome

From the numerous entries received nationwide, **31 nominations qualified** for evaluation across eligible categories. After detailed review:

- **No award was conferred in the Women's Health Awareness category** due to the absence of suitable nominations.
- A total of **31 awards** were presented:
    - **27 awards** to **individuals**
    - **4 awards** to **institutions**

This distribution reflects the strength of contributions in science popularization, science tourism, and public health communication.

Announcement & Recognition

The final list of awardees was declared on **12 December 2025**, coinciding with the **14th Foundation Day** of Vigyan Setu Foundation, and published on the official website (https://vigyansetufoundation.in/2025/12/11/vigyan-setu-foundation-awards-2025/).

Awardees received an **E-Certificate of Recognition via email** and a **memento was dispatched through Speed Post**.

Category-wise list of the Awardees of Vigyan Setu Foundation Awards 2025;

Category	*Awardees*	*Place*
Popularization of Science	Amar Pal Singh	Uttar Pradesh
	Amit Kumar Sharma	New Delhi
	Anurita Koul	Jammu & Kashmir
	Dr. Ashaq Hussain	Jammu & Kashmir
	Chitra Singh	Haryana
	Dewan Singh Teacher	Jammu & Kashmir
	Dr. Kulbir Singh Bath	Punjab
	Kuldeep Gupta	Jammu & Kashmir
	Dr Neelam Saba	Jammu & Kashmir
	Dr Neerja Shrivastava	Rajasthan
	Pankaj K Shukla 'Pankaj Prasun'	Uttar Pradesh
	Dr. Poonam Singh Jakhar	Rajasthan
	Mrs Pushpinder Kaur	Jammu & Kashmir
	Rajeev Kumar Agrawal	Uttar Pradesh
	Sanjay Laxmanrao Gaikwad	Maharashtra
	Smitha Vinod	UAE
	Sunil Kundlik Pote	Maharashtra
	Suvidha Dinkar Jadhav	Maharashtra
	Tabassum Ara Siddiqui	Maharashtra
	Dr. Vikas Mishra	Uttar Pradesh
	Dr. Wahied Khawar Balwan	Jammu & Kashmir
	Gujarat Council on Science & Technology (GUJCOST)	Gujarat
	Mahatma Gandhi Government School Pachpahar	Rajasthan
Promotion of Science Tourism	Gujarat Council on Science & Technology (GUJCOST)	Gujarat
	Pimpri Chinchwad Science Park Company	Maharashtra
Public Health Advocacy	Dr Deepak Sharma	Himachal Pradesh
	Komal Mansotra	Jammu & Kashmir
	Manav Vyas	Rajasthan
	Dr. Rajesh C. Senma	Gujarat
	Dr. Rajpal Shesherao Khillare	Maharashtra
	Dr. Smruti Smita Mohapatra	Odisha

Their citations can be viewed at
https://vigyansetufoundation.in/2025/12/11/vigyan-setu-foundation-awards-2025/

Vigyan Setu Foundation ®

Bridging Science and Society

3107 9822