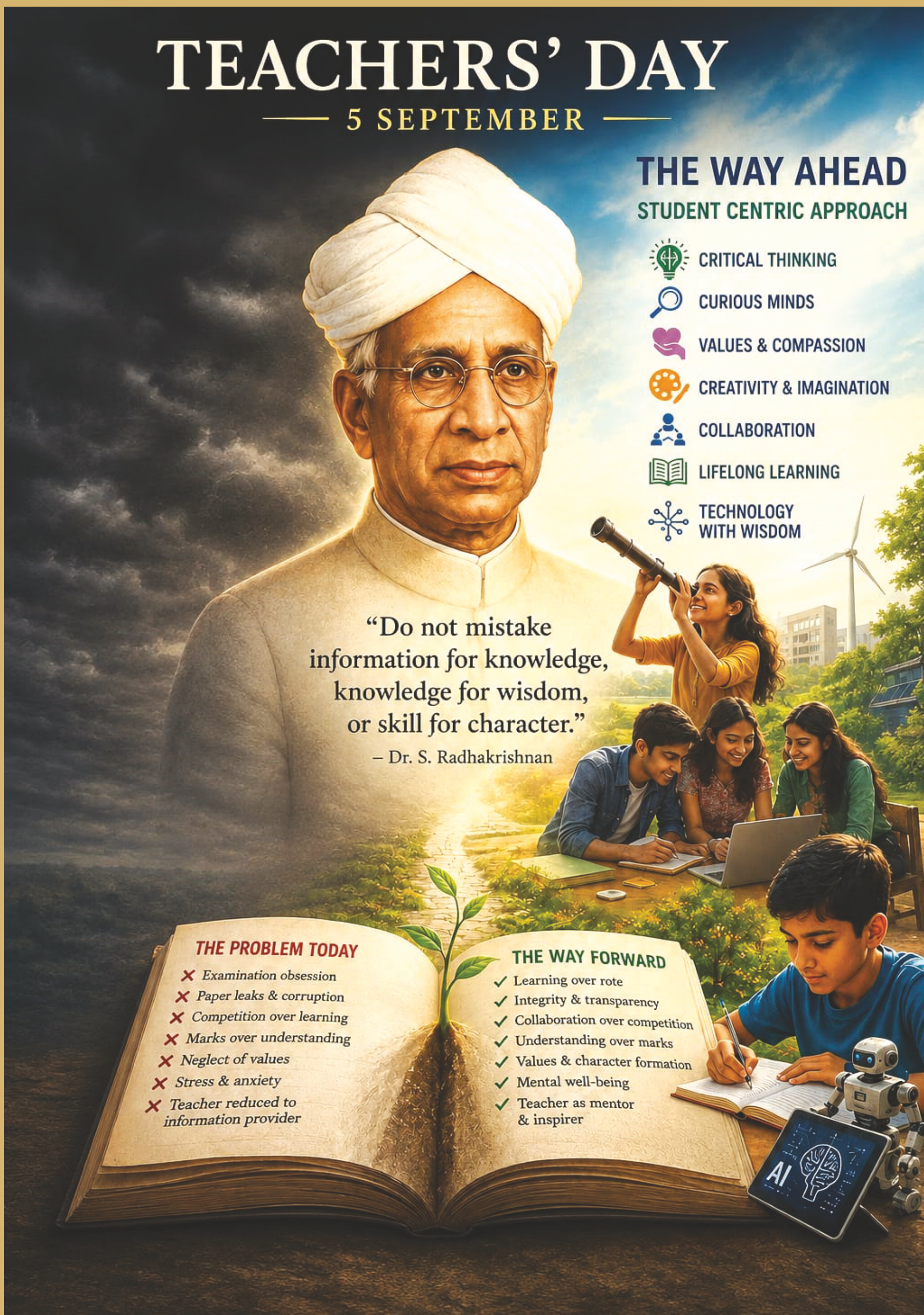
Goa State Sponsored Science Magazine by the Department of Science & Technology and Waste Management

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

सप्टेंबर २०२६ * मूल्य ५० रुपये



Younger generation getting acquainted with the concept of NISARGRUNA RAPID COMPOSTING TECHNOLOGY WASTE IS A RESOURCE

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका
सप्टेंबर २०२६, वर्ष चौथे
पुस्तिका चौथी, मूल्य ५० रु.

EDITORIAL BOARD
Dr. Pramod Sawant
Hon'ble Chief Minister, Goa (Chairman)
Shri. Prasad Loyalekar
Secretary, Education, Goa
Shri. Sarpreet Singh Gill
Secretary, Environment, Goa
Shri. Polumatla P. Abhishek
Secretary, S&T and Waste Management, Goa
Dr. Sharad Kale
Editor
Arun Joshi
Executive Editor
Sudesh Hinglaspurkar
Co-ordinator (Trustee, Granthali)

Cover Design : AI Generated Image
अक्षरजुळणी : **ऑलरीच एन्टरप्रायझेस**

कार्यालयीन संपर्क
ग्रंथाली संगणक विभाग
vidnyangranthali@gmail.com
जाहिरात प्रसिद्धी – धनश्री धारप
वितरण – किशोर कांबळे, सौमित्र शिंदे
डिजिटल एडिटिंग – समीर कदम

केवळ वार्षिक वर्गणी स्वीकारली जाईल.
वार्षिक वर्गणी ५०० रुपये
डिमांड ड्राफ्ट 'ग्रंथाली' नावे किंवा
सोबतचा QR code scan करून.

BHIM UPI
SCAN & PAY
1000210529000008.9821032830@idbi
GRANTHALI

पत्रव्यवहार/वर्गणी पाठवण्याचा पत्ता
ग्रंथाली, १०१, १/बी विंग, 'द नेस्ट', पिंपळेश्वर को-ऑप. हौसिंग सोसायटी, टायकलवाडी, स्टार सिटी सिनेमासमोर, मनोरमा नगरकर मार्ग, माहीम (प.), मुंबई ४०००१६
फोन : ६८८४२२१२

मुद्रण : इंडिया प्रिंटिंग वर्क्स, इंडिया प्रिंटिंग हाउस, ४२, जी. डी. आंबेकर मार्ग, वडाळा, मुंबई-४०० ०३१

पुस्तिकेसाठी लेख व प्रतिक्रिया पुढील मेलवर पाठवावी.
vidnyangranthali@gmail.com

ऑफिस वेळ : दुपारी १ ते सायं. ६.३०
कार्यालयीन संपर्क/फोन/पुस्तके खरेदी करण्यासाठी

अनुक्रम

Editorial / ४

Goa Government / ६
Goa Deposit Refund Scheme (DRS) : The Story So Far

Sharad Kale / १०
When Examinations Lose Their Integrity

Sanjay Jahagirdar / १९
Is there a need to redefine education?

आनंद घैसास / २३
अवकाशातील नवा 'लोकटक दीर्घिकासमूह'

आनंद घारे / २८
धातूंचे परीक्षण

हेमंत लागवणकर / ३४
मोबाइलसंचाचा गुप्त ओळखक्रमांक

अनघा शिराळकर / ३७
भारतात हवामानशास्त्रातील शिक्षण व कार्यसंधी

डॉ. रंजन गर्गे / ४१
बर्फाच्या दुलईवरील थरार!

वसुधा जोशी / ४५
शिक्षण, ज्ञान आणि शहाणपण!

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ४८
वातानुकूलन यंत्राच्या दुरुस्तीतील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - भाग १

डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी / ५२
भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य...

शर्वरी कुडतरकर / ५४
अध्ययन, परीक्षा आणि मूल्यमापन

डॉ. स्वाती बापट / ५९
स्वादुपिंडाचा मधुमेहाशी संबंध?

डॉ. संगीता गोडबोले / ६२
सरोवरांचे संवर्धन

'विज्ञानधारा'तील लेखांवरील अभिप्राय / ६५

मासिक पुस्तिकेत प्रसिद्ध झालेली मते ज्या त्या व्यक्तीची. 'ग्रंथाली' चळवळीचे 'विज्ञानधारा' हे व्यासपीठासमान मासिक आहे. त्यात सर्व छटांच्या विचारांना स्थान आहे. मात्र त्याच्याशी 'ग्रंथाली' विश्वस्त संस्था व तिचे विश्वस्त सहमत आहेत असे नव्हे.

Editorial

Dr. Sarvepalli Radhakrishnan was one of India's most distinguished philosophers, educationists and statesmen, whose influence extended far beyond the classroom and the highest offices of the nation. He played a seminal role in introducing Indian philosophy, particularly Vedanta and the Upanishadic tradition, to the Western world, while interpreting Indian thought in a modern, rational and universal framework. Through his celebrated works such as Indian Philosophy, The Hindu View of Life and Eastern Religions and Western Thought, he demonstrated that Indian philosophical traditions possessed profound intellectual and ethical dimensions and could engage meaningfully with Western thought. As a teacher and educationist, he regarded education not merely as the acquisition of information but as a means of developing character, independent thought and the inner potential of the individual. He served as Vice-Chancellor of Andhra University and Banaras Hindu University and chaired the University Education Commission of 1948-49, contributing significantly to the shaping of modern Indian higher education. His public life was equally remarkable: he served as India's first Vice-President from 1952 to 1962 and as the second President of India from 1962 to 1967, bringing to public life the intellectual depth, dignity and humanism of a philosopher. His birthday, 5 September, is celebrated as Teachers' Day in India, symbolising his lifelong conviction that the teacher is central to the building of an enlightened society. He was awarded the Bharat Ratna in 1954.

If we try to imagine Dr. Sarvepalli Radhakrishnan looking at Indian education in the 21st century, it would, of course, be speculative-we cannot attribute statements to him that he never made. But his writings and the principles expressed through the University Education Commission of 1948-49, which he chaired, give us a fairly strong basis for imagining his response. The Commission itself stressed that higher education should serve the needs of a democratic, socially just and culturally grounded India. His reaction would have been mixed: admiration for the expansion of education and technology, but serious concern about what education is producing in the human being. He would probably have welcomed the enormous expansion of access to education, the growth of Indian universities, scientific and technological achievement, digital learning and the democratisation of knowledge. The internet, artificial intelligence and online resources would have appeared to him as extraordinary instruments for self-learning and intellectual exploration.

But he would certainly have asked a much deeper question: "Has the expansion of information resulted in the expansion of wisdom?" That question goes to the heart of his educational philosophy. For Dr. S. Radhakrishnan, education was not simply the accumulation of facts or the acquisition of employable skills. It was supposed to develop the whole human being-intellect, character, sensitivity, imagination and inner discipline.

He would probably have been uncomfortable with an education system dominated by examinations, marks, rankings, competition and employability.

He might have probably asked:

- Are children learning how to think, or merely what to remember?
- Are we producing knowledgeable people, or wise people?
- Has technology made teachers more effective-or has it made teaching more mechanical?
- Are students developing curiosity, imagination and independent judgement?
- Where is character formation in our race for academic achievement?
- Can a highly skilled person without compassion, integrity and social responsibility be called truly educated?

His concern about excessive emphasis on science and technology would not mean that he was against science. Quite the contrary: he wanted scientific and technological progress. But he believed that intellectual and technological development without moral and spiritual development could leave human beings technically powerful but ethically immature. And perhaps his strongest criticism would concern the teacher. This is particularly relevant today. Radhakrishnan regarded the quality of teachers as fundamental to the quality of education. His philosophy placed the teacher and learner in an intellectually alive relationship rather than treating the teacher merely as a transmitter of information. His educational approach encouraged conversation, questioning, discussion and exchange of ideas. So, confronted with today's classroom, he might add: "Do not allow technology to replace the teacher; use technology to liberate the teacher to become more of a teacher." The teacher's role in the age of Google and AI is not to possess all the information. It is to help a young person ask better questions, distinguish truth from misinformation, think independently, develop values and understand the meaning of what he or she learns.

Dr. S. Radhakrishnan described education as involving self-learning and self-exploration, together with intellectual and spiritual development. Therefore, he might actually see the smartphone, internet and AI not merely as distractions but as potentially powerful educational instruments-provided the learner remains the master of the technology rather than becoming its servant.

He might encourage students to use AI to explore a subject, challenge an answer, compare viewpoints, conduct experiments and generate questions-but not to surrender their own thinking to it. He would be troubled by a paradox of modern education:

- We have more information than ever before, but perhaps less time for reflection.
- We have more connectivity, but not necessarily more understanding.
- We have more qualifications, but not necessarily more wisdom.
- We have more powerful technology, but not necessarily greater self-control.

That would fit closely with his long-standing insistence that education must refine the heart and spirit, not merely train the intellect. And there is an interesting connection with NEP 2020. Several of its emphases-holistic development, multidisciplinary learning, Indian knowledge traditions, values, critical thinking and the central role of teachers-are broadly compatible with themes found in Radhakrishnan's educational philosophy. Probably his message to 21st-century India might be something like this:

"Do not mistake information for knowledge, knowledge for wisdom, or skill for character. Technology can make learning faster, but only education can make a human being better. Give our children science, mathematics and technology-but also give them literature, philosophy, art, nature, dialogue, compassion and the courage to question. Teach them not merely how to earn a living, but how to live. The ultimate purpose of education is not to manufacture successful individuals, but to create enlightened human beings capable of building a just, peaceful and humane society." That, I think, would be a particularly powerful way of bringing Radhakrishnan into a discussion about the future of Indian education, rather than merely remembering him on Teachers' Day.

The 21st century should not produce children who know everything; it should produce human beings who know how to learn, how to think, how to live and how to remain curious.

- Sharad Kale
sharadkale@gmail.com

Goa Deposit Refund Scheme (DRS) : The Story So Far

Goa Government

Deposit Refund Scheme (DRS)

A Deposit Refund Scheme (DRS) is a highly effective waste management model aimed at reducing environmental pollution, increasing recycling rates, and fostering a circular economy. At its core, DRS works by assigning monetary value to packaging waste. Consumers pay a small, refundable deposit when purchasing products in specific types of packaging, such as plastic bottles, aluminum cans, or glass containers. The deposit is returned when the consumer brings the empty packaging to authorized collection points, ensuring the materials are responsibly collected and recycled.

By incentivizing consumers to return used packaging, DRS transforms waste into a valuable resource. This approach reduces reliance on virgin materials, mitigates the environmental impact of packaging waste, and promotes responsible consumer behavior. The materials collected through DRS - clean and segregated -are ideally suited for high-quality recycling, creating a closed-loop system where resources are reused efficiently. The collection of high-quality materials in DRS schemes has historically resulted in very high recycling rates, thereby boosting the recycling industry and providing a consistent supply of post-consumer recyclates in markets wherein DRS is implemented.

DRS programs have demonstrated success, achieving recycling rates of over 90% in some regions by focusing on key material categories:

- Plastic Beverage Containers : PET and HDPE bottles commonly used for water, soda, and other beverages.
- Aluminum and Tin Cans : Lightweight and infinitely recyclable containers used for beverages and food.
- Glass Containers : Durable and reusable bottles and jars for beverages, sauces, and condiments.

As a forward-looking solution, DRS not only addresses the immediate need to manage waste but also aligns with broader sustainability goals by fostering a culture of resource efficiency and environmental stewardship. It is a practical, impactful system that holds immense potential to transform waste management practices globally.

How DRS Works

1. All the Brands (PIBOs) using Non-Biodegradable packaging for their products fall under the purview of DRS.
2. The Government appoints a Scheme Operator for managing the operations of DRS
   a. Government/Scheme Administrator:
      i. Appoints scheme operator
      ii. Decides the deposit amount for each product category
      iii. Forms an Escrow account for collection of deposit
      iv. Administer DRS scheme

b. Scheme Operator
   i. Develops the technology for printing Unique Serial Identifier (QR codes)
   ii. Provides interface to the Brands (PIBOs) to print QR and participate in DRS
   iii. Builds technology for transfer of deposit
      1. From Brands (PIBOs) to the escrow
      2. Refund of deposit back to the consumer
   iv. Establishes collection points for collection of empty packaging
   v. Channelizes the empty bottles for proper recycling or reuse

Evolution of India's First Statutory Deposit Refund Scheme

The State of Goa has adopted a phased, evidence-based, and institutionally driven approach towards establishing India's first comprehensive statutory Deposit Refund Scheme (DRS) for beverage packaging. The evolution of the Scheme has been marked by progressive legislative reforms, extensive stakeholder consultations, institutional strengthening, and the creation of a dedicated implementation framework.

1. Legislative Foundations and Baseline Assessment (2023-2024)

The journey of the Goa Deposit Refund Scheme commenced in 2023 when the Goa State Pollution Control Board (GSPCB), with technical support from the European Union's Resource Efficiency Initiative (EU-REI) implemented by GIZ, undertook a comprehensive baseline study to assess the feasibility of introducing a statewide Deposit Refund Scheme.

The study recommended the establishment of a dedicated governance framework for DRS, identification of packaging categories and corresponding deposit values, integration of the informal waste sector into the formal collection system, and implementation of sustained public awareness and behavioural change initiatives.

Acting upon these recommendations and following extensive stakeholder consultations, the Government of Goa initiated legislative reforms under the Goa Non-Biodegradable Garbage (Control) Act, 1996, the principal legislation governing non-biodegradable waste management in the State. The Act was amended in 2023 to create the statutory basis for implementing deposit-based collection mechanisms for non-biodegradable packaging.

Pursuant to the powers conferred under Section 5 of the Act, the Government notified the Goa Deposit Refund Scheme Rules, 2024 vide Notification No. LS-MISC/1915/96/Part-V/692 dated 16 August 2024, published in the Official Gazette, Series I No. 20. The Rules established the legal and operational architecture of the Scheme by defining stakeholder responsibilities, prescribing financial mechanisms, and introducing the System Operator model for implementation.

Under the financial framework of the Scheme, the DRS Scheme Administrator is empowered to collect an Annual System Participation Fee (ASPF) from registered Producers, Importers and Brand Owners (PIBOs) as a prerequisite for registration and participation in the Scheme. Additionally, the Reverse Collection Fee (RCF) is levied on PIBOs to finance the collection, transportation, sorting, and recycling of DRS products introduced by them into the market, thereby supporting the operational costs of the Scheme.

2. **Stakeholder Engagement and Appointment of the System Operator (2024-2025)**

Following the notification of the Rules, the Government conducted an extensive series of stakeholder consultations between October 2024 and May 2025, engaging with key stakeholders across the value chain. These consultations facilitated the refinement of the operational framework of the Deposit Refund Scheme and ensured industry readiness for its implementation.

Pursuant to the stakeholder consultation process and incorporating the feedback received, the Government issued an Expression of Interest (EoI) on 5 May 2025 inviting eligible entities to participate in the selection process for appointment as the System Operator responsible for implementing, operating, and managing the Deposit Refund Scheme across the State.

Following the selection process, Rapidue Technologies Private Limited was appointed as the System Operator vide Letter of Award No. 2-1-2024/GC&EMS/System Operator/179 dated 18 August 2025. The System Operator was entrusted with establishing and operating the digital platform, collection infrastructure, logistics, sorting systems, and other operational components necessary for successful implementation of the Scheme.

To finance the collection, transportation, sorting, recycling, and statewide awareness activities associated with DRS. During this period, the Government continued stakeholder consultations to further strengthen the Rules, enhance operational readiness, and finalise implementation protocols.

3. **Statutory Empowerment, Institutional Strengthening and Enforcement (2025-2026)**

Recognising that an effective Deposit Refund Scheme requires robust regulatory oversight, the Government progressively strengthened the enforcement framework.

Vide Order No. LS/MISC/1915/96/Part IV/1243 dated 19 November 2025, inspection, verification, and enforcement powers under the Scheme were delegated to the Legal Metrology Officers of Goa, thereby creating an effective compliance and monitoring mechanism across the supply chain.

Simultaneously, amendments to the Goa Deposit Refund Scheme Rules were notified vide Notification No. LS/MISC/1915/96/Part IV/1244 dated 19 November 2025 to strengthen provisions relating to inspections, verification, compliance monitoring, and penalties.

A significant institutional milestone was achieved with the enactment of the Goa Non-Biodegradable Garbage (Control) (Amendment) Act, 2026 on 20 May 2026. The Amendment inserted Section 5D into the parent Act, providing the statutory foundation for establishing a dedicated authority to administer and oversee the Scheme.

Consequently, the Government constituted the Goa Deposit Refund Scheme Authority vide Notification No. 2-5-2025-26/GC&EMS/DRS Authority/255, published in the Official Gazette, Series II No. 9. The Authority serves as the apex statutory body responsible for administration, regulation, supervision, and implementation of the Deposit Refund Scheme in Goa.

The Authority is chaired by Shri Anthony de Sa, IAS (Retd.), former Chief Secretary of Madhya Pradesh, and brings together senior representatives from key Government departments including Taxation and Excise, Legal Metrology, Tourism, Municipal Administration, Panchayats, Waste Management, and Coastal Environment Management, thereby ensuring coordinated inter-departmental governance.

4. Public Awareness (2025-2026)

Recognising that consumer participation is central to the success of any deposit-based collection mechanism, the Government of Goa, together with the System Operator, undertook a sustained and phased public awareness campaign to build understanding of the Deposit Refund Scheme among consumers, retailers, brand owners, and local governance bodies ahead of the Scheme's rollout.

The awareness strategy rested on three complementary pillars: large-scale public demonstrations at high-footfall events, direct engagement with Village Panchayats and Urban Local Bodies, and sustained outreach through print, digital, and broadcast media.

A significant component of the outreach involved live demonstrations of the reverse vending and smart-collection technology at major public gatherings. The Scheme was showcased at the Goa Cashew Festival held at Panjim in April 2026, where a dedicated "DRS Experience Zone" enabled visitors to interact directly with the collection process, scan Unique Serial Identifier QR codes, and understand the refund mechanism at first hand. Similar live demonstrations were subsequently extended to community festivals at Colva and Assolna, broadening public exposure to the Scheme's operating model.

Parallel to these public-facing demonstrations, the Government undertook structured engagement with Village Panchayats, recognising their central role in local-level implementation and last-mile community outreach. Awareness drives were conducted at Gram Sabhas, beginning with the Nadora village panchayat in Bardez taluka, and were progressively extended to Sal, Anjuna, Loliem, Morjim, Arambol, Harmal, Velguem, and Borim panchayats through May and June 2026. This sustained engagement culminated in over 65 per cent of Goa's Village Panchayats, along with four Urban Local Bodies, issuing No Objection Certificates in support of the Scheme's rollout by end-May 2026, accompanied by the phased installation of Reverse Vending Machines at panchayat level.

The Scheme's public visibility was further reinforced through targeted activations at high-footfall public venues. In May 2026, a live demonstration of the bottle-return technology was conducted during an FC Goa football match, and a QR-coded recycling pilot was run at a public community event 'Panjim Potluck' in Panaji, with participation from local beverage manufacturers. Institutional credibility was strengthened in June 2026 with the inauguration of the State's first operational Reverse Vending Machine at the Indian Navy's INS Mandovi establishment in Verem, timed to coincide with World Environment Day and marking a symbolic alignment between the Scheme and national environmental observances.

Sustained outreach through radio platforms, including Radio Indigo and Akashvani, together with structured engagement with print and digital media, ensured continuous public messaging on the Scheme's objectives, mechanics, and implementation timeline. Cumulatively, these efforts were reflected in independent media sentiment tracking, which recorded a shift in net public sentiment from -12 per cent in January 2026 to a peak of +93 per cent in May 2026, indicating a marked improvement in public understanding and acceptance of the Scheme in the period preceding its formal rollout.

* * *

When Examinations Lose Their Integrity

Sharad Kale

Are we testing students or testing the system? : There are moments when a society needs to stop for a moment and ask itself an uncomfortable question. Not merely, what went wrong? Why does it keep going wrong? The recurring reports of examination paper leaks, mass copying, impersonation, manipulation of marks, organised malpractice and chaotic examination arrangements in different parts of the country should make us pause. The controversy surrounding NEET-UG brought the issue into the national consciousness, but the problem is much larger than one examination, one examination agency or one particular incident. It concerns something much more fundamental problem.

Can a nation build its future on an education system whose mechanisms of assessment are not always trusted? - This is not simply an administrative question. It is not merely about examination security. It is not even exclusively about education. It is about merit, fairness, social trust and the moral confidence of a generation. India is passing through a remarkable transformation. We aspire to be a knowledge-driven economy, a scientific and technological power and a major contributor to the intellectual capital of the world. We speak of becoming a developed nation. We celebrate, and rightly so, India's achievements in space, medicine, information technology, engineering, biotechnology and entrepreneurship. Yet behind all these aspirations and accomplishments lies a less visible but fundamental foundation-the credibility of our educational system.

A degree has value because society believes that the person who holds it has genuinely acquired the knowledge and competence that the degree represents. An entrance examination has value because students believe that the rules are the same for everyone. A competitive examination derives its legitimacy from the belief that an honest candidate, through hard work and merit, has a fair chance of succeeding. Once that belief begins to disappear, the damage goes far beyond the loss or leakage of a few examination papers. The real casualty is trust. It would, however, be wrong to suggest that our educational system was once completely foolproof and has only recently become vulnerable. No human institution has ever been entirely free from malpractice, favouritism or attempts to circumvent rules. What is worrying is that, over the past few decades, such practices appear to have become more widespread, sophisticated and, in some instances, disturbingly normalised. And yet, India continues to progress. This apparent contradiction deserves serious reflection.

A nation can continue to produce brilliant scientists, engineers, doctors, entrepreneurs and technologists even while some of its institutions are experiencing a gradual erosion of credibility. Individual excellence can temporarily

compensate for systemic weaknesses-but it cannot sustain them indefinitely. The greatest danger, therefore, is not merely examination malpractice. It is the gradual erosion of the belief that merit matters, rules are fair, and honest effort is worth making. If that belief is lost, we may continue to celebrate achievements, but the foundation on which those achievements stand will become increasingly fragile. The challenge before us is not simply to conduct examinations more securely. It is to restore confidence in the entire ecosystem of education-so that a student can once again believe that knowledge has value, merit has meaning, and integrity is not a disadvantage.

The Social Contract of Education : Every education system implicitly makes a promise to its students. It says : Study sincerely. Learn. Work hard. Develop your abilities. Follow the rules. When the time comes, your competence will be recognised. This is a powerful social contract. A child who believes in this contract is willing to sacrifice immediate pleasure for a distant goal. A teenager studies late at night because she believes that the effort will matter. A young person from a modest family spends years preparing for a competitive examination because he believes that knowledge can provide a route to a better future. But what happens when the student repeatedly sees evidence-or even perceives evidence-that success can be purchased, manipulated or obtained through unfair means? A dangerous transformation begins. The question changes from: "How can I become competent?" to : "How can I get through the examination?" And eventually : "Why should I follow the rules when others do not?" That is the point at which an examination problem becomes a social problem.

The Honest Student Suffers Twice: Consider two students preparing for the same competitive examination.

- Both study for two years.
- Both sacrifice leisure.
- Both attend classes.
- Both dream of entering the same profession.

One follows the rules. The other obtains an unfair advantage through leakage, impersonation, copying, manipulation or organised malpractice. If the second student succeeds while the first fails, the honest student loses more than an opportunity. The student loses faith in the system. This is a particularly dangerous form of injustice because young people are still forming their understanding of society. The message they may receive is: "Integrity is admirable—but it may not be practical." That lesson is far more damaging than a single lost examination.

The NEET Question-and the Larger Question Behind It : The NEET controversy deserves careful treatment because it illustrates the enormous stakes attached to a single examination. The Supreme Court's examination of the 2024 NEET-UG matter distinguished between the existence of a leak at particular locations and the much larger question of whether there was evidence of a systemic leak extensive enough to invalidate the entire examination. That distinction is important. But there is another question that deserves even more attention: Why should one examination carry such extraordinary power over the future of millions of young people? The immediate response to every examination controversy is understandably :

- Improve security.
- Encrypt question papers.
- Secure printing presses.
- Strengthen transportation.
- Improve centre-level security.
- Monitor examination centres.
- Use technology.

- Prevent impersonation.
- Audit the entire process.

All of this is necessary. But it does not address the deeper problem. If one examination determines almost everything, then the examination becomes enormously valuable-and anything enormously valuable creates incentives for manipulation. Perhaps we therefore need to ask whether the architecture itself should change.

Are We Examining Education-or Memory? : There is another uncomfortable question: What exactly are our examinations trying to measure?

- Knowledge?
- Understanding?
- Memory?
- Reasoning?
- Application?
- Creativity?
- Communication?
- Practical competence?
- Problem-solving?
- Or simply the ability to perform under intense time pressure?

A conventional written examination is extremely useful. It is efficient and allows large numbers of students to be compared using a common instrument. Multiple-choice examinations, in particular, can be objectively scored and are indispensable when millions of candidates must be assessed. The problem is not the multiple-choice question. The problem is expecting a single type of examination to measure the entire intellectual capacity of a human being.

- A student may know the answer without understanding the concept.
- Another may understand the concept but make a mistake under examination pressure.
- A third may be excellent at applying knowledge to a real-world problem but perform poorly on a standardised test.
- A fourth may have extraordinary scientific curiosity that no multiple-choice examination can detect.

Are all four really equivalent? : Examination Is an Event; Assessment Is a Process Perhaps the distinction we need most urgently is between examination and assessment. An examination asks : "How did you perform today?" Assessment asks : "What have you learned, what can you do, how consistently can you do it, and how effectively can you apply it?" The second question is much closer to the real purpose of education. This does not mean that examinations should disappear. They should not. External examinations provide an important common standard. They protect students against arbitrary school-level evaluation and allow society to compare performance across institutions. But an examination should be one piece of evidence, not necessarily the entire evidence.

Three different questions we currently mix together: Education systems actually have three different tasks:

- What has the student learned? - learning assessment.
- Has the student reached the required standard? - qualification.
- Who should receive a limited seat when many students are qualified? - selection.

Continuous Assessment—with External Moderation : Continuous assessment has obvious advantages.

· A student is observed over a longer period.

- Projects can be evaluated.
- Practical skills can be tested.
- Communication can be assessed.
- Research ability can be observed.
- Consistency can be recognised.
- One bad day need not destroy years of work.

But continuous assessment also creates risks.

- Teachers may differ in their standards.
- Schools may inflate marks.
- Parents may exert pressure.
- Institutions may favour their own students.

Therefore, simply replacing an external examination with internal marks would not solve the problem. **What we need is : Continuous assessment + external moderation**. A teacher can assess the student. An independent system should assess the reliability of the teacher's assessment. The International Baccalaureate, for example, combines internal assessment with external moderation to improve comparability of standards. Our country can develop its own model suited to its enormous scale and diversity.

From Marks to a Learning Profile: Perhaps we should stop thinking of a student as a single number. Imagine a student's educational record not simply as:

Class X - 89%

Class XII - 92%

Entrance Examination — 97 percentile

but as a broader learning profile that includes :

- conceptual knowledge;
- mathematical reasoning;
- scientific reasoning;
- communication;
- practical competence;
- project work;
- research ability;
- problem-solving;
- creativity;
- collaboration;
- consistency of performance.

Not every parameter would have to be used for every course.

A future medical student would need a different profile from a future architect.

An engineer would need a different combination from a historian.

A teacher would need competencies different from those of a surgeon.

This leads to an important principle: Assessment should reflect the competencies required by the destination. Would We Select Doctors Differently? Consider medicine. What makes a good doctor? Certainly, knowledge is essential, and students acquire substantial knowledge during medical education. But knowledge alone is not enough. A doctor also needs :

- observation;
- reasoning;
- communication;
- empathy;
- decision-making;
- practical competence;
- ability to function under uncertainty;
- ethical judgment;
- teamwork.

The present selection system can test a significant body of scientific knowledge very efficiently. But can one high-stakes written examination adequately measure all these qualities? Perhaps it should not be expected to.

A future admission system could therefore use a combination of evidence. A standardised national examination could remain the major component but, after careful validation, could be supplemented by moderated academic performance, scientific aptitude, practical reasoning or other professionally relevant competencies. The exact percentages are less important than the principle: Selection should not be confused with education.

The Examination Paper Itself Needs Scientific Scrutiny : We often ask: Was the paper leaked? We should also ask: Was the paper well designed? Modern assessment science provides sophisticated methods for evaluating examination questions. Questions can be analysed for :

- difficulty level;
- discrimination;
- ambiguity;
- reliability;
- validity;
- bias;
- ability to distinguish genuine understanding from guessing.

A question should not become decisive merely because it is obscure, ambiguous or poorly constructed. Our country has an enormous pool of statisticians, psychologists, educators and scientists. We should make much greater use of them. An examination should be designed as scientifically as a clinical trial or a scientific experiment.

Can Technology Rescue the Examination System? - Technology can certainly help.

- Secure digital question banks can reduce dependence on a single paper.
- Encryption can protect question papers.
- Biometric verification can reduce impersonation.
- Computer-based testing can permit multiple equivalent papers.
- Statistical analysis can identify suspicious answer patterns.
- AI-assisted systems can help identify anomalies in performance.
- Adaptive testing can potentially measure ability more efficiently.

But technology is not a magic solution. A secure computer system can still be compromised by people acting with malicious intent. Wealthy or desperate parents may still go to extraordinary lengths to obtain an unfair advantage for their children. **The real formula must therefore be :**

Technology + institutional integrity + independent auditing + accountability.

What Can We Learn from Other Countries? : There is no perfect international model. Different countries use different combinations of:

- national examinations;
- school-based assessment;
- standardised testing;
- coursework;
- projects;
- practical examinations;
- oral assessments;
- portfolios;
- external moderation.

The important lesson is not to copy another country. India is too large and too diverse for simplistic transplantation of foreign models. The lesson is to understand the principle: Different purposes require different forms of assessment. A diagnostic test is not the same as a selection examination. A school-leaving examination is not necessarily the same as a university entrance examination. A professional competency assessment should not simply reproduce a school examination.

The Coaching Industry Is a Symptom, Not the Disease : It is fashionable to criticise coaching institutions. But the coaching industry exists because the system creates demand for it. When one examination determines a student's future, parents naturally look for every possible advantage. The more competitive the examination becomes, the more coaching expands. The more coaching expands, the more students prepare specifically for the examination.

Eventually, preparation for the test becomes a substitute for education itself. We should therefore ask a more fundamental question: Why has preparation for an examination become almost synonymous with learning? If examinations reward understanding, application, creativity and problem-solving, coaching will have to adapt.

The School Must Regain Its Importance : There is another consequence of

excessive dependence on competitive examinations. A student may spend twelve years in school, but the real focus gradually shifts toward the entrance examination. The school becomes a place where attendance is maintained while the real education happens elsewhere. This is deeply unhealthy. A good school should be a laboratory of learning. Students should :

- experiment;
- discuss;
- question;
- make mistakes;
- build things;
- write;
- present;
- investigate;
- collaborate;
- read beyond the textbook.

Education should not become twelve years of preparation for a three-hour examination.

What Should Continuous Assessment Actually Assess? If our country moves toward greater continuous assessment, we must ensure that it does not simply become another system of giving marks. A genuine learning portfolio could include :

- Projects - Can the student investigate a problem?
- Practical work - Can knowledge be converted into action?
- Presentations - Can the student communicate?
- Problem-solving - Can the student handle unfamiliar situations?
- Research assignments - Can the student ask questions and find evidence?
- Laboratory work - Can the student observe and interpret?
- Written work - Can the student construct an argument?

External assessment - Can the student's achievement be compared fairly with others? This is much richer than simply asking a student to reproduce textbook answers. But Who Will Assess the Assessors? : This may become the biggest challenge.

We cannot simply say: Let teachers decide. Nor can we say: Let artificial intelligence decide. Nor can we say: Let the final examination decide everything. We need a system of checks and balances. Teacher assessment should be moderated. Schools should be periodically audited. Question papers should undergo psychometric review. Examination agencies should undergo security audits. Statistical anomalies should be investigated. Grievance mechanisms should be independent. Examination authorities should be accountable for failures. In other words, the assessment system itself must be assessed.

Accountability Cannot Stop with the Student : When a student is caught cheating, punishment is usually straightforward. But what happens when malpractice is organised? What happens when a network facilitates impersonation? When examination-centre personnel deliberately ignore violations? When confidential material is negligently handled? When institutions systematically inflate internal marks? Accountability must travel up the chain. The student who cheats must be held responsible. But so must those who organise, facilitate, finance or knowingly permit cheating. At the same time, innocent students must not be collectively punished for institutional failures. That balance is essential.

Academic Integrity Must Be Taught : There is an irony in our education system. We teach students about ethics in professional life. We speak about corruption and honesty. But academic integrity itself is often treated as a minor matter.

Students should explicitly learn what constitutes:

- cheating;
- plagiarism;
- fabrication;
- falsification;
- impersonation;
- unauthorised assistance;
- misuse of technology;
- manipulation of academic records.

The message should be simple: An achievement obtained dishonestly is not an achievement. This principle must apply equally to students, teachers, institutions and examination authorities.

The Coming Challenge of Artificial Intelligence : AI makes examination reform even more urgent. If knowledge can be obtained instantly from a machine, what should an examination measure? If an AI system can write an essay, solve a mathematical problem or generate computer code, then simply testing whether a student can reproduce information becomes increasingly meaningless. The future belongs to people who can :

- ask good questions;
- evaluate information;
- identify errors;
- reason critically;
- apply knowledge;
- work with technology;
- create new ideas;
- make ethical decisions.

Assessment must therefore evolve. The question is no longer simply :\"Can the student remember the answer?" it increasingly becomes: "Can the student think?"

The International Credibility of Indian Qualifications : There is one dimension of this issue that deserves greater attention. India exports intellectual talent. Indian doctors, engineers, scientists, software professionals, researchers and academics work throughout the world. The international reputation of Indian professionals has been built over decades through individual excellence and institutional credibility. But credibility is cumulative. It takes years to build and very little time to damage. If doubts about examination integrity become widespread, they can eventually affect confidence in the credentials themselves. We must ensure that the world can continue to look at an Indian qualification and reasonably assume: This represents genuine competence.

That is not merely a matter of national pride. It has economic consequences.

We Should Measure What Society Actually Needs: Perhaps the deepest reform is philosophical. What kind of young person do we want our education system to produce? Someone who can score 99.9 percentile? Certainly, academic excellence is valuable. But is that enough? We need young people who can think independently; distinguish evidence from misinformation; solve unfamiliar problems; communicate; work with people; learn continuously; innovate; and maintain integrity when nobody is watching. The last quality may be the most important of all.

From Marks to Merit : Marks are useful. But marks are not the same thing as merit. Merit is multidimensional.

- A student who remembers facts is demonstrating one kind of ability.
- A student who can apply those facts to a new problem is demonstrating another.
- A student who can design an experiment is demonstrating another.
- A student who can explain a difficult concept to others is demonstrating another.
- A student who can work honestly in a team is demonstrating another.

A mature assessment system should recognise these differences. What Might a Reformed System Look Like? Imagine an Indian

education system in which a student's journey is not determined by a succession of isolated high-stakes examinations. Imagine instead a system :

- where school assessment is externally moderated;
- where national examinations test genuine understanding rather than excessive memorisation;
- where practical competence matters;
- where professional courses use professionally relevant selection methods;
- where students have more than one opportunity to demonstrate competence;
- where technology protects examination security but does not replace human judgment;
- where examination agencies are independently audited;
- where statistical science is used to detect anomalies;
- where academic integrity is explicitly taught.

And where a young person knows: If I learn, work hard and remain honest, I have a fair chance.MThat is the system we should aspire to build.

Reform Should Begin with Pilots, Not Slogans: Educational reform on India's scale cannot be implemented through one sweeping order. We need evidence.

Different assessment models should be piloted across representative groups of schools, boards and universities. Their outcomes should be compared.

- Do students learn better?
- Does dependence on coaching decline?
- Does the correlation between assessment and later professional performance improve?
- Does socioeconomic inequality increase or decrease?
- Does teacher bias become a problem?
- Does academic integrity improve?

These questions can be studied scientifically. India has the intellectual capacity to conduct such experiments. We should use it.

A Possible National Assessment and Integrity Framework : Perhaps India now needs a permanent national framework—not another temporary response to another examination controversy. Such a framework could establish standards for :

- examination security;
- question-paper development;
- psychometric validation;
- teacher assessment;
- external moderation;
- digital assessment;
- academic integrity;
- statistical anomaly detection;
- grievance redressal;
- examination-centre accreditation;
- independent auditing.

The purpose would not be to centralise every examination. It would be to establish a common principle: Every student in India deserves an assessment system that is valid, reliable, secure and fair.

The Real Reform Is Cultural :

- Rules alone will not solve the problem.
- Technology alone will not solve it.
- Punishment alone will not solve it.

We need a cultural change. Parents must stop treating marks as the only measure of a child's worth. Schools must stop treating examination results as the only measure of educational success. Teachers must be respected as educators rather than merely score-producing machines. Universities must value genuine learning. Coaching institutions must recognise their social responsibility. Examination agencies must understand that they are custodians of public trust. And students must be taught that success without integrity is ultimately failure.

The Examination Is a Mirror : Perhaps examinations tell us more about society than we realise. When students cheat, we should certainly ask: Why did the student cheat? But we should also ask: What did society teach the student about success? When parents spend enormous sums on coaching, we should not simply ask: Why are parents doing this? We should ask: What have we done to the selection system that makes parents feel they must do it? When paper leaks occur, we should investigate the individuals responsible. But we should also ask: Why does one piece of paper possess such enormous power? And when young people lose faith in the system, we should not merely tell them to work harder. We should ask whether the system deserves their faith.

The Final Test : The ultimate test of an education system is not the number of examinations it conducts. Nor is it the percentage of students who obtain high marks. Nor is it the number of students who enter prestigious institutions.

The ultimate test is whether the system produces young people who believe in knowledge, competence, fairness and integrity.

- A nation cannot become a knowledge superpower if its young people conclude that knowledge is less important than manipulation.
- It cannot become an innovation superpower if examinations reward memorisation more than curiosity.
- It cannot become a developed nation if young citizens lose faith in the institutions that determine their future.
- And it cannot claim intellectual leadership in the world if the credibility of the systems that certify its intellectual capital is repeatedly questioned.

The solution, therefore, is not to abolish examinations. Nor is it to place greater and greater surveillance around the same examination structure. The solution is far more fundamental.We must redesign the way we assess human capability. We must move :

- from the examination as an isolated event to assessment as a continuous process;
- from memory to understanding;
- from marks to competence;
- from one-shot selection to multiple measures of merit;
- from internal marks without moderation to externally validated assessment;
- from punishment after malpractice to systems designed to make malpractice difficult;
- from treating examination agencies merely as administrators to treating them as custodians of public trust;
- and, above all, from asking young people only to succeed to teaching them that how they succeed matters.

Because an examination is not merely a test of a student. It is also a test of the society that designed it. And perhaps the most important question before India today is not:

"How can we make our examinations leak-proof?"

It is :

"How can we build an education system in which every young Indian can once again believe that knowledge, hard work and integrity are worth pursuing?"

The answer to that question will determine far more than the future of our examinations. It will help determine the moral and intellectual character of the India we build.

- Sharad Kale
sharadkale@gmail.com

Is there a need to redefine education?

Sanjay Jahagirdar

SEAC Member, DoEF&CC, Govt. of Goa

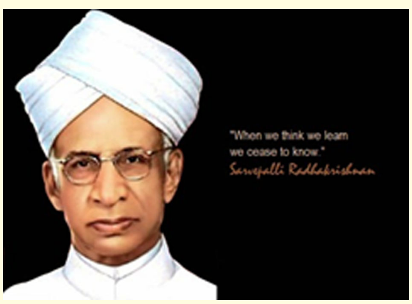
Come (5th) September, entire nation is celebrating Teacher's Day as it marks the birthday of Dr. Sarvepalli Radhakrishnan, born on September 5, 1888. We are celebrating Teacher's Day since 1962, symbolising the nation's respect for the teaching profession and his lifelong commitment to education.

Happy Teacher's Day, to the mentors, guides, and Gurus who shape our minds and touch hearts. Sky-high gratitude for teacher's endless patience, wisdom, and unwavering belief that goes far beyond the classroom, building the foundation of student's dreams and futures.

But perhaps this Teachers' Day provides an opportunity to ask a more fundamental question: Do we need to redefine education in the age of Artificial Intelligence? This is no longer merely a philosophical question. Is there need to relook at the definition of education with the advent of AI era? When machines can generate knowledge instantly, execute complex procedural skills, and offer instant answers, what does it mean for a human to be "educated"?

What is education?

For all purpose, how education is really defined? Education is the structured or unstructured process of acquiring and sharing



Dr. Sarvepalli Radhakrishnan was one of India's most distinguished philosophers, educationists, teachers and statesmen, whose contribution extended far beyond the classroom. He played a seminal role in introducing Indian philosophy, particularly Vedanta and the Upanishadic tradition, to the Western world through his scholarly writings and lectures, thereby establishing Indian thought as a rigorous and intellectually significant philosophical tradition. As an educationist, he served as Vice-Chancellor of Andhra University and Banaras Hindu University and chaired the University Education Commission of 1948–49, helping shape the direction of higher education in independent India. He believed that education should not merely impart information or vocational skills, but should develop character, independent thinking, moral values and a deeper understanding of life. His remarkable career also included serving as India's Ambassador to the Soviet Union, the country's first Vice-President and its second President. Yet, despite occupying the highest constitutional offices, he remained essentially a teacher at heart. *(Image : Courtesy Google image)*

knowledge, building skills, and developing values and character traits. It helps people understand the world, solve problems, and grow into capable, responsible members of society. The advent of artificial intelligence does not render the classical definition of education obsolete—it exposes its friction points and forces a fundamental shift in where human effort must be directed.

As per the universal definition of education – fundamentally there are three pillars

1) Knowledge Acquisition
2) Skill Building
3) Developing Character & Values

In the AI era, however, each of these pillars needs to be re-examined.

1. From Knowledge Acquisition to Epistemic Hygiene :

As per the Old Paradigm, knowledge acquisition is focused heavily on memory, indexing, and retrieval. Our examination or standardized testing process are designed to measure how much information a student could hold and reproduce rather than their ability to comprehend the complex concepts, problem solving and extrapolating existing skills in an unknown territory. We experience the AI Reality, whenever we put up a query followed by the prompt, that information is frictionless and ubiquitous. A student can ask an AI system a question and receive an impressive answer within seconds. Therefore, the important educational question can no longer be merely:

"What is the answer?"

It must increasingly become:

"How do you know that this answer is correct?"

Education must be redefined further e knowledge acquisition as **Epistemic Hygiene**– the ability to verify sources, detect algorithmic bias, evaluate probabilistic outputs, and understand *how* a conclusion was reached.

(The word **epistemic** is an adjective that means relating to knowledge, how we learn, or the conditions that make things known. It comes from the ancient Greek word *episteme*, meaning knowledge or understanding.)

Classrooms must shift from "What is the answer?" to "How do we evaluate the machine's answer from first principles?"

2. From Skill Execution to Problem Framing: Now let us discuss second pilar, skill building. Once again first we have to delve into the Old Paradigm**:** where skills were defined as procedural mastery—solving standard calculus equations, writing structured essays, writing python code, or drafting routine reports. And viz -a -viz, the AI Reality is Generative models i.e. advanced machine learning systems trained on massive datasets to create new content—such as text, images, video, code, and audio. Unlike traditional AI that only analyzes or classifies data, generative models learn underlying patterns to synthesize original outputs. Generative models of AI provide automated procedural execution at marginal cost. (This is exactly threating perception for lack of job opportunity in IT sector.) Coming back to renewed definition of education, must include problem framing rather than problem solving, the ability to ask precise, nuanced questions. If this paradigm shift happens, my generation will certainly feel jealous about Gen Z. Why? Try solving General Physics problems of I.E. Irodov!!

Machine can often solve a well-defined problem. But who decides:

- What is the real problem?
- Which problem is worth solving?
- What assumptions are being made?
- What information is missing?
- What constraints matter?
- What are the unintended consequences?
- Who benefits from the solution?
- Who might be harmed by it?

I hope educationist will focus on **First-Principles of Troubleshooting,** understanding underlying physical, mathematical, or social mechanics so when an automated system fails, the human can diagnose *why*.

3. From Academic Achievement to Character and Values:

The third pillar is very important i.e "Character & Values", the prime objective of any education system. I have read somewhere that students should not look for "GUNN" (गुण) but "GUNNVATTA" (गुणवत्ता).

According to the Old Paradigm**,** character education is often treated as an adjunct to academic performance—co-curricular badges alongside report cards. Also, we read about AI doing amazing things, such as it can simulate empathy, compose music, and draft legal briefs, the purely intellectual aspects of schooling are no longer exclusive to humans. Our students must be taught to navigate isolation, technological overstimulation (happens when digital devices give your brain more sights, sounds, and alerts than it can process), and digital noise through genuine human-to-human connection.

Finally coming to the role of a teacher/educator in the era of AI permanently shifts from *transporter of information* to *mentor of character, curiosity, and critical thought*.

The Moot Question for Policymakers is how the school curriculum will be designed so that students are not trained only to execute tasks that machines do faster, otherwise we are preparing them for obsolescence. But if we train them to ground their thinking in first principles, question outputs, and lead with ethical clarity, then AI becomes an amplifier of human potential rather than a replacement for it.

How super intelligence has to be used?

Children, I would like to introduce to you a Phenomenon, not scientific but a Hollywood movie released in 1996. (It is available on YouTube)

You may wonder, how suddenly discussion shifted from cognitive domain to Hollywood entertainment? Let me narrate the story of this SCI-FI movie.

John Travolta has played an excellent role of George Malley, a kind small-town mechanic who is struck by a mysterious flash of light on his 37th birthday. He transforms into a genius with telekinetic powers, but later discovers his brilliant mind is caused by a terminal brain tumour. George develops super-intelligence, learns languages instantly, and moves objects with his mind. He defeats his doctor friend in the game of chess, by playing unconventional moves. But he is totally unaware, how he has acquired the super natural skills. The local community, very friendly with George previously, grows frightened and try to alienate him socially. Only his close friend Nate, surrogate father Doc, and love interest Lace support him.

Let us press pause button! Children what will you do, if you get super natural powers?

- ✓ Score cent percent marks in NEET or JEE exams?
- ✓ Acquire wealth?

But our George while developing an exploding intellect, learns languages in minutes, reads multiple books a day, predicts earthquakes, designs new fertilizers, a new kind of highly efficient renewable energy system and file load of innovation donated to MIT.

Doctors discover the sudden evolution of his brain is actually due to an advanced, inoperable tumour. Instead of fearing his fate, George embraces his remaining time to love deeply, live fully, embracing peace and understanding the deep connections of life. Rather than being a sci-fi alien visitation story, the film shifts into a poignant human drama about mortality.

Children AI tool has reached to every person who has smart phone, are not we overnight became George having super intelligence? How this super talent needs to be utilized?

In the end, George doesn't use his sudden genius to build an empire or digitize his mind. He uses it to deepen his connection with Lace, uplift his friends, and leave his community better off. For a generation navigating the existential anxiety of automation and AI, George's choice delivers a vital assertion: human cognition exists to serve empathy, community, and lived experience—not just raw algorithmic efficiency.

Concluding thoughts:

Ultimately the central challenge for education in the AI era, is how our cognitive domain is developed rather than becoming super intelligence, attaining wisdom.

- Artificial intelligence may make us more productive.
- It may make information more accessible.
- It may help us solve difficult problems.
- It may even amplify human creativity.

But intelligence without wisdom can become dangerous. Education must therefore help young people move through three stages: Information (tells us what) ➔ Knowledge (understanding how and why) ➔ Wisdom (helps us to decide whether, when and for what purpose.)

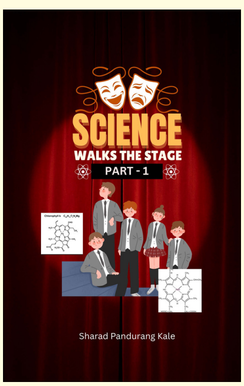
This distinction is timelessly captured in the classic tale from the *Panchatantra*. Four scholars, fresh from years of learning at their Gurukul, were returning home through a dense forest when they came upon the scattered bones of a dead lion. Eager to test their newly acquired powers, the first scholar assembled the skeleton. The second scholar added flesh, blood, and skin. The third scholar prepared to infuse the carcass with the breath of life.

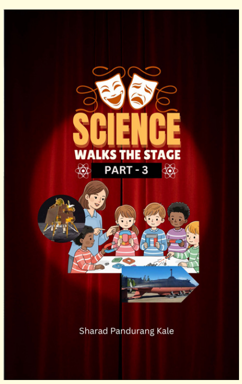
Only the fourth companion–deemed the least learned in formal technical skills–possessed practical wisdom. Seeing the danger, he cautioned the others, and when they refused to listen, he quietly climbed a nearby tree. The third scholar brought the lion to life; the beast instantly sprang up and killed the three scholars. Only the wise companion survived.

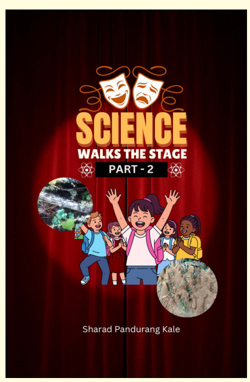
In our rush to master the ultimate tools of organic and artificial intelligence, we must remember the lesson of the forest: technical capability without foresight is self-destructive. True education does not merely teach us how to bring the lion to life—it gives us the wisdom to know when to climb the tree!!

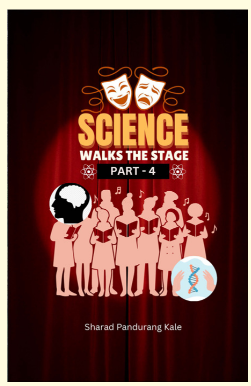
- Sanjay Jahagirdar
sanjayjahagirdar2012@gmail.com

Valuable Books for Creating Scientific Awarness
by Sharad Kale









Each book Price : Rs. 400/- **Discounted : Rs. 240/-**

अवकाशातील नवा ‘लोकटक दीर्घिकासमूह’

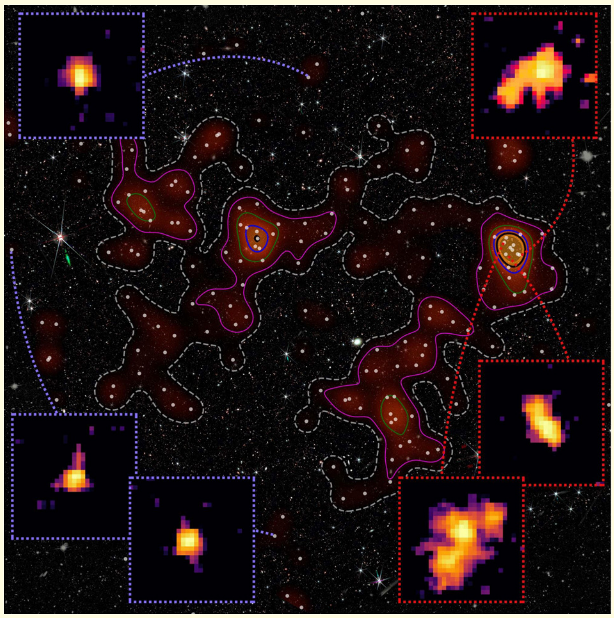
आनंद घैसास

मणिपूरमधील एका २९ वर्षीय खगोलभौतिकशास्त्रज्ञाने १२.६ अब्ज वर्षांपूर्वीच्या आकाशगंगांच्या एका प्राचीन समूहाचा (किंवा ‘आकाशगंगांच्या शहराचा’) शोध लावला आहे. या महत्त्वपूर्ण संशोधनातून असे दिसून आले आहे की, दाटीवाटीच्या अवकाशीय परिसरामुळे सुरुवातीच्या काळातील आकाशगंगांच्या वाढीचा वेग कशा प्रकारे विकसित झाला असावा. त्याने मणिपूरच्या ‘लोकटक सरोवरावरून’ त्या समूहाला लोकटक असेच नाव दिले, ते आता मान्यही झाले आहे.

मणिपूरमधील भारतीय खगोलभौतिकशास्त्रज्ञाने ‘जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोप’चा वापर करून, शोध लावला आहे त्याचे एकत्रित चित्र : शास्त्रज्ञ लैश्राम, लाोकटक सरोवर, दीर्घिकांचे गुच्छ. (छायाचित्र सौजन्य : इंडिया टुडे)

बालविश्वाच्या शाईसारख्या गडद अंधारात, आकाशगंगांचा एक प्रचंड किल्ला शांतपणे आकाराला येत होता. आता, या भारतीय खगोलभौतिकशास्त्रज्ञाने १२.६ अब्ज वर्षांचा विश्वाचा इतिहास उलगडून आकाशगंगांचे हे प्राचीन ‘महानगर’ शोधून काढले आहे. ‘लोकटक प्रोटोक्लस्टर’ (Loktak Protocluster) असे नाव दिलेले हे विस्मयकारक वैश्विक महानगर, विश्वाच्या निर्मितीनंतर अवघ्या १.२ अब्ज वर्षांनी अस्तित्वात आले असे दिसून आले आहे.

विश्वाचे आजचे वय सुमारे १३.८ अब्ज वर्षे असल्याचे मानले जाते, तर पृथ्वीची निर्मिती त्या मानाने खूप नंतर, म्हणजे आजपासून सुमारे ४.५ अब्ज वर्षांपूर्वी झाली.



हबल स्पेस टेलिस्कोप (HST) आणि जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपद्वारे (JWST) घेतलेली सोबतची एक प्रभावी संयुक्त प्रतिमा, जी नव्याने शोधलेल्या या लोकटक प्रोटोक्लस्टरमधील आकाशगंगांचे दाट समूह दर्शवते. यातले पांढरे ठिपके ‘सुबारू टेलिस्कोप’ने शोधलेल्या आकाशगंगा दर्शवतात, तर केशरी छटा आणि रंगीत रेषा त्या आकाशगंगांची सर्वाधिक दाटीवाटीची ठिकाणे अधोरेखित करतात. लहान चौकटी गर्दीच्या वैश्विक नगरांमधील आकाशगंगांची तुलना सामान्य अवकाशातील आकाशगंगांशी करतात. (श्रेय: लैशराम आणि इतर/NAOJ/NASA/ESA/CSA)

आकाशगंगांच्या या महानगराचा शोध विश्वाच्या जुन्या मान्यताप्राप्त कालक्रमाला छेद देतो; यावरून हे सिद्ध होते, की सुरुवातीच्या काळातील अवकाशाचे अत्यंत कठोर आणि दाटीवाटीचे वातावरण अगदी पहिल्या आकाशगंगांच्या वाढीला वेगाने आकार देत होते आणि शिवाय त्यात बदलही घडवत होते.

दुसऱ्या शब्दात सांगायचे झाल्यास, या शोधातून हे सिद्ध होते, की शास्त्रज्ञांना पूर्वी वाटले होते त्यापेक्षा खूप आधीपासूनच, गर्दीने भरलेले अवकाशातील वातावरण आकाशगंगांना सक्रिय आकार देत होते.

या आकाशगंगेच्या शोधामागे असलेले भारतीय शास्त्रज्ञ कोण आहेत?

मणिपूरचे एक हुशार पोस्ट-डॉक्टरल संशोधक, डॉ. रोनाल्डो लैश्राम, जे सध्या जपानच्या 'राष्ट्रीय खगोलशास्त्रीय वेधशाळे'त कार्यरत आहेत, त्यांनी या आंतरराष्ट्रीय महत्त्वपूर्ण शोधाचे नेतृत्व केले आहे.

'दि ॲस्ट्रोफिजिकल जर्नल लेटर्स'मध्ये प्रकाशित झालेल्या एका अभ्यासानुसार, ही वैश्विक रचना मणिपूरच्या प्रसिद्ध 'लोकटक सरोवरा'च्या सन्मानार्थ त्या नावाने आता ओळखली जाणार आहे.

मणिपूरचे प्रसिद्ध लोकटक सरोवर, जे आपल्या अद्वितीय तरंगणाऱ्या बायोमास बेटांसाठी ओळखले जाते, ते नव्याने शोधलेल्या १२.६ अब्ज वर्षे जुन्या आकाशगंगांच्या वैश्विक जाळ्याला नाव देण्याची प्रेरणा ठरले आहे.

ज्याप्रमाणे या सरोवरामध्ये तरंगणाऱ्या बायोमास बेटांचे समूह एकमेकांशी घट्ट जोडलेले आहेत, त्याचप्रमाणे येथे दीर्घिकांचे चार वेगवेगळे प्रचंड समूह एकत्र येऊन हे एक वैश्विक जाळे तयार झाले आहे.

हे दीर्घिकांचे 'प्रोटोक्लस्टर' म्हणजे उभारणीच्या प्रक्रियेत असलेले एक दीर्घिका-साम्राज्य आहे, जे अब्जावधी वर्षांमध्ये एका विशाल दीर्घिका समूहात रूपांतरित होणार आहे. ही वैश्विक उत्क्रांती समजून घेण्यासाठी, तिचे टप्पे समजून घेणे उपयुक्त ठरते. 'प्रोटोक्लस्टर' म्हणजे उभारणीच्या प्रक्रियेत असलेले एक सुरुवातीचे दीर्घिकांचे वैश्विक शहर, जे नवजात आकाशगंगांच्या एका घनसमूहाने बनलेले असते. हा समूह अब्जावधी वर्षांमध्ये गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाखाली हळूहळू एकत्र येऊन एकच प्रचंड मोठा दीर्घिकासमूह तयार करत असतो.

सोप्या भाषेत सांगायचे झाल्यास, बहुतेक सामान्य दीर्घिका अब्जावधी वर्षांमध्ये लहान आकाराच्या शेजारच्या दीर्घिकांना गिळून हळूहळू वाढत मोठ्या होत जातात. एक महाकाय दीर्घिका हा त्यामुळे एक वैश्विक चमत्कारच आहे.

यात असणाऱ्या दीर्घिका आपली संपूर्ण प्रचंड रचना एकाच, अचानक आणि नेत्रदीपक तारा-निर्मितीच्या स्फोटातून तयार करते, जणू काही वैश्विक धुक्याच्या ढगातून रातोरात बांधलेला एखादा भव्य राजवाडा पूर्णपणे तयार होऊन बाहेर पडावा तशी.

पारंपरिक आकाशगंगांप्रमाणे, ज्या लहान तारा-प्रणालींना धडकून आणि गिळून अब्जावधी वर्षांमध्ये हळूहळू स्वतःची उभारणी करतात, तर येथे एक महाकाय आकाशगंगा मात्र ही टप्प्याटप्प्याने होणारी जुळणी टाळते. ती अस्तित्वात असलेले तारे गिळत नाही; तर ती त्या सर्वांना एकाच वेळी, शून्यातून निर्माण करते.

विश्वाच्या सुरुवातीच्या काळातील निर्मळ वातावरणात, हायड्रोजन आणि हेलियम वायूचा एक प्रचंड, वेगळा साठा स्वतःच्याच अफाट गुरुत्वाकर्षणामुळे वेगाने संकुचित होतो. या अचानक, तीव्र आकुंचनामुळे संपूर्ण ढगात एकाच वेळी अनेक तारा-निर्मितीची एक वेगवान लाट सुरू होते.

हळूहळू होणाऱ्या वाढीच्या कथेऐवजी, ब्रह्मांडात निर्मितीचा हा एक अचानक, एकाच वेळी घडणारा झंझावात अनुभवला जातो, ज्यामुळे वैश्विक वायूचा एक अदृश्य ढग एका परिपक्व, तेजस्वी, एकसंध आकाशगंगेत रूपांतरित होतो; जे वैश्विक कालमानानुसार जवळजवळ तत्काळ जन्माला आलेले एक एकीकृत तारकीय साम्राज्य बनते...

गर्दीचे वैश्विक समूह आकाशगंगांची वाढ होण्यास कसे भाग पाडतात?

जपानच्या 'सुबारू टेलिस्कोप'ची प्रचंड ऑप्टिकल शक्ती नासाच्या जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपसोबत एकत्र करून, या टीमने एक लक्षणीय संरचनात्मक विसंगती उघडकीस आणली. अतिनील प्रकाशात पाहिले, (जो उच्च-ऊर्जा असलेला प्रकाश असून वेगाने वाढणाऱ्या नवजात ताऱ्यांना आणि तीव्र तारा-निर्मिती क्षेत्रांना ठळकपणे दाखवतो), तेव्हा या समूह-आकाशगंगा अगदी सामान्य दिसत होत्या. परंतु, जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपने त्यांना 'स्थिर दृश्य प्रकाशात' पाहिले, तेव्हा हे समूहप्रकार विलग प्रणालींपेक्षा अचानक ४० टक्क्यांनी मोठे असल्याचे दिसून आले.

'स्थिर-चौकट प्रकाशीय प्रकाश' म्हणजे अब्जावधी वर्षांपूर्वी प्राचीन ताऱ्यांनी उत्सर्जित केलेला मूळ दृश्य प्रकाश, जो विस्तारणाऱ्या अवकाशातून प्रवास करताना अवरक्त तरंगलांबीमध्ये ताणला जातो आणि नंतर आपल्या दुर्बिणींद्वारे टिपला जातो.

या ताणण्याच्या परिणामाला वैश्विक 'ताम्रसृती' (कॉस्मिक रेडशिफ्ट) म्हणून ओळखले जाते; ही एक अशी घटना आहे, जिथे अवकाश-काळाचे मूळ स्वरूप विस्तारत असल्यामुळे प्रकाशलहरी अक्षरशः लांबलचक होतात.

प्रकाश अब्जावधी प्रकाशवर्षे प्रवास करत असताना विश्व विस्तारत असल्यामुळे, अतिनील आणि दृश्य प्रकाशासारख्या अत्यंत ऊर्जावान, लहान तरंगलांबी आपल्या आधुनिक संग्राहकाकडे (डिटेक्टरपर्यंत) पोहोचेपर्यंत लांब, अदृश्य अवरक्त तरंगलांबीमध्ये खेचल्या जातात.

हा प्रकाश एका अशा गजबजलेल्या परिसराचे दर्शन घडवतो, जिथे दीर्घिका ‘कॉस्मिक वेब’च्या (विश्वाच्या जाळ्याच्या) एका वर्दळीच्या चौकात स्थित आहेत.

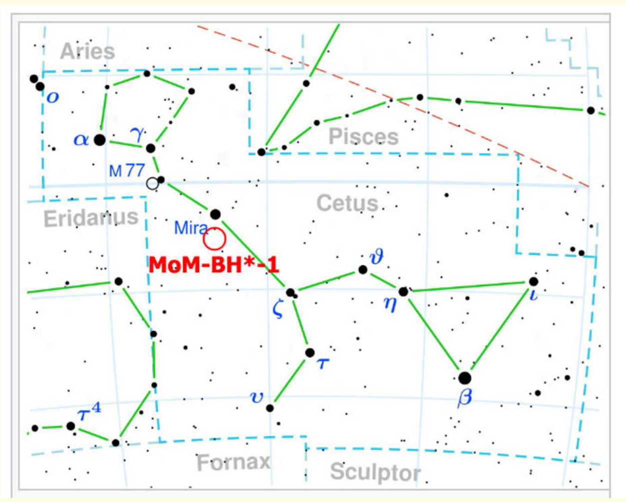
आपल्या आसपासच्या परिसरातील थंड वायूचे प्रचंड ढग कार्यक्षमतेने स्वतःकडे खेचून घेऊन, या दीर्घिका नवीन ताऱ्यांच्या जलद आणि प्रखर निर्मितीला चालना देतात; यामुळे त्या ताऱ्यांच्या प्रकाशाच्या भव्य वस्त्रांनी वेढल्यासारख्या तेजस्वीपणे चमकू लागतात.

कृष्णविवर-तारा

जेम्स वेब दुर्बिणीला सुरुवातीच्या तरुण विश्वात ‘ब्लॅक होल स्टार’ (कृष्णविवर-तारा) म्हणावा असा प्रकार आढळला आहे : ही ‘रहस्यमय लाल वस्तू’ आकाराने आपल्या सूर्यमालेइतकी विशाल आहे.

नासाच्या ‘जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोप’चा (JWST) वापर करणाऱ्या खगोलशास्त्रज्ञांनी सुरुवातीच्या काळातील विश्वात असणाऱ्या एका असाधारण खगोलीय वस्तूचा शोध लावला आहे; ही वस्तू तारा आणि कृष्णविवर (ब्लॅक होल) यांच्यातील सीमारेषा पुसट करणारी असल्याचे दिसून येते.

'MoM-BH-1*' असे नाव असलेली ही रहस्यमय लाल रंगाची वस्तू ‘बिग बँग’नंतर अवघ्या ६६० दशलक्ष वर्षांनी अस्तित्वात आली असावी, असे मानले जात आहे.



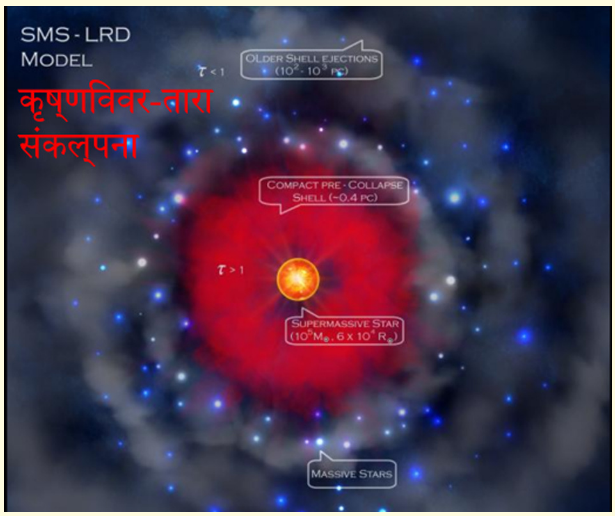
‘सीटस’ म्हणजे ‘तिमिंगल’ तारकासमूहात दिसलेली ही वस्तू, संशोधकांच्या मते, तिचा आकार साधारणपणे आपल्या सूर्यमालेइतका आहे, तरीही तिची ऊर्जानिर्मितीक्षमता मात्र एखाद्या सामान्य ताऱ्याच्या तुलनेत प्रचंड जास्त आहे.

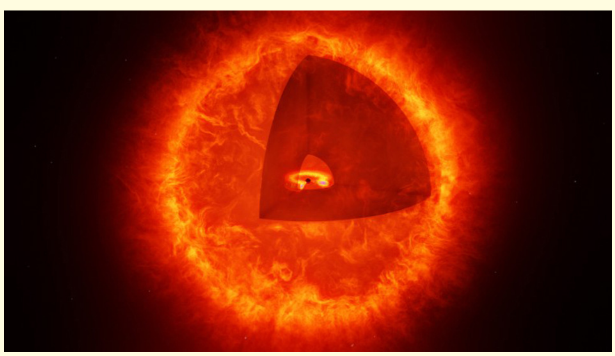
खगोलशास्त्रज्ञ ज्याला ‘ब्लॅक होल स्टार’ म्हणत आहेत, ती ही वस्तू असू शकते, म्हणजेच, एक असे कृष्णविवर जे वायूच्या एका प्रचंड आणि घन आवरणाने वेढलेले आहे, ज्यामुळे ही संपूर्ण रचना एखाद्या ताऱ्यासारखी दिसते.

गेल्या महिन्यात प्रकाशित झाल्यानंतर आणि यावर झालेल्या वृत्तांकनानंतर या शोधाने पुन्हा एकदा लक्ष वेधून घेतले आहे, कारण खगोलशास्त्रज्ञ JWST ने आधी शोधलेल्या अशाच प्रकारच्या रहस्यमय ‘लहान लाल ठिपक्यांचा’ उगमही असाच असू शकतो का, याचा तपास करत आहेत. या संशोधनाचे नेतृत्व ‘रोहन पी. नायडू, युनिव्हर्सिटी ऑफ हवाई’ यांनी केले आहे.

‘ब्लॅक-होल-स्टार’ म्हणजे काय?

हे नाव एखाद्या विज्ञानकथेसारखे वाटते, परंतु प्रस्तावित वस्तू म्हणजे आत कृष्णविवर असलेला केवळ एक पारंपरिक तारा नाही. तर संशोधकांच्या मते, 'MoM-BH*-1' मध्ये सूर्याच्या वस्तुमानाच्या सुमारे १,००,००० पट वस्तुमानाचे एक मध्यवर्ती कृष्णविवर असू शकते, जे साधारणपणे सूर्यमालेच्या आकाराएवढ्या विस्ताराच्या हायड्रोजन वायूच्या अत्यंत घन आवरणाने सगळीकडून वेढलेले असेल. हे कृष्णविवर सभोवतालच्या पदार्थांवर अर्थात गुरुत्वाकर्षणाने आपले पोषण करत असेल. जसा





सभोवतालचा वायू कृष्णविवराकडे खाली खेचला जातो, तसा तो प्रचंड उष्ण होत जातो आणि त्यामुळे मोठ्या प्रमाणात ऊर्जा बाहेर टाकतो. ती ऊर्जा नंतर सभोवतालच्या दाट वायूमधून बाहेर जाऊ शकते, मग ज्यामुळे एक अशी वस्तू तयार होते, जी पृथ्वीवरून पाहिल्यास, पारंपरिक कृष्णविवरासारखी न दिसता, एका महाप्रचंड लाल ताऱ्यासारखी अधिक दिसते.

हे संशोधन, या रचनेचे वर्णन कृष्णविवरांच्या जलद वाढीचा एक संभाव्य प्रारंभिक टप्पा म्हणून करते.

ही वस्तू इतकी असामान्य का आहे?

सर्वात मोठ्या पुराव्यांपैकी एक म्हणजे तिचा रंग. खगोलशास्त्रज्ञांनी JWST च्या निरीक्षणांचे परीक्षण केले, तेव्हा त्यांना एक अपवादात्मक तेजस्वी वस्तू आढळली जिचा वर्णपट असामान्यपणे लाल होता. तिच्या प्रकाशात एक तीव्र 'बाल्मर ब्रेक'देखील (Balmer break) दिसून आला, म्हणजेच विशिष्ट तरंगलांबीवर दिसून येणारी प्रकाशातील एक तीव्र घट. सामान्य ताऱ्यांमध्येही 'बाल्मर ब्रेक' दिसू शकतो, परंतु, 'MoM-BH*-1'मध्ये दिसलेले वैशिष्ट्य विलक्षण तीव्र होते.

या वस्तूमध्ये हायड्रोजन आणि हेलियमपेक्षा इतर जड मूलद्रव्यांचेही फारसे पुरावे आढळले नाहीत, ज्यामुळे या गूढात आणखी एका असामान्य वैशिष्ट्याची भर पडली. या गुणधर्मांचे संयोजन कशामुळे निर्माण होऊ शकते हे निश्चित करण्यासाठी संशोधकांनी मग संगणकीय सिम्युलेशन-प्रतिमान चालवले. त्यांना त्यात असे आढळले, की सक्रिय अन्नग्रहण करणाऱ्या कृष्णविवराभोवती असलेले, मुख्यत्वे हायड्रोजनचे बनलेले एक घन आवरण, निरीक्षित वैशिष्ट्यांपैकी बरीचशी वैशिष्ट्ये पुन्हा निर्माण करू शकते.

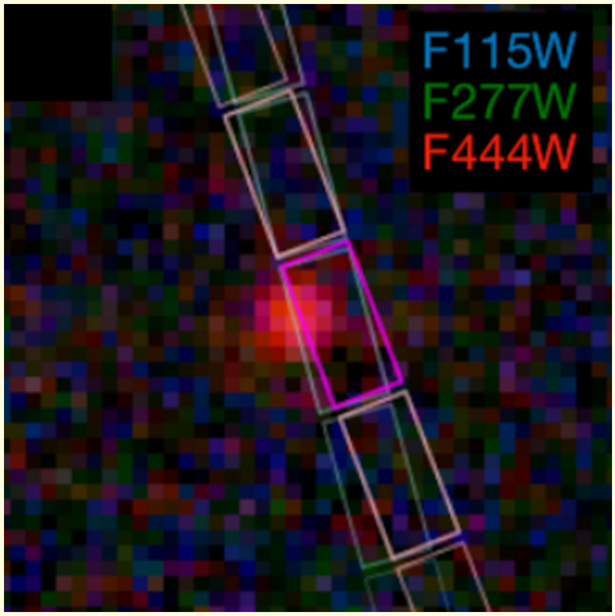
कृष्णविवर कसे चमकू शकते?

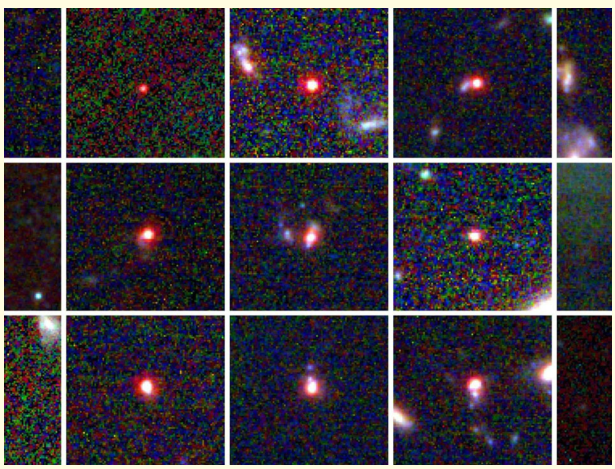
कृष्णविवर स्वतः त्याच्या 'इव्हेंट होरायझन'च्या आतून प्रकाश बाहेर उत्सर्जित करत नाही. परंतु, कृष्णविवराभोवतीचा पदार्थ त्याच्या प्रचंड संवेगामुळे अविश्वसनीयपणे तेजस्वी होऊ शकतो. जसजसा या स्थितीतला वायू आतल्या दिशेने सर्पिलाकार गतीने फिरतो, तसतसे गुरुत्वाकर्षण ऊर्जेचे उष्णता आणि प्रारणामध्ये रूपांतर होते. ही प्रक्रिया सक्रिय अन्नग्रहण करणाऱ्या कृष्णविवरांना विश्वातील सर्वात तेजस्वी वस्तूंपैकी एक बनवू शकते.

'MoM-BH*-1'च्या बाबतीत, संशोधकांचा असा प्रस्ताव आहे की सभोवतालचा वायूइतका सघन आहे, की तो मध्यवर्ती कृष्णविवराभोवती प्रभावीपणे एक प्रचंड, ताऱ्यासारखे आवरण तयार करतो. यामुळे हे स्पष्ट होऊ शकते, की त्याला ऊर्जा देणारे मुख्य प्रवर्तक कृष्णविवर असले तरी, JWST ला एका विशाल लाल ताऱ्यासारखी ही वस्तू का दिसते.

'लहान लाल ठिपक्यांचे' रहस्य

या शोधाचे परिणाम एका विचित्र वस्तूच्या पलीकडे दूरवर पोहोचू शकतात. जेडब्ल्यूएसटीने (JWST) दूरच्या विश्वाचे निरीक्षण करण्यास सुरुवात केल्यापासून, खगोलशास्त्रज्ञांना 'लघु लाल ठिपके' 'लिटल रेड डॉट' (little red dots) किंवा 'एलआरडी' (LRDs) म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या रहस्यमय, 'अतिसघन' (कॉम्पॅक्ट)





वस्तू वारंवार आढळल्या आहेत. या वस्तू अत्यंत दूर, कॉम्पॅक्ट आणि असामान्यपणे लाल रंगाच्या आहेत आणि त्यांच्या खऱ्या स्वरूपावर तीव्र वादविवाद सुरू आहे.

'ब्लॅक-होल-स्टार' सिद्धांतामागील संशोधक असे सुचवतात, की यांपैकी किमान काही वस्तू दाट वायूने वेढलेली कृष्णविवरे असू शकतात.

२०२६ मध्ये जेडब्ल्यूएसटीच्या निरीक्षणांच्या मोठ्या नमुन्याचे परीक्षण करणाऱ्या एका अभ्यासात, विश्वाच्या इतिहासातील विस्तृत कालखंडात 'कृष्णविवर-तारा' मॉडेलशी सुसंगत असे अनेक उमेदवार आढळले, ज्यामुळे असे सूचित होते की ही घटना कदाचित एकाच असामान्य वस्तूपुरती मर्यादित नसावी.

'९८ एलआरडी' वापरून केलेल्या आणखी एका अभ्यासात असा पुरावा आढळला, की दाट वायूचे आवरण या वस्तूंमधून येणाऱ्या प्रकाशात लक्षणीय योगदान देऊ शकते.

या वस्तू पहिल्या 'सुपरमॅसिव्ह ब्लॅक होल'चे स्पष्टीकरण देऊ शकतील का?

या शोधाने निर्माण केलेला हा कदाचित सर्वात मोठा वैज्ञानिक प्रश्न आहे. तरुण विश्वात इतक्या लवकर, महाप्रचंड वस्तुमानची कृष्णविवरे (सुपरमॅसिव्ह ब्लॅक होल) कशी निर्माण झाली, याचे स्पष्टीकरण देण्यासाठी खगोलशास्त्रज्ञ बऱ्याच काळापासून संघर्ष करत आहेत.

विश्वाचे वय एक अब्ज वर्षांपेक्षा कमी असताना निरीक्षण केलेल्या काही कृष्णविवरांचे वस्तुमान आधीच प्रचंड वाढलेले दिसते. त्यांची ही जलद निर्मिती आणि वाढ, कृष्णविवरांच्या वाढीच्या साध्या प्रारूपांशी जुळवणे थोडे कठीणच ठरले आहे. घन वायूच्या प्रचंड साठ्याने वेढलेले कृष्णविवर, असामान्य जलद वाढीसाठी एक संभाव्य मार्ग उपलब्ध करून देऊ शकते. त्यामुळे संशोधक असे सुचवतात, की 'कृष्णविवर-तारे' हे आज आकाशगंगांच्या केंद्रांमध्ये आढळणाऱ्या काही अतिविशाल कृष्णविवरांच्या विकासातील एक प्रारंभिक टप्पा असू शकतात.

हा निश्चितपणे एका नवीन प्रकारचा तारा आहे का?

तसा तो अजून ठरवलेला नाही. हा एक महत्त्वाचा फरक आहे. खगोलशास्त्रज्ञांनी आत कृष्णविवर असलेल्या एका विशाल ताऱ्याचे थेट छायाचित्रण केलेले नाही. 'MoM-BH*-1' हा एक अत्यंत दूरचा स्रोत आहे आणि संशोधक निरीक्षणे व खगोलभौतिकी प्रारूपांचा वापर करून त्याच्या प्रकाशाचा अर्थ लावणे अजून चालू आहे.

संशोधकांनी वर्णन केलेल्या चमक, दीप्ती, रंग आणि वर्णपटीय वैशिष्ट्यांच्या असामान्य संयोजनाचे स्पष्टीकरण देणारे प्रारूप म्हणजे 'कृष्णविवर-तारा' हे आहे, परंतु ही वस्तू नेमकी काय आहे, हे निश्चित करण्यासाठी पुढील निरीक्षणांची आवश्यकता असेल. या संज्ञेचे साम्य, प्रचंड वायूच्या आवरणात रुतलेल्या कृष्णविवरांशी संबंधित पूर्वीच्या सैद्धांतिक कल्पनांशीदेखील आहे, ज्यांची चर्चा कधी कधी वेगाने वाढणाऱ्या सुरुवातीच्या कृष्णविवरांच्या संदर्भात केली जाते.

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

ग्रंथाली

लवकरच प्रसिद्ध होत आहे

महाराष्ट्राच्या

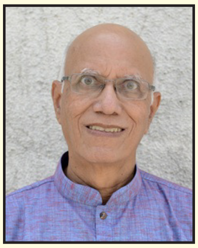
हास्यरेषा

संपादन : प्रसिद्ध व्यंगचित्रकार प्रशांत कुलकर्णी

मराठी व्यंगचित्रकारांचा साधारण सव्वाशे वर्षांचा आढावा घेणारा
एक महत्त्वपूर्ण दस्तऐवज..

शं. वा. किर्लोस्कर, शि. द. फडणीस, बाळासाहेब ठाकरे, वसंत सरवटे, दीनानाथ दलाल,
मनोहर सप्रे... ते आजचे तरुण व्यंगचित्रकार

मूल्य १५०० रुपये । सवलतीत १००० रुपये । टपालखर्च १०० रुपये



धातूंचे परीक्षण

आनंद घारे

घरे, कारखाने, प्रयोगशाळा, रुग्णालये, रणांगण अशा सगळ्याच ठिकाणी वापरल्या जाणाऱ्या बहुतेक सर्व वस्तू निरनिराळ्या धातूंपासून तयार केल्या जातात. त्या वस्तूंनी आपापल्या क्रिया खात्रीलायक आणि व्यवस्थितपणे दीर्घकाळ करत राहाव्या यासाठी त्यांची निर्मिती करतांनाच त्यासाठी योग्य असे धातू निवडून त्यावर योग्य प्रक्रिया केल्या जातात. वस्तूंच्या निर्मितीचे काम सुरू करण्याच्या आधीपासून त्या वस्तू तयार झाल्यानंतरपर्यंत प्रत्येक टप्प्यावर काही परीक्षणे किंवा चाचण्या करून त्यांच्या गुणवत्तेवर नियंत्रण ठेवण्यात येते.

सर्व धातूंचे विविध गुणधर्म मोजण्यासाठी अनेक प्रकारच्या चाचण्या करण्याचे एक वेगळे शास्त्र तयार झाले आहे. ही परीक्षणे मुख्यत्वे दोन भागांत विभागली जातात, नाशात्मक किंवा विध्वंसक परीक्षण (डिस्ट्रक्टिव्ह टेस्टिंग, ज्यात धातूचा नमुना तुटतो किंवा बाद होतो) आणि अ-नाशात्मक किंवा गैरविध्वंसक परीक्षण (नॉन-डिस्ट्रक्टिव्ह टेस्टिंग, ज्यात धातूला कोणतीही हानी पोहोचत नाही). रासायनिक पृथःकरण (केमिकल ॲनॅलिसिस), तन्यता चाचणी (टेन्साइल टेस्ट), प्रभाव चाचणी (इम्पॅक्ट टेस्ट), थकवा चाचणी (फटिग टेस्ट), कडकपणा चाचणी (हार्डनेस टेस्ट), औष्णिक चालकता (थर्मल कंडक्टिव्हिटी), विद्युत चालकता (इलेक्ट्रिकल कंडक्टिव्हिटी), गंजप्रतिकार (करोजन रेझिस्टन्स) यांसारख्या अनेक चाचण्या करून त्यातून धातूंचा दणकटपणा, लवचीकपणा, काठिण्य वगैरे गुणधर्म मोजले जातात, गैर-विध्वंसक चाचण्या (नॉन डिस्ट्रक्टिव्ह टेस्टिंग) करून त्यात दडलेली अंतर्गत वैगुण्ये शोधली जातात. कुठल्या धातूचा उपयोग कुठल्या कामासाठी करायला पाहिजे ते अशा तपासण्यांवरून ठरवले जाते, तसेच तयार केलेल्या वस्तूंमध्ये अपेक्षित असलेले गुणधर्म प्राप्त झाले असल्याची खात्री पटवून घेतली जाते.

पोलाद किंवा ॲल्युमिनियम यांसारख्या धातूंच्या कारखान्यात उत्पादित झालेल्या प्रत्येक लॉट किंवा तुकड्याच्या चाचणीची माहिती अत्यंत पद्धतशीरपणे नोंदवली जाते. पोलाद भट्टीमधून बाहेर आल्यावर प्रत्येक बॅचला एक हीट नंबर दिला जातो. मालाच्या प्रत्येक बार, प्लेट किंवा कॉइलवर स्टेन्सिलिंग, पंचिंग किंवा बारकोड/क्यू आर कोडद्वारे हा नंबर छापला जातो. प्रत्येक विक्रीयोग्य मालासोबत एमटीसी (Material Test Certificate - MTC) हे प्रमाणपत्र दिले जाते. यामध्ये केमिकल कॉम्पोझिशन, मॅकेनिकल प्रॉपर्टीज, NDT रिपोर्टस आणि मानकांची (Standard) माहिती दिलेली असते. ग्राहकाला मिळालेल्या पोलादाच्या बार किंवा प्लेटवर छापलेल्या 'हीट नंबर' आणि मिळालेल्या एमटीसीवरून, तो कधी तयार झाला होता आणि त्या दिवशी केलेल्या परीक्षणात काय काय नोंदले गेले होते या सर्व गोष्टींची माहिती काही मिनिटांत उपलब्ध होते. वस्तू तयार करण्यासाठी ती ज्या बार किंवा प्लेटपासून तयार करायची असेल त्याचा किंवा तिचा हीट नंबर आणि एमटीसी पाहून आपण योग्य मटेरियल निवडले आहे याची खात्री केली जाते. अत्यंत महत्त्वाच्या भागांसाठी याशिवाय त्याचे वेगळे नमुने कापून घेऊन कारखान्यातल्या प्रयोगशाळेत त्यांचे परीक्षण केले जाते.

रासायनिक पृथःकरणाच्या काही पद्धती आहेत. प्रयोगशाळेत त्या धातूंच्या चुऱ्यावर निरनिराळी रसायने टाकून त्यामधील घटकांचे विश्लेषण केले जाते किंवा स्पेक्टोग्राफीतून हे काम लगेच होते. त्यामधून धातूच्या त्या नमुन्यात असलेले कार्बन (C), सिलिकॉन (Si), मँगनीज (Mn), फॉस्फरस (P), सल्फर (S), क्रोमियम (Cr), निकेल (Ni) इत्यादींचे शेकडा प्रमाण समजते. पोलाद किंवा त्याच्या मिश्रधातूंमध्ये हे प्रमाण कमीत कमी किंवा जास्तीत जास्त किती असायला पाहिजे हे एएसटीएम किंवा आयएस यांसारख्या मानकांमध्ये दिलेले असते. ते त्या मर्यादांमध्ये असले तर त्या धातूचे अपेक्षित असलेले गुणधर्म त्या धातूपासून तयार होणाऱ्या वस्तूमध्ये मिळू शकण्याची खात्री असते.

मेकॅनिकल टेस्टिंग या प्रकारच्या चाचण्यांमध्ये धातूच्या नमुन्यावर ताण किंवा दाब असे प्रत्यक्ष बल (Force) लावले जाते, या बलामुळे त्या नमुन्यात कोणते आणि किती बदल होतात हे पाहून त्या धातूची ताकद आणि सहनशीलता समजते. प्रत्यक्ष उपयोगात काही वेळा ही बले हळूहळू क्रमाक्रमाने वाढत जातात, कधी कधी ती धाडकन फटका देतात आणि काही वेळा ती दीर्घकाळपर्यंत कमी जास्त होत राहतात. ज्याप्रकारे बल लावले जाते त्यानुसार धातूंमध्ये निरनिराळे बदल होतात. म्हणून त्याचे परीक्षण करण्यामध्ये पुढे दिलेल्या चाचण्यांचा समावेश होतो.

तन्यता चाचणी (टेन्साइल टेस्ट) : पोलादासारख्या धातूमध्ये लवचीकता आणि ताकद हे दोन्ही गुण असतात आणि ते योग्य प्रमाणात असणे आवश्यक असते. याच्या एका ठरावीक आकाराच्या तुकड्याला (नमुना किंवा स्पेसिमनला) यंत्रात धरून ताणले तर त्याची लांबी वाढते. ताण वाढवत नेला तर त्या प्रमाणात ती अधिकाधिक वाढत जाते. असे एका मर्यादेपर्यंत होते. या मर्यादेपर्यंत ताण देऊन तो सोडला, तर धातूचा तो नमुना पुन्हा आपल्या मूळ आकारात येतो. याला इलॅस्टिक रेंज (Elastic Range) म्हणतात. परंतु याच्या पुढे ताण जास्त वाढवल्यास त्या धातूचा आकार कायमचा बदलतो. या मर्यादेला यील्ड स्ट्रेंथ (Yield Strength - Y.S.) म्हणतात. या ताण–बिंदूवर धातूची कायमस्वरूपी रचना बदलते (Permanent Plastic Deformation), इंजिनीअरिंग डिझाइनमध्ये ही सर्वांत महत्त्वाची मर्यादा मानली जाते. काम करताना यंत्राच्या कुठल्याही भागामध्ये येणारा जास्तीत जास्त ताण (टेन्साइल स्ट्रेस) यील्ड स्ट्रेंग्थच्या आतच राहायला पाहिजे. ही मर्यादा ओलांडली तर त्या भागाचा आकार कायमचा बदलेल, ताण गेल्यानंतरही तो पूर्वस्थितीत येणार नाही आणि त्यामुळे तो भाग नंतर नीट काम करणार नाही.

धातूच्या लवचीकपणाच्या गुणधर्मामुळे तो धातू यील्ड स्ट्रेंग्थपेक्षाही अधिक ताण काही प्रमाणात सहन करू शकतो, तो लगेच तुटत नाही. परंतु मशीनने दिलेल्या जास्त ताणामुळे त्याची लांबी वेगाने वाढत जाते आणि क्रॉस सेक्शन कमी होत जाते. तो धातू ताणाचा प्रतिकार न करता यील्ड होतो म्हणजे शरणगती पत्करतो. मात्र दुसऱ्या एका वरील मर्यादेपर्यंत ताण दिल्यावर तो धातूचा तुकडा तेवढा ताण सहन करू शकत नाही आणि तुटतो. याला अल्टिमेट टेन्साइल स्ट्रेंथ (Ultimate Tensile Strength - UTS) म्हणतात. तुटण्यापूर्वी किंवा फ्रॅक्चर होण्यापूर्वी धातू जास्तीत जास्त किती ताण (Maximum Stress) सहन करू शकतो, ती क्षमता म्हणजे UTS.

युनिव्हर्सल टेस्टिंग मशीन

१ टेन्साइल टेस्ट स्पेसिमेन
२. टेस्ट झाल्यानंतर

परीक्षण - आकृती १

हे परीक्षणाचे काम करण्यासाठी वापरले जाणारे युनिव्हर्सल टेस्टिंग मशीन आणि प्रातिनिधिक चाचणी नमुने आकृती १ मध्ये दाखवले आहेत.

लांबी वाढ किंवा इलाँगेशन (Percentage Elongation - %E) : ताणल्यामुळे धातूच्या नमुन्याची लांबी मूळ लांबीच्या तुलनेत शेकडा किती टक्के वाढली, याचे प्रमाण या चाचणीत मोजले जाते. यावरून धातूचा तन्यता (Ductility) हा गुणधर्म समजतो. ज्या पोलादाचे इलाँगेशन जास्त, ते सहजपणे न तुटता आकार घेऊ शकते (उदा. वायर ड्रॉइंग किंवा शीट मेटल वर्किंगसाठी योग्य)

क्षेत्रफळातील घट (Percentage Reduction in Area - %R-) : ताणल्यामुळे नमुना ज्या ठिकाणी तुटतो, तिथल्या आडव्या छेदाचे (Cross-sectional Area) क्षेत्रफळ मूळ क्षेत्रफळाच्या तुलनेत कितीने कमी झाले ते मोजले जाते. हेसुद्धा धातूच्या डक्टिलिटीचे दर्शक आहे.

इलॅस्टिक मॉड्युलस किंवा यंग्स मॉड्युलस (Modulus of Elasticity / Young's Modulus - E) : ताण किंवा स्ट्रेस (Stress) आणि वाढ किंवा स्ट्रेन (Strain) यांच्यातील सुरुवातीचे म्हणजे इलॅस्टिक रेंजमध्ये असलेले गुणोत्तर (E=Stress/Strain). यावरून धातूचा ताठरपणा (Stiffness) समजतो. यंग्स मॉड्युलस जास्त असेल, तर तो धातू बाह्य बलाचा प्रतिकार करतो आणि तो सहजासहजी वाढत किंवा वाकत नाही.

ही तन्यताचाचणी करण्यासाठी विशिष्ट आकाराचा नमुना (टेन्साइल टेस्ट स्पेसिमेन) तयार केला जातो. हा नमुना आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे डॉग-बोन (Dog-Bone) आकारात बनवला जातो, याची दोन्ही टोके जाड असतात आणि ती यंत्राच्या पकडीत घट्ट धरली जातात. मधल्या भागाची लांबी ठरावीक ठेवलेली असते आणि रुंदी किंवा व्यास मशीन करून कमी केलेला असतो. यामुळे चाचणीदरम्यान तो स्पेसिमेन मध्यभागीच तुटतो आणि ग्रिपमध्ये (पकडीत) फ्रॅक्चर होत नाही. चाचणी झाल्यानंतर नमुन्याच्या लांबीत झालेली वाढ आणि तुटलेल्या जागी झालेली क्षेत्रफळातील घट काळजीपूर्वक मोजली जाते आणि त्यांची नोंद ठेवली जाते.

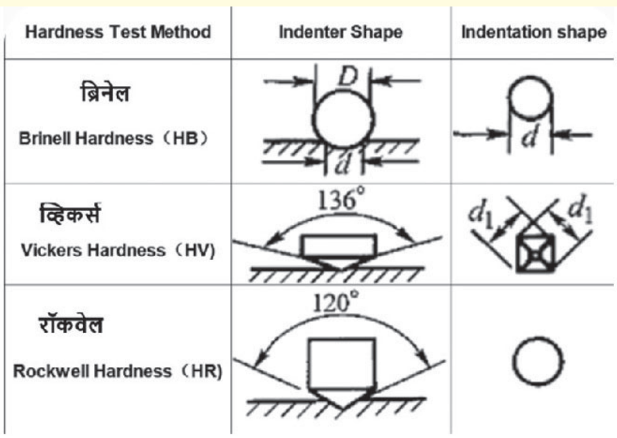
कडकपणा किंवा काठिण्यचाचणी (हार्डनेस टेस्टिंग) : आपण हाताच्या बोटांनी दाबून किंवा नखाने टोचून वस्तूच्या मऊपणाचा अंदाज घेत असतो. मऊ वस्तूच्या तुकड्यावर त्याच्यापेक्षा कठीण वस्तूने दाब दिला तर तिथे एक खड्डा पडतो आणि कठीण वस्तूने मऊ वस्तूवर ओरखडा काढता येतो, यावरून कुठली वस्तू मऊ आहे किंवा कठीण आहे हे समजते. धातूंच्या काठिण्याची मोजदाद करण्यासाठी काही शास्त्रशुद्ध पद्धतींचा उपयोग केला जातो. यांमध्ये एक विशिष्ट आकाराचा इंडेंटर धातूच्या तुकड्याच्या पृष्ठभागावर ठेवून त्यावर विशिष्ट दाब दिला जातो. त्यामुळे जो खड्डा पडतो त्याचा आकार मोजून त्यानुसार त्या धातूचे काठिण्य मोजले जाते. ब्रिनेल, व्हिकर्स आणि रॉकवेल या प्रमुख चाचणी पद्धतींचा तुलनात्मक तक्ता आकृती २मध्ये दिला आहे. ब्रिनेल पद्धतीमध्ये १० मिमी व्यासाचा स्टील किंवा टंगस्टन कार्बाइडचा गोळा इन्डेन्टर म्हणून वापरला जातो. व्हिकर्स चाचणीमधला इन्डेन्टर हा १३६° कोन असलेला चौरस पायरीचा डायमंड पिरॅमिड असतो. रॉकवेल चाचणीमध्ये १२०° डायमंड कोन किंवा स्टील बॉल इन्डेन्टर असतो. त्यांनी पाडलेल्या खड्ड्याचे अचूक मोजमाप घेऊन तक्त्याप्रमाणे हार्डनेस नंबर ठरवला जातो. या मशिनचे मुख्य दोन प्रकार असतात: बेंचटॉप/स्थिर मशिन प्रयोगशाळेत किंवा कारखान्यात ठेवली जातात आणि पोर्टेबल मशिन फील्डवर सहज नेता येतात.

याशिवाय मोहचे स्केल (Mohs Scale) ही केवळ ओरखडा प्रतिकार (Scratch Resistance) मोजणारी पद्धत आहे. यात १ (टॅल्क) ते १० (हिरा) अशा मानकांवर खनिजांची तुलना केली जाते.

क्वेंचिंग आणि टेम्परिंग यांसारखी उष्णता प्रक्रिया केल्यानंतर धातूची अपेक्षित कठीणता (उदा. HRC) साध्य झाली आहे की नाही हे तपासण्यासाठी, घर्षण रोधक क्षमता (Wear Resistance) पाहून गिअर, बेअरिंग आणि कटिंग टूलचे आयुष्य ठरवण्यासाठी आणि कच्चा माल व अंतिम उत्पादनाची तांत्रिक गुणवत्ता पडताळण्यासाठी या काठिण्यचाचण्या केल्या जातात.

प्रभाव चाचणी (इम्पॅक्ट टेस्ट) : कधी कधी एखादी वस्तू धाडकन खाली पडते किंवा त्याची कशाशी तरी टक्कर होते. अशा वेळी त्या वस्तूवर क्षणार्धामध्ये खूप मोठे बल लावले जाते. त्या आघातामुळे ठिसूळ वस्तू तुटून जाते किंवा तिला तडे पडतात, तर चिवट वस्तू तो धक्का सहन करू शकते. इंपॅक्ट टेस्ट ही एखाद्या धातूचा चिवटपणा (Toughness) आणि अचानक येणाऱ्या बलाला तोंड देण्याची क्षमता मोजण्यासाठी केली जाणारी चाचणी आहे. एखादा धातू फ्रॅक्चर होण्यापूर्वी किती ऊर्जा शोषून घेतो हे या चाचणीद्वारे समजते. हे परीक्षण करणारे इम्पॅक्ट टेस्ट

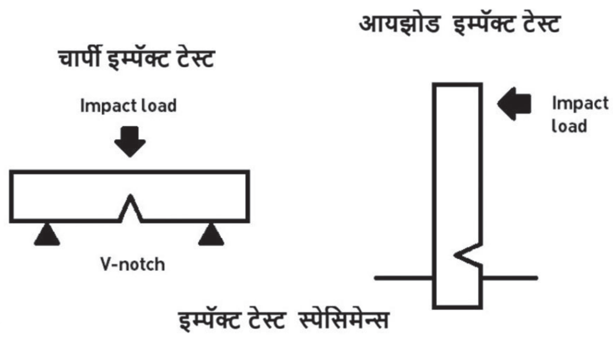
हार्डनेस टेस्ट मशीन



हार्डनेस टेस्टच्या निरनिराळ्या पद्धती

धातुपरीक्षण आकृती - २

मशीन मुख्यतः लंबकाच्या (पेंड्युलमच्या) ऊर्जेच्या तत्त्वावर कार्य करते. या परीक्षणाचे दोन मुख्य प्रकार आहेत, चार्पी व्ही नॉच टेस्ट आणि आयझोड टेस्ट. या दोन्ही टेस्टसाठी नमुना तयार करताना धातूच्या विशिष्ट आकाराच्या तुकड्यावर मध्ये 'V' किंवा 'U' आकाराची खाच पाडली जाते. आकृती ३ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे चार्पी टेस्टमध्ये तो यंत्रात आडवा ठेवला जातो आणि आयझोड टेस्टमध्ये उभा धरला जातो. एका ठरावीक वजनाचा लंबक हातोडा (Pendulum/Hammer) ठरावीक उंचीवर (h1) उचलून धरला जातो, ज्यामुळे त्यात संभाव्य ऊर्जा (Potential Energy) साठवली जाते. लंबक सोडल्यावर तो वेगाने खाली येतो आणि खाली ठेवलेल्या नमुन्यावर जोरदार प्रहार करतो. नमुना तुटताना काही ऊर्जा शोषून घेतो. नमुना तोडल्यानंतर लंबक उरलेल्या ऊर्जेने दुसऱ्या बाजूला ठरावीक उंचीपर्यंत वर (h2) जातो. दोन्ही उंचींमधील फरकावरून तुटतांना नमुन्याने शोषून घेतलेली ऊर्जा ज्युल्समध्ये डायल किंवा डिजिटल स्क्रीनवर मोजली जाते.



धातुपरीक्षण आकृती - ३

वेगवेगळ्या धातूंच्या नमुन्यांसाठी ही ऊर्जा अमुक इतके ज्यूलपेक्षा जास्त असेल तर तो धातू चिवट आणि कमी असेल तर ठिसूळ समजावा असे मानकांमध्ये दिलेले असते. काही धातू सामान्य तापमानाला पुरेसे चिवट असतात, ते सौम्य धक्का सहन करू शकतात, पण तेच धातू कमी तापमानात (उदा. बर्फाळ प्रदेशात किंवा उंच आकाशात) अचानक ठिसूळ (Brittle) होतात आणि लहानशा धक्क्यानेसुद्धा तडकतात. हा गुणधर्म तपासण्यासाठी त्या धातूच्या नमुन्यांचे शून्य डिग्री सेल्शियसपेक्षा कमी निरनिराळ्या तापमानावर परीक्षण केले जाते आणि त्यावरून डक्टाइल टू ब्रिटल ट्रान्सिशन टेंपरेचर (DBTT) ठरवले जाते. पुलांचे भाग, रेल्वे रुळ, प्रेशर व्हेसल, विमानाचे घटक आणि जहाजे यांच्या निर्मितीसाठी सुरक्षित साहित्य निवडण्यासाठी या परीक्षणाचा उपयोग केला जातो.

थकवा चाचणी किंवा फटिग टेस्ट (Fatigue Test)

ही एखाद्या घटकावर वारंवार (Cyclic/Repeated) येणाऱ्या ताणांमुळे (Stress) तो किती आवर्तनांपर्यंत (सायकल्स) न तुटता टिकू शकतो, हे मोजण्यासाठी केली जाणारी धातुशास्त्रातील अत्यंत महत्त्वाची चाचणी आहे.

एका गोल सळईच्या मध्यभागावर वरून खाली वजन लावले असेल तर वजनाचा दाब आल्यामुळे वरचा पृष्ठभाग किंचित अंतर्गोल (Concave) होतो, म्हणजेच तिथे दाब (Compression) निर्माण होतो आणि खालचा पृष्ठभाग ताणला जात असल्यामुळे तिथे तणाव (Tension) निर्माण होतो. सळईवर वजन तसेच ठेवून आपण सळईला स्वतःच्या अक्षाभोवती फिरवले तर सळईच्या वरच्या पृष्ठभागातील बिंदू 'A' वर सुरुवातीला दाब असतो आणि सळई फिरून अर्धा फेरा पूर्ण करते, तेव्हा बिंदू 'A' खाली जातो. आता तो खालच्या भागात आल्यामुळे त्यावर तणाव येतो. सळई आणखी अर्धा फेरा फिरून मूळ जागी येते, तेव्हा बिंदू 'A' पुन्हा वर येतो आणि त्यावर परत दाब येतो. काही यंत्रांमध्ये फिरणाऱ्या दंडावर (शाफ्टवर) पुली, गीअर, इंपेलर वगैरे वजनदार भाग बसवलेले असतात. मशिन मिनिटाला १५०० ते ३००० फेऱ्या (RPM) मारते, तेव्हा त्या शाफ्टच्या धातूच्या प्रत्येक बिंदूवर एकाच सेकंदात २५ ते ५० वेळा तणाव आणि दाब आलटून-पालटून पडतात. या सततच्या बदलामुळे धातूच्या अणूंच्या संरचनेत (Crystal Structure) सूक्ष्म बदल होऊन micro-cracks तयार होतात. असा तणाव आणि दाब आलटूनपालटून लाखो वेळा पुन्हा पुन्हा दिला गेला तर एखादा धातू त्याच्या Ultimate Tensile Strength पेक्षा कमी ताणावरही, अचानक क्रॅक जाऊन तुटू शकतो. या क्रियेला फटिग फेल्युअर (Fatigue Failure) म्हणतात.

या परीक्षणामध्ये गोल आकाराचा मानक चाचणी नमुना दोन्ही टोकांना ग्रिपमध्ये धरला जातो. त्या नमुन्यावर एका बाजूने ठरावीक वजन लावले जाते, ज्यामुळे वरच्या भागावर तणाव आणि खालच्या भागावर दाब येतो. मोटरच्या साहाय्याने नमुना उच्च वेगाने फिरवला जातो. फिरल्यामुळे नमुन्यातील प्रत्येक बिंदूवर एका फेरीत तणाव आणि दाब आलटून-पालटून पडतो. नमुना तुटेपर्यंत किती फेऱ्या (Cycles) झाल्या, हे मशिनवरील काउंटरवर नोंदवले जाते. निरनिराळ्या प्रयोगांमध्ये एकाच आकाराच्या वेगवेगळ्या नमुन्यांवरील वजन बदलून म्हणजे नमुन्यावरील ताण बदलून हे परीक्षण केले जाते. यावरून ताण आणि फेऱ्या यांचा आलेख काढला जातो. ज्या ताणाखाली धातूवर कितीही

सायकल (उदा. १ कोटीपेक्षा जास्त) पडल्या तरी तो नमुना कधीही तुटत नाही, त्याला एंड्युरन्स लिमिट म्हणतात. ऑटोमोबाइल, रेल्वे, अरोस्पेस आणि ऊर्जाक्षेत्रातील यंत्रसामग्रीत वापरल्या जाणाऱ्या धातूंची फटिग टेस्ट केली जाते.

बेंड टेस्ट या चाचणीत पोलादाची पट्टी न तडकता किती अंश कोनात वाकवता येते हे पाहिले जाते. या परीक्षणातून वेल्डची डक्टिलिटी समजते. याशिवाय धातूंचे नमुने सूक्ष्मदर्शक यंत्रात ठेवून धातूंचे मायक्रोस्ट्रक्चर पाहिले जाते.

या यांत्रिक चाचण्या करताना चाचणी केलेला नमुना तुटून किंवा डिफॉर्म होऊन जातो. धातूच्या ज्या तुकड्यामधून वस्तू तयार करायची असेल त्या तुकड्याचे सगळे गुणधर्म बरोबर असल्याची खात्री करण्यासाठी आधी हे परीक्षण करणे आवश्यक असते, परंतु तो धातूचा तुकडा त्यातच नष्ट होत असेल तर त्याची वस्तू कशी बनवणार? इथे शितावरून भाताची परीक्षा कशी करतात तसे केले जाते. ज्या प्लेट किंवा रॉडमधून उपयुक्त भाग बनवायचा असतो, त्याची टेस्ट सर्टिफिकेटे पाहिली जातातच, शिवाय त्यामधून काही जास्तीचे लहान लहान तुकडे कापून ठेवले जातात. मुख्य भागांचे उष्णतासंस्करण किंवा वेल्डिंग करताना त्याबरोबर ठेवलेल्या या तुकड्याला साक्षीदार म्हणजे विटनेस पीस म्हणतात. प्रत्येक बॅचबरोबर एक एक तुकडा भट्टीत ठेवला जातो आणि त्या तुकड्यापासून स्पेसिमेन बनवून त्याची परीक्षणे केली जातात. त्यातून मिळणारे सगळे गुणधर्म जसेच्या तसे प्रत्यक्ष जॉबमध्ये आले असतील असे गृहीत धरले जाते. हार्डनेस टेस्ट यांसारख्या सोप्या चाचण्या प्रत्यक्ष जॉबवरसुद्धा करता येतात.

औष्णिक चालकता (थर्मल कंडक्टिव्हिटी) आणि विद्युत चालकता (इलेक्ट्रिकल कंडक्टिव्हिटी) हे गुण फक्त काही विशिष्ट उपयोगात येणाऱ्या उपकरणांसाठी महत्त्वाचे असतात. त्या परिक्षणांसाठीही मानके आणि खास उपकरणे आहेत. त्यांचा उपयोग केला जातो. गंजप्रतिकार (करोजन रेझिस्टन्स) हा गुणधर्म तपासण्यासाठी विवक्षित धातू कुठल्या वातावरणात काम करणार आहे याचा विचार करून प्रयोगशाळेतल्या एका बंदिस्त चेंबरमध्ये तसे किंवा त्याहून अधिक तीव्र वातावरण कृत्रिमरीत्या तयार केले जाते आणि तो नमुना अशा वातावरणात दीर्घकाळ ठेवून आणि नंतर त्याचे परीक्षण करून त्याचे कोणते गुणधर्म बदलले आहेत ते पाहिले जाते.

गैर-विध्वंसक चाचण्या (नॉन डिस्ट्रक्टिव्ह टेस्टिंग)

हाडात आलेली क्रॅक क्ष-किरणांमुळे दिसते, स्नायूंचे बिघाड एमआरआयने समजतात आणि पोटातल्या इंद्रियांची रचना सोनोग्राफीमधून दिसते. या सर्व तंत्रांमध्ये शरीराच्या अंतर्भागात असलेल्या गोष्टी बाहेरूनच समजतात. त्याचप्रमाणे धातूंच्या आतल्या भागाची माहिती समजून घेण्यासाठी रेडिओग्राफी, मॅग्नेटिक पार्टिकल आणि अल्ट्रासॉनिक यांसारख्या चाचण्या केल्या जातात.

कारखान्यात तयार झालेला वितळलेला धातू साच्यात ओतताना कधी कधी त्यात हवेचे बुडबुडे किंवा स्लॅग शिरतो. त्यांच्यामुळे धातूमध्ये अंतर्गत वैगुण्ये निर्माण होतात. ती वैगुणे गैर विध्वंसक चाचण्यामध्ये उघड होतात. काही कारखान्यामध्ये प्लेट किंवा रॉड तयार केल्यावर क्ष-किरण किंवा सोनोग्राफी करतात आणि ज्या भागात दोष आढळतो तो भाग कापून वेगळा केला जातो. विकायला ठेवलेला माल निर्दोष असल्याची खात्री करून घेतल्याचे तसे सर्टिफिकेट दिले जाते. ते उपलब्ध नसेल तर ही परीक्षणे करावी लागतात. तसेच त्या धातूवर उष्णता संस्करण करताना आणि विशेषतः वेल्डिंग करताना काही दोष निर्माण होण्याची दाट शक्यता असते. म्हणून वेल्डिंग केलेला भाग कसून तपासला जातो आणि ज्या भागात दोष दिसेल तो भाग खणून काढून पुन्हा नव्याने वेल्ड करतात.

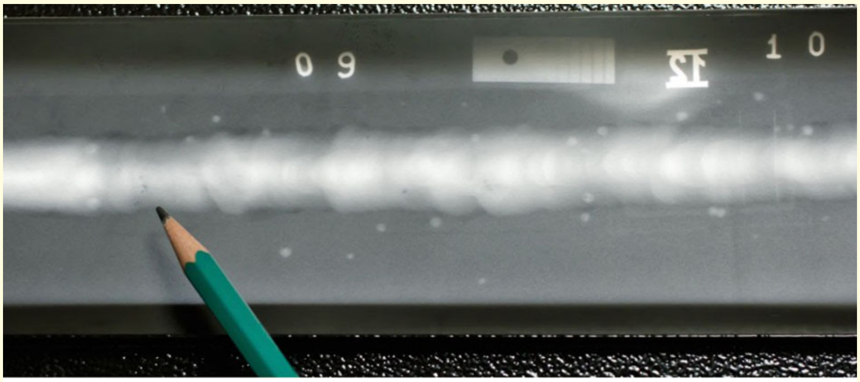
१. सर्वात आधी व्हिज्युअल इन्स्पेक्शन केले जाते. यात साध्या डोळ्यांनी किंवा भिंग, मायक्रोस्कोप, बोरोस्कोप यांच्या साहाय्याने पृष्ठभागाची तपासणी केली जाते. ही सर्वात सोपी, जलद आणि कमी खर्चाची पद्धत आहे आणि पृष्ठभागावर दिसणारे भेगा, गंज आणि वेल्डिंगमधील दृश्यदोष शोधण्यासाठी उपयोगी ठरते.

२. लिक्विड पेनिट्रंट टेस्टिंग (Liquid Penetrant Testing - PT / Dye Penetrant)

यात पृष्ठभागावर एक विशिष्ट रंगीत किंवा फ्लोरोसंट द्रव (Penetrant) लावला जातो. तो भेगांमध्ये शोषला गेल्यानंतर क्लिनर आणि डेव्हलपर लावून ती भेग स्पष्टपणे दिसू लागते. ही पद्धत फक्त पृष्ठभागावर उघड्या असलेल्या दोषांसाठीच उपयुक्त आहे.

३. मॅग्नेटिक पार्टिकल टेस्टिंग (Magnetic Particle Testing - MT / MPT)

यात दोन बाजूंना दोन लोहचुंबक लावून लोहचुंबकीय (Ferromagnetic) पदार्थांमध्ये चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field) तयार केले जाते आणि त्यावर लोखंडाची भुकटी पसरवली जाते. दोष असेल तर तिथे चुंबकीय क्षेत्रात बदल होऊन भुकटी जमा होते. याचा उपयोग पृष्ठभागावरील आणि पृष्ठभागाच्या अगदी लगत (Sub-surface) असलेले वेल्डिंग व कास्टिंगमधील दोष शोधण्यासाठी केला जातो. पण ही



रेडिओग्राफ

धातुपरीक्षण आकृती -४

पद्धत फक्त लोहचुंबकीय पदार्थांवरच (उदा. लोखंड, स्टील) वापरता येते.

४. अल्ट्रासॉनिक टेस्टिंग (Ultrasonic Testing - UT)

यामध्ये उच्च वारंवारितेच्या (High-frequency) ध्वनिलहरी साहित्यामधून पाठवल्या जातात. आतील दोष किंवा पोकळीला लहरी आदळल्यास त्या तिथूनच परत येतात आणि स्क्रीनवर त्याचा आलेख दिसतो. या पद्धतीचा उपयोग धातूंची जाडी मोजणे, अंतर्गत भेगा, पोकळी आणि पाईपलाईन तपासणी वगैरेंमध्ये होतो. या पद्धतीने धातूंमध्ये खोलवर असलेले सूक्ष्म अंतर्गत दोष अचूकपणे शोधता येतात.

५. रेडिओग्राफी टेस्टिंग (Radiographic Testing - RT / X-Ray / Gamma Ray)

यात धातूंमधून X-Ray किंवा Gamma Ray पाठवून त्याच्या आतील भागाची इमेज (Film किंवा Digital Sensor वर) घेतली जाते. याचा उपयोग वेल्डिंग जॉईंट, कास्टिंग आणि अरोस्पेस घटकांची अंतर्गत रचना तपासण्यासाठी केला जातो. याचा फायदा असा आहे की यात दोषाचा अचूक आकार आणि स्वरूप समजण्यासाठी कायमस्वरूपी रेकॉर्ड मिळतो. असाच एक वेल्डिंगचा रेडिओग्राफ आकृती ४ मध्ये दाखवला आहे. या रेडिओग्राफचे आकलन करणे हीसुद्धा कौशल्याची बाब आहे आणि त्यावर मानकांमध्ये मार्गदर्शन केले आहे.

६. एडी करंट टेस्टिंग (Eddy Current Testing - ET)

यात विद्युत वाहक (Conductive) धातूंमध्ये इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनद्वारे एडी करंट निर्माण केला जातो. त्यातील अंतर्गत दोष किंवा जाडीतील फरकामुळे विद्युत–प्रवाहात बदल होतो. याचा उपयोग विमानांचे भाग, ट्यूब्स, पाईप्स आणि साहित्याची जाडी किंवा कोटिंगची तपासणी करण्यासाठी केला जातो.

७. ॲकॉस्टिक एमिशन टेस्टिंग (Acoustic Emission Testing - AE)

वस्तूवर अधिक ताण (Stress) येतो किंवा भेग वाढू लागते, तेव्हा त्यातून सूक्ष्म ध्वनिलहरी निर्माण होतात. जणू काही या धातू त्यांना होत असलेल्या वेदनेमुळे किंचाळतात. या ध्वनिलहरी सेन्सरद्वारे पकडल्या जातात. या तंत्राचा उपयोग कार्यरत असलेल्या प्रेशर व्हेसल, पूल आणि टाक्यांमधील भेगांचा रिअल–टाइम अभ्यास करण्यासाठी केला जातो. हे मुख्यतः इनसर्व्हिस इन्स्पेक्शनसाठी वापरले जाणारे महत्त्वाचे साधन आहे.

गैर–विध्वंसक चाचण्यांचे (NDT) प्रमुख फायदे असे आहेत.

सुरक्षितता : साहित्य सुरक्षित राहते व पुन्हा वापरता येते.

खर्चात बचत : उत्पादनात नुकसान न होता दोष वेळीच दुरुस्त करता येतात.

गुणवत्ता नियंत्रण : उत्पादन दर्जेदार आणि मानकांनुसार असल्याची खात्री होते

धातूंच्या विध्वंसक आणि गैरविध्वंसक अशा दोन्ही प्रकारच्या चाचच्या गुणवत्ता नियंत्रणाच्या अविभाज्य भाग असतात. त्यांचे कसून पालन केल्यामुळेच कारखान्यांमधील यंत्रे सुरळीतपणे चालतात, आपल्याला विश्वसनीय असे सामान मिळते, दिवसाचे चोवीस तास वीजपुरवठा उपलब्ध होतो. रेल्वेगाड्या आणि विमाने वेळेवर धावतात, आपले एकंदर आयुष्यच त्यामुळे सुखकर बनले आहे.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.co

आकडे बोलतात - ११

मोबाइलसंचाचा गुप्त ओळखक्रमांक

हेमंत लागवणकर

मोबाइल फोन आपल्या दैनंदिन जीवनाचा एक अविभाज्य भाग बनला आहे. संवाद साधण्याबरोबरच छायाचित्रण, मनोरंजन, शिक्षण, बँकिंग, ऑनलाइन खरेदी यांपासून ते अगदी ओळख पडताळणीपर्यंत असंख्य कामे आपण मोबाइल फोन वापरून करतो. आपला 'स्मार्ट' साथीदार बनलेल्या या मोबाइल फोनमध्ये एक असा क्रमांक असतो, जो आपल्या नजरेस फारसा पडत नाही; पण जगभरातील दूरसंचार यंत्रणेसाठी तो अत्यंत महत्त्वाचा असतो. हा क्रमांक म्हणजे IMEI (International Mobile Equipment Identity) होय. जगातील प्रत्येक मोबाइल संचाला दिलेला हा एक विशिष्ट ओळखक्रमांक आहे. आपला मोबाइल क्रमांक आणि IMEI हे अर्थातच भिन्न असतात. आपला मोबाइल क्रमांक सिमकार्डशी संबंधित असतो, तर IMEI क्रमांक मोबाइल संचाशी संबंधित असतो. समजा आपण सिमकार्ड बदलले, दूरसंचार सेवा देणारी कंपनी बदलली किंवा नवीन मोबाइल क्रमांक घेतला, तरी मोबाइल संचाचा IMEI बदलत नाही. याउलट, आपण तेच सिमकार्ड नवीन मोबाइल संचामध्ये टाकले, तर आपला मोबाइल क्रमांक तोच राहतो; पण नवीन मोबाइल संचाचा IMEI क्रमांक मात्र वेगळा असतो. जगातील कोणत्याही दोन मोबाइल संचांचे IMEI क्रमांक सारखे नसतात. त्यामुळेच दूरसंचार यंत्रणेला कोणता ग्राहक कोणता मोबाइल संच वापरत आहे, हे स्वतंत्रपणे ओळखता येते.

१९८० च्या दशकात युरोपमध्ये मोबाइल फोनचा प्रसार वेगाने सुरू झाला. त्या काळात मोबाइल चोरीच्या घटनांमध्येदेखील वाढ झाली. दूरसंचार कंपन्या सिमकार्डवरून ग्राहकाची ओळख पटवू शकत होत्या; परंतु मोबाइल संचाची स्वतंत्र ओळख पटवण्याची कोणतीही व्यवस्था नव्हती. त्यामुळे चोरीचा मोबाइल दुसरे सिमकार्ड टाकून सहज वापरता येत असे. या समस्येवर उपाय म्हणून GSM (Global System for Mobile Communications) या जागतिक मोबाइल संप्रेषण प्रणालीच्या विकासादरम्यान प्रत्येक मोबाइल उपकरणाला स्वतंत्र ओळख देण्याची कल्पना पुढे आली आणि त्यातून IMEI प्रणालीचा जन्म झाला. या प्रणालीमुळे चोरीला गेलेला मोबाइल शोधणे किंवा तो निष्क्रिय करणे शक्य होते. समजा, एखाद्या व्यक्तीचा मोबाइल फोन चोरीला गेला. चोराने त्यातील सिमकार्ड काढून दुसरे सिमकार्ड घातले, तरी मोबाइल संचाचा IMEI क्रमांक बदलत नाही. त्यामुळे त्या विशिष्ट IMEI क्रमांकाला काळ्या यादीत (Blacklist) टाकल्यास तो मोबाइल संच कोणतेही सिमकार्ड वापरले तरी दूरसंचार क्षेत्रात कार्य करू शकत नाही.

१९८०च्या दशकाच्या अखेरीस GSM मानकांसह IMEI प्रणाली वापरात आली. कालांतराने 2G, 3G, 4G आणि आता 5G तंत्रज्ञान आले; पण IMEI ची मूलभूत संकल्पना बदललेली नाही. आज ही प्रणाली जगभर स्वीकारली गेली आहे. या प्रणालीचे व्यवस्थापन GSM असोसिएशन (GSMA) ही आंतरराष्ट्रीय संस्था करते.

मोबाइल फोन उत्पादक कंपनीला IMEI मुळे मोबाइल संच कोणत्या मॉडेलचा, कोणत्या उत्पादन मालिकेतील आहे, हे सहज समजते. तंत्रज्ञानातील विकासामुळे आज IMEI क्रमांकाचे महत्त्व केवळ मोबाइल संचाची ओळख सांगण्यापुरते मर्यादित राहिलेले नाही. दूरसंचार कंपन्या नेटवर्कवर कोणता मोबाइल जोडला आहे, हे त्यावरून ओळखतात. पोलीस आणि तपासयंत्रणा गुन्हेगार शोधण्यासाठी या माहितीचा उपयोग करतात. अनेक देशांमध्ये Equipment Identity Register (EIR) नावाचा डेटाबेस असतो. चोरी झालेल्या मोबाइल संचाचा IMEI क्रमांक या यादीत समाविष्ट केला की तो मोबाइल कोणतेही सिमकार्ड वापरले, तरी नेटवर्कवर कार्य करू शकत नाही.

भारतीय दूरसंचार विभागाने Central Equipment Identity Register (CEIR) ही व्यवस्था सुरू केली आहे. मोबाइल हरवला किंवा चोरीला गेला, तर त्याचा IMEI CEIR मध्ये नोंदवून तो संपूर्ण देशातील दूरसंचार नेटवर्कवर

निष्क्रिय करता येतो. त्यामुळे चोरीचा मोबाइल वापरणे जवळजवळ अशक्य होते.

या IMEI क्रमांकात अशी कोणती माहिती दडलेली असते की ज्याचा वापर तपासयंत्रणा करतात, हे पाहणे आवश्यक आहे. IMEI क्रमांक हा पंधरा अंकांचा बनलेला असतो. उदाहरणार्थ, एखाद्या मोबाइल संचाचा IMEI क्रमांक 356938035643805 असा आहे. हा क्रमांक 35693803 - 564380 - 5 अशा प्रकारे तीन भागांत विभागलेला असतो. IMEI क्रमांकातील पहिले आठ अंक Type Allocation Code (TAC) म्हणून ओळखले जातात. या संकेतांकावरून मोबाइलसंचाची उत्पादन कंपनी, त्याचे मॉडेल आणि तांत्रिक प्रकार ओळखता येतो. हा संकेतांक GSMA संस्थेकडून संबंधित उत्पादक कंपनीला दिला जातो. त्यानंतरचे सहा अंक त्या विशिष्ट मोबाइलचा अनुक्रमांक (Serial Number) असतात. त्यामुळे एकाच मॉडेलच्या लाखो मोबाइल संचांचे उत्पादन झाले तरी प्रत्येक संचाचा क्रमांक वेगळा राहतो. सर्वांत शेवटचा, पंधरावा अंक मात्र विशेष महत्त्वाचा असतो. तो पडताळणी अंक असतो. हा अंक पहिल्या चौदा अंकांवर गणिती प्रक्रिया करून तयार केला जातो. त्यामुळे IMEI क्रमांक लिहिताना किंवा संगणकात भरताना झालेल्या चुका सहज ओळखता येतात. पडताळणी अंक तयार करण्यासाठी ‘लून अल्गोरिदम’ किंवा ‘मॉड्युलस-१० अल्गोरिदम’ वापरला जातो. हा अल्गोरिदम १९५४ मध्ये आयबीएम कंपनीमध्ये कार्यरत असलेल्या जर्मन-अमेरिकन संगणकतज्ज्ञ हान्झ पीटर लून यांनी विकसित केला. आज हा अल्गोरिदम IMEI क्रमांकाव्यतिरिक्त क्रेडिट कार्ड, डेबिट कार्ड क्रमांक आणि अनेक बँकिंग प्रणालींमध्येही वापरला जातो, हे आपण या मालिकेत यापूर्वी प्रसिद्ध झालेल्या लेखात पाहिले आहे.

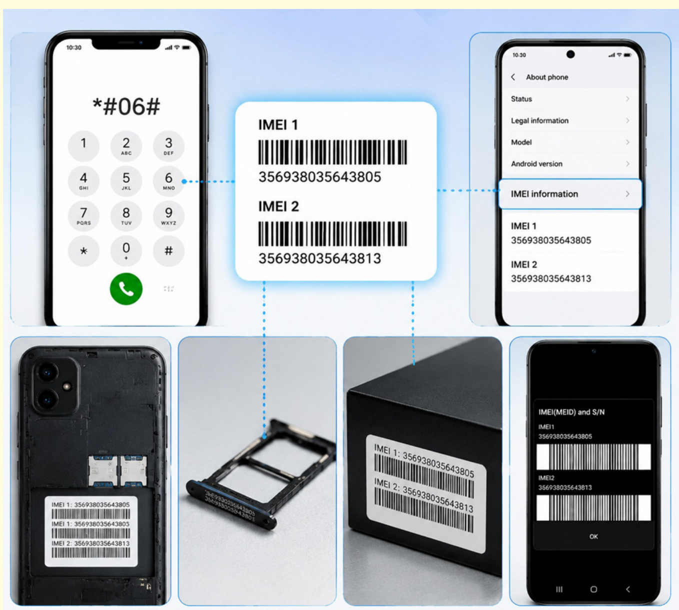
आपण विचारात घेतलेल्या IMEI क्रमांकाचे पहिले चौदा अंक 35693803564380 असे आहेत. या अंकांवर लून अल्गोरिदमानुसार उजवीकडून प्रत्येक दुसरा अंक दुप्पट केला जातो. दुप्पट केल्यावर दोन अंकी संख्या मिळाली, तर त्या संख्येतील अंकांची बेरीज केली जाते. उदाहरणार्थ, ९ दुप्पट केल्यास १८ मिळतात; त्याऐवजी १ + ८ = ९ असे घेतले जाते. त्याचप्रमाणे ८ची दुप्पट १६ होते; त्याऐवजी १ + ६ = ७ घेतले जातात. अशा प्रकारे सर्व आवश्यक अंकांवर प्रक्रिया केल्यानंतर त्यांची बेरीज केली जाते. ही प्रक्रिया पुढील तक्त्यात करून दाखवली आहे.

आता अंतिम मूल्यांमध्ये मिळालेल्या सर्व अंकांची बेरीज करू. म्हणून, ० + ७ + ३ + ८ + ६ + १ + ३ + ० + ८ + ६ + ९ + ३ + ५ + ६ = ६५.

आता ६५ पेक्षा मोठी आणि १० ने पूर्ण भाग जाणारी पुढील संख्या ७० आहे. ७० आणि ६५ यांतील फरक ५ आहे. हाच IMEI क्रमांकातील पडताळणी अंक आहे. त्यामुळे आपण विचारात घेतलेला IMEI क्रमांक वैध आहे.

समजा, एखाद्याने हा क्रमांक चुकून 356938035643808 असा लिहिला. अशा वेळी पुन्हा लून अल्गोरिदमानुसार गणना केली असता शेवटचा अंक जुळत नाही आणि संगणक प्रणाली हा IMEI क्रमांक अवैध असल्याचे त्वरित ओळखते.

आज बहुतांश स्मार्टफोन संचामध्ये दोन सिमकार्ड वापरण्याची सुविधा असते. अशा प्रकारच्या ड्युएल सिम फोनमध्ये प्रत्यक्षात दोन स्वतंत्र सेल्युलर रेडिओ मॉड्यूल



IMEI क्रमांकातील अंक (उजवीकडून)	प्रकिया	उत्तर	अंतिम मूल्य
0	जसेच्या तसे ठेवा	0	0
8	दुप्पट करा	16	1 + 6 = 7
3	जसेच्या तसे ठेवा	3	3
4	दुप्पट करा	8	8
6	जसेच्या तसे ठेवा	6	6
5	दुप्पट करा	10	1 + 0 = 1
3	जसेच्या तसे ठेवा	3	3
0	दुप्पट करा	0	0
8	जसेच्या तसे ठेवा	8	8
3	दुप्पट करा	6	6
9	जसेच्या तसे ठेवा	9	9
6	दुप्पट करा	12	1 + 2 = 3
5	जसेच्या तसे ठेवा	5	5
3	दुप्पट करा	6	6

असतात. प्रत्येक सेल्युलर रेडिओ मॉड्यूलची स्वतंत्र ओळख असल्यामुळे प्रत्येक सिमच्या स्लॉटसाठी स्वतंत्र IMEI निश्चित केला जातो. त्यामुळे दोन सिमकार्डची सुविधा असणाऱ्या संचाला दोन स्वतंत्र IMEI क्रमांक दिलेले असतात.

मोबाइल हरवल्याची किंवा चोरीला गेल्याची तक्रार पोलिसांकडे करताना किंवा CEIR वर (Central Equipment Identity Register) मोबाइल ब्लॉक करण्यासाठी IMEI क्रमांक माहिती असणे गरजेचे असते. पण, बहुतेक लोकांना आपल्या मोबाइलसंचाचा IMEI क्रमांक माहीत नसतो. त्यामुळे मोबाइल खरेदी केल्यानंतर त्याचा IMEI क्रमांक सुरक्षित ठिकाणी लिहून ठेवणे आवश्यक ठरते.

मोबाइलसंचाच्या मूळ पॅकेजिंग बॉक्सवर बारकोडच्या स्टिकरवर IMEI क्रमांक छापलेला असतो. परंतु तुमच्याजवळ मोबाइल संचाचा बॉक्स नसला तरी काही हरकत नाही. कारण, अनेक नवीन स्मार्टफोनमध्ये सिमकार्डच्या ट्रेवर किंवा त्या जवळ अतिशय बारीक अक्षरांत IMEI क्रमांक कोरलेला असतो. जुन्या मोबाइल संचामध्ये बॅटरी काढल्यावर आत लिहिलेला IMEI क्रमांक दिसेल.

अर्थात, तुमच्या मोबाइल संचाचा IMEI क्रमांक जाणून घेण्याचे अनेक सोपे मार्ग आहेत. सर्वात सोपी पद्धत म्हणजे *#06# असा संकेतांक डायल करा. संकेतांक टाइप करताच स्क्रीनवर IMEI क्रमांक दिसेल. तुमच्या फोनमध्ये दोन सिमकार्ड वापरण्याची सोय असेल तर IMEI 1 आणि IMEI 2 असे दोन IMEI क्रमांक दिसतील. त्याशिवाय, मोबाइल फोनच्या सेटिंगमधून Settings → About phone → IMEI या मार्गाने किंवा Settings → About device → Status → IMEI information अशा प्रकारे गेल्यास IMEI क्रमांक तुम्ही जाणून घेऊ शकता. त्याचप्रमाणे, अँन्ड्रॉइड फोन असल्यास तुमच्या Google खात्यातील Devices विभागात IMEI क्रमांक दिसू शकतो; किंवा आयफोनमध्ये –Apple ID मधील Devices विभागात IMEI पाहता येतो.

जगभरातून अब्जावधी मोबाइल उपकरणे सतत एकमेकांशी संपर्क साधत असतात. या प्रचंड डिजिटल विश्वात प्रत्येक मोबाइलसंचाची स्वतंत्र ओळख राखण्याचे महत्त्वाचे काम IMEI क्रमांक करतो. हा क्रमांक म्हणजे मोबाइल उत्पादक कंपन्यांसाठी उत्पादन व्यवस्थापनाचे साधन आहे, दूरसंचार कंपन्यांसाठी सुरक्षा व्यवस्थेचा पाया आहे, पोलिसांसाठी गुन्हे तपासण्याचे प्रभावी माध्यम आहे, तर सामान्य नागरिकांसाठी हरवलेला, चोरीला गेलेला आपला मोबाइल परत मिळण्याची आशा आहे.

– हेमंत लागवणकर
(विज्ञानप्रसारक आणि शैक्षणिक सल्लागार)
https://hemantlagvankar.com/

भारतात हवामानशास्त्रातील शिक्षण व कार्यसंधी

अनघा शिराळकर

आपला भारत कृषिप्रधान देश असून शेती ही बव्हंशी मोसमी पाऊस व योग्य हवामान यांवर अवलंबून असते. शेतीचे उत्पादन हे आपल्या देशाच्या आर्थिक स्थितीचा कणा असल्याने हवामानाचा, विशेषत: मोसमी पावसाच्या अंदाजाला विशेष महत्त्व आहे. त्यासाठी हवामानाचा वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून अभ्यास करणे गरजेचे असते. हा अभ्यास म्हणजेच 'हवामानशास्त्र.' हवामानशास्त्र म्हणजे वातावरण, हवामान आणि तत्संबंधी पर्यावरणीय क्रिया.

पृथ्वी या एकमेव ग्रहावर जीवसृष्टी आहे याचे कारण म्हणजे तिचे अनुकूल हवामान व वातावरण. हवामानाच्या अभ्यासासाठी, संशोधनासाठी व अंदाज तयार करण्यासाठी विशिष्ट उपकरणे वापरून तापमान, आर्द्रता, हवेचा दाब, वाऱ्याचा वेग व दिशा इत्यादी हवेच्या घटकांच्या निरिक्षणांच्या नोंदी मिळवल्या जातात. हवामानाच्या घटकांची निरीक्षणे विविध स्थळांवर व विविध कालावधींसाठी घेतली जातात. या सर्व निरिक्षणांच्या नोंदी (data) अद्ययावत असणे फार महत्त्वाचे असते. सर्व नोंदींचे जलद विश्लेषण करण्यासाठी संगणकाचा उपयोग केला जातो. संगणकामध्ये विशेष प्रारूपांचा (models) वापर करून हवामान, त्यातील बदल व पाऊस यांचा अंदाज तयार केला जातो. तीव्र हवामानाचा अंदाज असेल तेव्हा तसा इशाराही दिला जातो. हवामानाच्या अंदाजाबरोबर हवेत होणारे बदल, ढगांची, विजांची व पावसाची निर्मिती, हवेतील प्रदूषणाची कारणे व प्रमाण इत्यादींचाही अभ्यास व त्यावरील संशोधन हवामानशास्त्रज्ञ करत असतात.

हवामानशास्त्रातील संशोधनाचा प्रमुख उपयोग पर्जन्य व इतर ऋतूंमधील हवामानाचा अंदाज देणे आणि त्याचा वापर मुख्यत: शेतीचे नियोजन करण्यासाठी करणे यासाठी होतो. इतर महत्त्वाची क्षेत्रे ज्यामध्ये हवामानशास्त्राचा उपयोग अनिवार्य आहे ती म्हणजे वाहतूक, दळणवळण, नौकानयन, सागरी वाहतूक, धान्याचे व पाण्याचे नियोजन, पशुपालन, पशुसंवर्धन, मत्स्यव्यवसाय, आपत्ती निवारण व्यवस्थापन, जलसंपदा व जलविज्ञान, ऊर्जाक्षेत्र, संरक्षण व लष्करी क्षेत्र, बांधकाम व पायाभूत सुविधा, शिक्षण, सार्वजनिक आरोग्य, पर्यटन, साहसी पर्यटन, क्रीडा, पर्यावरण संरक्षण व प्रदूषण नियंत्रण, नागरी नियोजन व शहरी विकास, विमा क्षेत्र, दूरसंचार क्षेत्र, खनिज, खाणकाम व तेल-वायू उद्योग, प्रसारमाध्यमे, अंतराळ संशोधन व उपग्रह तंत्रज्ञान, हवामान

बदल व वातावरणीय संशोधन, सर्वसाधारण माहिती देणारे प्रशासकीय विभाग इत्यादी. या सर्व उपयुक्ततेमुळे हवामानशास्त्र हे एक सेवाकार्य बनले आहे.

हवामानशास्त्राच्या परिपूर्णतेसाठी संगणकशास्त्र, गणित, संख्याशास्त्र, भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, भूगर्भशास्त्र, पर्यावरणशास्त्र, जीवशास्त्र, समुद्रशास्त्र, अभियांत्रिकी, इत्यादी अनेक विषयांचा अभ्यास त्यात समाविष्ट असतो. थोडक्यात, हवामानशास्त्र हे सर्वसमावेशक बहुविद्याशाखीय असे शास्त्र आहे.

हवामानाचा अंदाज (weather forecasting), हवामानाचे विश्लेषण (climate analysis), आपत्ती व्यवस्थापन (disaster management), हवामान वृत्त निवेदन (media broadcasting), हवामानशास्त्राचे विद्यादान (teaching) या प्रमुख कार्यसंधी आहेत.

अत्याधुनिक यंत्रणा व सक्षम संगणक याबरोबरच उच्चशिक्षित व प्रशिक्षित शास्त्रज्ञ, तंत्रज्ञ आणि शिक्षकवर्ग हे हवामानशास्त्राचा विकास होण्यासाठी महत्त्वाचे असतात.

हवामानशास्त्रातील शिक्षण व कारकिर्दीचे महत्त्व

हवामानशास्त्र हे प्रामुख्याने हवामानाचे विज्ञान. हवामान बदल, नैसर्गिक आपत्ती आणि वाढत्या तंत्रज्ञानाचा वापर यामुळे हवामानशास्त्रातील शिक्षण व कारकीर्द यांचे महत्त्व वाढले आहे. हवामानशास्त्रात विज्ञान आणि तंत्रज्ञान यांचा समावेश असतो. हवामानशास्त्रज्ञ फक्त पावसाचा अंदाज देत नाहीत तर ते उपग्रह, रडार, ड्रोण, संगणक, हवामानाच्या अंदाजासाठीच्या प्रारूपांच्या निर्मिती व विकासासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर, सुदूर संवेदन, इत्यादी प्रगत तंत्रज्ञानाचा उपयोग करत असतात. हवामान बदल व तापमानवाढ यांसारख्या जागतिक समस्येवर काम करण्याची संधी मिळते.

भारतात हवामानशास्त्रातील कारकिर्दीसाठी आवश्यक शैक्षणिक पात्रता

भारताला स्वातंत्र्य मिळाल्यानंतर भारतीय हवामान विभागात व त्या विषयासंबंधीच्या संस्थांमध्ये ज्या काही पदांवर कर्मचारी व अधिकारी यांच्या नियुक्त्या झाल्या ते भौतिकशास्त्र, गणित, संख्याशास्त्र व तत्सम विषयातील पदवीधर असायचे. त्यामुळे त्यांना हवामानशास्त्रासाठी लागणारे प्रशिक्षण द्यावे लागे. याला कारण म्हणजे हवामानशास्त्र या विषयाचा भारतीय शिक्षणात स्वतंत्र विषय म्हणून समावेश नव्हता. हवामानशास्त्राची उपयुक्तता लक्षात घेऊन कालांतराने काही विद्यापीठांमध्ये व संस्थांमध्ये गणित, भौतिकशास्त्र, संख्याशास्त्र यांसारख्या पारंपरिक विषयांबरोबर हवामानशास्त्रही शिकवले जाऊ लागले. हवामानशास्त्रातील कारकिर्दीसाठी यांपैकी कोणत्याही विषयात एम.एससी. किंवा एम.टेक. किंवा पीएच.डी. असावी लागते. अभियांत्रिकीतील पदवीही चालते. ज्यांना हवामानशास्त्रात कारकीर्द करायची आहे त्यांना हवामानशास्त्र किंवा त्यातील शाखेच्या विषयात मान्यताप्राप्त विद्यापीठाच्या बी.एससी., बी.टेक., एम.एससी., एम.टेक. या पदव्या प्राप्त कराव्या लागतात. या पदव्यांना प्रवेश मिळवण्यासाठी प्रवेश परीक्षा व पात्रता परीक्षांमध्ये आवश्यक गुण मिळवून उत्तीर्ण व्हावे लागते. संशोधन संस्था व विद्यापीठे यांमध्ये पीएच.डी.साठी शिष्यवृत्ती उपलब्ध असते. त्यासाठी जाहिरात देऊन व मुलाखत घेऊन योग्य उमेदवारांची निवड केली जाते.

हवामानशास्त्राचे शिक्षण देणारी विद्यापीठे व शैक्षणिक संस्था

- सावित्रीबाई फुले पुणे विद्यापीठ, पुणे
- कोचीन विज्ञान व तंत्रज्ञान विद्यापीठ, कोची
- आंध्र विद्यापीठ, विशाखापट्टणम
- भारतीयार विद्यापीठ, मदुराई
- एस.आर.एम. विज्ञान व तंत्रज्ञान संस्था (चेन्नई, त्रिची, दिल्ली, हरयाणा)
- राष्ट्रीय तंत्रज्ञान संस्था, रूरकेला
- कलकत्ता विद्यापीठ, कोलकाता
- महाराजा सयाजीराव विद्यापीठ, बडोदा
- पंजाबी विद्यापीठ, पतियाळा
- शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर
- भारतीय तंत्रज्ञान संस्था (IIT), खरगपूर व दिल्ली
- भारतीय विज्ञान संस्था (IISc), बंगळुरू
- इंदिरा गांधी कृषि विद्यापीठ, रायपूर
- कृषि विद्यापीठे

पुणे व कोलकाता येथील भारतीय विज्ञान शिक्षण व संशोधन संस्था (Indian Institute of Science Education and Research - IISER) पृथ्वी विज्ञान अंतर्गत हवामानशास्त्राचे शिक्षण व संशोधनाचे प्रशिक्षण देते. त्यासाठी या संस्थेने भारतीय हवामानशास्त्र विभाग (India Meteorological Department - IMD) या संस्थेबरोबर सामंजस्य करारही केला आहे. या संस्थेच्या विद्यार्थ्यांना पुण्यातील भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्था (Indian Institute of Tropical meteorology - IITM) विद्यादान व संशोधनात मार्गदर्शन करते.

हवामानशास्त्रातील सेवा, संशोधन, व विद्यादान यांमधील कार्यसंधी

संस्था व विद्यापीठे

- भारत सरकारचे पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (Ministry of Earth Sciences), दिल्ली (प्रशासन व व्यवस्थापन)
- भारतीय हवामानशास्त्र विभाग (India Meteorological Department), पुणे, दिल्ली व क्षेत्रीय कार्यालये (सेवा व संशोधन)
- राष्ट्रीय मध्यम पल्ल्याचे हवामान अनुमान केंद्र (National Centre for Medium Range Weather Forecasting), नॉयडा (सेवा व संशोधन)
- भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्था (Indian Institute of Tropical Meteorology), पुणे (संशोधन)
- भारतीय राष्ट्रीय महासागर माहिती सेवा केंद्र (Indian National Centre for Ocean Information System), हैदराबाद (सेवा व संशोधन)
- राष्ट्रीय महासागर तंत्रज्ञान संस्था (National Institute of Ocean Technology), चेन्नई (संशोधन)
- राष्ट्रीय ध्रुवीय आणि महासागर संशोधन केंद्र (National Centre for Polar and Ocean Research), गोवा (संशोधन)
- राष्ट्रीय महासागर संस्था (National Institute of Oceanography), गोवा (संशोधन)
- भारतीय विज्ञान संस्था (Indian Institute of Science), बंगळुरू (विद्यादान व संशोधन)
- भारतीय तंत्रज्ञान संस्था (Indian Institutes of Technology), खरगपूर व दिल्ली (विद्यादान व संशोधन)
- भारतीय संरक्षण क्षेत्राचे वायुदल, नौकादल व पायदळ (Indian Airforce, Navy, Army) (सेवा)
- भारतीय अंतराळ संशोधन संस्था (Indian Space Research Organization), बंगळुरू व क्षेत्रीय कार्यालये (सेवा व संशोधन)
- राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र (National Remote Sensing Centre), हैदराबाद (सेवा व संशोधन)
- सावित्रीबाई फुले पुणे विद्यापीठ (Savitribai Phule University of Pune), पुणे (विद्यादान व संशोधन)
- कोचीन विज्ञान व तंत्रज्ञान विद्यापीठ (Cochin University of Science and Technology), कोची (विद्यादान व संशोधन)
- आंध्रा विद्यापीठ (Andhra University), विशाखापट्टणम (विद्यादान व संशोधन)
- भारतीयार विद्यापीठ (Bhartiyata University), मदुराई (विद्यादान व संशोधन)
- पंजाबी विद्यापीठ (Punjabi University), पतियाळा (विद्यादान व संशोधन)
- महाराजा सयाजीराव विद्यापीठ (Maharaja Sayajirao University), बडोदा (विद्यादान व संशोधन)
- एस.आर.एम. विज्ञान व तंत्रज्ञान संस्था (चेन्नई, त्रिची, दिल्ली, हरयाणा) (विद्यादान व संशोधन)
- राष्ट्रीय तंत्रज्ञान संस्था, रूरकेला (विद्यादान व संशोधन)
- कलकत्ता विद्यापीठ, कोलकाता (विद्यादान व संशोधन)
- कृषि विद्यापीठे (Agricultural Universities) (विद्यादान, सेवा व संशोधन)
- भारतीय विज्ञान शिक्षण व संशोधन संस्था (Indian Institute of Science Education and Research - IISER) (विद्यादान व संशोधन)

खाजगी संस्था

नॉयडा येथे १९८९ साली स्थापन झालेली बी.के.सी. वेदरसिस प्रायव्हेट लिमिटेड ही हवामानक्षेत्रातील तंत्रज्ञानाची भारतातील सर्वात जुनी खाजगी संस्था आहे. नॉयडा येथेच

२००३ साली स्थापन झालेली स्कायमेट ही आणखी एक हवामानक्षेत्रातील जागतिक स्तरावरील खाजगी संस्था आहे. या दोन्ही संस्था प्रसारमाध्यमे, विमा, कृषी, ऊर्जानिर्मिती, विविध उद्योग, दळणवळण इत्यादी क्षेत्रातील संस्थांना हवामानाचा अंदाज व त्याची रेखाचित्रे (ग्राफिक्स) पुरवतात. या दोन्हींही खाजगी संस्था हवामानाच्या अंदाजासाठी अत्याधुनिक यंत्रणा व तंत्रज्ञानाचा वापर करतात. काही नवीन स्टार्ट अप कंपन्याही या क्षेत्रात काम करत आहेत.

कृषिक्षेत्र

कृषिक्षेत्रात हवामानशास्त्राला अनन्यसाधारण महत्त्व आहे. त्यामुळे भारतीय कृषिविद्यापीठांमध्ये व महाविद्यालयांमध्ये त्यांच्या अभ्यासक्रमात हवामानशास्त्र हा विषय अनिवार्य असतो. काही विद्यापीठात या विषयाच्या पदविका, पदवी, आणि पदव्युत्तर शिक्षणाची सोय असते. भारत सरकारचे पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय जिल्हानिहाय कृषिहवामान सल्लासेवा पुरवते ज्याचा लाखो शेतकऱ्यांना लाभ होतो. भारतीय हवामानशास्त्र विभागातही शेतकऱ्यांसाठी हवामानविषयक सल्ला देण्याच्या अनेक योजना आहेत. त्यातील महत्त्वाच्या म्हणजे आकाशवाणीद्वारे हवामानाचा अंदाज व इशारा देणारी 'ग्रामीण मौसम सेवा', भारतीय कृषी संशोधन परिषदेबरोबर स्थानिक भाषेत हवामानाचा अंदाज व इशारा देणारी 'मेघदूत सेवा' आणि पृथ्वी विज्ञान मंत्रालयाने पुण्यातील भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्थेमार्फत भारतात कोणत्याही ठिकाणी घडणाऱ्या विजांच्या घटनांचा इशारा देणारे व काय काळजी घ्यायची हे सांगणारे 'दामिनी,' हे ॲप तयार केले आहे.

मिशन मौसम

भारत सरकारने १० जानेवारी २०२५ रोजी 'मिशन मौसम' या प्रकल्पाला मंजुरी दिलेली आहे. हा प्रकल्प पुण्यातील भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्था आणि नॉयडा येथील मध्यम कालावधी हवामान पूर्वानुमान केंद्र यांच्या सहयोगाने भारतीय हवामानशास्त्र विभाग राबवत आहे. हवामानाच्या घटकांच्या नोंदी घेणारी अत्याधुनिक व स्वयंचलित यंत्रणा, खास उपग्रह, कलर डॉप्लर रडार यांचे जाळे तयार करून ते महासंगणकाला जोडणे, तसेच महासंगणकाची क्षमता व वेग वाढवणे इत्यादी घटकांना प्राधान्य देण्यात येत आहे. हवामानाचा अचूक अंदाज, तसेच हवामान बदलांमुळे होणाऱ्या नैसर्गिक आपत्तीं यांचा इशारा यांसाठी अत्याधुनिक प्रारूपांची निर्मिती आणि कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापरही सुरू केलेला आहे.

हवामानशास्त्रातील कार्याचे वैशिष्ट्य

हवामानशास्त्र हे केवळ हवामानाचा अंदाज देण्यापुरते मर्यादित नसून शेती, ऊर्जा, वाहतूक, जलसंपदा, संरक्षण, आरोग्य, आपत्तीव्यवस्थापन आणि हवामानबदल अशा अनेक क्षेत्रांसाठी अत्यंत उपयुक्त शास्त्र आहे. हवामानशास्त्र बहुविद्याशाखीय असल्याने त्यातील ज्ञानाचा व कौशल्याचा वापर अनेक क्षेत्रांत उपयुक्त ठरतो.

हवामानशास्त्र हा विषय दैनंदिन जीवनाशी निगडित असल्याने या क्षेत्रातील कार्य हे सेवाकार्य समजले जाते. सध्या होत असलेल्या हवामान बदलाचे परिणाम लक्षात घेता हवामानशास्त्र या क्षेत्रातील कार्य हे जास्तच आव्हानात्मक होत आहे.

हवामानाचा अंदाज वेळेवर देण्याने तीव्र हवामानामुळे येणाऱ्या आपत्तींपासून बचाव करता येतो तसेच आपत्ति व्यवस्थापन करणाऱ्यांना योग्य नियोजन करणे शक्य होते. हवामानशास्त्रज्ञांना त्यांच्या ज्ञानाचा व कौशल्याचा योग्य वापर करण्याची संधी मिळते. यामध्ये निरीक्षणाच्या नोंदीचे विश्लेषण करणे, विविध प्रारूपे तयार करणे, पूरक तंत्रज्ञानाचा वापर करणे इत्यादी कार्ये करण्याची संधी प्राप्त होते.

भारतात हवामानशास्त्रातील शिक्षण व कार्यसंधी यांवर सखोल व अद्यावत माहिती उल्लेख केलेल्या संशोधन व सेवा संस्था, विद्यापीठे व शैक्षणिक केंद्रे यांच्या संकेत स्थळांवर तसेच विकिपीडियांवर उपलब्ध आहे.

संदर्भ :

1) Mishra Pratibha, Career in Meteorology - Understand and Interpret Moods of the Weather, Career Volume 25, Employment News, Ministry of Information and Broadcasting, Government of India, 2025
2) Wallace John M. and Hobbs Peter V., Atmospheric Science: An Introductory Survey, Academic Press, 1977, 467 pp
3) Wikipedia - India Meteorological Department (IMD) - Information on meteorology, forecasting, and careers
4) Wikipedia - Ministry of Earth Sciences - Information on atmospheric sciences and research institutions

– अनघा शिराळकर
anaghashiralkar@gmail.com

बर्फाच्या दुलईवरील थरार!

डॉ. रंजन गर्गे

शांत आणि लयबद्ध चालीत असंख्य छोटेमोठे पेंग्विन 'लारा'च्या नेतृत्वाखाली अँटार्क्टिकाच्या भव्य अशा बर्फाच्या दुलईवर एका रांगेत चालत होते. 'लारा' गेल्या पाच वर्षांपासून या पेंग्विन कळपाचं हिरिरिने नेतृत्व करत आली आहे. इतरांना तिचा नेहमीच आधार वाटायचा. तीच सगळ्यांना संकटातून वाट दाखवायची ना! या कळपात ॲलेक्सा, बुटी, झान्या, झेना, तारा अशा शेकडो पेंग्विन तरुणी आणि सनी, नॅनो, कॉस्मो, ऑरिऑन, पॉझी असे शेकडो पेंग्विन तरुण सहभागी झाले होते. उणे ४० ते ६० डिग्री सेल्सियस तापमान, कडाक्याची थंडी, १०० किमी प्रति तास वेगाने वाहणारी बर्फाची वादळं हे त्यांच्यासाठी नित्याचंच झालं होतं.

पांढऱ्या छातीचा, काळ्याशार पाठीचा, बाकदार चोचीचा, १२० से.मी उंचीचा, काळ्या तोंडाचा, दोन पायावरती उभा राहणारा, मानेवर गुलाबी पिवळसर झाक असलेला, पंखांनी जणू हाताचं रूप धारण केलेला, उडू न शकणारा, शरीरावर चरबीचा जाडजूड कोट परिधान केलेला, ऐटीत चालणारा, अशा अंडी घालणाऱ्या पेंग्विन या पक्ष्याने लाखो वर्षांपासून अंटार्क्टिकावर राहणंच पसंत केलं आहे. महिनोनमहिने बर्फाळ प्रदेशात कळप करून चालत राहाणारा हा पक्षी!

उन्हाळा नुकताच संपला होता. मार्च महिना सुरू झाला होता. आता पुढच्या सहा महिन्यांसाठी ध्रुवीय थंडीचा मोसम सुरू झाला होता. सूर्य मावळत होता, तब्बल सहा महिन्यांसाठी! बर्फाच्या चादरीखाली पसरलेल्या अथांग निळ्याशार स्वच्छ पाण्यात पेंग्विन क्रिलवर यथेच्छ ताव मारत होते.

'चला, चला..., आता आपल्याला परतीच्या प्रवासाला निघायला हवं! चल झान्या, तारा, सनी... चला इथून आपल्याला आता बाहेर पडायला हवं.' – लारा काळजीच्या स्वरात सगळ्यांना सूचना देत होती.

'लारा, अग थांब थोडं, पाण्यात बागडू दे ना जरा. इथून गेल्यावर सहा महिने पाण्याचं दर्शन होणार नाही. फक्त बर्फ, बर्फ आणि बर्फ...'– कॉस्मो जरा वैतागूनच म्हणाला.

'हे बघा मला माहीत आहे की तुम्ही उत्तम पोहता आणि उत्तम डायव्हर आहात, पण मला आता काही धोक्याचे संकेत मिळताहेत. आपले भक्षक लेपर्ड सील आणि किलर व्हेल यांना आपला सुगावा लागलेला आहे. चला आपल्याला इथून त्वरित बाहेर पडायला हवंय, नाहीतर प्राण गमावून बसाल.' – लारानं निर्वाणीची आज्ञा सोडली.

सगळ्यांनीच घाबरून बर्फाच्या छिद्रांकडे धाव घेतली आणि पटापट उड्या घेत सगळे पाण्यातून बाहेर पडत होते. सूचना देऊनसुद्धा बुटी मात्र पाण्यात रेंगाळतच होती. इतक्यात एका किलर व्हेलनं बुटीच्या दिशेनं सूर मारला. बुटी जिवाच्या आकांतानं बर्फाच्या छिद्राकडे झेपावली. आटापिटा करून छिद्राच्या तोंडाशी आली आणि... व्हेलनं सावजावर झडप घातली. बुटीनं तीन वेळा आरडाओरडा करून बाहेर पडण्याचे केविलवाणे प्रयत्न केले. पण... अखेर बुटीला व्हेलनं फस्त केलं होतं. लारा आणि तिचे साथीदार बर्फाच्या छिद्राजवळ उभे राहून स्तब्ध झाले होते.

सगळ्यांनीच आपल्या पिलांसाठी अन्न पोटात भरून घेतलं होतं. बुटी गमवल्याचं दुःख करत सगळेच बर्फावर विश्रांती घेत निवांत आडवे पडले होते.

अँटार्क्टिकाच्या समुद्र किनाऱ्यावर ऐटीत फिरायला निघालेले पेंग्विन

'चला, आता आपल्याला ६० कि.मी.च्या परतीच्या प्रवासाला निघायला हवं . कुठे जायचं आहे हे सगळ्यांनाच माहीत आहे. माझ्या मागे चला.'– लारानं सगळ्यांना सूचना केली.

'अरेच्चा! हा प्रदेश तर वेगळाच वाटतोय?'– ॲलेक्सा आश्चर्यचकित होऊन म्हणाली.

'थांबा, मी जरा अंदाज घेते. या तरंगत्या हिमखंडांमुळे आणि सरकत्या बर्फामुळे बऱ्याच वेळा मार्ग बदलावा लागतो. मी बघते.' – असं म्हणून अनुभवी लारा पुढच्या १०० मीटर परिसरात फेरफटका मारून अंदाज घेऊन आली आणि तिने मान उंच करून क्काक.. क्काक.. असा आवाज करत योग्य दिशा दाखवली. शेकडोंचा तो कळप त्या दिशेनं मार्गस्थ झाला.

कळपातील काही सदस्य चालून चालून खूप थकले होते. पोटावर आडवे पडून बर्फ हातापायानं मागे रेटत घसरत मार्गक्रमण करत होते. सगळीकडून अंधारून आलं होतं. आता उन्हाळा सुरू होईपर्यंत म्हणजे ऑक्टोबरपर्यंत फक्त अंधार आणि अंधारच असणार होता. हे सगळं प्रतिकूल असूनसुद्धा हे अंतर कापणं त्यांना अनिवार्य होतं. तीन महिने चालण्याच्या या शर्यतीत काही जण मागे एकटे पडले होते, काही वाट हरवले होते आणि काही भुकेनं व्याकूळ होऊन वाटेतच जीव गमावून बसले होते.

पाण्याच्या डोहातून बाहेर उडी घेताना

'थांबा! तुम्ही सगळे इथेच थांबा. हा दुरून कसला आवाज येतोय? आपल्या मार्गात हे कुठलं यंत्र येऊन उभं राहिलं आहे?' असं म्हणून तारा, झेना, न्यूट्री आणि सनी यांना घेऊन लारा दुरून येणाऱ्या यंत्राच्या आवाजाच्या दिशेनं मार्गस्थ झाली.

'अरेच्चा! ही माणसं इथे काय करताहेत?'– बघतात तो काय! पेंग्विन बांधवांच्या एका प्रजननस्थानाचं एका मोठ्या यंत्राच्या साहाय्यानं काही लोक सपाटीकरण करत होते.

'हे तर आपल्या प्रजननपरिसंस्थेवर मानवानं केलेलं अतिक्रमण आहे.'– लारा काळजीच्या स्वरात उद्‌गारली.

'आता आपण काय करायचं?'– घाबरलेल्या न्यूट्रीनं प्रश्न केला.

'घाबरू नका, आपलं प्रजनन स्थान सध्यातरी सुरक्षित आहे. तिकडे जाण्याचा मार्ग बदलावा लागेल, नाहीतर आपला बळी जाऊ शकतो'– लारानं धीर दिला आणि सावधही केलं. असं म्हणून सगळ्या कळपानं आपला मार्ग बदलला. सगळेच सदस्य खूप थकून गेले होते. पोटावर घसरगुंडी करत मार्गक्रमण करत होते.

'चला, एकदाचे आपण आता आपल्या सुरक्षित जागी पोहोचलो आहोत.' – लाराच्या या सूचनेमुळे सगळ्यांना दिलासा मिळाला.

मे महिन्याच्या त्या काळ्याकुट्ट अंधारात, कडाक्याच्या थंडीत ते सगळे गर्दी करत एकमेकांना चिटकून उभे राहण्याचा प्रयत्न करत होते. हा त्यांचा विणीचा हंगाम (ब्रिडिंग सीझन) होता. अशा अत्यंत प्रतिकूल परिस्थितीत, बर्फाच्या वादळात त्यांची रासक्रीडा सुरू झाली. साथीदार निवडण्यासाठी तरुणींमध्ये स्पर्धा सुरू झाली, इतकी की त्या आपल्या आवडीचा साथीदार मिळवण्यासाठी एकमेकींवर तुटून पडल्या होत्या. पण नर मात्र याचा फक्त आनंद घेत होता. सगळा परिसर क्काक.. क्काक.. क्काक..च्या आवाजाने भरून गेला होता. बर्फाचे वादळ सुरू झालं होतं. बर्फाच्या कणांनी सारा आसमंत वेढला गेला होता. शेवटी प्रत्येकानं

आपापला जोडीदार निवडला होता. सभोवताली बर्फानं अंधाराची चादर ओढून घेतलेली होती.

झेना आणि कॉस्मो

अशा अनेक जोड्यांपैकी एक जोडपं म्हणजे 'झेना आणि कॉस्मो.' गर्भधारणा होऊन २० दिवसांच्या प्रतीक्षेनंतर 'झेना'ने अंडं दिलं होतं. एका वेळी एकच!

'झेना डार्लिंग, तुझं अभिनंदन. तू आई होणार'– कॉस्मोचा आनंद गगनात मावत नव्हता.

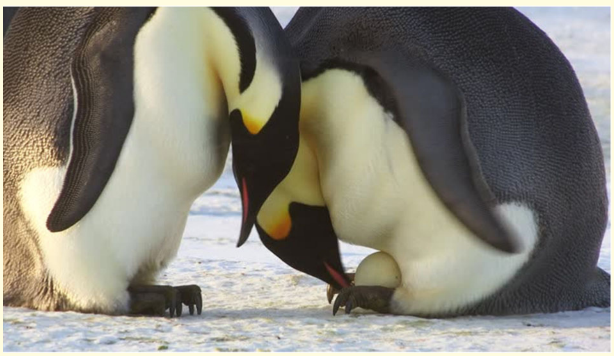
'हो, आता तू बाप होणार आहेस. तुला तुझ्या जबाबदारीची जाणीव आहे ना?'– झेनानं त्याला जबाबदारीची जाणीव करून दिली.

'हो, करीन की मी या अंड्याचं संरक्षण.'– कॉस्मोनं झेनाला आश्वस्थ केलं.

'या बाळंतपणात मला खूप अशक्तपणा आला आहे. सध्या मी हे अंडं माझ्या पायांवर तोलून धरलं आहे. मला हे अंडं आता माझ्या पायांवरून तुझ्या पायांवर स्थानांतरीत करावं लागेल. ते एकदा झालं म्हणजे मी आपल्यासाठी आणि माझ्या होणाऱ्या बाळासाठी अन्नाच्या शोधात बाहेर पडू शकेन. या बर्फाच्या वादळात अंडं फुटता कामा नये. बघ बरं! तुला हे सगळं धीरानं आणि सहनशीलतेनं घ्यावं लागेल.'– झेनानं त्याला विस्तारानं आपल्या जबाबदारीची जाणीव करून दिली.

'याच्यासाठी सरावाला सुरुवात करू या का!'– कॉस्मोनंच पुढाकार घेतला.

'हं , हे बघ माझ्या जवळ ये बरं... ये आणखीन जवळ ये... आता माझ्या पायाच्या पंजाला तुझा पंजा चिकटवून उभा राहा बरं... आता हे अंडं बघ मी तुझ्या पायाच्या पंजावर हळूहळू चोचीच्या साहाय्यानं सरकवते आहे... अरेच्चा, बर्फावर घसरून पडलं... ठीक आहे आपण आणखी प्रयत्न करू या. जरा काळजीपूर्वक... आता तुझ्या चोचीच्या साहाय्याने हळूहळू ते आपल्या पंजावर घे बरं.



अंडं कॉस्मोच्या पायावर यशस्वीरित्या स्थानांतरीत झालं

चालून थकल्यावर पोटावरची घसरगुंडी

छान, जमलं आता. आता तुला मी अन्नाचा साठा घेऊन परत येईपर्यंत हे असंच पंजावर तोलून त्याला तुझ्या ब्रूड पाऊचमध्ये उबदार ठेवायचं आहे. खूप छान, लवकर जमलं तुला हे सगळं.'– झेनानं आपलं अंडं यशस्वीरीत्या कॉस्मोकडे स्थानांतरित केलं असल्यामुळे तिनं विजयी मुद्रेनं तारा, ॲलेक्सा, झान्या आणि इतर मैत्रिणींकडे नजर टाकली.

'चला सख्यानो, आपल्याला आता अन्नाच्या शोधात लांबच्या प्रवासाला निघायला हवं. येऊन जाऊन १२० किमीचा दोन महिन्यांचा दीर्घ प्रवास!' – या वेळी झेनानं नेतृत्व स्वीकारलं होतं.

एकीकडे सखींची अन्नासाठी चाललेली भटकंती आणि दुसरीकडे आपल्या पायावर अंडं तोलण्याची बाप मंडळींनी घोंगावत्या वादळात चालवलेली धडपड हा बर्फाच्या या अथांग दुलईवर चाललेला थरार खरोखर विलक्षण होता. हिवाळा अगदी टिपेला पोहोचलेला होता, उणे ८० डिग्री सेल्शियस तापमानला बर्फाच्या वादळाच्या या झंझावातात अंडं सुरक्षित सांभाळणं ही नराची फार मोठी परीक्षा होती. प्रत्येक नर या परीक्षेत पास होत नाही. या वादळात बरेच नर भरकटतात, अंडी फुटतात...!

अथांग बर्फाळ प्रदेशातल्या त्या खाणाखुणा लक्षात ठेवत सगळ्या सखी तीनच महिन्यांपूर्वी पोटभर अन्न खाऊन जिथून निघाल्या होत्या तिथे येऊन पोहोचल्या होत्या.

'सख्यांनो, आपण पोहोचलो आहोत. या बर्फाच्या खाली काही फूट आपलं अन्न आहे. बर्फातल्या विवरांचा शोध घ्या'– झेनानं सूचना केली. आणि त्या अथांग बर्फाळ प्रदेशात ६ दिवसांच्या शोधकार्यानंतर बर्फाखालील पाण्यात उडी घेण्यासाठी विवरं सापडली.

पांढरे पारदर्शक शरीर असलेले क्रिल्स त्यांनी पटापट गिळायला सुरुवात केली. पोहोण्यात आणि सूर मारण्यात पटाईत असल्यामुळे सगळ्या जणी आनंदानं जलविहार करत होत्या. दर १५ मिनिटांनी श्वास घेण्यासाठी पाण्याच्या पृष्ठभागावर येत होत्या. ही संधी साधून लेपर्ड, सील आणि

पांढरे पारदर्शक शरीर असलेले क्रिल्स

किलर व्हेल सख्यांवर हल्ले करत होते. त्यांच्या तावडीतून शिताफीनं सुटका करून घेण्यासाठी सखी तरबेज होत्या. परंतु नेहमीच सुटका करून घेणं शक्य नव्हतं. या झटापटीत एखादी सखी मेली तर तिच्या बाळाचा मृत्यू निश्चितच होता.

'सख्यांनो, चला लवकर बाहेर पडा. विवरांच्या दिशेनं झेप घ्या.'– झेना जिवाच्या आकांतानं त्यांना सावध करत होती.

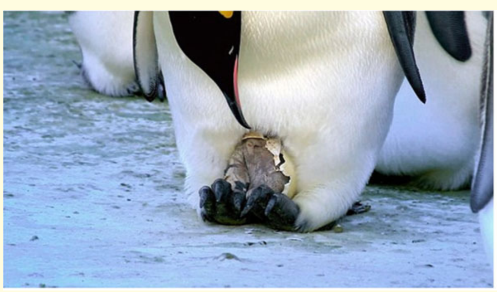
भक्षकांच्या विळख्यात सापडलेल्या सख्या विवरातून एकानंतर एक बाहेर झेपावत असताना 'तारा' मात्र विवरातून अर्धी बाहेर झेपावत असतानाच किलर व्हेलनं तिला पाण्यात खाली खेचलं. झेना व्हेलवर तुटून पडली. जिवाच्या आकांतानं झेना आणि तारा व्हेलशी सामना करून त्याला हाकलून लावण्यात यशस्वी झाल्या होत्या. ताराला त्या प्राणघातक हल्ल्यातून झेनानं सोडवलं होतं. पण अशी प्राणघातक लढाई नेहमीच जिंकता येत नाही. बुटीसारख्या अशा अनेक सख्यांनी यात पूर्वी प्राण गमावले होते.

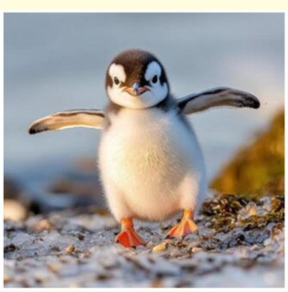
इकडे नरदेखील खूप भुकेला झालेला आहे. त्यात बऱ्याच नरांनादेखील आपले प्राण गमवावे लागले आहेत. पांढऱ्याशुभ्र मैदानावर पसरलेल्या काळोखात तो दर वर्षीप्रमाणे यंदाही अस्तित्वाची लढाई लढतो आहे.

परतीच्या प्रवासासाठी सगळ्याजणी उत्सुक आहेत. परतीचा रस्ता ओळखीचाच असला तरी झेना सख्यांच्या कळपाचं नेतृत्व करते. अंधार आणि बर्फाचं वादळ यांचा सामना करत तब्बल ६५ दिवसांनी त्या आपल्या वसाहतीत परततात. आपापल्या साथीदारांना आतुरतेनं भेटतात. ऑगस्टचा महिना उजाडला आहे. अंधाराला कंटाळून गेलेल्या सगळ्यांनाच उजेडाची ओढ लागलेली आहे. अंड्याचा उबवणकाळ संपून आता हळूहळू अंड्याला तडे पडून छोट्याशा गोजिरवाण्या पिलाचा जन्म झालेला आहे. सगळ्या यातना विसरून ती आपल्या उदरात साठवलेलं अन्न बाहेर काढून पिलाला भरवते आहे. लवकरच ऑक्टोबरच्या उबदार महिन्याचा प्रारंभ झाला आहे. अंधार सरला आहे. गोजिरवाणी पिलं बर्फाळ प्रदेशावर मुक्तपणे बागडू लागली आहेत.

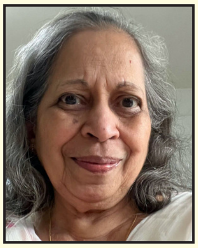
सूर्याच्या सोनेरी किरणांनी
निघाल्या उजळूनी दाहीदिशा साऱ्या ।।
तुझ्या एका किलबिलाटानं
यातना आम्ही विसरलो साऱ्या ।।

– डॉ. रंजन गर्गे
ranjan.garge@gmail.com





नवजात बालकाचा जन्म



शिक्षण, ज्ञान आणि शहाणपण!

वसुधा जोशी

शिक्षण

शिक्षण म्हणजे ठरावीक साच्यात पायरीपायरीने वर्गामध्ये बसून शिक्षकांकडून आणि पुस्तकांच्या आधारे मिळवलेली आवश्यक माहिती. म्हणजे ज्ञान नाही. उदाहरणार्थ, पोटात गॅस झाला तर ओवा खावा किंवा अभ्यास करताना झोप येत असेल तर चहा प्यावा ही माहिती वाचलेली किंवा कोणी सांगितलेली असू शकते म्हणजे शिक्षण. परंतु ओवा खाल्ल्याने पोट हलके वाटते, चहा प्यायल्याने तरतरी येते, झोप उडते हे समजणे म्हणजे ज्ञान मिळवणे. ते प्राप्त करून घेण्यासाठी बुद्धिमत्तेची (intelligence) जरुरी आहे. आणि त्याचा जीवनात योग्य उपयोग करून घेण्यासाठी शहाणपण (wisdom) आवश्यक आहे.

मानवाचे काय किंवा कोणत्याही सजीवाचे काय, जन्म झाल्यापासून शिक्षण सुरू होते. परंतु ते शिक्षण आवश्यक गोष्टींचे ज्ञान मिळवणे एवढेच मर्यादित असते. थोडक्यात सांगायचे तर जिवंत राहण्यासाठी जे आवश्यक आहे तेच आत्मसात केले जाते. त्यामुळे आपण ज्याला शिक्षण म्हणतो ते हे नव्हे. याला जिवंत किंवा सुरक्षित राहण्यासाठी आत्मसात करावे लागते ते ज्ञान म्हणता येईल. जसे जन्मलेल्या बाळाचे दूध पिणे, भूक लागली किंवा थंडी वाजली, अस्वस्थता आली तर रडणे याला शिक्षणाची व्याख्या लागू पडत नाही. योग्यरीत्या किंवा एका विशिष्ट पद्धतीने ठरावीक साच्यात मुले थोडी मोठी झाल्यावर जे चालू होते ते शिक्षण! शिक्षण गुरूकडून शिष्याला मिळते अशी परंपरा आहे. पुरातनकाळी शिष्य गुरूच्या आश्रमात राहत असत आणि तेथे त्यांना वेगवेगळ्या विषयांचे शिक्षण मिळत असे. कदाचित पुढे लोकसंख्या वाढू लागल्यावर शिष्यांची संख्याही वाढली असणार. त्यातूनच मुलांना एकत्र जमवून शिकवणे हा पर्याय उदयास आला असावा. याचे पर्यवसान म्हणजेच पुढे उदयास आलेली शाळा ही संकल्पना. पूर्वीच्या काळात म्हणजे आमच्या लहानपणी शिक्षणपद्धतीच्या विकासाची प्रक्रिया चालू होती. पुष्कळ खेडेगावांत शाळा नव्हत्या. मुलांच्या शिक्षणाची काही व्यवस्था नव्हती. आता शिक्षणपद्धती विकसित झाली आहे असे म्हणायला हरकत नाही. काळानुसार आणि आवश्यकतेनुसार त्यामध्ये बदल किंवा सुधारणा होत राहणे अपरिहार्य आहे.

सर्वसामान्यपणे सध्या मुलांचे वय ३ वर्षे झाले की त्याला बालवाडीमध्ये (Nursery) प्रवेश घेतला जातो. त्यानंतर शिशू १ (Jr KG) आणि शिशू २ (Sr KG). म्हणजे मुले पहिलीमध्ये जातात तेव्हा ६ वर्षांची असतात. ६० ते ७० वर्षांपूर्वी अशा प्रकारे वयाच्या अटी नव्हत्या आणि ३ वर्षांची मुले शाळेतही जात नव्हती. वेगवेगळ्या देशांमध्ये या पद्धतीत थोडेफार फरक असणे साहजिकच आहे. यानंतर मुलांचे ठरवून दिलेल्या पद्धतीने, ठरावीक साच्यात शिक्षण सुरू होत असते. या वयात सर्वच विषयांची तोंडओळख व्हायला सुरुवात होते. त्यानंतर वेगवेगळे विषय हाताळले जातात. त्यामुळे प्रत्येक विषयासाठी त्या विषयातील जाणकार शिक्षक असणे गरजेचे असते. हे शिक्षक पुस्तकांच्या आधारे किंवा शिक्षकांच्या मदतीने त्यांनी स्वतः मिळवलेले ज्ञान विद्यार्थांना देत असतात. विद्यार्थ्यांनी किती ज्ञान आत्मसात केले आहे हे जाणून घेण्यासाठी परिक्षा घेणे आवश्यक ठरते. त्यातूनच परिक्षापद्धती उदयास आली. त्यानुसार परिक्षा घेतल्या जातात. सध्या १० वी SSC हे शालेय शिक्षणाचे शेवटचे वर्ष, पूर्वी ते ११वी SSC होते. त्यानंतर मुलांना स्वतःच्या किंवा आईवडिलांच्या इच्छेप्रमाणे पदवीधर होण्यासाठी शिक्षण घेता येते. सर्वच विद्यार्थी पदवीधर होत नाहीत. नोकरी, धंद्याच्या उद्देशाने आवश्यकतेनुसार आवडीच्या विषयात जास्त ज्ञान मिळवण्याचे पर्याय शोधले जातात. परंतु इथे मोठी समस्या निर्माण होते. पाहिजे असलेल्या अभ्यासक्रमासाठी प्रवेश मिळवणे सोपे नसते. त्यासाठी चढाओढीला तोंड द्यावे लागते. येथे परीक्षापद्धती उपयोगी ठरते. त्यामुळे विद्यार्थ्यांना जास्तीत जास्त गुण मिळवण्याशिवाय पर्याय नसतो. याचा

वाईट परिणाम असा होतो की विषय समजून घेण्यासाठी विद्यार्थ्यांकडे वेळच नसतो. पर्यायी अभ्यासक्रम पुरा झाला तरी विषयांचे सखोल ज्ञान मिळत नाही. अगदीच मिळत नाही असे नाही परंतु जास्त खोलात शिरून अभ्यास करायला मुलांकडे वेळच नसतो. त्यामुळे काय तर प्रश्नांची उत्तरे पाठ करण्याची सवय लागते. पदवी मिळते, शिक्षण म्हणजे ठरावीक अभ्यासक्रम पूर्ण झालेला असतो. हे अभ्यासक्रम पूर्ण करताना इतरही बऱ्याच वागण्या-बोलण्याच्या पद्धती, पाहिजे असलेले ज्ञान मिळवण्यासाठी कोणत्या पद्धतींचा अवलंब करावा इत्यादी पुष्कळ शिक्षण मिळालेले असते. शाळेत मुलांना शिस्त लागते. निदान शिस्त आणि तिचे महत्त्व मुलांना कळावे आणि कळत असेल अशी अपेक्षा असते. याच कारणास्तव शिक्षण आवश्यक आहे. शालेय शिक्षण सर्व मुलांना सारखेच दिले जाते. प्रत्येक शिक्षक आपआपल्या विषयांचा ठरवीत अभ्यासक्रम पूर्ण करत असतात. त्यासाठी पुस्तके नेमून दिलेली असतात. प्रत्येक विद्यार्थ्यांची आत्मसात करण्याची क्षमता कमी जास्त असते. ती प्रत्येकाच्या बुद्धिमत्तेच्या बळावर अवलंबून असते. सगळ्याच विषयांचे ज्ञान आत्मसात करणे मुलांना शक्यही नसते. परंतु निदान शालेय शिक्षणामध्ये तरी सर्व विषयांचा अभ्यास करावाच लागतो. मुलांना अभ्यासाचे दडपण न येता अभ्यासाची गोडी उत्पन्न होणे गरजेचे आहे. येथे शिक्षकांवर फार मोठी जबाबदारी असते. शिक्षणाची आवड निर्माण होणे हे विद्यार्थ्यांबरोबर शिक्षकांवरही अवलंबून असते. सगळेच विषय सर्व विद्यार्थ्यांना आवडतात असे नाही परंतु प्राथमिक शिक्षणातून आपल्याला काय आवडते आहे हे मुलांना समजले पाहिजे.

पुढे विश्वविद्यालयात जाणारी मुले मोठी असतात. त्यांना त्यांच्या आवडीनिवडी समजलेल्या असतात. तरीही ठरवून दिलेला अभ्यासक्रमच पुरा करावा लागतो. अशा शिक्षणाचा एक फायदासुद्धा आहे. सर्वांगीण ज्ञान मिळते. परीक्षापद्धतीमुळे विद्यार्थ्यांनी मिळालेले ज्ञान आणि ज्ञान आत्मसात करण्याची क्षमता समजते. किती प्रमाणात आत्मसात केले आहे याचा आढावा घेतला जातो. त्याप्रमाणे मुलांना प्रमाणपत्र, पदवी, पदविका दिली जाते. याचा उपयोग विद्यार्थ्यांना स्वतःचा विकास करण्यासाठी, नोकरी मिळवण्यासाठी किंवा व्यवसाय करण्यासाठी होतो. शिक्षणामुळे आपण पुढे काय करू शकतो, काय करायला आवडेल, हे ठरवणे सोपे जाते. सगळ्याच विषयांची तोंडओळख झालेली असते. शिक्षण नसेल तर माणूस अंधारात चाचपडत राहील. शिक्षणामुळे आवडत्या विषयात सखोल ज्ञान मिळवणे सोपे होईल.

थोडक्यात सांगायचे झाले तर

शिक्षण हे शाळा, कॉलेज, कोर्स, पुस्तके आणि शिक्षक यांच्याकडून मिळते. या ठिकाणी काय मिळते तर माहिती, पदवी, पदविका किंवा सर्टिफिकेट मिळते. उदाहरणार्थ : कसे लिहावे कसे वाचावे यापासून, औषधे कशी बनवावी, शेती कशी करावी इत्यादी कोणत्याही विषयावर माहिती मिळते. जास्त चांगली नोकरी किंवा जास्त शिक्षणासाठी परदेशगमन इत्यादी मिळवण्यासाठी, गुण मिळवण्यासाठी चढाओढ चालू होते. सध्याच्या परीक्षापद्धतीत पाठांतर उपयोगी पडते. त्यामुळे विद्यार्थ्यांचा कल विषय समजून घेण्याऐवजी प्रश्नोत्तरे पाठ करण्याकडे आहे असे दिसते. त्यामुळे येथे बुद्धिमत्तेचा कस लागत नाही. म्हणजेच असे शिक्षण घेण्यासाठी सामान्य बुद्धिमत्ता पुरते.

ज्ञान

ज्ञान म्हणजे माणूस आणि आजूबाजूला असलेली परिस्थिती यांच्या सहयोगाने मिळालेली माहिती. योग्य ज्ञान मिळवण्यासाठी शिक्षणाची जोड असेल तर मदत होते. हे ज्ञान प्राप्त करण्यामध्ये बुद्धिमत्तेचा कस लागतो. शाळा, कॉलेजमध्ये घेतलेल्या शिक्षणाचा ज्ञान मिळवण्यासाठी उपयोग होतो. कोणत्याही विषयामध्ये सखोल ज्ञान प्राप्त करणे अत्यंत महत्त्वाचे असते. सखोल ज्ञान असेल तर कामामध्ये संशोधनामध्ये, व्यावसायिक किंवा व्यवहारात निर्णय घेण्याची पात्रता विद्यार्थ्यांमध्ये येते.

ज्ञान कसेही, कुठूनही मिळवले तरी ते महत्त्वाचे असतेच. मग ते नियमाला धरून केलेले काम असो किंवा नियमांचा विचारच न करता केलेले काम असो. ज्ञान हे ज्ञान असते आणि ज्ञानाचा उपयोग रोजच्या जीवनात पदोपदी होत असतो. कोणताही निर्णय घेताना त्या त्या विषयातले ज्ञान असणे गरजेचे आहे. नाही तर निर्णय घेणे नुसते कठीणच नाही तर ते निर्णय चुकीचे होण्याची भीती असते. ज्ञान हे तीन प्रकारचे असते. बुद्धिपेक्षाही ज्ञान जास्त महत्त्वाचे आहे. हिंदू धर्माचा धर्मग्रंथ भगवद्गीता तीतही हेच सांगितले आहे की मनापेक्षा बुद्धी श्रेष्ठ आणि बुद्धीपेक्षा ज्ञान श्रेष्ठ. ज्ञान हे पुढील तीन प्रकारचे असते

१. सैद्धांतिक (theoretical) : पूर्वी घडलेल्या वाचनात आलेल्या किंवा कोणाच्या अनुभवातून तयार झालेल्या नियमांनुसार काय आणि कसे होऊ शकेल याबद्दलचा अंदाज किंवा ज्ञान म्हणजे सैद्धांतिक ज्ञान.

२. प्रात्यक्षिक किंवा व्यवहारिक (practical) : स्वतः किंवा दुसऱ्या कोणीही प्रत्यक्ष केलेल्या कामातून मिळवलेले ज्ञान. नुसते पुस्तके वाचून नियमानुसार बऱ्याचवेळा अंदाज बांधून मिळवलेले पुस्तकी ज्ञान नाही.

३. प्रायोगिक (experimental) : स्वतः केलेल्या कामातून किंवा दुसऱ्याच्या कामाचे निरीक्षण करताना मिळवलेले ज्ञान.

थोडक्यात सांगायचे तर

ज्ञान म्हणजे अनुभव, निरीक्षण, चिंतन, घडलेल्या चूका यावरून संयम, विवेक, कुठे काय वापरायचे याची जाणीव होणे. असे ज्ञान मिळवण्यासाठी तल्लख बुद्धिमत्तेची आवश्यकता आहे. बुद्धिमान व्यक्ती कोणतीही गोष्ट चटकन आत्मसात करू शकते. विचाराअंती आपले ज्ञान कुठे आणि कसे वापरावे हेही ठरवू शकते यालाच शहाणपण म्हणतात. अशा प्रकारे मिळवलेले ज्ञान आणि शिक्षण हे एकमेकांना पूरक असतात. नुसते पूरक नाही तर मानवी जीवन समृद्ध बनण्यासाठी आवश्यक असलेले आधारस्तंभ आहेत. ज्ञानाशिवाय शिक्षण आणि शिक्षणाशिवाय ज्ञान दोन्हीही अधुरे आहेत. तरीही शिक्षण आणि ज्ञान यामध्ये फरक आहे.

तक्ता १. शिक्षण आणि ज्ञान यातील फरक

	शिक्षण	ज्ञान
१.	घेता येते	कमवावे लागते
२.	पदवी मिळते	विद्वान बनवते
३.	ज्ञानाशिवाय पदवी म्हणजे एक कागद	शिक्षणाशिवाय ज्ञान मिळते

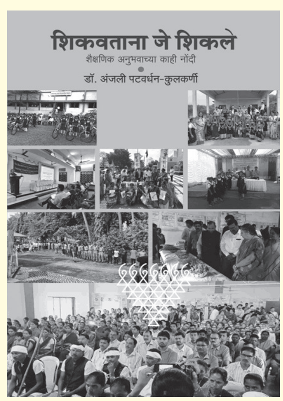
बुद्धिमत्ता आणि शहाणपण

शिक्षणाच्या मदतीने किंवा मदतीशिवाय ज्ञानाचा योग्य उपयोग करणे हे बुद्धिमत्ता (intelligence) आणि शहाणपण (wisdom) यावर अवलंबून असते. अर्थात बुद्धिमत्ता ही मानवाला मिळालेली नैसर्गिक देणगी आहे. तिचा जेवढा जास्त वापर होईल तेवढी ती जास्त तल्लख बनते. बुद्धिमत्तेला शहाणपणाची जोड असेल तर ती योग्य वेळी योग्य कारणासाठी वापरली जाते. शिक्षण आणि ज्ञान दोन्ही मिळवण्यासाठी बुद्धीची गरज आहे. कोणत्याही विषयात, क्षेत्रात आचार-विचार, राहणीमान, आसपासची परिस्थिती या सर्व बाबतीत जुळवून घेण्यासाठी आणि स्वतःच्या विकासासाठी ज्ञानाची आणि ते मिळवण्यासाठी बुद्धीची गरज आहे. म्हणूनच शिक्षणापेक्षासुद्धा ज्ञान मिळवण्यासाठी बुद्धीची गरज जास्त आहे. परंतु सध्याच्या परीक्षापद्धतीत बुद्धीपेक्षा पाठांतरावर भर दिला जात आहे. बुद्धीचे नुसते मोजमापच नाही तर तिची जातही मोजता येते. बुद्धीची जात म्हणजे सर्वसामान्य, भाषाविषय, विज्ञान, गणित, जीवशास्त्र, वगैरे विषयांसाठी कोणत्या विषयात बुद्धिमत्ता आहे हे जाणून घेता येते. यासाठी परीक्षा घेऊन बुद्ध्यांक (intelligence quotient IQ) काढता येतो. या IQच्या आधारे विद्यार्थ्यांची ज्ञानार्जनाची कुवत ठरवता येऊ शकते. परंतु तसे होत नाही आणि त्यांनी मिळवलेल्या गुणांवरून कुवत ठरते. ही फार मोठी अडचण आहे. परंतु त्यावर उपाय काय?

तसे पाहायला गेले तर शिक्षण आणि ज्ञान दोन्ही मानवाची वाढ आणि विकासाचा पाया आहेत किंवा आधारस्तंभ आहेत. दोन्हींचे महत्त्व अनन्यसाधारण आहे. या व्यतिरिक्त आणखी दोन गोष्टी महत्त्वाच्या आहेत आणि त्या म्हणजे बुद्धिमत्ता आणि शहाणपण! बुद्धिमत्तेला जर शहाणपणाची जोड नसेल तर ती योग्य प्रकारे कामी येत नाही. या चढाओढीच्या युगात शिक्षण म्हणजे भरमसाट गुण मिळवणे, पदवी मिळवणे एवढेच महत्त्वाचे वाटते आहे. त्या त्या विषयाचे ज्ञान त्रोटकच असते. अर्थात सगळेच विद्यार्थी असे नसतात. परंतु गुण मिळवणे जरुरीचे असल्यामुळे फक्त पाठांतर केले जाते. सखोल अभ्यास करून ज्ञान मिळवायला वेळच नसतो. यात वाईट गोष्ट एवढीच आहे की येथे बुद्धीचा कस लागत नाही. त्याहीपेक्षा महत्त्वाची गोष्ट ही आहे की सर्वच विषयामध्ये संशोधन चालू आहे आणि त्यामुळे मोठ्या प्रमाणात माहिती गोळा होत आहे. नेमून दिलेल्या अभ्यासक्रमात वाढ होते. याचा परिणाम म्हणून अभ्यासाला वेळ पुरणे कठीण! याला उपाय काय?

– वसुधा जोशी
josudha47@gmail.com

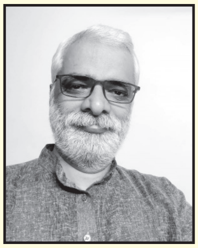
ग्रंथाली



शिकवताना जे शिकले

अंजली पटवर्धन-कुलकर्णी

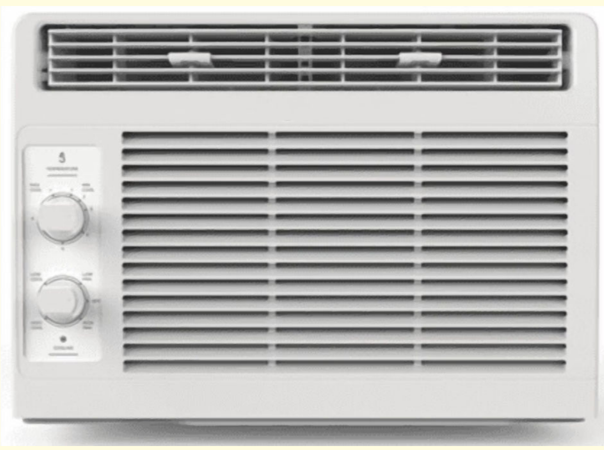
मूल्य : २०० रुपये । सवलतीत : १२० रुपये



वातानुकूलन यंत्राच्या दुरुस्तीतील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - भाग १

डॉ. जयंत वसंत जोशी

वातानुकूलनाचे यंत्र ही अनेक वैज्ञानिक तत्त्वे आणि आधुनिक तंत्रज्ञान यांचा संगम असलेली प्रणाली आहे. संपिडक (कॉम्प्रेसर), संघनन यंत्र (कंडेन्सर), नि:सारण यंत्रणा (एक्स्पॅन्शन डिव्हाइस), बाष्पीभवन आणि प्रशीतक (रेफ्रिजरंट) यांच्या परस्परसंवादामुळे शीतकरणाची प्रक्रिया पूर्ण होते. त्याचबरोबर पंखे, मोटार, फिल्टर, सेन्सर, थर्मोस्टॅट, छापील विद्युत मंडळ (पीसीबी) आणि ड्रेनेज प्रणाली यांची भूमिकादेखील तितकीच महत्त्वाची आहे.



वातानुकूलनयंत्राचे बाह्य कवच

वातानुकूलनाच्या दुरुस्तीमध्ये उष्मागतिकीचे (थर्मोडायनॅमिक्स) ज्ञान बिघाड समजून घेण्यासाठी, विद्युतशास्त्राचे ज्ञान विद्युतसमस्या शोधण्यासाठी आणि इलेक्ट्रॉनिक्सचे ज्ञान आधुनिक नियंत्रणप्रणाली तपासण्यासाठी उपयोगी पडते. डिजिटल मोजमाप साधनांमुळे निदान व दुरुस्तीची प्रक्रिया अधिक अचूक होत आहे.

भविष्यात ऊर्जा कार्यक्षमता, पर्यावरणपूरक रेफ्रिजरंट, इन्व्हर्टर तंत्रज्ञान, कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि पूर्वानुमानित देखभाल यांचा वातानुकूलन क्षेत्रावर अधिक प्रभाव पडणार आहे. त्यामुळे वातानुकूलनतंत्रज्ञाची भूमिका पारंपरिक दुरुस्ती करणाऱ्या व्यक्तीपासून वैज्ञानिक दृष्टिकोन असलेल्या तांत्रिक व्यावसायिकाकडे विकसित होत आहे. वातानुकूलनयंत्राच्या दुरुस्तीचे विज्ञान हे केवळ खराब भाग शोधून बदलण्यापुरते मर्यादित नाही. त्यामध्ये उष्णता, दाब, ऊर्जा, विद्युत प्रवाह, द्रव्यांचे गुणधर्म, इलेक्ट्रॉनिक नियंत्रण आणि पर्यावरणीय जबाबदारी यांचा एकत्रित अभ्यास आहे. योग्य वैज्ञानिक ज्ञान, आधुनिक तंत्रज्ञान, सुरक्षित कार्यपद्धती आणि नियमित देखभाल यांच्या साहाय्याने वातानुकूलनप्रणाली अधिक सुरक्षित, टिकाऊ, ऊर्जा-कार्यक्षम आणि पर्यावरणपूरक बनवता येते.

आधुनिक जीवनशैलीमध्ये वातानुकूलनाची यंत्रणा हे केवळ आरामाचे साधन राहिलेले नाही, तर कार्यालये, रुग्णालये, उद्योग, हॉटेले, शैक्षणिक संस्था, संगणक केंद्रे आणि घरगुती वापरासाठी आवश्यक उपकरण बनले आहे. बाहेरील वातावरणातील तापमान, आर्द्रता आणि हवेची गुणवत्ता यांचा मानवी आरोग्य, कार्यक्षमता आणि उपकरणांच्या कार्यक्षमतेवर मोठा परिणाम होतो. त्यामुळे योग्य तापमान आणि आर्द्रता राखण्यासाठी वातानुकूलनप्रणाली महत्त्वाची भूमिका बजावते.

वातानुकूलनयंत्र ही यांत्रिक, विद्युत, इलेक्ट्रॉनिक आणि उष्मागतिकीय तत्त्वांवर आधारित एक गुंतागुंतीची प्रणाली आहे. या यंत्रात रेफ्रिजरंट, कॉम्प्रेसर, कंडेन्सर, एक्स्पॅन्शन डिव्हाइस, बाष्पीभवन, पंखे, फिल्टर, थर्मोस्टॅट, सेन्सर, नियंत्रण मंडळ, मोटार आणि ड्रेनेजव्यवस्था अशा अनेक घटकांचा समावेश असतो. यांपैकी एखाद्या घटकात बिघाड झाला तर संपूर्ण यंत्रणेच्या कार्यक्षमतेवर त्याचा परिणाम होऊ शकतो.

वातानुकूलनयंत्राची दुरुस्ती म्हणजे केवळ खराब भाग बदलणे नव्हे. बिघाडाचे मूळ कारण शोधणे, प्रणालीच्या कार्याचे वैज्ञानिक विश्लेषण करणे, योग्य मोजमाप करणे, सुरक्षित पद्धतीने दुरुस्ती करणे आणि दुरुस्तीनंतर प्रणालीची कार्यक्षमता तपासणे या सर्व प्रक्रियांचा त्यात समावेश होतो. म्हणूनच वातानुकूलनयंत्राच्या दुरुस्तीच्या क्षेत्रात विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचे ज्ञान अत्यंत आवश्यक आहे.

वातानुकूलनातील संपिडनयंत्र

वातानुकूलनाचे मूलभूत विज्ञान

वातानुकूलनप्रणालीचे मूलभूत तत्त्व उष्णता एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी हलवणे हे आहे. वातानुकूलनयंत्र खोलीतील उष्णता बाहेर काढते आणि तुलनेने थंड हवा खोलीत सोडते. या प्रक्रियेत उष्णता निर्माण केली जात नाही किंवा नष्ट केली जात नाही; ती एका भागातून दुसऱ्या भागात हस्तांतरित केली जाते.

ही प्रक्रिया प्रशीतन चक्रावर आधारित असते. सामान्यतः या चक्रात संपिडन, संक्षेपण, अपसारण व बाष्पीभवन असे चार प्रमुख टप्पे असतात: 'प्रशीतनक' नावाचा विशेष द्रव किंवा वायू या चक्रामध्ये फिरत असतो. त्याचे दाब आणि तापमान बदलून त्याचा उपयोग उष्णता शोषून घेण्यासाठी आणि बाहेर टाकण्यासाठी केला जातो.

उष्मागतिकीच्या दृष्टीने वातानुकूलनाच्या कार्यक्षमतेचा अभ्यास करताना तापमान, दाब, उष्णता, ऊर्जा आणि प्रशीतनकाच्या अवस्थेतील बदल यांचा विचार केला जातो. दुरुस्ती करणाऱ्या तंत्रज्ञाला या मूलभूत संकल्पना समजणे आवश्यक आहे, कारण केवळ लक्षण पाहून भाग बदलल्यास समस्या पुन्हा निर्माण होऊ शकते.

संपिडनकाचे विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

संपिडनक हा वातानुकूलनयंत्रणेतील अत्यंत महत्त्वाचा घटक आहे. त्याला प्रशीतन चक्राचे हृदय असे म्हटले जाते. बाष्पीभवनमधून कमी दाबाचा रेफ्रिजरंट वायू कॉम्प्रेसरमध्ये प्रवेश करतो. कॉम्प्रेसर त्या वायूचा दाब वाढवतो आणि त्याचे तापमानही वाढते. त्यानंतर हा उच्च दाबाचा वायू कंडेन्सरकडे पाठवला जातो.

कॉम्प्रेसरचे विविध प्रकार आढळतात. रेसिप्रोकेटिंग, रोटरी, स्क्रोल आणि इन्व्हर्टर कॉम्प्रेसर हे त्यातील प्रमुख प्रकार आहेत. आधुनिक घरगुती वातानुकूलनमध्ये इन्व्हर्टर तंत्रज्ञानाचा वापर मोठ्या प्रमाणात केला जातो.

कॉम्प्रेसरच्या दुरुस्तीमध्ये विद्युतप्रवाह, मोटारीचे प्रतिरोध, टर्मिनल, इन्सुलेशन, ऑपरेटिंग करंट आणि प्रणालीतील दाब यांची तपासणी केली जाते. कॉम्प्रेसर गरम होणे, आवाज करणे, सुरू न होणे किंवा वारंवार बंद होणे यामागे अनेक कारणे असू शकतात. कमी रेफ्रिजरंट, जास्त दाब, खराब कॅपॅसिटर, विद्युतपुरवठ्यातील समस्या किंवा यांत्रिक घर्षण यामुळे कॉम्प्रेसरवर अतिरिक्त भार येऊ शकतो.

कॉम्प्रेसर बदलताना योग्य क्षमतेचा आणि संबंधित रेफ्रिजरंटसाठी योग्य मॉडेलचा वापर करणे अत्यावश्यक आहे. चुकीचा कॉम्प्रेसर वापरल्यास ऊर्जा वापर वाढू शकतो आणि संपूर्ण प्रणाली खराब होऊ शकते.

कंडेन्सरचे कार्य

कंडेन्सर हा बाहेरील युनिटमध्ये असलेला उष्णता–विनिमय करणारा घटक आहे. कॉम्प्रेसरमधून आलेला उच्च दाबाचा आणि उच्च तापमानाचा रेफ्रिजरंट वायू कंडेन्सरमध्ये प्रवेश करतो. बाहेरील हवा त्यातील उष्णता शोषून घेते आणि रेफ्रिजरंट वायूचे द्रवात रूपांतर होते.

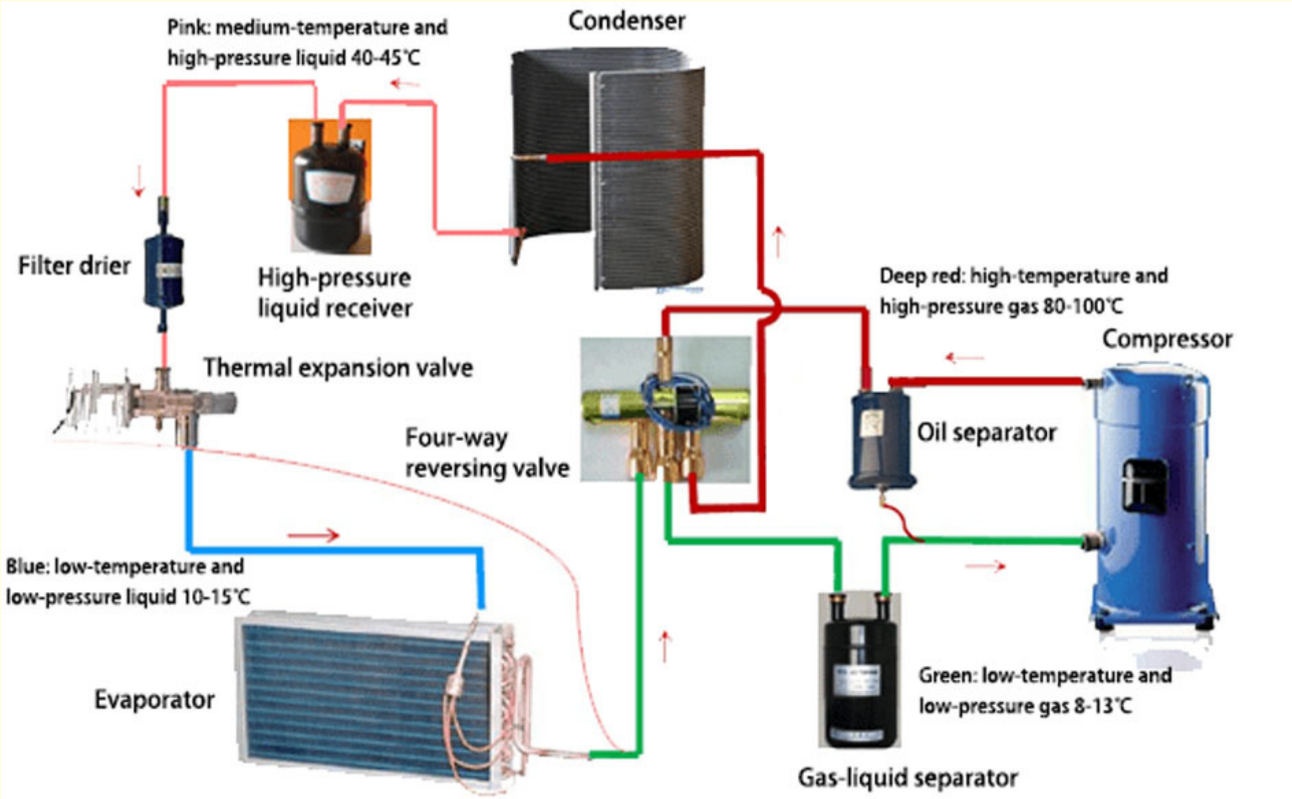
कंडेन्सरच्या पृष्ठभागावर धूळ, माती किंवा इतर कचरा जमा झाल्यास उष्णता बाहेर टाकण्याची क्षमता कमी होते. त्यामुळे प्रणालीचा दाब वाढतो, कॉम्प्रेसरवर भार येतो आणि वातानुकूलनची कार्यक्षमता कमी होते.

कंडेन्सरची दुरुस्ती करताना कॉइलची स्वच्छता, पंख्याची गती, मोटारीची स्थिती, फिनची अवस्था आणि रेफ्रिजरंट सर्किटमध्ये गळती आहे का याची तपासणी केली जाते. वाकलेले फिन योग्य साधनाने शक्य तितके सरळ करणे आवश्यक असते.

एक्स्पॅन्शन डिव्हाइस

कंडेन्सरमधून उच्च दाबाचे द्रवरूप रेफ्रिजरंट एक्स्पॅन्शन डिव्हाइसकडे जाते. येथे रेफ्रिजरंटचा दाब अचानक कमी केला जातो. दाब कमी झाल्यामुळे त्याचे तापमानही कमी होते आणि ते बाष्पीभवनमध्ये प्रवेश करण्यासाठी योग्य स्थितीत येते.

कॅपिलरी ट्यूब, थर्मोस्टॅटिक एक्स्पॅन्शन व्हॉल्व्ह आणि इलेक्ट्रॉनिक एक्स्पॅन्शन व्हॉल्व्ह ही काही उदाहरणे आहेत.



वातानुकूलनयंत्रणेतील विविध घटक

या घटकात अडथळा निर्माण झाल्यास रेफ्रिजरंटचा प्रवाह कमी होऊ शकतो. परिणामी बाष्पीभवनला पुरेसा रेफ्रिजरंट मिळत नाही आणि शीतकरण कमी होते. त्यामुळे दुरुस्ती करताना केवळ गॅस कमी आहे असे गृहीत न धरता संपूर्ण रेफ्रिजरेशन सर्किटचे वैज्ञानिक निदान करणे आवश्यक आहे.

बाष्पीभवनयंत्रणेचे कार्य

बाष्पीभवनयंत्र हा इनडोअर युनिटमधील प्रमुख उष्णता–विनिमय घटक आहे. एक्स्पॅन्शन डिव्हाइसपासून कमी दाबाचे आणि कमी तापमानाचे रेफ्रिजरंट बाष्पीभवनमध्ये येते. खोलीतील उबदार हवा बाष्पीभवनच्या कॉइलमधून वाहते. रेफ्रिजरंट त्या हवेतील उष्णता शोषून घेते आणि बाष्पीभवन होते. याच प्रक्रियेमुळे खोलीतील हवा थंड होते.

बाष्पीभवनवर धूळ साचल्यास हवेचा प्रवाह कमी होतो आणि उष्णता–विनिमयाची कार्यक्षमता घटते. काही परिस्थितीत कॉइलवर बर्फ साचू शकतो. त्यामागे कमी हवेचा प्रवाह, फिल्टरची घाण, रेफ्रिजरंटशी संबंधित समस्या किंवा इतर तांत्रिक कारणे असू शकतात.

बाष्पीभवनची स्वच्छता, ड्रेनेज व्यवस्था आणि फॅनची कार्यक्षमता तपासणे ही नियमित देखभालीची महत्त्वाची कामे आहेत.

रेफ्रिजरंटचे विज्ञान

रेफ्रिजरंट हा वातानुकूलनच्या कार्याचा अत्यंत महत्त्वाचा भाग आहे. त्याला कमी तापमानात बाष्पीभवन आणि तुलनेने उच्च तापमानात संघनन करण्यास सक्षम असणे आवश्यक असते. विविध पिढ्यांमध्ये वेगवेगळ्या रेफ्रिजरंटचा वापर झाला आहे.

आधुनिक वातानुकूलनयंत्रणेत पर्यावरणीय परिणाम कमी करणाऱ्या रेफ्रिजरंटचा वापर वाढत आहे. काही रेफ्रिजरंटच्या पर्यावरणीय परिणामांमुळे जुन्या पदार्थांऐवजी तुलनेने कमी पर्यावरणीय परिणाम असलेल्या पर्यायांकडे उद्योग वळला आहे.

दुरुस्ती करताना यंत्राच्या उत्पादकाने निर्दिष्ट केलेला रेफ्रिजरंटच वापरला पाहिजे. वेगवेगळे रेफ्रिजरंट मनमानीपणे मिसळणे किंवा चुकीचा रेफ्रिजरंट भरणे धोकादायक ठरू

शकते. रेफ्रिजरंट हाताळताना संबंधित सुरक्षा नियम, उपकरणे आणि योग्य प्रशिक्षण आवश्यक आहे.

रेफ्रिजरंट कमी असल्याचे दिसल्यास केवळ पुन्हा भरून समस्या सोडवणे योग्य नाही. गळतीचे कारण शोधणे आणि आवश्यक दुरुस्ती करणे महत्त्वाचे आहे.

रेफ्रिजरंटगळतीचे निदान

वातानुकूलनमध्ये गळती ही सामान्य परंतु गंभीर समस्या आहे. गळती झाल्यास प्रणालीमध्ये रेफ्रिजरंटचे प्रमाण कमी होते आणि शीतकरण क्षमता घटते. कॉइल, जोडणी, पाइपिंग, व्हॉल्व्ह किंवा इतर कनेक्शनमधून गळती होऊ शकते.

गळती शोधण्यासाठी विविध पद्धती वापरल्या जातात. साबणाच्या द्रावणाद्वारे प्राथमिक तपासणी, इलेक्ट्रॉनिक लीक डिटेक्टर आणि प्रशिक्षित तंत्रज्ञांकडून वापरल्या जाणाऱ्या इतर पद्धती यांचा उपयोग केला जातो.

गळती सापडल्यावर योग्य पद्धतीने दुरुस्ती करून प्रणालीची अखंडता तपासली जाते. त्यानंतर आवश्यक प्रक्रिया पूर्ण करून योग्य प्रमाणात रेफ्रिजरंट चार्ज केले जाते. ही कामे प्रशिक्षित व्यक्तींनी आणि योग्य उपकरणांसह करणे आवश्यक आहे.

फिल्टर आणि हवेची गुणवत्ता

इनडोअर युनिटमधील फिल्टरचा मुख्य उद्देश हवेत असलेली धूळ आणि काही कण अडवणे हा आहे. फिल्टर घाण झाल्यास हवेचा प्रवाह कमी होतो. त्यामुळे वातानुकूलनला समान शीतकरण देण्यासाठी अधिक वेळ काम करावे लागू शकते.

फिल्टरची नियमित स्वच्छता ही साधी पण अत्यंत प्रभावी देखभाल प्रक्रिया आहे. काही आधुनिक वातानुकूलनमध्ये अतिरिक्त फिल्ट्रेशन, आयनीकरण किंवा हवा शुद्धीकरणाशी संबंधित तंत्रज्ञान आढळते.

मात्र कोणतीही हवा शुद्धीकरणप्रणाली ही योग्य वायु-वीजन, स्वच्छता आणि नियमित देखभालीचा पूर्ण पर्याय नाही.

पंखे आणि ब्लोअर मोटार

इनडोअर आणि आउटडोअर युनिटमध्ये हवा फिरवण्यासाठी पंखे वापरले जातात. इनडोअर ब्लोअर खोलीतील हवा बाष्पीभवनवरून फिरवतो, तर आउटडोअर फॅन कंडेन्सरमधून हवा खेळवतो.

पंख्याचा वेग कमी होणे, असामान्य आवाज, कंपन किंवा मोटार गरम होणे यांसारख्या समस्या आढळल्यास मोटार, बेअरिंग, वायरिंग, नियंत्रण प्रणाली आणि पंख्याचे ब्लेड तपासले जातात.

इन्व्हर्टर वातानुकूलनमध्ये फॅन मोटारचे नियंत्रण इलेक्ट्रॉनिक पद्धतीने होऊ शकते. त्यामुळे पारंपरिक मोटारपेक्षा निदानाची प्रक्रिया अधिक तांत्रिक असू शकते.

विद्युतप्रणाली

वातानुकूलनयंत्रणेतील विद्युतप्रणालीमध्ये वीजपुरवठा, वायरिंग, स्विचिंग घटक, कॅपॅसिटर, मोटार, रिले, संरक्षण यंत्रणा आणि इलेक्ट्रॉनिक नियंत्रण मंडळ यांचा समावेश होतो.

विद्युत बिघाड शोधताना व्होल्टेज, करंट, प्रतिरोध आणि सातत्य यांचे मोजमाप केले जाते. योग्य मापन उपकरणांचा वापर केल्याने बिघाडाचे कारण शोधणे सोपे होते.

वातानुकूलनची दुरुस्ती करताना विद्युतसुरक्षा अत्यंत महत्त्वाची आहे. वीजपुरवठा बंद करून आणि योग्य सुरक्षा प्रक्रिया पाळूनच विद्युत घटकांवर काम केले पाहिजे. कॅपॅसिटरमध्ये विद्युत ऊर्जा साठलेली असू शकते, त्यामुळे त्याची हाताळणी काळजीपूर्वक करणे आवश्यक आहे.

कॅपॅसिटरचे तंत्रज्ञान

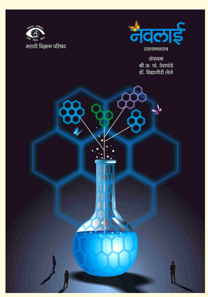
काही पारंपरिक वातानुकूलनप्रणालींमध्ये मोटार सुरू करण्यासाठी आणि योग्यरीत्या चालवण्यासाठी कॅपॅसिटर वापरले जातात. कॅपॅसिटरमध्ये दोष निर्माण झाल्यास मोटार सुरू न होणे, हमिंग आवाज येणे किंवा मोटारीच्या कार्यक्षमतेत घट होणे अशी लक्षणे दिसू शकतात.

कॅपॅसिटरची तपासणी त्याच्या निर्दिष्ट विद्युत क्षमतेनुसार केली जाते. बदल करताना योग्य प्रकार आणि योग्य रेटिंग असलेला घटक वापरणे महत्त्वाचे आहे.

(माहिती व छायाचित्र माहितीजालावरून साभार)

– डॉ. जयंत वसंत जोशी
jvjoshi2002@yahoo.com

ग्रंथाली



भाग २ प्रसिद्ध झाला

नवलाई भाग २

संपादक : बाळ फोंडके, अ.पां. देशपांडे

मूल्य : ६०० रुपये । सवलतीत : ३६० रुपये

भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य...

डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी

मनुष्य! परमेश्वराची निर्मिती एक अद्भुत! त्याचं शरीर, त्या शरीरामध्ये अविरतपणे चालू असलेले सगळे व्यवहार... खरोखरी अद्वितीय! पण नुसतं शरीर म्हणजे मनुष्य, असं थोडंच आहे? आजिबात नाही! मनुष्याची खरी ओळख आहे ती त्याच्या मनामुळे, त्याच्या बुद्धीमुळे, त्याच्या भावनांमुळे!

भावनांच्या दुनियेत सफर करताना आपण आपल्या स्वतःच्या भावनांचा प्रवास केला. त्यांना ओळखायचं कसं? त्यांचे परिणाम काय होतात? आणि त्यांना हाताळायचं कसं? याचा ऊहापोह केला, पण खरा प्रश्न केव्हा उपस्थित होतो, जेव्हा दुसऱ्या व्यक्तीशी संबंध येतो तेव्हा! दुसऱ्या व्यक्तीबरोबर व्यवहार करताना संवाद ही अत्यंत आवश्यक बाब असते. आणि तो निर्माण करण्यासाठी आणि टिकवण्यासाठी त्या व्यक्तीच्या भावनांना समजून घेणं, त्याच्या भावनांना योग्य पद्धतीनं हाताळणं... प्रतिसाद देणं ही महत्त्वाची पायरी असते. संवादाच्या तारा जुळल्या, सुसंवाद निर्माण झाला की मनं जुळली म्हणतो आपण! आणि अशी नाती आनंद देणारी, दीर्घकाळ टिकणारी असतात; सकारात्मकता देणारी असतात!

संवाद कसा घडतो? जिथे एक व्यक्ती बोलते आणि दुसरी, समोरची ऐकते... परंतु या दोन्हीत जास्त महत्त्वाचं काय? तसं पाहिलं तर दोन्हीही... कारण बोललंच नाही तर ऐकणार कसं? पण मेख इथेच आहे. समोरच्या व्यक्तीच्या भावना समजून घेण्यासाठी त्याला ऐकणं खूपच महत्त्वाचं. इंग्रजीमध्ये यासाठी दोन वेगवेगळे शब्द आहेत. Hearing आणि Listening! काय फरक आहे बरं दोन्हीमध्ये?

थोडंसं आत्मपरीक्षण केलं तर असं लक्षात येतं की आपण नेहमी किंवा बऱ्याच वेळा Hearingच करत असतो. कानावर जे, जसं पडतंय तसंच्या तसं स्वीकारणं आणि अगदी त्वरित त्यावर प्रतिक्रिया (प्रतिसाद नाही हं!) देणं. पूर्णपणे तांत्रिक, मेकॅनिकल! भावनांचा सहभाग? ...जवळजवळ नाहीच; आणि असेलच तर पूर्वग्रहदूषित किंवा Judgemental! प्रतिक्रिया ही कायमच पूर्वानुभवावरून दिली जाते. हो ना?

याचा परिणाम काय असेल? निर्मिती कशाची होईल? सुसंवाद की विसंवाद? कोणत्या प्रकारच्या भावना निर्माण होतील? सुखदायी की त्रासदायक? आणि सगळ्यात महत्त्वाचं... आरोग्यावर काय परिणाम?

दुसऱ्या प्रकारात - Listening मध्ये काय घडतं बरं? हेपण 'ऐकणं'च! पण इथे संवाद करणाऱ्या व्यक्तीचं पूर्ण लक्ष बोलणाऱ्याकडे आहे, बोलणाऱ्याच्या शब्दांकडे आहे. नुसते शब्दच नाही, तर शब्द उच्चारण्याची पद्धत, आवाजाचे चढउतार, आवाजाची पट्टी या सगळ्या गोष्टी टिपल्या जात आहेत. एवढंच नाही, तर बोलणाऱ्याच्या चेहऱ्यावरचे हावभाव, हातवारे, डोळ्यांतले भाव या सगळ्याच गोष्टींची जाणीव ऐकणारी व्यक्ती करून घेते आहे. इथे प्रत्युत्तर देण्याची गडबड अजिबात केली जात नाहीये; तर शब्दांच्या पलीकडे जाऊन बोलणाऱ्याच्या मनाचा, त्यातल्या भावना शोधण्याचा प्रयत्न केला जात आहे. समोरच्याचं बोलणं पूर्णपणे ऐकून घेतलं जात आहे. बोलणाऱ्याची साखळी न तोडता, ऐकणारी व्यक्ती आपल्या देहबोलीतून स्वतःचा सहभाग दाखवून देत आहे. आणि बोलणं पूर्ण झाल्यावर ऐकणारी व्यक्ती प्रत्युत्तर देते आहे; ते कसं? तर बोलणाऱ्याचे शब्द आणि त्यामागच्या भावना यांचा विचार करून! हा नक्कीच प्रतिसाद आहे, प्रतिक्रिया नाही.

इथे सुसंवाद निर्माण होण्याची शक्यता जवळजवळ १००%! मनं जुळण्याची, नातेसंबंध दृढ होण्याची शक्यता

तशीच! योग्य सल्ला, मार्गदर्शन मिळण्याची शक्यताही भरपूर! अडचण एकच, Hearing ही अगदी सहज, विनासायास, नकळत होणारी घटना आहे. प्रतिक्षिप्त क्रिया म्हटलं तरी चालेल. Listening मात्र आपले प्रयत्न आणि आपली सजगता वापरून करावं लागतं. हे एक शिकता येण्यासारखं आणि शिकून घ्यावं असे कौशल्य आहे.

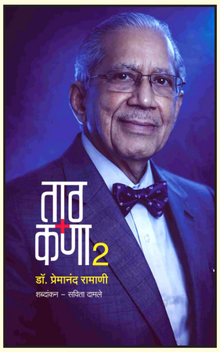
म्हणजे काय? तर समोरच्या व्यक्तीच्या भावना समजून घेण्यासाठी आपली ज्ञानेंद्रियं पूर्णपणे जागृत ठेवली पाहिजेत. शब्दांच्या पलीकडे डोकावून पाहण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे. या अवलोकनानंतर आपल्या मनात त्या अनुषंगानं प्रत्युत्तरादाखल काही विचार, भावना निर्माण होणारच! हे विचार, या भावना आणि आपली सारासार विवेकबुद्धी यांच्या मंथनातून जे निघेल, तो अगदी योग्य प्रतिसाद असेल. हा प्रतिसाद संवाद साधणाऱ्यांचा समन्वय साधणारा, समाधान देणारा आणि नातेसंबंध दृढतेकडे नेणारा असेल.

आपणदेखील हे कौशल्य आत्मसात करूया... नक्कीच!

– डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी
manjushree1205@gmail.com

ग्रंथाली

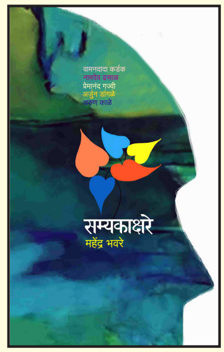
'ताठ कणा' आत्मकथनाचा पुढील भाग



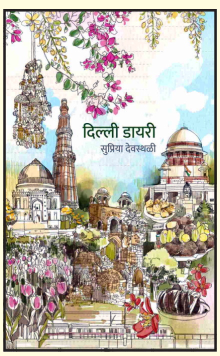
ताठ कणा २
डॉ. पी. एस. रामाणी
मूल्य : ४०० रुपये
सवलतीत : २४० रुपये

यश म्हणजे काय? भाग ३ प्रसिद्ध झाला

यश म्हणजे काय?
शिल्पा जितेंद्र खेर
मूल्य : ६०० रुपये
सवलतीत : ३६० रुपये



सम्यकाक्षरे
महेंद्र भवरे
मूल्य : ३५० रुपये
सवलतीत : २१० रुपये



दिल्ली डायरी
सुप्रिया देवस्थळी
मूल्य : ३०० रुपये
सवलतीत : १८० रुपये

लोकरंगनायक
प्रकाश खांडगे
मूल्य : ३५० रुपये
सवलतीत : २१० रुपये

काजळकाठ
(कवितासंग्रह)
यामिनी दळवी
मूल्य : २०० रुपये

अध्ययन, परीक्षा आणि मूल्यमापन

शर्वरी कुडतरकर

आमच्या लहानपणी ऑक्टोबर आणि मार्च हे महिने फार उष्ण असायचे - हवामानाच्या दृष्टीनेच नव्हे, तर सहामाही आणि वार्षिक परीक्षांच्या तयारीच्या दृष्टीनेही! सगळा दिनक्रमच बदलून जायचा. खेळणे कमी, अभ्यास वाढायचा. रेडिओ-टीव्हीपासून थोडे दूर राहायचे, मित्रांबरोबरच्या गप्पा कमी व्हायच्या आणि घरात एक वेगळेच परीक्षामय वातावरण निर्माण व्हायचे.

आज काळ बदलला, शिक्षणपद्धती बदलली, अभ्यासक्रम बदलले; पण परीक्षांचे महत्त्व मात्र अजूनही मोठ्या प्रमाणात तसेच आहे.

आपल्या शिक्षणपद्धतीत परीक्षा हा एक अविभाज्य घटक आहे. परीक्षा म्हटली की प्रश्नपत्रिका, उत्तरपत्रिका, गुण, निकाल आणि त्या आधारे विद्यार्थ्यांच्या बौद्धिक क्षमतेचा अंदाज-असे एक साधे समीकरण आपल्या मनात तयार झाले आहे. लेखी परीक्षेबरोबर तोंडी, प्रात्यक्षिक आणि प्रकल्पाधारित परीक्षा घेतल्या जात असल्या तरी त्यांचे प्रमाण अजूनही तुलनेने कमी आहे.

एक मूलभूत प्रश्न आपण स्वतःला विचारायला हवा-

परीक्षेत मिळालेले गुण म्हणजे विद्यार्थी आहे का?

नक्कीच नाही!

एकदा प्राध्यापकांच्या कक्षात सहज गप्पा सुरू असताना एक शिक्षिका म्हणाल्या,

'अहो, वाटलं नव्हतं हा विद्यार्थी एवढा हुशार असेल! पेपर फार छान लिहिलाय त्यानं.'

त्यावर दुसरे एक शिक्षक लगेच म्हणाले,

'अहो, त्या मुलीनं तर सांस्कृतिक कार्यक्रमात एवढा पुढाकार घेऊन सगळी कामं केली. सगळे व्यवस्थापन तिनं केलं. पण तिचा पेपर बघा काय लिहिलंय तेच वाचता येत नाही! ही मुलगी पास होईल की नाही याचीच शंका आहे.'

त्यांचे बोलणे ऐकताना माझ्या मनात एक विचार आला-

खरंच का, गुणपत्रिकेवर दिसणारे गुण म्हणजे ती मुले?

पुन्हा विचार केला आणि उत्तर मिळाले-नाही!

गुणपत्रिका त्यांच्या क्षमतेचा केवळ एक छोटासा भाग सांगते. कदाचित त्यांच्या व्यक्तिमत्त्वाचा सर्वांत महत्त्वाचा भाग तर ती अजिबात सांगत नाही.

कारण वर्षभरात त्या मुलांनी कितीतरी गोष्टी केलेल्या असतात.

कोणी उत्तम वक्ता असतो, कोणी सुंदर गातो. एखादा हुबेहूब नक्कल करतो, तर एखादा अप्रतिम चित्रकार असतो. एक जण छान लिहितो, तर दुसरा वाचनात पारंगत असतो. कोणी शाळा सुटताच मैदानावर पोहोचतो, तर कोणी प्रयोगशाळेत रमतो. कोणी इतर मुलांना अभ्यास समजावून सांगतो, तर कोणी एखाद्या कार्यक्रमाची संपूर्ण जबाबदारी स्वतःच्या खांद्यावर घेतो.

कोणी नेतृत्व करतो, कोणी शांतपणे इतरांना सहकार्य करतो.

आणि क्वचितच एखादा सर्वगुणसंपन्न विद्यार्थी आपल्या परीने सगळेच उत्तम करत असतो.

मग या सर्व गुणांचे काय?

व्यक्तिमत्त्वविकास हा परीक्षेच्या दिवशी सुरू होत नाही. तो मुलाच्या शालेय जीवनाच्या पहिल्या दिवसापासून सुरू झालेला असतो.

विद्यार्थी वर्षभर शिकत असतो, अनुभव घेत असतो, चुका करत असतो, त्या सुधारत असतो, प्रश्न विचारत असतो, मित्र बनवत असतो, स्पर्धा करत असतो, कधी जिंकत असतो तर कधी हरत असतो. या संपूर्ण प्रवासातून त्याचे व्यक्तिमत्त्व घडत असते.

परंतु मूल्यमापनाची वेळ येते तेव्हा त्यातील मोठा भाग एका तीन तासांच्या लेखी परीक्षेत सामावून घेण्याचा प्रयत्न केला जातो.

हे कितपत योग्य आहे?

परीक्षा आणि शिक्षण यांचे नाते

परीक्षा आवश्यक नाहीत असे म्हणणे योग्य ठरणार नाही. परीक्षा विद्यार्थ्याला त्याचे ज्ञान कितपत आत्मसात झाले आहे हे तपासण्याची संधी देतात. शिक्षकाला आपल्या अध्यापनाचा परिणाम समजतो आणि शिक्षणव्यवस्थेलाही काही प्रमाणात विद्यार्थ्यांच्या प्रगतीचा अंदाज घेता येतो.

परंतु प्रश्न परीक्षेच्या अस्तित्वाचा नाही; प्रश्न आहे परीक्षेला दिलेल्या अवास्तव महत्त्वाचा.

अर्ध्याहून अधिक मुलांना परीक्षांची भीती वाटते. कारण घरात पालक आणि शाळेत शिक्षक अनेकदा विद्यार्थ्याकडे त्याच्या गुणांच्या चष्म्यातून पाहतात.

किती मार्क मिळाले?

हा प्रश्न इतका महत्त्वाचा होतो की–

काय नवीन शिकलास?

काय समजले?

कुठला प्रश्न पडला?

तुला काय आवडले?

तू कुठे सुधारलास?

तुला कुठे अडचण आली?

हे प्रश्न मागे पडतात.

मग आपण नकळत शिक्षणाला गुणांमध्ये आणि विद्यार्थ्याला क्रमांकामध्ये रूपांतरित करतो.

मात्र शिक्षणाचा खरा उद्देश काय?

ज्ञान मिळवणे, ते समजून घेणे, दैनंदिन व्यवहारात त्याचा उपयोग करणे, प्रश्न विचारणे, उत्तरांचा शोध घेणे, तर्कशुद्ध विचार करणे, निर्णय घेणे, समस्या सोडवणे, अपयशातून शिकणे, इतरांना समजून घेणे, योग्य-अयोग्य यातील फरक ओळखणे, स्वतःचे मत मांडणे आणि गरज पडल्यास स्वतःचे मत बदलण्याची बौद्धिक प्रामाणिकता ठेवणे–हे सर्व शिक्षणाचे भाग आहेत.

यातील किती गोष्टी तीन तासांच्या प्रश्नपत्रिकेत मोजता येतात?

मोजमाप आणि मूल्यमापन

इथे एक महत्त्वाचा फरक लक्षात घ्यायला हवा–

Measurement म्हणजे मोजमाप; Assessment म्हणजे मूल्यमापन.

गुण मिळवणे हे मोजमाप आहे. परंतु त्या गुणांमागील शिकण्याची प्रक्रिया, समज, कौशल्य, प्रगती, जिज्ञासा, सर्जनशीलता आणि व्यक्तिमत्त्व समजून घेणे म्हणजे मूल्यमापन.

विद्यार्थ्याचे खरे मूल्यमापन म्हणजे त्याने अर्जित केलेले ज्ञान, त्याचे आकलन, कौशल्ये, सृजनशीलता, वृत्ती, सहभाग, सामाजिक वर्तन आणि कालानुसार झालेली प्रगती – या सर्वांचे विविध पद्धतींनी परीक्षण करणे.

वर्षाच्या शेवटी घेतलेल्या एका लेखी परीक्षेतून हे सर्व कसे काय साध्य होईल?

अरे! हे तर मला येत होतं!

परीक्षा संपल्यानंतर उत्तरपत्रिका जमा करून बाहेर पडलेली मुले अनेकदा म्हणतात–

अरे यार! हे उत्तर तर मला येत होतं!

परीक्षेच्या त्या ठरावीक वेळेत ते आठवले नाही. त्यामुळे त्या प्रश्नाला शून्य गुण.

इथे, त्या विद्यार्थ्याला ते ज्ञान नव्हते की त्या क्षणी ते ज्ञान आठवले नाही?

हा फरक महत्त्वाचा आहे.

परीक्षेचा ताण, वेळेचे बंधन, भीती, झोपेची कमतरता, मानसिक दबाव किंवा पाठांतराची कमी क्षमता यामुळे एखादा विद्यार्थी त्याच्या प्रत्यक्ष क्षमतेपेक्षा कमी कामगिरी करू शकतो.

म्हणून प्रश्न असा आहे–

आपण विद्यार्थ्याचे ज्ञान मोजत आहोत की विशिष्ट क्षणी त्याची उत्तर लिहिण्याची क्षमता?

दोन्ही एकच बाब नाही.

म्हणूनच विद्यार्थ्याला काय आठवते याबरोबरच तो मिळवलेल्या ज्ञानाचा उपयोग कसा करतो हे जाणून घेणे अधिक महत्त्वाचे आहे.

प्रत्येक मुलाची एक वेगळी गोष्ट असते

एकाच वर्गात बसणाऱ्या सर्व विद्यार्थ्यांची सुरुवात एकाच ठिकाणाहून होत नाही.

एखाद्या मुलाला घरी स्वतंत्र अभ्यासाची खोली असते. दुसरे मूल छोट्याशा घरात अनेक भावंडांबरोबर अभ्यास करत असते. कोणाला पालकांचे शैक्षणिक मार्गदर्शन मिळते, तर कोणाला ते शक्य नसते. कोणाकडे पुस्तके, संगणक आणि इंटरनेट असते; कोणाकडे यांपैकी काहीही नसते.

मग सर्व मुलांकडून समान परिणामाची अपेक्षा करणे कितपत न्याय्य आहे?

समान संधी आणि समान परिणाम या दोन वेगळ्या गोष्टी आहेत.

म्हणून मूल्यमापन करताना विद्यार्थ्याची पार्श्वभूमी, उपलब्ध संधी, त्याने केलेली मेहनत आणि त्याची वैयक्तिक

प्रगती यांचाही विचार व्हायला हवा.

एखाद्या विद्यार्थ्याला ६० वरून ७५ गुण मिळणे आणि दुसऱ्याला ९० वरून ९२ मिळणे-दोघांचे गुण वेगवेगळे असले तरी प्रगतीचे स्वरूप वेगळ्या पद्धतीने पाहावे लागेल.

म्हणूनच विद्यार्थ्याचा खरा प्रतिस्पर्धी दुसरा विद्यार्थी नसून कालचा स्वतःचा विद्यार्थी असायला हवा.

प्रत्येक विद्यार्थ्याची स्वतःची उंची

एकाच हाताची पाचही बोटे सारखी नसतात. त्यांची लांबी, आकार आणि काम वेगवेगळे असते. परंतु हाताची कार्यक्षमता त्या सर्वांच्या एकत्रित सहभागातून निर्माण होते.

विद्यार्थ्यांबाबतही हेच आहे.

सगळ्यांना गणितात उत्तम असायलाच हवे, सगळ्यांनी उत्तम इंग्रजी लिहिलेच पाहिजे किंवा सगळ्यांनी एकाच पद्धतीने यशस्वी झाले पाहिजे, अशी अपेक्षा का?

कुणाची ताकद भाषेत असेल, कुणाची विज्ञानात, कुणाची कलेत, कुणाची क्रीडेत, कुणाची नेतृत्वात, कुणाची तांत्रिक कौशल्यात, तर कुणाची लोकांशी संवाद साधण्यात.

शिक्षणाचे काम प्रत्येकाला एकाच साच्यात बसवणे नसून प्रत्येकातील वेगळेपण ओळखून त्याला विकसित होण्याची संधी देणे हे असायला हवे.

Bloom's Taxonomy आणि Rubrics

आधुनिक शिक्षणपद्धतीत प्रश्नपत्रिका तयार करताना Bloom's Taxonomy यासारख्या चौकटींचा उपयोग केला जातो. ज्ञान, आकलन, अनुप्रयोग, विश्लेषण, मूल्यमापन आणि सर्जनशीलता अशा विविध स्तरांचा विचार केला जातो.

Rubrics मुळे मूल्यमापन अधिक वस्तुनिष्ठ आणि पारदर्शक करण्याचा प्रयत्न होतो. विषयाची समज, माहिती, नावीन्य, विश्लेषण, सादरीकरण, निष्कर्ष, उदाहरणे, संदर्भ इत्यादींसाठी स्वतंत्र निकष ठरवले जातात.

ही निश्चितच चांगली पावले आहेत.

परंतु येथेही एक धोका आहे.

जे मोजता येते तेच महत्त्वाचे आहे, अशी मानसिकता निर्माण होऊ नये.

कारण विद्यार्थ्याची जिज्ञासा, त्याची संवेदनशीलता, अपयशानंतर पुन्हा उभे राहण्याची क्षमता, प्रश्न विचारण्याचे धैर्य, दुसऱ्याला मदत करण्याची वृत्ती, नेतृत्व, नैतिक निर्णयक्षमता किंवा एखाद्या समस्येकडे वेगळ्या नजरेने पाहण्याची क्षमता, यांना नेमके किती गुण द्यायचे?

दहा पैकी दोन?

पाच?

की शून्य?

काही महत्त्वाच्या मानवी गुणांना गुण देणेच कदाचित त्यांचे अवमूल्यन ठरेल.

म्हणून Rubrics आवश्यक आहेत; परंतु Rubrics ही साधने आहेत, विद्यार्थ्यांची अंतिम सत्यपत्रिका नव्हेत.

एक अनुभव

एकदा एका लेखी परीक्षेनंतर काही उत्तरपत्रिका तपासण्यासाठी माझ्याकडे आल्या होत्या.

एका विद्यार्थ्याने अत्यंत प्रभावीपणे उत्तरे लिहिली होती. सुंदर आकृत्या, व्यवस्थित मांडणी आणि जवळजवळ पाठ्यपुस्तकातील भाषेसारखी उत्तरे.

दुसऱ्या उत्तरपत्रिकेत मात्र पुस्तकी भाषा नव्हती. विद्यार्थ्याने त्याला जसे समजले होते तसे स्वतःच्या शब्दांत उत्तरे लिहिली होती.

फरक स्पष्ट होता.

पहिल्या विद्यार्थ्याने बहुधा पाठांतर केले होते.

दुसऱ्याने विषय समजून घेऊन स्वतःच्या भाषेत मांडला होता.

मला मात्र दुसऱ्या विद्यार्थ्याचे अधिक कौतुक वाटले.

दोन्ही विद्यार्थी माझ्या परिचयातील होते. पहिल्या विद्यार्थ्याची वर्गातील उपस्थिती अत्यंत कमी होती; दुसरा विद्यार्थी प्रत्येक तासिकेला उपस्थित राहत असे, प्रात्यक्षिकांच्या पूर्वतयारीला हजर असे आणि प्रयोग काळजीपूर्वक करत असे.

अशा वेळी गुण देताना खरा प्रश्न उभा राहतो-

आपण काय मोजणार?

फक्त अंतिम उत्तर?

की त्या उत्तरामागची संपूर्ण शिकण्याची प्रक्रिया?

कितीही Rubrics लावले तरी काही गोष्टी त्यातून सुटतात.

कारण विद्यार्थी हा प्रश्नपत्रिकेपेक्षा मोठा असतो.

Portfolio का असू नये?

विद्यार्थ्याच्या एका दिवसातील कामगिरीपेक्षा वर्षभराचा प्रवास अधिक महत्त्वाचा असेल तर त्याची Learning Portfolio का असू नये?

त्यात त्याचे प्रकल्प, प्रयोग, चित्रे, लेख, भाषणे,

उपक्रमांतील सहभाग, समस्या सोडवण्याचे प्रयत्न, केलेल्या चुका, सुधारित कामे, शिक्षकांचे निरीक्षण आणि स्वतःचे आत्मपरीक्षण असू शकते.

यातून विद्यार्थ्याच्या विकासाचा एक जिवंत दस्तऐवज तयार होऊ शकतो.

आजच्या डिजिटल युगात तर हे अधिक सहज शक्य आहे.

गुणपत्रिका सांगते–

तुला किती गुण मिळाले.

Portfolio सांगू शकते–

तू वर्षभरात कुठून कुठे आलास.

हा फरक अत्यंत महत्त्वाचा आहे.

शिक्षकाची भूमिका बदलायला हवी.

अशा व्यवस्थेत शिक्षकाची भूमिका केवळ परीक्षकाची राहणार नाही.

तो निरीक्षक असेल, मार्गदर्शक असेल, सल्लागार असेल आणि सर्वांत महत्त्वाचे म्हणजे विद्यार्थ्याच्या विकासाचा सहप्रवासी असेल.

विद्यार्थ्याच्या चुका दाखवणे आवश्यक आहे; त्यापेक्षा महत्त्वाचे म्हणजे–

ही चूक पुढच्या वेळी कशी टाळता येईल हे त्याला समजावून सांगणे.

चूक ही अपयशाची खूण नसून शिकण्याची संधी आहे, अशी संस्कृती निर्माण करणे हे शिक्षणाचे मोठे उद्दिष्ट असायला हवे.

Self-assessment – स्वतःचे मूल्यमापन

विद्यार्थ्याने शिक्षकाकडून सतत मूल्यमापन करून घेण्याऐवजी स्वतःचे मूल्यमापन करायला शिकणे ही शिक्षणातील पुढची महत्त्वाची पायरी आहे.

मला काय येते?

मला काय येत नाही?

मी कुठे चांगले केले?

कुठे चूक झाली?

माझी चूक का झाली?

पुढच्या वेळी मी काय वेगळे करणार?

हे प्रश्न स्वतःला विचारण्याची सवय लागली तर विद्यार्थी आयुष्यभर शिकणारा बनतो.

आणि कदाचित आयुष्यभर शिकत राहण्याची क्षमता ही कोणत्याही परीक्षेतील गुणांपेक्षा मोठी उपलब्धी आहे.

Peer assessment आणि सहकार्य

विद्यार्थ्यांनी एकमेकांच्या कामाचे मूल्यमापन करणेही शिकायला हवे. यातून केवळ विषयाचे ज्ञान वाढत नाही, तर दुसऱ्याचे मत ऐकणे, सकारात्मक अभिप्राय देणे, स्वतःच्या कामाकडे बाहेरून पाहणे आणि सहकार्याची भावना विकसित होते.

जीवनात आपण नेहमी परीक्षेच्या प्रश्नपत्रिकेसमोर बसणार नाही.

आपल्याला लोकांबरोबर काम करावे लागेल.

मतभेद हाताळावे लागतील.

संघात निर्णय घ्यावे लागतील.

समस्या सोडवाव्या लागतील.

म्हणून collaboration हीसुद्धा एक शैक्षणिक क्षमता आहे.

AIच्या युगातील परीक्षा

आज कृत्रिम बुद्धिमत्ता विद्यार्थ्यांसमोर ज्ञानाचे प्रचंड विश्व उघडून ठेवत आहे. एखाद्या प्रश्नाचे उत्तर मिळवणे आता पूर्वीइतके अवघड राहिलेले नाही.

मग भविष्यात प्रश्न असा नसावा–

तुला उत्तर माहीत आहे का?

तर प्रश्न असा असायला हवा–

मिळालेल्या माहितीची सत्यता तू कशी तपासशील?

दोन विरोधी मतांमधून योग्य निष्कर्ष कसा काढशील?

तू स्वतःचा प्रश्न कसा तयार करशील?

दिलेल्या माहितीचा नवीन परिस्थितीत उपयोग कसा करशील?

तू एखाद्या समस्येवर स्वतःची कल्पना मांडू शकतोस का?

म्हणजेच भविष्यातील शिक्षणात information recall पेक्षा critical thinking, creativity, judgement आणि problem-solving अधिक महत्त्वाचे ठरणार आहेत.

त्यामुळे परीक्षेचे स्वरूपही बदलणे अपरिहार्य आहे.

परीक्षा भयाची नसून अभिप्रायाची असावी

परीक्षेचा निकाल विद्यार्थ्याला घाबरवणारा अंतिम निर्णय नसून पुढील प्रवासासाठीचा अभिप्राय असायला हवा.

तू इथे चुकलास एवढेच सांगण्यापेक्षा–

इथे तू चांगले केलेस आणि इथे सुधारण्याची संधी आहे असे सांगणारे मूल्यमापन अधिक उपयुक्त ठरेल.

Assessment should not merely judge learning; it should improve learning.

ही भूमिका स्वीकारली तर परीक्षेकडे पाहण्याचा संपूर्ण दृष्टिकोन बदलू शकतो.

शेवटी प्रश्न गुणांचा नाही, दृष्टीचा आहे

गुणपत्रिका विद्यार्थ्याच्या शैक्षणिक प्रवासाचा एक छोटासा भाग दाखवते.

मात्र त्या प्रवासात निर्माण झालेल्या त्याच्या जिज्ञासेची खोली, सतत भरारी घेणाऱ्या मनाच्या कल्पनाशक्तीची उंची, अपयशातून पुन्हा उभे राहण्याची ताकद, प्रश्न विचारण्याचे धैर्य, दुसऱ्याला समजून घेण्याची संवेदनशीलता, स्वतःचे मत मांडण्याची क्षमता आणि गरज पडल्यास ते मत बदलण्याची बौद्धिक प्रामाणिकता, हे कोणत्या गुणपत्रिकेत दिसणार?

विद्यार्थ्याला शाळेतून बाहेर पडताना केवळ मला किती गुण मिळाले? एवढेच माहीत असणे पुरेसे नाही.

त्याला हेही माहीत असायला हवे–

मला काय येते?

मला काय शिकायचे आहे?

मी कसा विचार करतो?

मी चुकलो तर पुन्हा कसा प्रयत्न करणार?

आणि सर्वांत महत्त्वाचे–

गेल्या वर्षीच्या माझ्यापेक्षा या वर्षीचा मी किती पुढे आलो?

स्वतःच स्वतःचा प्रतिस्पर्धी बनून उत्तरोत्तर प्रगती करण्याची वृत्ती निर्माण झाली, तर शिक्षणाचा खरा हेतू साध्य झाला असे म्हणता येईल.

कारण शेवटी शिक्षण म्हणजे केवळ परीक्षा पास होणे नव्हे.

शिक्षण म्हणजे जीवन समजून घेण्याची आणि जीवनाला अर्थपूर्ण बनवण्याची क्षमता विकसित करणे.

आणि म्हणूनच कदाचित आपल्याला एक नवा प्रश्न विचारण्याची वेळ आली आहे–

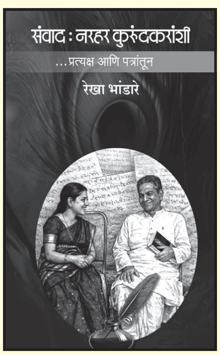
आपण मुलांचे मूल्यमापन करत आहोत की त्यांच्या भविष्यातील शक्यतांचे?

उत्तर दुसरे असेल, तर आपली मूल्यमापन पद्धतीही त्या शक्यतांना ओळखणारी, वाढवणारी आणि प्रोत्साहन देणारी असली पाहिजे.

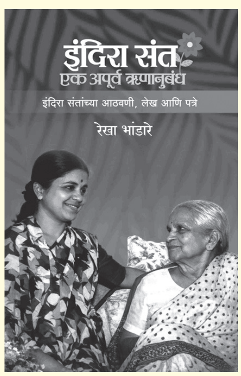
गुणपत्रिका विद्यार्थ्याच्या हातातील एक कागद असावा; त्याच्या कपाळावरचा शिक्का नव्हे.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

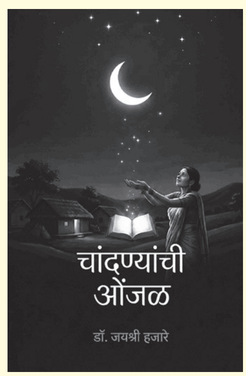
ग्रंथाली



संवाद
नरहर कुरुंदकरांशी
रेखा भांडारे
मूल्य : २५० रुपये
सवलतीत : १५० रुपये



इंदिरा संत
रेखा भांडारे
मूल्य : २५० रुपये
सवलतीत : १५० रुपये



चांदण्याची ओंजळ
जयश्री हजारे
मूल्य : ३०० रुपये
सवलतीत : १८० रुपये

स्वादुपिंडाचा मधुमेहाशी संबंध?

डॉ. स्वाती बापट

पाश्चिमात्य देशांमधे मधुमेह या आजाराविषयी पूर्वापार काय-काय ज्ञान उपलब्ध झाले होते व ते पुढे मध्ययुगीन काळामध्ये कसेकसे विकसित होत गेले ते आपण लेखमालेच्या मागील महिन्याच्या लेखामधे बघितले. पौर्वात्य आणि पाश्चिमात्य देशांमधील वैद्यकीय तज्ज्ञांना मधुमेहाची लक्षणे कळलेली असली तरी, शरीरातील कुठल्या अवयवामध्ये बिघाड झाल्यामुळे मधुमेह होतो याची कल्पना त्यांना आलेली नव्हती. त्यामुळेच, मधुमेहावर सुयोग्य उपचार तोपर्यंत विकसित होऊ शकले नव्हते. इ.स. दुसऱ्या शतकापासून पंधराव्या शतकापर्यंत मधुमेहाला डायबेटिस या नावानेच संबोधित केले जात होते. 'डायबेटिस मेलिटस' असे त्याचे नामकरण तोपर्यंत झालेले नव्हते. डायबेटिस मेलिटस हे नामकरण कसे झाले, कोणी केले हे या लेखामध्ये आपण बघणार आहोत. तसेच डायबेटिस मेलिटस हा आजार Pancreas किंवा स्वादुपिंडातील दोषामुळे होतो या निष्कर्षापर्यंत पाश्चिमात्य देशामधील शास्त्रज्ञ कसे पोहोचू शकले, हेदेखील जाणून घेणार आहोत. मधुमेहावरील आधुनिक वैद्यकीय उपचारांची दिशा ठरवण्यासाठी आज अतिशय उपयुक्त ठरणाऱ्या, रक्त आणि लघवीच्या तपासण्या, म्हणजेच बायोकेमिस्ट्री टेस्ट कशा विकसित होत गेल्या, हेही आपण या लेखात समजून घेणार आहोत.

पाश्चात्त्य देशांमध्ये मधुमेहाच्या इतिहासातील आधुनिक युगाची सुरुवात १६७५ मध्ये लंडन येथील फिजिशियन असलेल्या थॉमस विलीस (१६२१-१६७५) याने केली. मधुमेही रुग्णांच्या लघवीतील गोडव्याबाबत भाष्य करणारा तो पहिलाच पाश्चात्त्य तज्ज्ञ ठरला. विलीसने निःसंदिग्धपणे सांगितले की मधुमेहींची लघवी अतिशय गोड असते, जणू काही त्यात मध किंवा साखर मिसळली आहे. विलिसने अनेक मधुमेहींची लघवी चाखून बघून हा निष्कर्ष काढला होता, असे सांगितले जाते. या रोगाचे वर्णन करण्यासाठी त्याने ग्रीक 'डायबिटीज' या शब्दाला 'मेलिटस' हा लॅटिन शब्द जोडला. 'मेलिटस'चा शब्दशः अर्थ 'मधासारखा गोड' असा होतो. अर्थात, जागतिक वैद्यकीय इतिहास पाहता, मधुमेहींची लघवी गोड असते, हे थॉमस विलीसचे सांगणे म्हणजे एकप्रकारे पुनर्शोधच म्हणावा लागेल. याचे कारण असे, की भारतामधील आयुर्वेदाचार्य आणि शल्यचिकित्सक सुश्रूत यांनी पूर्वीच म्हणजे सातव्या इसवी शतकामध्ये तो शोध लावलेला होता आणि या आजाराचे 'मधुमेह' असे नामकरणही केलेले होते. परंतु, मधुमेह झालेल्या रुग्णांचे मूत्र मधासारखे गोड का असते, याचे स्पष्टीकरण जसे आचार्य सुश्रूत देऊ शकले नव्हते तसेच प्रोफेसर थॉमस विलीसदेखील देऊ शकले नाहीत. या मूत्रामध्ये साखर असू शकते, असेही त्यांना सांगता आले नाही.

सतराव्या शतकाच्या अंतापर्यंत, पाश्चिमात्य देशांमधील वैद्यकीय तज्ज्ञांचा असा पक्का समज होता, की किडणीमध्ये बिघाड झाल्यामुळे मधुमेह होतो. मधुमेह आणि स्वादुपिंडाच्या कार्याचा काही संबंध असण्याबाबत पाश्चिमात्य वैद्यकीय तज्ज्ञांना काहीही माहिती तोपर्यंत मिळालेली नव्हती. प्रोफेसर थॉमस विलीस आणि इतर पाश्चात्त्य वैद्यकीय तज्ज्ञांनी मधुमेहासाठी सुचवलेले उपचारही अतिशय चित्र-विचित्र आणि दिशाहीन होते. म्हणूनच, त्यावेळचे वैद्यकीय तज्ज्ञ मधुमेह बरा करण्यात यशस्वी झाले नव्हते. थोडक्यात सांगायचे तर सतराव्या शतकापर्यंत, शरीरातील कुठल्या अवयवांमधे बिघाड झाल्यामुळे मधुमेह होतो? मधुमेहींचे मूत्र गोड का असते? मधुमेहावर रामबाण उपाय काय? याबाबत भारत-चीन-जपान इत्यादी देशांप्रमाणेच पाश्चात्त्य देशांमधेही संपूर्ण अज्ञानच होते.

मधुमेहींचे मूत्र गोड का असते? याचे स्पष्टीकरण थॉमस विलीस देऊ शकले नाहीत. परंतु थॉमस विलीसनंतर जवळपास १०० वर्षांनंतर, लिव्हरपूलचे दुसरे इंग्लिश फिजिशियन, मॅथ्यू डॉब्सन (१७३२- १७८४) यांनी ते स्पष्टीकरण दिले. त्यांनी मधुमेही रुग्णांची लघवी उकळून

पूर्णपणे आटवून घेतली. उष्णतेमुळे लघवीतील पाण्याचे बाष्पीभवन झाल्यानंतर स्फटिकासारखा एक पदार्थ, किंवा पांढरट पूड खाली राहिली. त्या पदार्थाची चव साखरेसारखी आहे, हे त्यांनी दाखवून दिले. मॅथ्यू डॉब्सन यांनी आपले सर्व प्रयोग आणि त्यातून निघालेले निष्कर्ष 'एक्सपेरिमेंट्स अँड ऑब्झर्वेशन्स ऑन दि युरिन इन डायबेटिक्स' (१७७६) या नावाने प्रकाशित केले. डॉब्सनने मधुमेहींचे रक्तही चाखून बघितले. मधुमेहींचे रक्तही चवीला गोड आहे असे त्यांनी सांगितले. तसेच, या रुग्णांचे रक्त चवीला गोड असल्यामुळे मधुमेह हा किडणीतील दोषामुळे होणारा आजार असू शकत नाही, असा युक्तिवादही त्यांनी केला. दुर्दैवाने, त्यांच्या प्रयोगांकडे आणि त्यातून निघालेल्या निष्कर्षांकडे व त्यावर आधारित युक्तिवादाकडे त्याकाळी कोणीही फारसे लक्ष दिले नाही आणि त्याला महत्त्वही मिळाले नाही.

थॉमस विलीसने या आजाराचे 'डायबेटिस मेलिटस' असे नामकरण केल्यानंतर सुमारे १०४ वर्षांनी, म्हणजे इसवी सन १७७९ मध्ये, इटलीमधील पाव्हिया विद्यापीठातील जर्मन प्राध्यापक डॉ. पीटर फ्रँक यांनी, अती लघवी होत असलेल्या व अतिशय तहान लागत असलेल्या रुग्णांवर महत्त्वाचे संशोधन केले. लघवीमध्ये साखरेसारखा पदार्थ असणे अथवा नसणे या आधारावर त्यांनी डायबेटिसच्या रुग्णांचे वर्गीकरण केले. प्रमाणापेक्षा अधिक लघवी होणाऱ्या रुग्णांपैकी ज्यांची लघवी गोड चवीची होती त्यांच्या आजाराला' डायबेटिस मेलिटस' (गोड लघवीचा मधुमेह) असे म्हटले गेले आणि ज्यांच्या लघवीची चव गोड नव्हती अशा रुग्णांच्या आजाराला 'डायबेटिस इन्सिपडस' (चवहीन लघवीचा मधुमेह) असे नाव दिले गेले.

अठराव्या शतकामध्ये, म्हणजे इ. स. १७८८ साली, डॉ. थॉमस कॉली यांना डायबेटिसमुळे मृत्यू पावलेल्या एका व्यक्तीच्या स्वादुपिंडामध्ये खडे (Pancreatic stones) दिसून आले. त्या व्यक्तीचे स्वादुपिंड आक्रसलेलेही दिसले. त्यामुळे त्यांनी सर्वात प्रथम असा अंदाज वर्तवला की डायबेटिस आणि Pancreas किंवा स्वादुपिंडाचा काहीतरी संबंध असावा. परंतु, त्यांचा तो अंदाज निर्विवादपणे सिद्ध झाला नव्हता. तसेच, त्याकाळातील इतर वैद्यकीय तज्ज्ञांना तो अंदाज अमान्य होता.

१८१५ मध्ये, फ्रेंच रसायनशास्त्रज्ञ मिशेल युजेन शेव्रुल यांनी ओळखले की मधुमेही रुग्णांच्या शरीरामधून लघवीवाटे बाहेर टाकला जाणारा गोड पदार्थ म्हणजे साखर किंवा 'ग्लुकोज' (द्राक्षातील साखर) आहे. या ऐतिहासिक शोधामुळे हे सिद्ध झाले की मधुमेही रुग्णांच्या लघवी आणि रक्तामध्ये साखर साठलेली असते. या शोधातूनच आधुनिक वैद्यकीय जैव-रसायनशास्त्राचा म्हणजे Clinical Biochemistry चा पाया रचण्यास मदत झाली. १८४०च्या दशकात, डॉ. बर्नार्ड यांनी हे सिद्ध केले की सामान्यतः ग्लुकोज रक्तात असते व ती यकृतामध्ये, ग्लायकोजेनच्या स्वरूपात साठवली जाते. आपल्याला बराच काळ अन्न न मिळाल्यास किंवा आपण उपाशी पोटी असताना, यकृतातील ग्लायकोजेनपासून ग्लुकोज तयार होऊन ते रक्तप्रवाहात सोडले जाते. या शोधामुळे मधुमेह होण्याबाबतची नेमकी कारणे उघडकीस आणण्याबाबतच्या अभ्यासाला चालना मिळाली.

आपण याआधी पाहिले आहे की डायबेटिस आणि स्वादुपिंडाचा काहीतरी संबंध असू शकतो असा अंदाज अठराव्या शतकामध्ये थॉमस कॉली यांनी वर्तवला होता, परंतु ते सिद्ध झाले नव्हते. इ.स. १८८९ मध्ये, म्हणजे डॉक्टर थॉमस कॉलीच्या काळानंतर सुमारे शंभर वर्षांनी, जोसेफ वॉन मेरिंग हे तरुण जर्मन फिजिओलॉजिस्ट आणि ऑस्कर मिन्कोव्स्की नावाचे जर्मन शल्यचिकित्सक, या दोन वैद्यकीय संशोधकांनी डायबेटिस व स्वादुपिंडाच्या कार्याचा संबंध असल्याचे दाखवून दिले. फक्त अन्नपचनासाठी आवश्यक असलेले जैवरासायनिक घटक, म्हणजेच Enzymes बनवणे, इतकेच स्वादुपिंडाचे काम असल्याचा समज त्या काळामधे रूढ होता. स्वादुपिंडाचे आपल्या पचनक्रियेमध्ये नेमके काय कार्य आहे, हे तपासून बघण्यासाठी ऑस्कर मिन्कोव्स्की व जोसेफ वॉन मेरिंग हे दोघे मिळून वेगवेगळे प्रयोग करत होते. त्यासाठी त्यांनी एका निरोगी कुत्र्यावर शस्त्रक्रिया करून त्या कुत्र्याच्या शरीरातील स्वादुपिंड काढून टाकले. त्यानंतर दोन-तीन दिवसांतच, अतिशय तहान लागणे, अती भूक लागणे आणि अती लघवी होणे, अशी मधुमेहाची सर्व लक्षणे त्या कुत्र्यामधे त्यांना दिसून आली. तसेच, या कुत्र्याच्या लघवीला मुंग्या लागल्याचेही दिसून आले. या प्रयोगानंतर त्यांनी १८८३ साली एक शोधनिबंध लिहून त्यामध्ये आपले संशोधन प्रसिद्ध केले. या शोधनिबंधात त्यांनी असा अंदाज वर्तवला की आपल्या शरीरातील स्वादुपिंड एक अज्ञात पदार्थ बनवत असावे. या अज्ञात पदार्थामुळे आपल्या रक्तातील साखर नियंत्रित राहते. तसेच, या पदार्थाच्या अभावामुळे डायबेटिस मेलिटस हा आजार होतो. स्वादुपिंडामधील दोषामुळे मधुमेह होतो, हे या

प्रयोगामुळे सिद्ध झाले तरीही स्वादुपिंडातील नेमक्या कुठल्या प्रकारच्या दोषामुळे मधुमेह होतो, याबाबत काहीही ज्ञान उपलब्ध झाले नव्हते. त्या काळी अज्ञात असलेला पदार्थ म्हणजेच आज ज्याला आपण इन्सुलिन या नावाने ओळखतो तो आहे. पण त्या वेळी तो पदार्थ शोधून वेगळा काढणे कोणालाही जमले नव्हते. त्यामुळे अर्थातच, त्याचे इन्सुलिन असे नामकरणही झालेले नव्हते.

डॉ. फ्रेडरिक पावी (१८२९-१९११) हे एकोणिसाव्या शतकात लंडनमध्ये कार्यरत असलेले सुप्रसिद्ध फिजिशियन होते. तसेच त्याकाळातले ते मधुमेहाचे एक प्रमुख तज्ज्ञ मानले गेले होते. ते त्यांच्या अनेक मधुमेही रुग्णांवर वेगवेगळे प्रयोग करत असत. त्या रुग्णावर उपचारही करत व त्याबाबतची त्यांची निरीक्षणे काटेकोरपणे नोंदवत असत. मधुमेहींच्या रक्तामध्ये ज्या प्रमाणात साखर आढळते त्याच प्रमाणात त्यांच्या लघवीवाटे साखर बाहेर फेकली जाते, असे निरीक्षण त्यांनी नोंदवले. हे एक अत्यंत महत्त्वाचे व उपयुक्त निरीक्षण होते. यामुळे लघवीतील साखरेचे प्रमाण तपासण्यासाठी Dipsticksचा वापर सुरू झाला. डॉ. फ्रेडरिक पावी यांचा, 'रिसर्चेस ऑन द नेचर अँड ट्रीटमेंट ऑफ डायबेटिस' हा १८६२ साली लिहिलेला शोधनिबंध पुढे अनेक वर्षांपर्यंत डायबिटीस या आजारावरील एक पथदर्शी निबंध मानला गेला. त्यांनी क्लॉड बर्नार्डचा ग्लायकोजेन-ग्लुकोज चयापचयचक्राचा सिद्धांत खोडून काढण्यासाठी जवळपास २० वर्षे खर्च केली.

पॉल लँगरहॅन्स (१८४९-१८८८) हे १८६९ मध्ये बर्लिनमधे वैद्यकीय शिक्षण घेत होते. फेब्रुवारी १८६९ मध्ये त्यांनी 'स्वादुपिंडाचे सूक्ष्म शरीररचनाशास्त्रातील योगदान' हा प्रबंध सादर केला. त्यामध्ये त्यांनी स्वादुपिंडामधील विशिष्ट आकारमानाच्या उतींची बेटे म्हणजे 'Islets' यांचे वर्णन केले होते. याच पेशींना पुढे 'Islets of Langerhans' या नावाने संबोधले जाऊ लागले. या शोधप्रबंधाच्या प्रकाशनानंतर जवळपास २५ वर्षे उलटली तरी या पेशींचा आणि मधुमेहाचा नेमका संबंध प्रस्थापित होऊ शकला नाही.

इ.स. १८९३ मध्ये गुस्ताव्ह एडवर्ड लाग्वेस यांनी स्वादुपिंडातील 'Islets of Langerhans' या पेशींचा आणि मधुमेहाचा संबंध आहे असे सुचवले. स्वादुपिंडातली ही बेटे एक विशिष्ट पदार्थ तयार करतात जो Glycosuriaला म्हणजेच लघवीतून ग्लुकोज बाहेर पडण्याच्या विकाराला प्रतिबंध करू शकतो, असा सिद्धांत लाग्वेस यांनी मांडला. पाठोपाठ इ.स. १८९४ मध्ये मोझेस बॅरन यांनी Islets of Langerhansच्या पेशींमधील बिघाडामुळे डायबेटिस होतो, या विचाराला दुजोरा दिला व Islets of Langerhansच्या पेशींमधून तयार होणारा कुठलातरी एक विशिष्ट पदार्थ मधुमेहावरील उपचारासाठी वापरता येऊ शकेल असा अंदाज वर्तवला.

क्लॉड बर्नार्ड (१८१३-१८७८) यांनी 'अंतःस्रावी अवयव' (ग्रंथी) ही संकल्पना प्रस्थापित केली होती. तर ब्राउन-सेक्कार्ड (१८१७-१८९४) यांनीही अनेक प्रयोग केले. एखाद्या प्राण्याच्या शरीरातील ड्रेनल ग्रंथी काढून टाकल्यास, त्या प्राण्याचा त्वरित मृत्यू होणे अटळ असते. परंतु अशा ड्रेनल ग्रंथी काढून टाकलेल्या प्राण्याच्या शरीरामधे एखाद्या निरोगी प्राण्याचे रक्त घातल्यास त्या प्राण्याचा मृत्यू काही काळासाठी पुढे ढकलला जाऊ शकतो, हे ब्राउन-सेक्कार्ड यांनी सिद्ध करून दाखवले.

वैद्यकीय इतिहासातील दोन महत्त्वपूर्ण टप्प्यांनी मधुमेहाच्या रोगनिर्मितीची प्रक्रिया (pathogenesis) समजून घेण्याचा मार्ग खुला केला. यातील पहिला टप्पा म्हणजे अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात रसायनशास्त्राचा निदानाचे साधन म्हणून केला गेलेला वापर. दुसरा टप्पा म्हणजे क्लॉड बर्नार्ड आणि ब्राउन-सेक्कार्ड यांच्या कार्यामुळे 'अंतःस्रावशास्त्र' (Endocrinology) या विषयाचा एक स्वतंत्र व औपचारिक ज्ञानशाखा म्हणून झालेला उदय. पहिल्या टप्प्यामुळे रक्तातली आणि लघवीतली साखर तपासून मधुमेहाचे निदान करता येऊ लागले. तसेच, त्या तपासणीमधून रक्त आणि लघवीमध्ये साखरेचे प्रमाण किती जास्त आहे यावरून आजाराची तीव्रता ठरवता येऊ लागली. तर दुसरा टप्पा, म्हणजेच क्लॉड बर्नार्ड आणि ब्राउन-सेक्कार्ड यांच्या कार्यामुळे 'अंतःस्रावशास्त्र' (Endocrinology) या विषयाचा अभ्यास सुरु झाला. त्यामुळेच, पुढे काही काळानंतर इन्सुलिन या संप्रेरकाचा शोध लागला.

इन्सुलिन या संप्रेरकाचा शोध लागेपर्यंतचा इतिहासही खूप रंजक आहे. तसेच डायबेटिसच्या रुग्णावर प्राचीन काळी कोणकोणते औषधोपचार केले जायचे याचा इतिहासही अभ्यासण्यासारखा आहे. या गोष्टी आपण पुढील काही लेखांमधून जाणून घेऊ या.

- डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

सरोवरांचे संवर्धन

डॉ. संगीता गोडबोले

पृथ्वीचे ‘जलग्रह’ असे यथार्थ नामाभिधान केले आहे. कारण पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा तीनचतुर्थांश भाग पाण्याने व्यापलेला आहे.

सुमारे साडेतीन अब्ज वर्षांपूर्वी आदिम महासागरांमध्ये जीवन सुरू झाले. आजही, महासागर पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा दोनतृतीयांश भाग व्यापतात आणि वनस्पती आणि प्राण्यांच्या जीवनाची समृद्ध विविधता टिकवून ठेवतात. तथापि, समुद्राचे पाणी खारट असते आणि मानवी वापरासाठी योग्य नसते. गोड्या पाण्याचे प्रमाण फक्त सुमारे २.७ टक्के आहे. यापैकी जवळपास सत्तर टक्के पाणी हिमनद्या (Glaciers) आणि अंटार्क्टिका, ग्रीनलँड आणि पर्वतीय प्रदेशासारख्या दुर्गम स्थानी ध्रुवीय बर्फाच्या किंवा बर्फाच्या चादरीच्या स्वरूपात आढळते. हे थेट मानवी वापरासाठी उपलब्ध नसले तरी ते वितळून नदी प्रवाहात मिसळून ते उपयुक्त ठरते.

परिणामी मानवी वापरासाठी योग्य असे फक्त एक टक्का गोडे पाणी उपलब्ध आहे.

हे गोडे पाणी भूगर्भातील पाणी, नद्या आणि सरोवरे, पृष्ठभागावरील पाणी आणि वातावरणातील पाण्याची वाफ या स्वरूपात आढळते.

म्हणूनच, गोडे पाणी हे पृथ्वीवरील सर्वात मौल्यवान पदार्थ ठरला आहे.

आणि याच कारणामुळे सरोवरांना महत्त्व प्राप्त झाले आहे.

पृथ्वीवरील सर्व सरोवरांमध्ये एकूण पाण्याच्या केवळ ०.००७% ते ०.०२६% दरम्यान पाणी साठवलेले आहे. हे पाणी प्रामुख्याने गोड्या पाण्याचे तलाव आहेत.

सरोवरांमध्ये साठलेले पाणी एकूण जागतिक पाण्याच्या तुलनेत अतिशय कमी वाटत असले, तरी मानवासह संपूर्ण भूपृष्ठावरील जीवसृष्टीसाठी उपलब्ध असलेल्या द्रव गोड्या पाण्यापैकी (Liquid Freshwater) सरोवरे हा एक मुख्य आणि अत्यंत महत्त्वाचा स्रोत आहेत.

त्यातील काही खाऱ्या पाण्याची असली तरीही सौंदर्य आणि पर्यटनाच्या दृष्टीने ती महत्त्वाची ठरतात. तर गोड्या पाण्याची सरोवरे मानवी गरजा पूर्ण करण्यास मदत करतात.

पृथ्वीवरील भूभागाने वेढलेला पाण्याचा मोठा साठा म्हणजे सरोवर.

एक तर ज्वालामुखी, हिमनद्या किंवा भूहालचालींमुळे नैसर्गिकरीत्या सरोवरे तयार होतात, तर काही कृत्रिमरीत्या म्हणजे मानवनिर्मित जलाशय.. सरोवरे तयार केली जातात.

भारतात आणि जगात अनेक प्रसिद्ध सरोवरे आहेत. त्यातील काही सरोवरांची ठळक वैशिष्ट्ये पाहू.

जम्मू-काश्मीरमधील श्रीनगर येथील पर्यटनस्थळ म्हणून जगप्रसिद्ध असलेले दल सरोवर त्याच्या सुंदरतेविषयी प्रसिद्ध आहे.

महाराष्ट्रातील बुलढाणा जिल्ह्यातील एक जागतिक स्तरावरील भूवैज्ञानिक आश्चर्य म्हणावे असे लोणार सरोवर. सुमारे ५०,००० वर्षांपूर्वी एका अशनीपातामुळे जमिनीवर १.२ किमी व्यासाचा आणि सुमारे १५० मीटर खोल खड्डा तयार झाला आणि त्यातून या सरोवराची निर्मिती झाली. हे बेसॉल्ट खडकामधील जगातील एकमेव मोठे आघाती विवर (Crater) असून, याचे पाणी खारट आणि अल्कधर्मी (alkaline) आहे.

सर्व घराच्या पाण्यातील विशिष्ट शेवाळे आणि दुर्मिळ अशा सूक्ष्म जीवांमुळे ऋतूनुसार या पाण्याचा रंग बदलून हिरवा किंवा गुलाबी होतो.

जम्मू-काश्मीरमधील झेलम नदीच्या पात्रात असलेले भारतातील सर्वात मोठे गोड्या पाण्याचे वुलर सरोवर, मणिपूरमधील लोकटक सरोवर, भारतातील सर्वात मोठे गोड्या पाण्याचे सरोवर, लोकटक हे फुमडिस नावाच्या तरंगत्या वर्तुळाकार दलदलींसाठी प्रसिद्ध आहे असून केइबुल लामजाओ हे जगातील एकमेव तरंगते राष्ट्रीय उद्यान आहे.

ओडिशामधील चिल्का सरोवर आशियातील सर्वात मोठे खाऱ्या पाण्याचे सरोवर. दरवर्षी हजारो स्थलांतरित पक्षी या सरोवराला भेट देतात.

सरोवर आहे. हे सरोवर स्थानिक संस्कृतीमध्ये अत्यंत पवित्र मानले जाते.

काही सरोवरे नैसर्गिक आपत्तीमुळे तर काही मानवनिर्मित प्रश्नांमुळे नाहीशी होत चालली आहेत किंवा त्याच्या पाण्याचा उपयोग योग्य रितीने करू देण्यास असमर्थ ठरत चालली आहेत.

'ग्रीन लेक' (Green Lake) हे हवाई बेटावरील सर्वात मोठे गोड्या पाण्याचे नैसर्गिक सरोवर होते, परंतु २०१८ मधील कीलाउआ ज्वालामुखीच्या उद्रेकात हे सरोवर पूर्णपणे लाव्हाने भरून नष्ट झाले आहे.

ही भारतातील काही प्रमुख सरोवरे.

जागतिक स्तरावर पाहिल्यास कॅस्पियन समुद्र हे क्षेत्रफळाच्या दृष्टीने जगातील सर्वात मोठे सरोवर मानले जाते.

सुपीरियर, मिशिगन, ह्यूरन, ईअरी, आणि ऑंटॅरिओ ही उत्तर अमेरिका खंडातील पाच विशाल सरोवरे. त्यांना पंचमहा सरोवरे (Great Lakes) म्हटले जाते.

तिबेटमधील मानसरोवर हिंदू धर्मात अत्यंत पवित्र मानले जाते .

हवाईच्या ज्वालामुखी राष्ट्रीय उद्यानामध्ये (Hawaii Volcanoes National Park) जगातील मोजकीच 'जिवंत लाव्हा सरोवरे' पाहायला मिळतात.

हलेमाऊमाऊ क्रेटर लाव्हा सरोवर (Halemaumau Lava Lake): कीलाउआ (K+lauea) ज्वालामुखीच्या मुख्य खड्ड्यात हे लाव्हा सरोवर तयार होते, जे सतत बदलत असते.

हवाई बेटांवर (Hawaii) नैसर्गिक गोड्या पाण्याची सरोवरे अत्यंत दुर्मिळ आहेत. मुख्य बेटांवर केवळ ५ लहान नैसर्गिक सरोवरे आहेत, कारण येथील ज्वालामुखीय खडकांमुळे पाणी लगेच जमिनीत मुरते. मात्र, येथे अतिउंचीवरील सरोवरे, क्रेटर तलाव आणि मानवनिर्मित जलाशय पाहायला मिळतात.

१. प्रमुख नैसर्गिक आणि क्रेटर सरोवरे

लेक वाईआऊ (Lake Waiau) : हे बिग आयलंडवरील (Big Island) मौना केआ (Mauna Kea) ज्वालामुखीच्या शिखरावर, सुमारे ३,९७० मीटर (१३,०२० फूट) उंचीवर स्थित आहे. हे हवाई बेटांमधील एकमेव अल्पाइन (उंच)

सरोवरांचे प्रदूषण आणि शहरीकरणासाठी वाढत्या बांधकामामुळे सरोवरे 'तलाव किंवा पाण्याच्या नैसर्गिक स्रोतांचे नामशेष होत जाणे या गंभीर समस्या सध्याच्या काळात उत्पन्न झाल्या आहेत.

सरोवरांचे प्रदूषण म्हणजे मानवी किंवा मानवनिर्मित कचरा, कृषी कचरा अर्थात शेती आणि त्यासंबंधित कामामुळे निर्माण होणारा कचरा, सांडपाणी आणि रासायनिक द्रव्ये सरोवराच्या पाण्याच्या मिसळण्यामुळे त्याच्या गुणवत्तेत होणारी गंभीर घट होय.

यामुळे पिण्याच्या पाण्याच्या टंचाईबरोबरच सरोवरातील जलचर धोक्यात येतात.

प्रक्रिया न केलेले घरगुती सांडपाणी आणि प्लास्टिकचा कचरा थेट सरोवरात सोडल्याने पाणी दूषित होते.

शेतामध्ये वापरलेली रासायनिक खते आणि कीटकनाशके पावसामध्ये वाहून सरोवरात मिसळतात.

औद्योगिक सांडपाणी अर्थात कारखान्यांमधून बाहेर पडणारे विषारी रसायनयुक्त पाणी जलाशयांमध्ये सोडल्याने पाणी विषारी बनते.

धार्मिक विधी पार पाडताना सरोवरांमध्ये मूर्तीविसर्जन, निर्माल्य आणि कपडे टाकल्यामुळे प्रदूषण वाढते.

सरोवरांचे प्रदूषण जलसृष्टीचा विनाश होण्यास कारणीभूत ठरते. युट्रोफिकेशन (Eutrophication): नायट्रोजन आणि फॉस्फरसमुळे पाण्यावर शेवाळाचे साम्राज्य पसरते, ज्यामुळे सूर्यप्रकाश पाण्यात पोहोचत नाही. पाण्यातील ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी झाल्यामुळे मासे आणि इतर जलचर मृत पावतात.

दूषित पाण्याच्या वापरामुळे मानवामध्ये पोटाचे विकार आणि त्वचेचे आजार पसरतात आणि मानवी आरोग्यही धोक्यात येते.

शहरीकरण आणि वाढत्या बांधकामामुळे सरोवरे, तलाव किंवा पाण्याचे नैसर्गिक स्रोत सिमेंट टाकून अथवा मातीची भर घालून नष्ट होणे ही एक गंभीर समस्या निर्माण झाली आहे. या बेकायदेशीर भराव्यामुळे पाण्याचे नैसर्गिक मार्ग बंद होतात आणि भविष्यातील गंभीर पाणीटंचाई व पूरस्थितीची समस्या उद्भवते. याला आपण हळू हळू सामोरे जाऊ लागलो आहोतच.

शहरांमध्ये जमिनीच्या वाढत्या किमतींमुळे मोकळ्या जागेसाठी किंवा इमारती बांधण्यासाठी तलाव बुजवले जातात. अधिकांश भागात सिमेंट–काँक्रीटीकरण केल्यामुळे पावसाचे पाणी जमिनीत मुरत नाही, ज्यामुळे भूजल पातळी खालावते.

सरोवरे नष्ट झाल्यामुळे परिसरातील तापमान वाढते आणि स्थानिक पक्षी व जलचरांचे जीवन धोक्यात येते.

या सर्वांवर उपाय शोधणे निकडीचे होऊन बसले आहे.

सरोवरांच्या संवर्धनासाठी स्थानिक नागरिक आणि प्रशासनाने एकत्र येऊन काम करणे आवश्यक आहे तसेच काही उपक्रम हाती घेणे आवश्यक आहे.

पाण्यात सोडल्या गेलेल्या औद्योगिक रसायनांपैकी बहुतेक जैवविघटनशील नसतात आणि ते पाण्याद्वारे मानवी शरीरात प्रवेश करतात. त्यामुळे जलाशयात सोडण्यापूर्वी या कचऱ्यावर योग्य उपचार करून तसेच सांडपाण्यावर प्रक्रिया (sewage treatment) करून सोडणे गरजेचे आहे.

सरोवराच्या काठावर प्लास्टिक आणि निर्माण टाकण्यास पूर्णपणे बंदी असावी. सरोवरात सेंद्रिय कचरा अधिक प्रमाणात गेल्याने जलचर जीवनही धोक्यात येते. म्हणून सरोवरांमध्ये प्लास्टिक कचरा जाण्यावर ही निर्बंध आणि तसेच आजूबाजूला मोठ्या प्रमाणावर वृक्षारोपण करणे गरजेचे आहे.

सरोवरांच्या नैसर्गिक काठालगत होणारी बांधकामे थोपवणे गरजेचे आहे. त्यामुळे सरोवराचा नैसर्गिक प्रवाह अबाधित राहण्यास मदत होते.

सरोवरांची पाण्याचा साठा म्हणून क्षमता टिकवण्यासाठी ठरावीक कालावधीनंतर कोरड्या ऋतूमध्ये सरोवरातील गाळाचा उपसा झाला पाहिजे.

स्थानिक लोक आणि पर्यावरणप्रेमी संस्थांच्या सहभागाने स्वच्छता मोहीम आणि जनजागृती कार्यक्रम राबवले गेल्यास सरोवर वाचवणे सोपे होईल.

जागतिक स्तरावरही सरोवरांचे रक्षण करण्याकरिता प्रदूषणविषयक किंवा प्रदूषणनियंत्रक कडक कायद्यांची अंमलबजावणी, सरोवरांच्या पाणलोटक्षेत्राचे (catchment area) पुनरुज्जीवन, तसेच त्यांचा आधुनिक तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने पुनर्वापर, रामसार करारासारख्या (Ramsar convention) आंतरराष्ट्रीय स्तरावरील पाणथळ जागांच्या संवर्धन करारांची अंमलबजावणी करणे, सुवेज ट्रीटमेंट प्लांटद्वारे (STP) प्रक्रिया झाल्यानंतरच सरोवरात पाणी सोडणे बंधनकारक करणे, सरोवराच्या स्वच्छतेचे महत्त्व पटवून देऊन सरोवर संवर्धनासाठी स्थानिक नागरिक आणि मच्छीमारांचा सहभाग वाढवणे उपयुक्त ठरेल.

सरोवरांच्या परिसरातील अनियंत्रित पर्यटनामुळे होणारे प्लास्टिक प्रदूषण आणि कचरा रोखण्यासाठी इको टूरिझम नियमांची कठोर अंमलबजावणी आणि पर्यटनाचे नियमन करणे आवश्यक आहे.

यासारख्या उपाययोजना नक्कीच उपयोगी पडतील.

भारतातील १९७४ मध्ये आलेल्या जलप्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण कायद्यानुसार कोणत्याही नैसर्गिक जलस्रोतामध्ये कचरा टाकणे किंवा तो जलस्रोत नष्ट करणे हे बेकायदेशीर आहे.

राष्ट्रीय हरित लवादानेही (National Green Tribunal - NGT) तलाव आणि पाणथळ जागांचे रक्षण करण्याचे कडक निर्देश दिले आहेत.

अशा गोष्टी निदर्शनास आल्या तर त्याविषयी स्थानिक महानगरपालिकेत नगररचना विभागाला लेखी तक्रार देता येते. महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रक मंडळ (MPCB) याकडे रीतसर तक्रार नोंदवता येते.

आपली सरोवरे वाचवणे हे आपले काम आहे असे समजून प्रत्येकाने जर त्यात स्वयंस्फूर्तीने सहभाग घेतला तर सर्व समस्यांवरच उपाय निघू शकतो आणि त्या दृष्टीने प्रत्येक जबाबदार नागरिकाने पावले उचलली पाहिजेत.

५ जून हा जागतिक पर्यावरणदिन म्हणून पाळला जातो. त्याचप्रमाणे दरवर्षी २८ जुलै रोजी ‘जागतिक निसर्ग संवर्धनदिन’ (World Nature Conservation Day) म्हणून पाळला जातो. तो फक्त पाळला न जाता साजरा व्हावा आणि भविष्यात आजवर निसर्गाने आपल्याला जे भरभरून दिले ते पुढच्या पिढीच्या हाती आपल्यालाही तितक्याच किंबहुना त्याहूनही अधिक सुस्थितीत सुपूर्द करता यावे यासाठी आपण आज दूरदृष्टी ठेवून निसर्गाचे संवर्धन करणे गरजेचे आहे. जलाशयांचे आणि सरोवरांचे संवर्धन हा त्याचाच एक महत्त्वाचा भाग आहे.

– डॉ. संगीता गोडबोले
sgodbolejoshi@gmail.com

‘विज्ञानधारा’तील लेखांवरील अभिप्राय

आजच्या जीवनात आपण जिथे तिथे धातूची असंख्य स्वरूपे वापरत असतो. धातुंविना आयुष्याची तर आपण कल्पनाच करू शकत नाही. धातुरूपण म्हणजे धातूला हवा तसा आकार देण्याची प्रक्रिया. अनंत प्रकारे धातूंना एक स्वरूप देता यते. त्या प्रक्रिया काय काय आहेत? कोणकोणत्या आहेत? कशा आहेत? याचा तपशीलवार अभ्यास आनंद घारे यांनी केलेला आहे. आपल्याला धातुरूपण या लेखमालेद्वारे त्यांनी तो आपल्याला समजावून सांगितलेला आहे. त्या मालिकेतील सर्व लेख हे अत्यंत सुंदर असून, आपल्याला आजपर्यंतच्या सर्व धातुरूपणांची हकीकत, अत्यंत थोडक्यात आणि सारांश रूपाने ते सांगतात.

असे साहित्य यापूर्वीच्या मराठी साहित्यात कधीही नव्हते. हे नव्याने आलेले तंत्रसाहित्य आहे. हे शास्त्रावर आधारित आहे. ते विज्ञानाचे माहात्म्य आपल्याला समजावून सांगते. ते आधिकारिक व्यक्तींकडून आपल्यापर्यंत पोहोचत आहे. त्यामुळे अशा साहित्याचे मोल अनमोल आहे. हे नवसाहित्य आजच्या नवतरुणांनी वाचावे आणि त्यापासून प्रेरणा घ्यावी. मराठी भाषेतही हे नवीन शब्द आणि विवरणांचे अलंकार म्हणून स्वीकारले जाणे गरजेचे आहे. त्यामुळे तिची समृद्धी वाढवणारच आहे.

खांडेकर-फडके यांच्या काळात शिक्षण म्हणजे बी.ए. होणे. पुढल्या मुलांना मराठी कथा, कादंबऱ्या आणि अन्य साहित्यप्रकारांत गुंगवून ठेवणे होते. ब्रिटिश साम्राज्यात आपल्या आकांक्षांना वेसण घालायला ते ठीकच होते. मात्र आपण त्यात खूपच दीर्घकाळ अडकून राहिलो. आज नवनवे अनुभव घेणारे, नवनवीन तंत्रे जाणून त्यांचा यथोचित वापर करणारे, मानवी आकांक्षांचीही नवनवी क्षितिजे धुंडाळणारे असंख्यात लोक आपल्यांत आहेत. दररोज ते प्रचंड प्रमाणातील मराठी साहित्यास जन्म देत आहेत. त्यातील निवडक, सुरस, उपयुक्त साहित्य, आम लोकांच्या नजरेस आणण्याचा विज्ञानधारा चळवळीचा प्रयास माझ्या मते उत्तम पुढाकार आहे. आपण त्यास अधिकाधिक लोकाश्रय, राजाश्रय मिळवून दिला पाहिजे.

– स्नेहांकित वाचक

नरेंद्र गोळे ९९३०५०१३३५

'A Geometry of Chaos - From Nature to Smart Phone' by Dr. Sanjay Jahagirdar is a very nice article on a complex phenomenon observed in nature. Author has explained it in a very simple way. Difference, explained, between Euclidean geometry and fractals helps understand the topic of the article. A fractal which is a mathematical pattern that shows self-similarity - a smaller part of the pattern resembles the whole when viewed at different scales. This phenomenon is seen in atmosphere which is an irregular and complex, can be studied using fractal geometry. Cloud structure, spatial and temporal distribution of rainfall, branching pattern of lightning, small and large scales of cyclones, satellite images of clouds are some of the examples of fractals seen in atmosphere. Study of fractals provide a quantitative measure of the complexity of chaotic pattern of a structure.

This article is on a new topic and written in very simple words, easy to understand by all.

- Anagha Shitalkar

98224 92455

आदरणीय गोळे सर,

'गंधसंवेदन' कथा मनापासून वाचली. विज्ञान, कल्पनाशक्ती आणि मानवी संवेदनशीलतेचा इतका सुंदर संगम क्वचितच वाचायला मिळतो. प्रत्येक परिच्छेदाने विचार करायला भाग पाडले. विशेषतः गंधसंवेदकाच्या संकल्पनेतून भविष्यकालीन विज्ञानाची जी झलक आपण दाखवली, ती विलक्षण प्रेरणादायी आहे. तुमच्यासारख्या विज्ञानलेखकांकडून शिकण्याची संधी मिळणे हे माझ्यासारख्या Littlentist साठी भाग्याची गोष्ट आहे. मनःपूर्वक धन्यवाद सर!

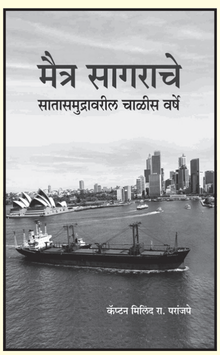
– अरजित अमोल मोरे
(वय वर्षे-१४, चेंबूर)

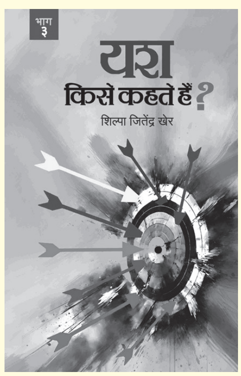
The Editorial on 'Air, Water and Food : The Fundamental Rights We Continue to Compromise' by Dr. Sharad Kale sir is very touching in the context of today's environment. We do not know the reality of quality and purity of air we breathe, water we drink and food we eat. Man made air pollution, water contamination and food adulteration are killing us slowly. Weak enforcement of laws and human greed are main causes as mentioned in the editorial. As rightly said, problems of polluted air, contaminated water and adulterated food are not independent issues but they are closely interconnected. Hence the solution also must be integrated one. The problems are well explained and solutions suggested need to be implemented strictly. We the public should not continue to compromise with the deteriorated quality of air, water and food, the most fundamental requirements of living beings. The Editorial strongly supports and appreciates recent efforts to strengthen the enforcement of food and drug safety law in Maharashtra, under the proactive Commissioner of FDA.

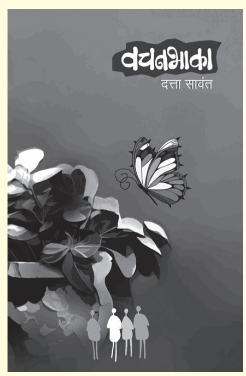
अंकातील सर्व लेख खूप छान व माहितीपूर्ण आहेत. भट्टीतील भाजलेले चुरमुरे, लाह्या, चणे, फुटाणे, शेंगदाणे हे आपल्या रोजच्या खाद्यजीवनातील अविभाज्य घटक आहेत. 'भुजारीकामाचे विज्ञान व तंत्रज्ञान' हा डॉ. जयंत वसंत जोशी यांचा लेख नावीन्यपूर्ण विषयावरचा आहे.

– अनघा शिराळकर
९८२२४९२४५५

ग्रंथाली







मैत्र सागराचे
मिलिंद परांजपे
मूल्य : ४०० रुपये
सवलतीत : २४० रुपये

यश किसे कहते है?
शिल्पा जितेंद्र खेर
मूल्य : ६०० रुपये
सवलतीत : ३६० रुपये

वचनभाका
दत्ता सावंत
मूल्य : २५० रुपये
सवलतीत : १५० रुपये

Panchayat Raj
Goa Panchayat law makers understanding
NISARGRUNA RAPID COMPOSTING TECHNOLOGY

WASTE CATEGORIES

Wet

Waste that can decompose.
Leftover food
Spoilt food
Fruit & Vegetable peels
Milk products
Seafood waste
Fish bones
Meat bones
Egg-shells,
Hair
Coconut shell & husk
Dead animals
Soiled paper
Garden waste.

(Composting unit)

Recyclable Dry Waste

Waste which does not decompose but can be recycled.

Paper & Cardboard	Plastic	Glass & Metal
News Paper, Paper, Paper-cups & plates, Cardboard box, TetraPak	*Plastic bottles, cups, bags, containers & Hard plastic*	*Glass, glass bottle, Aluminium foil, All kind of metal*

Non Recyclable Waste

Waste which does not decompose & can't be recycled.

Thermocol, Chips packet, Rubber items, Cloth, Rexine, Leather, Vinyl

WHAT CAN I DO?

TIPS TO BE A GREAT WASTE WARRIOR

If you follow these tips, you can be a true waste warrior & reduce the amount of trash that ends up in landfills & dumpsites.

A) REFUSE – do not accept plastic bottles, straws, unnecessary packaging.

REDUCE - your own waste
REUSE-whatever you can
RECYCLE-the rest, is always best!

B)Identify the nearest recycler (Kabadiwala) or authorised person from your panchayat & hand over your waste to them. You could even earn some pocket money by selling your recyclable items to a recycler.

C)Shop from your local grocery shop & remember to bring your own shopping bag instead of asking for a plastic bag.

D)Carry your own reusable bags, water bottle & tiffin when you go out.

E)Do not litter. Never throw ANY wrapper or garbage into the open. It is illegal, a danger to life & looks terrible too. Put your waste away until you find a bin or get back home.

F)If you notice others littering, politely teach them not to litter.

G)Find out where your parents dispose your family's waste & teach them some best practices for responsible waste disposal.

DO YOU KNOW?

We generate more than 800 tonnes of waste every day in Goa. This is equivalent to 800 classrooms full of garbage per day.

When we carelessly generate mixed waste, a toxic liquid called 'leachate' leaks out of it. This liquid is dangerous to humans & the environment too. Leachate is polluting our drinking water.

The burning of plastic generates dangerous gaseous substances such as 'dioxins' & 'furans', they can cause diseases like cancer. So, burning of waste is bad for our health and is illegal too.

Zero Waste Goa

NEED ASSISTANCE? YOU MAY PLEASE GET IN TOUCH WITH...

Goa Waste Management Corporation, Saligao
for assistance or more information on waste managment or to book your visit to Saligao Solid Waste Managment Facility -
Shashank Dessai - 9923326872   Samir Natekar - 9922815596
Email: contact@zerowastegoa.com