

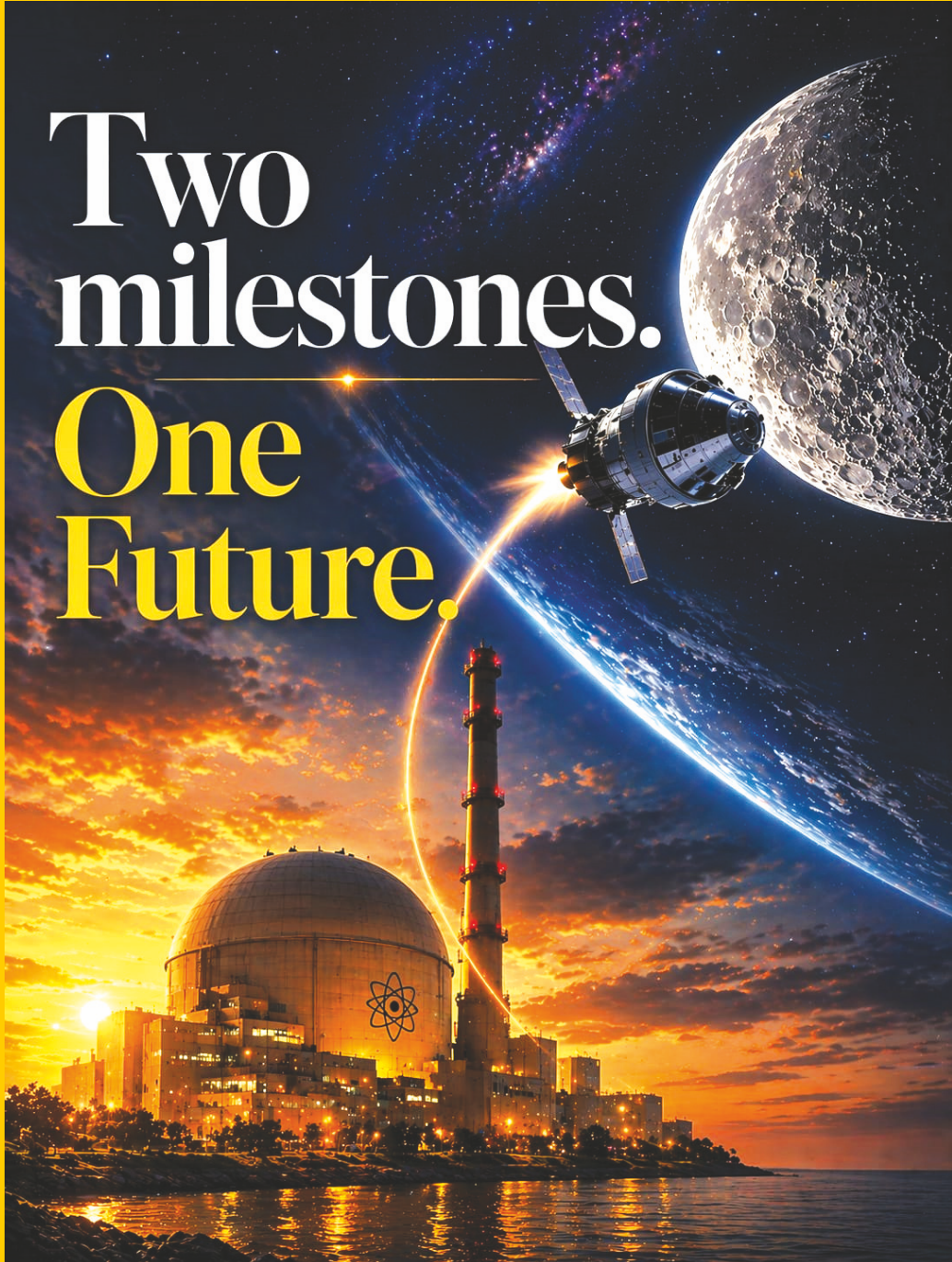
Goa State Sponsored Science Magazine by the
Department of Science & Technology and
Waste Management

मासिक विज्ञानपुस्तिका



ऊर्जा घेऊन पंखी
शून्यमंडळावर स्वारी
किनारे सोडले आणखी
मानवाची भव्य भरारी...

मे २०२६ * मूल्य ५० रुपये



Rapid composting technique

Sharad Kale

Start your home composting with two buckets. In each bucket add 1.5 to 2 Kg of sieved compost bought from the nursery. Add 1.5 to 2 Kg sieved organic manure in each and spray 100ml home made buttermilk

Step 1 - Collect all degradable material and cut it into small pieces on a cutting board

Step 2 : Grind the chopped material in the dry chutney pot of the mixer without adding water. You might need 3-4 or even more rounds of mixer operation depending on the quantity of the material.

Step 3 : In the Active (small) bucket, mix this pulverized material thoroughly with sieved organic manure.

Step 4 : Leave it undisturbed and keep the bucket always open.

Step 5 - After 24 hours transfer some material (preferable equal to the amount of fresh material added everyday from the reaction bucket to the maturing bucket, mix thoroughly and leave it open

Step 6 : Add fresh ground material in reaction bucket and mix thoroughly.

Repeat the process everyday.

Precautions

Both the buckets are to be kept open all the time. Do not disturb unnecessarily. The maturing bucket manure, if it becomes dry, spray a small quantity of water to keep it moist. If it doesn't need, don't add water. The manure when collected in sufficient quantity can be used in the home or society garden. The active bucket should never accumulate manure for more than a day. Avoid wasting cooked food. It's against Nature and insult to the Mother Earth, Farmer and Mother or Wife. If some cooked food like vegetable preparation or dal is spoiled, pass through the strainer to remove free water and then pass through the mixer. It will easily get digested.



‘ग्रंथाली’ची मासिक पुस्तिका
मे २०२६, वर्ष तिसरे
पुस्तिका बारावी, 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.

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

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.

अनुक्रम

Editorial / ४

Sanjay Jahagirdar / ६

The Frugal Architectures of Spectacular Discoveries

आनंद घारे / ११

धातूंचे उष्णता संस्करण

हेमंत लागवणकर / १६

जीएसटी क्रमांक : व्यवसायाची डिजिटल ओळख

अनघा शिराळकर / १९

जागतिक हवामान संघटना (World Meteorological Organization - WMO)

नरेंद्र गोळे / २३

अणुऊर्जाखात्यातील अलिखित नियम

डॉ. जयंत वसंत जोशी / २५

काचकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - भाग १

डॉ. स्वाती बापट / २९

जीवनशैलीमध्ये बदल करून रक्तदाब कमी करा

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / ३३

महासागरांच्या पाण्यातील रासायनिक संरचनेची स्थिरता

डॉ. संगीता गोडबोले / ३९

अरोरा फाइल

वसुधा जोशी / ४३

वेदना

डॉ. रंजन गर्गे / ४७

ऑन्कोलायटिक बॅक्टेरिओथेरेपी!

आनंद घैसास / ५०

अंतराळप्रवासातील वैद्यकीय समस्या

डॉ. राजेंद्र देवपूरकर / ५६

कथा पेनिसिलिनच्या शोधाची

डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी / ६१

भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य

Editorial

Two Milestones, One Scientific Trajectory

Two encouraging developments marked the scientific horizon this April—one rooted deep within India's long-term energy vision, and the other extending humanity's reach into deep space.

On April 13, 2026, India achieved a long-awaited milestone when the Prototype Fast Breeder Reactor (PFBR) at Kalpakkam reached criticality. This moment represents far more than a technical success; it is a significant step toward a more secure and sustainable energy future. At a time when renewable energy dominates headlines with its rapid expansion, India's nuclear programme has progressed more quietly—guided by a vision that unfolds over decades rather than electoral cycles. At the heart of this journey lies the Fast Breeder Test Reactor (FBTR), a foundational pillar of the strategy envisioned by Dr. Homi Bhabha. While solar parks and wind farms symbolize visible progress, FBTR represents something deeper; a deliberate investment in technological sovereignty. Its significance lies not merely in what it produces, but in the capabilities it has enabled India to build.

India's three-stage nuclear programme emerged from a stark reality – limited uranium reserves and abundant thorium. The solution was both elegant and demanding; develop systems capable of generating more fuel than they consume. Fast breeder reactors form the core of this strategy. Yet, mastering them requires expertise in complex physics, advanced materials, and closed fuel cycles – domains where global access has historically been limited. Commissioned in 1985, FBTR became India's experimental crucible, enabling scientists to test, refine, and indigenously develop critical technologies.

To view FBTR merely as a test reactor is to underestimate its role. It has validated fast reactor design and sodium cooling systems, advanced high burn-up fuel technology, trained generations of scientists, and bridged India's uranium-based present to its thorium-based future. Most importantly, it laid the groundwork for PFBR—India's first large-scale step into the second stage of its nuclear programme.

The progress of PFBR marks a turning point. Using mixed oxide (MOX) fuel, it breeds plutonium from uranium-238 and can eventually enable the production of uranium-233 from thorium – key to the third stage of the programme. Yet, the journey from FBTR to PFBR has taken nearly four decades, raising legitimate questions about pace in an era defined by urgent climate challenges. While such timelines reflect the complexity and uncompromising safety requirements of nuclear technology, the need for acceleration is equally clear.

If FBTR was about learning, the coming decades must be about scaling. India must expand its fleet of breeder reactors, strengthen reprocessing and recycling capabilities, unlock thorium utilization, and integrate nuclear energy into a low-carbon grid alongside renewables. Institutional reforms, regulatory efficiency, and cost discipline will be equally critical. Beyond engineering, the significance of FBTR and PFBR lies in strategic autonomy. In a world of increasingly contested energy supply chains, the ability to generate fuel domestically is a profound advantage. Fast breeder technology transforms limited resources into a sustainable energy base, while providing the reliable baseload power essential for net-zero ambitions.

The story of FBTR is not one of dramatic breakthroughs, but of steady, incremental progress. It is a reminder that certain national capabilities cannot be imported or rushed. Without it, India would lack the technological foundation it possesses today. The challenge ahead is to ensure that this foundation is fully leveraged – combining the patience of the past with the urgency of the future.

The second landmark came from beyond Earth. The successful completion of Artemis II marked

humanity's return to deep space after more than five decades. Launched on April 1, 2026, and returning safely on April 10, the mission carried four astronauts – Reid Wiseman, Victor Glover, Christina Koch, and Jeremy Hansen – on a historic journey around the Moon.

“We choose to go to the Moon... not because it is easy, but because it is hard.” – John F. Kennedy

More than six decades after these words captured global imagination, the Moon is once again at the centre of human ambition. Yet the motivations have evolved. What was once a symbol of geopolitical rivalry is now becoming a platform for cooperation, sustainability, and long-term presence. The Artemis program reflects this transformation – a mission not merely to return to the Moon, but to stay.

The achievements of the Apollo program were monumental, yet fleeting. Humans reached the Moon, planted flags, and returned. It was a triumph shaped by urgency and competition, but one that lacked continuity. Today's approach is markedly different. Artemis represents a deeper and more sustained ambition. It seeks to move beyond symbolic exploration toward long-term habitation – establishing a continuous human presence, exploring the Moon's resource-rich south pole, utilizing local resources such as water ice, and preparing for missions to Mars. In this shift lies a profound transition: the Moon is no longer an endpoint, but the beginning of a new era.

Artemis II was not about spectacle – it was about restoring confidence. By validating life-support systems, navigation, and deep-space endurance, it has demonstrated that humanity is once again ready to venture farther. The more difficult tasks – landing humans and sustaining their presence – still lie ahead, but the direction is unmistakable. As the world redefines its space ambitions, India finds itself at a critical juncture. Through the work of the Indian Space Research Organisation, the country has steadily built credibility in space science and engineering. The success of Chandrayaan-3, particularly near the lunar south pole, has demonstrated precision capability, while the Gaganyaan mission signals readiness for human spaceflight.

The question is no longer whether India can participate, but how it chooses to do so. A balanced approach – collaborating where beneficial while preserving strategic autonomy – may offer the most pragmatic path forward.

The idea of human habitation on the Moon has moved from imagination to planning. While challenges – lack of atmosphere, extreme temperatures, radiation, and resource constraints – remain formidable, progress continues. Water ice discoveries, advances in habitat technologies, and growing international cooperation make small lunar bases increasingly plausible. India's strength in cost-effective engineering could play a vital role in making such efforts sustainable.

The Artemis programme reflects a broader shift toward a multipolar space era – one where leadership is shared and influence is earned through capability. In this emerging order, India's role will extend beyond missions, shaping norms of governance, cooperation, and technological access.

If the 20th century proved that humanity could reach the Moon, the 21st will determine what we do once we get there. Artemis has set the trajectory. Artemis II has restored confidence. The next steps will decide whether that vision becomes reality. For India, this is a moment of choice as much as opportunity – to move from capability to influence, from participation to leadership.

हे शशांका, स्वप्नांच्या सौदागरा, once a distant dream, you are now fast becoming a shared frontier. As humanity prepares to leave its next footprints, the question is no longer who will go – but who will shape what comes next. We may well be standing at the threshold of a second scientific revolution. The only question is – are we ready?

- Sharad Kale

sharadkale@gmail.com



The Frugal Architectures of Spectacular Discoveries

Sanjay Jahagirdar

SEAC Member, DoEF&CC, Govt. of Goa

Dear Children, you may find this *Vigyandhara* article both inspiring and scientifically significant as I want to highlight, how intellectual rigor of legends overcome resource constraints in their respective scientific pursuit. Every one of us familiar of Prof C. V. Raman's discovery of inelastic scattering of Photons by the molecules. Professor C. V. Raman built a setup of modified spectroscope, mercury arc lamp with intense white beam of light, basic filters, polariser & analyser, and a camera film to record Stoke's and Anti-Stoke's lines in just Rs 500. (Rs. 500/- in those days of 1920s had a value, but as compared to standards of Europe it was quite petty amount)

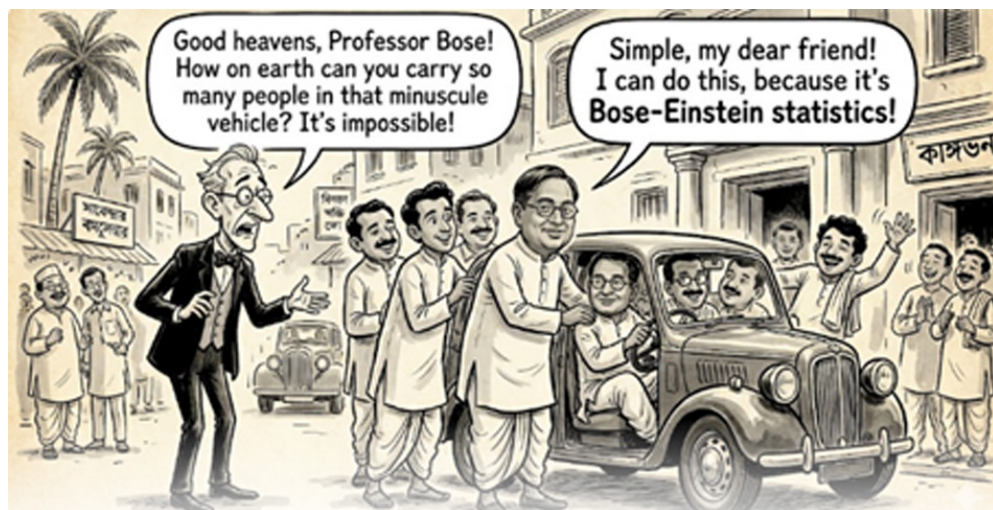
The discovery of the Raman Effect in 1928 stands as a testament to frugal brilliance. These faint signatures revealed how light interacts with molecular vibrations, earning him a Nobel Prize

and proving that true sophistication is not purchased; it is cultivated.

Raman was not alone in this "less is more" methodology. The history of science is peppered with researchers who turned constraints into catalysts. Here are several parallel examples of frugal innovation in research that led to groundbreaking discoveries:

1. Satyendra Nath Bose

Long before his collaboration with Einstein, S.N. Bose was known for his "frugal" approach to teaching and research at Dhaka University. Lacking sophisticated laboratory equipment, he often designed his own experimental setups using local materials. Most notably, his derivation of the Planck radiation law—which he sent to Einstein—was born from the "frugal" necessity of simplifying complex physics for his



(Courtesy:
Cartoon created
by Gemini AI)

students using basic combinatorial logic rather than the expensive, high-end computational tools of the era. S.N. Bose had a simple life style. He owned a small car and often travelled with many colleagues, which was noticed by a guest professor from Europe. He asked S.N. Bose that how can he carry passengers beyond the capacity of the vehicle. Immediately Bose replied—"I can do this, because it's Bose-Einstein statistics" (According to Fermi-Dirac statistics, no two particles (could be electron also) with same set of quantum numbers can be accommodate in the same energy level. However, this restriction is no longer applicable if the particles are indistinguishable, i.e. Bose-Einstein statistics, which describes the distribution of indistinguishable, integer-spin particles (bosons) across energy states, where unlimited particles can occupy the same state. Developed by Satyendra Nath Bose and Albert Einstein in 1924–1925. Here the indistinguishable means particles of same class are having same set of quantum numbers.)

2. Venkatraman “Venki” Ramakrishnan : The “Sticky Tape” Ribosome

While modern structural biology uses billion-dollar synchrotrons, the journey toward understanding the ribosome often involved ingenious simplicity. In his early years, Ramakrishnan and his peers frequently used basic household items, like **adhesive tape**, to handle delicate crystals or manipulate laboratory setups. His Nobel-winning work proved that the “spectacular” part of the discovery was the mathematical and chemical insight, not just the cost of the hardware.

3. Manu Prakash: The Foldscope

A contemporary example of this spirit is the **Foldscope**. Developed by Manu Prakash's team, this is a fully functional optical microscope made

almost entirely of waterproof paper and a single tiny lens. It costs less than \$1 to produce but provides over 140X magnification. This “frugal” tool has allowed researchers in resource-poor areas to identify blood parasites. Foldscope microscopy provides surprisingly useful magnification for fieldwork, though not matching full laboratory microscopes.

4. The “Graveyard” of Mars: Mangalyaan (MOM)

The Indian Space Research Organisation (ISRO) provided a masterclass in frugal engineering with the Mars Orbiter Mission. ISRO used multiple Earth-bound orbit-raising manoeuvres (apogee boosting), which gradually increases eccentricity of the elliptical orbits. Such ‘road map’ design of Mars Mission helped optimizing fuel use before trans-Mars injection. Our orbiter reached Mars for approximately \$74 million—less than the budget of many Hollywood space movies.

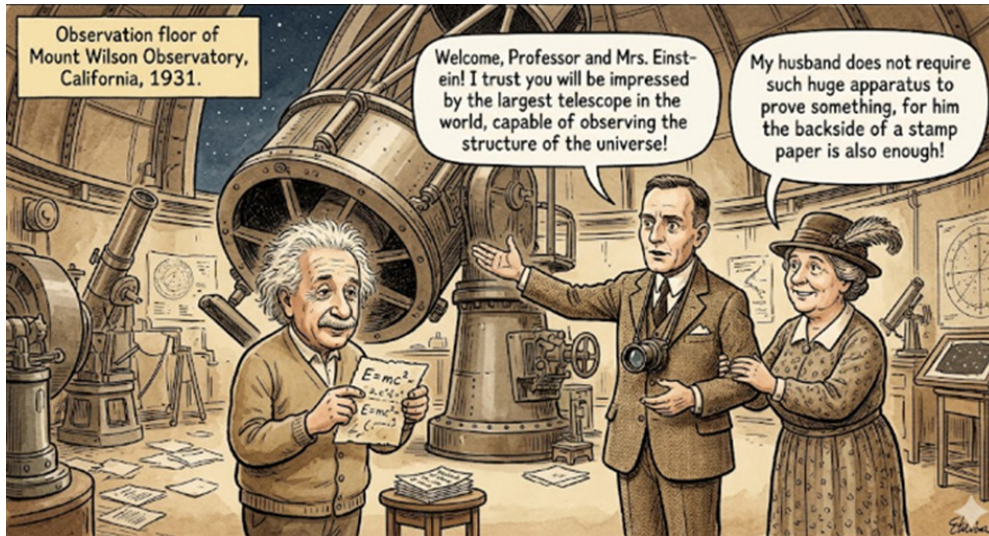
5. George de Hevesy: Radioactive Leftovers

The father of radioactive tracers, de Hevesy, once suspected his landlady was recycling uneaten meat into later meals. To prove it, he put a small amount of radioactive material into the leftovers. When the “fresh” meal the next day showed radioactivity via a simple electroscope, he confirmed his theory. This “kitchen experiment” laid the groundwork by Hevesy to build the foundation for tracer techniques used in modern nuclear medicine, including **Positron Emission Tomography (PET)**

6. Albert Einstein

Edwin Hubble built and worked on the giant telescope to confirm his hypothesis of an expanding universe, known as Hubbel's law, at the Mount Wilson Observatory in California.

Albert Einstein accompanied by his wife



(Courtesy:
Cartoon created
by Gemini AI)

visited this universe observing facility. Hubble thought that the genius couple would be impressed by the largest telescope in the world that time. It was the 100-inch (2.5-meter) reflecting telescope (Cassegrain/Newtonian) and observatory with all advanced equipment.

It is believed that Mrs. Elsa Einstein told Hubble, "My husband does not require such huge apparatus to prove something, for him backside of stamp paper is also enough"!

7. Satellite taking bullock cart ride!

Back in 1981, when Indian space scientists

were gearing up for the launch of its first communication satellite APPLE from the Guiana Space Centre in France, they had loaded the satellite onto a bullock-cart.

This was at a time when only telephone and telex (a network of teleprinters) were available for domestic and international communication and one had to book and wait for one's call to come through. This was a time, when ISRO did not even have mainframe computers and setting up Ariane Passenger Payload Experiment (APPLE) Mission Control Centre at Srihari Kota was posing great challenges.



(Courtesy:
Cartoon created
by Gemini AI)

The satellite's antenna had to be tested as there were some problems detected in the Telemetry, tracking and control (TT&C) links which are crucial for maintaining communication with satellites in space, and it was important to ensure they were functional before launch.

But it could only have been done in a proper antenna range, with the satellite structure placed under a thermal blanket - a kind of facility that Indian Space Research Organization (ISRO) did not have, four decades ago.

“ISRO did not even have enough mainframe computers and the computing time needed for structural, thermal and mission analysis could be met only through our engineers availing the night hours at IISc, IIT Madras and TIFR,” recalled former ISRO scientist RM Vasagam, was the Project Director for APPLE.

ISRO had an option, rather an expensive one, transporting the satellite to Toulouse in France for final tests to be followed by launch from Kourou. But ISRO scientists did something unimaginable in brain storming session of five hours. At a cost of Rs.150 by hiring bullock cart. APPLE (Satellite, not Adam's fruit!) was put on a bullock cart to provide a non-magnetic environment and to conduct the antenna test in an open field to remedy the TT&C link problem caused by impedance matching problem.

The spacecraft was designed and built in just two years with limited infrastructure in industrial sheds. The satellite was not only used in several communication experiments including relay of TV programmes, and radio networking, but it also provided ISRO valuable hands-on experience in designing and developing three-axis stabilized geostationary communication satellites.

APPLE later lead to the development of a large constellation of satellites in INSAT and GSAT series, which revolutionized the

technological and economic growth of the country.

The Essence of Frugal Design

Frugal design is not about compromise; it is about optimization. It is the art of extracting maximum insight from minimal resources. In research, this translates to building apparatus with available materials, rethinking conventional approaches, and prioritizing clarity of thought over technological dependence. Long before “innovation labs” became fashionable, scientists like Raman embodied this philosophy. Working with limited access to advanced equipment, he relied on the conversion of raw curiosity into intellectual energy. Long before “innovation labs” became fashionable, scientists like Raman embodied this philosophy. Working in colonial India with limited access to advanced equipment, he relied on intellect, persistence, and improvisation.

Jugaad as a Scientific Philosophy

Raman's work elevates *jugaad* from a colloquial concept to a rigorous scientific philosophy. It teaches us that constraint breeds creativity. When we are denied the “black box” of expensive machinery, we are forced to engage with the first principles of our tools. Building your own equipment—whether it is a spectroscope or a pilot-scale thermal storage system—fosters a deeper, more intimate engagement with the physics at hand.

Relevance in Today's Ecosystem

Modern research often risks becoming equipment-driven. While advanced tools are indispensable, over-reliance can overshadow fundamental thinking. In a world currently grappling with “carbon debt” and resource depletion, frugal design is more than a budget strategy; it is an ecological necessity. It

democratizes research, allowing young scientists and grassroots innovators to contribute meaningfully without waiting for the “perfect” laboratory.

Conclusion: The Power of Simplicity

The story of C. V. Raman is a call to reimagine research as an endeavour driven by curiosity and courage rather than mere capital. In celebrating frugal design, we do not reject sophistication—we redefine it. True sophistication lies in achieving the extraordinary with the ordinary.

In an age of billion-dollar laboratories and sophisticated instrumentation, it is easy to assume that great science demands great resources. Yet, history quietly reminds us that groundbreaking discoveries often emerge not from abundance, but from ingenuity. The Indian ethos of ‘jugaad’—creative problem-solving with limited means—finds one of its most profound expressions in the work of C. V. Raman.

Modern research often risks becoming equipment-driven. While advanced tools are

indispensable, over-reliance on them can sometimes overshadow fundamental thinking. Frugal design reminds us that innovation is not purchased—it is cultivated, but advanced tools remain essential in many domains. (Children, google to find out the budget of CERN to discover God’s particle i.e. Higg’s Boson) In countries like India, where resource disparities still exist, embracing this mindset can democratize research. Young scientists, startups, and grassroots innovators can contribute meaningfully without waiting for perfect conditions.

Dear children, what I have shared with you, may be tip of ice berg, but there are numerous inspiring such stories of Indian scientists, taking world by surprise, Dr. Vijay Bhatkar building Param Super Computer, BARC indigenously setting up Heavy water plant at Hyderabad, when USA refused to transfer technology.

I hope this article inspires you to look at your own “stamp papers” and “bullock carts” as the starting points for your own spectacular discoveries.


- Sanjay Jahagirdar

sanjayjahagirdar2012@gmail.com



C. V. Raman in 1930
(Photo Credit to Wikipedia)

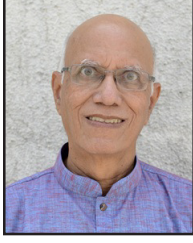
॥ ग्रंथाभि ॥ ✨ ॥



**तरुण शिवते यांची
निवडक कविता**

संपादन :
डॉ. रणधीर शिंदे

मूल्य : ५०० रुपये
सवलतीत : ३०० रुपये



धातूंचे उष्णता संस्करण

आनंद घारे

धातूंच्या विशिष्ट गुणधर्मांचा उपयोग करून मानवाने तंत्रज्ञानाचा विकास केला, निरनिराळ्या प्रकारची यंत्रे तयार करून असंख्य वस्तू तयार केल्या आणि त्यांच्या जीवनशैलीत क्रांतिकारक बदल घडवून आणले. धातूंमध्ये असलेल्या यांत्रिक सामर्थ्यामुळे धातूंपासून तयार केलेले भाग काही मर्यादेपर्यंत न तुटता किंवा न वाकता बाह्य बलाचा सक्षम प्रतिकार करतात, बाह्य आघात सहन करतात, त्याचप्रमाणे आपल्याला हवे असेल तर धातूंमध्ये असलेल्या वर्धमानता या गुणामुळे आपण त्यांना वाकवून किंवा ठोकून निरनिराळे आकार देऊसुद्धा शकतो. परंतु हे आकार दिल्यानंतर त्यांना टिकवून ठेवण्यासाठी कणखरपणा हा गुण आवश्यक असतो. एकाच धातूमध्ये कणखरपणा आणि लवचिकता हे एकमेकाविरुद्ध वाटणारे गुणधर्म कसे आणले जातात? ही किमया करण्यासाठी धातूवर उष्णता संस्करण किंवा उपचार (हीट ट्रीटमेंट) केले जातात.

सर्व धातू आणि मिश्रधातू यांचे गुणधर्म तापमानानुसार बदलत असतात. सामान्य तापमानाला कणखर असलेले पोलाद भट्टीमध्ये घालून तापवल्यानंतर मऊ होते आणि तेव्हा त्याला ठोकून त्याचा आकार बदलता येतो. अशा प्रकारचे काम लोहार करत असतात. हा फक्त एक भाग झाला. भट्टीमध्ये तापवलेले पोलाद सावकाश थंड केले किंवा त्याला पाण्यात बुडवून जलद थंड केले तर थंड झाल्यानंतर होणारे त्याचे गुणधर्म वेगवेगळे असतात. अशा प्रकारे धातूंचे गुणधर्म बदलण्याच्या क्रियेला उष्णता संस्करण (हीट ट्रीटमेंट) म्हणतात. कारखान्यांमध्ये धातूंच्या वस्तूंची निर्मिती करण्याच्या कामातला हा एक महत्त्वाचा भाग असतो. धातूला त्याच्या द्रवणांकापर्यंत (मेल्टिंग पॉइंटपर्यंत) तापवले तर तो वितळतो आणि प्रवाही होतो, मग त्याचा मूळ आकार शिल्लक रहात नाही. म्हणून त्याला तिथपर्यंत न तापवता तो घन अवस्थेत असतानाच त्याला द्रवणांकापेक्षा कमी अशा विशिष्ट तापमानापर्यंत तापवून आणि थंड करून त्यावर उष्णता संस्करण केले जाते. ही धातूची घन अवस्था

कायम ठेवून उष्णतेच्या साहाय्याने त्याच्या अंतर्गत संरचनेत हवा तसा बदल घडवून आणण्याची प्रक्रिया आहे.

या प्रक्रियेत धातूचे तापमान पाहिजे तितके वाढवणे, त्याला जरूर तितका वेळ त्या तापमानात राहू देणे व नंतर त्याचे तापमान ठरावीक क्रमाने कमी करत जाणे वगैरे क्रियांचा समावेश होतो. उष्णता संस्करणाने धातूच्या स्फटिकांची रचना आणि कणांचा आकार बदलता येतो. धातूचे भौतिक गुणधर्म त्याच्या अंतर्गत सूक्ष्म संरचनेवर अवलंबून असतात. ही सूक्ष्म संरचना बदलून धातूची कठीणता, तन्यता, स्थितिस्थापकता, चिवटपणा, प्रसरणशीलता वगैरे गुणधर्म बदलता येतात; अंतर्गत विषमता नाहीशी करता येते व स्थानिक ताण किंवा संपीडन काढून टाकता येते. कित्येक धातूंमध्ये बहुरूपता असते. त्यातले व्युत्क्रमी म्हणजे पुन्हा पूर्वस्थितीत नेता येणारे संरचना बदल विशिष्ट तापमानातच होतात व त्याच वेळी त्या धातूंचे गुणधर्मही बदलतात. उष्णता संस्करणात शक्य तेथे धातूचे प्रथम समांगी घन विद्राव घडवून नंतर त्याच्या सूक्ष्म संरचनेत पाहिजे तसा बदल घडवून आणणे, हा प्रमुख हेतू असतो. उद्योगधंद्यांमध्ये लोखंड व निरनिराळ्या प्रकारचे पोलाद या धातूंचा फार मोठ्या प्रमाणावर उपयोग होतो, त्यामुळे उष्णता संस्करण हे मुख्यतः पोलादी वस्तूंसाठीच विशेष प्रचारात आहे.

बहुतेक सर्व धातू हे निसर्गात स्फटिकमय (क्रिस्टलाइन) असतात. म्हणजे त्यांच्यातील अणूंची मांडणी एका विशिष्ट आणि पुनरावृत्ती होणाऱ्या आकृतिबंधात असते. धातू वितळलेल्या अवस्थेतून घनरूपात येतो, तेव्हा त्याचे स्फटिक वेगवेगळ्या केंद्रांपासून वाढू लागतात आणि त्यातील अणू एका विशिष्ट सूक्ष्म संरचनेत एकत्र येतात, त्याला 'ग्रेन' म्हणतात. हे स्फटिक जिथे एकमेकांना भेटतात, तिथे 'ग्रेन बाउंड्री' तयार होते. तापमान बदलल्यामुळे धातूच्या संरचनेत हळूहळू बदल होतात. याला अवस्थामधील बदल किंवा फेज ट्रान्सफॉर्मेशन म्हणतात. धातूला तापवल्यानंतर झालेले

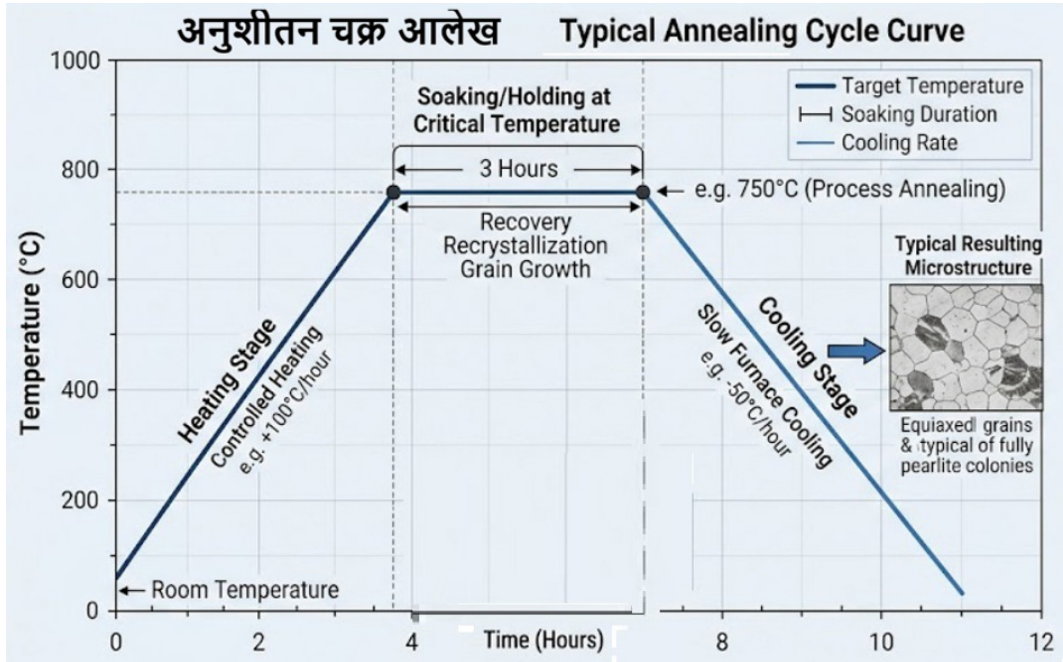
हे बदल तो थंड होत असताना काही प्रमाणात पुन्हा बदलतात किंवा काही बदल तसेच राहतात. यामुळे त्यांच्या गुणधर्मांमध्ये फेरफार होतात.

दोन किंवा अधिक धातूंना मिसळून मिश्रधातू तयार होत असताना दोन्ही धातूंमध्ये रासायनिक क्रिया होऊन त्यांचे संयुग बनत नाही, ते मिश्रणच असते, पण ते काही प्रमाणात असंगतित मिश्रण असते. सूक्ष्मदर्शक यंत्राखाली पाहिले तर त्यातील वेगवेगळ्या धातूंचे कण ओळखता येतात, तर काही प्रमाणात त्यांचे घनरूप द्रावण (सॉलिड सोल्युशन) झालेले असते. त्यात हे धातू पूर्णपणे एकसंध झालेले असतात. उष्णता संस्करण करतांना त्यांच्या कणांच्या या संरचनेत काही प्रमाणात बदल होतो. त्यामुळे त्यांचे गुणधर्म बदलतात. उष्णता उपचारातील प्रमुख क्रिया अशा आहेत.

अनुशीतन (अॅनीलिंग)

या उष्णता संस्करणात धातूचे तापमान जरूर तितके वाढवून मग धातूला सावकाश थंड करतात. या क्रियेमधील तापमान व वेळ यांचा एक नमुना आलेख आकृती १ मध्ये दाखवला आहे. त्या धातूमधील कार्बनचे प्रमाण आणि त्या वस्तूची जाडी यांचा विचार करून तापमान आणि वेळ ठरवली जाते. त्या धातूचे काठिण्य कमी करणे आणि तिला मऊ, कर्तनक्षम (मशिनेबल) बनवणे हा या संस्करणाचा मुख्य हेतू असतो. कठीण होत असताना ताणून लांबट

झालेले कण, स्फटिकांच्या पृष्ठताणांची सोडवणूक झाल्यामुळे पुन्हा समकक्षी होऊन पूर्व स्थितीत येतात. या उपचारात धातूला त्याच्या क्रांतिक (क्रिटिकल) तापमानापेक्षा थोडे अधिक (पोलादासाठी साधारण ८००°C - ९००°C) तापवले जाते आणि नंतर खूप संथ गतीने (सहसा भट्टीतच) थंड केले जाते. यामुळे पोलाद पिअर्लाइट अवस्थेत (फेजमध्ये) जाते. याची सूक्ष्मरचना (मायक्रोस्ट्रक्चर) आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे असते. या अवस्थेत आल्यावर हा धातू मऊ होतो, त्याची लवचिकता वाढते आणि अंतर्गत ताण नाहीसा होतो. धातू खूप कडक असला तर त्यावर ड्रिलिंग, कटिंग किंवा टर्निंग यांसारख्या यांत्रिक प्रक्रिया करणे कठीण असते, त्याला मऊ करण्यासाठी अनुशीतन केल्यावर त्यावर यंत्रकाम करणे सोपे होते. कास्टिंग, वेल्डिंग किंवा रोलिंग यांसारख्या प्रक्रियांदरम्यान धातूमध्ये अंतर्गत ताण निर्माण होतात. हे ताण तसेच राहिले, तर धातूला तडे जाऊ शकतात किंवा कालांतराने त्या वस्तूचा आकार बदलू शकतो. हे ताण काढून टाकण्यासाठी अनुशीतन उपयुक्त ठरते. थंड अवस्थेतच धातूची तार ओढणे किंवा त्याला लाटून पातळ पत्रे तयार करणे यासारखे 'कोल्ड वर्किंग' केल्यामुळे धातू ठिसूळ होतो. अशा वेळी धातूची लवचिकता पुन्हा मिळवण्यासाठी आणि तो तुटू नये म्हणून अनुशीतन केले जाते. थोडक्यात सांगायचे झाले तर काही यांत्रिक प्रक्रिया



आकृती १

करण्याच्या आधी धातूला मऊ करण्यासाठी आणि काही यांत्रिक प्रक्रियांमुळे निर्माण झालेला ताण घालवण्यासाठी अनुशीतन हे उष्णता संस्करण केले जाते.

मूलस्थितिस्थापन (नॉर्मलायझिंग)

या उपचारात पोलादाला त्याच्या क्रांतिक तापमानापेक्षा थोडे अधिक गरम करून आणि हवेत थंड करून त्याची कणरचना, एकसमानता आणि कर्तनक्षमता सुधारली जाते. काही यांत्रिक प्रक्रिया केल्यानंतर धातूची मजबुती आणि कणखरपणा वाढवण्यासाठी नॉर्मलायझिंग आवश्यक असते. अॅनीलिंगमुळे धातू खूप जास्त मऊ होतो, त्यामुळे त्याची लवकर झीज होऊ शकते, पण नॉर्मलायझिंगमुळे त्याला मऊ राहूनही अधिक मजबूत बनतो. धातूला फक्त मऊ करायचे असेल, तर अॅनीलिंग करतात. परंतु धातूची अंतर्गत संरचना शुद्ध आणि मजबूत करायची असेल, तर नॉर्मलायझिंग ही सर्वोत्तम पद्धत आहे. यामुळे धातूपासून तयार केलेल्या वस्तूंना टिकाऊ होण्यास मदत होते. शिवाय तिला कमी वेळ आणि खर्च लागतो कारण या क्रियेसाठी त्या वस्तूला जास्त वेळ भट्टीत ठेवावे लागत नाही.

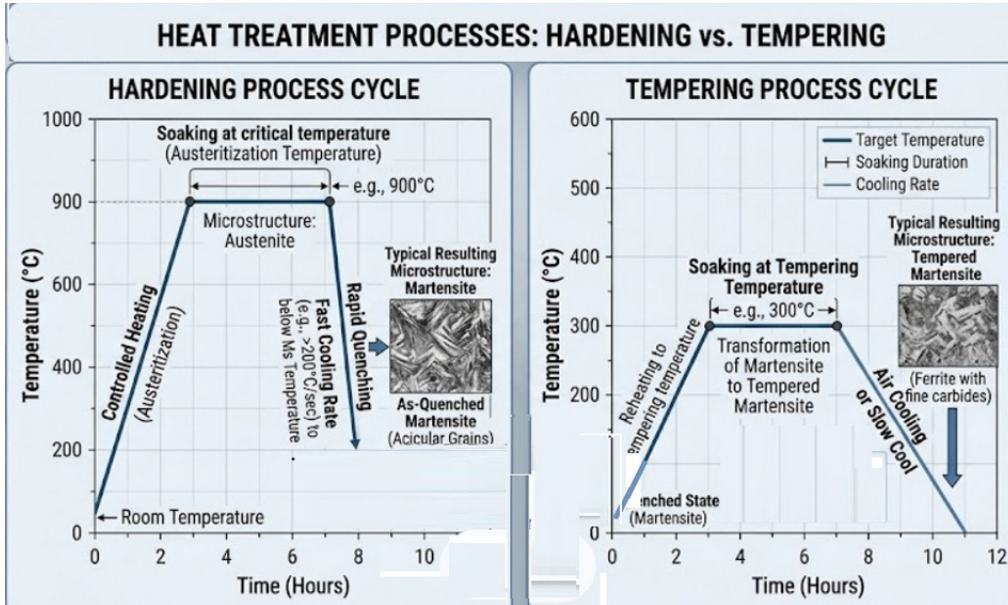
कठीणीकरण (हार्डनिंग)

आकृती २ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे या संस्करणात धातूला त्याच्या क्रांतिक तापमानापेक्षा थोडे अधिक गरम केले जाते

आणि नंतर त्याला अचानक तेलात किंवा पाण्यात बुडवून वेगाने थंड केले जाते. याला क्वेंचिंग म्हणतात. यामुळे पोलाद मार्टेन्साइट फेजमध्ये जाते आणि ते अत्यंत कडक बनते. मार्टेन्साइटची सूक्ष्मरचना (मायक्रोस्ट्रक्चर) आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे असते. सुरी, कात्री, ड्रिल बिट किंवा करवती यांना दिलेली धार टिकवून ठेवण्यासाठी अधिक कडकपणाची गरज असते. मोठ्या यंत्रांचे अॅक्सल, कनेक्टिंग रॉड, लिव्हर इत्यादी भागावर खूप दाब पडत असतो, ते भाग त्या दाबाखाली न वाकता ताठ राहणे आवश्यक असते. गीयरसारख्या भागांचे सतत घर्षण होत असते, त्यांची झीज न होण्यासाठी त्यांचे पृष्ठभाग कठीण असावे लागतात. अशा भागांसाठी सर्वसामान्य माइल्ड स्टील न वापरता कार्बनचे प्रमाण जास्त असलेले हाय कार्बन स्टील किंवा अॅलॉय स्टील वापरले जाते. कार्बनचे प्रमाण जितके जास्त असेल तितके ते स्टील क्वेंच केल्यामुळे जास्त कठीण होते. पण अशा प्रकारे कठीण होत असताना ते धातू ठिसूळ होतात, त्यामुळे ते आघात सहन करता न आल्याने पटकन तुटू शकतात. हे टाळण्यासाठी हार्डनिंगनंतर टेंपरिंग करणे आवश्यक असते.

कठीणतेचे नियंत्रण (टेम्परिंग)

यात हार्डनिंग झालेल्या धातूला पुन्हा एकदा कमी तापमानावर (साधारण १५०°C ते ६००°C) गरम केले



कठीणीकरण प्रक्रिया चक्र

कठीणता नियंत्रण प्रक्रिया चक्र

आकृती २

जाते आणि नंतर संधपणे थंड केले जाते. यामुळे मार्टेन्साइटचे रूपांतर टेंपर्ड मार्टेन्साइटमध्ये होते. याची सूक्ष्मरचना आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे असते. यात हार्डनिंगमुळे आलेला अंतर्गत ताण कमी होऊन ठिसूळपणा कमी होतो, त्याची कणखरता (टफनेस) वाढते आणि धातूमध्ये थोडी लवचिकता आल्यामुळे तो धक्के सहन करू शकतो. केंच करून कडक केलेल्या वस्तूचा आकार अंतर्गत ताणामुळे भविष्यात थोडा बदलण्याची शक्यता असते, तिची अचूकता राखण्यासाठी टेंपरिंग करणे आवश्यक असते. हार्डनिंगमुळे कडक पण ठिसूळ झालेला धातू टेंपरिंगमुळे टिकाऊ आणि धक्काप्रतिरोधक होतो. प्रत्येक वस्तूच्या उपयोगाचा विचार करून तिचा कडकपणा आणि लवचिकता यातला समतोल साधण्याच्या दृष्टीने योग्य असे टेंपरिंग सायकल ठरवले जाते.

पृष्ठाचे कठिणीकरण (सरफेस किंवा केस हार्डनिंग)

यात कार्ब्युरायझिंग किंवा नायट्रायडिंगसारखी तंत्रे धातूचा लवचीक गाभा कायम ठेवून त्याचा बाह्य पृष्ठभाग अत्यंत कठीण करतात, यामुळे त्यांचा झीज-प्रतिरोध सुधारतो. आपल्याला एखाद्या वस्तूचा बाहेरील पृष्ठभाग अतिशय कठीण हवा असतो, पण त्याच वेळी त्या वस्तूचा आतील भाग लवचीक आणि मजबूत हवा असतो, तेव्हा केस हार्डनिंग केले जाते. ज्या यंत्रांचे भाग सतत एकमेकांवर घासले जातात, त्यांचा पृष्ठभाग लवकर झिजण्याची शक्यता असते, पण त्यांचेवर खूप दाब पडत असतो आणि त्यांना धक्के बसत असतात ते सहन करण्याची क्षमता महत्त्वाची असते, अशा भागांसाठी मजबूत गाभा आणि कठीण पृष्ठभाग या दोन्हीची गरज असते, ती केस हार्डनिंगने भागवली जाते.

पोलादामध्ये कार्बनचा अंश जितका जास्त तितके ते कठीण होते या गुणधर्माचा उपयोग करून घेण्यासाठी असे भाग खूप वेळ कोळशाच्या पुडीसोबत एका पेटीत ठेवून किंवा मिथेन किंवा प्रोपेनसारख्या वायूंच्या वातावरणात गरम केले जातात. याला अनुक्रमे पॅक कार्बरायझिंग आणि गॅस कार्बरायझिंग म्हणतात. या प्रक्रियेत त्या भागाच्या पृष्ठभागापासून फक्त काही मायक्रॉनपर्यंत कार्बनचे अणू शिरकाव करून तेवढ्या भागात कार्बनचे प्रमाण वाढवतात. त्यानंतर त्यांचे हार्डनिंग आणि टेंपरिंग केल्यावर अत्यंत कठीण असा पृष्ठभाग आणि लवचीक व मजबूत असा आतला भाग तयार होतो. किंबहुना त्या लवचीक व मजबूत

अशा मुख्य भागाला एक कठीण थर प्राप्त होतो. हा थर अतिशय कठीण असल्यामुळे त्यानंतर फक्त ग्राइंडिंग करता येते.

नायट्रायडिंग या पद्धतीत एका विशिष्ट प्रकारच्या पोलादाला अमोनिया वायूच्या सान्निध्यात गरम केले जाते. यामुळे पोलादाच्या पृष्ठभागावर 'नायट्राइड' तयार होतात, जे अत्यंत कठीण असतात. या प्रक्रियेत धातूला खूप जास्त तापवावे लागत नाही, त्यामुळे वस्तूचा आकार बदलण्याची भीती कमी असते. सगळे मशिनिंग केल्यानंतर अखेरीस नायट्रायडिंग केले जाते.

सायनायडिंग या पद्धतीत वस्तूला सोडियम सायनाइडसारख्या क्षाराच्या वितळलेल्या द्रावणात बुडवून गरम केले जाते. यामुळे पृष्ठभागावर कार्बन आणि नायट्रोजन दोन्हीचा थर चढतो. ही प्रक्रिया खूप वेगवान असते.

ज्योत संस्करण (फ्लेम हार्डनिंग) या प्रक्रियेत कोणत्याही रासायनिक बदलाऐवजी फक्त उष्णतेचा वापर होतो. यात ऑक्सिसिटिलीन टॉर्चच्या साहाय्याने धातूचा पृष्ठभाग लाल होईपर्यंत गरम केला जातो आणि लगेच त्यावर पाण्याचा मारा करून त्याला थंड केले जाते. यामुळे पृष्ठभाग कठीण होतो तरी आतील भाग मूळ स्थितीत राहतो.

उच्च कंप्रता विद्युत् प्रवर्तनी कठिणीकरण पद्धती (हाय फ्रिक्वेन्सी इंडक्शन हार्डनिंग) या प्रक्रियेत उच्च कंप्रतेचा प्रत्यावर्ती विद्युत्प्रवाह वापरून धातूचा पृष्ठभाग गरम केला जातो. विद्युत् चुंबकीय लहरींमुळे पृष्ठभाग अतिशय वेगाने गरम होतो आणि लगेच थंड केल्यावर तो कठीण होतो. ही पद्धत मोठ्या प्रमाणावरील उत्पादनासाठी अत्यंत प्रभावी आहे.

अशा काही विशिष्ट प्रक्रियांसाठी खास प्रकारची यंत्रसामग्री वापरावी लागते. प्रत्येक जाँबचे (भागाचे) डिझाइन आणि ऑपरेशन यांचा विचार करून यातील योग्य असा उपचार निवडला जातो.

प्रतिबल विसर्जन अनुशीतन (थर्मल स्ट्रेस रिलिव्हिंग)

एखादे पात्र (व्हेसल) किंवा सांगाडा (स्ट्रक्चर) निर्माण करण्यासाठी धातूच्या प्लेटचे तुकडे वितळजोडकाम (वेल्डिंग) करून एकमेकांना जोडले जातात तेव्हा ते काम करताना द्रवरूपाचे एकदम घनरूप होते व तापमानामधील मोठ्या फरकामुळे जोडाच्या भागात रेसिड्यूअल स्ट्रेस म्हणजेच अंतर्गत ताण उत्पन्न होतात. त्यामुळे हे जोड फाटण्याची भीती असते. तसेच, कालांतराने या ताणामुळे

त्या सांगाड्याचा आकार बदलण्याची (डिस्टॉर्शनची) शक्यता असते हा अंतर्गत ताण कमी करण्यासाठी थर्मल स्ट्रेस रिलिव्हिंग केले जाते. बॉयलरसारख्या महत्त्वाच्या व्हेसलसाठी हे अत्यावश्यक आणि कायद्याने बंधनकारक असते.

या उपचारात वेल्डमेंटला एका मोठ्या भट्टीमध्ये ठेवून त्याच्या धातूच्या 'लोअर क्रिटिकल तापमाना'च्या खाली (पोलादासाठी साधारणपणे ५५० ते ६७५ डिग्री सेल्शियस) तापवले जाते. त्या तापमानावर वेल्डमेंटला त्यामधील प्लेटच्या जाडीनुसार ठरावीक वेळ (उदा. प्रति इंच जाडीला १ तास) ठेवले जाते आणि अत्यंत संध गतीने ते थंड केले जाते, जेणेकरून नवीन ताण निर्माण होणार नाहीत. स्ट्रेस रिलीफ केल्यामुळे मशिनिंग करताना जॉबचा आकार बदलत नाही आणि त्याला तडे जाण्याची शक्यता कमी होते.

नॉनफेरस (लोहविरहित) धातूंचे उष्णता संस्करण

आधीचे बहुतेक सगळे उपचार मुख्यतः लोखंड, पोलाद आणि त्यांचे मिश्रधातू यांच्या बाबतीत केले जातात. लोखंड किंवा पोलादाच्या तुलनेत अलोह धातूंच्या (उदा. अॅल्युमिनियम, तांबे, मॅग्नेशियम) उष्णता संस्करणाच्या पद्धती आणि उद्देश काही बाबतीत थोडे वेगळे असतात. या धातूंच्या उष्णता संस्करणासाठी त्यांनाही वेगवेगळ्या तापमानांपर्यंत तापवले जाते. ही तापमाने लोहासाठी लागणाऱ्या तापमानांच्या मानाने बरीच कमी असतात.

अनुशीतन (अॅनीलिंग) : ही प्रक्रिया प्रामुख्याने धातूचा कडकपणा कमी करून तो मऊ करण्यासाठीच केली जाते. यात धातूला त्याच्या पुनर्सफटिकीकरण तापमानापर्यंत गरम केले जाते आणि नंतर हळूहळू थंड केले जाते. तांबे, पितळ, जस्त इत्यादी लोहेतर धातू काही ठरावीक तापमानावर तापवले म्हणजे त्यांच्या सूक्ष्म संरचनेत बदल होतो. यानंतर अंतर्गत ताण कमी होतो आणि त्या धातूवर कोल्ड वर्किंग करणे सोपे जाते.

सोल्युशन ट्रीटमेंट : ही प्रक्रिया प्रामुख्याने मिश्रधातूंच्या बाबतीत वापरली जाते. यात मिश्रधातू अशा तापमानाला गरम केला जातो जिथे त्यातील घटक एका एकसंध घनरूप द्रावणामध्ये मिसळतात. त्यानंतर त्याला पाण्यात किंवा तेलात झटपट थंड केले जाते. यामुळे मिश्रधातूची अंतर्गत संरचना सुधारते आणि तो पुढील प्रक्रियेसाठी तयार होतो.

अवक्षेपण कठिणीकरण (प्रेसिपिटेशन हार्डनिंग/एज हार्डनिंग) : अलोह धातूंची, विशेषतः अॅल्युमिनियम आणि मॅग्नेशियम यांची मजबूती वाढवण्यासाठी ही सर्वात महत्त्वाची प्रक्रिया आहे. यात सोल्युशन ट्रीटमेंटनंतर धातूला पुन्हा एका

कमी तापमानावर ठरावीक काळ ठेवले जाते. यामुळे धातूच्या रचनेत सूक्ष्म कणांचे अवक्षेपण (प्रेसिपिटेशन) होते, त्यामुळे धातूचा कडकपणा आणि मजबूती कमालीची वाढते.

प्रतिबल विसर्जन (स्ट्रेस रिलिव्हिंग) : धातूवर कास्टिंग, मशिनिंग किंवा वेल्डिंग केल्यावर त्यात अंतर्गत ताण निर्माण होतो. तो घालवण्यासाठी यात धातूला कमी तापमानावर गरम करून पुन्हा हळूहळू थंड केले जाते. यामुळे कालांतराने त्या वस्तूचा आकार बदलण्याचा धोका कमी होतो.

नॉनफेरस धातूंच्या बाबतीत 'केन्चिंग' (झटपट थंड करणे) केल्यावर ते पोलादासारखे कडक न होता मऊ होतात, हे या संस्करणाचे एक खास वैशिष्ट्य आहे.

धातूंपासून निरनिराळ्या वस्तू निर्माण करण्याच्या कारखान्यांमध्ये उष्णता उपचार करणारा विभाग (हीट ट्रीटमेंट शॉप) असतो किंवा फक्त हेच काम करणाऱ्या खास व्यावसायिक संस्थांकडून हे काम करवून घेतले जाते. वस्तूंच्या निर्मितीचे नियोजन करताना काही वेळा मशिनिंग करण्याच्या आधी, काही वेळा मशिनिंग केल्यानंतर आणि कधी कधी त्यातील निरनिराळ्या टप्प्यांच्या दरम्यान एक हीट ट्रीटमेंट करावी लागते. या उपचारांमुळेच ती वस्तू किंवा तो भाग तयार करता येतो, तो मजबूत व टिकाऊ होतो आणि दीर्घकाळ उपयोगात आणता येतो.

उष्णता संस्करणाने धातूची सूक्ष्म संरचना बदलते आणि त्यामुळे धातूच्या गुणधर्मात फरक पडतो; परंतु एखाद्या विशिष्ट क्रियेने सर्व प्रकारच्या धातूंमध्ये एकाच प्रकारचे गुण आणता येत नाहीत. उदाहरणार्थ, ऑस्टिनिटिक गटातील १३ टक्के मॅंगनीज मिसळलेले पोलाद आणि १८:८ या प्रमाणात क्रोमियम आणि निकेल मिसळलेले अगंज पोलाद (स्टेनलेस स्टील) या मिश्रधातूंना १,०५० अंश सेल्शियसपर्यंत तापवून थंड पाण्यात बुडवले, तर ते धातू नरम होतात; परंतु कठिणीकरण सुलभ जातीचे पोलाद (उदा. कार्बन पोलाद) लाल होईपर्यंत तापवून एकदम पाण्यात बुडवून थंड केले, तर ते कठीण होते. म्हणजे विशिष्ट क्रियेने कोणते गुण येतील, ते धातूमधील साध्य होणाऱ्या सूक्ष्म संरचनेवर अवलंबून असते. उष्णता संस्करणाने धातूंच्या विविध गुणांची आश्चर्यकारक वाढ व त्यांत बदल करता येतो. आधुनिक वैज्ञानिक युगात खोल समुद्रात, खाणीमध्ये, जमिनीवर, उंच वातावरणात आणि दूरस्थ ग्रहांजवळ टिकणारे विशिष्ट धातू बनवता येणे उष्णता संस्करणामुळेच शक्य झाले आहे.

– आनंद घारे

abghare@yahoo.co



आकडे बोलतात - ७

जीएसटी क्रमांक :

व्यवसायाची डिजिटल ओळख

हेमंत लागवणकर

एखाद्या दुकानातून आपण खरेदी करतो, ऑनलाइन सेवा वापरतो किंवा एखाद्या व्यावसायिकाकडून पैसे दिल्याची पावती घेतो, तेव्हा त्या पावतीवर एक १५ अंकी अक्षरांक नमूद केल्याचे आढळते. बहुतेक वेळा या आकड्याकडे आपले लक्षही जात नाही; परंतु प्रत्यक्षात हा क्रमांक भारताच्या करव्यवस्थेत घडलेल्या एका मोठ्या परिवर्तनाचा केंद्रबिंदू आहे. ज्याप्रमाणे आधार क्रमांक व्यक्तीची ओळख सांगतो, पॅन हा आर्थिक व्यवहारांची सांगड घालतो, तसाच हा १५ अंकी अक्षरांक व्यवसायाच्या कर-जगतातील डिजिटल ओळखपत्र आहे. हा अक्षरांक म्हणजे जीएसटी क्रमांक होय. देशभरातील करोडो व्यवहारांना शिस्तबद्ध पद्धतीने राबवण्याचे आणि या व्यवहारांमध्ये पारदर्शकता राखण्याचे काम हा जीएसटी क्रमांक करतो.

जीएसटी क्रमांकाची खरी गरज समजून घ्यायची असेल, तर आपल्याला थोडे मागे जावे लागेल. जीएसटी लागू होण्यापूर्वी भारतातील करव्यवस्था अनेक पातळ्यांमध्ये विभागलेली आणि गुंतागुंतीची होती. केंद्र सरकार आणि राज्य सरकार स्वतंत्रपणे आपापले कर वस्तूवर लावत असत. या करांमध्ये एक्साइज ड्युटी, सेवाकर, व्हॅट, जकात अशा विविध करांचा समावेश होता. एका वस्तूवर उत्पादनाच्या टप्प्यावर, वितरणाच्या टप्प्यावर आणि विक्रीच्या टप्प्यावर अशा पद्धतीने करावर कर लावण्यात येत असे. यामुळे सहाजिकच वस्तूची किंमत वाढत असे. त्याचप्रमाणे, व्यवसायिकांना वेगवेगळे करविषयक नियम आणि कायदांचे पालन करणे अपरिहार्य होते. त्यासाठी प्रत्येक राज्यात स्वतंत्र व्यावसाय नोंदणी, स्वतंत्र नियमावली, स्वतंत्र अहवाल सादर करणे अशा वेळखाऊ आणि खर्चीक प्रक्रिया कराव्या लागत होत्या. याच पार्श्वभूमीवर एक देश, एक कर ही संकल्पना पुढे आली. सन २००० च्या सुमारास या संकल्पनेवर चर्चा सुरू झाली आणि पुढील दीड दशकभर विविध समित्या, राज्य शासन आणि तज्ज्ञ यांच्या चर्चांनंतर अखेरीस

२०१७ मध्ये 'जीएसटी' म्हणजेच 'गुड्स अँड सर्व्हिस टॅक्स' ही प्रणाली लागू झाली. ही प्रणाली लागू करण्यामागे केवळ देशातील कररचना बदलणे एवढाच उद्देश नव्हता, तर देशातील संपूर्ण करप्रणालीला डिजिटल स्वरूप देणारी ही क्रांतीकारी करप्रणाली होती. या नव्या व्यवस्थेत प्रत्येक नोंदणीकृत व्यवसायाला एक स्वतंत्र ओळख देणे अत्यावश्यक होते. ही ओळख जीएसटी क्रमांकाद्वारे दिली गेली.

GSTIN म्हणजे 'Goods and Services Tax Identification Number' हा एक १५ अंकी अक्षरांक आहे. या संकेतांकाची रचना विचारपूर्वक केलेली आहे. या अक्षरांकातील प्रत्येक भाग व्यवसायाबद्दल विशिष्ट माहिती स्पष्ट करतो आणि संपूर्ण देशभरातील करव्यवहार एकसंध ठेवण्यास मदत करतो.

जीएसटी क्रमांकाची सुरुवात दोन अंकांनी होते. हे दोन अंक त्या विशिष्ट व्यवसायाच्या नोंदणीचे राज्य दर्शवतात. उदाहरणार्थ, महाराष्ट्रासाठी २७, गुजरातसाठी २४, कर्नाटकासाठी २९ असे कोड आहेत. यामुळे एखादा जीएसटी क्रमांक पाहताच तो व्यवसाय कोणत्या राज्यात नोंदणीकृत आहे, हे त्वरित कळते.

त्यानंतरचे दहा अक्षरांक हे संबंधित व्यवसायाचा पॅन क्रमांक असतो. ही अत्यंत महत्त्वाची बाब आहे, कारण त्यामुळे जीएसटी प्रणाली आणि आयकर प्रणाली यांच्यात थेट संबंध प्रस्थापित होतो. एखाद्या व्यवसायातून मिळणारे उत्पन्न आणि त्याचे करव्यवहार यांची सांगड यामुळे सहज घालता येते.

यानंतर येणारा अंक हा त्या पॅनवर आधारित व्यवसाय नोंदणीची संख्या दर्शवतो. एखाद्या मोठ्या कंपनीच्या विविध राज्यांत शाखा असतील, तर त्याच पॅनवर अनेक जीएसटी नोंदण्या घेतल्या जाऊ शकतात. अशा वेळी हा अंक त्या नोंदण्यांना वेगळे ओळखण्याचे काम करतो.

त्यानंतर साधारणपणे 'Z' हे अक्षर येते, जे सध्या राखीव

ठेवलेले आहे. जीएसटी क्रमांकात शेवटी येतो तो 'तपास अंक'. हा अंक किंवा अक्षर संगणकीय पद्धतीने तयार केले जाते. या तपास अंकामुळे जीएसटी क्रमांक अचूकपणे दिला आहे की नाही हे समजते. तपास अंक निश्चित करण्यासाठी मॉड ३६ (Modulus 36) हा अल्गोरिदम वापरला जातो. प्रत्येक जीएसटी क्रमांकासाठी हा तपास अंक अर्थातच वेगवेगळा असतो.

जीएसटी अक्षरांकातील प्रत्येक भाग एका विशिष्ट उदाहरणाच्या मदतीने आपण समजून घेऊ. समजा, 27ABCDE1234F1Z1 हा एक जीएसटी क्रमांक आहे. यातील 27 हे पहिले दोन अंक संबंधित व्यवसायाची नोंदणी महाराष्ट्र राज्यात झाल्याचे दर्शवतात. त्यानंतरचा ABCDE1234F हा भाग म्हणजे संबंधित व्यवसायाचा पॅन क्रमांक आहे. यानंतर 1 हा आकडा आहे. म्हणजेच सदर पॅनवर असलेली ही पहिली व्यावसायिक नोंदणी आहे. त्यानंतरचा Z हा जीएसटी क्रमांकातील राखीव घटक असून शेवटचा 1 हा तपास अंक आहे.

जीएसटी क्रमांकातील तपास अंक निश्चित करण्यासाठी वापरण्यात येणारा मॉड ३६ हा अल्गोरिदम कसा काम

करतो, हे पाहणे आवश्यक आहे. त्यासाठी 27ABCDE1234F1Z1 हाच जीएसटी क्रमांक आपण विचारात घेऊ. सुरुवातीला मॉड ३६ अल्गोरिदमनुसार जीएसटी क्रमांकातील प्रत्येक अंकाला आणि अक्षराला विशिष्ट मूल्य देऊ. यामध्ये जीएसटी क्रमांकामध्ये असलेल्या 0 ते 9 अंकांना अनुक्रमे 0 ते 9 असे मूल्य दिले जाते; आणि A ते Z अक्षरांना अनुक्रमे 10 ते 35 असे मूल्य देण्यात येते. यानुसार आपण विचारात घेतलेल्या जीएसटी क्रमांकातील प्रत्येक अंकाचे आणि अक्षराचे मूल्य तक्ता क्र. १ मध्ये दाखवले आहे.

दुसऱ्या पायरीमध्ये, तक्ता १ मध्ये मिळालेल्या प्रत्येक अंकाच्या किंवा अक्षराच्या संबंधित मूल्याला विशिष्ट गुणक संख्येने गुणले जाते. मॉड ३६ अल्गोरिदममध्ये 1 आणि 2 हे गुणक एका आड एक वापरले जातात. तक्ता १ मध्ये मिळालेल्या प्रत्येक अंकाच्या किंवा अक्षराच्या संबंधित मूल्याला गुणक संख्येने गुणल्यावर मिळणारा गुणाकार तक्ता २ मध्ये दाखविला आहे.

यापुढील पायरी म्हणजे, तक्ता २ मध्ये मिळालेल्या सर्व गुणाकार संख्यांची बेरीज करा. म्हणजेच, 2 + 14 + 10

जीएसटी क्रमांकातील अंक / अक्षर	संबंधित मूल्य
2	2
7	7
A	10
B	11
C	12
D	13
E	14
1	1
2	2
3	3
4	4
F	15
1	1
Z	35

तक्ता क्र. १

स्थान	तक्ता १ वरून मिळालेले मूल्य	गुणांक संख्या	गुणाकार
1	2	1	2
2	7	2	14
3	10	1	10
4	11	2	22
5	12	1	12
6	13	2	26
7	14	1	14
8	1	2	2
9	2	1	2
10	3	2	6
11	4	1	4
12	15	2	30
13	1	1	1
14	35	2	70

तक्ता क्र. २

+ 22 + 12 + 26 + 14 + 2 + 2 + 6 + 4 + 30 + 1 + 70. ही बेरीज 215 येते.

आलेल्या बेरजेला 36 ने भागल्यावर भागाकार 5 येतो आणि बाकी 35 उरते.

आता तपास अंक = 36 - बाकी = 36 - 35 = 1. यावरून आपण विचारात घेतलेला 27ABCDE1234F1Z1 हा जीएसटी क्रमांक वैध आहे, असे म्हणता येईल.

जीएसटी क्रमांकामुळे इनपुट टॅक्स क्रेडिटची संकल्पना योग्य प्रकारे राबवणे शक्य झाले आहे. इनपुट टॅक्स क्रेडिट प्रणालीमध्ये एकाने भरलेला कर दुसऱ्याला क्रेडिट म्हणून मिळतो, पण त्यासाठी दोघांचे व्यवहार जुळणे आवश्यक असते. जीएसटी क्रमांकाच्या माध्यमातून एका व्यवसायिकाने केलेल्या विक्रीची नोंद दुसऱ्या व्यवसायिकाच्या खरेदीशी जुळवली जाते. यामुळे करचुकवेगिरी अत्यंत कठीण झाली आहे. ही साखळी जितकी मजबूत, तितकी करप्रणाली पारदर्शक बनते. पूर्वी एका राज्यातून दुसऱ्या राज्यात माल पाठवताना अनेक कागदपत्रे आणि करअडथळे येत असत. आता एकसमान करप्रणालीमुळे व्यापाराचा प्रवाह सुरळीत झाला आहे. डिजिटल नोंदींमुळे तपासणी सुलभ झाली आहे आणि प्रशासनालाही करसंकलन अधिक परिणामकारकपणे करता येते.

जगाच्या संदर्भात पाहिले, तर अशी करप्रणाली राबवणारा भारत हा एकमेव देश नाही. युरोपियन देशांमध्ये व्हॅट प्रणाली आहे. या प्रणालीमध्ये प्रत्येक व्यवसायाला स्वतंत्र व्हॅट क्रमांक दिला जातो. कॅनडा, ऑस्ट्रेलिया, न्यूझीलंड या देशांमध्येही जीएसटी किंवा व्हॅट आधारित करप्रणाली वापरली जाते. मात्र भारताची जीएसटी प्रणाली पॅनशी थेट जोडलेली असून पूर्णपणे ऑनलाइन, रिअल-टाइम डेटा व्यवस्थापनावर आधारित असल्याने इतर देशांच्या करप्रणालीपेक्षा वैशिष्ट्यपूर्ण ठरते. अनेक बाबतीत विविधता असलेल्या भारतासारख्या खंडप्राय देशात अशा प्रकारची एकसंध डिजिटल करप्रणाली उभी करणे ही एक मोठी आर्थिक क्रांती आहे. जीएसटी ही केवळ करप्रणाली नाही, तर ती व्यवहारांना पारदर्शक, डिजिटल आणि शिस्तबद्ध बनवणारी एक व्यापक आर्थिक रचना आहे. ग्राहक म्हणून आपण भरलेला कर, व्यापाऱ्यांनी केलेले व्यवहार आणि त्यामधून सरकारी तिजोरीत जमा होणारे उत्पन्न हे एका मजबूत साखळीत जोडले गेले आहे.

– हेमंत लागवणकर

(विज्ञानप्रसारक आणि शैक्षणिक सल्लागार)

<https://hemantlagvankar.com/>



जागतिक हवामान संघटना

(World Meteorological Organization - WMO)

अनघा शिराळकर

हवामान, वातावरण आणि पाणी यावर भाष्य करणारी अधिकृत 'जागतिक हवामानशास्त्र संघटना (World Meteorological Organization - WMO)' ही एक आंतरसरकारी संघटना आहे जी २३ मार्च १९५० रोजी संयुक्त राष्ट्रसंघाच्या व्यवस्थेतून उदयाला आली. ही संघटना संयुक्त राष्ट्रांची एक विशेष प्रतिनिधी म्हणून कार्यरत आहे. आंतरराष्ट्रीय हवामानशास्त्र संस्था (International Meteorological Organization - IMO) या नावाने एक अशासकीय स्वयंसेवी संस्था १८७३ सालापासून कार्यरत होती. या संस्थेचे २३ मार्च १९५० रोजी जागतिक हवामानशास्त्र संघटना (World Meteorological Organization) यामध्ये रूपांतर झाले. या महत्त्वपूर्ण घटनेच्या स्मरणार्थ दरवर्षी २३ मार्च रोजी एक विशिष्ट संकल्प विषय घेऊन हवामान दिवस जागतिक स्तरावर साजरा केला जातो. जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेचे एकूण १९३ सदस्य आहेत ज्यामध्ये १८७ देश व ६ राज्ये (Territories) यांचा समावेश आहे. या संघटनेच्या सर्व सदस्य देशांच्या व राज्यांच्या हवामानशास्त्र, जलशास्त्र व तत्सम सेवांमधील सहकार्य वृद्धिंगत करून मानवी जीवन सुरक्षित करणे, जनतेचे नैसर्गिक आपत्तींपासून संरक्षण करणे तसेच मानवी हस्तक्षेपाचा पृथ्वीवरच्या वातावरणावर होत असलेल्या विपरीत परिणामाला रोखणे व त्यासाठी जनजागृती करणे हे या सहयोगाचे मुख्य उद्दिष्ट आहे.

जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेनी २३ मार्च १९५० पासून आजपर्यंतच्या वाटचालीत हवामानशास्त्र, जलशास्त्र आणि भूभौतिकशास्त्र या क्षेत्रांत उल्लेखनीय कार्य करून प्रगतीदर्शक कामगिरी केलेली आहे. त्यात सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे या संघटनेनी तिच्या सदस्य देशांना व राज्यांना आंतरराष्ट्रीय सहकार्याची मार्गदर्शक चौकट आखून दिलेली आहे. जागतिक हवामानशास्त्र संघटना आपले वैज्ञानिक कार्य तिचा राष्ट्रीय सेवा विभाग आणि सदस्य देशांच्या व राज्यांच्या संशोधन व सेवा संस्था यांच्या संपर्क जाळ्याद्वारे

पोहोचवत असते. यामध्ये हवामानाच्या घटकांच्या नोंदी, हवेचे पूर्वानुमान, हवामान विश्लेषण अहवाल आणि शाश्वत सामाजिक व आर्थिक विकासासाठीची धोरणे यांचा समावेश असतो. यासाठी नैसर्गिक आपत्तींच्या धोक्यांमध्ये घट, हवामान सेवांसाठी जागतिक धोरणात्मक मार्गदर्शन, एकात्मिक निरीक्षण प्रणालीचा विकास, हवाई उड्डाण हवामान सेवा, धृवीय व पर्वतीय क्षेत्रासाठी हवामान सेवा, क्षमता विकास आणि शासन या महत्त्वाच्या मुद्द्यांवर जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेनी धोरणात्मक योजना आखलेल्या आहेत.

हवामान बदलाचे वाढते धोके लक्षात घेऊन जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेने अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करून आपल्या कार्याच्या भूमिकेत योग्य ते बदल केले आहेत. यामध्ये समाजाचे स्वास्थ्य व कल्याण यासाठी प्रत्येक देशाच्या हवामानशास्त्र, जलशास्त्र व भूभौतिकशास्त्र



स्वित्झर्लंडमधील जिनिव्हा येथील
जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेचे मुख्यालय

यासंबंधीच्या राष्ट्रीय सेवा व संशोधन संस्थांच्या योगदानाला महत्त्व दिले आहे. नैसर्गिक आपत्तींमुळे होणारी जीवितहानी टाळण्यासाठी, जनतेचे जीवनमान उंचावण्यासाठी आणि त्यांचे भवितव्य उत्तम होण्यासाठी जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेचे कार्य उपयोगी ठरलेले आहे.

जागतिक हवामानशास्त्र संघटना हवामान बदलाच्या समस्येवर मात करण्यासाठी हवामान, वातावरण, पाणी आणि पर्यावरण यांचा एकत्रित विचार करून कार्य करण्यामध्ये जागतिक मार्गदर्शकाची भूमिका बजावते. परिणामकारक पूर्वानुमान प्रणाली तयार करण्यासाठी हवेतील घटकांच्या क्लिष्ट आंतरक्रिया समजून घेणे महत्त्वाचे असते. आता पूर्वानुमानाच्या तंत्रज्ञानात बरीच प्रगती झालेली आहे. हे तंत्रज्ञान अविकसित आणि विकसनशील देशांपर्यंत पोहोचवणे हे जागतिक पातळीवर सुरक्षा व आर्थिक स्थैर्य निर्माण करण्यासाठी महत्त्वाचे आहे. हे महत्त्व जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेने आपल्या कार्याने सिद्ध केले आहे. जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेच्या सदस्य देशांनी व राज्यांनी निरीक्षण प्रणालीचे जाळे निर्माण केले आहे आणि त्याद्वारे समर्पण वृत्तीने हवेच्या घटकांच्या नोंदींची देवाणघेवाण करून उत्तम दर्जाचे पूर्वानुमान तयार करण्यात व ते जलद गतीने पुरवण्यात खूपच प्रगती केलेली आहे. या कार्यामध्ये सातत्यही राखलेले आहे.

हवामान बदलांवर मात करण्यासाठीचे विशेष प्रयत्न

जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेने पहिली जागतिक हवामानशास्त्र परिषद (World Climate Conference) स्वित्झर्लंडमधील जिनिव्हा शहरात १२ आणि १३ फेब्रुवारी १९७९ रोजी आयोजित केली होती. ही पहिली आंतरराष्ट्रीय परिषद होती ज्यामध्ये मानवनिर्मित हवामान बदलांवर प्रथमच चर्चा झाली. या चर्चेनुसार हवामान बदलाच्या समस्येवर मात करण्यासाठी सर्व सदस्य देश व राज्ये यांच्यासाठी मार्गदर्शक धोरण ठरवणारे 'जागतिक हवामान कार्यक्रम (World Climate Program - WCP)' आणि 'जागतिक हवामान संशोधन कार्यक्रम (World Climate Research Program - WCRP)' तयार झाले. याचे श्रेय जागतिक हवामानशास्त्र संघटना व १९७२ साली स्थापन झालेला संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रम (United Nations Environment Program - UNEP) यांना संयुक्तपणे मिळते.

हवामानातील बदल आंतरराष्ट्रीय पातळीवर अधिकारवाणीने वैज्ञानिकदृष्ट्या सिद्ध करून त्यावर उपाययोजना सुचवण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय करार, नियमावली, परिषदा, संयुक्त कार्यक्रम इत्यादींची निर्मिती करण्यात

आली. यामध्ये तीन करार (प्रोटोकॉल/अॅग्रीमेंट) अतिशय महत्त्वाचे आहेत. (१) ओझोन स्तर वाचवण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय स्तरावर करण्याच्या उपाययोजना ठरवण्यासाठी व्हिएन्ना इथे झालेल्या अधिवेशनात २२ मार्च १९८५ रोजी 'मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल' तयार केला व तो २२ सप्टेंबर १९८८ पासून अमलात आणला, (२) पूर्णतः मानवनिर्मित हरितगृह परिणामांमुळे होणारे जागतिक हवामान बदल व तापमानवाढ रोखण्यासाठी ११ डिसेंबर १९९७ रोजी जपानमधील क्योटो शहरात झालेल्या परिषदेत 'क्योटो प्रोटोकॉल' नावाचा एक महत्त्वपूर्ण करार झाला. (३) अनेक बाजू असणाऱ्या हवामान बदलांचा मुकाबला करण्याच्या एकाच महत्त्वाकांक्षी उद्देशाने सर्व देशांना एकत्र आणण्यासाठी पॅरिस इथे झालेल्या बैठकीत १२ डिसेंबर २०१५ रोजी एक अधिकृत आंतरराष्ट्रीय करार झाला तो म्हणजे 'पॅरिस अॅग्रीमेंट'. हवामान बदलांना रोखण्यासाठीचे प्रयत्न व उपाययोजना, त्यासाठी कालमर्यादा व वैज्ञानिक मार्गदर्शन दिल्यामुळे या तीनही आंतरराष्ट्रीय करारांनी जागतिक स्तरावर एक वेगळाच ठसा उमटवला. या करारांना वैज्ञानिक आधार देण्याची महत्त्वपूर्ण भूमिका जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेची होती.

हवामान बदलांचे मूल्यांकन अहवाल

संयुक्त राष्ट्रांचा पर्यावरण कार्यक्रम आणि जागतिक हवामान परिषद यांनी संयुक्तपणे 'हवामान बदलांसंबंधीची आंतरसरकारी समिती (The Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC)' १९८८ मध्ये स्थापन केली. त्याचे मुख्यालय स्वित्झर्लंडमधील जिनिव्हा येथे आहे. आयपीसीसी हा संयुक्त राष्ट्रसंघाचा मुख्य भाग आहे.

ब्राझील देशातील रिओ डी जानेरो येथे ३-१२ जून १९९२ या कालावधीत 'संयुक्त राष्ट्रसंघाची पर्यावरण व विकास' या विषयावर एक परिषद (United Nations Conference on Environment and Development - UNCED - Earth Summit or Eco 92) भरवण्यात आली होती. या परिषदेत संयुक्त राष्ट्रसंघाच्या अखत्यारीत असणाऱ्या 'संयुक्त राष्ट्र हवामान बदल रूपरेखा संमेलन (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC)' या नवीन विभागाची स्थापना करण्यात आली. या विभागाचे अहवाल तयार करण्याची जबाबदारी आयपीसीसीवर सोपवण्यात आली. आयपीसीसीला वैज्ञानिक माहिती देण्याचे काम जागतिक हवामानशास्त्र संघटना करते. यासाठी हवामानाच्या घटकांच्या नोंदी मिळवून त्यांचे विश्लेषण करणे आणि

तज्ज्ञांच्या गटांना एकत्र आणून हवेच्या गुणवत्तेचा मूल्यांकन अहवाल (Assessment Report) वेळोवेळी करून घेणे व आवश्यक वैज्ञानिक व तांत्रिक सल्ला देणे हे महत्त्वाचे काम जागतिक हवामानशास्त्र संघटना करत असते.

हवामान बदलांचा सध्या होणारा परिणाम, त्यामुळे निर्माण होणारे भविष्यातील धोके आणि ते टाळण्यासाठी किंवा कमी करण्यासाठीचे उपाय या सर्वांचे मूल्यमापन आयपीसीसी करते. आजपर्यंत आयपीसीसीचे सहा मूल्यांकन अहवाल प्रसिद्ध झाले आहेत. याशिवाय आयपीसीसीने हवामान बदलांसंबंधीच्या विशिष्ट विषयांवरही खास अहवाल प्रसिद्ध केले आहेत. नैसर्गिक व मानवनिर्मित हवामान बदलांविषयीची वैज्ञानिक माहिती देणे आणि त्यांच्या सामाजिक व आर्थिक परिणामांच्या धोक्यांचे इशारे देणे आणि त्यावरील उपायही सुचवणे हे आयपीसीसीचे प्रमुख कार्य आहे. हवामानविषयक धोरण ठरवण्यासाठी लागणारी माहिती सर्व स्तरांवरील शासनाला आयपीसीसी पुरवते. अशाप्रकारे जागतिक हवामानशास्त्र संघटना आयपीसीसीद्वारे ज्ञान व कृती यांची सांगड घालते.

जगभरातील शास्त्रज्ञांच्या संशोधनांचे विश्लेषण करणे, हवामान बदलांच्या घातक परिणामांचे इशारे देणे व ते परिणाम टाळण्यासाठी किंवा कमी करण्यासाठी उपाययोजना सुचवणे आणि त्यांच्या अंमलबजावणीवर देखरेख ठेवणे; तसेच शास्त्रज्ञ, निरीक्षक व धोरणकर्ते या सर्वांमध्ये समन्वय साधून ठरावीक कालावधींनी होणाऱ्या बैठकीत त्यांच्या विचारांची देवाणघेवाण घडवून आणणे यामध्ये जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेचा सक्रिय सहभाग असतो.

कौशल्यविकास व प्रोत्साहन कार्यक्रम

हवामान व वातावरण या क्षेत्रांतील सेवा व संशोधन यांच्या गुणवत्तेत वाढ होण्यासाठी हवामानशास्त्रज्ञ, जलविज्ञानशास्त्रज्ञ आणि तत्सम विषयातील तज्ज्ञ यांच्या ज्ञानाचा व कौशल्याचा सर्वांगीण विकास होणे आवश्यक असते. त्यासाठी जागतिक हवामानशास्त्र संघटना जगभरातील शास्त्रज्ञांसाठी अत्याधुनिक शिक्षण व प्रशिक्षण आयोजित करत असते. याचा लाभ विकसनशील देशांतील शास्त्रज्ञांनाही व्हावा म्हणून जागतिक हवामानशास्त्र संघटना त्यांना शिष्यवृत्ती देते. तसेच, ही संघटना शास्त्रज्ञांच्या विशेष शोधनिबंधांना व त्यांच्या विशेष कार्याला/सेवेला प्रोत्साहन मिळावे म्हणून पारितोषिके व पुरस्कार देऊन त्यांचा गौरव करते. त्यामध्ये अनुभवी शास्त्रज्ञांच्या उत्कृष्ट कार्याबद्दल जीवनगौरव पुरस्कार तसेच तरुण शास्त्रज्ञांना प्रोत्साहन देण्यासाठी विशेष पुरस्कार यांचा समावेश आहे.

आंतरराष्ट्रीय स्तरावर विविध उपक्रमांद्वारे हवामानक्षेत्रात विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि आपत्तीव्यवस्थापन यामध्ये होत असलेली प्रगती, वृद्धिंगत होत असलेले सहकार्य, विश्वाचा शाश्वत विकास व कल्याण यामध्ये जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेचे योगदान महत्त्वाचे आहे.

भारताचे योगदान

भारत स्वतंत्र झाल्यानंतर आंतरराष्ट्रीय पातळीवरील एक महत्त्वाचा टप्पा म्हणजे भारतीय हवामानशास्त्र विभागाला (India Meteorological Department - IMD) २७ एप्रिल १९४९ रोजी जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेचे संस्थापक सदस्यत्व प्राप्त झाले आणि या विभागाचे महासंचालक (Director General of Meteorology) या संघटनेचे कायमस्वरूपी प्रतिनिधी झाले.

जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेच्या कार्यात भारतीय हवामानशास्त्र विभागाचे (IMD) योगदान अत्यंत महत्त्वाचे आहे. दीडशे वर्षांहून अधिक कालावधीच्या (१८७५ सालापूर्वीच्या) हवामानाच्या घटकांच्या नोंदी, अहवाल व तक्ते भारतीय हवामानशास्त्र विभागाच्या पुणे येथील राष्ट्रीय माहिती केंद्रात (National Data Centre) संगणकीय पद्धतीने जतन करून ठेवलेले आहेत. यामध्ये प्रादेशिक हवामानकेंद्रे, हवामान संशोधन व सेवाकेंद्रे, देशाच्या कानाकोपऱ्यात शेकडोंनी असलेल्या जमिनीवरील तसेच हिमाच्छादित प्रदेशावरील वेधशाळा, हजारो मानवचलित व स्वयंचलित हवामानकेंद्रे, हवामानाचे डॉप्लर रडार, इन्सॅट, स्कॅटसॅट, ओशनसॅट, कल्पना आणि मेघाट्राॅपिक्स हे उपग्रह, भारतीय सुदूर संवेदन (Indian Remote Sensing - IRS), भारतीय व्यापारी व नौदलाच्या बोटी यांच्यावरील खास उपकरणे, हवामानाचे पुर्वानुमान वर्तवणारी केंद्रे, कृषीविषयक हवामानसल्ला सेवाकेंद्रे, जलवायू केंद्रे, पूरविषयक माहिती केंद्रे, चक्रीवादळ माहिती केंद्रे, उंच हवेच्या ठिकाणी असलेली निरीक्षण स्थानके, ओझोन व किरणोत्सर्जन मोजणाऱ्या वेधशाळा, भूकंपमापन यंत्रणा या सर्वांचे जाळे (network) तयार केले असून त्याद्वारे भारतीय हवामानशास्त्र विभागाचे मुख्यालय आणि सर्व क्षेत्रीय कार्यालये व वेधशाळा एकमेकांशी जोडलेले आहेत. या सर्व वेधशाळांचा, केंद्रांचा व यंत्रणांचा विदा (डेटा) जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेच्या जागतिक निरीक्षण प्रणालीला (Global Observing System) सामायिक केला जातो. भारताकडील निरीक्षणांचा विदा आणि हवामानाचे अंदाज हे जागतिक हवामान बदलांच्या अभ्यासासाठी व अहवालांसाठी वापरले जातात.

भारतीय हवामानशास्त्र विभाग हा जागतिक हवामानशास्त्र परिषदेच्या सहा विशेष क्षेत्रीय हवामानशास्त्र केंद्रांपैकी एक आहे. या केंद्रांवर मलाक्का समुद्रधुनीसह उत्तर हिंदी महासागर, बंगालचा उपसागर, अरबी समुद्र आणि पर्शियाचे आखात येथील विषुवृत्तीय वादळांचा अंदाज देणे व तो सर्वत्र पोहोचवणे तसेच त्या वादळांचे नामकरण करणे या विशेष जबाबदाऱ्या आहेत. शिवाय या केंद्रांनी मिळवलेला विदा जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेला पाठवला जातो.

भारतीय हवामानशास्त्र विभागाच्या मोसमी पावसाचे संशोधन जागतिक हवामानशास्त्र परिषदेच्या जागतिक वातावरण प्रणालीमध्ये (Global Climate System) समाविष्ट केले जाते.

भारतीय हवामानशास्त्र विभागाच्या प्रशिक्षण केंद्राला जागतिक हवामानशास्त्र परिषदेचे आंतरराष्ट्रीय दर्जाचे प्रादेशिक प्रशिक्षण केंद्र म्हणून मान्यता मिळाली आहे. हे प्रशिक्षण केंद्र भारतासह इतर विकसनशील देशांतील व मित्र देशांतील हवामानतज्ज्ञांना प्रशिक्षण देते.

भारतीय हवामानशास्त्र विभागाचा माहिती प्रणाली व सेवाकक्षाला जागतिक हवामानशास्त्र परिषदेच्या अखत्यारीतील प्रादेशिक दळणवळणाचे केंद्र (Regional Telecommunication Hub (RTH) under the aegis of WMO) म्हणून मान्यता मिळालेली आहे.

भारतीय हवामानशास्त्र विभाग हा जागतिक हवामानशास्त्र परिषदेचा एक सक्रिय आणि विश्वासार्ह आंतरराष्ट्रीय भागीदार असून त्याचे हवामान विषयक निरीक्षणे, अंदाज, संशोधन आणि आपत्तींचे इशारे इत्यादी क्षेत्रांतील योगदान जागतिक स्तरावर महत्त्वाचे आहे. भारतीय हवामानशास्त्रज्ञ जागतिक धोरणात्मक व नेतृत्वात्मक कार्यकारी परिषदांमध्ये, तांत्रिक समित्यांमध्ये, अहवाल व मार्गदर्शक तत्त्वे तयार करण्यामध्ये सक्रिय भूमिका बजावतात.

भारतीय हवामानशास्त्र विभाग जागतिक हवामानशास्त्र संघटनेबरोबर समन्वय साधून निरीक्षणांच्या नोंदीची देवाणघेवाण करून हवामानाच्या अंदाजाची अचूकता वाढवत आहे.

– अनघा शिराळकर

anaghashiralkar@gmail.com

संदर्भ

1. Hundred years of weather services, India Meteorological Department, New Delhi
2. IPCC, Wikipedia
3. UNFCCC, Wikipedia
4. World Meteorological Organization, Wikipedia

॥ ग्रंथाली ॥ ❄ ॥

सारिका कुलकर्णी यांची दोन पुस्तके



बे दुणे पाच

मूल्य : २०० रुपये
सवलतीत : १२० रुपये



चितर-बितर

मूल्य : ३०० रुपये
सवलतीत : १८० रुपये



अणुऊर्जाखात्यातील अलिखित नियम

नरेंद्र गोळे

अणुऊर्जाखाते हे भारतात कायमच कुतूहलाचा विषय राहिलेले आहे. त्यात काय चालते ते आजवर लोकांपासून सुप्तच राहिले आहे. मात्र जे काही चालले आहे त्याचे सुखकर लाभ सारेच भारतीय सदैव अनुभवत असतात. एरवी गरीब, विकसनशील, मागास समजला गेलेला आपला देश, अणुऊर्जा, अवकाशसंशोधन आणि सौरविज्ञानात, जगात केवळ अग्रेसरच आहे असे नसून, अनेक बाबतीत जगाचे नेतृत्वही करत आहे, ही सर्वच भारतीयांकरता अत्यंत अभिमानाची बाब राहिली आहे. अशा खात्यात कळीचे काम करण्याची संधी ज्या लोकांना मिळाली, त्यात मीही होतो याचा मला अभिमान आहे.

मात्र 'कुछ किये बिनाही जयकार नहीं होती'. त्यामुळे ज्याअर्थी या खात्याचा राहून राहून जयकार होत असतो, त्याअर्थी अणुऊर्जाखात्याने खरोखरीच श्रेयस्कर असे खूप काही साध्य केलेले असणार. आहेही. मात्र ते साधले कसे, याचे कारण खात्यातील काही कळीचे नियम आहेत. एरवीही समाजात वावरताना आपण त्यांचा उपयोग करून यशप्राप्ती नक्कीच करू शकतो, असे वाटल्याने अशा नियमांना इथे प्रस्तुत करत आहे.

१. संशयास्पदतेचा नियम (ओआग्रा - ओळखा आपले ग्राहक, म्हणजे के.वाय.सी.)

एक नियम आहे हा, की अणुभट्टीत जे काही जाते ते संशयास्पदच मानावे. अपवाद केवळ जे निरपराध सिद्ध होईल त्याचा असावा. (व्हॉट एव्हर गोज इन टू द रिअॅक्टर शुड बी कन्सिडर्ड टू बी गिल्टी, अनलेस प्रूव्हड टू बी इनोसंट). त्यामुळे अणुभट्टीच्या आसपासही जे जात असेल, मग ते सामान असो, माणसे असोत, वाहने असोत किंवा भटकी कुत्रीही. त्या सगळ्यांवर संशय घेतला जातो. शहानिशा केली जाते. निरपराध, निष्पाप आणि निरुपद्रवी ठरलेल्या, उपयोगाच्या गोष्टींनाच केवळ मुक्तद्वार दिले जाते.

या नियमामुळे अणुखात्यातील कर्मचाऱ्यांना काही कमी त्रास सहन करावा लागलेला नाही. मात्र अत्यावश्यक म्हणून आम्ही त्याची वाच्यता कधीही केलेली नाही. आमचे जेवणाचे डबे रोज जाता-येता तपासले जातात, म्हणून आम्ही कधीही तक्रार केली नाही. या काटेकोर शिस्तीमुळेच आपली आण्विक आस्थापने आज उत्तमरीत्या सुरक्षित आहेत.

आपले सभोवारही आपण असेच सुरक्षित ठेवले पाहिजे. आपल्याशी संबंधित नसेल तरीही, अनोळखी गोष्टींची आपण निदान ओळख तरी करून घेतली पाहिजे. त्यात धोका दडलेला आहे असे वाटत असेल तर तो निरस्त करणारी पावले उचलली पाहिजेत. सरकारने तर बँकांना ओळखा-आपले-ग्राहक (ओआग्रा, नो युअर कस्टमर-के.वाय.सी.) असे आदेशच दिलेले आहेत.

२. वासाक - वाजवीरीत्या साध्य करता येईल इतके कमी

दुसरा एक नियम आहे, की वाजवीरीत्या साध्य करता येईल एवढे कमीत कमी (वासाक, अलारा- म्हणजे अँज लो अँज रिझनेबली अचीव्हेबल). आमच्याकडे हे प्रारणास (रेडिएशनला) उद्देशून म्हटले जाते. किरणोत्सारी प्रारणे आरोग्यास अपायकारक असतात. त्यामुळे ती कुठे कुठे आढळून येतात याचा शोध हे खाते भारतभरात सर्वत्र, सदैव घेतच असते आणि ती 'वासाक' मर्यादित राहावीत याकरता उपाययोजनाही करत असते. जनसामान्यांना हे काम चाललेले कुठे दिसत नाही. कुणी सांगत नाही, की कुणी बोलतही नाही. मात्र आमचे खाते स्थाननिहाय याची नोंद ठेवत असते, एवढेच नाही तर मर्यादाभंगांच्या प्रकरणी प्रशासनास सजगही करते. मागे दिल्लीनजीक विमानमार्गे बाहेरच्या देशांतून विल्हेवाटीकरता आलेल्या भंगारात प्रारणे आढळून आली होती. त्यांचीही शहानिशा केली गेल्याचे आणि निरसनार्थ उपाययोजना केल्याचे मला आठवते.

समाजात 'वासाक' नियम भ्रष्टाचाराकरता लागू करावा

असे मला वाटते. वाजवीरीत्या साध्य करता येईल एवढाच कमीत कमी भ्रष्टाचार राहू द्यावा. कारण प्रारणासारखाच भ्रष्टाचारही संपूर्णपणे नाहीसा करता येत नाही.

३. तपासु – तळापासूनची सुरक्षा

तिसरा एक नियम असा, की तळापासूनची सुरक्षितता (सेफ्टी-इन-डेपथ) पाळली जावी. इथे तर अभिकल्पनाची रेखाटने तयार केली जातात तेव्हा त्यांवरही, कुणी तयार केले, कुणी तपासले, कुणी मंजूर केले त्यांची नुसती नावेच नाही, तर स्वाक्षऱ्या नोंदवण्याचीही प्रथा आहे. प्रत्येक कृत्याची जबाबदारी मुळापासूनच त्या त्या व्यक्तींच्या शिरावर ठेवून देण्याची प्रथा असल्याने, बेजबाबदार कृत्ये प्रायः घडतच नाहीत. सुरक्षारक्षण आमच्याकडे २४ x ७, अहोरात्र चालत असते. कुणाकडूनही, चुकूनही चूक घडू नये याची दक्षता, त्याकरता नियुक्त केलेली माणसे सदोदित घेतच असतात. कोणताही उपस्कार एकल चुकीने (सिंगल फेल्युअर क्रायटेरिया) कधीच बंद पडणार नाही हा निकष असतो. पाठोपाठ अनेक चुका घडल्यासच उपस्कार बंद पडू शकतो. तसे झाल्यासही, तो त्वरित चालू करणाऱ्या व्यवस्था अभिकल्पित असतातच. अर्थात या सर्व व्यवस्था अत्यंत खर्चीक असूनही, अणुऊर्जासंपन्नतेकरता भारत सरकारने 'होऊ द्या खर्च' असे धोरण अवलंबल्यानेच हे शक्य होत असते.

४. मर्फीचा नियम

चौथा नियम 'मर्फीचा सिद्धांत' म्हणून आमच्याकडे सांगितला जातो. हा सिद्धांत असे सांगतो, की जे बिघडेल अशी शक्यता असते, ते बिघडतेच. जे बिघडणार नाही असे गृहितक असते, तेही बिघडते आणि ते बिघडते अशा वेळी, जी आपल्याला अत्यंत अडचणीची असते (व्हॉट एव्हर इज सपोज्ड टू फेल विल फेल. व्हॉट एव्हर इज नॉट सपोज्ड टू फेल विल आल्सो फेल अँड इट विल फेल अँट द मोस्ट ऑफ्टन इन्स्टन्स ऑफ टाइम). आता या सिद्धांताचे पर्यवसान, आमच्या खात्यात अशी मनोवृत्ती विकसित होण्यात झालेले आहे, की प्रत्येक योजनेचा पाठपुरावा करणारी व्यवस्था असलीच पाहिजे, एवढेच नव्हे तर ती पाठपुरावा करणारी व्यवस्था बिघडली, तर काय कृती करायची तेही निर्धारित असले पाहिजे. यामुळे प्रत्येक व्यवस्था अत्यंत खर्चीक होत जाते हे खरेच आहे. मात्र ती उत्तरोत्तर बिघाडवर्जित होत जाते यात मुळीच शंका नाही. त्यामुळेच अणुऊर्जाविभागाचे प्रकल्प अडचणीच्या प्रसंगी कधीच अपयशी ठरत नाहीत.

– नरेंद्र गोळे

nvgole@gmail.com

॥ ग्रंथाली ॥ ❄ ॥

ग्रंथालीची ताजी दोन प्रकाशने



सुनीत

सुनीती जैन

मूल्य २५० रु.

सवलतीत १५० रु.

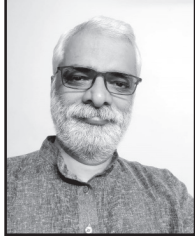


गोष्ट एका नशीबवान मुलीची

आरती आमटे-नारकर

मूल्य १५० रु.

सवलतीत ९० रु.



काचकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - भाग १

डॉ. जयंत वसंत जोशी

काच हा मानवाच्या दैनंदिन जीवनातील अत्यंत महत्त्वाचा आणि उपयुक्त पदार्थ आहे. पारदर्शकता, गुळगुळीतपणा आणि विविध आकारांमध्ये सहज बनवता येण्याची क्षमता यामुळे काचेचा वापर प्राचीन काळापासून आजपर्यंत सतत वाढत गेला आहे. विज्ञान, तंत्रज्ञान, वास्तुकला आणि कलाक्षेत्रात काचेचे स्थान अनन्यसाधारण आहे.

काच हा प्रामुख्याने सिलिका (Silica - SiO_2), सोडा (Sodium carbonate) आणि चुनखडी (Limestone) यांच्या मिश्रणापासून तयार केला जातो. हे घटक उच्च तापमानावर वितळवले जातात आणि नंतर थंड करून काच तयार केली जाते. विशेष म्हणजे काच हा स्फटिकी (crystalline) पदार्थ नसून अस्फटिकी (amorphous) पदार्थ आहे. म्हणजेच तिच्यातील अणूंची मांडणी अनियमित असते. यामुळेच काचेला विशिष्ट प्रकारची पारदर्शकता आणि ठिसूळपणा प्राप्त होतो.

काचेचे भौतिक गुणधर्म अत्यंत वैशिष्ट्यपूर्ण आहेत. ती कठीण असते, पण ठिसूळ असल्यामुळे अचानक तुटू शकते. काच उष्णतेला प्रतिरोधक असते, परंतु तापमानातील अचानक बदलामुळे ती फुटू शकते. काच विद्युतवाहक नसल्यामुळे ती विद्युत उपकरणांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर

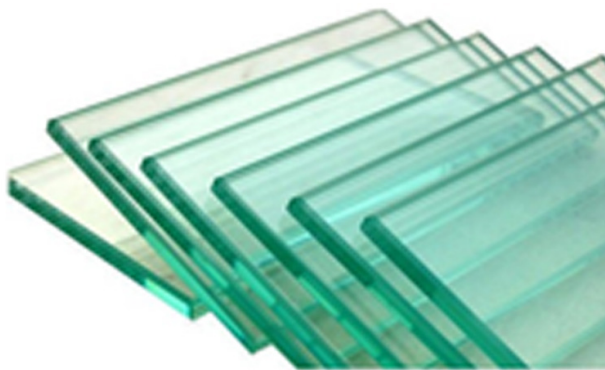
वापरली जाते. तिची पारदर्शकता प्रकाश सहजपणे आरपार जाऊ देते, म्हणून खिडक्या, भिंग, आरसे, तसबिरी आणि विविध वैज्ञानिक उपकरणांमध्ये तिचा मोठ्या प्रमाणावर वापर होतो.

काचेचे प्रकारही विविध आहेत. सामान्य काच घरगुती वापरासाठी वापरली जाते. टेम्पर्ड काच अधिक मजबूत आणि सुरक्षित असते, जी वाहनांच्या काचा आणि दरवाजांमध्ये वापरली जाते. बोरोसिलिकेट काच उष्णतेला अधिक प्रतिरोधक असल्यामुळे प्रयोगशाळेतील उपकरणे आणि स्वयंपाकघरातील साहित्यासाठी वापरली जाते. ऑप्टिकल काच दुर्बिणी, सूक्ष्मदर्शक आणि कॅमेऱ्यांमध्ये वापरली जाते.

काचनिर्मितीमध्ये आधुनिक तंत्रज्ञानाचा मोठ्या प्रमाणावर वापर होतो. फ्लोट ग्लास प्रक्रिया ही सर्वात प्रचलित पद्धत आहे, ज्यामध्ये वितळलेले काचद्रावण टिनवर तरंगवून काचेचे सपाट आणि गुळगुळीत पत्रे तयार केले जातात. यामुळे उच्च दर्जाची काच मोठ्या प्रमाणात तयार करता येते. याशिवाय, काच रंगीत करण्यासाठी विविध धातूंची ऑक्साइड वापरली जातात, ज्यामुळे सजावटी आणि कलात्मक काच तयार केली जाते. काचेचा वापर केवळ घरगुती वस्तूंमध्येच नाही, तर विज्ञान आणि उद्योग क्षेत्रांतही मोठ्या प्रमाणावर होतो. फायबर ऑप्टिक्समध्ये काचेचा वापर करून प्रकाशाच्या साहाय्याने माहिती पाठवली जाते. यामुळे दूरसंचार क्षेत्रात क्रांती झाली आहे. तसेच, सौर पॅनेल, वैद्यकीय उपकरणे, आणि अंतराळ संशोधनातही काच महत्त्वाची भूमिका बजावते.

तथापि, काचेला काही मर्यादाही आहेत. ती ठिसूळ असल्यामुळे सहज तुटू शकते, आणि तुटल्यावर ती धारदार तुकड्यांमध्ये विखुरते. त्यामुळे सुरक्षिततेच्या दृष्टीने विशेष काळजी घेणे आवश्यक असते. यासाठीच आजकाल लॅमिनेटेड काच आणि टेम्पर्ड काच यांचा वापर वाढत आहे.

काच हा एक बहुगुणी, उपयुक्त आणि वैज्ञानिकदृष्ट्या



काचेचे तावदान

महत्त्वाचा पदार्थ आहे. त्याच्या अनोख्या गुणधर्मांमुळे आणि आधुनिक तंत्रज्ञानामुळे काचेचा वापर सतत वाढत आहे. भविष्यातही काच विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या प्रगतीमध्ये महत्त्वाची भूमिका बजावत राहील.

हिरकणी

काच कापण्याची हिरकणी हे साधन साधे दिसत असले तरी त्यामागे भौतिकशास्त्र आणि अचूक अभियांत्रिकी कार्यरत असते. काच कापणे हा शब्दप्रयोग वापरला जात असला, तरी प्रत्यक्षात हिरकणी काचेला कापत नाही, तर काचेच्या पृष्ठभागावर ओरखडा (नियंत्रित रेषा) निर्माण करून तिला विशिष्ट ठिकाणी तुटण्यास प्रवृत्त करते.

काच हा एक अस्फटिकी पदार्थ असल्यामुळे काच कठीण असली तरी ती ठिसूळ असते. तिच्यात ताण सहन करण्याची क्षमता कमी असते. हीच वैशिष्ट्ये काच कापण्याच्या प्रक्रियेत उपयोगी पडतात. काचेत योग्य ठिकाणी सूक्ष्म दोष निर्माण केला, तर त्या ठिकाणी ताण एकवटतो आणि काच तुटते.

काच कापण्याच्या हिरकणीच्या टोकाला बसवलेला हिऱ्याचा तुकडा हा या प्रक्रियेचा केंद्रबिंदू असतो. हिऱा हा पृथ्वीवरील सर्वात कठीण नैसर्गिक पदार्थ मानला जातो. यामुळे हिऱा काचेला सहज ओरखडा करू शकतो. परंतु हा ओरखडा साधा नसतो; तो अत्यंत सूक्ष्म आणि नियंत्रित असतो. या प्रक्रियेला स्कोअरिंग असे म्हणतात.

हिरकणी काचेच्या पृष्ठभागावर योग्य दाबाने आणि योग्य कोनात फिरवली जाते, तेव्हा हिऱ्याचे टोक काचेच्या पृष्ठभागावर एक अतिशय बारीक ओरखडारेषा तयार करते. या ओरखडा रेषेमध्ये सूक्ष्म तडे निर्माण होतात. हे तडे डोळ्यांना स्पष्ट दिसत नाहीत, पण ते काचेला कमकुवत बनवतात.



हिरकणी

यानंतरचा टप्पा म्हणजे काच तोडणे. हिरकणीने केलेल्या ओरखडारेषेवर हलका आणि नियंत्रित दाब दिला जातो. या वेळी त्या सूक्ष्म तड्याच्या टोकावर ताण वाढतो. भौतिकशास्त्रातील भंग्यांत्रिकीच्या सिद्धांतानुसार, एखाद्या तड्याची लांबी आणि ताण यांचे गुणोत्तर एका मर्यादितपेक्षा जास्त झाले की, तो तडा झपाट्याने पुढे वाढतो आणि काच तुटते. हे तुटणे अत्यंत सरळ रेषेत होते, कारण हिरकणीच्या ओरखड्याने तडा आधीच त्या दिशेने तयार केलेला असतो.

हिरकणी योग्य प्रकारे काम करण्यासाठी तिचा कोन अत्यंत महत्त्वाचा असतो. साधारणपणे काचेच्या पृष्ठभागाला 120°C ते 140°C या कोनात हिरकणी पकडली जाते. कोन खूप कमी असेल तर काच खूप खोल ओरखडली जाऊ शकते आणि अनियमित तडे जाऊ शकतात. कोन खूप जास्त असेल तर पुरेशी रेषा तयार होत नाही. त्यामुळे योग्य कोन राखणे ही एक कौशल्यपूर्ण बाब आहे.

काच कापताना हिरकणीवरचा दाब हाही एक महत्त्वाचा घटक आहे. खूप जास्त दाब दिल्यास काचेत अनियंत्रित तडे निर्माण होऊ शकतात, तर खूप कमी दाब दिल्यास पुरेशी रेषा तयार होत नाही. योग्य दाबाने दिलेली एकसंध आणि अखंड रेषा हीच व्यवस्थित काच कापण्याची गुरुकिल्ली आहे. म्हणूनच अनुभवी कारागीर एकाच वेळी, एकाच दिशेने आणि एकसमान दाबाने ओरखडारेषा काढतात. एकाच ठिकाणी वारंवार रेषा देणे टाळले जाते, कारण त्यामुळे तड्याची दिशा बदलू शकते.

हिरकणीच्या या कार्यात घर्षणदेखील महत्त्वाची भूमिका बजावते. काच आणि हिऱा यांच्या संपर्कात घर्षण निर्माण होते. काच कापण्याच्या काही प्रगत उपकरणांमध्ये तेल वापरले जाते. हे तेल घर्षण कमी करते, उष्णता कमी करते आणि ओरखडारेषा अधिक गुळगुळीत बनवते. त्यामुळे उपकरणाचे आयुष्य वाढते आणि काच तुटताना कडा अधिक स्वच्छ राहतात.

पदार्थविज्ञानाच्या दृष्टीने पाहता, हिऱा हा कार्बनचा एक स्फटिकी प्रकार आहे, ज्यात अणूंची रचना अत्यंत मजबूत असते. त्यामुळे त्याची धार दीर्घकाळ टिकते. याउलट सामान्य धातू किंवा इतर पदार्थ इतके कठीण नसल्यामुळे ते लवकर झिजतात. म्हणूनच हिरकणी दीर्घकालीन वापरासाठी अधिक उपयुक्त ठरते.

हिरकणीच्या वापरात मानवी कौशल्य आणि तंत्रज्ञान यांचा समन्वय दिसून येतो. काच कापताना हाताची स्थिरता, दाबाचे नियंत्रण, योग्य कोन आणि अनुभव या सर्व गोष्टी महत्त्वाच्या असतात.

तथापि, हिरकणीच्या काही मर्यादाही आहेत. टेम्पर्ड

काच किंवा खूप जाड काच हिरकणी या साधनाने कापता येत नाही. कारण अशा काचांमध्ये अंतर्गत ताण वेगळ्या प्रकारे वितरित असतो. त्यामुळे त्या काचेला ओरखडा केल्यानंतरही ती नियंत्रित पद्धतीने तुटत नाही, तर पूर्णपणे फुटू शकते.

सुरक्षेच्या दृष्टीनेही ही प्रक्रिया महत्त्वाची आहे. काच तुटताना काचेचे लहान तुकडे उडू शकतात, त्यामुळे सुरक्षा चष्मा आणि हातमोजे वापरणे आवश्यक असते. काच स्थिर पृष्ठभागावर ठेवणे आणि योग्य साधनांचा वापर करणेही तितकेच गरजेचे आहे.

काच कापण्याचे यंत्र

हे आधुनिक उद्योगातील अत्यंत महत्त्वाचे आणि अचूक साधन आहे. पारंपरिक हिरकणीपेक्षा हे यंत्र अधिक वेगवान, अचूक आणि कार्यक्षम आहे. या यंत्रामागे विज्ञान आणि स्वयंचलित नियंत्रणप्रणाली यांचा प्रभावी संगम दिसून येतो.

काच कापण्याच्या प्रक्रियेचे मूलभूत विज्ञान ओरखडा आणि नियंत्रित तुटणे या तत्त्वावर आधारित आहे. काच हा ठिसूळ आणि अस्फटिकी पदार्थ असल्यामुळे त्यावर सूक्ष्म ओरखडा निर्माण केला की त्या ठिकाणी ताण एकवटतो. यंत्रातील कापणारे चाक काचेच्या पृष्ठभागावर ही ओरखडा रेषा तयार करते. ही ओरखडारेषा म्हणजे सूक्ष्म तड्याच्या स्वरूपात असते. त्यानंतर हलक्या दाबाने किंवा यांत्रिक प्रणालीच्या साहाय्याने काच त्या रेषेवरून तुटते.

या यंत्रातील कापणारे चाक सामान्यतः टंगस्टन कार्बाइड या मिश्र धातूचे किंवा हिऱ्यापासून बनवलेले असते. हे पदार्थ अत्यंत कठीण असल्यामुळे ते काचेसारख्या कठीण पदार्थावर सूक्ष्म आणि अचूक ओरखडारेषा सहज निर्माण करू शकतात. उपकरणाचा कोन, दाब आणि गती यांचे नियंत्रण अत्यंत महत्त्वाचे असते, कारण यावर काच कापण्याची गुणवत्ता अवलंबून असते.

आधुनिक काच कापण्याच्या यंत्रांमध्ये संगणक नियंत्रित प्रणाली वापरली जाते. या तंत्रज्ञानामुळे काचेवर अत्यंत अचूक आणि गुंतागुंतीच्या रचनाही कापता येतात. वापरकर्ता संगणकावर डिझाइन तयार करतो आणि यंत्र त्यानुसार उपकरणाची हालचाल नियंत्रित करते. यामुळे मानवी चुका कमी होतात आणि उत्पादनाची गुणवत्ता वाढते.

यंत्रामध्ये संवेदक (Sensors) आणि स्वयंचलन (Automation) तंत्रज्ञानाचा वापरही मोठ्या प्रमाणावर केला जातो. संवेदक काचेची जाडी, कापण्याचे निश्चित स्थान आणि पृष्ठभागाची स्थिती तपासतात. त्यानुसार यंत्र उपकरणाचा दाब आणि गती आपोआप समायोजित करते. यामुळे प्रत्येक काच कापणी एकसारखी आणि अचूक होते.

काच कापताना घर्षण आणि उष्णता निर्माण होते. यावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी काही यंत्रांमध्ये वंगण किंवा थंडावा निर्माण करणारी यंत्रणा वापरली जाते. तेलामुळे घर्षण कमी होते, उपकरणाचे आयुष्य वाढते आणि कापणी अधिक गुळगुळीत होते. काही प्रगत यंत्रांमध्ये लेझर



तंत्रज्ञानाचाही वापर केला जातो, ज्यामुळे प्रत्यक्ष संपर्काशिवाय काच कापता येते.

काच कापण्याच्या यंत्रांचे उपयोग विविध क्षेत्रांमध्ये होतात. बांधकाम क्षेत्रात खिडक्या, दरवाजे आणि काचेच्या भिंती तयार करण्यासाठी यांचा वापर होतो. वाहन उद्योगात गाड्यांच्या काचा तयार करण्यासाठी हे यंत्र अत्यावश्यक आहे. तसेच इलेक्ट्रॉनिक्स, सौर पॅनेल आणि सजावटी काचकामातही याचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो.

धाव पकड (रनिंग प्लायर)

काच कापण्याच्या प्रक्रियेत रनिंग प्लायर हे अत्यंत महत्वाचे आणि उपयुक्त साधन आहे. काच कापण्याच्या उपकरणाने (हिरकणीने) काचेवर सूक्ष्म ओरखडारेषा तयार केल्यानंतर काच त्या रेषेवरून व्यवस्थित आणि नियंत्रित पद्धतीने तुटण्यासाठी रनिंग प्लायरचा वापर केला जातो. हे साधन साधे दिसले तरी त्यामागे भौतिकशास्त्रातील ताण, दाब आणि भंग यंत्रशास्त्र (fracture mechanics) यांचे सखोल विज्ञान कार्यरत असते.

काच हा ठिसूळ पदार्थ असल्यामुळे त्यामध्ये ताण सहन करण्याची क्षमता मर्यादित असते. हिरकणीने काचेवर एक ओरखडा रेषा दिली जाते, तेव्हा त्या ठिकाणी सूक्ष्म तडा तयार होतो. हा तडा म्हणजे काचेमधील एक कमजोर बिंदू असतो. परंतु केवळ ओरखडारेषा देऊन काच तुटत नाही; त्या रेषेवर योग्य प्रकारे दाब लागू करणे आवश्यक असते. याच ठिकाणी रनिंग प्लायरची भूमिका महत्वाची ठरते.

रनिंग प्लायरची रचना विशेष प्रकारची असते. त्याचे दोन जबडे असतात, जे सामान्य पकडीपेक्षा वेगळ्या आकाराचे असतात. वरचा जबडा थोडा वाकलेला असतो, तर खालचा जबडा सपाट असतो. या रचनेमुळे काचेवर दाब

समान प्रमाणात वितरित होतो. प्लायरच्या मध्यभागी एक समायोजक स्क्रू असतो, ज्यामुळे काचाच्या जाडीप्रमाणे दाब नियंत्रित करता येतो.

रनिंग प्लायर कसे काम करतात हे समजून घेण्यासाठी ताण वितरण या संकल्पनेचा विचार करावा लागतो. ही पकड काचेच्या ओरखडारेषेवर ठेवली जाते आणि हलक्या दाबाने दाबले जाते, तेव्हा काचेच्या दोन्ही बाजूंना विरुद्ध दिशेने बल लागू होते. या बलामुळे ओरखडारेषेच्या ठिकाणी ताण वाढतो. भौतिकशास्त्रातील भंगयंत्रशास्त्राच्या सिद्धांतानुसार, हा ताण एका मर्यादितपेक्षा जास्त होतो, तेव्हा सूक्ष्म तडा झपाट्याने पुढे वाढतो आणि काच त्या रेषेवरून तुटते.

रनिंग प्लायरचे एक महत्वाचे वैशिष्ट्य म्हणजे ते काचेला नियंत्रित आणि सरळ रेषेत तुटण्यास मदत करतात. हाताने काच तोडण्याच्या तुलनेत प्लायर वापरल्यास तुटण्याची दिशा अधिक अचूक राहते आणि काचेच्या कडांवर तडे कमी येतात. यामुळे काचकामाची गुणवत्ता सुधारते.

तंत्रज्ञानाच्या दृष्टीने पाहता, रनिंग प्लायरमध्ये आधुनिक रचना वापरली जाते, ज्यामुळे वापरकर्त्याला कमी ताकद वापरून अधिक नियंत्रण मिळते. काही आधुनिक प्लायरमध्ये रबर कोटिंग असलेले हँडल असते, जे पकड मजबूत करते आणि हाताला आराम देते. तसेच, समायोज्य स्क्रू प्रणालीमुळे विविध जाडीच्या काचांसाठी एकाच साधनाचा वापर करता येतो.

रनिंग प्लायरचा वापर करताना काही काळजी घेणे आवश्यक असते. काचेवर दिलेली ओरखडारेषा स्पष्ट आणि अखंड असावी. प्लायर योग्यरीत्या त्या रेषेवर केंद्रित करणे महत्वाचे असते. खूप जास्त दाब दिल्यास काच चुकीच्या दिशेने तुटू शकते, तर खूप कमी दाब दिल्यास काच तुटणार नाही. त्यामुळे योग्य प्रमाणात दाब देणे हे कौशल्याचे काम आहे.

या साधनाचा वापर बांधकाम, सजावटी काचकाम, काच कलाकुसर आणि उद्योग क्षेत्रात मोठ्या प्रमाणावर केला जातो. विशेषतः स्टॅन्ड ग्लास कामात रनिंग प्लायर अत्यंत आवश्यक असतात.

(माहितीजालावरील छायाचित्र साभार.)

– डॉ. जयंत वसंत जोशी

jvjoshi2002@yahoo.com





आरोग्यम् धनसंपदा भाग-२३

जीवनशैलीमध्ये बदल करून रक्तदाब कमी करा

डॉ. स्वाती बापट

आहारशैलीमध्ये काही बदल करून, म्हणजे आहारातील कॅलरी कमी करून तसेच आहारामध्ये विशिष्ट पदार्थांचा समावेश करून रक्तदाब कसा कमी करता येतो याबाबत आपण मागील दोन महिन्यांच्या लेखामध्ये समजून घेतले. आहारातील हे बदल सर्वांनाच सहजी करता येण्यासारखे आहेत. रक्तदाब सामान्य असलेल्या व्यक्तींनीही हे बदल केल्यास त्यांचा रक्तदाब न वाढण्यासाठी मदत होते. आपल्या जीवनशैलीमध्ये इतरही अनेक छोटे-छोटे बदल करून आपण आपला रक्तदाब कमी करू शकतो. नेमके कोणते व्यायाम केल्यामुळे रक्तदाब कमी होतो आणि तो कमी होण्यासाठी नेमके कुठले घटक कारणीभूत ठरतात, हे आपण या लेखामध्ये समजून घेऊ या. तसेच, व्यायामामुळे रक्तदाब किती प्रमाणात कमी येऊ शकतो, कुठले व्यायाम जास्त परिणामकारक असतात आणि ते व्यायाम प्रत्यक्षांत कसे करायचे या बद्दलही आपण जाणून घेणार आहोत.

नियमित व योग्य व्यायाम करणे : नियमित व्यायाम केल्याने रक्तदाब निश्चितपणे कमी होऊ शकतो. व्यायामामुळे मनावरचा ताण कमी होतो, झोप चांगली लागू शकते, इन्सुलिन रेझिस्टन्स कमी होण्यास मदत होऊ शकते, आणि रक्तातील साखरेची पातळी उंचावत नाही. तसेच, वजन

नियंत्रणासाठीही व्यायाम आवश्यक असतो. उच्च रक्तदाब नसलेल्या व्यक्तीमध्ये आणि उच्च रक्तदाब असलेल्या व्यक्तींमध्ये, वेगवेगळ्या व्यायामप्रकारांमुळे रक्तदाब किती प्रमाणात कमी होतो ते कोष्टक क्रमांक-१ मध्ये दाखवलेले आहे.

व्यायामाचे एकूण चार प्रकार आहेत असे आधुनिक वैद्यकीय शास्त्रामध्ये मानले जाते. अरोबिक किंवा कार्डिओ व्यायाम, रेझिस्टन्स ट्रेनिंग, बॅलन्स ट्रेनिंग आणि फ्लेक्सिबिलिटी ट्रेनिंग असे ते चार प्रकार आहेत. त्यापैकी अरोबिक अथवा कार्डिओ व्यायामामुळे आणि रेझिस्टन्स ट्रेनिंग या व्यायामांमुळे रक्तदाब कमी होऊ शकतो. विशेष म्हणजे, सामान्य रक्तदाब असलेल्या व्यक्तींनी हे व्यायाम केल्यास त्यांच्या रक्तदाबामध्ये काही प्रमाणात घट येतेच. शिवाय उच्च रक्तदाब असलेल्या व्यक्तींनी हे व्यायाम केले तर त्यांच्या रक्तदाबात बराच फरक पडून त्यांचा रक्तदाब कमी होण्यास मदत होते. (कोष्टक क्रमांक-१).

अरोबिक किंवा कार्डिओ व्यायाम : सलग काही काळासाठी (सलग २० ते ३० मिनिटे) स्नायूंची लयबद्ध हालचाल होईल अशा पद्धतीने केलेल्या व्यायामाला अरोबिक व्यायाम, किंवा 'कार्डिओ' व्यायाम असे म्हटले जाते. धावणे, पोहणे, सायकलिंग, नृत्य आणि जलद चालणे हे अरोबिक व्यायामाचे प्रकार आहेत. अशा प्रकारच्या व्यायामामुळे हृदयाची गती वाढते आणि शरीरात प्राणवायूचा वापर जास्त होतो. या प्रकारचे व्यायाम नियमितपणे केल्यास हृदय आणि फुफ्फुसे मजबूत होत जातात आणि हृदयरोगाचा धोका कमी होतो. या व्यायामामध्ये मोठ्या प्रमाणात कॅलरी जाळल्या जात असल्यामुळे वजननियंत्रणास मदत होऊ शकते, मानसिक ताणतणाव आणि चिंता कमी होऊन मूड सुधारण्यास मदत होते, तसेच, या प्रकारच्या व्यायामामुळे स्नायूंमधील रक्तवाहिन्यांचे जाळे वाढण्यास आणि त्या रक्तवाहिन्या उघडण्यास मदत होते. अरोबिक व्यायामामुळे रक्तामध्ये नायट्रिक ऑक्साइडचे प्रमाण वाढते. नायट्रिक

व्यायामाचा प्रकार	किती वेळ करायचा	रक्तदाब कितीने कमी होतो (एम एम मर्क्युरी)	
		उच्च रक्तदाब असल्यास	उच्च रक्तदाब नसल्यास
एरोबिक व्यायाम	आठवडाभरात १५० मिनिटे	४ ते ८	२ ते ७
डायनामिक रेझिस्टन्स	आठवडाभरात ९० मिनिटे	२ ते ७	२ ते ५
आयसोमेट्रिक रेझिस्टन्स	आठवडाभरात २० मिनिटांचे ३ सेशन	५ ते १०	४ ते ६

कोणकोणत्या व्यायामामुळे रक्तदाब किती प्रमाणात कमी येतो (कोष्टक क्रमांक-१)

ऑक्साइड हा वायू धमन्यांच्या भिंतीतील ताण कमी करण्यास मदत करतो. त्यामुळे धमन्यांमधील कडकपणा कमी होतो, रक्तवाहिन्या सहजी प्रसरण पावतात व रक्तवाहिन्यांमधील अवरोध कमी होऊन रक्तदाब कमी होण्यास मदत होते. तसेच या प्रकारच्या व्यायामामुळे, शरीरातील ताण संप्रेरकांचा (Stress Hormones) साव कमी होतो व त्यामुळेही रक्तदाब कमी होण्यास मदत होते. एरोबिक व्यायामामुळे, हृदयाच्या स्नायूँमधील रक्तवाहिन्या उघडतात व हृदयाला रक्तपुरवठा वाढतो. यामुळे हृदय बळकट होते व ते अगदी कमी श्रमामध्ये, अधिक कार्यक्षमतेने धमन्यांमध्ये रक्त पंप करू शकते. त्यामुळेही रक्तदाब कमी होऊन धमन्यांच्या भिंतीवरील दाब कमी होत जातो.

अरोबिक ट्रेनिंगमुळे फुफ्फुसांची क्षमता वाढते, श्वसनक्रियांमध्ये भाग घेणारे सर्व स्नायूँ मजबूत होत जातात व फुफ्फुसांमध्ये वायू विनिमयाची कार्यक्षमता वाढते व श्वसनसंस्थेची ताकद हळूहळू वाढत जाते. अरोबिक ट्रेनिंगमुळे श्वसनमार्गातील दाह कमी होऊन दमा आणि ब्रॉन्कायटिस, तसेच सीओपीडी (Chronic Obstructive Pulmonary Diseases), अशा प्रकारच्या श्वसनसंस्थेच्या आजारांचा धोका कमी राहू शकतो.

हृदयाच्या आणि रक्तवाहिन्यांच्या उत्तम आरोग्यासाठी आठवड्यातून कमीत कमी १५० मिनिटे मध्यम तीव्रतेचा (Cardio/Endurance training) अथवा ७५ मिनिटे उच्च

तीव्रतेचा अरोबिक व्यायाम करावा असे मार्गदर्शक तत्त्व आहे. वयोमानानुसार कुठल्या व्यायामाला मध्यम तीव्रतेचा व्यायाम म्हणायचे आणि कुठल्या व्यायामाला उच्च तीव्रतेचा अरोबिक व्यायाम म्हणायचे, हे व्यायाम करत असताना तुमच्या हृदयाची गती किती आहे यावर ठरते. पुढील कोष्टकामधे (आकृती क्रमांक-२) दाखवल्याप्रमाणे तुमच्या वयानुसार, अरोबिक व्यायाम करताना हृदयाची गती जर ६० ते ७०% या दरम्यान असेल तर त्याला कमी तीव्रतेचा अरोबिक व्यायाम समजले जाते. जर ती गती ७० ते ८०% या झोनमध्ये असेल तर ता व्यायामाला उच्च तीव्रतेचा व्यायाम समजले जाते.

अरोबिक अथवा कार्डिओ या प्रकारातील व्यायाम करून रक्तदाब कमी आणायचा असेल तर व्यायामामध्ये नियमितता असायला हवी. त्यासाठी रोज कमीत कमी तीस मिनिटे असे आठवड्यातून कमीतकमी पाच दिवस अरोबिक अथवा कार्डिओ ट्रेनिंग झोनमध्ये व्यायाम करणे आवश्यक असते. व्यायाम सुरू करताना आपल्या हृदयाची गती सामान्य असते. हलका अरोबिक व्यायाम सुरू करून, हळूहळू त्या व्यायामाची तीव्रता वाढवून, ती गती ७०% ते ८०% या रेंजपर्यंत (आकृती क्रमांक-२) न्यावी लागते. असे करण्यासाठी सर्वसाधारणपणे १५ ते २० मिनिटे लागतात. त्यामुळे सलग १५ ते २० मिनिटे अरोबिक व्यायाम करत हृदयाची गती वाढवत नेणे, आणि ती गती ७० ते ८० च्या रेंजमध्ये गेल्यावर सातत्याने तीस मिनिटे

		EXERCISE ZONES									
		AGE									
		20	25	30	35	40	45	50	55	65	70
BEATS PER MINUTE	100%	200	195	190	185	180	175	170	165	155	150
	VO2 Max (Maximum effort)										
	90%	180	176	171	167	162	158	153	149	140	135
	Anaerobic (Hardcore training)										
	80%	160	156	152	148	144	140	136	132	124	120
	Aerobic (Cardio training / Endurance)										
70%	140	137	133	130	126	123	119	116	109	105	
Weight control (Fitness / Fat burn)											
60%	120	117	114	111	108	105	102	99	93	90	
Moderate activity (Maintenance / Warm up)											
50%	100	98	95	93	90	88	85	83	78	75	

व्यायामाचे झोन्स (आकृती क्रमांक-२)

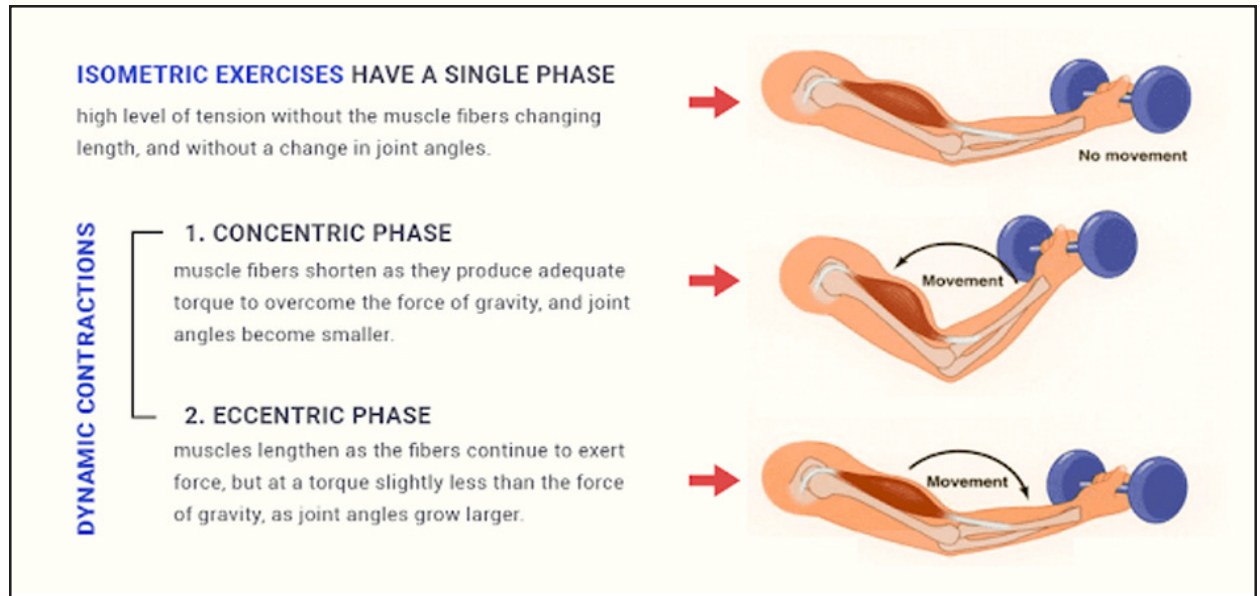
अरोबिक व्यायाम करणे आवश्यक असते. तसेच, हा व्यायाम झाल्यानंतर, व्यायामाची गती हळूहळू कमी करून, कूलिंग डाऊनचा व्यायाम करणे आवश्यक असते. म्हणजेच, सर्वसाधारणपणे अरोबिक व्यायामांचे प्रत्येक सत्र एक तासाचे असावे लागते. त्यातील कमीत कमी ३० मिनिटांच्या काळामध्ये हृदयाची गती ७० % ते ८०% या रेंजमध्ये असावी.

रेझिस्टन्स ट्रेनिंग : या प्रकारच्या ट्रेनिंगमध्ये, स्नायूंना अवरोध निर्माण करून अथवा वजन उचलायला लावून स्नायूंची ताकद वाढवली जाते. त्यासाठी, स्वतःच्या शरीराचे वजन उचलणे, जिममधील वजने उचलणे, वजन उचलायला लावणारी वेगवेगळी मशिन वापरणे, यासोबतच रेझिस्टन्स बँडचा वापर करून, स्नायूंच्या हालचालींना रेझिस्टन्स किंवा अवरोध निर्माण केला जातो. रेझिस्टन्स ट्रेनिंगचे अनेक फायदे असतात. यामुळे हाडांची घनता वाढते. आपल्या स्नायूंमधील ताकद वाढत जाते, जी आपल्या दैनंदिन हालचालीसाठी उपयुक्त असते. रेझिस्टन्स ट्रेनिंगमुळे वजन कमी होण्यासही मदत होते. याचा व्यायाम करत असताना कॅलरी खर्ची पडतच असतात, परंतु अशा प्रकारच्या ट्रेनिंगमुळे शरीरातील स्नायूंचे प्रमाणही वाढत जात असल्याने, व्यायाम केल्यानंतरही अधिकाधिक कॅलरी खर्ची पडत राहतात. रेझिस्टन्स ट्रेनिंगमुळे आपल्या पोटातील अवयवांभोवती साठलेली चरबी (Visceral fat) कमी होऊन इन्सुलिन रेसिस्टन्स कमी होतो. शरीरामधील स्नायूंचे प्रमाण वाढत असल्यामुळे, स्नायूंचे असलेल्या ग्लूकोज ट्रान्सपोर्टर टाइप-४ ची घनता वाढते. या दोन्ही गोष्टींमुळे, शरीरातील

इन्सुलिन रेझिस्टन्स कमी होतो. नियमितपमाणे रेझिस्टन्स ट्रेनिंग केल्यामुळे शरीरातील वाईट कोलेस्टेरॉल (LDL Cholesterol) आणि ट्रायग्लिसेराईड कमी होते, तसेच विश्रांतीच्या काळातला रक्तदाब अथवा Resting Blood Pressure कमी होण्यास मदत होते. एकुणात रेझिस्टन्स ट्रेनिंगचा हृदय आणि रक्तवाहिन्यांचे आरोग्य सुधारण्यासाठी खूपच फायदा असतो.

डायनॅमिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंग आणि आयसोमेट्रिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंग, असे रेझिस्टन्स ट्रेनिंगचे दोन प्रकार आहेत. डायनॅमिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंगमध्ये, स्नायूंना अवरोध असलेल्या स्थितीमध्ये, काही सांधे त्यांच्या संपूर्ण Range of Motion (ROM) मध्ये, म्हणजे त्या-त्या सांध्यांच्या हालचालीच्या संपूर्ण व्याप्तीतून हलवले जातात. हे करत असताना, स्नायू आकुंचन आणि प्रसरण पावत असतात. म्हणजेच त्यांची लांबी कमीजास्त होत जात असते. (आकृती क्रमांक-३) या व्यायामाच्या दरम्यान, स्नायू आकुंचन पावून त्यांची लांबी कमी होत असते, त्याला Concentric Phase असे म्हणतात. त्याच्या उलट, व्यायामाच्या दरम्यान स्नायू प्रसरण पावत असतात व त्यांची लांबी वाढत असते, त्याला Eccentric Phase असे म्हणतात. डायनॅमिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंगमुळे स्नायूंची ताकद व आकारमान वाढण्यास मदत होते. तसेच स्नायूंची कार्यात्मक गतिशीलता वाढत जाऊ शकते. वजने उचलणे, जोर-बैठका काढणे ही डायनॅमिक रेसिस्टन्स ट्रेनिंगची उदाहरणे आहेत.

आयसोमेट्रिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंगमध्ये, स्नायूंना अवरोध असलेल्या स्थितीत, सांध्यांची कोणतीही हालचाल न होऊ



आयसोमेट्रिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंग आणि डायनॅमिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंग (आकृती क्रमांक-३)



आयसोमेट्रिक व्यायामाचे वेगवेगळे प्रकार (आकृती क्रमांक-४)

देता, तसेच स्नायूंची लांबी न बदलता, सांधा स्थिर स्थितीमध्ये ठेवून बळ निर्माण केले जाते. (उदा., प्लँक्स, वॉल सिट). अशा प्रकारच्या व्यायामांमध्ये स्नायूंची आणि सांध्यांची कुठलीही हालचाल होत नसली तरीही स्नायूंमधला ताण कमालीचा वाढतो. या व्यायामांमध्ये स्नायूंच्या आणि सांध्यांच्या स्थिरतेवर लक्ष केंद्रित केले जाते. हे व्यायाम कोअर स्टॅबिलिटी वाढवण्यासाठी आणि सांध्यांचे विशिष्ट कोन मजबूत जाण्यासाठी उपयुक्त असतात. (आकृती क्रमांक-४)

रक्तदाब कमी करण्यासाठी डायनॅमिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंग आठवडाभरामध्ये एकूण किमान ९० मिनिटे करावे. वजनांचा आणि मशिनचा वापर करून हे व्यायाम सहजी करता येतात. सारख्या वजनांच्या आणि सारख्या आकाराच्या पाण्याच्या बाटल्या वापरून घरच्याघरीदेखील हे व्यायाम करता येतात. जोर, बैठका आणि सूर्यनमस्कार घालूनही या प्रकारचा व्यायाम करता येतो. आठवडाभरामध्ये आयसोमेट्रिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंगचे वीस मिनिटांचे किमान तीन सेशन करावेत. अरोबिक व्यायाम, डायनॅमिक रेझिस्टन्स ट्रेनिंग

आणि आयसोमेट्रिक रेसिस्टन्स ट्रेनिंग असे तिन्ही प्रकारचे व्यायाम नियमितपणे केल्यास आपला रक्तदाब नियंत्रित राहू शकतो. व्यायाम सातत्याने करत राहिल्यास उच्च रक्तदाब असलेल्या व्यक्तींच्या रक्तदाबामध्ये खूप फरक पडू शकतो.

एकुणात जीवनशैलीमधील बदल करून उच्च रक्तदाबाचा धोका कमी करता येऊ शकतो. योग्य जीवनशैली अवलंबली तर उच्च रक्तदाब असलेल्या व्यक्तींचा रक्तदाब बऱ्याच प्रमाणात कमी येऊ शकतो. त्याचबरोबर, शरीरातील हृदय, किडणी आणि मेंदू या महत्त्वाच्या अवयवांना उच्च रक्तदाबामुळे होणारे धोके आपण कमी करू शकतो. उच्च रक्तदाब कमी आणण्यासाठी चालू असलेल्या त्यांच्या औषधांचा डोसदेखील कमी होऊ शकतो.

पुढील महिन्याच्या लेखात आपण डायबिटीस अर्थात मधुमेह या आजारासंबंधी विस्तृत माहिती घेणार आहोत.

– डॉ. स्वाती बापट

swateebapat@gmail.com



समुद्रविश्व

महासागरांच्या पाण्यातील रासायनिक संरचनेची स्थिरता

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

समुद्राचे पाणी खारे का बरे असते, असा प्रश्न प्रत्येक लहान मुलाच्या डोक्यात एकदा तरी डोकावतोच.... तुम्ही कदाचित याचे उत्तर शोधलेही असेल. हा लेख वाचून तुम्ही तुमचे उत्तर तपासून पहा. १८६५ सालात Forchhammer या संशोधकाने समुद्राच्या पाण्याच्या क्षारते विषयीचा महत्त्वाचा सिद्धांत मांडला. त्याने वेगवेगळ्या समुद्रांच्या पाण्याचे परीक्षण करून असा निष्कर्ष काढला की भौगोलिक स्थान, समुद्राच्या पाण्याची खोली किंवा ऋतु बदलले तरी प्रमुख क्षारांचे सापेक्ष प्रमाण सर्वत्र समान राहते.

समुद्राचा सर्वज्ञात गुणधर्म म्हणजे समुद्राचे पाणी खारट असते. एकंदर सर्वच महासागरांच्या पाण्यातील हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन या घटकांव्यतिरिक्त सोडियम आणि क्लोराइड हे दोन मुख्य घटक जगभरातील सगळ्याच समुद्रात आढळतात. यालाच 'फोर्चमेरचा सिद्धांत' (Forchhammer's Principle) असे म्हणतात. पाण्याचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म त्या परिसंस्थेतील जीवसृष्टीवर मोठा प्रभाव टाकतात. Salinity म्हणजेच 'क्षारता' किंवा 'लवणता', जी समुद्र, खाड्या, सरोवर, नद्या, तलाव अशा सर्वच जलीय परिसंस्थांमाधील पाण्यात आढळते. १८८४मध्ये William Dittmar या संशोधकाने चॅलेंजर मोहिमेदरम्यान वेगवेगळ्या महासागरांतील पाण्याचे साधारण ७० नमुने तपासले आणि Forchhammerच्या सिद्धांतास दुजोरा दिला.

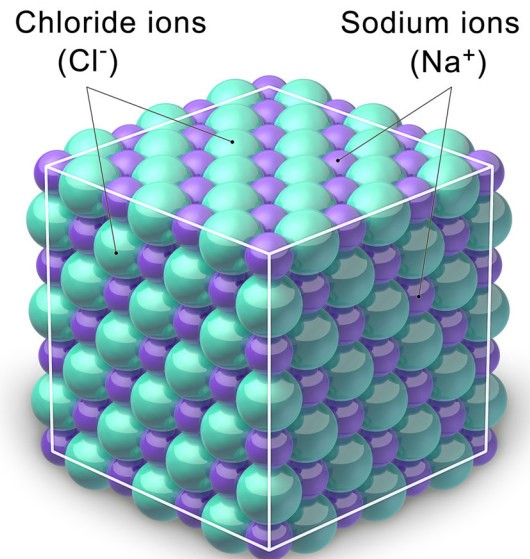
'समुद्राची क्षारता' ही त्यात विरघळलेल्या क्षारांचे पाण्याशी असलेले एक ठरावीक गुणोत्तर या स्वरूपात मोजली जाते. म्हणजे एका लिटर पाण्यामध्ये किती ग्रॅम क्षार विरघळलेले आहेत ते पाहिले जाते. हे प्रमाण साधारण ३३ ते ३७ ग्रॅम प्रति लिटर इतके असते. लिहिताना PPT - parts per thousands (0/00) असे लिहिले जाते. सर्वच महासागरांची सरासरी क्षारता 35 0/00 एवढी असते.

अटलांटिक महासागराची क्षारता इतर सागरी क्षेत्रांपेक्षा थोडी जास्त आढळून येते. पृथ्वीच्या विषुववृत्तानजिक समुद्राच्या पाण्याची क्षारता कमी होत जाते. कारण नियमित

पर्जन्यवृष्टीमुळे पावसाचे शुद्ध पाणी समुद्राच्या पाण्यात मिसळले गेल्याने तेथील भागातील वरच्या थरातल्या पाण्याची क्षारता कमी होत असते. त्याचबरोबर जसजसे विषुववृत्ताकडून ध्रुवीय प्रदेशात पर्जन्य प्रमाण कमी होत जाते. दोन्ही ध्रुवांकडे समुद्राचे पाणी खारट होत जाताना दिसून येते.

समुद्रातील क्षारांचे स्रोत

समुद्रात क्षारता निर्माण होण्यामागे अनेक नैसर्गिक प्रक्रिया कारणीभूत आहेत. पावसाचे पाणी हे क्षारयुक्त नसते, कारण बाष्पीभवनातून ते तयार झालेले असते. वाऱ्यामार्फत काही क्षार पावसाच्या पाण्यात मिसळले जातात, तसेच जमिनीवर पडल्यानंतर खडकांमध्ये असलेले



Sodium Chloride Crystal

आकृती १ : सोडियम क्लोराइडची रासायनिक संरचना

क्षार किंवा मातीमधील खनिजे विरघळवून ओढे व नद्यांमार्फत हे पावसाचे पाणी समुद्रात जाऊन मिळते. हजारो-लाखो वर्षांच्या या प्रक्रियेतून समुद्राचे पाणी क्षारयुक्त होत गेले या प्रक्रियेला भूक्षरण असे म्हटले जाते. समुद्रतळाशी अनेक ज्वालामुखी सक्रिय असतात, तेथील हायड्रोथर्मल व्हेंटमधून अनेक खनिजांचे आयन पाण्यात मिसळले जातात, परिणामी समुद्रातील पाण्याची क्षारता वाढत जाते.

ही क्षारता स्थिर नसून विविध पर्यावरणीय घटकांमुळे ती बदलत जाते. ज्या प्रदेशात तापमान जास्त असते त्या ठिकाणच्या समुद्राच्या पाण्याचे बाष्पीभवन अधिक प्रमाणात होते. त्यामुळे तेथील क्षारता वाढते. उष्ण आणि कोरड्या प्रदेशातील समुद्रामध्ये (विषुववृत्ता नजीकच्या भागात) हे जास्त दिसून येते. मात्र जिथे पावसाचे प्रमाण जास्त आहे तेथील समुद्राचे पाणी विरळ (dilute) होते म्हणजेच तिथली क्षारता कमी असते. खाडी प्रदेशात म्हणजे नद्या जिथे सागरास मिळतात तिथेदेखील पाणी कमी खारट असते. या ठिकाणी Salinity Gradient (क्षारतेतील चढ-उतार) बराच मोठा असतो. क्षारता, समुद्राच्या दिशेने वाहणाऱ्या पाण्यात वाढत गेलेली दिसून येते.

ध्रुवीय प्रदेशात समुद्राचे पाणी बर्फात रूपांतरित होताना त्यात बहुतांश क्षार समाविष्ट होत नाहीत त्यामुळे राहिलेल्या खालच्या थरातील पाण्याची क्षारता वाढलेली दिसून येते.

मध्य पूर्वेतील Red Sea - लाल समुद्र - आणि भूमध्य समुद्र - Mediterranean Sea - या ठिकाणी पाण्याची क्षारता जास्त आढळून येते.

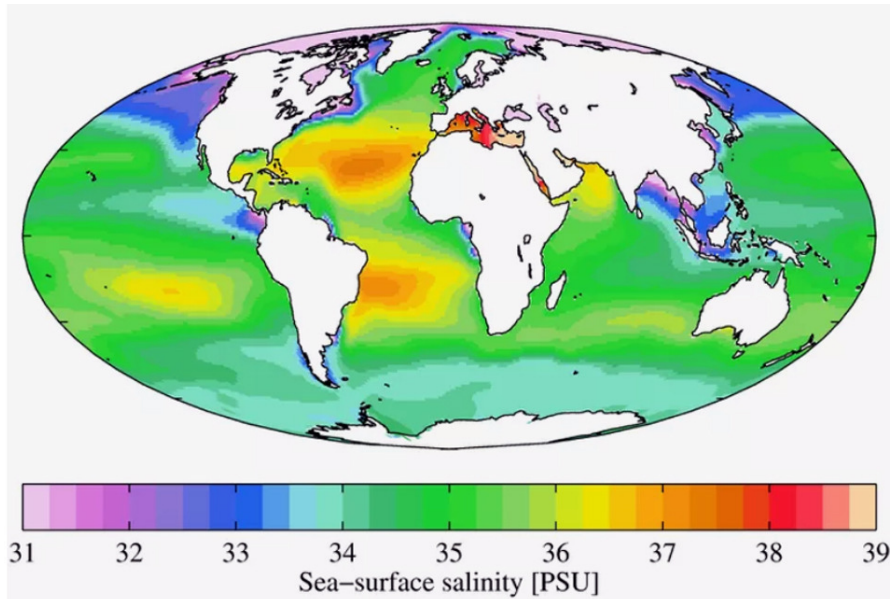
नद्यांमध्ये गोडे पाणी (fresh water) असते, याची क्षारता 0.5 PPT पेक्षा (0.05%) कमी असते. वेगवेगळ्या ऋतूंमध्ये नद्यांची क्षारता बदलत असते. खाडी क्षेत्रात क्षारतेत कमालीची तफावत असते, 0.5 ते 30 PPT या मोठ्या प्रमाणात क्षारता बदलते. त्यामुळे क्षारतेनुसार खाडीच्या पाण्याचे तीन मुख्य भागात विभाजन केले जाते.

Oligohaline (0.5 - 5 PPT)

Mesohaline (5 - 18 PPT)

Polyhaline (18 - 30 PPT)

मृतसमुद्र (The Dead Sea) - तुम्हाला ऐकून माहीत असेल, याची क्षारता 340-342 gm/lit = 340 PPT च्या (approximately 34 %) आसपास असते. म्हणजेच आपल्या समुद्राच्या पाण्यापेक्षा १० पटीने जास्त खारट हे मृतसमुद्राचे पाणी असते! या पाण्याची घनता (density) 1.24 kg/lit एवढी असल्याने या पाण्यात आपण सहज तरंगू शकतो. तुम्हाला पोहता नाही आले तरी या समुद्रात उतरल्यानंतर तुम्हाला बुडायची भीती राहत नाही. मात्र या अतिशय खारट पाण्यात एकही वनस्पती, मासे किंवा सागरी जलचर राहू शकत नाहीत त्यामुळे मृतसमुद्रात सागरी जीवसृष्टीचे अस्तित्व दिसून येत नाही. Dead Sea म्हणजे



Annual mean sea surface salinity from the 2009 World Ocean Atlas. Salinity is listed in practical salinity units (PSU). Plumbago

आकृती २ : समुद्राच्या पृष्ठभागात असलेले क्षारतेचे जागतिक वितरण

Jordan Rift Valley मध्ये असलेलं, समुद्रसपाटीपासून खाली ४३० मीटरवरचं एक Terminal Lake किंवा Endorheic Basin आहे. जॉर्डन नदी याला पाणी पुरवते मात्र तिचा प्रवास इथे संपतो. इथून पुढे पाणी जायला काहीच मार्ग नाही. इतर कुठल्याही समुद्राशी हा जोडला गेलेला नाही. या तलाववजा समुद्राचे पाणी फक्त बाष्पीभवनाने कमी होत असते. कॅस्पियन समुद्र जगातील सर्वात मोठे खाऱ्या पाण्याचे सरोवर (Inland Sea) म्हणून ओळखले जाते. अर्थात याची व्याप्ती मोठी आहे अगदी ३,७१,००० ते ३,८६,४०० चौ.किमी एवढी असते. युरोप आणि आशिया खंडातले असलेले हे एक Endorheic (अंतर्वाही सरोवर) Basin आहे ज्यात खनिजतेलाचे तसेच नैसर्गिक वायूचे मोठे साठे आहेत. जागतिक हवामानबदलाचे परिणाम याच्या नियमित रूपाने कमी होत जाणाऱ्या पाण्याच्या पातळीवरून दिसून येतात. या समुद्राचे पाणी तापमानवाढीमुळे २००५ ते २०२३ पर्यंत ३१००० चौ.कि.मी.ने कमी झाले आहे.

लाल समुद्र (The Red Sea) 1200 miles (1930 km) लांबीचा व 190 miles (305 km) रुंदीचा, उत्तर पूर्व आफ्रिकेला आणि अरेबिया (Arabian Peninsula) द्वीपकल्पला विभाजित करणारा एक जलीय भाग लाल समुद्र म्हणून ओळखला जातो. हा सुएझ कालव्यामार्फत भूमध्य समुद्रास हिंदी महासागराला जोडतो. या ठिकाणी फार मोठ्या प्रमाणावर व्यापारी जहाजांची वर्दळ दिसून येते. क्षारता अधिक असली तरीही जैवविविधता मात्र मोठ्या प्रमाणावर आढळते. इथे आढळणाऱ्या तपकिरी रंगाच्या अल्गीमुळे या समुद्राच्या पाण्याचा रंग ठरावीक हंगामात

तपकिरी, लालसर दिसतो. त्यामुळेच याला Red Sea (लाल समुद्र) असे नाव पडले आहे. Trichodesmium erythraeum नावाच्या या अल्गीमुळे एरवी निळेशार दिसणारे पाणी लालसर होऊन जाते. आफ्रिका आणि अरेबियाच्या टेक्टॉनिक प्लेटचे विलगीकरण होऊन या लाल समुद्राची निर्मिती झाली आहे.

काळा समुद्र (Black Sea) हा पूर्व युरोप आणि पश्चिम आशियाच्या दरम्यान असलेला, सर्व बाजूंनी जमिनीने (भूभागाने) वेढलेला समुद्र आहे. त्याच्या चारही बाजूने तुर्की, बल्गेरिया, रोमेनिया, युक्रेन, रशिया आणि जॉर्जिया असे देश आहेत त्यामुळे या समुद्राला Inland Sea असेही म्हटले जाते.

काळ्या समुद्राच्या पृष्ठभागाशी ऑक्सिजनचे प्रमाण इतर कुठल्याही समुद्रातल्या सारखे असते जे सागरी जीवसृष्टीसाठी आवश्यक आहे. मात्र या काळ्या समुद्राची खोली वाढत जाते तसतशी ऑक्सिजनची कमतरता दिसून येते व १०० ते २०० मीटर खोलीवर ऑक्सिजन संपूर्णपणे संपून जातो. हा ऑक्सिजनविरहित (Anoxic) असलेला पाण्याचा थर समुद्रजीवांसाठी विषारी बनतो. यामुळेच पृष्ठभागाशी असलेले सागरी जीवन खोलवर आढळत नाही.

या समुद्राला Euxine Sea असेही एक नाव आहे. काळा समुद्र एक महत्त्वाचे लष्करी तणावाचे ठिकाण आहे. हल्लीच्या रशिया-युक्रेन संघर्षामुळे बऱ्याचदा या समुद्राचा उल्लेख केला जातो. पृष्ठभागाचे ऑक्सिजनने युक्त असलेले पाणी फारच क्वचित वेळेला खालच्या थरातील पाण्यात मिसळले जाते म्हणून या समुद्राला मेरोमिक्टिक बेसिन (Meromictic basin) असेही म्हटले जाते.



आकृती ३ : लाल समुद्र

(Image source- <https://encyclopaediaafricana.com/the-red-sea/>)



आकृती ४ : काळा समुद्र

(Image source- <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/>)

सागरी जीवसृष्टीवर होणारे क्षारतेचे परिणाम

क्षारता ही समुद्रातील जीवसृष्टीच्या वितरणासाठी अत्यंत महत्त्वाचा पर्यावरणीय घटक आहे. प्रत्येक जीवाच्या जगण्याकरता या क्षारतेच्या प्रमाण मर्यादेचे पालन केले जाते आणि त्यानुसार त्या प्राण्यांचा आढळ सागरी जीवसृष्टीत होत असतो. Osmoregulation म्हणजे शरीरात केले जाणारे पाणी आणि क्षारांचे एक स्थिर नियोजन. हे संतुलित नियोजन अवलंबूनच इथला प्रत्येक जीव आपले जीवनमान व्यतीत करतो. अर्थात प्रत्येक सजीवात ही प्रक्रिया वेगवेगळ्या प्रकाराने होत असते. काही प्रजाती गोड्या पाण्यात किंवा खऱ्या पाण्यात राहतात तर काही प्रजाती दोन्ही प्रकारच्या परिसंस्थेत सहज राहू शकतात, क्षारतेत होणाऱ्या बदलानुसार ते स्वतःच्या शरीरात बदल घडवून आणतात. अनेक प्रजाती प्रजननाकरता आणि पिल्लांच्या संगोपनकरिता ठरावीक क्षारता असलेली ठिकाणे निवडतात.

ही क्षारता म्हणजे संपूर्ण परिसंस्थेच्या संतुलनाशी निगडित असलेला घटक असून Ocean currents म्हणजेच समुद्रातले प्रवाह निर्माण होण्याकरता तापमान तसेच त्या पाण्याची क्षारता महत्त्वाची असते. या तयार होणाऱ्या सागरी प्रवाहांमुळेच पृथ्वीचे एकंदर हवामान नियंत्रित राहत असते.

सुरुवातीलाच आपण पाहिले की समुद्राच्या पाण्याचे महत्त्वपूर्ण वैशिष्ट्य म्हणजे त्या पाण्यात विरघळलेल्या क्षारांच्या सापेक्ष प्रमाणातील स्थिरता यालाच रासायनिक संरचनेची स्थिरता (Constancy of Composition) असे म्हणतात. म्हणजे समुद्रातली क्षारता ठिकठिकाणी बदलत असली तरी ती क्षारता ज्या आयनांनी (सोडियम, मॅग्नेशियम, क्लोराईड, सल्फेट इत्यादी) निर्माण झालेली आहे त्या क्षारांमधील गुणोत्तर किंवा परस्परप्रमाण साधारणपणे स्थिर

राहते. थोडक्यात सांगायच तर एखाद्या ठिकाणची क्षारता जास्त असली तर त्या पाण्यातील सर्व आयनांचे प्रमाण एकत्रितरीत्या वाढते मात्र त्यांच्या गुणोत्तरात बदल होत नाही. याच स्थिर प्रमाणात असलेल्या क्षारांमुळे महासागरांचा अभ्यास करून महत्त्वपूर्ण निष्कर्ष काढता येतात. अटलांटिक महासागराच्या पाण्याची क्षारता ही पॅसिफिक महासागराच्या पाण्याच्या क्षारतेच्या तुलनेत जास्त आहे. भूमध्य समुद्रात सर्वाधिक म्हणजे ३८-३९ PPT पर्यंत क्षारता आढळून येते. याउलट बाल्टिक समुद्रात हे प्रमाण ५-८ PPT एवढे कमी आहे.

मातीची क्षारता

विद्राव्य स्वरूपातील क्षारांचे जमिनीत असलेले प्रमाण म्हणजे त्या जमिनीची क्षारता होय. हे ४ dS/m पेक्षा (डेसी सिमेन्स प्रति मीटर) जास्त आढळून येते तेव्हा त्या जमिनीला क्षारयुक्त जमीन असे संबोधले जाते. अशी जमीन नापीक असते. भारतात सुमारे ६.७३ दशलक्ष हेक्टर जमीन क्षारग्रस्त किंवा खारजमीन (Khar land) म्हणून ओळखली जाते.

गोड्या पाण्यातील क्षारतेचे प्रमाण ०.५ PPT पेक्षा कमी असते. रासायनिक खतांचा अतिवापर मातीतील क्षारांचे प्रमाण वाढवतो, यात नत्र, स्फुरद, पोटॅश या घटकांचा समावेश होतो.

औद्योगिक सांडपाणी नद्या, तलाव, तळी आणि जमिनीत मिसळते त्यानेही स्थानिक जलस्रोतांची क्षारता वाढते. किनारी भागातील अनेक गोड्यापाण्याच्या विहिरींचे पाणी खारट झाल्यामुळे त्या पडिक आहेत. कोकणात अशा कितीतरी विहिरी पाहायला मिळतात ज्यांचे गोड्या पाण्याचे झरे क्षारयुक्त पाण्यामुळे खारे पाणी देत आहेत.

शेती आणि पिकांवरील परिणाम

क्षारयुक्त जमिनीत पिकांची वाढ खुंटते, मातीतील अतिरिक्त क्षारतेमुळे Osmotic Stress निर्माण होतो. म्हणजेच या स्ट्रेसमुळे झाडे त्यांच्या मुळांद्वारे पाणी शोषून घेऊ शकत नाहीत. जमीन ओली असली तरी याला Physiological drought म्हणतात. गहू, तांदूळ, ज्वारी, बाजरी, कापूस यांसारख्या महत्त्वाच्या पिकांवर क्षारतेचा विपरीत परिणाम होतो आणि पिकांचे उत्पादन ३० ते ७०% पर्यंत घटते. मुळांच्या कार्यक्षमतेवर विपरीत परिणाम झाल्याने झाडांची पाने पिवळी पडतात आणि हळूहळू कमकुवत झाल्याने ही झाडे मरू लागतात. भूजल (underground water) क्षारता वाढल्यास पिण्यायोग्य पाण्याची उपलब्धता कमी होते. WHO (World Health Organization) या जागतिक आरोग्य संघटनेच्या मार्गदर्शक तत्वानुसार पिण्याच्या पाण्यात ५०० mg/lit पेक्षा कमी TDS (Total dissolved solids) असावे. सुपीक जमिनीत क्षारयुक्त पाण्याचे सिंचन केल्यास जमीन नापीक होते. यामुळे जमिनीत असलेले सूक्ष्मजीव, गांडूळ तसेच इतर उपयुक्त जीवांचा नाश होतो. नद्यांमध्ये क्षारता वाढल्यास गोड्या पाण्यातील माशांच्या प्रजाती नष्ट होतात. पाणी पुरवठा योजनांमध्ये शुद्धीकरणाचा खर्च वाढतो.

क्षारग्रस्त जमिनीचा प्रश्न भारताकरता फार गंभीर आहे. कृषी संशोधन केंद्राच्या अहवालानुसार राजस्थान, उत्तरप्रदेश, गुजरात, पंजाब, हरियाणा आणि महाराष्ट्रातील मोठ्या भागात क्षारतेमुळे शेतजमीन नापीक होत आहेत. बोअरवेलचे पाणी दिवसेंदिवस खारट तसेच कमी होत जात असल्याचे दिसून येत आहे. म्हणजेच तिथली भूजलाची क्षारता पिण्यायोग्य मर्यादितपेक्षा जास्त आहे. किनारी भागात भातशेती मोठ्या प्रमाणावर केली जाते मात्र क्षारतेस कमी सहनशील असलेली भात पिकांची उत्पादन क्षमता कमी होत जाते.

Salinity Tolerance म्हणजेच क्षारता सहनशीलता (अतिरिक्त क्षारयुक्त वातावरणात टिकून राहण्याची तसेच वाढण्याची सजीवांची क्षमता). शरीरात क्षारांचे योग्य व्यवस्थापन करणाऱ्या वनस्पतींना Halophytes असे म्हणतात. या क्षारसहिष्णू वनस्पती त्यांच्यासाठी विषारी असलेल्या Na⁺ व Cl⁻ या क्षारांना Vacuole किंवा रिक्तिकामध्ये (साठवणुकीच्या मोठ्या पेशी) साठवून ठेवतात आणि इतर चयापचयाच्या क्रियांपासून दूर ठेवतात. काही खारफुटीच्या वनस्पती जुन्या पानांमध्ये हे विलग केलेले क्षार साठवून ठेवतात. कालांतराने जुनी पाने पिवळी पडून गळून जातात. आणि वनस्पतींच्या शरीरातील क्षारांचे प्रमाण संतुलित ठेवले जाते. Salt glands किंवा क्षारग्रंथी वनस्पती आणि

प्राण्यांमध्ये दिसून येतात. इथल्या काही वनस्पतींमध्ये क्षारग्रंथी तसेच क्षारकोश आढळून येतात. या क्षारग्रंथींमार्फत खारफुटीची झाडे (mangroves) अतिरिक्त क्षार स्फटिक रूपात बाहेर काढून टाकतात आणि शरीरात क्षारांचे प्रमाण संतुलित ठेवण्यासाठी यशस्वी होतात. बऱ्याचदा या वनस्पतींच्या पानांवर नाहीतर खोडावर मिठाचे सफेद ठिपके किंवा सफेद आवरण दिसून येते.

१८% मिठाचे प्रमाण असले तरीही जिवंत राहणे फक्त Endophytic जिवानूंना शक्य आहे. जिथे अनेक झाडे आणि प्राणी मरून जातात तिथे हे Endophytes आरामात राहतात.

याउलट, समुद्रातील सजीवांच्या शरीरातील पाण्याचे प्रमाण बाहेरील खाऱ्या पाण्यापेक्षा कमी असते. त्यामुळे त्यांच्या शरीरातून पाणी बाहेर जाण्याची क्रिया होत असते. हे टाळण्यासाठी ते समुद्राचे पाणी पितात आणि गिल्समधील विशेष पेशींमार्फत (chloride cells) अतिरिक्त क्षार बाहेर टाकतात.

Osmoregulation - ऑस्मोरेग्युलेशन म्हणजे सजीवांच्या शरीरातील पाणी आणि क्षार (salts/ions) यांचे संतुलन राखण्याची नैसर्गिक प्रक्रिया होय. पाण्यात राहणाऱ्या सजीवांसाठी ही प्रक्रिया अत्यंत महत्त्वाची असते, कारण बाहेरील पाण्याची क्षारता त्यांच्या शरीरातील द्रवांपेक्षा वेगळी असू शकते.

गोड्या पाण्यात राहणाऱ्या सजीवांच्या शरीरातील क्षारांचे प्रमाण बाहेरील पाण्यापेक्षा जास्त असते. त्यामुळे पाणी त्यांच्या शरीरात सतत प्रवेश करते. अशावेळी हे सजीव जास्त प्रमाणात विरल मूत्र (dilute urine) बाहेर टाकतात आणि गिल्सद्वारे क्षारांचे शोषण करतात, ज्यामुळे संतुलन राखले जाते. Osmoregulation चे उदाहरण द्यायचे झाले तर पाण्याची वाफ बाहेर जाण्याचे नियमन करण्यासाठी पर्ण रंध्रांचा आणि पेशींचा दाब टिकवून ठेवण्यासाठी रिक्तिकांचा वनस्पतींच्या पानांकडून केला जाणारा वापर.

डिफ्युजन (Diffusion) म्हणजेच विसरण प्रक्रिया म्हणजे क्षारांच्या रेणूंची जास्त घनतेच्या भागातून कमी घनतेच्या भागापर्यंत होणारी निष्क्रिय हालचाल होय. हे प्रामुख्याने रेणूंच्या गतिज ऊर्जेमुळे होत जाते त्यामुळे या संपूर्ण प्रक्रियेत दुसऱ्या ऊर्जेची आवश्यकता न भासल्याने दोन्ही विषम क्षारतेच्या भागात संतुलन साधले जाते आणि एकसमान क्षारता प्रस्थापित केली जाते. या प्रक्रियेसाठी हवा किंवा पाणी हे माध्यम असू शकते. Diffusionचे उत्तम उदाहरण म्हणजे हवेत पसरणारा अत्तराचा सुगंध किंवा पाण्यात मिसळणारा शार्डचा थेंब.

समुद्रीजीवांचे मुख्यत्वे Stenohaline आणि

Eurihaline असे वर्गीकरण त्यांच्या - Salinity Tolerance म्हणजेच समुद्राच्या खाऱ्या पाण्यात जुळवून घेण्याच्या क्षमतेनुसार केले जाते. Stenohaline समुद्रजीव हे त्यांचे संपूर्ण आयुष्य समुद्रातच घालवतात तर Eurihaline समुद्रजीव हे खाडीप्रदेशापासून किनारी भागात तसेच समुद्रात सहज जीवनमान व्यतीत करतात.

Tilapia mossambica हा मासा तर शून्य ते शंभर (0-100 PPT) पर्यंतच्या क्षारतेशी सहज जुळवून घेऊ शकतो म्हणजेच नदीच्या गोड्यापाण्यापासून समुद्राच्या तीन पट खारट पाण्यातही तो आरामात राहू शकतो. म्हणूनच मत्स्यपालनकरता या माशाला फार मागणी आहे. कारण अगदी कुठल्याही वातावरणाशी हा लगेचच मिळतेजुळते घेऊन याची वाढ खूप चांगली होते.

समुद्रातल्या शार्कच्या शरीरात युरिया आणि TMAOचे प्रमाण जास्त असते जेणेकरून शरीरात क्षारांची घनता समुद्राच्या पाण्यापेक्षा जास्त राहते त्यामुळे Osmotic Pressure मुळे (परासरणी दाब) होऊ शकणारी पाण्याची हानी होत नाही.

बहुतेक सागरी मासे त्यांच्या शरीरातील क्षारांचे प्रमाण सक्रिय पणे नियंत्रित करतात त्यांना Osmoregulators असे म्हणतात. या उलट Hagfish सारखे प्राणी सभोवतालच्या क्षारतेशी जुळवून घेत आपल्या शरीरातील क्षारता बदलतात त्यामुळे क्षारांचे नियंत्रण करण्याची आवश्यकता यांना उरत नाही. अशा प्राण्यांना Osmoconformers असे म्हणतात. आर्टेमिया (Brine Shrimp) सारखे कवचधारी प्राणी ३५ ०/०० पेक्षा जास्त क्षारतेच्या पाण्यात सहज वास्तव्य करतात. Salmon नावाचा मासा त्याच्या संपूर्ण आयुष्याचा एक भाग गोड्या पाण्यात तर दुसरा खाऱ्या पाण्यात व्यतीत करतो. तो समुद्रात मोठा होतो आणि अंडी घालण्याकरता नद्यांमध्ये स्थलांतरित होतो. या स्थलांतरास -Anadromous Migration (समुद्राकडून नदीकडे होणारे) स्थलांतर असे म्हणतात.

खाड्यामध्ये राहणारे खेकडे सतत बदलत्या क्षारतेशी जुळवून घेतात. Mud-skipper सारखे मासे चिखलात, जमिनीवर आणि पाण्यात वेगवेगळ्या क्षारतेशी मिळतेजुळते घेऊन (adaptation) पाण्यात, कोरड्या जमिनीवर किंवा अगदी चिखलातमुद्धा सहज वास्तव्य करतात.

अशा माशांमध्ये osmoregulation साठी gills, skin, kidneys क्षार संतुलनाचे काम करतात.

Eurihaline प्राणी क्षारतेतील बदल सहज स्वीकारतात आणि वेगवेगळ्या वातावरणात अनुकूलित होतात. यामुळेच यांना Bioindicators म्हणतात. त्यांच्या या अनुकूलन

क्षमतेमुळे अनेक जैवशास्त्रीय अभ्यासात त्यांचा वापर होतो. खाड्यामध्ये मोठ्या प्रमाणावर जैवविविधता पाहायला मिळते. अशा परिसंस्था उत्क्रांतीच्या दृष्टिकोनातून खूप महत्त्वाच्या ठरतात. कारण कमालीच्या प्रतिकूल परिस्थितीतदेखील इथले प्राणी छान विकसित होताना आढळतात.

Bull Shark (Carcharhinus leucas) हा जगातला वैशिष्ट्यपूर्ण शार्क प्रजातीपैकी एक मासा आहे. इतर शार्क Stenohaline म्हणजेच फक्त समुद्रातच राहतात तर हा Bull Shark मात्र Eurihaline आहे म्हणजेच तो नदीत तसेच समुद्रातही लीलया वावर करतो. हा शार्क शरीराने मजबूत असून फार आक्रमक स्वभावाचा असतो. तुम्ही किनारी भागात होणारे शार्क माशाचे हल्ले ऐकले असतीलच, ते बऱ्याचदा या आक्रमक bull shark ने केलेले असतात. याची लांबी साधारण २ ते ३.५ मीटर असते. अन्नसाखळीतील Top Predator म्हणून याची ओळख आहे.

गोड्या पाण्यातील तसेच समुद्रातील अन्नसाखळी संतुलित ठेवण्याची महत्त्वाची भूमिका तो बजावतो. IUCN रेड लिस्टमध्ये याचे नाव व्हॅल्नरेबल म्हणजेच नामशेष होण्याच्या मार्गात असणारी प्रजाती म्हणून नोंदवली गेली आहे. आफ्रिकेत याला Zambezi शार्क किंवा Zambesi असे संबोधले जाते. South East Asia (दक्षिण पूर्व आशिया) खंडात तसेच ऑस्ट्रेलियामध्ये Glyphis Shark, Speartooth Shark आणि Northern River Shark या प्रजाती Endangered असलेल्या जाती येतात.

तुम्ही शोभिवंत मासे पाळत असाल तर तुमच्या फिश टॅकमध्ये Shark नावाने प्रचलित असलेले काळे किंवा सफेद मासे पाळले असतीलच. मात्र हे खरोखरचे शार्क मासे नसून Pangasiidae किंवा Cyprinidae या कुटुंबातील काही मासे Ornamental (शोभिवंत) मासे म्हणून संगोपनाकरता वापरले जातात. हे शार्कसारखे दिसणारे मासे cat fish या प्रकारचे असतात आणि यांना मिशा असतात. फिश टॅकमध्ये हे मासे आक्रमक नसून फक्त गोड्या पाण्यात राहतात.

आजच्या काळात हवामानबदलाचे सजीवांवर अनेक परिणाम दिसून येतात, मात्र मानवी हस्तक्षेपामुळे सागरी परिसंस्थावरील दबाव वाढत आहे. क्षारता हा समुद्र आणि इतर जलस्रोतांतील महत्त्वाचा घटक असून त्याचे वैज्ञानिक अध्ययन करणे खूप गरजेचे आहे.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com



अरोरा फाइल

डॉ. संगीता गोडबोले

निसर्ग मोठा जादूगारच खरा.. तो किमयागारही.
त्याच्याकडे सृजनाची शक्ती आहे आणि विलयाची ताकदही. तो विविध रंगांची उधळण करतो. विविध ध्वनितून व्यक्त होतो.

निसर्ग आणि विज्ञानाचा नातंही असामान्यच.

माणसाला पडणाऱ्या अनेक प्रश्नांची उकल निसर्ग सहजपणे करतो.

त्याच्याकडे सुंदरतेचं लेणं आहे. सूर्योदय-सूर्यास्ताच्या वेळेस दिसणारे क्षितिजावरचे रंग, ऋतुचक्राप्रमाणे बदलत जाणाऱ्या आकाशाचे रंग, हे तर मनुष्य वर्षानुवर्षे, युगानुयुगे अनुभवत आलाच आहे. त्याच आभाळात मिट्टे काळोखात अचानक कधीतरी दिसणारे नॉर्दन लाइट हेदेखील तितकेच मनोवेधक असतात हे खगोलशास्त्रीय सत्य आता कुठे सामान्य माणसाच्या नजरेपुढे येऊ लागलंय.

एखाद्या गोष्टीवर, वस्तूवर, वास्तुवर किंवा एखाद्या व्यक्तीवर आपल्या नकळत कधीतरी सहज प्रेम बसतं.

अरोरा बोरेलिसवर माझं कधी प्रेम बसलं आणि मी अरोरा फाइल.. अरोरा बोरेलिसवर (उत्तरेकडील दिवे.. नॉर्दन लाइटवर) प्रेम करणारी व्यक्ती कधी झाले ते कळलंच नाही.

त्याचं असं झालं...

'माझ्या कालशराचा प्रवास' या मूळ इंग्रजी भाषेत प्रख्यात खगोल भौतिक शास्त्रज्ञ डॉक्टर पी.व्ही. कुलकर्णी यांनी लिहिलेल्या 'अॅरो ऑफ माय टाइम' या आत्मचरित्राचा मी मराठीतून भावानुवाद करताना या विलक्षण खगोलशास्त्रीय घटनेशी फक्त ऐकीव तोंडओळख होती तिचं परिचयात आणि मग तर मैत्रीतच रूपांतर झालं.

इतकं की कधी एकदा या अरोरा बोरेलिसची भेट होईल असं होऊन गेलं.

त्यात ते असं म्हणाले होते,

पृथ्वीच्या वरच्या वातावरणात फोटोकेमिकल रिअॅक्शनमुळे आकाशात एक वेगळीच चमक दिसते- Air glow.

तो एअर ग्लो मोजण्यासाठी मी एका फोटोमीटरची रचना केली. त्याचे फब्रिकेशनही केलं. ओटावाच्या स्प्रिंगहिल मेटिअर ऑब्झर्वेटरीमध्ये त्याची स्थापना केली. या साधनाची माहिती आणि त्याच्या वापराने मिळालेली निरीक्षणे पुढे 'NATURE' नावाच्या प्रख्यात ब्रिटिश जर्नलमध्ये प्रकाशित करण्यात आली.

फोटोमीटर आपल्या आपण डाटा गोळा करत असे, फक्त अधूनमधून त्यावर लक्ष ठेवावे लागे.

एका रविवारी संध्याकाळी हे साधन (फोटोमीटर) दाखवण्यासाठी मी माझी पत्नी मंदाकिनी आणि मुलगी मधुवंती यांना Springhill observatory ला घेऊन गेलो.

आम्ही टॅरेसवर गेलो तेव्हा नुकताच अंधार पडू लागला होता.

अचानक आकाशात उत्तरेला अतिशय सुंदर लाल, हिरव्या, निळ्या आणि जांभळ्या रंगाचं एक वेगवान अतिमनोरम दृश्य दिसलं. ते रंग नाचल्यासारखे दिसत होते. विशाल आकाशाच्या पार्श्वभूमीवर जणू काही तो (परमेश्वर) विविधरंगी रंगांची निर्मिती करण्यासाठी एखादा मोठा रेशमी पडदा हलवत होता. या अशा भव्य प्रदर्शनानं आम्ही स्तब्ध झालो होतो.

याला AURORA BOREALIS असे म्हणतात.

चुंबकीय वादळांच्या वेळी सूर्याकडून येणारे आवेशकण (Charged particles) पृथ्वीच्या वातावरणात प्रवेशतात तेव्हा उत्तर अक्षांशावर हे दृश्य पाहायला मिळतं.

त्या संध्याकाळी निसर्गानं आम्हांला त्याचं अभूतपूर्व रूप दाखवले.

मनुष्यनिर्मित एक उपकरण फोटोमीटर पाहण्याच्या निमित्तानं टॅरेसवर ते गेले खरे पण निसर्गानं आपले अद्भुत

असं निरतिशय सुंदर रूप दाखवलं ते अरोरा बोरेलिस.

आणि महत्त्वाची गोष्ट अशी की यातील हिरव्या रंगावरच पुढे त्यांनी संशोधन केले आणि खगोलशास्त्र या विषयात फार मोलाची भर टाकली.

Double layer airglow theory in upper atmosphere of earth चे मूळ या निसर्गाने दाखवलेल्या चमत्कारातच होते.

आणि मग तब्बल चार वर्षांनी या भेटीचा अचानक योग आला. मनापासून इच्छा केली की ती पूर्ण होते याचा प्रत्यय आला.

१२ नोव्हेंबर २०२५ रात्रीचे दहा वाजले होते. दुसऱ्या दिवशी बोस्टनहून फिलाडेल्फियाला निघायचे म्हणून सामानाची बांधाबांध सुरू होती. अचानक आकाशात काहीतरी वेगळे दिसले.

जी गोष्ट पाहण्यासाठी लोक धावाधाव करतात तीच गोष्ट घराच्या मागे दोन-चार मिनिटांच्या अंतरावर स्पष्ट दिसावी हा योगायोगच.

वजा सहा तापमानामध्ये गरम कपडे न घालता धावत पाहायला गेलो. नाहीतर ते दृश्य कदाचित नाहीसंही झालं असतं.

रात्रीच्या आकाशातला हा अभूतपूर्व रंगांचा खेळ अरोरा बोरेलीस..

मन हरखून गेलं..

अरोरा (अनेक वचन अरोराज किंवा अरोरास) ही पृथ्वीच्या वरच्या वातावरणात सूर्यापासून येणाऱ्या प्रभारित कणांमुळे निर्माण होणारी नैसर्गिक प्रकाशाची झलक आहे. या टक्करींमुळे ऑक्सिजन आणि नायट्रोजन उत्तेजित होतात, आणि हिरव्या, लाल आणि जांभळ्या अशा वेगवेगळ्या रंगांचा प्रकाश उत्सर्जित करतात.

उच्च-अक्षांश प्रदेशात पाहिल्यास त्यांना ध्रुवीय दिवे आणि अरोरा पोलारिस म्हणतात. आर्क्टिकमध्ये त्यांना उत्तर दिवे (ऑरोरा बोरेलिस) म्हणतात; अंटार्क्टिकामध्ये, दक्षिणी दिवे (ऑरोरा ऑस्ट्रेलिस) हे शब्द वापरले जातात.

अरोरा हे गतिमान तेजस्वी प्रकाशाचे प्रकार आहेत. संपूर्ण आकाश व्यापणारे पडदे, किरण, सर्पिल किंवा गतिमान फ्लिकर अशा विविध स्वरूपात ते दिसतात.

सूर्यमालेतील इतर ग्रह, तपकिरी बटू, धूमकेतू आणि काही नैसर्गिक उपग्रहांवरदेखील अरोरा आढळतात.

नॉर्दन लाइट, ज्याला अरोरा बोरेलिस असेही म्हणतात, ते आपल्या वातावरणात खूप उंचावर असलेल्या सौरवारा

आणि वायूच्या रेणूंमधील परस्परसंवादामुळे होतात. आपला सूर्य, १५० दशलक्ष किमी (९३ दशलक्ष मैल) दूर अंतरावर प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन आणि अल्फा कणांसारख्या चार्ज केलेल्या कणांनी बनलेला सौर वारा सतत उत्सर्जित करत असतो. त्यामुळे संपूर्ण अकरा वर्षांच्या सौरचक्रात अरोरा दृश्यमान राहतात.

सौर कमाल अवस्थेत ते अधिक तीव्र असतात.

(सौर कमाल अवस्था म्हणजे सूर्याच्या ११ वर्षांच्या चक्रातील क्रियाशीलतेचा सर्वोच्च काळ. या वेळी मोठ्या संख्येने दिसणारे सूर्यडाग, तीव्र सौरज्वाला आणि कोरोनातून होणारे वस्तुमानाचे उत्सर्जन प्रामुख्याने होत असते. आपल्या भारतातही तीव्र चुंबकीय वादळाच्या वेळी लडाख किंवा अरुणाचल प्रदेश यासारख्या उंच प्रदेशातून दुर्मिळ असले तरीही मंदअरोराचे प्रकाश दिसू शकतात. मुंबईमध्ये ही १९३२ सालच्या आसपास अशा प्रकारच्या प्रकाशाचे लोकांना दर्शन घडले असे तीव्र अशा भूचुंबकीय वादळातच हे शक्य असल्याने या घटनेतस दुर्मिळ या सदरातच मोजावे लागेल.

नॉर्दन लाईटचे रंग पृथ्वीपासूनच्या अंतरावर अवलंबून असतात. सहसा नॉर्दन लाइट पृथ्वीपासून ८० ते ४०० किलोमीटर (५० ते २५० मैल) इतक्या उंचीवर दिसतात.

ऑरोरा लाइट अनेक रंगांमध्ये दिसतात. फिकट हिरवे आणि गुलाबी हे सर्व सामान्यपणे दिसत असले तरी त्यांत लाल, पिवळे, हिरवे, निळे आणि जांभळे रंगदेखील आढळतात.

नॉर्दन लाइटचे रंग आणि त्यांची उंची

- * लेड : ८०-१२० किलोमीटर (५० - ७५ मैल) उंचीवर हा रंग दिसतो.
- * हिरवा : १००- २०० किलोमीटर (६२ - १२४ मैल) उंचीवर दिसतो
- * नीळ : २०० -३०० किलोमीटर (१२४ - १८६ मैल) उंचीवर दिसतो
- * लाल : ३०० ते ४०० किलोमीटर (१८६ ते २५० मैल) उंचीवर दिसतो.

नॉर्दन लाइटचे रंग वातावरणातील अणूंच्या मिश्रणावर अवलंबून असतात. उच्च उंचीवर, ऑक्सिजन अणू अधिक असतात, ज्यामुळे नीळ आणि लाल रंग तयार होतात. कमी उंचीवर, नायट्रोजन अणू अधिक असतात, ज्यामुळे लेड रंग तयार होतो.

नॉर्दर्न लाइटचे रंग आणि उंची वातावरणातील स्थिती आणि सौरवातावरणातील कणांच्या प्रवाहावर अवलंबून असते. त्यामुळे, नॉर्दर्न लाइटचे रंग आणि उंची यात बदल घडू शकतात.

अरोराच्या प्रकाशाचे रंग आणि त्यांची तरंग लांबी

समुद्रसपाटीपासून सर्वोच्च उंचीवर उद्दीपित झालेला अॅटॉमिक ऑक्सिजन ६३० नॅनोमीटर (लाल रंग) इतकी तरंगलांबी उत्सर्जित करतो. अणूंची विरळता किंवा कमी घनता तसेच या तरंगलांबीसाठी डोळ्यांची कमी संवेदनशीलता यामुळे सूर्याच्या तीव्र क्रियाकलापामध्येच हे रंग दिसू शकतात. ऑक्सिजनच्या अणूंची अल्पसंख्या आणि त्यांचे हळूहळू कमी होत जाणारे concentration यामुळे प्रकाशाचे जे पडदे तयार होतात. त्यांच्यावरील भागामध्ये या रंगांचे फिकट दर्शन घडते. या अरोरामध्ये स्कारलेट क्रीम्सन आणि कॅरमाइन या लाल रंगाच्या छटा दिसून येतात.

समुद्रसपाटीपासून वरील उंचीच्या तुलनेत कमी उंचीवर अणूंची एकमेकांशी मोठ्या प्रमाणात टक्कर होते. त्याचमुळे लाल रंगाच्या ६३० नॅनोमीटर तरंग लांबीऐवजी ५५७. ७ नॅनोमीटर इतकी तरंग लांबी उत्सर्जित होते; जिचा रंग हिरवा असतो. अॅटॉमिक ऑक्सिजनचे बऱ्यापैकी कॉन्सन्ट्रेशन (संहती किंवा सांद्रता) आणि हिरव्या रंगासाठी डोळ्यांची अधिक संवेदनशीलता यामुळे हिरव्या रंगाचे अरोरा सर्वसामान्यतः अधिक प्रमाणात दिसून येतात.

ऑक्सिजन आणि नायट्रोजन दोन्ही स्वतंत्रपणे उद्दीपित होऊन वेगवेगळ्या प्रकारच्या तरंगलांबी आणि हिरवालाल यासारखे रंग उत्सर्जित करतात.

कधी कधी हिरवा आणि लाल रंग मिसळून गुलाबी किंवा पिवळी रंग छटा तयार करू शकतात.

समुद्रसपाटीपासून १०० किलोमीटर अंतरावर अॅटॉमिक ऑक्सिजनचे कॉन्सन्ट्रेशन झपाट्याने कमी होत जाते त्यामुळे प्रकाशपडद्यांच्या खालच्या कडा अचानक संपल्यासारख्या वाटतात.

२०२४ मध्ये इंग्लंडमध्ये लाल अरोरामधून निळा रंग पसरतानाचा देखावा दिसला होता.

अतिनील किरण म्हणजेच अल्ट्राव्हायोलेट किरणही या अरोरामध्ये उत्सर्जित होतात असे आढळले. पण ते मानवी डोळ्यांना दिसत नाहीत.

इन्फ्रारेड : ऑप्टिकल विंडोमध्ये असलेल्या तरंगलांबीमध्ये इन्फ्रारेड किरणेदेखील अनेक अरोरांचा भाग आहेत.

पिवळा आणि गुलाबी हे लाल आणि हिरव्या किंवा निळ्या रंगाचे मिश्रण आहे. पिवळे आणि गुलाबी रंगाचे अरोरा तुलनेने दुर्मिळ आहेत आणि ते उच्च सौर क्रियाकलापांशी संबंधित आहेत.

लाल रंगाचे इतर छटा, तसेच नारिंगी आणि सोनेरी रंग हेदेखील क्वचित प्रसंगी दिसू शकतात. लाल, हिरवा आणि निळा हे रेषीयदृष्ट्या स्वतंत्र रंग असल्याने, अॅडिटिव्ह संश्लेषण, सिद्धांततः, बहुतेक मानव-कल्पित रंग तयार करू शकते.

गुरू आणि शनी या दोन्ही ग्रहांमध्ये पृथ्वीपेक्षा अधिक मजबूत चुंबकीय क्षेत्र आहे. (गुरूचे विषुववृत्तीय क्षेत्र ४.३ गॉस आहे, तर पृथ्वीचे ०.३ गॉस आहे). या दोन्ही ग्रहांमध्ये विस्तृत रेडिएशन बेल्टदेखील आहेत. हबल स्पेस टेलिस्कोप, कॅसिनी आणि गॅलिलियो स्पेसक्राफ्ट वापरून गुरू आणि शनीवर अरोरा दिसले आहेत; तसेच, युरेनस आणि नेपच्यूनवरदेखील अरोरा दिसले आहेत.

शनीवरील अरोरा पृथ्वीवरील अरोराप्रमाणे सौर वातावरणातील कणांच्या प्रवाहामुळे तयार होतात.

गुरूवरील अरोरा अधिक गुंतागुंतीचे आहेत. गुरूचा मुख्य अरोरा अंडाकृती आयो नावाच्या चंद्रामुळे तयार होणारे प्लास्मा आणि त्याच्या मॅग्नेटोस्फियरमध्ये निर्माण होणारे सौरवारे त्याच्या प्रवाहामुळे तयार होतो.

गुरूचे चंद्र, विशेषतः आयोदेखील अरोराचे शक्तिशाली स्रोत आहेत. हे अरोरा ग्रहाच्या घूर्णन गती आणि चंद्राच्या गतीमुळे तयार होणाऱ्या चुंबकीय क्षेत्राच्या अदृश्य रेषा आणि विद्युतप्रवाहामुळे तयार होतात.

आयामध्ये सक्रिय ज्वालामुखी आणि आयनोस्फियर आहे, विशेषतः शक्तिशाली स्रोत आहे आणि त्याच्या प्रवाहामुळे रेडिओउत्सर्जनदेखील होते, ज्याचा १९५५ पासून अभ्यास केला जात आहे.

२४ एप्रिल १९९० रोजी NASA आणि युरोपीयन स्पेस एजन्सीद्वारे (ESA) 'डिस्कव्हरी' स्पेस शटल वरून अवकाशात सोडलेली एक अत्यंत प्रगत आणि मोठी अंतराळ दुर्बिण म्हणजे हबल स्पेस टेलिस्कोप (Hubble Space Telescope - HST).

तिच्यामुळे खगोलशास्त्रात मोठीच क्रांती झाली आहे. अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञ एडविन हबल यांच्या सन्मानार्थ तिला 'हबल' हे नाव देण्यात आले.

ती पृथ्वीच्या वातावरणाबाहेर असल्याने, ती ताऱ्यांचे जन्म-मृत्यू, आकाशगंगा आणि विश्वाच्या उत्पत्तीचे अतिशय स्पष्ट फोटो पाठवते.

यात 'वाईड फील्ड अँड प्लॅनेटरी कॅमेरा' (WFPC2) आणि इतर स्पेक्ट्रोमीटर आहेत जे ताऱ्यांचे तापमान आणि रासायनिक रचना मोजतात.

विश्वाच्या विस्ताराचा दर शोधण्यात तिची खूप मदत झाली.

दूरच्या आकाशगंगा, निहारिका (Nebulae) आणि कृष्णविवरांचे (Black Holes) अस्तित्व सिद्ध करण्यात तिचा महत्त्वपूर्ण सहभाग आहे.

हबलने पाठवलेल्या फोटोंमुळे मानवाला अवकाशातील रहस्यांना जवळून पाहण्याची संधी मिळाली. तिने ३० वर्षांहून अधिक काळ सेवा दिली आहे. ज्यामध्ये अंतराळवीरांनी पाच वेळा अंतराळात जाऊन या दुर्बिणीची दुरुस्ती केली तसेच तिला अद्ययावत (Upgrade) केले आहे. त्यामुळे ती आजही कार्यरत आहे

पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सुमारे ५५९ किमी उंचीवर पृथ्वीभोवती परिभ्रमण करते.

याच हबल स्पेस टेलिस्कोपच्या वापरामुळे आयो, युरोपा आणि गॅनिमेडवरील अरोरा पाहण्यात यश आले.

(आयो (Io) आणि युरोपा (Europa) हे गुरू (Jupiter) ग्रहाचे उपग्रह आहेत. हे गुरूच्या चार सर्वात मोठ्या उपग्रहांपैकी (गॅलिलीयन उपग्रह) दोन आहेत. युरोपा हा बर्फाळ पृष्ठभाग असलेला उपग्रह असून, नासा (NASA) च्या म्हणण्यानुसार त्याच्या बर्फाखाली पाण्याचा महासागर असण्याची शक्यता आहे.

त्याचा शोध घेण्यासाठी नासाने 'युरोपा क्लिपर' मोहीम पाठवली आहे.

आयो हा सौरमालेतील सर्वात जास्त ज्वालामुखी असलेला उपग्रह आहे.

गॅनिमेड (Ganymede) हा गुरू ग्रहाचा (Jupiter) सर्वात मोठा नैसर्गिक उपग्रह आणि आपल्या सूर्यमालेतील सर्वात मोठा चंद्र आहे.

हा बुध ग्रहापेक्षाही आकाराने मोठा असून, स्वतःचे चुंबकीय क्षेत्र असलेला हा सूर्यमालेतील एकमेव चंद्र आहे. या बर्फाळ चंद्राच्या पृष्ठभागाखाली पाण्याचा अवाढव्य महासागर असण्याची शक्यता आहे.

१६१० मध्ये गॅलिलिओ गॅलीलीने गॅनिमेडचा शोध लावला. गॅनिमेड प्रामुख्याने सिलिकेट खडक आणि बर्फाने बनलेला आहे. शास्त्रज्ञांचे असे मानणे आहे की, त्याच्या बर्फाळ कवचाखाली खऱ्या पाण्याचा महासागर असू शकतो, जो पृथ्वीवरील सर्व महासागरांपेक्षा मोठा असू शकेल. हा

एकमेव चंद्र आहे ज्याला स्वतःचे अंतर्गत चुंबकीय क्षेत्र (Magnetosphere) आहे गॅनिमेडभोवती अत्यंत विरळ असे ऑक्सिजनचे वातावरण आहे.

हा उपग्रह अंतराळ संशोधनासाठी, विशेषतः जीवसृष्टीच्या शोधासाठी अत्यंत महत्त्वाचा मानला जातो.)

शुक्र आणि मंगळावरदेखील अरोरा दिसले आहेत. शुक्रावर चुंबकीय क्षेत्र नाही, त्यामुळे शुक्र ग्रहावरील अरोरा अधिक तीव्र प्रकाशमान आणि विखुरलेल्या अवस्थेत दिसतात, ज्याचे आकार आणि तीव्रता बदलत राहते, कधीकधी ग्रहाच्या पूर्ण डिस्कवर ते दिसतात.

१४ ऑगस्ट २००४ रोजी मार्स एक्सप्रेसवरील SPICAM उपकरणाने मंगळावर अरोरा दिसला. उत्सर्जन क्षेत्राचा संपूर्ण आकार सुमारे ३० किमी आणि सुमारे ८ किमी उंच होता.

२०१४ आणि २०१६च्या दरम्यान, रोसेटा स्पेसक्राफ्टवरील अनेक उपकरणांनी कॉमेट 67P/Churyumov-Gerasimenko वर कॉमेटरी अरोरा दिसले होते.

हॉट ज्युपिटरसारख्या एक्सोप्लेनेटमध्ये त्यांच्या उच्च वातावरणात आयनीकरण होते आणि त्यांच्या टर्बुलेंट ट्रॉपोस्फियरमध्ये वातावरणामुळे अरोरा तयार होतो. तथापि, एक्सोप्लेनेट अरोराचा अद्याप कोणतेही प्रमाणित असे स्पष्टीकरण उपलब्ध नाही.

जुलै २०१९मध्ये, ब्राऊन ड्वार्फ स्टार LSR J1835+3259 वर पहिल्यांदा एक्स्ट्रा-सोलर अरोरा दिसले. मुख्यतः लाल अरोरा नॉर्दर्न लाइटपेक्षा दशलक्ष पट तेजःपुंज होता, जो वातावरणातील हायड्रोजनशी टक्कर घेणाऱ्या चार्ज केलेल्या कणांमुळे होता.

नॉर्दर्न लाइटबद्दल आता आता सामान्य लोकांना अधिक आकर्षण वाटू लागले आहे. परंतु हे तर फक्त हिमनगाचे टोक आहे. त्याबद्दलची खोलात जाऊन अजून कितीतरी माहिती मिळवण्यात खगोलशास्त्राला यश मिळाले आहे.

निसर्गाची किमया अगाध आहेच त्याचबरोबर विज्ञानाची किमया ही तितकीच अगाध आहे.

आकाशात दिसणारे हे सुंदर हलते रंगांचे पडदे आणि त्यांचे विविध आकार ही मानवाला नेत्रसुख देणारी वैज्ञानिक घटना..

आणि त्या घटनेच्या प्रेमात असणारी मी.. अरोरा फाइल.

– डॉ. संगीता गोडबोले
sgodbolejoshi@gmail.com



वेदना

वसुधा जोशी

विषय सर्व प्राणिमात्रांच्या परिचयाचा आणि जिव्हाळ्याचा आहे हे निश्चितच. नुसताच परिचयाचा नाही तर जन्मापासून मृत्यूपर्यंतचा आपला सोबती आहे. प्रत्येक प्राण्याने आयुष्यात अनेकवेळा या वेदनांचा अनुभव घेतलेला असणार यात शंकाच नाही. परंतु वेदना म्हणजे काय? जी दाखवता येत नाही. दिसतही नाही. तरीही हैराण करते. शारीरिक जखमा झाल्यानंतरच वेदना होतात असेही नाही. थोडक्यात सांगायचे तर वेदना म्हणजे शरीराला आलेला अस्वस्थपणा! आपली तब्येत ठीक नाही, काहीतरी बिनसले आहे, कामात लक्ष लागत नाही यावर काहीतरी उपाय शोधायला हवा असे वाटत राहायला लावते ती वेदना. म्हणजेच वेदना आपल्याला तब्येतीची काळजी घ्यायला लावते. म्हणजे असेही म्हणता येईल की वेदना शरीरसंरक्षणासाठी उत्पन्न होते. जखम किंवा शरीरावर आघात झाल्यास फार कमी काळ वेदना होतात आणि नंतर थांबतात. जखमेपासूनही सुटका होते. परंतु काही वेळेस दिसणारी जखम नसतानाही वेदना होतात. अशा वेदना वारंवार होऊ लागल्या तर आपण विचार करायला लागतो. असे का होते आहे? यावर नक्कीच उपाय शोधायला हवा. काही वेळा एखादी वाईट घटना घडताना पाहिली किंवा वाईट बातमी ऐकली तरी वेदना होतात. हृदयावर दडपण येते. हुरहुर लागते, शांत झोप लागत नाही, नीटपणे विचार करण्याची शक्ती कमी होते. या मानसिक वेदना असतात. यांची तीव्रता घटना किंवा बातमी व्यक्तीला किती क्लेशदक आहे यावर अवलंबून असते. अशा तक्रारीकडे दुर्लक्ष करून चालत नाही. उपाय शोधावा लागतोच. मनात विचार येतो की सर्वच प्राण्यांना मानवाप्रमाणे वेदना होत असतील का? जखमा तर त्यांना होतातच. परंतु त्यामुळे होणाऱ्या वेदना मानवाला होणाऱ्या वेदनांएवढ्यात तीव्र असतात का? वैज्ञानिक अभ्यासानुसार असे सिद्ध झाले आहे की जंगली किंवा पाळीव प्राणी, पक्षी, मासे या सर्वांना वेदना होतात, भावना असतात आणि नैराश्यसुद्धा येते. हे झाले

प्राण्यांबद्दल, पण वनस्पतींना वेदना होतात की नाही हे कसे समजणार? कठीण आहे. त्यांना जखमा होतात किंवा आपण, पशू-पक्षी त्यांना जखमी करतो हे नक्कीच.

वेदना दोन प्रकारच्या असतात. अचानक होणाऱ्या तीव्र (acute) वेदना आणि सौम्य किंवा तीव्र चिरकालीन (chronic) वेदना. भाजणे, कापणे, धडपडणे, खरचटणे, पोट, डोके, हातपाय दुखणे इत्यादी घटना नेहमीच घडत असतात. त्यामुळे होणाऱ्या वेदना तात्पुरत्या आणि सामान्य ते तीव्र प्रकारच्या असतात. तरीही शरीराला अस्वस्थ करून सोडतात. एखादी वेदनाशामक गोळी घेऊन टाकू या असे मनातही येते. या वेदना खरे तर अती तीव्र प्रकारात मोडत नाहीत. थोडक्यात काय तर या वेदनांची सोबत जन्मापासूनच सुरू होते ती मृत्यूपर्यंत. काही वेळा कामे करताना विशेषतः अंगमेहनीची कामे करताना शरीराला जखम होणे, थकणे, दमणे यामुळेही वेदना होतात. काही वेदना जाणूनबुजून केलेल्या असतात. उदाहरणार्थ, वैद्यकीय उपचार म्हणून केलेल्या शस्त्रक्रियांमुळे होणाऱ्या वेदना. अशा वेदनांची तीव्रता फारच जास्त असते. त्या प्राण्यांच्या सहनशक्तीच्या पलीकडे असतात. त्यामुळेच शस्त्रक्रिया भूल देऊनच पार पाडाव्या लागतात. अशा प्रकारच्या वेदना आपण किंवा निकटवर्तीय व्यक्तींनाही अनुभवताना पाहतो. शस्त्रक्रिया पार पडल्यानंतरही रुग्णाला औषधे देऊन वेदना होणार नाही याची काळजी घ्यावी लागते. अती तीव्र वेदना प्राणघातक ठरू शकतात. अपघातामध्ये होणाऱ्या जखमा मग तो अपघात रस्त्यावर, कारखान्यात, शेतात अथवा खेळाच्या मैदानावर कुठेही झाला तरी जखमा होतात आणि त्यामुळे वेदना होतात. वेदना सहन करण्याची प्रत्येक व्यक्तीची सहनशक्ती वेगवेगळी असते. ही सहनशक्ती त्या व्यक्तीची मानसिकता, भावना (emotions) आणि थोड्या प्रमाणात आनुवंशिकता (genetics) यावर अवलंबून असते. तशाच वेदना मानसिकही असतात. या वेदना आणि त्यांची जाणीव कशी होत असेल हा एक संशोधनाचा विषय आहे. यावर

संशोधनही बरेच झालेले आहे. शरिराला, मनाला इजा किंवा जखम कुठेही होऊ शकते आणि होतेही परंतु चटकन पाणी डोळ्यांना येते. याचा अर्थ असा होतो की इजा कुठेही होवो त्याचे परिणाम समजण्यामध्ये संपूर्ण शरीराचा सहभाग असला पाहिजे. तो कसा हे आपण समजून घेणार आहोत.

वेदना होण्याची कारणे

मनुष्याला काय किंवा कोणत्याही सजीवाला काय एकूण तीन कारणांमुळे शारीरिक जखमा आणि पर्यायाने वेदना होऊ शकतात.

१. **प्राणघातक हल्ला** : गोळीबार, सुरा, तलवार, इतर काही शस्त्रास्त्रांमुळे तसेच वैद्यकीय शस्त्रक्रिया, अपघात. काही रोग मुख्यत्वेकरून कर्करोगावरील उपाय किंवा प्रसूती इत्यादी.

२. **रासायनिक** : आम्ल (acid), अल्कली (alkali) यामुळे होणारे परिणाम.

३. **तापमानातील बदल** : उच्च तापमानामुळे भाजते. तसेच अती थंड तापमानामुळेही जखमा होतात.

या आणि अशा प्रकारच्या जखमा आणि त्यामुळे होणाऱ्या वेदना यावरील उपाय शोधणे हे शरीराच्या संरक्षणासाठी अत्यंत महत्त्वाचे असते. जखम पाहून त्यावर उपाय करणे तसे कठीण नाही. परंतु अशा दिसणाऱ्या जखमा नसतील आणि तरीही वेदना होत असतील तर त्यावर उपाय शोधणे कठीण नक्कीच आहे. हे उपाय शोधण्यासाठी डॉक्टरना अस्तित्वात असलेल्या बऱ्याच चाचण्या कराव्या लागतात आणि त्यातूनही काही निष्पन्न झाले नाही तर रुग्णाला सांगायची वेळ येते की तुमच्या शरिरात सर्वकाही व्यवस्थित आहे. तरीही या वेदना का होतात हे जाणून घेणे कठीण आहे. पूर्वीच्या काळी अशा रुग्णांना डोक्यावर काहीतरी परिणाम झाला आहे असे ठरवले जात असे. काही वेळा तर अशा रुग्णांची भरती वेड्यांच्या हॉस्पिटलमध्ये होत असे. पुढे MRI सारख्या चाचण्या होऊ लागल्या तेव्हा समजले की या प्रकारच्या रुग्णांपैकी जवळजवळ ६०% रुग्णांच्या मेंदूमध्ये गाठ (Tumor) असल्यामुळे त्यांना वेदना होत होत्या. ते वेडे नव्हते. परंतु अजूनही मेंदू, मज्जासंस्थेच्या पेशी यांची तपासणी करण्यासाठी जरूर त्या चाचण्या उपलब्ध नाहीत. त्यामुळे अशा वेदनांचा शोध घेणे कठीणच आहे. या व्यतिरिक्त मानसिक जखमासुद्धा होऊ शकतात, परंतु दुर्दैवाने या जखमांकडे फार लक्ष दिले जात नाही. एकूणच मानसिक आजाराकडे दुर्लक्ष करण्याची प्रवृत्ती असते. मानसिक आजार शारीरिक आजाराएवढाच गंभीर असू शकतो असे मानले जात नाही. किंबहुना मानसिक

आजारामुळे पुढे शारीरिक आजारांना तोंड द्यावे लागते हेही तितकेसे सर्वसामान्य लोकांच्या पचनी पडलेले नाही.

वेदना निर्माण होणे

ज्या वेळी आपल्याला जखम होते. मग ती कोणत्याही प्रकारची असो, जखम होण्यापासून वेदना जाणवू लागेपर्यंतची क्रिया फार गुतागुतीची आहे. जखम होते तेव्हा शरीरावर कोणतीतरी आपत्ती ओढवली आहे याची जाणीव टिश्यूला होते आणि नैसर्गिकरीत्या ही आपत्ती टाळण्यासाठी किंवा झालेल्या हानीची दुरुस्ती करण्यासाठी COX₂ (Cyclooxygenase2) हे प्रथिन कार्यरत होते आणि काही घटक (chemicals) आकर्षित करते किंवा निर्माण करते. हे घटक म्हणजे हायड्रोजन अणू, पोटॅशियम अणू, ब्रॅडीकिनीन (bradykinins) आणि प्रोस्टाग्लान्डिनस (prostaglandins). या व्यतिरिक्त नैसर्गिक उपाय म्हणून रक्तातील पांढऱ्या पेशी जास्त प्रमाणात जखम किंवा जिवाणू/विषाणूची लागण झालेल्या जागी पाठवल्या जातात. या घटकांमुळे जखमेच्या सभोवती लालसरपणा येणे, सूज येणे असे प्रकार दिसून येतात. यालाच जळजळ (inflammation) म्हणतात. हेच घटक (chemicals) मेंदूला वेदनेची जाणीव करून देण्यासाठी असलेली प्रणाली (system) सक्रिय (activate) करतात. या प्रक्रियेतील पहिली पायरी म्हणजे आघाताची जाणीव होणाऱ्या उतीमधील (tissue) पेशी. या वेदनाग्राही पेशी (nociceptor) सक्रिय केल्या जातात. या प्रकारच्या वेदनाग्राही पेशी (nociceptor) आपल्या शरीरात म्हणजेच कातडी, स्नायू, सांधे, अवयव सर्वत्र पसरलेल्या आहेत. या पेशी त्यांना पोहोचलेला संदेश इलेक्ट्रॉनिक संदेशामध्ये रूपांतरित करून मज्जारज्जूद्वारे मेंदूकडे पोहोचवतात. हा संदेश मेंदूतील विशिष्ट भागाकडे (thalamus) पोहोचवला जातो. मेंदूचा हा भाग जाणवा होणाऱ्या भागाला जोडलेला आहे. हाच भाग संवेदना (sensation), आघात झालेली जागा किंवा स्थान (location), आणि भावना (emotions) यांबद्दलही विचार करतो. मेंदूला त्या संदेशाचे आकलन होते. शरिराच्या कोणत्या भागाला जखम झाली आहे आणि किती प्रमाणात आहे या गोष्टींचा मेंदूद्वारे आढावा घेतला जातो. मेंदू पुढे मज्जारज्जूद्वारे पेशींना काही घटक निर्माण करण्याची सूचना देतो. यामुळे आपल्याला वेदना जाणवू लागते. या घटना इतक्या त्वरित घडतात की आपण समजतो की जखम झाली की लगेच तिथेच वेदना सुरू होतात. परंतु तसे नसते. यामध्ये मेंदूचा सहभाग असल्याने आपल्याला वेदना होतात. आणि त्यामुळे पुढे काळजी घेतली जाते. मेंदू आणि मज्जासंस्थेच्या सहभागामुळे प्राण्याला जखमांची

जाणीव होते. वेदना झाल्याच नाहीत तर जखमेची जाणीवच होणार नाही. पर्यायाने काळजी घेतली जाणार नाही.

वेदनांचे प्रकार

वेदना दोन प्रकारच्या असतात. प्रासंगिक तीव्र (acute) आणि चिरकालीन (chronic). तीव्र वेदनांमध्ये नॉसीसेप्टर, मज्जारज्जूद्वारे जखमेची माहिती मेंदूला पोहोचवली जाते. मेंदूकडून त्याचमार्गे संदेश येतो आणि वेदना सुरू होतात. जखम बरी होण्यासाठी काळजी घेतली जाते. जखम बरी होते आणि वेदनापण संपतात. काही वेळा क्वचितच तीव्र वेदना पूर्णपणे बंद न होता पुढेही होत राहते. असे का होते हा संशोधनाचा विषय आहे. त्याशिवाय संधिवात किंवा कर्करोगासारख्या आजारात काही प्रमाणात वेदना होत राहतात. या वेदना म्हणजे chronic वेदना. एकूण वेदना तीन प्रकारांत मोडतात.

शारीरिक वेदना (somatic pain) : कातडी किंवा स्नायूंना झालेल्या जखमांमुळे होणाऱ्या वेदना.

आंतरांगी वेदना (visceral pain) : ह्या शरीरातील अवयवांमध्ये उत्पन्न झालेल्या वेदना.

मज्जासंस्थेच्या वेदना (neurotic pain) : नसा, मज्जारज्जू किंवा मेंदू यांना झालेल्या जखमांमुळे होणाऱ्या वेदना. या वेदना आग लागल्यासारख्या किंवा सुरी भोसकल्यासारख्या असतात.

या वेदनांवर उपाययोजना करण्यासाठी वेदनांच्या तीव्रतेचे मोजमाप करणे गरजेचे आहे, परंतु ते कठीण आहे. वेदनांचे मोजमाप करणारे यंत्र नाही. सर्व व्यक्तींची सहनशक्ती एकसारखी असू शकत नाही, ती वेगवेगळी असते. तर नॉसीसेप्टर पेशी, मज्जातंतू किंवा मेंदू यांची चाचपणी करून वेदनांच्या तीव्रतेचा थोडाफार अंदाज येऊ शकतो. परंतु वेदनांची तीव्रता अजमावण्यासाठी अनुभवी परिचारिका असणे गरजेचे असते. वेदनांमुळे रुग्ण त्रस्त झालेला असतो की कधी एकदा या वेदनांपासून सुटका मिळते याची तो वाट पाहत असतो. फार पुरातनकाळापासून वेदना शमवण्याचे प्रयत्न केले जात होते. त्या काळी अफू किंवा तत्सम पदार्थ वापरला जात असे. त्याच्या सेवनाने मेंदू तात्पुरता संथ झाल्यामुळे वेदना जाणवत नसत. परंतु अशा पदार्थांचे व्यसन लागण्याची शक्यता जास्त असते. शरीरावर त्याचे दुष्परिणाम होऊ शकतात.

वेदनाशामक औषधे

वेदना थांबवण्यासाठी किंवा कमी करण्यासाठी ही औषधे वापरली जातात. ही वेदनाहारक औषधे नीट

विचाअंती, वैद्यकीय सल्ला घेऊन वापरली पाहिजेत. वेदनाहारक आणि संवेदनाहारक औषधे वेगवेगळ्या गुणधर्माची आहेत. वेदनाहारक औषधे पुढील तीन प्रकारांमध्ये मोडतात.

१. **Acetaminophen :** हे औषध पॅनाडोल किंवा टायलेनॉल किंवा पॅरासिटामॉल म्हणून ओळखले जाते. हे औषध वेदनाहारक आहे. ज्वर कमी करते. परंतु जळजळ कमी करू शकत नाही. हे औषध central nervous system वर काम करते. परंतु हे नक्की कसे काम करते याबद्दल संपूर्ण माहिती प्राप्त झालेली नाही.

२. **NSAIDs :** अॅस्पिरिन (Asprin), आयबूप्रोफेन (Ibuprofen) इत्यादी. ही वेदनाहारक औषधे COX2 या प्रथिनाच्या कामामध्ये अडथळा आणतात आणि त्यामुळे प्रोस्टाग्लान्डीनची निर्मिती कमी होऊन जळजळ (Inflammation), ज्वर आणि सूज कमी होते. त्याचबरोबर मेंदूकडे संदेशही जात नाही. अर्थातच वेदना होत नाहीत.

३. **Opioids :** कोडेन (Codein), फॅटानील (Fentanyl), हायड्रोमॉर्फॉन (Hydromorphone) इत्यादी. ही औषधे अफूच्या झाडापासून किंवा त्या रासायनिक पदार्थांची प्रयोगशाळेत नक्कल तयार करून त्यापासून बनवली जातात. या औषधांच्या मधील सक्रिय घटक मज्जातंतू, मेंदू व काही नर्व्हस पेशी यांच्या कामात व्यत्यय आणतो आणि मेंदूपर्यंत संदेश पोहोचू शकत नाहीत. त्यामुळे वेदना होत नाहीत. डोपामाइनची निर्मिती वाढते त्यामुळे शरीरात उत्साही वातावरणात निर्माण होते. संवेदना, श्वासोच्छ्वास संथ होतो आणि झोप जास्त येते. या सर्वांचा परिणाम शरीरातील क्रियांवर होतो. परंतु माणूस आनंदी राहतो. त्यामुळे ही औषधे घेत राहावी असे वाटते. औषधांचे सेवन करण्याची सवय लागते. खरे तर व्यसन लागते. म्हणून ही औषधे फारच काळजीपूर्वक वापरावी लागतात. यांचे दुष्परिणाम जास्त आहेत. याव्यतिरिक्त आणखी काही औषधे आहेत जी वेदना कमी करू शकतात. ही औषधे स्वतंत्रपणे किंवा इतर काही औषधांबरोबर घेतली असता वेदना कमी करतात.

अशा प्रकारची वेदनाशामक औषधे गोळ्या, कॅप्सुल, द्रव (लिक्वीड) किंवा इंजेक्शनच्या स्वरूपात असतात. सर्वसाधारणपणे अॅस्पिरिन, पॅरासिटामॉल किंवा आयबूप्रोफेन यांसारखी औषधे कुठेही डॉक्टरांच्या औषधांच्या पत्रकाशिवाय (prescription) मिळतात. त्यामुळे या गोळ्यांचा उपयोग कोणीही कितीही प्रमाणात करू शकतो, हे योग्य नाही. कारण या औषधांची शरीराला सवय होते आणि त्यामुळे पुढे गोळ्यांचा व्हायला पाहिजे तेवढा उपयोग होत नाही. मग त्याचे प्रमाण वाढवण्याची इच्छा होते व त्याचे शरीरावर

दुष्परिणाम होतात. या गोळ्या पोटात गेल्यावर विरघळतात. पोट आणि लहान आतडे यांच्या कातडीमधून रक्तप्रवाहात मिसळतात. तेथून औषधमिश्रित रक्त हृदयात जाते व तेथून संपूर्ण शरीरात सर्व अवयवांना पाठवले जाते. हे रक्त यकृतात येते त्यावेळी यकृत रक्तातील हानिकारक घटक वेगळे करते. परंतु वेदनाशामक औषधे प्रथिनाला जोडली गेलेली असल्यामुळे सुरुवातीला काही काळ यकृताच्या चाळणीमधून सुटतात. परंतु नंतर ५ ते ६ तासांत यकृत आपले काम करते आणि ही औषधे रक्तामधून पित्तरसामार्फत शरीराबाहेर टाकण्याची व्यवस्था केली जाते. अशावेळी रुग्णाला वेदनेची जाणीव होऊ लागते. औषध परत घ्यावे लागते.

अशा वेदना वनस्पतींना होत असतील का? वनस्पतीसुद्धा सजीवच आहेत. परंतु त्यांचे सर्वच गुणधर्म प्राण्यांप्रमाणे नाहीत. म्हणून तर प्राणिराज्य (animal kingdom) आणि वनस्पती राज्य (Plant kingdom) असे सजीवांचे दोन ग्रुप पाडले गेले आहेत. नाहीतर सजीव आणि निर्जीव असे दोनच ग्रुप राहिले असते. सजीवाचे बरेच गुणधर्म जे दोन्ही म्हणजे प्राणिराज्य आणि वनस्पतिराज्य या दोन्ही राज्यांतील सजीवांमधे पाहायला मिळतात ते एकसारखे आहेत. जसे शारीरिक वाढ, श्वासोच्छ्वास, अन्नपाण्याची गरज, जन्म आणि मृत्यू. वनस्पती सजीव आहेत याबद्दल दुमत नाहीच आहे. वनस्पतींना प्राण्यांप्रमाणे संवेदना आहेत की नाही याबद्दल वेगवेगळे मतप्रवाह आहेत. परंतु ज्ञात असलेल्या माहितीनुसार वनस्पतींना मेंदू नाही. त्यामुळे त्यांच्याकडे मज्जासंस्था (nervous system) नाही.

वनस्पतींना जाणवा होतात. त्यांना जखमा झाल्या तर

जिवंत राहण्यासाठी किंवा स्वसंरक्षणासाठी वनस्पती काही घटक निर्माण करतात. आजपर्यंतच्या संशोधनानुसार वनस्पतींना जखमा झाल्या किंवा जिवावर बेतले तर त्या कसा प्रतिकार करतात हे पाहा.

जखमा झाल्या किंवा कीटकांनी हल्ला केला तर काही वनस्पती रासायनिक पदार्थ किंवा toxin निर्माण करतात. की ज्या योगे जखमा लवकर बऱ्या होतील आणि टॉक्सिन खाऊन कीटक मरून जातील.

संशोधनात असे आढळून आले आहे की कठीण समयी (stress or cut) वनस्पती आवाज करतात (ultrasonic clicking). परंतु हा आवाज मानवी कानांना कळत नाही.

वनस्पती काही प्रकारचे रेणू (signaling moles) बनवतात जे प्राण्यांमधील वेदनासारखे (pain system) असतात, परंतु ते वाईट परिस्थितीत जुळवून घेऊन जिवंत राहण्याचा पर्याय म्हणून काम करतात.

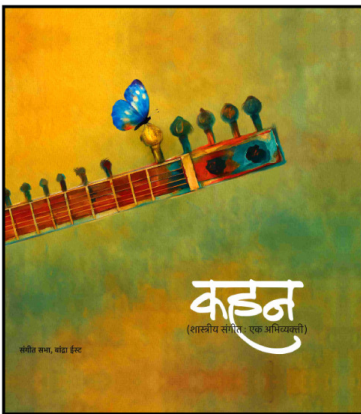
वनस्पतींना स्पर्शज्ञान असते, जसे लाजाळूची पाने आपण स्पर्श केल्यावर मिटतात. परंतु यामागचा हेतू स्वतःचे संरक्षण करणे हा असतो.

अशा प्रकारे वनस्पतींना वेदना होत नाही असे आपण मानले तरी त्यांना आपल्या जिवाला धोका आहे हे समजते. जिवंत राहण्यासाठी जमेल तेवढी धडपडही करतात. याचा अर्थ जखम किंवा प्राणघातक हल्ला किंवा आजूबाजूस बिघडलेली परिस्थिती याची जाणीव वनस्पतींना होते म्हणजेच त्यांना वेदना नाही; पण संवेदना असली पाहिजे.

– वसुधा जोशी

josudha47@gmail.com

॥ ग्रंथाली ॥ ✨ ॥



‘कहण’ हे पुस्तक नुकतेच प्रकाशित झाले. किशोरी आमोणकर, भारतरत्न पं. भीमसेन जोशी, मालिनी राजूरकर, पं. सी.आर. व्यास, पं. वसंतराव देशपांडे, पं. जितेंद्र अभिषेकी, पं. डी.के. दातार अशा दिग्गज गायक-वादकांच्या शिष्यांनी त्यांच्याबद्दल लिहिलेल्या लेखांचे हे संग्राह्य संकलन.

कहण

संकलन-संपादन : गौतम डोंगरे

मूल्य ९०० रु. सवलतीत ५४० रु.



ऑन्कोलायटिक बॅक्टेरिओथेरापी!

डॉ. रंजन गर्गे

कर्करोगाच्या अनेक रोगोपचार पद्धती उपलब्ध आहेत. शल्यकर्म, किमोथेरापी, रेडिओथेरापी, इम्युनोथेरापी वगैरे. परंतु प्रत्येक पद्धतीला मर्यादा आहेत. कर्करोगकारक घटकांमध्ये खूप विविधता आढळून येते. त्या अर्बुदाचे (ट्युमर) ठिकाण, त्याचे आकारमान, त्याचा टप्पा (स्टेज), त्याचा शरीरातील प्रसार (मेटास्टेसिस) असे अनेक घटक कर्करोगाची तीव्रता ठरवतात. कर्करोगासाठी काही पर्यायी रोगोपचार पद्धतीदेखील आहेत, जशा की जीन थेरापी, डाएट थेरापी, फोटो डायनॅमिक थेरापी, इंसुलिन पोटेन्शियलिंग थेरापी, टिलोमिरेज थेरापी, हायपरथर्मिया थेरापी, डायक्लोरोअॅसिटेट थेरापी इत्यादी. मागील अंकात आपण 'ऑन्कोलायटिक व्हायरस थेरापी' संबंधी समजून घेतले होते. या लेखात 'ऑन्कोलायटिक बॅक्टेरिओथेरापी' संबंधी समजून घेऊ या.

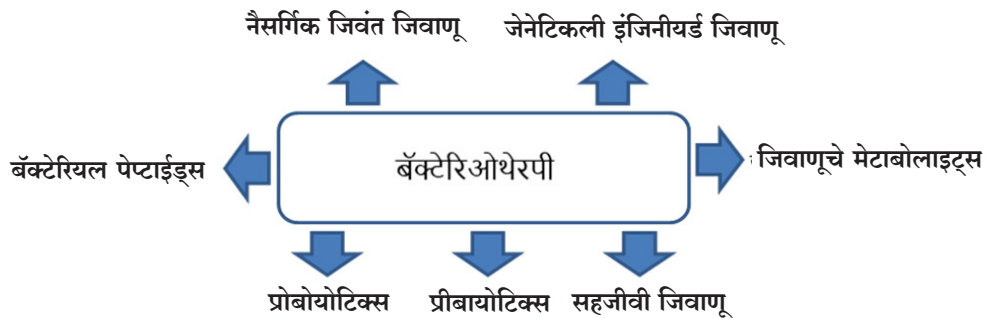
बॅक्टेरिओथेरापी म्हणजे काय?

जिवाणूंचा वापर करून कर्करोगावर उपचार पद्धती विकसित करण्याच्या शक्यतेला बॅक्टेरिओथेरापी असे म्हणतात. तिच्या साहाय्याने पारंपरिक उपचार पद्धतींच्या मर्यादा भविष्यकाळात नक्कीच पार करता येतील अशी आशा आहे. जिवाणू हा मुळातच अर्बुदाला खाऊन फस्त करू शकतो, म्हणूनच याला अर्बुदरोधी (अँटिट्युमर) असे म्हणतात.

बॅक्टेरिओथेरापी का?

बॅक्टेरिओथेरापी याचा अर्थ 'जिवाणूरोगोपचार' पद्धती. जिवाणू आणि मानवी शरीर यांच्यातील नाते वेगवेगळ्या प्रकारे आणि वेगवेगळ्या पद्धतीने प्रकट होत असते. कधी ते शत्रुत्वाचे तर कधी मित्रत्वाचे! शरीरात कधी जिवाणू नैसर्गिकरीत्या जिवंत वास्तव्य करतात तर कधी ते नैसर्गिकरीत्याच उत्परिवर्तितदेखील होत असतात. जिवाणूंनी चयापचय क्रियेद्वारा टाकलेली रसायने, विकरे, विष, उत्प्रेरके यांचाही शरीरावर प्रभाव पडत असतो. काही जिवाणू आपल्या शरीरात दीर्घकालीन सहजीवी वास्तव्य (सिम्बायोसिस) करतात. या त्यांच्या वास्तव्यातून मानवी शरीराला अनुकूल अशी बरीच जीवनसत्त्वे आणि प्रेरक रसायने प्राप्त होतात. जैवतंत्रज्ञानाचा वापर करून आपण यापासूनच प्रोबायोटिक्स तयार करतो. रोगकारक जिवाणूंना सौम्य केले की त्यांच्यापासून त्याच रोगाविरुद्ध लसदेखील निर्माण करता येते. विशिष्ट जिवाणूपेशींना 'अर्बुद लक्ष्यवेधी वाहक' -ट्युमर टारगेटेड व्हेक्टर- म्हणूनदेखील वापरता येऊ शकते.

अर्थातच हे इतके सहजसाध्य नाही. अशा या बहुरूपी जिवाणूंच्या अर्बुदरोधी म्हणून कसे वापरायचे हे मात्र रेणवीय जीवशास्त्राचे तांत्रिक कौशल्य आहे. यालाच बॅक्टेरिओथेरापी असे म्हणतात.



बॅक्टेरिओथेरापी कशी वापरायची ?

जिवाणूंचे एक वैशिष्ट्य असे की त्यांच्यात सहजगत्या जनुकीय उत्परिवर्तन जेनेटिक इंजिनीयरिंग तंत्राने घडवून आणता येते. त्यांच्यात विशिष्ट प्रकारची रसायने निर्माण करण्याची किंवा त्यांचे चयापचयचक्र बदलण्याची क्षमतादेखील निर्माण करता येते. रोगोपचारासाठी जिवाणूंचा विचार केला जातो तेव्हा कर्करोगाच्या अर्बुदात ज्या ठिकाणी ऑक्सिजनची कमी असते तिथल्या पेशीत जिवाणू प्रवेश करतात. त्या ठिकाणी तो कर्करोगाच्या पेशींना मारक असे विषारी पदार्थ किंवा प्रोटिएज आणि लायपेज यांसारखी विकरे तयार करून अर्बुदरोधी परिणाम साधतो. जिवाणू हा कर्करोगपेशी मारक किंवा रोगप्रतिकारकक्षमतावर्धक पदार्थांचा वाहक म्हणून परिणामकारकरीत्या वापरता येईल का? अशा शक्यतांवर सध्या संशोधन सुरू आहे.

गेल्या जवळजवळ शंभर वर्षांपासून जिवाणूंचा वापर कर्करोगोपचार पद्धतीसाठी केला जात असला तरी त्याची परिणामकारकता सिद्ध होत नव्हती. रेण्वीय जैवतंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने सध्या प्रथमच स्ट्रेप्टोकोकाय आणि क्लॉस्ट्रीडियम या जिवाणूंचा वापर यासाठी केला जात आहे. या संबंधीच्या अनेक प्रयोगिक प्रारूपात जनुक किंवा आरएनए स्थानांतर प्रक्रिया करून असे उत्पारिवर्तित जिवाणू वापरले जात आहेत. असे जिवाणू जिवंत स्वरूपात (होल लाईव्ह) किंवा सौम्य (अँटिन्युएटेड) स्वरूपात वापरले जातात. यासाठी सालमोनेला, क्लॉस्ट्रीडियम, बायफिडोबॅक्टेरियम, स्ट्रेप्टोकोकाय, लॅक्टोबॅसिलस, इश्वेरीशिया, स्युडोमोनास, लिस्टेरिया, प्रोटियस या जिवाणूंच्या प्रजातींवर संशोधन सुरू आहे.

जनुकीय उत्परिवर्तित जिवाणू

या जनुकोपचार पद्धतीचा फायदा असा आहे, की ही लक्ष्यभेदी आहे आणि अर्बुदनाशक आहे. असे उत्परिवर्तित जिवाणू त्या यजमान व्यक्तीत संसर्ग निर्माण करू शकत नाहीत. सशक्त पेशीपेक्षा अर्बुद पेशीत हे जिवाणू वेगाने वाढतात. सालमोनेला टायफीम्युरियम VNP 20009 आणि क्लॉस्ट्रीडियम ब्युटायलिकम M55 हे जिवाणू विशेषत्वाने अर्बुदात उत्तम वाढतात. यात अद्याप परिपूर्ण यश प्राप्त झालेले नाही. क्लॉस्ट्रीडियम असिटोब्युटायलिकम आणि क्लॉस्ट्रीडियम बेजेरेंकी हे जिवाणू अर्बुदपेशींना मारक अशा विशिष्ट विकरांसाठी उत्परिवर्तित केले जात आहेत. उत्परिवर्तित सालमोनेला टायफीम्युरियम आणि क्लॉस्ट्रीडियम नोव्ही हे फुफ्फुसातील हायपोक्सिया अर्बुदास सायटोकाइन्स, किमोकाइन्सच्या माध्यमातून नष्ट करतात. बायफिडोबॅक्टेरिया, क्लॉस्ट्रीडिया, इश्वेरीशिया कोलाय,

आणि सालमोनेला हे जिवाणू अर्बुदातील कमी ऑक्सिजन असलेल्या भागात वाढवून गाठ नष्ट करता येते.

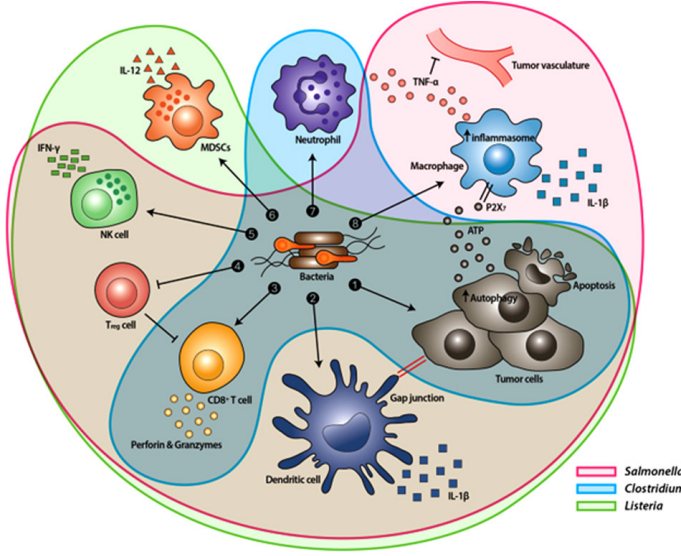
जीन थेरपीसाठी जिवाणूबीजे

ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी असलेल्या भागात जिवाणूबीजांचा वापर करून अर्बुदपेशी नष्ट करता येतात. गेल्या पन्नास वर्षांत अवयूजीवी (Obligate anaerobic) आणि अल्पवायुजीवी (Facultative anaerobic) अशा जिवाणूंचा वापर कर्करोगविरोधी म्हणून केला जात आहे. अशी जिवाणूबीजे, ३० टक्के घन अर्बुदात सुरुवातीला दाह आणि सूज प्रज्वलित करतात आणि नंतर ती गाठ नष्ट होते. सुदृढ पेशींच्या तुलनेत, ऑक्सिजनचे अत्यल्प प्रमाण असणे हे अर्बुदपेशींचे वैशिष्ट्य आहे. हे सिद्ध करण्यासाठी माल्मग्रेन आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांनी क्लॉस्ट्रीडियम



अर्बुदात वाढणारी क्लॉस्ट्रीडियमची बीजे

प्रजातीची बीजे कर्करोगग्रस्त आणि सुदृढ उंदरांना टोचली. परिणाम असा दिसला की कर्करोगग्रस्त उंदीर क्लॉस्ट्रीडियमच्या संसर्गामुळे मेले. सुदृढ उंदीर मात्र जिवंत राहिले. एका अभ्यासात असे आढळून आले आहे की क्लॉस्ट्रीडियम स्पोरोजिनस या प्रजातीची बीजे रक्तात टोचली असता सुदृढ प्राण्याच्या रक्तात ही बीजे आढळली नाहीत. कारण ती रेटीक्युलो एंडोथेलियल संस्थेमार्फत नैसर्गिकरीत्या रक्तातून काढून टाकण्यात आली होती. परंतु कर्करोगाची गाठ असलेल्या उंदरात मात्र ही बीजे संसर्गजन्य ठरली. या बीजांमुळे गाठीचा आकारदेखील वाढला होता. ही बीजे इतकी अर्बुदलक्षवेधी असतील तर या प्रयोगातून शास्त्रज्ञांनी याच रोगकारक बीजांचा वाहक म्हणून वापर करण्याचे नवीन तंत्र विकसित केले आहे. कर्करोगाला मारक असे सायटोकाइन्स, कीमोकाइन्स, कर्करोगमारक प्रथिने यांचा वाहक (Vector) म्हणून ही अवयूजीवी क्लॉस्ट्रीडियम स्पोरोजिनस या प्रजातीची बीजे जीन थेरपी (अर्बुद मारक) म्हणून वापरली जाणार आहेत.



अर्बुदरोधी (अँटिट्युमर) प्रक्रिया कशी होते, हे दर्शवणारे चित्र -

अर्बुदात असलेल्या सूक्ष्म वातावरणात एकदा का जिवानूने प्रवेश केला की जिवानू, कर्करोगपेशी आणि सभोवतालचे सूक्ष्म वातावरण यांच्यात परस्परप्रक्रिया सुरू होते. अनेक बदल घडतात. रोगप्रतिकारक्षम पेशी, सायटोकाइन्स, कीमोकाइन्स यांची निर्मिती होते आणि ती कर्करोगाची गाठ हळूहळू आकाराने कमी होत जाते.

अर्बुद विरोधी जिवानूंचा वापर कशा पद्धतीने केला जातो?

हा वापर तीन पद्धतीने केला जातो. १. इम्युनोथेरेपी २. अर्बुदरोधी रसायनाचे वाहक (व्हेक्टर) / बीजे (स्पोर्स) वापरून ३. जिवानूविष आणि विकरे वापरून.

इम्युनोथेरेपी

१. स्ट्रेप्टोकोकस पायोजिनस या जिवानूमुळे त्वचेचा संसर्ग हेतुपुरस्सर घडवून आणला जातो. त्यामुळे अर्बुदाचा आकार कमी होत असल्याचे आढळून आले आहे .

२. क्षय झालेल्या रोग्यात बीसीजी लस टोचली असता भविष्यात कर्करोगाची शक्यता कमी होते असे दिसून आले आहे.

३. कर्करोग झालेला रोगी गॅस गॅंग्रेनने पीडित असेल तर क्लॉस्ट्रीडियम प्रजाती टोचली असता अर्बुदाचा आकार कमी होतो असाही दाखला मिळतो.

४. सालमोनेला टायफीम्युरियमच्या सौम्य जिवानूपासून बनवलेली B-16 F-10 ही लस अर्बुदरोधी असून त्याच्या चाचण्या सुरू आहेत.

५. लिस्तेरीया मोनोसायटोजेन्सपासून तयार केलेली रिकॉंबिनेंट लस Lm-Np ही स्तनाचा आणि गर्भाशयाच्या मुखाच्या कर्करोगासाठी अर्बुदरोधी आढळून आली आहे.

अर्बुदरोधी रसायनाचे वाहक (व्हेक्टर) / बीजे (स्पोर्स) :

६. क्लॉस्ट्रीडियम असिटोब्युटायलिकम DSM792 हा वाहक इंटरल्युकिन-२ चे वहन करतो. हे इंटरल्युकिन-२ अर्बुदरोधी आहे.

७. क्लॉस्ट्रीडियम नोव्ही - NT या बीजांचे इंजेक्शन

आणि लायसोसोमल डॉक्सोरेबिसिन हे अर्बुदरोधी असल्याचे दिसून आले आहे.

८. बायफिडोबॅक्टेरियम लॉन्गम १०५-A आणि १०६-A हे मेलानोमा अर्बुदरोधी असल्याचे आढळून आले आहे.

जिवानूविष आणि विकरे

९. सालमोनेला एंटेरिका हे जिवानू तोंडावाटे घेतले असता ग्लायब्लास्टोमा अर्बुदरोधी ठरतात.

१०. स्ट्रेप्टोकोकाय आणि सेराशिया मर्सिसन्स हे जिवानू तोंडावाटे घेतले असता अर्बुदरोधी आहेत.

११. इश्वेरीशीय कोलाय BM2-1 ही जिवानूची प्रजाती टोचून घेतली असता अर्बुदरोधी ठरते.

१२. कोरायनीबॅक्टेरियम डिथेरियाचे विष हेदेखील अर्बुदरोधी आहे.

१३. क्लॉस्ट्रीडियम परफ्रिजेनचे एंटेरोटॉक्सिन हे अर्बुदात २-१० मायक्रोग्रॅम टोचले असता ते स्तनाच्या कर्करोगासाठी प्रभावी ठरते.

१४. क्लॉस्ट्रीडियम बोट्युलिनमचे BoNTs हे चेताविष (न्यूरोटॉक्सिन) अर्बुदात टोचले असता त्याचे रेडिओ किंवा किमोथेरेपीपेक्षा परिणामकारक निष्कर्ष समोर आले आहेत.

१५. स्युडोमोनास अरुजिनोसाचे 'इंटरल्युकिन-४ स्युडोमोनास एक्सझोटॉक्सिन' हे अर्बुदरोधी आहे.

संशोधनात असे आढळून आले आहे की विशिष्ट प्रकारच्या कर्करोगात बॅक्टेरिओथेरेपीला रेडिओथेरेपीची जोड (कॉम्बिनेशन) थेरेपी किंवा कीमोथेरेपीची जोड (कॉम्बिनेशन) थेरेपी दिल्यास ती जास्त परिणामकारक ठरते.

- रंजन गर्गे

ranjan.garge@gmail.com



अंतराळप्रवासातील वैद्यकीय समस्या

आनंद घैसास

‘आयएसएस’वर ज्येष्ठ अंतराळवीर मायकल फिके यांच्यावर ओढवलेले एक अचानक वैद्यकीय संकट, एक तीव्र आठवण करून देते, की नासाच्या सध्या चाललेल्या ‘दीर्घकालीन चंद्र मोहिमांच्या’ वाटचालीतील ‘अंतराळवीरांचे आरोग्य’ ही अंतराळ प्रवासातील सर्वात मोठ्या आणि तंत्रज्ञानाच्या दृष्टीने अज्ञात असलेल्या बाबींपैकी एक, कदाचित अडथळाच असणार आहे. कारण, नुकत्याच एका गूढ वैद्यकीय घटनेत अंतराळवीराची बोलण्याची क्षमता गेली असे दिसून आले; चंद्रावरील मोहिमांचा वेग वाढत असताना, नासापुढील सर्वात मोठ्या धोक्यांपैकी ही एक बाब या घटनेने अधोरेखित केली आहे.



या घटनेनंतर ‘स्पेसएक्स क्रू-११’च्या इतर सदस्यांसह ISS वरून लगोलग पृथ्वीवर परतल्यानंतर, NASAचे अंतराळवीर मायकल फिके यांना उभे राहण्यास मदत केली जात आहे. (छायाचित्र सौजन्य : NASA/Bill Ingalls)

काय होती ही घटना?

नासाने १० दिवसांच्या आर्टेमिस II मोहिमेवरून चार अंतराळवीरांना चंद्राभोवती प्रदक्षिणा घालत परत आणण्याची मोहिम नुकतीच साध्य केली आहे. परंतु त्या पार्श्वभूमीवर आयएसएसवर पृथ्वीकक्षे राहणाऱ्या एका अनुभवी अंतराळवीराला झालेल्या या अज्ञात आजारामुळे खोल अंतराळ प्रवासातील एका मोठ्या धोक्याकडे आता लक्ष वेधले जात आहे, तो धोका म्हणजे आपत्कालीन

परिस्थितीत लागणारी वैद्यकीय प्रणालींची गरज.

नासाचे अंतराळवीर मायकल फिके यांनी सांगितले, की जानेवारी महिन्यात आंतरराष्ट्रीय अंतराळ स्थानकावर (ISS) अचानक उद्भवलेल्या या घटनेमुळे ते अचानक बोलू शकत नव्हते आणि त्यामुळे नासाला या फिरत्या प्रयोगशाळेतून पहिल्यांदाच वैद्यकीय कारणास्तव त्यांना यानामधून बाहेर काढावे लागले; परत आणावे लागले. डॉक्टरांनी त्यांना झालेला हा प्रकार ‘हृदयविकाराचा झटका’ नसल्याचे स्पष्ट केले आहे, असे फिके यांनी असोसिएटेड प्रेसला सांगितले, परंतु ही वैद्यकीय समस्या नक्की कशामुळे उद्भवली हे मात्र त्यांना अजूनही माहीत झालेले नाही.

फिके (आणि चमूतील इतर तीन सदस्यांना) आयएसएसवरून तुलनेने लवकर पृथ्वीवर परत आणण्यात नासा यशस्वी झाली. परंतु आर्टेमिस कार्यक्रमांतर्गत नासाने आखलेल्या दीर्घकालीन चंद्र मोहिमांच्या बाबतीत असे होईलच असे नाही. नासा चंद्रावर आणि त्याच्या आसपास कायमस्वरूपी मानवी वस्ती उभारण्याच्या दिशेने काम करत असताना - ज्यामध्ये २० अब्ज डॉलरच्या चंद्रतळाच्या योजनांचा समावेश आहे - तिथे फिके यांच्यासारख्या अनाकलनीय वैद्यकीय घटनांना एक-दोनदा घडलेल्या भीतिदायक घटना म्हणून दुर्लक्ष करणे मात्र अधिक कठीण होऊ शकते.

“हे अगदी अनपेक्षित होतं. शिवाय हे आश्चर्यकारकपणे जलद घडलं,” असे फिके यांनी असोसिएटेड प्रेसला सांगितले. “मी संकटात आहे, हे माझ्या सहकाऱ्यांनी नक्कीच पाहिलं. अवघ्या काही सेकंदांतच सर्व जण मदतीसाठी धावून आले.”

नासाच्या ‘स्पेसएक्स क्रू-११’ मोहिमेतील आयएसएसचे पायलट असलेले फिके, नासाच्या अंतराळवीर झेना कार्डमन, जपान एअरोस्पेस एक्सप्लोरेशन एजन्सीच्या अंतराळवीर किमिया युई आणि रॉसकॉसमॉसचे अंतराळवीर ओलेग प्लॅटोनोव्ह यांच्यासोबत उड्डाण करत होते. क्रू-११ने

अंतराळवीरांच्या आरोग्यावर आणि अंतराळस्थानकावरील इतर विज्ञानावर संशोधन केले, तसेच कक्षीय प्रयोगशाळा चालू ठेवण्यास मदत केली.

ही घटना ७ जानेवारी, २०२६ रोजी घडली, जेव्हा फिके स्पेस-वॉकची तयारी करून रात्रीचे जेवण करत होते. त्यांनी सांगितले की त्यांना कोणतीही वेदना जाणवली नाही आणि ही घटना सुमारे २० मिनिटे चालू राहिली. फिके यांची अस्वस्थता पाहून, त्यांच्या सहकाऱ्यांनी पृथ्वीवरील फ्लाइट सर्जनना त्वरित बोलावले.

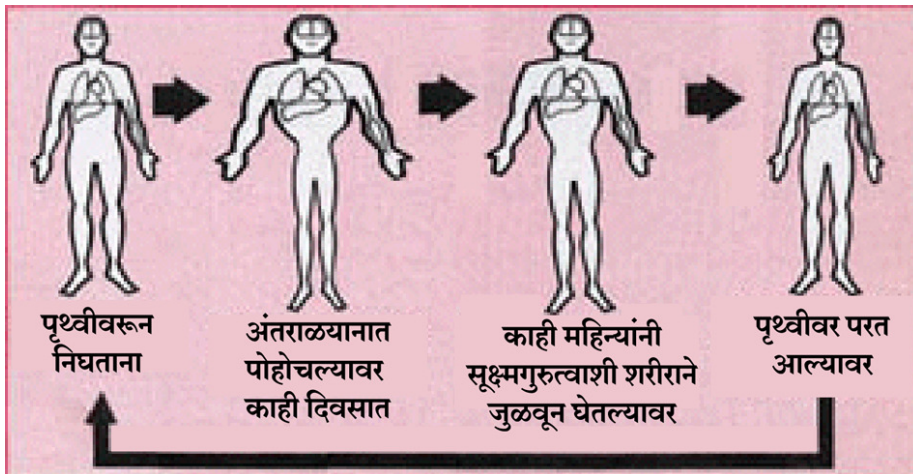
ही वैद्यकीय समस्या उद्भवली तेव्हा फिके यांच्या मोहिमेला पाच महिन्यांपेक्षा जास्त काळ लोटला होता. त्यांनी सांगितले, की या आपत्कालीन परिस्थितीत नासाने स्टेशनवरील अल्ट्रासाऊंड मशीनचा वापर केला आणि अंतराळात अशीच काही घटना घडली आहे का, हे पाहण्यासाठी एजन्सी आता अंतराळवीरांच्या एकूण सगळ्याच वैद्यकीय नोंदींचे पुनरावलोकन करत आहे.

वजनरहित अवस्थेत अधिक काळ राहिल्याने माणसाच्या शरीरात काही बदल होतात. काही परिणाम तात्पुरते असतात, तर काहींचा परिणाम अधिक काळपर्यंत राहणाराही असतो. वजनरहित अवस्थेत शरीरातल्या एकूण द्रवाचे वितरणच बदलू लागते. पृथ्वीवर असताना कायमच्या एकसारख्या गुरुत्वाकर्षणामुळे कंबरेखाली सतत जाणारे रक्त हृदयाकडे आणि तेथून वर मेंदूकडे नेण्याची आपल्या शरीराची स्वाभाविक रचना आहे. परंतु अंतराळयानात रक्ताचे पायाकडे जाणे वजनरहितपणामुळे थांबते. पायातले रक्त शरीराच्या वरच्या भागाकडे पाठवण्याची क्रिया मात्र थांबत नाही. त्यामुळे आवश्यकता नसतानाही छाती, खांदे, हात आणि डोके येथे अधिक प्रमाणात रक्तपुरवठा होऊ लागतो. त्यामुळे तिथल्या भागांना सूज आल्यासारखा

परिणाम होतो. चेहराही जास्त तुकतुकीत, सुजलेला होतो. या सुजून गोलाकार झालेल्या चेहऱ्याला 'मून फेस' 'चंद्रमुखी' असे म्हणतात. हे असे सगळ्याच अंतराळवीरांचे अवकाशात राहात असताना होते. त्याचबरोबर हृदयाची



रक्ताभिसरण करण्याची क्षमताही गरज नसल्याने कमी होऊ लागते. स्नायूंनाही हालचालींसाठी नेहमीच्या प्रमाणात जोर लावावा लागत नसल्याने त्यांच्यातही शिथिलता येऊ लागते. परिणामी रक्तातल्या लाल पेशींच्या निर्मितीत घट होते, हाडांच्या वस्तुमानात घट होते, त्यामुळे त्यांच्या मजबुतीत फरक पडतो. तोल सांभाळण्याची जी शरीराची उपजत जाणीव असते, तीच वजनरहित अवस्थेत लागत नाही. त्यामुळे तिच्यावर तर फारच परिणाम होतो. कारणे दोन आहेत. एक तर गरज नसते आणि दुसरे म्हणजे तोल



सांभाळण्याचे महत्त्वाचे इंद्रिय जे कानामागे असणाऱ्या वलयांकित नळ्यात असणारा द्रव आणि त्यात तरंगणारे केसांसारखे संवेदक तंतू हे असते, या नळ्यांमध्ये असणाऱ्या द्रवावर गुरुत्वाकर्षणाच्या परिणामाने त्याचे तिरकेपण किती ते ठरते. त्यासंदर्भात आपला मेंदू शरीराचा तोल सांभाळत असतो. परंतु, या संवेदक तंतूंचे तिरकेपण वजनरहित अवस्थेत, कोणत्याही स्थितीत शरीर असले तरी, आता एका ठरावीक दिशेने तिरके होतच नाही, किंबहुना ते सततच कसेही वेडेवाकडे होत राहतात आणि त्यातून सततच तोल गेल्याची भावना निर्माण होते. वजनरहित अवस्थेचा आणि रक्ताच्या जास्त प्रमाणातल्या होणाऱ्या अभिसरणामुळे डोळ्यातल्या द्रवावर तो एकूण द्रव वाढण्याचा परिणाम होतो. त्यामुळे डोळ्याचा एकूण आकारच वाढतो आणि त्यामुळे दृष्टीदोष निर्माण होतो. तो नंतर बरा होण्यासही बराच काळ लागतो. शिवाय 'स्पेस वॉक' घेणाऱ्या, अंतराळात खुल्याने फेरफटका मारणाऱ्यांना मोठ्या प्रमाणात अतिनील किरणांच्या सान्निध्यात राहावे लागते. त्यामुळे अनेक अंतराळवीरांना डोळ्यात अनेक लहान लहान मोतीबिंदू होण्याच्या त्रासाला सामोरे जावे लागले आहे. शिवाय एक थोडी विचित्र बाब लक्षात आली आहे की वजनरहित अवस्थेत आणि अतिशय निरोगी निर्जंतुक वातावरणात बराच काळ राहिल्याने शरीराची रोगप्रतिकारशक्तीही कमी होते...

अंतराळयानातल्या यंत्रांमधून येणाऱ्या आवाजाला काही पर्याय नसतो. सगळीकडे अनेक छोटे पंखे हवा खेळती राखण्यासाठी चालूच ठेवावे लागतात, त्यांचा सतत आवाज होत असतो. यानाचे तापमान कायम ठेवणारी यंत्रणाही सतत आवाज करत असते. तसेच, पृथ्वीशी होणाऱ्या सततच्या रेडिओ संपर्काचे, निरनिराळ्या संभाषणांचे आवाज, वेगवेगळी रसद पुरवणारी अंतराळयाने-शटलयाने त्यांची ये-जा, ती आल्यावर त्यांचे जोडकाम, त्यांचे परतीचे प्रवास, या सगळ्यातून सततचा आवाज होत असतो. शिवाय हे सर्वकाही फार छोटेखानी जागेत होत असते. या सगळ्यामुळे कितीही ठरवले तरी अंतराळवीरांच्या झोपेचे खोबरे होतेच. शांत आणि पुरेशी झोप होत नाहीच. त्याचाही परिणाम शरीरावर होत असतो. हाडे, स्नायू, रक्ताभिसरण नीट चालण्यासाठी खास बनवलेल्या साधनांच्या वापरातून पुरेसा वेळ व्यायाम हा घ्यावाच लागतो. तेही या साधनांना बांधून घेतलेल्या

स्थितीत. कारण आपल्या स्नायूंना व्यायाम करताना पृथ्वीवर गुरुत्वीय त्वरणाने जो योग्य तणाव मिळतो त्याला येथे पर्यायी यांत्रिक तणाव यंत्रे वापरून मुद्दाम निर्माण करावा लागतो.

अंतराळवीरांना वर जाताना जेवढी काळजी घ्यावी लागते त्यापेक्षा जास्त काळजी परतीच्या प्रवासात घ्यावी लागते. अवकाशपोषाख धारण करून परतीच्या यानातून प्रवास सुरू होतो. पृथ्वीकडे येणारे यान त्याचा खालचा भाग पृथ्वीकडे ठेवत चक्क खाली कोसळत असते. पृथ्वीपासून १०० किलोमीटर अंतरावर वातावरणात शिरल्याची पहिली जाणीव एका फार मोठ्या धक्क्याने होते. हवेशी होणाऱ्या घर्षणामुळे यानाच्या बाहेरच्या पृष्ठभागाचे तापमान प्रचंड वाढते. एवढे की दुरून पाहणाऱ्याला तर आगीचा एक लोळच खाली येत आहे असे दिसते. याचवेळी अंतराळवीरांवरील 'जी-बल' वाढत जाते ते कधीकधी १२जी ते १५जी पर्यंतही वाढू शकते. या दरम्यान यानाची दिशा योग्य ठेवणे हे फार गरजेचे असते. नाहीतर प्रचंड वेगाने पृथ्वीकडे निघालेले यान वातावरणाच्या आणि गुरुत्वाकर्षणाच्या एकत्रित परिणामाने पुनश्च अंतराळात भिरकावले जाण्याची शक्यता असते.

बऱ्याचदा पृथ्वीवर परतणारे यान विस्तीर्ण पठारावरील धावपट्टीवर उतरवण्यात येते. परंतु सोयूझ मालिकेतील यानाचा अग्निबाण पूर्णपणे जळून जातो आणि फक्त अंतराळवीर बसलेली छोटी 'अवकाशकुपी' पॅराशूटच्या साहाय्याने वाळवंटातील एखाद्या विस्तीर्ण पठारावर किंवा समुद्रात उतरवली जाते. मात्र त्यातून अंतराळवीर सुखरूपपणे



परतले असले तरी वजनरहित अवस्थेतून आल्यामुळे त्यांना जमिनीवर साधे चालणे, बोलणेही पटकन जमत नाही. डोळ्यांवर उपचार व्हावे लागतात. तरंगण्याची सवय झाल्याने तोल सांभाळत उभे राहणे, मान वळवणे, पटकन वळून बघणे, या साध्या गोष्टी करणेही जमत नाहीसे होते. एवढेच नाही तर जीभ एवढी जड होते की परत आलेल्या अंतराळवीरांच्या बोलण्यातही दोष उत्पन्न झालेला दिसतो. काहींना तर खुर्चीतून उठताच येत नाही, भोवळ येते, त्यामुळे कुपीतून अंतराळवीरांना उचलूनच बाहेर काढतात. मऊ आरामखुर्चीत ठेवतात किंवा लगेचच स्ट्रेचरवरून त्यांना इस्पितळात न्यावे लागते. किमान १५ दिवस ते कधी तर तीन चार महिन्यांच्या उपचारानंतर, विशेषतः योग्य, भरपूर व्यायाम आणि योग्य आहारानंतरच अंतराळवीर पृथ्वीवरील उर्वरित सामान्य जीवन जगू शकतात. पण स्नायूंमध्ये आलेले मार्दव आणि वस्तुमान कमी झालेली हाडे पुन्हा पहिल्यासारखी कणखर व्हायला मात्र कित्येकदा वर्षभरही लागतो. अशा साऱ्या दिव्यातून जात नवनवीन प्रयोग करीत, आज एकूणच ज्ञानाच्या कक्षा रुंदावण्याचे काम हे अंतराळवीर करीत आहेत. कल्पना चावलासारख्या वीरांगनाही यात आहेत, की ज्यांना अंतराळात पोहोचण्याआधीच, वाटेतच माहीत झाले होते की परतीच्या प्रवासात अपघात होऊ शकतो ते! तो किती मोठा असेल त्यात आपण वाचू शकू की नाही याची अधिक काळजी न करता, धीराने आपले सारे नेमलेले प्रयोग त्यांच्या चमूने केले. सुनीता विल्यम्सने तर अवकाशात जास्तीत जास्त काळ राहण्याचा, जास्तीत जास्त काळ स्पेस वॉक करण्याचा शिवाय अंतराळात व्यायाम करण्याचा विक्रमही केला आहे. बोस्टन मॅरिथॉन खाली सुरू असताना त्या कालावधीतच तिने अंतराळात ती पूर्ण केली आहे, तेही खास धावण्याचे यंत्र (ट्रेड-मिल) वापरून. व्यायामाचा किती चांगला परिणाम अवकाशायात्रेत आणि नंतरही होतो हेही तिने दाखवून दिले आहे. खरे तर सारे अंतराळवीरच आपल्या जिवावर उदार होऊन या धाडसी आणि अभिनव क्षेत्रात पाऊल ठेवत असतात. भारतातल्या नवीन पिढीलाही ही नवी आव्हाने देणारे नवे क्षेत्र आता खुले होत आहे. त्याचा गंभीरपणे विचार आता करायलाच हवा आहे. चला तर मग आजपासूनच विज्ञानाच्या अभ्यासासोबत व्यायामालाही लागू या....आकाशाला गवसणी घालणे आता अशक्य राहिलेले नाही.

अंतराळात स्त्री-पुरुष समागम आणि प्रसूती होणे शक्य आहे काय?

खरे सांगायचे तर सध्यातरी याचे उत्तर 'माहीत नाही'

असे अगदी सोपे आहे. मानवाच्या आजपर्यंतच्या अंतराळातील वास्तव्यात अजूनतरी या गोष्टी झालेल्या नाहीत. परंतु याची शक्यता किती आहे, ती केव्हा, कशी आणि कोठे, याच्या सैद्धांतिक विचारांचे शास्त्रज्ञ आणि विचारवंत यांच्यासोबतच माहितीप्रसारणाच्या माध्यमांमध्ये काही वर्षांपासून मोठेच वादळ उठलेले आहे. त्याचे कारणही रास्तच म्हणायला हवे आहे. कारण आजपर्यंतच्या अंतराळ वास्तव्यात, स्त्रिया आणि पुरुष, काही काळ एकाच यानात एकत्र राहिले असले, तरी त्यांच्यात कोणत्याही प्रकारच्या लैंगिक आचाराला पूर्णपणे बंदीच घातलेली होती. असा आजपर्यंतचा नियमच होता. येत्या काही वर्षात अमेरिकेने जी मानवयुक्त 'मंगळ-मोहीम' करायची ठरवली आहे, त्यात चक्क लग्न झालेल्या एका जोडप्याला अंतराळात पाठवण्याची तयारी केलेली आहे. या मोहिमेला लागणारा कालावधीही खूपच जास्त आहे. त्यांना मंगळापर्यंत जाऊन मंगळाच्या कक्षेत फेऱ्या मारून पृथ्वीवर परत यायचे आहे. सध्या आपले मंगळयान मंगळापर्यंत पोहोचायला ३०० हून जास्त दिवस लागले आहेत. हा कालावधी गृहीत धरला तर नासाच्या या मंगळभेटीच्या अंतराळ वारीला चक्क दोन वर्षे लागतील असा अंदाज आहे. त्यामुळे असा काही समागमाचा प्रकार निदान प्रायोगिक अवस्थेत तरी घडण्याची शक्यता किंवा तशी परवानगी, मुभा या जोडप्यास असावी की नसावी यावरून हे वादळ उठले आहे. एकूणच जीवनातल्या उपजतबुद्धीचा, नैसर्गिक गरजांचा विचार केला तर, 'आहार, निद्रा, भय आणि मैथुन' या चार बाबी नेहमीच लक्षात घ्यायला हव्यात. त्यामुळे स्त्री-पुरुषसंबंध मग ते भावनिक असोत की निव्वळ शारीरिक गरज असो, त्यावर आता विचार करायलाच लागणार आहे.

पृथ्वीखेरीज या इतर ग्रह-उपग्रहांवर मानववस्ती करणे शक्य आहे काय हा एक भविष्यातला त्यापुढील विचारही पाठोपाठ येणारच आहे. जर का अशी वस्ती शक्य असेल तर अर्थातच माणसांची पुढील पिढी तेथे विकसित होण्यासाठी, तेथे राहणाऱ्या माणसांकडून प्रजनन होणे ही एक ओघानेच आलेली नैसर्गिक सामान्य बाब आहे. ते शक्य आहे का, हा विचार करावाच लागणार आहे. तेही तेथे जाताना कराव्या लागणाऱ्या दीर्घ मुदतीच्या अंतराळप्रवासाच्या कालावधीतही स्त्री-पुरुषसंबंध निर्माण होण्यापासून ते प्रत्यक्ष तेथे होणाऱ्या वस्ती किंवा वसाहतींमध्ये काय होणार आहे, याचाही विचार करून. असा विचार होताना कोणत्या बाबी महत्त्वाच्या ठरतात याबद्दल 'सेक्स इन स्पेस' या नावाने हिस्टरी चॅनलने एक लघुपटही तयार केला होता. आर्थर सी. क्लार्क, इसाक

असिमॉव्ह, स्टेफेन हॉकिंग अशा थोर विचारतज्ज्ञांनीही यासंबंधी विविध वैज्ञानिक चर्चा आपल्या पुस्तकांमधून केलेली आहे, तर काही अंतराळयंत्रांनीही (यात अंतराळप्रवास केलेले एक जोडपे प्रामुख्याने आहे) याबाबत आपले विचार व्यक्त केले आहेत. सर्वांनीच अंतराळयानातील सूक्ष्मगुरुत्व म्हणजे वजनरहित अवस्थेतील प्रेम, प्रणय आणि समागम या तीनही बाबी योग्य प्रकारे शक्य नाहीत, त्यात बऱ्याच अडचणी आहेत असेच वर्तवले आहे.

वजनरहित अवस्थेचा आपल्या शरीरावर होणारा एक मुख्य परिणाम म्हणजे आपल्या शरीरातील जे रक्त आणि इतर द्रवपदार्थ आहेत त्याचे होणारे विस्थापन. सामान्यपणे पृथ्वीवर असताना शरीरातील रक्त आणि इतर द्रवपदार्थ, किंवा प्रवाही पदार्थ म्हणू या, ते जमिनीकडे, खाली वाहत जाण्याची त्यांची धारणा असते, त्यामुळे ते पायाकडे किंवा कंबरेच्या खालच्या भागाकडे सामान्यतः ते जात असतात, गोळा होत असतात. या उलट, डोक्याच्या कवटीत असणाऱ्या मेंदूला, हातांना आणि छातीला होणारा रक्तपुरवठा कमी होत असतो. ती कमतरता भरून काढण्याचे काम हृदय आणि त्याला जोडलेल्या ठरावीक अंतर्गत रचना असणाऱ्या रक्तवाहिन्या नेहमी करित असतात. त्यामुळे एकंदरीतच शरीराच्या वरच्या भागाकडे अधिक प्रमाणात प्रवाही पदार्थ ढकलण्याची शरीरात नैसर्गिक योजना असते. त्यामुळे वजनरहित अवस्थेत त्याचा परिणाम असा होतो की लैंगिक समागमात आवश्यक असणारे कंबरेखालील भाग पुरेसा रक्तपुरवठा न झाल्याने पुरेसे उद्दीपितच होत नाहीत! ही एक प्रमुख अडचण, पुरुष आणि स्त्रिया या दोघांसाठीही होते. त्याचबरोबर वजनरहित अवस्थेत शरीराची कोणतीही लहानशी हालचाल ही संपूर्ण शरीरालाच त्या दिशेने तरंगत नेण्यात होते. त्यावर नियंत्रण राहत नाही. वजनरहित स्थितीत केलेल्या एका प्रयोगात साध्या चुंबनाच्या प्रसंगात दोघांच्याही थोड्याशा हालचालींनी ते दोघेही यानाच्या एका टोकाकडून दुसऱ्या टोकाकडे वाहात जाऊन तिथल्या भिंतींना आपटण्याचा अनुभव आला आहे. एकमेकांना जवळ घेण्याच्या प्रयत्नात दोघे एकमेकांच्या जवळ मिठीत न येता प्रत्यक्षात त्या हालचालीमुळे दोघेही वेगळ्याच दिशेला, गोल फिरत आणि एकमेकांपासून दूर वाहात जाण्याचा अनुभव आलेला आहे. वजनरहित अवस्थेत क्रिया-प्रतिक्रिया हा नैसर्गिक नियम, ज्याला आपण न्यूटनचा तिसरा नियम म्हणतो, त्याचे हे वेगळेच परिणाम दिसून येतात. तेच प्रणयक्रीडेत बाधा आणणारे ठरतात. एक म्हणजे कोणत्याच पदार्थांना वजन नसल्याने 'घर्षण' ही बाब होतच नाही,

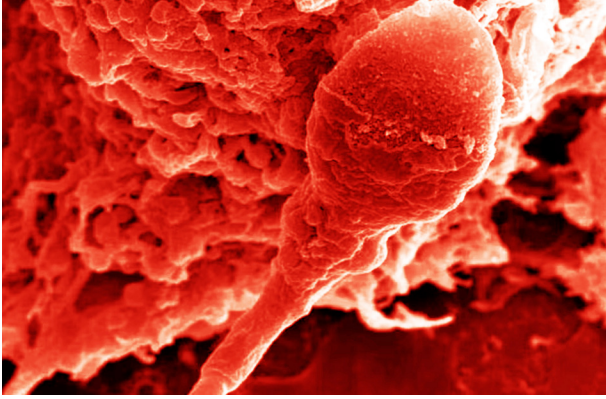
किंवा झाली तर फारच नगण्य प्रमाणात होते. त्यामुळे समागमासाठी ज्या अवयवांचे एकमेकांच्या संपर्काने उद्दीपन व्हायला हवे, ते होणारच नाही. ही फारच मोठी अडचण आहे. शिवाय द्रवांचे स्त्रवनही वजनरहित अवस्थेत कसे होते ते जाणून घ्यावे लागेल. साधा घाम आल्यावर तो अंगभर गोल गोल थेंबांसारखा जमा होतो आणि त्याचा एक घामट थरच शरीरभर तयार होतो. कारण कोणताही द्रव निथळणे, 'खाली गळणे' हे येथे होतच नाही. कल्पना करा, चुंबन घेताना स्त्रवलेला द्रव तिथेच चेहऱ्याच्या आसपास तरंगत राहिलेला असेल...

याही परिस्थितीत समागम करायचाच झाला तर त्यासाठी दोघांनाही एकमेकांच्या अगदी जवळ, घट्ट, आणि कोणत्यातरी स्थितिस्थापक, रबराच्या किंवा तत्सम पट्ट्यांनी बांधून घ्यावे लागेल. शिवाय त्याचवेळी या दोघांना यानाच्या एखाद्या भिंतीलाही बांधलेल्या स्थितीत राहावे लागेल. पण मग त्यातली सारी मजाच निघून जाईल! शिवाय अंतराळयानात एकंदर उपलब्ध असणाऱ्या जागेत, कोठेही खाजगी एकांत, प्रणयाराधनेसाठी लागणारा निवांतपणा मिळणे दुरापास्तच. जेमतेम १० फूट लांबी आणि साडेसहा-सात फूट रुंदी असणाऱ्या, नळकांड्यासारख्या जागेत अनेक संगणक आणि यंत्रांसकट, तिथे राहणारे अंतराळवीरही असणार, तेही चार किंवा सहा! तेव्हा त्यातल्या फक्त दोघांसाठी, बाकीच्या इतरांना टाळून, कधी, कोणता आणि कसा खाजगीपणा मिळणार? शिवाय मंद प्रकाशाचे, वस्त्रांचे काय? तेव्हा ते काही जमणे नाही!

या सान्या प्रकारानंतर वजनरहित अवस्थेत गर्भधारणा होते की नाही हे काही आताच सांगता येणे कठीणच आहे. समजा अंतराळ वास्तव्यात गर्भधारणा झालीच, तर गर्भधारणेनंतर गर्भवती राहिलेली स्त्री त्या मुलाचे या स्थितीत चांगले पोषण करू शकेल का हाही प्रश्नच आहे. अवकाशयानातल्या कृत्रिम वातावरणाचा, वजनरहित अवस्थेत तयार होणाऱ्या गर्भावर काय परिणाम होईल, त्याची वाढ त्या आईच्या पोटात कशी आणि किती होईल, आईच्या पोटाला त्या वाढीचा किती ताण पडेल, ती तो सहन करू शकेल की नाही? याबद्दल आज कोणीही काहीही सांगू शकत नाही. अंतराळातल्या प्रचंड प्रमाणात आणि सतत होणाऱ्या विविध प्रारणांच्या उत्सर्जनाला तो गर्भ कसा तोंड देऊ शकेल, की त्याच्यावर काही अनिष्ट परिणाम होऊन, त्याला काही अपंगत्व येऊ शकेल, किंवा वजनरहित अवस्थेमुळे त्याची अनियमित आणि अवाजवी वाढ होऊन एखादे राक्षसी आकाराचे बाळ निर्माण होण्याची शक्यता आहे काय, अशीही भीती सध्या शास्त्रज्ञांच्या मनात आहे. त्यामुळे अशा अवाजवी वाढ असणाऱ्या बाळाच्या

जन्माच्या वेळी आईच्या प्रकृतिस्वास्थाचे काय? ती होणारी प्रसूती मात्र नक्कीच सामान्य नसणार. शल्यक्रिया म्हणजे सीझरीयनच करावे लागणार. पण मग त्यात होणाऱ्या रक्तस्रावाचे काय? अजूनतरी कोणतीही शस्त्रक्रिया अंतराळात केली गेलेली नाही.

प्रयोगशाळेत तयार केलेल्या कृत्रिम सूक्ष्मगुरुत्वात, बीजांड आणि शुक्रजंतूमधून (परीक्षानळीत) गर्भधारणा शक्य आहे काय असेही प्रयोग झाले आहेत. त्यात सूक्ष्मगुरुत्वामुळे शुक्रजंतूंचे भरकटणेच त्यांना बीजांडाकडे नेण्यास बाधा ठरते, शिवाय त्यामुळे मीलनातही प्रतिबंध



निर्माण होतो असे दृष्टोत्पत्तीस आले आहे... त्यामुळे हे सारेच प्रश्न अद्याप अनुत्तरित, अज्ञातच आहेत.

अंतराळयानात असताना नित्याच्या कामातून मिळालेला मोकळा वेळ फारच कमी असतो. या साऱ्यात प्रेमाराधन, प्रणय आणि नंतर समागम यासाठी अंतराळवीरांमध्ये तशा जोड्याही जमल्या पाहिजेत. कारण प्रयोग म्हणून केलेला समागम आणि मने जुळून झालेली प्रेमाची परिणती यात मोठाच फरक आहे. त्यामुळे प्रत्येकाचा स्वभाव आणि त्याची प्रेमभावना या गोष्टीही जमेल धरायला हव्यात. काही वर्षांपूर्वी नुकतेच लग्न झालेले एक जोडपे काही दिवसांसाठी अंतराळप्रवासास गेले होते. ते परत आल्यावर त्यांना पत्रकारांनी त्यांच्या अंतराळातल्या खाजगी प्रेमजीवनाबद्दल अर्थातच खोदून खोदून विचारलेही. त्याने 'एकूणच नियोजित कामांमुळे या गोष्टींना वेळच नव्हता' आणि तिनेही 'कामांमध्ये इतके व्यग्र होतो की तसा विचारही मनात आला नाही' अशी उत्तरे दिली होती. काहीतरी घडलेही असावे, पण सध्या निर्बंध असल्यामुळे ते असे सांगत आहेत असा प्रवादही माध्यमांनी त्यावेळी केला होता. असो. आज कोणतीही नक्की निर्णायक माहिती हाती आलेली नाही हेच खरे.

समजा चंद्रावर भविष्यात वस्ती स्थापन झाली, तर तिथले गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीपेक्षा फारच कमी म्हणजे एकषष्ठश आहे. तर मंगळावर ते पृथ्वीच्या साधारण निम्मे आहे.

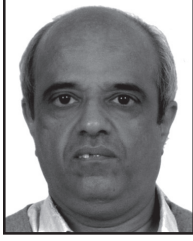
त्यामुळे परग्रहांवर वसाहती झाल्यास मानवांच्या पुढील पिढीचे पुढे कसे आणि काय होणार आहे, त्याचा विचार आतापासून नीट करावा लागणार आहेच. याबाबतीत अंतराळयानातच 'कृत्रिम गुरुत्व' कसे तयार करता येऊ शकेल हाही विचार झाला आहे. असे एक अंतराळयान बनवायचे ज्याचा आकार एखाद्या मोठ्या मेदूवड्यासारखा किंवा गोल पोकळ बांगडीसारखा असेल. पृथ्वीभोवती



कक्षेत असतानाच हे बांगडीयान सतत स्वतःभोवती फिरत राहिल. त्यामुळे अपकेंद्री बलामुळे (सेंट्रिफ्युगल फोर्समुळे) या पोकळ नळीच्या आत, पण तिच्या बाहेरच्या बाजूच्या भिंतीवर गुरुत्वपरिणाम जाणवेल. अर्थात नळीच्या आतून, त्या भिंतीवर चालता येण्यासारखी अवस्था प्राप्त होईल. म्हणायला हे छान वाटते. परंतु ही एक कल्पना झाली. विज्ञानकथांमध्ये अशा फिरत्या तबकड्यांच्याही बऱ्याच कल्पना केल्या गेल्या आहेत. प्रत्यक्षात ती बांगडी पृथ्वीसारखे गुरुत्व (१जी) येण्यासाठी किती वेगाने फिरत ठेवावी लागेल, ते तिच्या आकारावर आणि फिरण्याच्या वेगावर अवलंबून असेल. आकार जास्त तर फिरण्याचा वेग जास्त... पण या वेगाचा तिच्या कक्षेवर कोणता परिणाम होईल? शिवाय तिच्या एका बाजूच्या भिंतीवर जे साध्य होईल त्याचवेळी आतल्या दुसऱ्या बाजूच्या भिंतीवर किंवा त्यांच्या मधल्या जागेत काय होईल? तिथले सारेच दुसऱ्या भिंतीकडे सतत काही प्रमाणात भिरकावले तर जाणार नाही... या साऱ्याचा विचार करावा लागणार आहे. त्यामुळे कृत्रिम गुरुत्वही आताच उपलब्ध होणे कठीण.

अर्थातच या येऊ घातलेल्या 'अंतराळात-युगात' आपल्याला आणखी खूप प्रयोग करायचे आहेत. टप्प्याटप्प्याने ते आपल्या ज्ञानात भर घालणारच आहेत. भविष्यात काय काय घडणार आहे त्याकडे आता नुसतेच डोळे उघडे ठेवून फक्त बघ्याची भूमिका पार न पाडता आपण विज्ञानाची कास धरून त्यात सहभाग कसा देऊ शकतो याकडेही लक्ष द्यायला हवे आहे.

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com



कथा पेनिसिलिनच्या शोधाची

डॉ. राजेंद्र देवपूरकर

जागतिक आरोग्य संघटनेच्या ६८व्या बैठकीत १९८२ देशांच्या प्रतिनिधींच्या चर्चेमध्ये ठरल्याप्रमाणे नोव्हेंबर १८-२४ हा आठवडा दरवर्षी जंतुनाशके किंवा प्रतिजैविके (गैर)वापरासंबंधी जनजागृती सप्ताह म्हणून नुसत्या भारतातच नव्हे तर जगभर पाळला जातो. जागतिक आरोग्य संघटनेच्या ६८व्या बैठकीत अशा प्रकारच्या चळवळीची जरूर असल्याचे ठरले. आणि मग २०१५ पासून हा सप्ताह सर्व जगभर पाळला जाऊ लागला. प्रतिजैविकविरोधी जिवाणू ही एक जागतिक समस्या झाली आहे. ७० ते ७५% मृत्यू हे प्रतिजैविकविरोधी जिवाणूच्या प्रादुर्भावामुळे असल्याचे निष्पन्न झाले आहे. भविष्यात प्रतिजैविकांचा रोगनिवारणासाठी वापर यशस्वी होणार का नाही हे आपण आज प्रतिजैविकांचा किती काळजीपूर्वक वापर करत आहोत ह्यावर अवलंबून आहे, असे जागतिक आरोग्य संघटनेला वाटल्यामुळेच जागतिक प्रतिजैविक जागरूकता सप्ताहाची व्यापक स्तरावर सुरुवात झाली. 'Educate, Advocate, Act now.' असे ब्रीदवाक्य २०२४-२०२५साठी ठरवण्यात आले होते.

ह्या अनुषंगाने प्रतिजैविकाच्या बऱ्याच अंगांचा आपण मार्च महिन्याच्या अंकापासून ऊहापोह केला. अजूनही बरेच काही सांगण्यासारखे आहे ह्यात शंका नाही.

पेनिसिलिन हे पहिले प्रतिजैविक सर अलेक्झांडर फ्लेमिंग ह्या संशोधकामुळे आपल्याला मिळाले. प्रतिजैविकांची माहिती घेताना आपण पेनिसिलिन ह्याच्या शोधापासून सुरुवात करावयास हवी होती असे काही जणांना वाटणे साहजिक आहे. परंतु मी मुद्दामच थोडा उलटा प्रवास केला. प्रतिजैविकांचा अनिर्बंध वापर केल्याने प्रतिजैविकविरोधी (antibiotic resistant) जिवाणूंचे वाढणारे प्रमाण ही आपली आजची समस्या आहे, म्हणूनच पेनिसिलिनच्या ऐतिहासिक शोधाची माहिती आपण मुद्दाम मागे ठेवली. पण सध्याच्या समस्येमुळे पेनिसिलिनच्या शोधाचे आणि फ्लेमिंग ह्या संशोधकाने मानवावर केलेल्या

उपकाराचे महत्त्व जराही कमी होत नाही.

अलेक्झांडर फ्लेमिंग आणि अँटिबायोटिक युग

आज १०० हून अधिक अँटिबायोटिक्स म्हणजे प्रतिजैविके वापरात आहेत (तक्ता १). जिवाणूमुळे होणाऱ्या रोगांवर प्रतिजैविकांचा वापर करून आपण सहजपणे रुग्णांचे प्राण वाचवू शकत आहोत. परंतु पेनिसिलिन या प्रतिजैविकाचा शोध लागण्यापूर्वी म्हणजे १९२८ किंवा १९४० पूर्वी जिवाणूंच्या संसर्गाने फार मोठ्या प्रमाणावर माणसे मृत्युमुखी पडत होती. क्षय, निमोनिया ह्या रोगाने किंवा त्वचेवरच्या किरकोळ जखमांमध्ये जिवाणूसंसर्ग होऊन रुग्ण मृत्युमुखी पडत असत. जिवाणूंना मारण्यासाठी प्रभावी औषधयोजना डॉक्टरांकडे नव्हती. पेनिसिलिन हे पहिले प्रतिजैविक. त्याचा शोध लावला अलेक्झांडर फ्लेमिंग ह्यांनी. आणि तेव्हापासून नवीन नवीन प्रतिजैविके शोधली गेली. अलेक्झांडर फ्लेमिंग हे प्रतिजैविक युगाचे निर्माते ठरले.

असा लागला पेनिसिलिनचा शोध

इंपिरियल कॉलेज स्कूल ऑफ मेडिसिनचे लंडनमध्ये सेंट मेरी हॉस्पिटल होते जिथे फ्लेमिंग स्टॅफिलोकॉकस जिवाणूवर संशोधन करत होते. १९०४ पासूनच ते ह्या हॉस्पिटलमध्ये व्याख्याता म्हणून काम करत होते आणि

प्रतिजैविकांचे विविध गट : आज १००हून अधिक प्रतिजैविके वापरात आहेत. नवी नवी हजारो प्रतिजैविकयुक्त औषधे (formulations) आहेत.

Penicillins : (e.g., Amoxicillin, Penicillin G)

Cephalosporins : (e.g., Cephalexin)

Macrolides : (e.g., Azithromycin, Erythromycin)

Fluoroquinolones : (e.g., Ciprofloxacin, Levofloxacin)

Tetracyclines : (e.g., Doxycycline)

Aminoglycosides : (e.g., Gentamicin, Tobramycin)

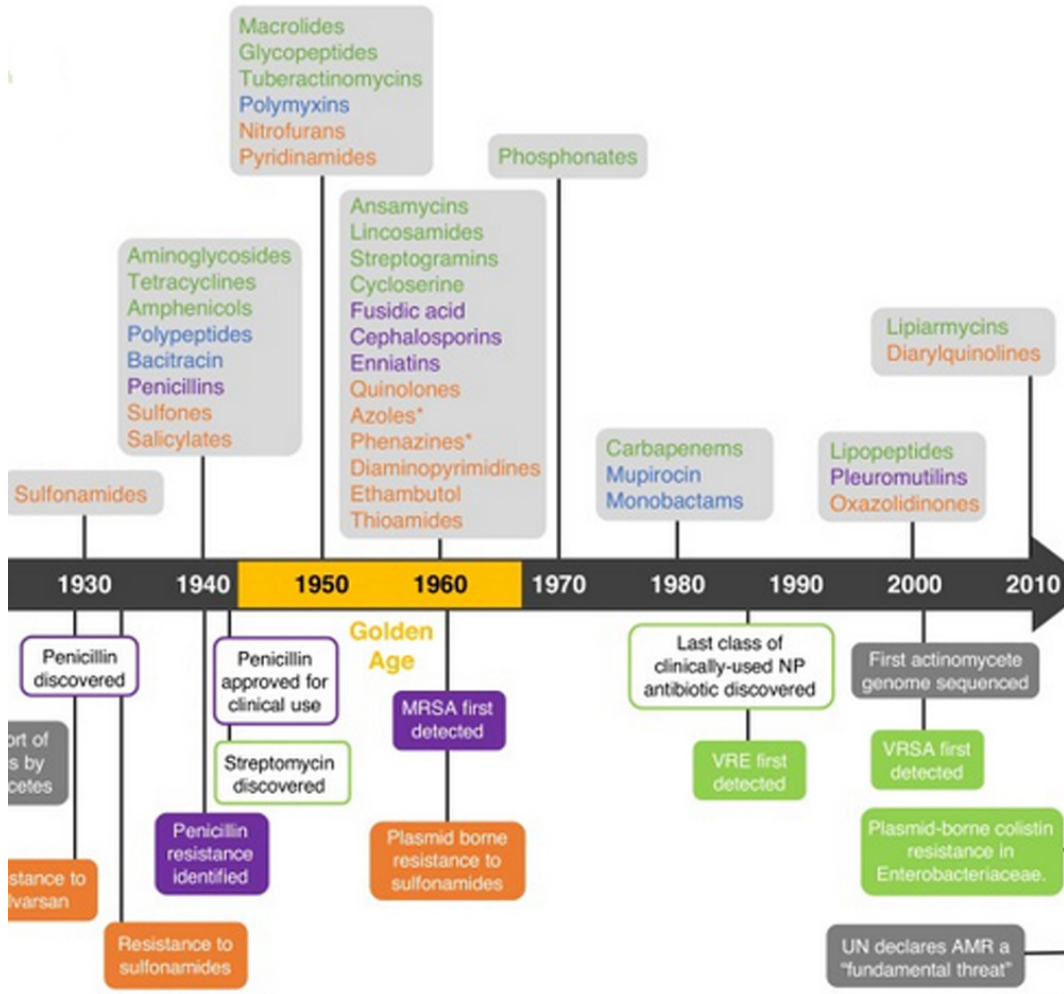
Sulfonamides : (e.g., Trimethoprim/sulfamethoxazole)

तक्ता १

१९२८ च्या सुमारास ते प्राध्यापक झाले. तेथेच १९२८ मध्ये (३ सप्टेंबर १९२८) त्यांना पेनिसिलिनचा शोध लागला. हा शोध योगायोगाने लागला असे म्हटले जाते.

अगार ह्या घन माध्यमावर पेट्री प्लेटमध्ये स्टॅफिलोकॉकस जिवाणू ते वाढवत असत. अशा काही प्लेट प्रयोगशाळेतील टेबलावर ठेवून (थोड्या निष्काळजीपणानेच) ते सुट्टीवर गेले होते. परत आले तेव्हा त्यातल्या एका प्लेटवरील घन माध्यमावर एका बुरशीची वाढ झाली होती. खरे तर ह्या प्लेट आता स्वच्छतेसाठी जायच्या! येथेच तो योगायोग झाला. त्याचे असे झाले, की त्यांच्या कुशल निरीक्षणामध्ये एक गोष्ट अशी आली की त्या बुरशीच्या भोवतालच्या भागात स्टॅफिलोकॉकस जिवाणूची वाढ खुंटली होती तर काही जिवाणू विरघळून गेल्यासारखे दिसत होते, वाचकांना आठवण देऊ इच्छितो की मागच्या अंकात घन माध्यमावर जिवाणूच्या वसाहती (colony)

आपणास नुसत्या डोळ्याला दिसतात ते स्पष्ट केले होते. आकृती १ मध्ये पुंजक्यासारख्या बुरशीच्या colonies पाहा तर जिवाणूंच्या अगदी गोलाकार ठिपक्यासारख्या colonies पाहा. अशी कल्पना करा की हीच ती प्लेट जी फ्लेमिंग ह्यांनी पाहिली. तर असे दिसते की ठिपक्यासारख्या जिवाणूंच्या colonies बुरशीच्या colonyच्या जवळ जरा अभावानेच आहेत. फ्लेमिंग ह्यांच्या मनात शंका आली की ही बुरशी माध्यमामध्ये काही पदार्थ सोडत असावी की ज्यामुळे जिवाणूंची वाढ होत नाही. मग ते प्रयोगाला लागले. बुरशी वाढवायची आणि त्या द्रवाचा जिवाणूंच्या वाढीवर परिणाम पाहायचा. त्यांनी प्लेट एक सहकारी मर्लिन प्रिस (Marlin Pryce) ह्याला दाखवली. खरे म्हणजे हा शोध अपघाताने लागला असे म्हणणे अशास्त्रीय वाटते. काही वर्षे अगोदर फ्लेमिंग ह्यांना, माणसाच्या शेंबडामध्ये, त्याच्या अश्रूंमध्ये आणि आणि कॉंबडीच्या अंड्यातील



आकृती १

पांढऱ्या बलकामध्ये जिवाणूंना विरघळून टाकणाऱ्या लायसोजाइम (Lysozyme) ह्या प्रथिनांचा शोध लागला होता. त्यासारखेच हे काहीतरी आहे असे फ्लेमिंगसारख्या शास्त्रज्ञाच्या डोक्यात आले नसणार का?

पुढे त्या बुरशीचा अभ्यास करून ती Penicillium notatum असल्याचे समजले. नंतर तिचे नाव Penicillium chrysogenum असे ठरले. फ्लेमिंग ह्यांनी आपला हा शोध British Journal of Experimental Pathology, June १९२९ मध्ये प्रसिद्ध केला होता. पण त्यात जिवाणूंना मारणाऱ्या प्रतिजैविकांबद्दल आणि त्याच्या वैद्यकशास्त्रातील उपयोगाबद्दल त्यांनी फारच ओझरता उल्लेख केला होता.

हॉवर्ड फ्लोरी (Howard Florey) आणि अर्नस्ट चेन (Ernst Chain) ह्या दोघांच्या अथक प्रयत्नांतून औषध म्हणून बहुउपयोगी पेनिसिलिन आपल्याला मिळाले आहे. १९२८ मध्ये प्रयोगशाळेतील फ्लेमिंगच्या शोधातून १९४०-४२ च्या सुमारास हे प्रतिजैविक ऑक्सफर्ड येथे विकसित झाले. त्यावेळी जागतिक युद्धात (World War II) जखमी सैनिकांना वाचवण्याच्या कामी पेनिसिलिन ह्या प्रतिजैविकांचा मोठा उपयोग झाला. १९४५ मध्ये फ्लेमिंग, हॉवर्ड फ्लोरी आणि अर्नस्ट चेन ह्या तिघांना नोबेल पारितोषिक देण्यात आले. प्रथमच प्रतिजैविक हे प्रभावी औषध मिळाल्याने मग शास्त्रज्ञ आणखी काही प्रतिजैविके मिळतात का ह्यामागे लागले.

१९४० ते १९६५ मध्ये अनेक प्रतिजैविकांचा शोध लागला. आकृती २ मध्ये ह्या दरम्यान शोधण्यात आलेली प्रतिजैविके दाखवली आहेत. ह्या निरनिराळ्या प्रतिजैविकांचा विविध निरनिराळे जिवाणूजन्य आजार बरे करण्यासाठी फार मोठा उपयोग झाला.

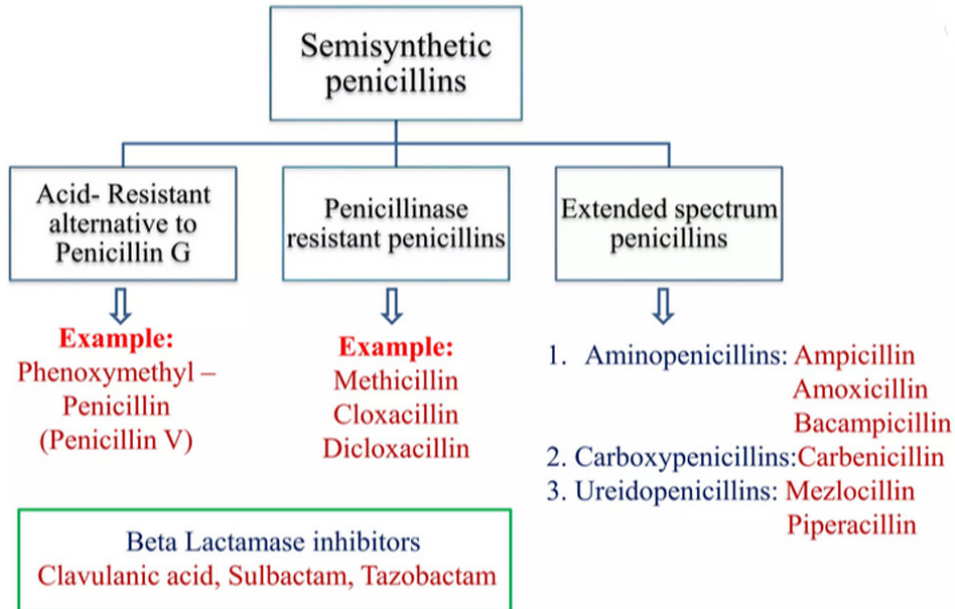
पेनिसिलिनच्या विकासासंबंधी आणखी काही

१९२८ च्या दरम्यान बुरशी मोठ्या प्रमाणावर वाढवून त्यापासून पेनिसिलिन शुद्ध स्वरूपात मिळवण्याची सोय नव्हती. मोठ्या प्रमाणावर पेनिसिलिन निर्मिती, पेनिसिलिनचे शुद्धीकरण, पेनिसिलिनचा रोगजंतूवर परिणाम पाहणे, पेनिसिलिनचा इतर काही वाईट परिणाम होतो का हे तपासणे अशा अनेक गोष्टी केल्याशिवाय त्याचा औषध म्हणून रुग्णांवर वापर करता येत नाही, हे लक्षात घ्यावे. म्हणूनच १९२८ साली प्रयोगशाळेतील शोधानंतर प्रत्यक्ष वापरात येणारे पेनिसिलिन तयार करण्यास १९४० साल उजाडले.

ह्या कामात अनेक संशोधकांची मोलाची कामगिरी आहे. सर विल्यम स्कूल ऑफ पॅथॉलॉजी ह्या संस्थेत हॉवर्ड फ्लोरी ह्यांच्या नेतृत्वाखाली अर्नस्ट चेन यांच्याबरोबरच मेरी फ्लोरी (Mary Ethel Florey), नॉर्मन हिटले (Norman Heatley), मार्गरेट जेनिंग्स (Margaret Jennings) ह्यांनी खूप संशोधन केले, हे लक्षात घ्यायला हवे.

डॉर्थी हॉजकिन (Dorothy Hodgkin) ह्या महिला शास्त्रज्ञाने पेनिसिलिन ह्या प्रतिजैविकांची रेणू-रचना

Classification



आकृती २

(Molecular structure) ठरवली आणि त्यांना १९६४ साली नोबेल पारितोषिक मिळाले. ह्या रचनेमुळेच पेनिसिलिन हे बीटा लॅक्टम प्रतिजैविक असल्याचे समजले. ह्या शोधाचे महत्त्व असे, की बुरशीने बनवलेल्या प्रतिजैविकाच्या रचनेमध्ये निरनिराळे बदल घडवून नवीन पेनिसिलिनने बनवण्याचे तंत्र उपलब्ध झाले. हीच ती सेमीसिन्थेटिक पेनिसिलिनस. ही बुरशी वाढवून नैसर्गिक पेनिसिलिन शुद्ध स्वरूपात मिळवायचे हा पहिला टप्पा आणि मग त्याच्या रचनेत थोडे बदल करून नवीन पेनिसिलिन बनवायचे. पहिला टप्पा नैसर्गिक आणि दुसरा टप्पा कृत्रिम रासायनिक. म्हणून शब्द आला semisynthetic Penicillin. आकृती २ मध्ये निरनिराळ्या गुणधर्मांची सेमीसिन्थेटिक पेनिसिलिन दाखवली आहेत.

पेनिसिलिनची उंदीर-परीक्षा

१९४० साली पेनिसिलिनची पहिली परीक्षा प्रयोगशाळेतिल उंदरांवर झाली. 'मे २५, १९४०' ह्या नावाने त्याचा उल्लेख केला जातो. हॉवर्ड फ्लोरी ह्यांच्या मार्गदर्शनाखाली हॅटले (Heatley), चैन आणि इतर ह्यांनी केलेली चाचणी अशी होती : त्यांनी ८ उंदरांना अतिशय घातक (Most virulent) असे स्ट्रेप्टोकोकाय (streptococci) हे रोगजिवाणू टोचले. त्यातील ४ उंदरांना त्यांच्या शोपटीतील नीलेमध्ये (intravenous) पेनिसिलिन निरनिराळ्या प्रमाणात टोचले. पेनिसिलिन न टोचलेले चार उंदीर स्ट्रेप्टोकोकाय जंतुसर्गांमुळे २४-४८ तासात मेले; पण पेनिसिलिन टोचलेले उंदीर महिनाभर जगले. पेनिसिलिनचा औषधी उपयोग प्रयोग सिद्ध झाला.

पेनिसिलिनचा माणासावर प्रयोग

प्रथम एका कॅन्सरग्रस्त महिलेला पेनिसिलिन टोचले पण काही उपयोग झाला नाही. फेब्रुवारी १९४१ मध्ये अल्बर्ट अलेक्झांडर नावाचा पोलीस अधिकारी युद्धामध्ये चौकीवर पडलेल्या बॉम्बमुळे जखमी झाला होता. जखमेत जंतुसर्ग झाल्याने त्याची परिस्थिती अवघड झाली होती. १२ फेब्रुवारी १९४१ रोजी ह्या पोलीस अधिकाऱ्याला ऑक्सिफर्डमध्येच तयार केलेले पेनिसिलिन टोचले आणि त्याचा ताप उतरला आणि तो बरा होऊ लागला. त्याला अधिक पेनिसिलिन देणे गरजेचे होते पण पेनिसिलिनची निर्मिती, शुद्धीकरण सर्वच प्रायोगिक अशा छोट्या प्रमाणावर होते. त्यामुळे पुरेसे पेनिसिलिन त्याला देता आले नाही. एका शास्त्रज्ञाने ह्या पोलीस अधिकाऱ्याच्या लघवीतून पेनिसिलिन शरीराबाहेर जाते आहे हे शोधून त्याच्या लघवीतून पेनिसिलिन शुद्ध करून ते त्या पोलिसांस दिले, पण तेही अपुरे पडले आणि मार्च महिन्यात पोलीस मृत

पावला. मरता मरता पेनिसिलिनने जंतुसर्ग रोकता येईल हे सिद्ध झाले, हे मात्र खरे.

पेनिसिलिनची मोठ्या प्रमाणावर निर्मिती

पेनिसिलियम क्रायसोजीनम (Penicillium chrysogenum) बुरशी मोठ्या प्रमाणावर वाढवण्याचे तंत्र विकसित करणे क्रमप्राप्त होते. तेव्हा १९४०च्या सुमारास रुग्णासाठी वापरात येणारे मलमूत्र पात्र (त्याच्या पसरट आकारामुळे- bedpan) ह्या बुरशीच्या संवर्धनासाठी वापरता येईल असे निरीक्षण नोंदवले गेले. पण जागतिक युद्धामुळे ही पात्रे पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध नव्हती. ऑक्सिफर्ड विद्यापीठातील डॉ. नॉर्मन हिटले (Dr. Norman Heatley) ह्यांनी मलमूत्र पात्राच्या आकाराप्रमाणे (आकृती ४) सिरॅमिकची असंख्य पात्रे बनवून घेतली.



आकृती ४

आकृती ५ मध्ये अशी अनेक पात्रे दाखवली आहेत. त्याचवेळी ह्या पात्रामध्ये बुरशी वाढवण्याच्या कामासाठी सहा महिला नेमण्यात आल्या. त्यांचा नेहमी Penicillin ladies म्हणून उल्लेख होतो. १९४० च्या सुमारास पेनिसिलिनचे उत्पादन होते ३-४ युनिट प्रति मिलीलिटर म्हणजे ३००० ते ४००० युनिट प्रति लिटर..



आकृती ५



आकृती ६

आज ही बुरशी स्टेनलेस स्टीलच्या फर्मेंटरमध्ये (fermenter) वाढवली जाते (आकृती ६). ह्याचे आकारमान हजारो लीटर (१००० L ; १००० ml = १ L ; चहाच्या कपात १००-२०० ml चहा मावतो) असू शकते. साधारणपणे ५ ग्रॅम ते ५० ग्रॅम प्रती लिटर एवढे पेनिसिलिनचे उत्पादन होऊ शकते. ५ ग्रॅम = १०७ युनिट. म्हणजे आता आपण १००,०००,०० ते १००,०००,००० युनिट प्रतिलिटर एवढे पेनिसिलिन तयार करू शकतो.

- डॉ. राजेंद्र देवपूरकर

writetodeopurkar@gmail.com

॥ग्रंथाली॥

‘लोकसत्ता’मध्ये २१ वर्षे प्रसिद्ध होणाऱ्या ‘कुतूहल’ सदरातील लेखांचे संकलन. या सदरातील माहिती ग्रामीण भागातील शाळात प्रार्थना झाल्यावर सार्वजनिकरित्या वाचून दाखवली जाते. एक महत्त्वपूर्ण शास्त्रीय दृष्टिकोन रुजवणारा संग्रह.

नवलाई

संपादक : बाळ फोंडके, अ.पां. देशपांडे

मूल्य ५०० रु. सवलतीत ३०० रु.



जगात पुन्हा....

चांद्रभूमीचे दर्शन घेऊन
परतले चांद्रवीर ते चार
जगात पुन्हा विज्ञानाचा
होईल जयजयकार

दहा दिवसांची होती मोहीम
यश लाभले त्यांसी
मानवतेचे गीत अंतरी
पुन्हा जागवू मानसी

होते वीर तीन आणि
वीरांगना ती एक
लिंगभेद विज्ञानादारी
मिटतो आपोआप

कधी पाहिली पृथ्वीकोर
कधी चंद्रझुला अवकाशी
विज्ञानाची किमया सारी
आली पुन्हा प्रकाशी

गोजिरवाणी धरतीमाता
तिचा चंद्रसखा पाहिला
दुसरी बाजू त्याची पाहून
विक्रम नवा नोंदला

अज्ञाताची सफर आगळी
परी ध्येय अंतरी धरिती
वळसा घालून चंद्रभूमीला
पुन्हा मागुती येती

काळजाचा चुकवी ठोका
अशी थरारक होती
विज्ञानाच्या अचूकतेची
हीच पावती होती

वरि नभातून पाहता धरणी
युद्ध कुठे न दिसले
निळीशार नवलाई होती
कुठे न काही खुपले

भेदाच्या भिंती उभ्या आमच्या
पाडून टाकू चला
विज्ञानाचा मार्ग धरू या
उपाय हाचि भला

- बाबासाहेब सुतार

babasutar6@gmail.com



भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य

डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी

मनुष्य आणि त्याचं मन हा अनादी काळापासून न उलगडलेला विषय आहे. ऋषीमुनींपासून आधुनिक संशोधकांपर्यंत अनेकांनी त्याचा अभ्यास केला. श्रीभगवद्गीता, दासबोधासारखी महाकाव्यं, पतंजलींची सूत्रं या मनाच्या व्यवहारांच्याच अनुषंगानं रचली गेली. परंतु तरीही याचं पूर्णत्वानं आकलन झालं आहे, असा दावा करणं अशक्य आहे.

एखाद्या प्रसंगात वागताना, प्रत्युत्तर देताना व्यक्तिनुरूप वेगळेपण का दिसते? याची थोडी चर्चा आपण मागच्या लेखात केली. त्यामागच्या बाह्यगोष्टींचा विचार केला, पण मनाच्या आत काय घडामोडी घडतात बरं? आपल्या मेंदूतल्या मानसिक घडामोडींचा विचार केला तर मेंदूची दोन भागांत विभागणी करावी लागते... भावनिक मेंदू आणि वैचारिक मेंदू! या दोन्हीमध्ये समन्वय जेवढा जास्त, तेवढी त्या व्यक्तीची भावनिक बुद्धिमत्ता जास्त; हे एक साधं, सरळ समीकरण!

एखाद्या/कोणत्याही प्रसंगात मनात काय होतं? तर विचारांचा जन्म होतो. त्या विचारानुरूप भावना निर्माण होतात. आणि या भावना मग कृती घडवून आणतात.

आपण सर्वांनी अनुभवलेली परिस्थिती आठवू या. Covid Pandemic! प्रसंग सगळ्यांसाठी एकच होता. पण प्रत्येकाचा त्यावरचा विचार वेगळा होता. 'ह्यो! हे सगळं झूठ आहे,' अशापासून ते 'हे भगवान! हे काहीतरी अतिभयंकर आहे. आता माझं आयुष्य जवळजवळ संपल्यातच जमा आहे! असे टोकाचे विचार एकाच प्रसंगात पाहायला मिळाले. काही जण मात्र काहीतरी वेगळं घडतंय. परिस्थिती अवघड आहे. पण धीराने आणि संयमानं तोंड देऊ या... असा विचार करणारे होते. यांच्या भावना पण तशाच प्रकारे निर्माण झाल्या. झूठ म्हणणाऱ्यांमध्ये बेदरकार, निष्काळजीपणा किंवा overconfidence आणि दुसऱ्या टोकाला अतीव भीती, चिंता, frustration, helplessness अशा नकारात्मक भावना आल्या. या

दोन्हीच्या मध्ये संयम, optimism, चौकसपणा यांची उपस्थिती आली. प्रत्येकाची कृती त्या त्या भावनांच्या अनुषंगानेच झाली हे सांगायलाच नको. परंतु परिणामांचा विचार करावाच लागेल. सगळ्या लाटेत तग धरून कोण राहिलं? तर नक्कीच ज्यांचे विचार संतुलित होते, तेच!

आपल्या दैनंदिन व्यवहारातदेखील आपण आपल्या मनात डोकावत राहिलो, तर ही गोष्ट आपण पडताळून पाहू शकतो. एखाद्या गोष्टीकडे, एखाद्या व्यक्तीकडे पाहण्याचा प्रत्येकाचा एक दृष्टिकोन असतो. आणि तो काही वेळा पूर्वीच्या अनुभवांवर आधारित, तर काही वेळा ऐकीव माहितीवर आधारित असतो. त्या माहितीची सत्यासत्यता आपण पडताळलेली असते का? आणि त्यामुळेच बहुतांश वेळा येणारे विचार हे पूर्वग्रहदूषित असतात. विचार संतुलित असतील तर भावना तशाच निर्माण होणार... कृती योग्य होणार... आणि... पश्चात्तापाची वेळ शक्यतो येणार नाही.

येणारे विचार पूर्वग्रहदूषित असतील, तर मात्र भावनिक व्यवस्थापनाची गरज नक्कीच लागेल. आणि व्यवस्थापनाचा एक भाग म्हणजे... मनाची पाटी कोरी करून प्रत्येक प्रसंगाला हाताळणे, अनुभवणे. राग, द्वेष, असूया, सूड अशा भावनांना दृष्टिकोनातून वगळून परिस्थितीजन्य विचारांची मनात निर्मिती करणे. थोडक्यात काय? You should not be Judgemental at all.

मनाची, विचारांची सजगता आली की मग भावनांच्या व्यवस्थापनासाठी वेगळं काही करण्याची गरजच कशाला राहिल बरं? पण प्रत्येकच वेळी विचार कसे बरं बदलता येतील, असा प्रश्न पडतोच आपल्याला. दुसरं उदाहरण पाहू या. ट्रॅफिक हा आपल्या जीवनाचा अविभाज्य भाग! आणि ट्रॅफिक जाम (Traffic Jamm) हा कधी ना कधी प्रत्येकाने अनुभवलेला प्रसंग! त्यात अडकल्यावर आपली प्रतिक्रिया काय असते? चिडचिड, राग, टेन्शन, संताप.... अगदी तिखट शब्दांची लाखोलीपण वाहिली जाते त्या अनोळखी व्यक्तीच्या नावाने..... पटतंय? असंच होतं ना अगदी?

विचार काय असतात यामागचे?... माणसं चुकीची वागतात, शिस्त नाही, आता पोहोचायला उशीर होतोय, थांबून वैयाग येतोय.... एक की अनेक!.... आणि त्रास कुणाला होतो? रक्तदाब कुणाचा वाढतो?... फक्त आणि फक्त आपला... हो ना?

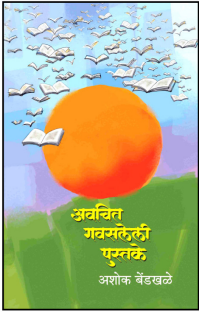
मग अशावेळी प्रतिक्षिप्तक्रिया म्हणून राग, संताप आला... ठीक आहे. लांब श्वास/Pause घेतला, या भावनांचा आवेग कमी झाला/केला... आणि मग आपल्या विचारांवर काम केलं, तर काय होईल? या परिस्थितीत माझ्या हातात कोणती गोष्ट आहे? मी चिडून बाहेरची परिस्थिती बदलणार आहे का?... नक्कीच नाही!... मग मला काय करता येईल?... स्वतःवर तरी नक्कीच काम करता येईल! शांत राहायचा प्रयत्न करता येईल!... आणि जसे जसे हे विचार बदलायला लागतील, तसं तुमचा राग, टेन्शन, संताप, भीती नाहीसं व्हायला लागेल. तुम्हाला आतून हलकं वाटायला लागेल. Optimism काम करायला लागेल, आणि मग बाकीचे मार्ग दिसायला लागतील. बरोबर ना?

सोपं आहे ना? फक्त आवश्यकता आहे ती मनाच्या सजगतेची आणि स्व-संवादाची!!!...

- डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी

manjushree1205@gmail.com

॥ ग्रंथाली ॥ ✨ ॥



या पुस्तकातील लेख म्हणजे पारंपरिक अर्थाने पुस्तक परीक्षण नाहीत. अशोक बेंडखळे यांच्या लेखांत पुस्तकांबद्दल पूरक माहिती असते. वाचताना लक्षात येते की अशोक बेंडखळे यांना पुस्तकां-इतकेच ग्रंथसंस्कृती, वाचन-संस्कृतीबद्दल प्रेम आहे. समाजात जसे विविध ग्रंथ सतत प्रकाशित होत राहिले पाहिजेत, त्याचप्रमाणे अशा पुस्तकांची दखल घेणारे, त्याकडे वाचकांचे लक्ष वेधून घेणारे, अशा पुस्तकांचा परिचय करून देणारे लेखनसुद्धा गरजेचे आहे. हे पुस्तक ही गरज भागवते.

अवचित गवसलेली पुस्तके

अशोक बेंडखळे

मूल्य ३०० रु. सवलतीत १८० रु.

इंधनटंचाई

इंधनटंचाई सुरू आणि येई चिंतेची लाट
इंधनाची बचत करू या हीच चालू या वाट
विज्ञानाची जोड देऊ, मात संकटावरी करू
संवर्धन हे ध्येय ठेवून, नवा प्रवास करू सुरू ॥१॥

निळीशार ज्योत सांगते ज्वलन उत्तम आहे खास
पिवळी ज्योत म्हणजे मात्र, इंधनाचा होई न्हास.
बर्नर ठेवा नेहमी स्वच्छ, छिद्रे मोकळी करा
पूर्ण ज्वलन होईल आणिक गॅस वाचेल खरा. ॥२॥

झाकण ठेवा भांड्यावरती, उष्णताही आडवा
वाफ बाहेर जाऊ न द्यावी, वेळही वाचे थोडा
विज्ञानाचा नियम साधा, ऊर्जा टिकवून धरा
कमी आचेवर अन्न शिजवून, गॅस बचतही करा ॥३॥

कूकरमध्ये दाब वाढला, शिट्टी नका वाजवू
वाफ बाहेर काढून उगा, नका इंधन फुका घालवू
शिट्टी होण्यापूर्वीच तुम्ही, आच करा ती मंद
तीस टक्के बचत होता वाटेल बहु आनंद ॥४॥

गॅस पेटवण्यापूर्वी तुम्ही, तयारी सारी पूर्ण करा
भाजी चिरा, मसाला वाटा, साहित्य गोळा करा
विनाकारण मग शेगडी, जळत नाही राहायची
थेंब वाचवू इंधनाचा, शिकवण ही मोलाची ॥५॥

गरजेपुरते पाणी टाका, उगी नसावा पूर
उकळावयाला त्या पाण्याला, गॅस लागे भरपूर
रुंद तळाचे भांडे वापरा, ज्योत नको बाहेर
बचतीचा हा मंत्र देऊ, घराघरातून थोर ॥६॥

सूर्यचूल ही वापरावी, ऊर्जेचा अखंड स्रोत
इंडक्शन अन् ओव्हनचाही, हाती घ्यावा हात
विजेचे हे पर्याय आता, ठरतील बहु सोयीचे
भय थोडेसे दूर होईल मग, इंधनटंचाईचे ॥७॥

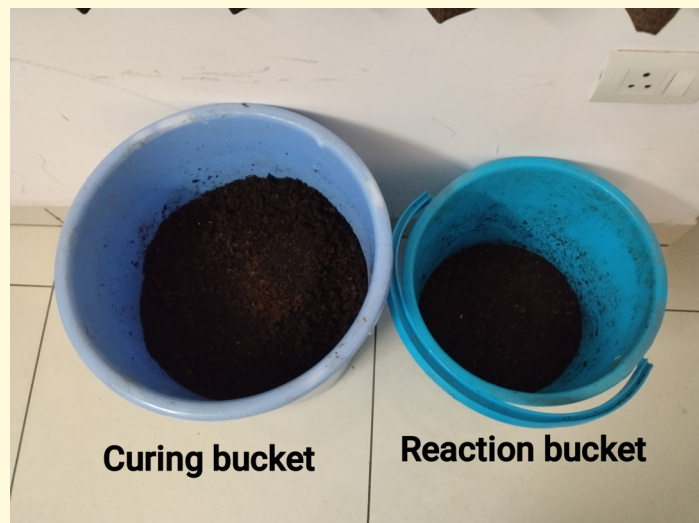
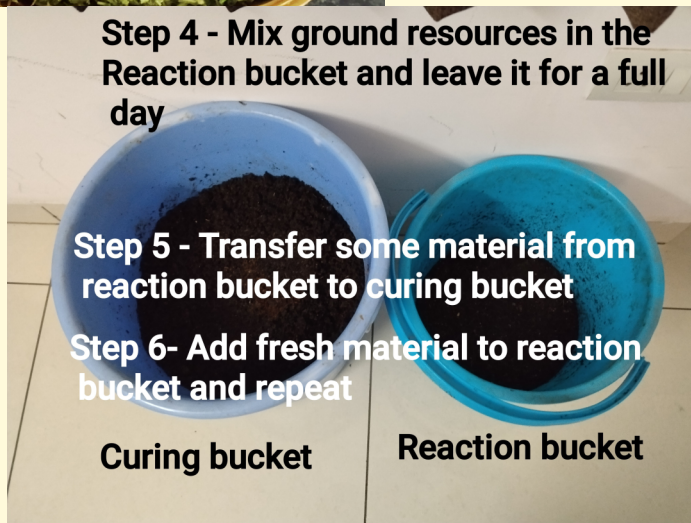
नैसर्गिक ही आहे संपत्ती, मर्यादित तिचा साठा
काटकसर ही गरज काळाची मंत्र असे हा मोठा
विज्ञान आणि जाणीव यांची, आज बांधूनि मोट
इंधन वाचवून, भविष्याची सुलभ चालू या वाट ॥८॥

- बाबासाहेब सुतार

babasutar6@gmail.com



Rapid composting technique





WASTE CATEGORIES

<p>Wet</p> <p>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.</p> <p>(Composting unit)</p>	<p>Recyclable Dry Waste Waste which does not decompose but can be recycled.</p> <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #f4cccc;"> <p>Paper & Cardboard</p> <p>News Paper, Paper, Paper-cups & plates, Cardboard box, TetraPak</p> </td> <td style="background-color: #f4cccc;"> <p>Plastic</p> <p>Plastic bottles, cups, bags, containers & Hard plastic</p> </td> <td style="background-color: #f4cccc;"> <p>Glass & Metal</p> <p>Glass, glass bottle, Aluminium foil, All kind of metal</p> </td> </tr> </table> <p>Non Recyclable Waste Waste which does not decompose & can't be recycled.</p> <p>Thermocol, Chips packet, Rubber items, Cloth, Rexine, Leather, Vinyl</p>	<p>Paper & Cardboard</p> <p>News Paper, Paper, Paper-cups & plates, Cardboard box, TetraPak</p>	<p>Plastic</p> <p>Plastic bottles, cups, bags, containers & Hard plastic</p>	<p>Glass & Metal</p> <p>Glass, glass bottle, Aluminium foil, All kind of metal</p>
<p>Paper & Cardboard</p> <p>News Paper, Paper, Paper-cups & plates, Cardboard box, TetraPak</p>	<p>Plastic</p> <p>Plastic bottles, cups, bags, containers & Hard plastic</p>	<p>Glass & Metal</p> <p>Glass, glass bottle, Aluminium foil, All kind of metal</p>		

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 management or to book your visit to Saligao Solid Waste Management Facility -
Shashank Dessai - 9923326872 Samir Natekar - 9922815596
Email: contact@zerowastegoa.com