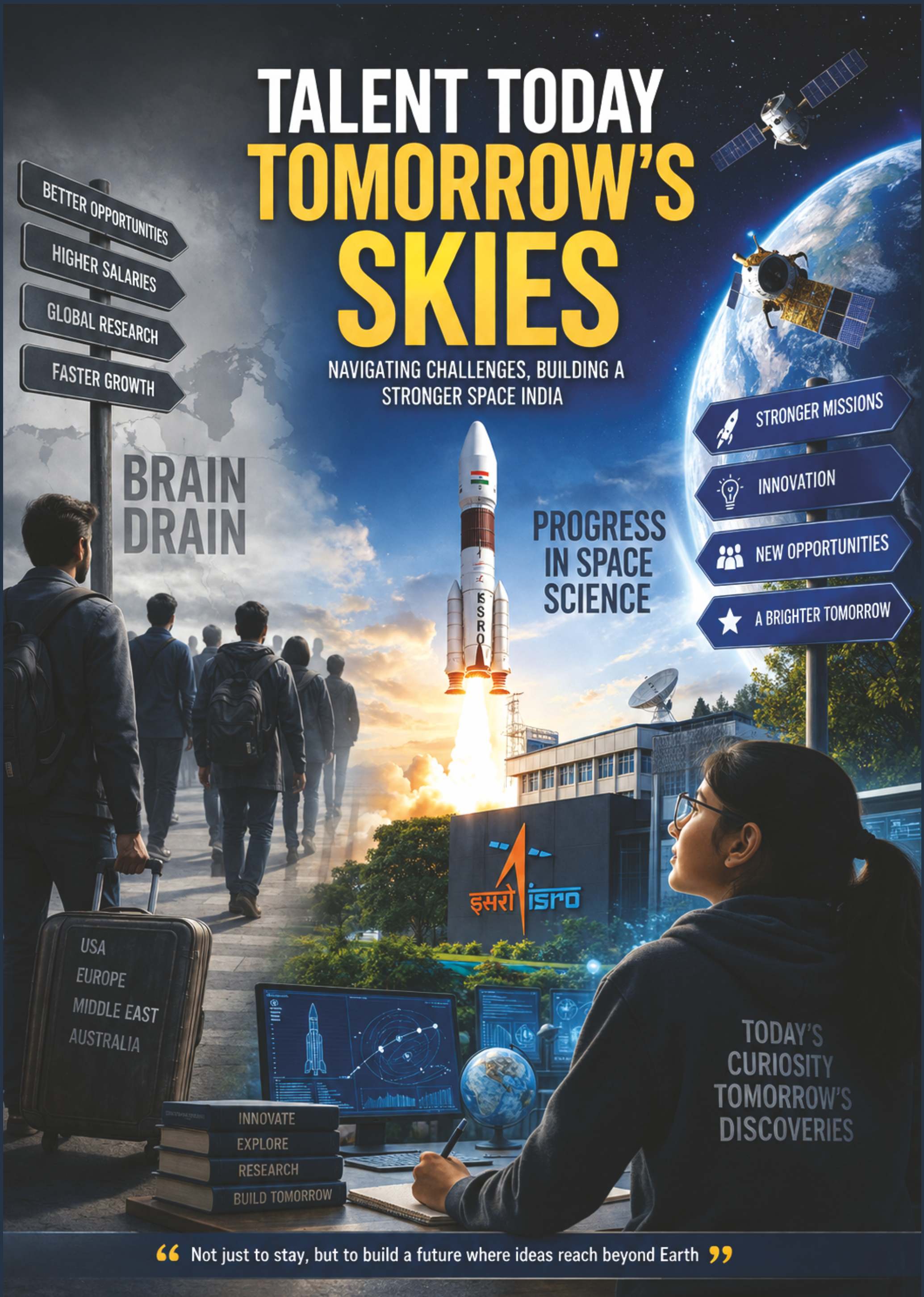
Goa State Sponsored Science Magazine by the Department of Science & Technology and Waste Management

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

ऑगस्ट २०२६ ✻ मूल्य ५० रुपये



Visit of engineers from various Municipal Councils in Goa to NISARGRUNA rapid composting plant

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका
ऑगस्ट २०२६, वर्ष चौथे
पुस्तिका तिसरी, 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

अनुक्रम

Editorial / ४

Sharad Kale / ६
The age of scientific mobility

Sanjay Jahagirdar / १०
The Geometry of Chaos: From Nature to Smart Phone

हेमंत लागवणकर / १५
आपला पासपोर्ट क्रमांक

अनुवाद : नरेंद्र गोळे / १८
अणुचाचणीच्या स्थलनिवडीची कहाणी

अनघा शिराळकर / २२
हवामानाच्या बदलासंबंधीचे आंतरराष्ट्रीय करार

आनंद घैसास / २६
रहस्यमय, यापूर्वी कधीही न पाहिलेले?

डॉ. रंजन गर्गे / ३०
CAR T cell थेरपी

डॉ. स्वाती बापट / ३४
डायबेटिस मेलाइटिसचे न उलगडलेले कोडे

वसुधा जोशी / ३७
खाद्यतेल आणि आरोग्य

आनंद घारे / ४०
धातुरूपण - २

डॉ. संगीता गोडबोले / ४५
जागतिक स्तनपान आठवडा

डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी / ५०
भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य...

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ५२
भुजारीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

राजेंद्र देवपूरकर / ५७
ज्ञानेंद्रियें तुमची, आमची आणि पेशींची! (भाग २)

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / ६०
समुद्रघोडा - Sea Horse

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

Editorial

Air, Water and Food : The Fundamental Rights We Continue to Compromise: Indeed, air pollution has emerged as one of the gravest environmental and public health challenges confronting India. Almost every major metropolitan city—and an increasing number of tier-two and tier-three towns—witnesses a steady deterioration in air quality year after year. The Air Quality Index (AQI), which measures the concentration of harmful pollutants in the atmosphere, frequently enters the "Poor," "Very Poor," or even "Severe" category in several cities, particularly during the winter months. What was once considered a seasonal phenomenon has now become an almost year-round concern in many urban centres.

The reasons are numerous and interconnected. The exponential growth in the number of private vehicles has resulted in a continuous rise in exhaust emissions despite improvements in engine technology and fuel quality. Rapid urbanisation and large-scale construction activities generate enormous quantities of dust, while expanding industries release pollutants into the atmosphere. Equally alarming is the ever-increasing volume of municipal solid waste that finds its way to dumping grounds. Despite the remarkable success of the Swachh Bharat Mission in promoting cleanliness and sanitation, the generation of urban waste has outpaced our capacity for scientific segregation, recycling and disposal. Consequently, landfill sites continue to expand, and spontaneous or deliberate burning of waste releases toxic smoke and fine particulate matter into the air. In northern India, the seasonal burning of agricultural stubble after harvest further compounds the problem by sending vast plumes of smoke across state boundaries, significantly worsening air quality over hundreds of kilometres. Acting simultaneously, these factors create a dangerous cocktail of pollutants that affects millions of people every day. Unless India adopts a comprehensive strategy combining sustainable urban planning, efficient public transport, scientific waste management, cleaner industrial technologies and viable alternatives to crop-residue burning, the dream of providing every citizen with clean and breathable air will remain elusive.

Water, the essence of life, faces an equally serious challenge. Rivers, lakes and groundwater are increasingly contaminated by untreated sewage, industrial effluents, agricultural chemicals and plastic waste. In many regions, excessive extraction has also led to the depletion of groundwater reserves and the intrusion of harmful contaminants such as arsenic and fluoride. Millions of people continue to rely on water that is unsafe for drinking, resulting in water-borne diseases and long-term health problems. Despite major national initiatives to improve sanitation, river conservation and drinking water supply, achieving universal access to clean and safe water remains a formidable task.

If the quality of air and water is deteriorating, the purity of food presents an equally disturbing picture. Almost every nation has enacted stringent laws to prevent food adulteration. In India, the Food Safety and Standards Authority of India (FSSAI) and other regulatory agencies are entrusted with ensuring that the food reaching consumers is safe, wholesome and free from harmful adulterants. Despite these legal safeguards, incidents of adulteration continue to surface with alarming regularity. Milk is diluted or contaminated with chemicals, spices are coloured with synthetic dyes, edible oils are mixed with inferior substitutes, fruits are artificially ripened and vegetables are often laden with excessive pesticide residues.

This raises a fundamental question : Why does food adulteration continue despite comprehensive laws, regulatory authorities and technological advances? The answer lies not merely in weak enforcement but also in human greed. The desire for quick profits often overrides ethics, public health and social responsibility. Unscrupulous practices flourish when the likelihood of detection and punishment is low and when consumers remain unaware of their rights.

There is, however, a ray of hope. In recent months, Maharashtra has witnessed a marked strengthening of the enforcement of food safety laws under the leadership of an efficient and proactive Commissioner

of the Food and Drug Administration. The department has intensified inspections across the state, carried out surprise raids on food manufacturers, dairy units, eateries and markets, seized adulterated and unsafe food products, suspended licences of violators and initiated stringent legal action against offenders. The campaign has sent a strong message that food adulteration will no longer be tolerated as a routine business practice. Recent actions against adulterated milk and other unsafe food products, along with stricter hygiene enforcement, have already begun to restore public confidence and encourage greater compliance among food businesses.

The Maharashtra experience demonstrates an important lesson : laws by themselves do not guarantee results. Their effectiveness depends on the sincerity, determination and consistency with which they are implemented.

The Way Forward

The challenges of polluted air, contaminated water and adulterated food are often discussed independently, but in reality they are closely interconnected. They arise from the same underlying causes—unchecked urbanisation, indiscriminate exploitation of natural resources, weak enforcement of laws, inadequate civic infrastructure and, above all, a gradual erosion of social and ethical responsibility. Therefore, the solutions too must be integrated rather than fragmented. The first requirement is the strict and impartial implementation of existing laws. India does not suffer from a shortage of legislation; it suffers from inconsistent enforcement. Violators, irrespective of their influence or economic status, must face swift and exemplary punishment. At the same time, regulatory agencies should be equipped with modern laboratories, digital surveillance systems and sufficient trained manpower to ensure that monitoring is continuous rather than occasional.

Equally important is the role of technology. Air quality monitoring stations should become more widespread and provide real-time information to citizens. Advanced wastewater treatment systems, scientific waste segregation, recycling and waste-to-energy projects should become an integral part of urban planning. Modern food testing techniques, portable testing kits and digital traceability from farm to consumer can significantly reduce the scope for adulteration and restore public confidence. However, no law or technology can succeed without active public participation. Every citizen has a responsibility to reduce pollution by using public transport whenever possible, avoiding the burning of waste, conserving water, reducing the use of single-use plastics and reporting cases of food adulteration. Schools and colleges should inculcate environmental ethics and consumer awareness from an early age so that responsible behaviour becomes a lifelong habit rather than an occasional campaign.

Industry, too, must recognise that sustainable practices are not obstacles to growth but essential investments in the nation's future. Businesses that voluntarily adopt cleaner technologies, minimise waste and uphold the highest standards of food safety deserve encouragement and public recognition. Ultimately, the purity of air, water and food should not be viewed merely as environmental or regulatory issues; they are fundamental indicators of a civilised society. A nation that safeguards these three essentials protects not only the health of its present generation but also the well-being of generations yet to come. Economic growth, technological advancement and national prosperity will acquire their true meaning only when every citizen can breathe clean air, drink safe water and consume pure, wholesome food without fear or uncertainty.

- Sharad Kale
sharadkale@gmail.com

The age of scientific mobility

Sharad Kale

Few scientific enterprises have captured the imagination of a nation as profoundly as India's space programme. What began in the 1960s as a modest effort with limited financial resources and rudimentary infrastructure has evolved into one of the world's most respected space programmes. From launching its first satellite, Aryabhata, in 1975 to placing a spacecraft in Martian orbit on its maiden attempt, from discovering water molecules on the Moon to achieving the historic soft landing of Chandrayaan-3 near the lunar south pole, India's journey has been nothing short of extraordinary. These accomplishments have not merely demonstrated technological excellence; they have instilled confidence that a developing nation can aspire to – and achieve – scientific leadership through innovation, perseverance and indigenous capability.

The achievements of the Indian Space Research Organisation (ISRO) extend far beyond spectacular planetary missions. Its launch vehicles have placed hundreds of Indian and foreign satellites into orbit, while space-based applications in communication, meteorology, navigation, disaster management and resource mapping have transformed everyday life. More importantly, ISRO has shown that complex engineering challenges can be overcome through scientific rigour, frugal innovation and a culture of meticulous planning. It is therefore no surprise that ISRO enjoys immense public respect and remains a dream destination for generations of young scientists and engineers.

Yet no scientific enterprise can remain static. As India's technological ambitions expand, so too must its scientific ecosystem. The recent reports of scientists leaving ISRO have naturally attracted public attention. While such developments may initially appear unsettling, they also present an opportunity to reflect on a much larger question: Is India witnessing a "brain drain," or is it entering a new era in which scientific talent circulates across government laboratories, universities, start-ups and private industries, collectively strengthening the nation's technological capabilities?

Recent media reports that more than a hundred scientists have resigned from the Indian Space Research Organisation (ISRO) over the past few months have understandably attracted widespread attention. For many Indians, ISRO is not merely a scientific institution; it is a national symbol of ingenuity, perseverance and technological excellence. From Aryabhata to Chandrayaan-3, from Mangalyaan to the forthcoming Gaganyaan mission, ISRO has repeatedly demonstrated that world-class achievements need not depend on extravagant budgets. News that scientists are leaving such an esteemed organisation therefore comes as a surprise and, to many, a cause for concern. Yet, before concluding that India is witnessing a damaging "brain drain," it is worth examining

the issue from a broader perspective. The phrase brain drain carries an unmistakably negative connotation. It suggests that a nation or an institution is losing its brightest minds and becoming weaker as a consequence. While that certainly can happen, talent mobility is not always undesirable. In fact, a healthy movement of skilled professionals between institutions is one of the hallmarks of a mature scientific ecosystem. Universities, research laboratories, industries and start-ups all benefit when knowledge and experience circulate rather than remain confined within organisational boundaries.

Every organisation, however distinguished, must periodically renew itself. If talented individuals never leave, administrators may become complacent, assuming that prestige alone is sufficient to attract and retain excellence. On the other hand, when capable people have the freedom to move elsewhere, institutional leaders are compelled to introspect. They must continuously improve the work environment, create stimulating research opportunities, modernise administrative practices, offer meaningful career progression and ensure that employees remain intellectually motivated. Competition for talent, uncomfortable though it may be, often becomes a catalyst for institutional improvement. For the general public, these reports may appear surprising because ISRO enjoys enormous respect and affection. Generations of students have dreamt of becoming space scientists, inspired by spectacular launches and historic planetary missions. Working at ISRO is widely regarded as the pinnacle of scientific achievement in India.

From a scientist's perspective, however, the development is less unexpected. Space science undoubtedly possesses an aura of glamour. Rocket launches, planetary exploration and satellite technology capture the imagination in ways that few other disciplines do. Yet behind every successful mission lie years of painstaking calculations, rigorous testing, repetitive validation and relentless attention to detail. Scientific research is intellectually demanding, often slow, and rarely accompanied by immediate recognition. Sustaining enthusiasm over an entire career requires more than prestige alone. Professional aspirations evolve, family circumstances change, and individuals naturally seek new challenges. The reasons why scientists decide to move on are complex, and reducing them merely to salary differences would be an oversimplification. Indeed, scientists who resign from ISRO have almost certainly identified opportunities that they perceive to be more rewarding – professionally, financially, intellectually or personally. Very few individuals voluntarily walk away from a stable, respected and secure career unless they genuinely believe that another path offers greater fulfilment. Their decisions should not automatically be interpreted as criticism of ISRO. Rather, they reflect the growing diversity of opportunities now available to India's scientific community. The more important question, therefore, is not that scientists are leaving ISRO, but where they are going.

If experienced scientists are joining India's emerging private space companies, contributing to universities, mentoring young researchers, establishing technology start-ups or working in other strategic sectors, the nation continues to benefit from their expertise. Knowledge remains within the country's scientific ecosystem and often reaches new domains where it can stimulate innovation. Such movement may actually strengthen national capability by spreading experience across multiple institutions. On the other hand, if a substantial

proportion of these scientists are migrating overseas because they find better opportunities abroad, then the situation deserves closer scrutiny. In that case, India would indeed be losing valuable scientific capital that has been nurtured through public investment over many years. The distinction between domestic talent circulation and international brain drain is therefore crucial. The former can enrich the ecosystem; the latter may weaken it. Policymakers should focus less on preventing movement and more on ensuring that the country's best minds continue to contribute to India's scientific and technological advancement, irrespective of the institution in which they work.

The rapid emergence of India's private space sector provides an important context for these developments. For decades, space research remained almost entirely the responsibility of ISRO. That model served the nation exceptionally well during the formative years of the programme. However, as India's ambitions have expanded – from planetary exploration and human spaceflight to commercial launches, satellite constellations and space-based services – it has become increasingly evident that government agencies alone cannot shoulder the entire responsibility.

The opening of the space sector to private participation marks a significant milestone in India's technological evolution. The successful launch of Vikram-S by Skyroot Aerospace demonstrated that Indian private enterprise possesses the capability to contribute meaningfully to national space ambitions. Since then, several companies have entered diverse areas such as launch vehicles, satellite manufacturing, propulsion systems, earth observation and space analytics. Rather than competing with ISRO, these enterprises are likely to complement it by creating new technologies, generating employment and attracting fresh investment into research and development. This transformation also offers exciting opportunities for young scientists and engineers. Until recently, ambitious graduates interested in space technology had very few career options within India outside ISRO. Today, they can choose between government laboratories, private companies, start-ups, universities and interdisciplinary research institutions. Such diversity is characteristic of scientifically advanced nations and is likely to make careers in science more attractive to future generations.

A useful comparison may be drawn with India's atomic energy sector. For historical and strategic reasons, nuclear technology remained almost entirely under government control for decades. Private participation was introduced only gradually and under carefully regulated conditions. Whether earlier liberalisation would have accelerated technological progress is a matter on which informed opinions differ. Security considerations were undoubtedly important, yet many observers believe that greater industrial participation at an earlier stage might have stimulated innovation, manufacturing capability and technological diffusion. The space sector now appears to be following a different trajectory by embracing collaboration between public institutions and private enterprise much earlier in its evolution. Whether this proves to be the optimal approach will be judged by history, but the early signs are encouraging. The experience of the United States offers another instructive lesson. Scientists and engineers routinely move between NASA, private companies such as SpaceX and Blue Origin, universities and research laboratories. This mobility has not weakened the American space programme; if anything, it has strengthened it by

fostering collaboration, accelerating innovation and creating a dynamic ecosystem where ideas circulate freely. India's space programme may now be entering a similar phase of maturity.

This does not mean that ISRO should remain indifferent to resignations. On the contrary, every departure deserves thoughtful analysis. If bureaucratic procedures, limited career advancement, administrative rigidity or inadequate incentives are discouraging talented scientists, those issues require urgent attention. Scientific institutions thrive not merely because of infrastructure but because they nurture curiosity, creativity and professional fulfilment. Human resource policies must evolve alongside technological ambitions. Ultimately, the success of India's space programme should not be measured by whether every talented scientist spends an entire career within ISRO. A more meaningful measure would be whether India's scientific ecosystem as a whole continues to attract, retain and productively employ its brightest minds. If scientists move from ISRO to Indian start-ups, universities, research institutions or strategic industries, the country gains collectively. If that mobility leads to greater innovation, stronger industry and richer collaboration, it should be welcomed rather than feared.

ISRO remains the cornerstone of India's space programme and will continue to play that role for decades to come. Yet the future of Indian space science will increasingly be shaped by an ecosystem rather than by a single institution. The percent resignations should therefore be viewed not simply as a challenge for ISRO but as a reminder that India's scientific landscape is changing. The task before policymakers is not to prevent talent from moving, but to ensure that wherever it moves, it continues to advance the nation's scientific aspirations. In the final analysis, the true strength .of a nation lies not in retaining every scientist within one organisation, but in creating an environment where talent flourishes, innovation thrives and scientific excellence becomes a shared national enterprise.

The coming two or three decades promise to be the most exciting period in the history of India's space programme. Human spaceflight through the Gaganyaan mission, an Indian space station, advanced lunar exploration, missions to Venus and Mars, reusable launch vehicles, satellite constellations, space-based manufacturing and perhaps even participation in deep-space exploration are no longer distant dreams but clearly articulated national objectives. Alongside these ambitions, India's growing private space sector is expected to play an increasingly important role, complementing ISRO through innovation, entrepreneurship and commercial capability.

Perhaps the greatest transformation, however, will not be measured in the number of rockets launched or satellites deployed, but in the aspirations of India's youth. A vibrant ecosystem comprising ISRO, private space companies, universities and research institutions can inspire thousands of young minds to pursue careers in science, engineering and innovation. In such an ecosystem, success will not depend on whether every talented scientist spends an entire career in one organisation, but on whether India continues to nurture, retain and productively engage its brightest minds. If that vision is realised, the movement of scientists between institutions will no longer be viewed as a loss, but as evidence of a confident nation whose scientific enterprise has matured into a dynamic and interconnected ecosystem.

- Sharad Kale
sharadkale@gmail.com

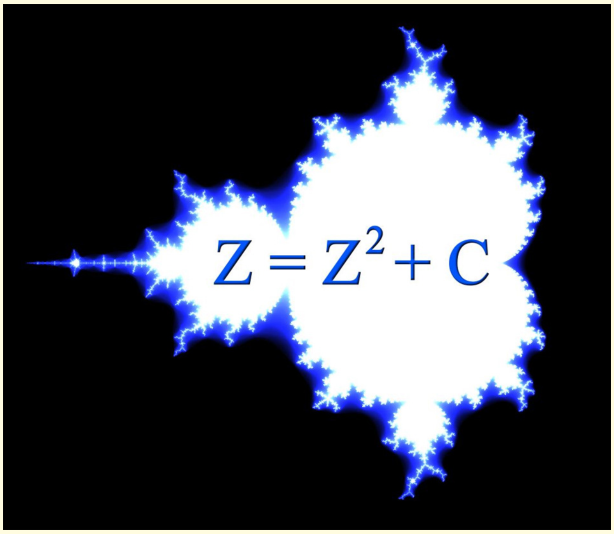
The Geometry of Chaos From Nature to Smart Phone

Sanjay Jahagirdar
SEAC Member, DoEF&CC, Govt. of Goa

Non-integer dimensions

During the 1980s and 1990s, colourful images of the Mandelbrot set (Fractal) became an icon of personal computing and fascinated millions of people. Although they no longer appear as frequently on computer screens, the mathematics behind them continues to shape our understanding of nature, technology and even financial markets.

So, what are fractals? Many fractals are characterized by a non-integer (fractal) dimension, which quantifies how completely they fill space. Mathematically speaking, "*Fractals are geometric objects outside the realm of Euclidean geometry that are characterized typically by Non-integer dimensions*." Woops! Cognitive load? Very heavy to grasp!! Do not worry children, let us deconstruct the core concept. You are already familiar with lines that are parallel, never intersect, and the interior angles of any triangle always add up to exactly 180°. They are postulates of Euclidean geometry. The entire framework of Euclidean geometry is built on five fundamental assumptions outlined by the ancient Greek mathematician Euclid in his seminal work, Elements. Apart from one mentioned earlier, the following ones are postulates:



Mandelbrot set: Z is a complex number (Courtesy Google images)

1) Straight Line Segment: A straight line can be drawn connecting any two points. The shortest distance between two points is always a straight line.

2) Infinite Extension: Any straight-line segment can be extended indefinitely in a straight line. *(Question: Can an infinitely long line, be straight?)*

3) Circle Construction: A circle can be drawn with any centre and any radius.

4) Congruence of Right Angles: All right angles are congruent (equal to 90°) Further Euclidean defined basic shapes, such as

i) Point: A location in space with zero dimensions (no length, width, or height).

ii) Line: A one-dimensional object made of infinite points, extending infinitely in both directions.

iii) Plane: A perfectly flat, two-dimensional surface that extends infinitely in all directions.

Thus, cutting long story short, Euclidean

geometry is the foundational study of two- and three-dimensional shapes based on a set of logical axioms and Euclid's five postulates.

Now let us break down: non-integer dimensions. What is a Dimension? A point has 0 dimension, a line has 1, a square has 2 and a cube has three dimensions respectively. Euclidean geometry deals with integer dimensional geometrical entity. How at all dimension can be a non-integer? Or how we can conceptualize theoretical idea?

Consider a regular geometrical cube of length l.

Its volume will be l^3 (l cube). If we double the sides in each spatial direction, the new volume will be 8 times l^3. Let us consider an object of dimensions D. If its sides are increased 'n^D' times then new volume will be times the original volume. Let us formulate the equation for the multiplication factor. We want to compute the numerical value of dimension D, but it is holding position of power to n. How to dethrone D? Simple technique - take logarithm of the equation.

$$D = \frac{\text{In } K}{\text{In } n}$$

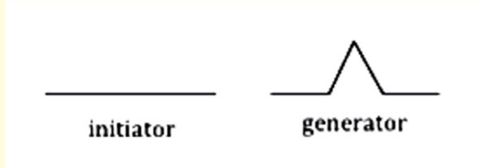
Definitely D has non-integer value!! (Yet, there are caveats. For example, the Mandelbrot set features a boundary with a dimension of exactly 2; nevertheless, it stands as the ultimate fractal thanks to its infinite complexity and self-similarity.)

To see this equation

$$D = \frac{\text{In } K}{\text{In } n}$$

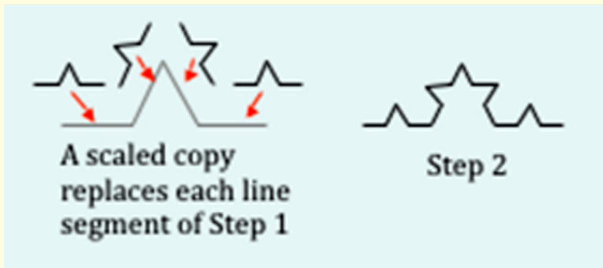
in action, let us build a classic fractal: the **Koch curve**.

Imagine a simple, straight-line segment. Now, let us apply a simple rule: divide the line into three equal parts, erase the middle section, and replace it with an equilateral triangle's two sides as shown in the figure.



Step 1:

An **initiator** is a starting shape, which is a line in this example and a **generator** is an arranged collection of scaled copies of the initiator. This tells us to, at each step, replace each line segment with the spiked shape shown in the generator. Notice that the generator itself is made up of 4 copies of the initiator. For step 2, each of the four line segments of step 1 is replaced with a scaled copy of the generator:



Step 2:

Dear children, how many copies of generator will be in third and fourth step. As well enjoy drawing the same and find out the final shape it resembles to?

Let's run our scaling equation on it:

* We divided the original side into n = 3 equal parts.

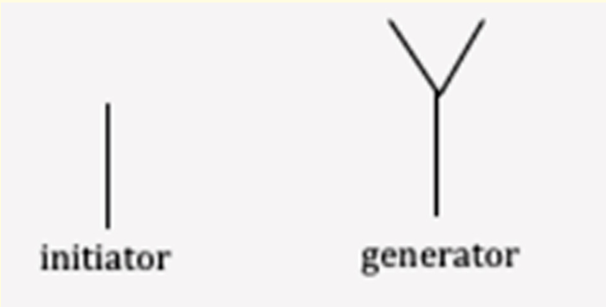
* But instead of 3 segments, our rule generated K = 4 new segments.

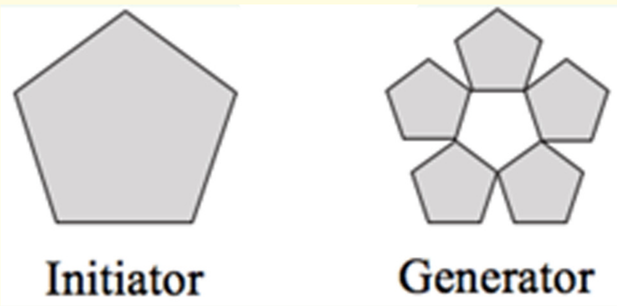
Let's plug these into our formula:

Look at that number! The dimension of the Koch curve is approximately **1.26**. It is greater than a 1D line, but it hasn't quite filled up the 2D plane. It lives comfortably in the cracks between dimensions 1D & 2D. Because its boundary is infinitely crinkled, it has a mind-bending property: **it has an infinite perimeter, yet it encloses a finite, limited area!** You could theoretically hold an infinitely long boundary

inside the palm of your hand!! (**Coastlines:** The actual coastline of Britain has a fractal dimension around 1.21. Because of the intricate inlets, peninsulas, and bays, its measured length increases significantly depending on the ruler size.

Dear readers, if you google, will get lot of examples like Koch curve. A couple of interesting ones that I would suggest a vertical line as an initiator and branching at the top as a generator. Iterate on the branches only and the result would surely astonish you.





Nature's Frugal Design: Form Follows Fractal

Why should we care about non-integer dimensions? Euclidean geometry loves smooth spheres and straight lines, but nature is jagged, chaotic, and incredibly efficient. Nature uses fractals as a form of **frugal engineering**—maximizing surface area while minimizing volume.

1. The Human Lungs

If your lungs were simple Euclidean spheres, they wouldn't have enough surface area to absorb the oxygen your body requires. Instead, the bronchial tubes branch out like a fractal tree, dividing again and again across roughly 23 generations of branching. This packs a surface area roughly the size of a tennis court into the small cavity of your chest. It is a 1D line branching so intensely that it begins to behave like a 3D volume.

2. River Networks and Lightning

Watch a river basin from a satellite, or look at a fork of lightning arcing across the sky. Both follow identical fractal branching patterns. Why? Because they are both seeking the path of least resistance to dissipate energy—whether that energy is flowing water or raw electricity.

3. **The Coastline Paradox:**

Mathematically, a coastline's length is scale-dependent. As your measuring tool becomes more precise, smaller features are included, which inherently increases the total measured length. The actual coastline of Britain has a fractal dimension around 1.21. Because of the intricate inlets, peninsulas, and bays, its measured length increases significantly depending on the ruler size. Similar exercise was carried out by National Hydrographic Office (NHO) in coordination with Survey of India and the length of India's coastline of 7516.6 km has been re-assessed to 11098.81 km. In Goa, there is need to rewrite Geography text books. Goa has the shortest coastline among states and now having 193.95 km of coastline**.**

4. The Romanesco Broccoli

Next time you visit the vegetable market, look for a head of Romanesco broccoli. It is a living masterclass in self-similarity. Each individual bud is a miniature replica of the entire broccoli head. Zoom in with your eyes, and the pattern repeats perfectly.

Fractals in the Market: The Geometry of Chaos

It isn't just physical matter that follows these rules; human behavior does too. In the 1960s, Benoit Mandelbrot (the father of fractals) decided to analyze cotton price fluctuations over a century.

Traditional economics assumed that price changes were random and followed a smooth, predictable bell curve. Mandelbrot found something shocking: if you looked at price charts spanning a day, a month, or a decade, **the statistical patterns of the charts looked identical.**

The market was self-similar. Big financial crashes weren't isolated anomalies; they were part of a larger, jagged fractal structure of economic risk. Today, fractal geometry is used in quantitative finance to model market volatility, proving that the math behind a snowflake can help predict the behaviour of Wall Street. (The present crash in Indian stock market may be an exception, millions of investor knows the reason behind it!!)

Is the magic of fractals really waning?

I mentioned that the magic of fractals appears to wane, with the rise of modern video game consoles. But ironically, those games couldn't exist without them!

Early video games struggled to render realistic landscapes because storing every mountain peak and valley took up too much memory. The solution? **Fractal landscapes.** By telling a computer to repeat a simple, randomizing geometric rule over and over, developers can generate entire, realistic 3D mountain ranges, coastlines, and forests using just a few lines of code.

Fractals never truly went away. They are the hidden framework of our biology, the architecture of our wilderness, and the rhythm of our markets. We live in a rugged, beautiful, fractional-dimensional universe.

The Star Trek Breakthrough: Painting Worlds with Math

Remember those 1980s desktop computers? Watching a Mandelbrot set render pixel by pixel was a hypnotic, slow-motion exercise in patience. But while household users were fascinated by the repeating psychedelic patterns, Hollywood special effects artists saw something else entirely: **infinite power.**

In 1982, the creators of *Star Trek II: The Wrath of Khan* faced a massive hurdle. They needed to show a completely dead, rocky planet being transformed into a lush, living world—the famous "Genesis Effect" sequence. Traditional hand-drawn animation couldn't capture the rugged realism of mountain ranges, and computers back then didn't have the memory to store millions of individual rocks and peaks.

Enter **Loren Carpenter**, a computer scientist who had just read Mandelbrot's groundbreaking book *The Fractal Geometry of Nature*. Carpenter realized he could use our scaling equation to create reality.

He took a simple Euclidean triangle, broke it into smaller triangles, and used a fractal algorithm to randomly push the new vertices up or down. By repeating this process across multiple generations, the flat triangles morphed into breathtakingly realistic, rugged mountain peaks.

That single sequence changed cinema forever. Today, when you marvel at the hyper-realistic alien landscapes in *Avatar* or the sweeping horizons in open-world video games, you aren't looking at digital paintings. You are looking at the Koch Snowflake's high-tech descendants—millions of fractal calculations happening in the blink of an eye.

The Secret in Our Smartphone

Our smartphones don't have a long, clumsy whip antenna sticking out of it like cell phones did in the 1990s. Yet, it manages to pick up Bluetooth, Wi-Fi, and multiple cellular bands simultaneously. How? Hidden inside the phone is a tiny, metallic fractal antenna (often shaped like a Menger Sponge or a Sierpiñski Gasket). Because the fractal shape packs an enormous, varied perimeter into a microscopic area, it can

resonate with many different radio wavelengths at the exact same time. It is a masterpiece of compact, indigenous innovation.

Sacred Geometry: The Fractal Temples of Ancient India

Long before Benoit Mandelbrot coined the term "fractal" in 1975, master builders and sthapatis (architects) across the Indian subcontinent were already using non-integer dimensions to express the nature of the cosmos.

The magnificent **Kandariya Mahadeva Temple** at Khajuraho or the towering temples of Bhubaneswar— are perfect examples of three-dimensional fractal carved out of stone.

Plaintext

▲ <— Principal Shikhara (The Whole)

▲▲▲ <— Urushringas (Miniature Shikharas)

▲▲▲▲▲ <— Repeating self-similar tiers

In Euclidean architecture, like a Greek temple, the structure is made of distinct, dissimilar parts: columns hold up a flat beam, which holds up a triangular pediment. But a Hindu temple follows a profoundly different geometric philosophy.

The main spire, or **Shikhara**, represents the *Cosmic Mountain* (Mount Meru). If you look closely at the central Shikhara, it is not a smooth cone. Instead, it is built out of scores of miniatures, identical replicas of itself, called *Urushringas*. Each small spire is a complete model of the main spire. Zoom in further, and those smaller spires are adorned with even tinier reliefs of the exact same shape!

This is literal, physical **self-similarity**—the core definition of a fractal.

Why Fractals? The Philosophy of the Infinite

This wasn't just a stylistic choice; it was a profound philosophical statement. In ancient Indian cosmology, the macrocosm (the universe) is mirrored perfectly within the microcosm (the individual). The universe is viewed as a self-repeating, holographic entity where the ultimate truth (Brahman not as a caste) is present in every minuscule part, just as it is in the whole.

By designing temples where the smallest architectural unit is a perfect, miniature replica of the grandest tower, the ancient architects achieved a spectacular feat: they trapped the concept of infinity within a finite, physical monument.

When a devotee walks toward the inner sanctum (**Garbhagriha**), they are literally walking through a mathematical iteration, moving from the infinitely complex, fractured outer universe into the singular, zero-dimensional point of absolute peace.

Concluding Thoughts:

We started our journey with Euclid's perfect, smooth shapes – the neat lines and flat triangles we all learned to draw in school. But as Mandelbrot famously observed: *"Clouds are not spheres, mountains are not cones, coastlines are not circles, and bark is not smooth, nor does lightning travel in a straight line."*

Fractals are the true language of the cosmos. They are the bridge between rigid mathematics and the beautiful, chaotic wildness of reality. They prove that complexity doesn't require complicated instructions. Sometimes, all it takes is a single, simple, beautiful rule—repeated infinitely.

References:

1) Charap John M : Explaining the Universe The new age of Physics Universities Press
2) Quissan V Lawande and Nirupam Maiti : Role of Nonlinear Dynamics and Chaos in applied sciences , Theorical Physics Division BARC
3) https://courses.lumenlearning.com/wmopen-mathforliberalarts/chapter/introduction-fractal-basics/

- Sanjay Jahagirdar

sanjayjahagirdar2012@gmail.com

आकडे बोलतात - १०

आपला पासपोर्ट क्रमांक

हेमंत लागवणकर

दैनंदिन व्यवहारात आपण अनेक विशिष्ट क्रमांक किंवा आकडे व अक्षरे यांचा समावेश असलेले संकेतांक सातत्याने वापरत असतो. आपला मोबाइल क्रमांक, आधार क्रमांक, पॅन म्हणजेच 'पर्मनंट अकाऊंट नंबर', क्रेडिट व डेबिट कार्ड क्रमांक, आपला वाहन क्रमांक, पत्ता देताना लिहिला जाणारा पिन कोड अशी अनेक उदाहरणे या संदर्भाने सांगता येतील. यातले काही क्रमांक आपल्याला अगदी तोंडपाठ असतात. उदाहरणार्थ, आपला मोबाइल क्रमांक, पॅन म्हणजेच 'पर्मनंट अकाऊंट नंबर', आपला वाहन क्रमांक, आपला पिन कोड आपण अगदी सराईतपणे सांगू शकतो. पण काही क्रमांक मात्र आपल्याला तोंडपाठ नसतात. उदाहरणच द्यायचे तर आपला पासपोर्ट क्रमांक! आपण वापरत असलेल्या अशा प्रकारच्या संकेतांकांमध्ये असलेल्या आकड्यांना आणि अक्षरांना विशिष्ट अर्थ असतो. साधारणपणे हे संकेतांक एकमेव आणि स्वतंत्र असतात. म्हणजेच, या संकेतांकांची पुनरावृत्ती केली जात नाही. आपला पासपोर्ट क्रमांकदेखील याला अपवाद नाही.

परदेशात प्रवास करण्यासाठी 'पासपोर्ट' किंवा 'पारपत्र' हा सर्वात महत्त्वाचा दस्तऐवज आहे. विमानतळावर इमिग्रेशन अधिकाऱ्यापासून परदेशातील दूतावासापर्यंत, सर्वत्र तुमची ओळख एका छोट्याशा पुस्तिकेतल्या क्रमांकावर आधारित असते. हा पासपोर्ट क्रमांक नेमका कसा ठरवला

जातो? त्यामागे काही गणित, तंत्रज्ञान किंवा सुरक्षाप्रणाली असते का? भारतात ही व्यवस्था कधी सुरू झाली? या प्रश्नांची उत्तरे समजून घेतली तर पासपोर्ट हा केवळ प्रवासाचा परवाना नसून आधुनिक डिजिटल ओळखीचा अत्यंत सुरक्षित दस्तऐवज आहे हे लक्षात येते.

परक्या प्रदेशांत प्रवास करण्यासाठी ओळखपत्रांचा वापर अनेक शतकांपासून होत असला, तरी आधुनिक पासपोर्ट प्रणालीचा पाया पहिल्या महायुद्धानंतर मजबूत झाला. युद्धकाळात सीमासुरक्षा आणि नागरिकांची ओळख पडताळणे अत्यंत महत्त्वाचे बनले. पुढे १९२० मध्ये लीग ऑफ नेशन्सने आंतरराष्ट्रीय पासपोर्टसाठी काही प्रमाणित नियम सुचवले आणि त्यातून आधुनिक पासपोर्ट प्रणाली जगभरात विकसित झाली.

भारतामध्ये ब्रिटिश राजवटीच्या काळात पासपोर्टसदृश प्रवासपरवाने वापरात होते. पण, स्वातंत्र्यानंतर स्वतंत्र भारतीय पासपोर्टची निर्मिती केली गेली. पुढे Passports Act, १९६७ लागू झाल्यानंतर पासपोर्ट देण्याची प्रक्रिया अधिक औपचारिक, केंद्रीकृत आणि कायदेशीर झाली. सुरुवातीला पासपोर्टमधल्या सगळ्या नोंदी हाताने लिहिल्या जात असत; पण संगणकीकरणानंतर पासपोर्ट व्यवस्थेत आमूलाग्र बदल झाला. आज आपल्या देशाची पासपोर्ट सेवा जगातील सर्वात मोठ्या डिजिटल पासपोर्ट व्यवस्थांपैकी एक मानली जाते.

भारतीय पासपोर्ट क्रमांक साधारणपणे M1261756 अशा स्वरूपाचा असतो. यामध्ये सुरुवातीला एक इंग्रजी अक्षर आणि त्यानंतर सात अंक असतात. म्हणजेच एकूण आठ अक्षरांकाचा हा क्रमांक असतो. एखाद्या व्यक्तीचा पासपोर्ट क्रमांक पाहून त्या व्यक्तीचे राज्य, जन्मतारीख किंवा शहर समजत नाही. पासपोर्ट हा उच्च-सुरक्षा दस्तऐवज असल्याने पासपोर्टधारक व्यक्तीची माहिती पासपोर्ट क्रमांकात जाणीवपूर्वक दिली जात नाही.

पासपोर्ट क्रमांकातील पहिले अक्षर हे विशिष्ट मालिका दर्शवते. कोणत्या मालिकेत किंवा प्रशासकीय बॅचमध्ये पासपोर्ट दिला गेला आहे, हे या अक्षरामुळे समजते. त्यानंतरचे सात अंक हे संगणकीय प्रणालीद्वारे दिलेले अनुक्रमिक क्रमांक (serial numbers) असतात. या क्रमांकामुळे प्रत्येक व्यक्तीला वेगळा पासपोर्ट क्रमांक देणे शक्य होते. म्हणजेच, कोणत्याही दोन व्यक्तींच्या पासपोर्टवरील क्रमांक सारखे नसतात. हा क्रमांक केंद्रीकृत संगणकीय प्रणालीद्वारे निश्चित केला जातो. प्रत्येक नवीन पासपोर्टसाठी आधी देण्यात न आलेला क्रमांक देऊन त्याची नोंद राष्ट्रीय डेटाबेसमध्ये करण्यात येते.

पासपोर्टची मुदत दहा वर्षे असते. ही मुदत संपल्यानंतर पासपोर्टची मुदत वाढवली जात नाही; त्याऐवजी नवीन पासपोर्ट पुस्तिका देण्यात येते. प्रत्येक नवीन पुस्तिकेला स्वतंत्र आणि वेगळा पासपोर्ट क्रमांक दिला जातो. त्यामुळे नवीन पासपोर्टचा क्रमांक जुन्या पासपोर्टपेक्षा वेगळा असतो. जुना पासपोर्ट क्रमांक पुन्हा कोणालाही दिला जात नाही. नवीन पासपोर्ट देताना जुना पासपोर्ट रद्द केला जातो. जुन्या पासपोर्टवर "Cancelled" असा शिक्का मारला जातो किंवा त्याला छिद्रे पाडली जातात. मात्र, जुना पासपोर्ट त्या व्यक्तीला परत दिला जातो, कारण त्यामध्ये अद्याप वैध असलेले व्हिसा असू शकतात.

पासपोर्ट क्रमांकाची पडताळणी त्याच्या मुख्य क्रमांकावरून केली जात नाही; तर त्यासाठी 'मशीन रिडेबल झोन' म्हणजेच MRZ हे तंत्रज्ञान वापरले जाते. पासपोर्टधारकाचा फोटो ज्या पृष्ठावर छापलेला असतो त्या पृष्ठावर तळाशी विशिष्ट अक्षरे आणि अंक असलेल्या दोन ओळी असतात. याच दोन ओळी विमानतळावरील स्कॅनरमार्फत वाचून माहितीची पडताळणी केली जाते. पहिल्या ओळीत पासपोर्टधारकाचे नाव आणि देश दिलेला असतो. दुसरी ओळ मात्र काहीशा सांकेतिक भाषेत लिहिल्याचे आढळते.

MRZ मधील दुसरी ओळ अशा स्वरूपात लिहिलेली असते :

M1261756<4IND7101216M2408194<<<<<<<<<<<<<<<0

यातील M1261756 हा पासपोर्टचा क्रमांक आहे. त्यानंतर असलेला 4 हा अंक त्या क्रमांकाचा पडताळणी अंक आहे. त्यानंतर येणारे IND हे शब्द भारतीय नागरिकत्व दर्शवतात. यापुढे 710121 हे अंक दिसतात. हे अंक म्हणजे पासपोर्टधारकाची YYMMDD या स्वरूपात लिहिलेली जन्मतारीख असते. 710121 या आकड्यांवरून पासपोर्टधारकाची जन्मतारीख २१ जानेवारी १९७१ असल्याचे समजते. त्यानंतरचा 6 हा जन्मतारखेचा पडताळणी अंक आहे. त्यापुढील M हे अक्षर पासपोर्टधारक पुरुष (Male) असल्याचे दर्शवते. महिलांच्या बाबतीत हे अक्षर अर्थातच F असते. त्यानंतर लिहिलेला 240819 हा अंक YYMMDD या स्वरूपात लिहिलेली पासपोर्टच्या वैधता समाप्तीची तारीख असते. म्हणजेच सदर पासपोर्ट १९ ऑगस्ट २०२४पर्यंत वैध आहे, हे यावरून समजते. त्यानंतरचा 4 हा त्या तारखेचा पडताळणी अंक आहे. सर्वात शेवटी असलेला ० हा संपूर्ण माहितीची एकत्रित पडताळणी करणारा अंतिम पडताळणी अंक आहे. या ओळीत < अशी चिन्हेही लिहिल्याचे दिसते. ही चिन्हे

पासपोर्ट क्रमांकातील अक्षर/अंक	संख्यात्मक मूल्य	वजनमूल्य	संख्यात्मक मूल्य आणि वजनमूल्य यांचा गुणाकार
M	22	7	154
1	1	3	3
2	2	1	2
6	6	7	42
1	1	3	3
7	7	1	7
5	5	7	35
6	6	3	18

रिकाम्या जागा किंवा अतिरिक्त माहिती नसल्याचे सूचित करतात.

पासपोर्ट क्रमांक अचूक असल्याची पडताळणी करण्यासाठी जी पद्धत वापरली जाते त्या पद्धतीला ICAO MRZ Check Digit Algorithm किंवा ICAO 9303 Check Digit Method असे म्हणतात. ही पद्धत आंतरराष्ट्रीय नागरी विमान वाहतूक संघटनेने (International Civil Aviation Organization) तयार केलेल्या "Document 9303' या जागतिक मानकाचा भाग आहे. या पद्धतीमध्ये अक्षरांना आणि अंकांना विशिष्ट संख्यात्मक मूल्ये दिली जातात. उदाहरणार्थ : A = 10, B = 11, C = 12, ..., Y = 34, Z = 35 याप्रमाणे मूल्य अक्षरांना दिले जाते. अंकांचे संख्यात्मक मूल्य त्या अंकाएवढेच निश्चित केले जाते.

त्यानंतर या मूल्यांना क्रमाने 7, 3, 1, 7, 3, 1, ... अशी पुनरावृत्ती होणारी वजनमूल्ये (Weightage) लावली जातात. ही आकडेमोड सोबतच्या तक्त्यात दिली आहे. आकडे-मोडीसाठी M1261756 हा पासपोर्ट क्रमांक लक्षात घेऊ.

तक्त्यामध्ये मिळालेल्या सर्व गुणाकारांची बेरीज 154 + 3 + 2 + 42 + 3 + 7 + 35 + 18 = 264 येते. २६४ ला १० ने भागले असता बाकी 4 उरते. म्हणून या पासपोर्ट क्रमांकाचा पडताळणी अंक 4 आहे. त्यामुळे MRZ मध्ये पासपोर्ट क्रमांक M1261756<4 असा लिहिल्याचे आढळते.

कोणी चुकून M1261756 ऐवजी M1261758 असे टाइप केले, तर ही गणना बदलते आणि पडताळणी अंक जुळत नाही. ही चूक संगणकामार्फत लगेच ओळखली जाते.

MRZ मध्ये केवळ पासपोर्ट क्रमांकासाठीच नव्हे; तर जन्मतारीख, वैधता, समाप्ती तारीख आणि संपूर्ण नोंदीसाठी स्वतंत्र पडताळणी अंक दिलेले असतात. यामुळे टंकलेखनातील चुका किंवा बनावट माहिती ओळखणे लगेच शक्य होते. जगभरातील विमानतळांवर याच एकसमान पद्धतीने पासपोर्टची पडताळणी केली जाते.

आज भारत ई-पासपोर्टच्या दिशेने वाटचाल करत आहे. पासपोर्ट प्रणालीच्या प्रगतीची ही पुढची पायरी आहे. ई-पासपोर्टमध्ये इलेक्ट्रॉनिक चिप असते. त्यामध्ये पासपोर्टधारकाची वैयक्तिक माहिती, छायाचित्र, डिजिटल स्वाक्षरी आणि सुरक्षा प्रमाणपत्रे साठवलेली असतात. यामुळे इमिग्रेशन प्रक्रिया जलद होते; तसेच, बनावट पासपोर्ट तयार करणे अधिक कठीण होते. आंतरराष्ट्रीय स्तरावर सुरक्षा आणखी मजबूत करण्याच्या दृष्टीने ई-पासपोर्ट प्रणाली महत्त्वपूर्ण ठरणार आहे.

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

अणुचाचणीच्या स्थलनिवडीची कहाणी

अनुवाद : नरेंद्र गोळे

पोखरण-२ करता स्थानाची निवड केली त्याचा, निवडप्रक्रियेकरता नियुक्त केलेल्या चमूतील आघाडीच्या सदस्याने लिहिलेला हा प्रथम पुरुषी एकवचनी अहवाल.

भारताची प्रथम अणुचाचणी १८ मे १९७४ रोजी पोखरण येथे करण्यात आली. सरकारने तिला 'शांततापूर्ण अणुचाचणी स्फोट' म्हटले. पुढे सामान्यतः ती पोखरण-१ अणुचाचणी म्हणूनच ओळखली जाऊ लागली. मध्ये ७-८ वर्षांचा काळ गेल्यावर १९८१-८२ मध्ये पोखरण-२ अणुचाचणी करण्याचा निर्णय घेण्यात आला.

पोखरण-१पश्चात, चाचणीकरता खड्डा खोदण्याचे काम जोधपूरच्या लष्करी शिबिरातील इंजिनीअरिंग रेजिमेंटला सुपूर्द करण्यात आले. ११३-इंजिनीअरिंग ही रेजिमेंट १९६७ साली निर्माण करण्यात आलेली होती. या रेजिमेंटचा, दुर्दम्य इच्छाशक्ती आणि शौर्य यांचा हेवा वाटावा असा इतिहास होता. १९७९ च्या उत्तरार्धात ती जोधपुरात आलेली होती. दिवंगत लेफ्टनंट कर्नल के.सी. धिंग्रा (पुढे ते मेजर जनरल पदापर्यंत पोहोचले) तिचे नेतृत्व करत होते.

जानेवारी १९८१ मध्ये त्यांना निकडीच्या चर्चेसाठी दिल्लीत बोलावून घेण्यात आले. ते जोधपूरला परतल्यावर, सीमाभागातील कार्यकारी टेहेळणीकरता मला त्यांच्यासोबत येण्यास सांगितले. आम्ही दोन जोंगा वाहनांतून निघालो. पहिले वाहन ते स्वतःच चालवत होते. बाजूला मी बसलेलो. सोबतचे लोक दुसऱ्या वाहनात होते. वाटेत ते म्हणाले, की रेजिमेंटला १२ फूट व्यासाची आणि ५०० फूटहून अधिक खोलीची विहीर खणायला सांगितले गेले आहे.

आम्हा दोघांनाही तिचा उद्देश चांगल्या प्रकारे कळलेला होता, मात्र आण्विक वा अणुचाचणी हे शब्द मात्र कधीही उच्चारले गेले नाहीत. वस्तुतः या संपूर्ण कामादरम्यान तसे वर्गीकरण कुणीही केले नाही.

आम्हाला अंतरातून माहीत होते की हे काम अवघडच आहे. मात्र त्या आव्हानाचा आवाका आणि आकार आकळला नव्हता. आम्ही नागरी अभियंते होतो आणि खनिकर्म अभियांत्रिकीबाबत आम्हाला फारच थोडी कल्पना होती. वस्तुतः आम्ही कधीही खाणीस भेट दिलेली नव्हती किंवा तसली विहीर बघितलेलीही नव्हती.

इथे अशी विहीर खोदण्याबाबत काही माहिती देणे सयुक्तिक ठरेल. भूमिगत खनिजस्तरापर्यंत पोहोचण्याकरता एक उभी विहीर जमिनीच्या पृष्ठभागापासून खनिजक्षेत्रापावेतो खणलेली असते. तिच्यातूनच माणसांची, सामानाची आणि उपस्करांची ने-आण केली जात असते. निष्कर्षित खनिजही तिच्यावाटेच जमिनीच्या पृष्ठभागाबाहेर काढले जात असते. खनिकर्माबाबतच्या सर्व साहित्यांत अशी विहीर खोदणे सर्वाधिक धोकादायक आणि हानिकारक कर्तव्य मानले जात असते. त्यास विशेष तज्ज्ञता आणि विशेष उपस्करांची आवश्यकता असते.

आमच्या कामाबाबत सांगायचे तर, स्थाननिवडीचे काम रेजिमेंटवर सोपवलेले होते. पोखरण भागाचे नकाशे आमच्या हातात होते. पुढील दोन दिवसांत, जागेच्या विस्ताराची कल्पना यावी म्हणून, त्या पल्ल्यांत आम्ही अनेकदा फिरलेलो होतो. आम्ही नऊ वर्ग किलोमीटर क्षेत्रफळ निश्चित

लेफ्टनंट कर्नल के.सी. धिंग्रा

केले, जे महामार्गांपासून आणि गावांपासूनही दूर होते. सुरक्षा आणि गोपनीयतेबाबतच्या आमच्या गरजा त्यामुळे भागत होत्या.

जोधपूरला परतल्यावर कर्नल धिंग्रांनी नवी दिल्लीतील अधिकाऱ्यांना आमच्या स्थाननिवडीची कल्पना दिली. तिकडून मंजुरी मिळताच, मला पोखरणला जाऊन प्रत्यक्ष जागेची निवड करण्यास सांगण्यात आले. कॅप्टन एन.पी.एस. चौहान आणि कॅप्टन डी. के. राजपूत आणि वीस जवानांची फौज माझ्यासोबत होती. सूर्यास्ताला आम्ही त्या ठिकाणी जाऊन पोहोचलो. निवडलेल्या नेमक्या ठिकाणी पोहोचू न शकल्याने आम्ही रात्री तेथेच मुक्काम करण्याचा निर्णय घेतला. खेतोलाई-लोहार्की दरम्यानच्या बैलगाडीच्या वाटेवरील ती एक सपाट जागा होती. एक १८० पौंडाचा तंबू तीन अधिकाऱ्यांकरता लगेचच उभारला गेला. जवान मात्र ३-टन वाहनातच झोपले.

डोळे मिटण्यापूर्वी दुसऱ्या दिवशीच्या कृतीबाबत आम्ही मिणमिणत्या कंदिलाच्या प्रकाशात चर्चा करत होतो. तेवढ्यात कॅप्टन राजपूत ओरडले 'साप!' आम्ही खाली पाहिले. त्या जागी अनेक साप आणि विंचू सरपटताना पाहून आमची भीतीने गाळणच उडाली. फुरसे होती ती. हे उघडच होते की आम्ही त्यांच्या घरात शिरलेलो होतो. शूरवीराच्या काळजातही धडकी भरवणारे दृश्य होते ते. रात्रभर आम्ही आपापल्या कॅम्पकॉटांवरून उतरण्याचे धाडस केले नाही. लघुशंकेचा दाब वाढला तरीही नाही.

दुसऱ्या दिवशी पहिले काम आम्ही कुठले केले असेल तर ते पर्यायी शिबिर थाटण्याचे. मात्र संपूर्ण कामादरम्यानच आम्हाला या फुरसांचाच सामना करावा लागणार आहे, याची मात्र आम्हाला तेव्हा कल्पना आलेली नव्हती.

फुरसं हा एक सर्वात धोकादायक साप असतो. अन्य सर्व सापांमुळे होणाऱ्या जीवहानीहूनही फुरशांमुळे होणारी जीवहानी जास्त असते. ते सूक्ष्मपणे वावरत असल्याने, स्थानिक लोक त्यांना कुजबुजत्या आवाजात 'चोर' म्हणतात. आमच्याकडेही सर्पदंशाची अनेक प्रकरणे झाली. मात्र सर्व बाधितांना आमच्या कॅप्टन व्ही. के. शुक्ला या रेजिमेंटल वैद्यकीय अधिकाऱ्यांनी वेळीच सर्पविषविरोधी इंजेक्शन देऊन वाचवलेले होते.

स्थाननिवडीकरता संपूर्ण नऊ वर्ग किलोमीटरचा भाग आम्ही अनेकदा पालथा घातला. पण उपयोग झाला नाही. आम्हाला माहीत होते की, स्थान हे वाळूच्या टेकड्यांमधील सपाट जागीच हवे आहे, फारसे वाळूचे ढिगारे नको आहेत, शिबिराकरता पुरेशी सपाटी हवी आहे. पोखरण-१ च्या वेळी भूजलस्रोतांमुळे अनेकदा आम्हाला माघार घ्यावी लागलेली होती. भूजलस्रोतांचा आढळ कमीतकमी असेल असे ठिकाण हवे होते. मात्र असे ठिकाण कसे शोधायचे याची आम्हाला काहीच कल्पना नव्हती.

आम्ही खेतोली आणि लोहार्की गावातील स्थानिकांना भेटायचे ठरवले. भूजलस्रोतांच्या आढळाबाबतचे त्यांचे ज्ञान आम्हाला हवे होते. आम्ही त्यांना सांगितले, की आम्हाला तिथे एक कायमस्वरूपी शिबिर उभारायचे आहे. भूजलस्रोतांचा आढळ असेल असे ठिकाण हवे आहे. ते मदतीस तत्पर होते. त्यांनी पाण्याकरता प्रयत्न करून सोडून दिलेल्या अनेक जागा आम्हाला दाखवल्या. आम्हाला ती ठिकाणे टाळायला सांगितली. बोराची झाडे पाहा, मुंग्यांची वारुळे पाहा, तशा ठिकाणी सामान्यतः जमिनीतील पाणी मिळू शकेल, ते म्हणाले.

दुसऱ्या दिवस अखेर, आमची काहीच प्रगती झालेली नव्हती. मात्र आज सरपटणारे सोबती नसल्याने रात्र शांततेत गेली. तिसऱ्या दिवशी सकाळी, आम्ही सेंट्रल ग्राऊंड वॉटर बोर्ड आणि राजस्थान ग्राऊंड वॉटर खात्यातील तज्ज्ञांचा सल्ला घेण्याकरता जैसलमेर आणि पोखरण शहरांना भेटी दिल्या. भूजलप्रवाह नकाशांच्या आधारे त्यांनी पोखरण क्षेत्राचे स्पष्टीकरण दिले. पोखरण निम्न जुराझिक लाठी संरचनेचा भाग असल्याचे सांगितले. तळाशी वर येणाऱ्या ग्रॅनाइटच्या खडकांनी ते व्याप्त होते. त्यात मध्यम ते ठळक दाण्यांचे वालुकाश्म होते, पातळ खडक होते आणि मिश्र राशीही होत्या.

मुख्य पाणीधारक खडकसंरचना अनिर्बंधित अथवा बंदिस्त असू शकतात. हवामानाने झिजलेल्या खडकांच्या फटींत असू शकतात. अभेद्य ग्रॅनाइटच्या १२०० फूट खोलातील स्तरांतही असू शकतात. प्रादेशिक भूजलस्तराच्या वरील भागांतही असू शकतात. मात्र आम्हाला ५०० फुटांपर्यंतच जायचे असल्याने आम्हाला या माहितीचा फारसा उपयोग नव्हता.

मग आम्ही सेंट्रल ॲरीड झोन रिसर्च इन्स्टिट्यूट जोधपूर येथेही जाण्याचा निर्णय घेतला. मात्र भूजलस्तराच्या वरील भागांचे आणि भूजलप्रवाहांचे भाकीत करणे अशक्यप्राय असल्याचे त्यांनी सांगितल्याने आमची निराशाच झाली. त्यांनी भूगर्भशास्त्रीय आणि क्षेत्रीय माहिती पुरवली. आम्ही त्यांची माहिती तपशिलाने अभ्यासली, पण निर्णयकारक निष्कर्षांप्रत पोहोचता आले नाही. खननकार्य सुरू करण्यासाठी स्थलनिश्चिती करणे कठीणच भासत होते. नवी दिल्लीकडूनचा दबाव वाढतच होता. कर्नल धिंग्रांनी स्थलनिश्चिती सत्वर व्हावी म्हणून, आम्हाला पुन्हा पोखरणला भेट देण्यास सांगितले.

निरनिराळ्या मार्गांनी मिळालेल्या माहितीसहित आम्ही पुन्हा तपशीलवार शोध घेतला आणि (अ, ब, क आणि ड) अशी चार ठिकाणे निवडून काढली. त्यांचे आपापसांतील अंतर ९०० ते १४०० मीटर होते. वालुका टेकड्यांच्या मधला कडक पृष्ठभागाचा तो सपाट भाग होता. उपस्कर आणि अन्य पायाभूत सुविधा उभारण्याकरता पुरेशी जागा होती. वाळूच्या टेकड्या जवळच असणे गरजेचे होते कारण उकरलेली माती दडपायला त्या उपयोगी ठरणार होत्या. एरवी निरीक्षक उपग्रहांच्या नजरेतून आमची हालचाल सुटली नसती.

आम्ही मग गावकऱ्यांना निश्चित केलेल्या ठिकाणांवर पाणी आढळण्याबाबत पुन्हा एकदा विचारले. हितचिंतक ज्येष्ठ गावकऱ्यांनी स्थानिक पानाड्यांची मदत घेण्याचा सल्ला दिला.

भूजलाचा जमिनीवरून शोध घेणाऱ्यांचा उपयोग, सिनाईच्या वाळवंटात ख्रिस्तपूर्व १२५० वर्षे इतक्या आधी मोझेसने केलेला होता. पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रातील विचलने भूजल अस्तित्व प्रदर्शित करतात या समजुतीवर हे आधारलेले होते. पानाड्याचे शरीर विद्युतवाहक ठरते. पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रातून चालताना ते छोटी विभवांतरे निर्माण करते.

काही पानाडे गुल्लेरच्या आकाराच्या काड्याच वापरत. इतर काही एल आकाराच्या लोखंडी सळ्या वापरत. हातातील त्यांच्या हालचालींवरून ते भाकीत करत असत. ही पद्धत पूर्णतः संवेदनावरच आधारलेली आहे. पानाडे पाण्याची खोली, साठ्याचे प्रमाण यांबाबत किंवा ते असण्याबाबत वा नसण्याबाबतही कोणतीच शाश्वती देऊ शकत नाहीत. आम्हाला ही कल्पना सुरस वाटली मात्र अवैज्ञानिक म्हणून आम्ही ती सोडून दिली.

नंतरच्या दिवशी संध्याकाळी आम्हाला न सांगताच खेतोलाई गावातील प्रमुख, पोखरण शहरातून एका पानाड्याला घेऊन आला आणि त्याला त्याने निवडलेल्या ठिकाणांवर शोध घेण्यास सांगितले. ती पौर्णिमेची रात्र होती. नुकतीच तोडून आणलेली गुल्लेराकृती बोराच्या झाडाची काडी आपल्या पिशवीतून काढून, पाण्याने धुऊन मंत्र पुटपुटले. आम्हा सगळ्यांकरता तो अनुभव भारून टाकणाराच होता. तरीही ही चारही ठिकाणे पाण्याकरता उपयोगाची नाहीत असे त्याने सांगताच आम्ही सगळ्यांनी सुटकेचा निःश्वास टाकला. कोणत्याही वैज्ञानिक आधाराविना अपेक्षित उत्तर मिळाल्याने समाधान वाटून आम्ही सुखावलो. अणुचाचणीकरता पानाड्याचे प्रमाणही कामी आले हे सांगणे असंबद्ध वाटते! खरोखरीच एक अप्रशस्त प्रमाण होते ते.

पोखरण–१ च्या वेळेला खोदकाम सुरू झाल्यानंतर तीन महिन्यांतच त्यात पाणी शिरल्याने ती विहीर सोडून द्यावी लागलेली होती आणि कोरडी म्हणून सोडून दिलेली एक विहीरच चाचणीकरता तयार करावी लागलेली होती. पोखरण–२ करता प्रस्तावित विहीर किमान ५०० फूट खोल असणे अपेक्षित होते. कोणतीही सोडून दिलेली विहीर इतकी खोल असणार नव्हती कारण त्या १२० फूटांहून जास्त खोल क्वचितच असत. अनपेक्षित अडचणी गृहीत धरून, अधिकाऱ्यांनी एकाच वेळी दोन ठिकाणी विहिरी खोदायचा निर्णय घेतला. त्यामुळे निवडलेल्या चार ठिकाणांपैकी दोन जागा आम्ही निवडल्या. त्याकरता खूप विचार केला तरीही शंका येतच राहिल्या.

गोपनीयता राहील का ही भीती असूनही कर्नल धिंग्रा यांनी, स्थानिक भूजलप्रवाह अडतींचा (एजन्सींचा) विहिरीस पाणी लागण्याबाबतच्या अनुभवाविषयी सल्ला घेण्याचे ठरवले. अडतीलाही तीच कहाणी ऐकवली गेली की, लष्कराला भूजलस्रोतासहितची जागा कायमस्वरूपी शिबिराकरता हवी आहे. नमुन्यांकरता अडतीने भूगर्भविंधन केले. १५० फुटांपर्यंतचे नमुने ते काढू शकले. त्या चारही ठिकाणी विहीर खोदणे व्यर्थ आहे असाच अहवाल त्यांनी दिला. म्हणजे वापरण्यालायक परिमाणात पाणी असणार नव्हते. आमच्या निष्कर्षांची पुष्टी करणाराच अहवाल होता. मात्र निर्णायक नव्हता. कारण संवेदित खोली केवळ १५० फूटच होती.

अखेरचा उपाय म्हणून आम्ही भूमिगत जलसाठ्यांच्या शोधाकरता सरकारी अडतींची मदत घेण्याचा निर्णय घेतला. त्यांची पद्धत भूभौतिक होती. वीजवहनाच्या आधारे जमिनीची वाहकता मोजून ते निर्णय करत असत. ठिकठिकाणी विद्युताग्रे लावून थेट प्रवाह त्यात प्रवाहित करून ते मापने घेत असत. खोली, आकार आणि साठा यांवर अवलंबून निदाने करत. उपस्कराची कार्यक्षमता लक्षात घेता त्या पद्धतीने २०० फुटांहून खोल ठिकाणी अनुमान करता येणारच नव्हते. त्यामुळे हे निष्कर्षही निर्णायक ठरले नाहीत.

सर्व माहितीच्या विश्लेषणाकरता कर्नल धिंग्रांनी अनेक बैठका घेतल्या. कष्टपूर्वक स्थलतुलना केली गेली. अ आणि क ही ठिकाणे पसंतीची म्हणून निवडली गेली. हे कबूल केलेच पाहिजे, की अंतिम निवडीत म्हणतात तसा सहाव्या इंद्रियाचा उपयोगही झालाच. मग कर्नल धिंग्रा आणि मी या निवडीवर शिक्कामोर्तब करण्यासाठी पोखरणला निघालो. अंतिमतः निवडलेली ठिकाणे, नवी दिल्लीला, नकाशावर खूण करून पाठवली गेली.

आम्ही ‘अ’ ठिकाणी पोहोचेपर्यंत सूर्य अस्ताला जात होता. प्रस्तावित विहिरीचे केंद्र स्थानावर निश्चित करायचे होते. मी कर्नल धिंग्रांना विनंती केली, की त्यांनीच त्या ठिकाणी खुंटी ठोकावी. एका शिपायाने त्या जागी खुंटी धरून उभी केली. धिंग्रांपाशी हातोडा दिला. ते पुढे झाले. आम्ही सारेच त्यांच्याभोवती वर्तुळात उभे होतो.

तो क्षणच ऐतिहासिक होता. सूर्यकिरणे वाळूच्या टेकड्यांना सोनेरी रंगाच्या निरनिराळ्या छटांत चमकवत होती. मोठा रम्य प्रसंग होता तो. एकाकी वाळवंटातील शांतता वातावरणास आणखी भारावून टाकत होती. कर्नल धिंग्रा सूर्याकडे तोंड करून उभे होते. एक मिनिटभर त्यांनी डोळे मिटले. बहुधा जगन्नियंत्याचे आशीर्वादच घेतले. प्रसंगाच्या गांभीर्याने आम्हा साऱ्यांवरच गारूड केलेले होते. आम्ही सारेच निःस्तब्ध झालेलो होतो. हातोडीच्या ठोक्यानेच ती स्तब्धता लोप पावली.

अंधार पडत होता. आम्ही घाईनेच ‘क’ स्थळाप्रत निघालो. ते ९०० मीटर दूर होते. तीच प्रक्रिया अवलंबली गेली. मात्र कर्नल धिंग्रांनी खुंटी ठोकायला मला बोलावले. हा त्यांचा उदार दृष्टिकोन होता. परतीच्या लांबलचक जोधपूर रस्त्यात आम्ही क्वचितच काही बोललो असू. फासा पडलेला होता. भारताच्या आण्विक आशेचे भवितव्य आमच्या निवडीवर अवलंबून होते. या विचाराने आम्हाला भारून टाकलेले होते.

मंजुरी मिळताच काम धडाक्यात सुरू झाले. वाळूचे ढिगारे दूर सारून आम्हाला मिश्र खडक लागला. वालुकाश्म आणि गाळाचा. ६० फुटांवरच पाणी झिरपू लागले. खोली गाठणे अवघड होऊ लागले. मात्र आमचे इरादे बुलंद होते. ९०–१०० फुटांवर तर पाणी एवढे झिरपू लागले, की विंधन अशक्य झाले. थांबलेच.

मात्र ११३–इंजिनीअरिंग रेजिमेंटच्या दुर्दम्य इच्छाशक्ती आणि नवोन्मेषशाली पद्धतीने साऱ्या अडचणींवर मात केली. म्हणतात ना ‘इतिहास तेच रचतात जे प्रभावी ठरतात.’ आम्ही पाण्याच्या झिरप्यावर कशी मात केली, ते पुन्हा कधीतरी सांगण्याकरता राखून ठेवू.

(मूळ इंग्रजी लेखक : मेजर जनरल मृणाल सुमन)

प्रथम प्रसिद्धीः https://swarajyamag.com/defence/a-phenomenal-pokhran-mission-from-site-selection-to-shaft-sinking

– नरेंद्र गोळे
nvgole@gmail.com

हवामानाच्या बदलासंबंधीचे आंतरराष्ट्रीय करार

अनघा शिराळकर

हवामान बदल म्हणजे हरितगृह वायूंच्या उत्सर्जनामध्ये निर्माण झालेला असमतोल. या असमतोलामुळे जागतिक स्तरावर तापमानवाढ आणि वातावरणात मोठ्या प्रमाणात बदल होत आहेत. विसाव्या शतकाच्या मध्यापासून मानवाच्या हस्तक्षेपामुळे विशेषतः यांत्रिकीकरणामुळे व इंधनाच्या अतिवापरामुळे पृथ्वीच्या वातावरणावर होणारे परिणाम अभूतपूर्व व चिंताजनक आहेत.

१८५६ साली युनेस न्यूटन फूट या अमेरिकन स्त्री वैज्ञानिकाने असे दाखवून दिले होते की सूर्यामुळे पृथ्वीला मिळणारी उष्णता ही कोरड्या हवेपेक्षा दमट हवेत जास्त असते कारण हवेतील बाष्प सूर्याची उष्णता शोषून घेते. पुढे असेही सिद्ध झाले की नायट्रोजन व ऑक्सिजन हे सूर्याच्या इन्फ्रारेड (अवरक्त) किरणांसाठी पारदर्शक आहेत, पण हवेतील बाष्प, कार्बन डायऑक्साइड आणि मिथेन हे वायू इन्फ्रारेड किरणे शोषून घेतात व त्यांचे उत्सर्जनही करतात. या वायूंचे वाढते प्रमाण हिमयुगापासूनच्या हवामान बदलांसाठी कारणीभूत ठरले आहेत. हवेतील बाष्पाचे प्रमाण सतत बदलत असते पण कार्बन डायऑक्साइडचे प्रमाण भूगर्भातील दीर्घकालीन प्रक्रियांवर अवलंबून असते. कार्बन डायऑक्साइडचे वाढते प्रमाण हवेतील बाष्पाचे प्रमाण वाढवू शकते आणि कार्बन डायऑक्साइडचे प्रमाण जर निम्म्याहून कमी झाले तर तापमानात घट होऊ शकते हे १९व्या शतकाच्या शेवटी सिद्ध झाले आहे. १९८८ साली झालेल्या एका महासभेत वैज्ञानिकांनी हा धोका व्यक्त करून सर्वांना सावध होण्याचा इशाराही दिला होता.

हवामानातील बदल आंतरराष्ट्रीय पातळीवर अधिकारवाणीने वैज्ञानिकदृष्ट्या सिद्ध करून त्यावर उपाययोजना सुचविण्यासाठी करार, नियमावली, परिषदा, संयुक्त कार्यक्रम इत्यादींची निर्मिती करण्यात आली. या सर्वांचे महत्त्वाचे कार्य म्हणजे जगभरातील शास्त्रज्ञांच्या संशोधनांचे विश्लेषण करणे, हवामान बदलांच्या घातक परिणामांचे इशारे देणे व ते परिणाम टाळण्यासाठी किंवा कमी करण्यासाठी उपाययोजना सुचवणे. या सूचना व त्यांच्या अंमलांवर देखरेख ठेवण्यासाठी काही आंतरराष्ट्रीय परिषदांची निर्मिती झाली. शास्त्रज्ञ, निरीक्षक व धोरणकर्ते या सर्वांमध्ये समन्वय साधून ठरावीक कालावधींनी होणाऱ्या बैठकांत त्यांच्या विचारांची देवाणघेवाण घडवून आणली जाते व त्याचा अहवाल तयार करून प्रसिद्ध केला जातो. अशा तीन महत्त्वपूर्ण करारांची (प्रोटोकॉल, ॲग्रीमेंट) माहिती पुढे दिली आहे.

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल

ज्या पदार्थांमुळे ओझोन वायूच्या थरात घट होते त्यांची निर्मिती तसेच त्यांची आयात व निर्यात बंद करणे यासाठी १६ सप्टेंबर १९८७ या दिवशी आंतरराष्ट्रीय मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल तयार झाला. याचे स्मरण म्हणून दरवर्षी १६ सप्टेंबर रोजी जागतिक ओझोन दिवस साजरा केला जातो. ओझोन स्तर वाचवण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय स्तरावर

करण्याच्या उपाययोजना ठरवण्यासाठी १९८५ साली व्हिएन्ना इथे झालेल्या अधिवेशनात मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल बनवण्याचा ठराव करण्यात आला. त्याचे कार्य १ जानेवारी १९८९ रोजी सुरू झाले. त्यानंतर १९९० साली लंडन, १९९१ साली नैरोबी, १९९२ साली कोपनहेगन, १९९३ साली बँकॉक, १९९५ साली व्हिएन्ना, १९९७ साली मॉन्ट्रियल, १९९८ साली ऑस्ट्रेलिया, १९९९ साली बिजींग आणि २०१६ साली किगाली अशा नऊ ठिकाणांच्या बैठकांत मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉलमध्ये सुधारणा करण्यात आल्या. व्हिएन्ना कनव्हेन्शन आणि मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल या दोन्हीला १९६ देशांची व युरोपीयन युनियनची मंजुरी मिळाल्याने संयुक्त राष्ट्रांच्या इतिहासातील जगन्मान्यता मिळालेला पहिला करार ठरला. या कराराचा व्यापकपणे झालेला स्वीकार आणि त्याची अंमलबजावणी हे कमी काळात यशस्वी झालेले आंतरराष्ट्रीय सहकार्याचे अपवादात्मक उदाहरण ठरले.

ओझोन (स्थितांबर) हा एक रंगहीन वायू आहे. तो वातावरणात ट्रोपोस्फीअर व स्ट्रॅटोस्फीअर (तपांबर) या दोन थरांमध्ये आढळतो. ट्रोपोस्फीअर हा थर जमिनीपासून १० ते १६ किलोमीटरपर्यंत तर, स्ट्रॅटोस्फीअर हा थर १७ ते ५० किलोमीटरवर असतो. ट्रोपोस्फीअरमधील ओझोनचे प्रमाण प्रदूषणामुळे वाढले तर सर्दी, खोकला, श्वास घेण्यास त्रास, फुफ्फुसांची कमजोरी, डोळ्यांना खाज, इत्यादी आजार होतात, पृथ्वीवरचे तापमानही वाढते. स्ट्रॅटोस्फीअरमधील ओझोनचा थर उपयुक्त असतो. पृथ्वीबाहेरील आवरणालगतच्या थरावर तो असतो. सूर्याची अतिनील (अल्ट्राव्हायोलेट) किरणे तो थोपवतो व अतिनील किरणांपासून पृथ्वीचा बचाव होतो. हा ओझोनचा थर म्हणजे पृथ्वीला संरक्षण देणारे नाजूक कवच आहे ज्यामुळे सजीवसृष्टीला जीवदान मिळते. स्ट्रॅटोस्फीअरमधील ओझोन कमी होण्याचे मुख्य कारण म्हणजे हवाप्रदूषणास कारणीभूत असणारे वायू ओझोनचे विघटन करतात. हॅलोकार्बन रेफ्रिजंट्, सॉल्व्हेंट्, प्रोपेलेंट् आणि फोम-उडणारे एजंट् (क्लोरोफ्लोरोकार्बन्स-सीएफसी), एचसीएफसी, हॅलॉन) ही रसायने ओझोन कमी होण्यास विशेष कारणीभूत आहेत.

वातावरणातील मानवनिर्मित वायूंमुळे स्ट्रॅटोस्फीअरमधील ओझोनच्या थराला छिद्र पडल्याचे १९९५ मध्ये निदर्शनास आले. सप्टेंबर २००६ मध्ये अंटार्क्टिकावरील ओझोनच्या स्तराला पडलेले सर्वात मोठे छिद्र होते. मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉलची कडक अंमलबजावणी केल्यास, हवामानाच्या अंदाजानुसार अंटार्क्टिकावरील ओझोनचे प्रमाण सन २०५० ते २०७० या कालावधीत पूर्वपदावर येईल.

क्लोरोफ्लुरोकार्बन आणि हायड्रक्लोरोफ्लुरोकार्बन हे रेफ्रिजरेटर, एअरकंडिशनर, फोम, अग्निप्रतिबंधके, इलेक्ट्रॉनिक्स व कृषि क्षेत्रे इत्यादींमध्ये वापरले जातात. फ्लोरीन, क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन यांसारखे हॅलोकार्बन असलेल्या रसायनांच्या वापरामुळे ओझोनचे प्रमाण कमी होते. मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉलच्या नियमांनुसार सर्व राष्ट्रांनी विशेषतः विकसित राष्ट्रांनी या रसायनांचा वापर कमी करून घातक नसलेल्या हायड्रोफ्लुरोअल्केनचा वापर करण्याचे ठरवले आहे व तशी अंमलबजावणी केली आहे. त्यामुळे ओझोनचे प्रमाण सुधारण्यास सुरुवात झाली आहे.

क्योटो प्रोटोकॉल

संयुक्त राष्ट्रसंघातर्फे पर्यावरण व विकास या विषयावर १९९२ साली ब्राझील देशातील रिओ डी जानेरो येथे एक परिषद भरवण्यात आली होती. त्या परिषदेत संयुक्त राष्ट्रसंघाच्या अखत्यारीत असणाऱ्या युनायटेड नेशन्स फ्रेमवर्क कन्व्हेन्शन ऑन क्लायमेट चेंज (यूएनएफसीसी) या नवीन विभागाची स्थापना करण्यात आली. हा निर्णय संयुक्त राष्ट्रसंघाच्या सदस्य देशांनी एकमताने घेतलेला होता. या निर्णयात सहभागी देशांच्या प्रतिनिधींची जागतिक हवामान बदलाच्या सद्यःस्थितीचा आणि त्याला तोंड देण्यासाठी केल्या जात असलेल्या प्रयत्नांचा आढावा घेण्यासाठी दरवर्षी परिषद होऊ लागली. १९९७ साली जपानमधील क्योटो शहरात झालेल्या परिषदेत हवामानातील बदलांसदर्भात एक महत्त्वपूर्ण करार झाला. त्यालाच क्योटो प्रोटोकॉल असे

म्हटले जाते. हा करार ११ डिसेंबर १९९७ रोजी स्वीकारण्यात आला. जागतिक हवामान बदल व त्यामुळे होणारी जागतिक तापमानवाढ ही पूर्णतः मानवनिर्मित असून ती मुख्यत्वे हरितगृह परिणामांमुळे होत आहे. ती रोखण्यासाठी जागतिक पातळीवर प्रयत्न होण्याची गरज आहे. क्योटो प्रोटोकॉल हा त्या प्रयत्नांचा भाग आहे. कार्बन डायऑक्साइड, मिथेन, नायट्रस ऑक्साइड, हायड्रोफ्लुरोकार्बन, परफ्लुरोकार्बन, सल्फरहेक्साफ्लुराइड आणि नायट्रोजन ट्राय फ्लुराइड या सात हरितगृहवायूंच्या बाबतीत हा करार लागू होतो. या वायूंचे नियंत्रण राखण्यासाठी क्योटो प्रोटोकॉलमधील अटी व उपाययोजनांच्या अंमलबजावणीसाठी प्रत्येक देशाच्या आर्थिक परिस्थितीचाही विचार केला गेला. म्हणूनच प्रथम विकसित देशांना ही बंधने लागू केली कारण या देशांच्या विकासासाठी जे तंत्रज्ञान वापरले जाते त्यामुळे हरितगृह–वायूंचे असंतुलन निर्माण झाले व हवामानात बदल झाले. ३७ विकसित देशांनी या कराराची अंमलबजावणी २००५ ते २०१२ या कालावधीत पूर्ण करण्याचा प्रयत्न केला जेणेकरून हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन १९९० सालच्या पातळीपेक्षा साधारण ५ टक्के खाली इतके कमी होईल. वास्तविक अमेरिका हा हरितगृहवायूंचे सर्वात जास्त उत्सर्जन करणारा देश आहे. मात्र या देशाने क्योटो प्रोटोकॉलमध्ये सहभाग घेतला नाही. तसेच ऑस्ट्रेलिया हा विकसित देशही २००७ नंतर सहभागी झाला. काही देशांत हवामानबदल रोखणे आवश्यक होते, पण ते देश आर्थिकदृष्ट्या सक्षम नव्हते अशा देशांना विकसित देशांनी या कामासाठी आर्थिक मदत केली. टप्प्याटप्प्याने अनेक देशांनी या कराराची अंमलबजावणी करून काही प्रमाणात हरितगृहवायूंच्या निर्मितीवर नियंत्रण आणले.

पॅरिस ॲग्रीमेंट

चक्रीवादळ व त्यांच्या तीव्रतेमध्ये होणारी वाढ, पावसाच्या वेळात व प्रमाणात होणारे बदल, तीव्र दुष्काळ, महापूर, जंगलातील वणवे, समुद्रपातळीतील वाढ समुद्राचे आम्लीकरण यांसारखे तीव्र स्वरूपाचे हवामान बदल जागतिक स्तरावर होत आहेत. हे बदल कमी करण्यासाठीच्या उपाययोजनांवर चर्चा व वाटाघाटींसाठी यूएनएफसीसीच्या वार्षिक बैठका होतात. २०१५ साली पॅरिस इथे झालेल्या बैठकीत १२ डिसेंबर २०१५ रोजी एक अधिकृत आंतरराष्ट्रीय करार झाला तो म्हणजे पॅरिस ॲग्रीमेंट. या कराराला १९६ देशांच्या प्रतिनिधींनी मान्यता

दिली आणि ४ नोव्हेंबर २०१६ पासून त्याची अंमलबजावणी सुरू झाली. ज्यांचे कार्बन–उत्सर्जन जास्त आहे अशा पेट्रोलियम निर्यात करणाऱ्या चार देशांनी या कराराला मान्यता दिलेली नाही. अमेरिकेच्या राष्ट्र संघाने (यूएसए) कराराला दिलेली मान्यता जून २०१७ मध्ये काढून घेतली आणि परत फेब्रुवारी २०२१ मध्ये दिली. अमेरिकेने ही मान्यता परत जानेवारी २०२५ मध्ये काढून घेतली. पॅरिस ॲग्रीमेंटचा मुख्य उद्देश असा आहे की जागतिक तापमानवाढ औद्योगिक कालावधीपूर्वीपेक्षा (preindustrial period) १.५ ते २ डिग्री सेल्सिअसने कमी करणे. हे उद्दिष्ट या शतकाच्या मध्यापर्यंत म्हणजेच २०५० सालापर्यंत साध्य करण्यासाठी प्रत्येक देशाने हरितगृहवायूंच्या उत्सर्जनावर नियंत्रण ठेवणे आवश्यक आहे. अनेक बाजू असणाऱ्या हवामान बदलांचा मुकाबला करण्याच्या एकाच महत्त्वाकांक्षी उद्देशाने सर्व देशांना एकत्र आणणाऱ्या या पॅरिस ॲग्रीमेंटने जागतिक स्तरावर एक वेगळाच ठसा उमटवला आहे. पॅरिस ॲग्रीमेंटच्या अंमलबजावणीसाठी आर्थिक आणि सामाजिक परिवर्तनाची नितांत आवश्यकता आहे. या करारात सहभागी असलेल्या प्रत्येक राष्ट्राने जागतिक तापमानवाढ कमी करण्याच्या उपायांचा आपला वचननामा सादर केला आहे. पॅरिस ॲग्रीमेंटप्रमाणे हवामान बदलांसाठीच्या उपाययोजनांचे नियोजन दर पाच वर्षांच्या कालावधीनी करायचे आहे. पॅरिस ॲग्रीमेंटमध्ये सहभागी झालेल्या सर्व देशांनी २०२० सालापर्यंत हरितगृहवायूंच्या नियंत्रणासाठी केलेल्या नियोजनांवर आधारित वचननामा सादर करायचा आहे. या

राष्ट्रीय वचननाम्यांना 'हेतूपुरस्सर केलेले राष्ट्रीय पातळीवरील निर्धारित योगदान (इंटेंडेड नॅशनली डिटरमाइंड काँट्रिब्युशन)' असे म्हटले जाते. यामध्ये प्रत्येक देशाने तापमानवाढ रोखण्यासाठी स्वीकारलेल्या उपाययोजनांचाही खुलासा करायचा आहे. पॅरिस करारामुळे गरजू देशांना आर्थिक, तांत्रिक आणि क्षमता वृद्धिंगत करण्यासाठी मदत मिळत आहे. केलेल्या उपाययोजनांचा, झालेल्या प्रगतीचा व केलेल्या किंवा मिळालेल्या मदतीचा अहवाल २०२४ सालापासून प्रत्येक देशाने द्यायचा आहे. यामुळे सर्व देशांनी केलेल्या उपाययोजनांची माहिती, प्रगती व कमतरता एकत्रितपणे अभ्यासता येईल व आणखी महत्त्वाकांक्षी उपाययोजना ठरवता येतील.

भारताची भूमिका

राष्ट्रीय पातळीवरील निर्धारित योगदानाद्वारे हरितगृह वायूंच्या उत्सर्जनामध्ये कपात करण्याचे उद्दिष्ट भारताने ठरवले आहे. त्याप्रमाणे भारताने आपला वचननामा सादर केलेला आहे. या वचननाम्यात पुढील मुख्य तरतुदी नमूद केल्या आहेत.

प्रदूषणविरहीत ऊर्जेचा वापर करणे – अपारंपरिक किंवा पर्यायी ऊर्जास्रोतांचा वापर करून २०३० सालापर्यंत २०० गिगावॉट वीजउत्पादन करायचे आहे. यासाठी आर्थिक व धोरणात्मक बदलांचे नियोजन करणे.

कार्बन डायऑक्साइडचे व इतर प्रदूषकांचे उत्सर्जन कमी करणे – २००५ सालाच्या आधारभूत आकडेवारीनुसार एकूण देशांतर्गत उत्पन्नाप्रती कार्बन डायऑक्साइडचे उत्सर्जन २०२० सालापर्यंत २०-२५% आणि २०३० सालापर्यंत ३३-३५% कमी करणे. ऊर्जानिर्मितीची पर्यायी व्यवस्था करण्याबरोबरच खनिज इंधन व त्यावर आधारित ऊर्जेचा वापर कमी करणे. ओझोन, नायट्रस ऑक्साइड, कार्बन मोनोक्साइड यांसारख्या प्रदूषकांची पातळी खाली आणणे.

वनक्षेत्रात वाढ करणे – २०१३ सालापर्यंत जेवढ्या प्रमाणात वनांच्याद्वारे कार्बन डायऑक्साइडचे शोषण झाले आहे त्याच्या १४% जास्त शोषण करण्याइतके वनक्षेत्र २०३० सालापर्यंत वाढवणे.

नवीन जीवनपद्धतीचा स्वीकार करणे – हवामान बदलांचे गंभीर परिणाम टाळण्यासाठी व हवामान बदलांशी जुळवून घेण्याची (Adaptation) क्षमता वाढवून शाश्वत जीवनशैली स्वीकारावी लागेल. नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा नाश टाळून पर्यावरणपूरक तंत्रज्ञान विकसित करून शेती, पाणी, आरोग्य असे मूलभूत प्रश्न सोडवणे आणि त्यासाठी आर्थिक तरतूद करणे.

नवीन उद्दिष्टे – स्वच्छ भारत, नद्यांची स्वच्छता, मेक इन इंडिया, स्मार्ट सिटीज, सर्वांसाठी घरे इत्यादी धोरणांद्वारे हवामान बदलांमुळे होणाऱ्या परिणामांना काही प्रमाणात तोंड देता येईल.

स्वच्छ भारत, उज्ज्वला गॅस योजना, सर्वांना वीज सौभाग्य योजना, इलेक्ट्रिक वाहने, सर्वांसाठी घरे, नद्यांची स्वच्छता, मेक इन इंडिया, स्मार्ट सिटी, इत्यादी राष्ट्रीय धोरणांद्वारे हवामान बदलांमुळे होणाऱ्या घातक परिणामांना काही प्रमाणात आळा बसू शकेल.

निष्कर्ष

हवामान बदलांमुळे आलेले संकट हे जागतिक असल्यामुळे त्याला तोंड देणे हे सामुदायिक कर्तव्य आहे कारण कोणताही देश होणारा विध्वंस थांबवू शकणार नाही. म्हणून एका विशिष्ट ध्येयाने प्रेरित होऊन जास्तीत जास्त देशांनी एकत्र येऊन हवामान बदलांमुळे येणाऱ्या संकटांना रोखण्यासाठी एकत्रितपणे प्रयत्न करण्याची गरज लक्षात घेऊन पॅरिस ॲग्रीमेंट या अभूतपूर्व व असामान्य कराराला मान्यता दिली.

काही तज्ज्ञांच्या मते हवामान बदलांना रोखण्यासाठी पॅरिस ॲग्रीमेंट हे पुरेसे नाही. त्या दिशेने टाकलेले हे पहिले पाऊल आहे. सर्व राष्ट्रांनी अत्यंत महत्त्वाकांक्षी नियोजन करून त्याची कडक अंमलबजावणी करणे आवश्यक आहे. ज्या राष्ट्रांनी पॅरिस ॲग्रीमेंटला मान्यता दिलेली नाही विशेषतः जे पेट्रोलियमची निर्यात करतात तसेच हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन जास्त करतात त्यांनी गंभीरपणे विचार करण्याची गरज आहे.

– अनघा शिराळकर
anaghashiralkar@gmail.com

संदर्भ :

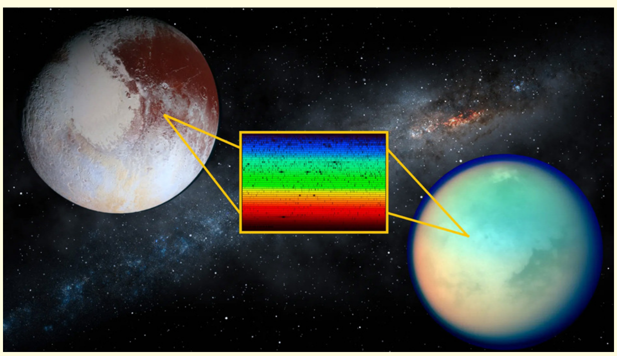
1. United Nations, United Nations Framework Convention on Climate Change, New York, 1992
2. United Nations Environment Programme, Montreal Protocol on Substanced that Deplete the Ozone Layer, Montreal, Canada, 1987
3. United Nations, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Kyoto, Japan,1998
4. United Nations, Paris Agreement, United Nations Framework Convention on Climate Change, Paris, 2025

रहस्यमय, यापूर्वी कधीही न पाहिलेले?

आनंद घैसास

खगोलशास्त्र आणि तेही रहस्यमय, असे म्हटले की काहीतरी फार दूरचे, दीर्घिका, कृष्णविवर वगैरेचे, किंवा विश्वनिर्मिती आणि विश्वरचनेबाबतचे काहीतरी नवे वाचायला मिळणार, असे मनात येणे साहजिक आहे. परंतु आज मी चक्क आपल्याच ग्रहमालिकेच्या संबंधातील आणि जवळच्या अवकाशातील काही वेगळ्या ग्रहांसंबंधीच्या एक-दोन गोष्टी सांगणार आहे.

आपल्या सूर्यमालेतील खुजा ग्रह प्लूटो आणि शनीचा उपग्रह टायटनकडे रोखून पाहण्याचा एक प्रयोग जेम्स वेब दुर्बिणीने नुकताच केला. या घटनेत, एक रहस्यमय आणि यापूर्वी कधीही न पाहिलेला, एक पदार्थ त्याने घेतलेल्या वर्णपटात असावा असा असा एक निष्कर्ष काढला गेला आहे.



संशोधकांना ग्रह प्लूटो (चित्रात वर डावीकडे) आणि शनीचा उपग्रह टायटन (खाली उजवीकडे) यांच्या घेतलेल्या स्पेक्ट्रममध्ये, वर्णपटामध्ये, एका अज्ञात रेणूमुळे तयार होणारी शोषण रेषा (ज्यांना वर्णपटातील 'फ्रॉनहॉफर लाइन' म्हणून ओळखले जाते) ती आढळली आहे. (या प्रतिमेत दिलेला रंगीत वर्णपट मात्र सूर्याचा असून, प्रातिनिधिक स्वरूपातील वर्णपट म्हणून दिलेला आहे आणि तो काही या नवीन अभ्यासाचा भाग नाही.)
(चित्रसंदर्भ : टायटन : N-S-/JPL/Space Science Institute; Pluto: N-S-/Johns Hopkins University -pplied Physics Laboratory/ Southwest Research Institute; Va Spectrograph: NO-O/ -UR-/NSF; शोधनिबंध लेखक हॅरी बेकर यांच्या भाष्यासह)

एका नवीन अभ्यासात प्लूटो आणि शनीचा सर्वात मोठा उपग्रह टायटन या दोन्ही ठिकाणी, इतर ठिकाणी न आढळणारी प्रकाशाची एक अत्यंत विशिष्ट तरंगलांबी ओळखण्यात, दिसण्यात आली आहे. या आश्चर्यकारक संकेतावरून असे सूचित होत आहे, की या ग्रहांवर एक अज्ञात रेणू आहे, जो सूर्यमालेत किंवा त्यापलीकडेही अद्याप कुठेही आढळलेला नाही.

जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपच्या (JWST) नवीन निरीक्षणांनुसार, बटु ग्रह प्लूटो आणि शनीचा सर्वात मोठा उपग्रह टायटनमधून प्रकाशाची एक रहस्यमय तरंगलांबी गायब आहे. या आश्चर्यकारक शोधावरून असे सूचित होते की या ग्रहांवर एक अज्ञात रेणू आहे, जो आतापर्यंत सूर्यमालेतील इतर कोणत्याही ग्रहावर किंवा बाह्यग्रहावर आढळलेला नाही. कदाचित तो पदार्थच ही तरंगलांबी शोषण करत असावा.

विश्वातील प्रत्येक मूलद्रव्य किंवा रेणू विद्युतचुंबकीय प्रारणांच्या विशिष्ट तरंगलांबींना शोषून घेतो. त्यामुळे, वर्णपटात त्या जागी या शोषणरेषा दिसतात. खगोलशास्त्रज्ञ सूर्यमालेतील आणि बाहेरील दूरच्या ग्रहांचा अभ्यास करण्यासाठी वापरत असलेल्या मुख्य मार्गांपैकी एक म्हणजे, त्यांच्यावरून परावर्तित होणाऱ्या प्रकाशाचे बारकाईने वर्णपटीय माध्यमातून निरीक्षण करणे आणि ज्ञात रासायनिक संयुगांच्या तरंगलांबीशी जुळणाऱ्या वर्णपटातील त्या गडद 'शोषणरेषा' शोधणे.

उदाहरणार्थ, आण्विक ऑक्सिजन २३० नॅनोमीटरवर प्रकाश शोषून घेतो, त्यामुळे इ.स.२०२१च्या एका अभ्यासानुसार, एखाद्या दूरच्या बाह्यग्रहाच्या विद्युतचुंबकीय (प्रकाशाच्या) वर्णपटात या वारंवारतेवर, वर्णपटातील तरंगलांबीवर जर शोषणरेषा आढळली, तर संशोधकांना खात्री असू शकते की त्या परग्रहाच्या वातावरणात नक्कीच ऑक्सिजन आहे.

JWST हे बाह्यग्रहांच्या वातावरणातील, दूरच्या

ताऱ्यांभोवतीच्या आणि आदिम आकाशगंगांमधील विद्युतचुंबकीय वर्णपट मिळवण्यात आणि तिथली विशिष्ट रसायने ओळखण्यात अत्यंत कुशल असल्याचे सिद्ध झाले आहे. त्यामधून एका परग्रहावर एक असा रेणूदेखील ओळखला आहे, जो परग्रहीय जीवनाकडे निर्देश करू शकतो.

११ जून २०२६ रोजी प्रीप्रिंट सर्व्हर "arXiv' वर अपलोड केलेल्या एका नवीन अभ्यासात, संशोधकांनी प्लूटो आणि टायटन येथील JWSTने मिळवलेल्या विदाचे, (डेटाचे), माहितीचे विश्लेषण केले. ज्यामध्ये आतापर्यंत तुलनेने अज्ञात असलेल्या अत्यंत लहान तरंगलांबींवर लक्ष केंद्रित झाले. कारण या विदातून दोन्ही ग्रहांच्या वर्णपटांमध्ये सुमारे ५.११ मायक्रोमीटर या तरंगलांबीवर एक विशिष्ट शोषणरेषा आढळून आली. (हे निष्कर्ष अद्याप कोणत्याही पीअर-रिव्ह्यूड जर्नलमध्ये प्रकाशित झालेले नाहीत.) संशोधक टीमने इतर ग्रहांच्या वर्णपटांवरील (spectra) तत्सम अभ्यासांची सखोल छाननी केली; परंतु 'या प्रकाशनांमध्ये उल्लेखित असलेला कोणताही 'बँड' (वर्णपटातील पट्टा) टायटन आणि प्लूटोवर आढळलेल्या शोषणरेषेशी (रेषेची जाडीही यात महत्त्वाची असते) किंवा शोषणस्थितीशी (absorption location, वर्णपटातील जागेशी) जुळणारा नव्हता,' असे त्यांनी आपल्या शोधनिबंधात नमूद केले आहे.

या शोषणरेषेशी संबंधित रेणूविषयक एक गूढ

हा शोध अधिकच आश्चर्यकारक वाटत आहे, कारण प्लूटो आणि टायटन यांच्यात असे कोणतेच फारसे साम्य नाही, ज्यावरून त्यांच्यात आढळणाऱ्या आणि इतरत्र कुठेही न सापडणाऱ्या एखाद्या विशिष्ट रेणूचे अस्तित्व स्पष्ट होऊ शकेल.

टायटन हा शनीच्या अनेक उपग्रहांपैकी सर्वात मोठा उपग्रह असून तो बुध ग्रहापेक्षाही आकाराने थोडा मोठा आहे. पृथ्वीव्यतिरिक्त सूर्यमालेतील ही एकमेव अशी खगोलवस्तू आहे जिच्या पृष्ठभागावर द्रव स्वरूपातील नद्या आणि महासागर असल्याचे ज्ञात आहे. या उलट, प्लूटो हा पूर्णपणे गोठलेल्या स्थितीतला ग्रह आहे; त्याचा आकार टायटनच्या तुलनेत साधारणत: निम्मा आहे आणि तो सूर्यापासून टायटनच्या, शनीच्या या उपग्रहाच्या सरासरी कक्षांतराच्या जवळपास चारपट अधिक दूरवरच्या कक्षेत आहे.

या दोन्ही खगोलवस्तूंचे वातावरण मात्र सारखेच असून त्यात मिथेन आणि नायट्रोजनचे प्रमाण अधिक आहे. तरीही, संशोधकांना खात्री आहे की ५.११ मायक्रोमीटरची 'ॲबसॉर्बर्शन लाइन' (शोषण रेषा) निर्माण करण्यास कारणीभूत असलेला हा रेणू या दोन्ही खगोलवस्तूंच्या वातावरणात नसून त्यांच्या पृष्ठभागावरच स्थित आहे.

टायटन आणि प्लूटो ही अत्यंत भिन्न अशी विश्वे आहेत. शनीच्या या सर्वात मोठ्या उपग्रहाच्या पृष्ठभागावर द्रव पदार्थ आढळतात आणि तो या बटू ग्रहाच्या तुलनेत दुप्पट मोठा आहे आणि शिवाय तो सूर्याच्या सुमारे चार पट अधिक जवळ आहे.

टायटनच्या पृष्ठभागाचे कल्पनाचित्र. टायटनवर उतरलेल्या 'हायगेन्स' यानामुळे मिळालेल्या माहिती आणि फोटोंवर आधारित नासाच्या चित्रकारांनी हे चित्र तयार केले आहे. (छायाचित्र सौजन्य : गेटी इमेजेस)

प्लूटोवरील 'ॲबसॉर्बर्शन लाइन' (शोषण रेषा) ही टायटनच्या तुलनेत साधारणपणे तीन पट अधिक जाडही आहे; याचा अर्थ असा की, तो रहस्यमय रेणू (molecule) त्या बटू ग्रहावर (dwarf planet) मोठ्या प्रमाणात अस्तित्वात असण्याची शक्यता आहे. मात्र, टायटनवर या रेणूचे वितरण असमान असल्याचे दिसून येते; शनीभोवती फिरताना ग्रहाच्या गतीच्या दिशेच्या विरुद्ध असलेल्या बाजूला (trailing side) ही शोषणरेषा अधिक गडद किंवा स्पष्ट आहे, तर गतीच्या दिशेने असलेल्या बाजूला (leading side) ती तुलनेने कमी तीव्र आहे.

संशोधकांनी असा अंदाज वर्तवला आहे, की हा पदार्थ कदाचित 'बेंझिन' (वलयाकार हायड्रोकार्बन रेणू) आणि एखादा अज्ञात रेणू यांचे मिश्रण असू शकते, किंवा ॲसिटिलीन किंवा केटीन यांसारख्या पदार्थांचा तो बर्फही असू शकतो. तथापि, यांपैकी एखादा विशिष्ट पदार्थच त्या विशिष्ट तरंगलांबीचे (wavelength) शोषण करण्यास कारणीभूत आहे, हे सिद्ध करण्यासाठी अजून खूप संशोधन होणे आवश्यक आहे, असे त्यांनी नमूद केले आहे.

नासाचे 'ड्रॅगनफ्लाय' (Dragonfly) हे अंतराळयान - जे इ.स.२०२८ पूर्वी प्रक्षेपित होणार नाही आणि

इ.स.२०३४ मध्ये टायटनच्या वातावरणातून प्रवास करेल अशी शक्यता आहे – या परिस्थितीवर भविष्यात कदाचित अधिक प्रकाश टाकू शकेल. हेलिकॉप्टरसारख्या दिसणाऱ्या या यानावर असणारा 'स्पेक्ट्रोग्राफ' शनीच्या या उपग्रहावरील त्या रहस्यमय रेणूची जवळून घेतलेल्या निरीक्षणांमधून ओळख पटवू शकेल; तसेच, तो रेणू प्लूटोवर अस्तित्वात असणे शक्य आहे का, हे समजण्यासही यामुळे मदत होईल, असे संशोधकांनी सुचवले आहे. मात्र, तोपर्यंत या कुतूहलजनक खगोलीय कोड्याचा उलगडा होण्यासाठी आपल्याला वाट पाहावी लागेल...

आता दुसऱ्या गोष्टीकडे पाहू या. ही गोष्टही JWST दुर्बिणीच्या आणखी एका वेगळ्या निरीक्षणातून समोर आलेली आहे.

JWST म्हणजे 'जेम्स वेब अवकाशीय दुर्बिणी'द्वारे शोधले गेलेले वादग्रस्त 'जम्बो' (JUMBO = 'ज्युपिटर-मास बायनरी ऑब्जेक्ट') ग्रह हे कदाचित केवळ आभास नसून वास्तव असू शकतात, असे आता समोर येत आहे. एका नवीन अभ्यासानुसार, आकाशगंगेतील ताऱ्यांची निर्मिती होणाऱ्या एका विशाल क्षेत्रात गुरू ग्रहाच्या आकाराचे आणि ग्रहासारखे दिसणारे 'रोग' (Rogue = म्हणजेच कोणत्याही ताऱ्याभोवती न फिरणारे, एकांडे अवकाशात विहार करणारे ग्रह) अशा दोन जोड्यांचे हे घटक प्रत्यक्षात आढळून आले आहेत. या निष्कर्षांवरून असे सूचित होते, की हे विचित्र घटक खरोखरच अस्तित्वात आहेत आणि तो आधी वाटला तसा केवळ एखादा आभास नाही.

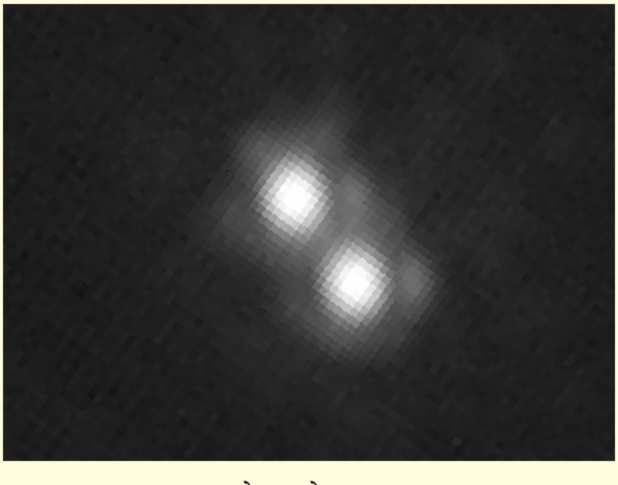
जेम्स वेब दुर्बिणीने शोधलेली एका रहस्यमय नवीन प्रकारची खगोलीय वस्तू आता वास्तवाच्या अधिक जवळ आली आहे, असे या एका नवीन अभ्यासात म्हटले आहे. दक्षिण आकाशातील एका मोठ्या तारका-निर्मितीच्या क्षेत्राकडे पाहताना, खगोलशास्त्रज्ञांना गुरू ग्रहासारख्या दोन 'भटक्या' वस्तूंच्या जोड्या आढळल्या, ज्या जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपने (JWST) पूर्वी शोधलेल्या रहस्यमय ग्रहांच्या जोड्यांसारख्याच आहेत. या ग्रहांच्या जोड्या – ज्या कोणत्याही ताऱ्याशी जोडलेल्या नसल्यासारख्या अवकाशात मुक्तपणे फिरत आहेत – JWSTच्या सुरुवातीच्या शोधांपेक्षा या वस्तू आकाशगंगेच्या वेगळ्या भागात आढळल्या आहेत. यावरून असे सूचित होते, की या गूढ वस्तू खरोखरच एका नवीन प्रकारच्या आहेत. तथापि, पुष्टीकरणासाठी पुढील निरीक्षणे अजूनही आवश्यक आहेत.

चिलीमधील 'युनिव्हर्सिदाद आंद्रेस बेलो' विद्यापीठातील खगोलभौतिकी शास्त्राचे प्राध्यापक आणि या

सेंटॉरस म्हणजे 'नरतुरंग तारकासमूहा'च्या खालच्या अंगाला – आणि क्रक्स म्हणजे 'कर्कटक तारकासमूहा'च्या विभागात, जिथे गुरू ग्रहाच्या आकाराच्या नवीन खगोलीय वस्तूंच्या जोड्या आढळतात. निळ्या ताऱ्यांचे वर्चस्व असलेला हा समूह आपल्यापासून फक्त ३८५ प्रकाशवर्षे दूर आहे. (छायाचित्र सौजन्य : रॉबर्टो मुरा, सार्वजनिक डोमेन)

नवीन संशोधनाचे सह-लेखक 'दांते मिन्नीटी' यांनी 'लाइव्ह सायन्स'ला एका ईमेलमध्ये सांगितले, की 'आम्हाला नेहमीच वेगवेगळ्या प्रकारचे परग्रह शोधण्याच्या शक्यतेने आकर्षित केले आहे.'

मुक्त-भ्रमण करणारे परग्रह (FFPs = Free Floting Planets) हे असे 'भटके' बाह्यग्रह आहेत, जे गुरुत्वाकर्षणाने कोणत्याही ताऱ्याशी बांधलेले नाहीत. या विलक्षण वस्तू विश्वात मोठ्या संख्येने आढळतात. अंतराळ-आधारित दुर्बिणींनी, विशेषतः JWSTने केलेल्या सर्वेक्षणांमधून, अनेक तारे-निर्मिती क्षेत्रांमध्ये, म्हणजेच सघन तेजोमेघांमध्ये, शेकडो मुक्त-भ्रमण करणारे असे 'एकांडे ग्रह' आढळून आले आहेत. नासाच्या अंदाजानुसार, एका दीर्घिकेमध्ये (आकाशगंगेमध्ये) एकट्या भटक्या ग्रहांची संख्या त्यातल्या ताऱ्यांपेक्षा कदाचित २० पट जास्त असू शकते.



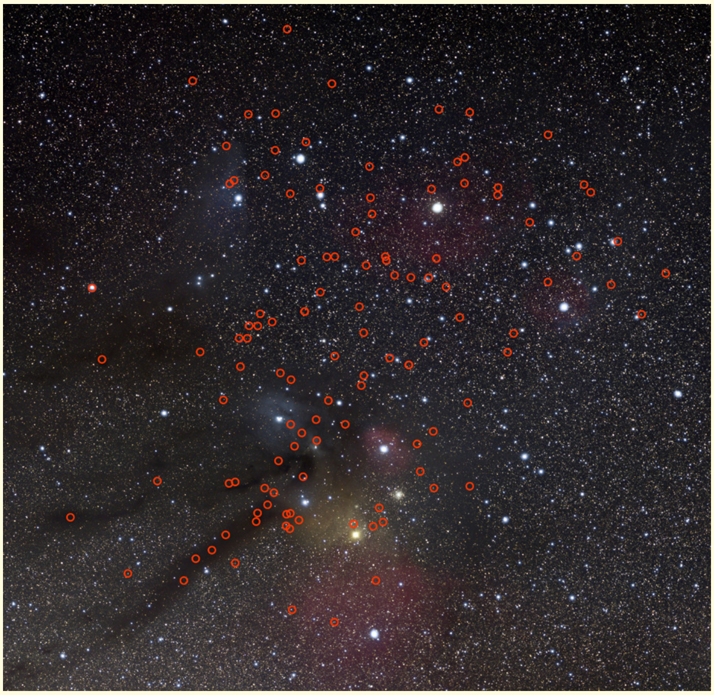
हायड्रा म्हणजे आश्लेषा तारकासमूहात सापडलेला पहिला द्वैती रोग परग्रह.

या उलट, द्विक-मुक्त-भ्रमण करणारे ग्रह- ज्यात एकमेकांभोवती फिरणारे दोन भटके बाह्यग्रह ह्यात असतात - ते मात्र खूपच दुर्मिळ असल्याचे दिसते. यातील एका उपप्रकाराने विशेष कुतूहल जागृत केले आहे. 'ज्युपिटर-मास बायनरी ऑब्जेक्ट' किंवा 'जंबोज' (JUMBOs) म्हटल्या जाणाऱ्या, एकमेकांपासून दूर असलेल्या या परग्रह-सदृश वस्तूंच्या द्विक-जोड्यांचे म्हणजे गुरुत्वाकर्षणात असणाऱ्या द्वैती पण मंद ताऱ्यांप्रमाणे भासणाऱ्या या 'रोग-परग्रहांचे' एकूण वस्तुमान गुरू ग्रहाच्या वस्तुमानाच्या सुमारे ०.७ ते ३० पट असते.

'जम्बो-२९' म्हणून ओळखला जाणारा पहिला द्वैती रोग परग्रह, जो मृग तारकासमूहात आहे. यातल्या दोघांमध्ये सुमारे १३५ खगोलीय एककांएवढे अंतर असावे असे अनुमान आहे.

एक महाकाय गूढच

इ.स.२०२३ मध्ये, JWSTने ओरायन म्हणजे मृग तारकासमूहातील, ताऱ्यांच्या निर्मितीचे केंद्र असलेल्या 'ओरायन तेजोमेघा'मध्ये, सुमारे ४० 'जंबो' (JUMBO) संभाव्य ग्रहांचा शोध लावला, जणू त्यांना समोर आणले, त्यांचे अनावरण केले. त्यांच्या या शोधाने कुतूहल वाढवले, पण त्यानेच चर्चा वाढली. कारण आता मिळालेल्या अशा ग्रहांच्या जोड्यांनी, ग्रहनिर्मितीच्या पारंपरिक सिद्धांतांना जणू आव्हान दिले आहे. तथापि, त्यानंतरच्या संशोधनाने त्यांच्या अस्तित्वाला आव्हान दिले होते, ज्यात २०२४च्या पुनर्विश्लेषणाचा समावेश होता, ज्या विश्लेषणाने असे सुचवले की तथाकथित ग्रहांच्या अनेक जोड्या या केवळ दूरचे थंड बटू तारे असावेत...



इ.स. २०२१ मध्ये दिसून आलेले भुजंगधारी (ओपिआकस) तारकासमूहाच्या आसपास असलेले संभाव्य ११५ मुक्त भ्रमण करणारे 'रोग' परग्रह.

तरीही, या घडामोडींमुळे 'मिन्नीटी' हे बाह्यग्रहांच्या आणि कमी वस्तुमानाच्या खगोलीय वस्तूंच्या अधिक निश्चित जोड्या शोधण्यापासून परावृत्त झाले नाहीत. त्यांच्या शोध यादीत 'ब्राउन ड्वार्फ'चाही, 'करड्या-चॉकलेटी बटू ताऱ्यांचा'ही आता समावेश झाला होता. हे करडे बटू असे 'अयशस्वी तारे' असतात, जे ग्रहांपेक्षा अधिक वस्तुमानाचे असतात, परंतु त्यांच्या गाभ्यात पुरेशी उष्णता आणि दाब तयार होत नसतो, कारण त्यांचे वस्तुमान सूर्यापेक्षा फारच कमी असते. तारा बनण्यासाठी लागणारे वस्तुमान सूर्याच्या किमान ८ टक्के तरी असावे लागते. ज्यामुळे गाभ्यात अणुसंम्मीलनाद्वारे उर्जा तयार होऊन, स्थिरपणे ऊर्जा मिळवून चमकता तारा बनवण्यासाठी ते पुरेसे ठरेल.

- आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

CAR T cell थेरपी

डॉ. रंजन गर्गे

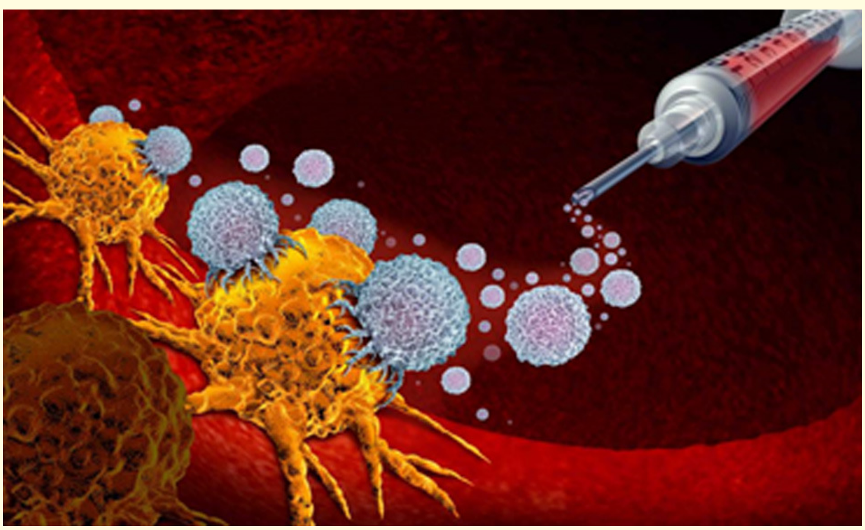
रोग्याच्याच रोगप्रतिकारक्षमतेचा वापर करून विकसित केलेली कर्करोगोपचार पद्धती म्हणजे इम्युनोथेरपी. CAR T cell थेरपी म्हणजेच 'किमेरिक अँटीजेन रिसेप्टर्स टी पेशी' ही सध्या एक आश्वासक कॅन्सर इम्युनोथेरपी म्हणून जगभर चर्चेत आहे. रोग्याच्या रक्तातील पांढऱ्या पेशींना उत्परिवर्तित करून कॅन्सर पेशींना नष्ट करण्याची ही थेरपी आहे. इम्युनोथेरपीचे वेगवेगळे प्रकार असून त्या कॅन्सरच्या प्रकारानुसार तिचा वापर केला जातो. कॅन्सर खूपच वरच्या टप्प्यावर पोहोचलेला असतो तेव्हा इम्युनोथेरपीचा वापर केला जातो.

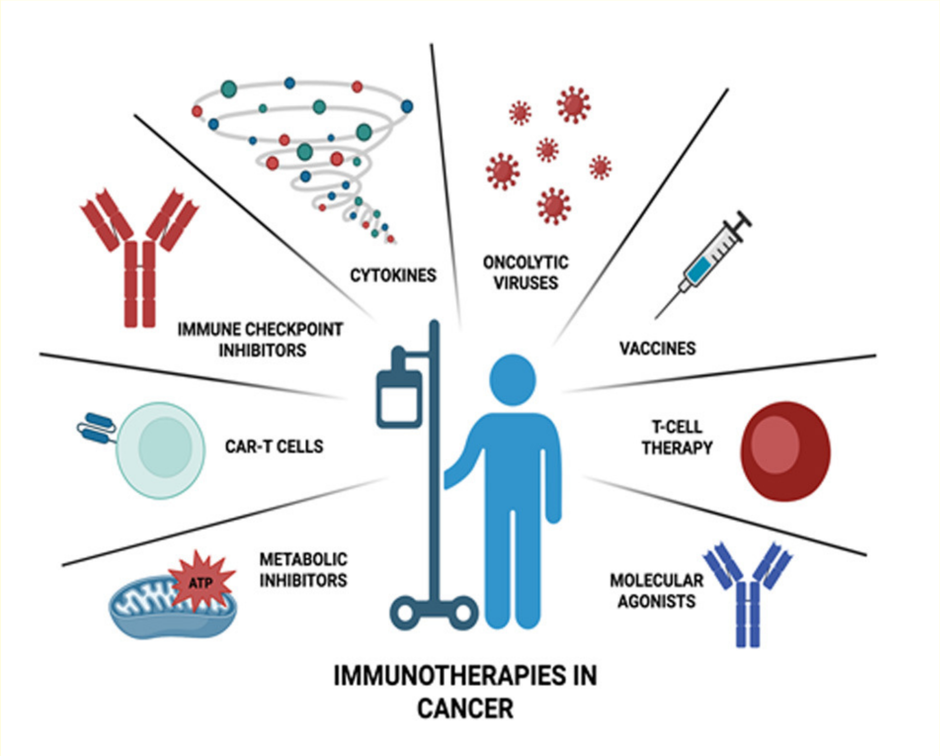
आपली रोगप्रतिकारक्षमता ही विविध अवयव, पेशी आणि पदार्थांनी बनलेली असते. यामुळे आपल्याला विविध रोगांपासून संरक्षण मिळते. आपल्या शरीरातील संसर्गजन्य जिवाणू आणि विषाणूंचा शोध घेऊन त्यांचा नायनाट केला जातो. स्वतःचे आणि परकीय यातील फरक जाणण्याची क्षमता त्या पेशीत असते. परकीय सूक्ष्मजीव किंवा पदार्थ शरीरात शिरल्याबरोबर सूचना मिळते आणि रोगप्रतिकारक्षमता सक्रिय होते. या प्रक्रियेला आपण रोगप्रतिकारक प्रतिसाद म्हणजेच इम्युन रिस्पॉन्स असे म्हणतो.

कॅन्सर पेशी ही सामान्य पेशीप्रमाणेच असेल तर आपले शरीर त्याला परके समजत नाही. त्यामुळे कॅन्सर पेशींचा नायनाट करण्यास आपली रोगप्रतिकारक्षमता दुर्बल ठरते. कॅन्सर पेशीसुद्धा हुशार असतात. त्या विशिष्ट सूचनेनुसार रोगप्रतिकारक्षमतेपासून लपून राहून त्याला हुलकावणी देतात. या आव्हानांवर मात करण्यासाठी रोगप्रतिकारक्षमतेला कॅन्सर पेशी शोधून काढण्यासाठी विशेष प्रशिक्षण द्यावे लागते.

इम्युनोथेरपीचे प्रकार

- **Monoclonal antibodies (mAbs or MoAbs) :** एखाद्या विशिष्ट कॅन्सर पेशींचा नायनाट करण्यासाठी प्रयोगशाळेत या विशिष्ट प्रथिनांच्या रचना तयार केलेल्या असतात.
- **Chimeric antigen receptor (CAR) T-cell therapy :** रोग्याच्या रक्तातील टी-पेशींना उत्परिवर्तित करून कॅन्सर पेशींना नष्ट केले जाते.
- **Tumor infiltrating lymphocytes (TILs) :** अर्बुदामधून विशिष्ट पांढऱ्या पेशी काढून त्या





प्रयोगशाळेत वाढवल्या जातात. आणि पुन्हा शरीरात टोचल्या जातात ज्या कॅन्सर पेशींना नष्ट करतात.

- **Immune checkpoint inhibitors :** रोगप्रतिकारक्षमतेच्या मर्यादा ओलांडून त्यांना कॅन्सर पेशी ओळखून त्या नष्ट करण्यास सिद्ध करणे.
- **Cancer vaccines :** काही कॅन्सरसाठी लस निर्मिती करणे.
- **Cytokines :** हे प्रथिन रोगप्रतिकारक्षमतेला कॅन्सर पेशींवर हल्ला करण्याचे संकेत पाठवतात.
- **Oncolytic virus therapy :** काही विषाणूंना प्रयोगशाळेत उत्परिवर्तित करून कॅन्सर पेशींना नष्ट करणे.
- **Immunomodulators (non-specific immunotherapies) :** रोगप्रतिकारक्षमतेच्या काही भागांना उद्दीपित करून काही प्रकारचे कॅन्सर बरे करता येतात.

इम्युनोथेरपी द्यायची की नाही हे अनेक घटकांवर अवलंबून असते. अर्बुदाचा प्रकार, आकार, जागा आणि शरीरातील त्याचा प्रसार यावर ती अवलंबून असते. इम्युनोथेरपीची तीन उद्दिष्टे असू शकतात. १. कॅन्सर पूर्णतः बरा करणे, २. कॅन्सरचा शरीरातील प्रसार थांबवणे, ३. लक्षणे सौम्य करणे.

किमोथेरपी आणि इम्युनोथेरपी यातील फरक नीट लक्षात घ्यायला हवा. इम्युनोथेरपी ही रोग्याच्या रोगप्रतिकारक्षमतेच्या माध्यमातून कॅन्सर पेशींना नष्ट करते. किमोथेरपी ही मात्र कॅन्सर पेशींवर सरळ हल्ला करते. परंतु हे करत असताना सुदृढ पेशीदेखील यात बळी पडतात. दोन्ही थेरपी या रक्तातून दिल्या जातात.

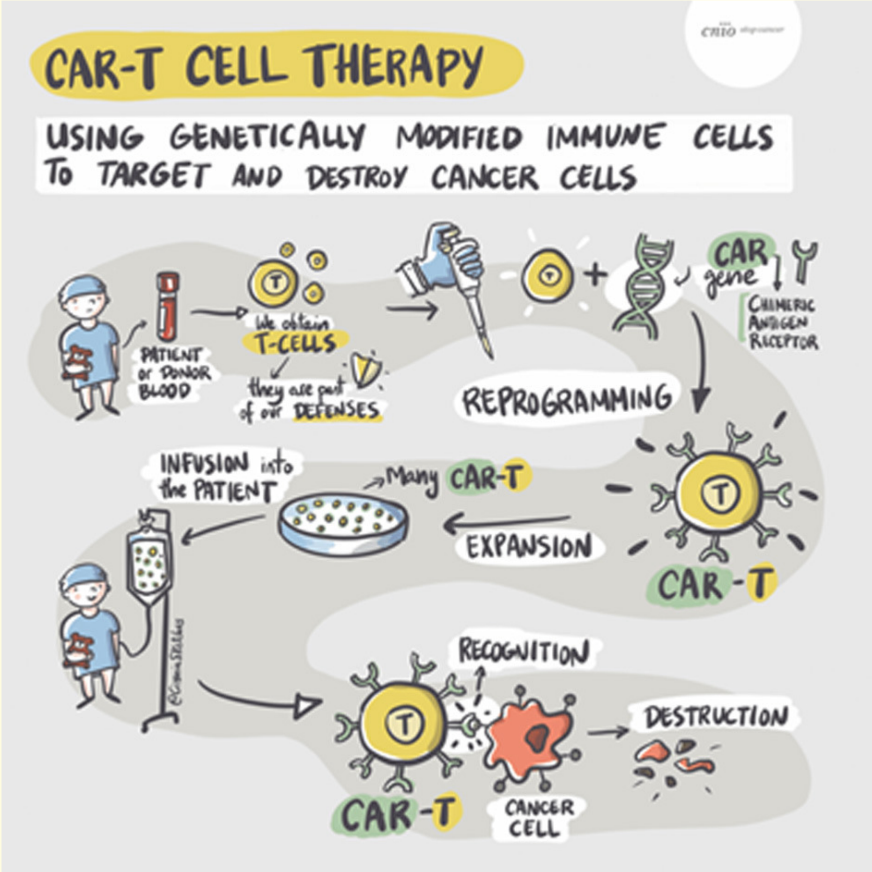
CAR-T cell थेरपी

स्पॅनिश कॅन्सर रिसर्च सेंटरचे लुई अल्वारेज-व्हालिना यांनी असे म्हटले आहे की इम्युनोथेरपी ही भविष्यातील उपचारपद्धती असणार आहे. मागील दशकात या कॅन्सर थेरपीचे खूप आशादायक परिणाम मिळाले आहेत.

याला 'किमेरिक अँटिजेन रिसेप्टर्स टी लिम्फोसाइट' असे म्हणतात. 'किमेरा' म्हणजे दोन किंवा अधिक भिन्न घटकांच्या मिश्रणातून किंवा संयोगाने बनवलेली वस्तू. भारतीय पुराणकथांमध्ये जसे मानव आणि घोडा किंवा मानव आणि सिंह यांच्या संयोगाने तयार झालेल्या प्राण्यांचे उल्लेख सापडतात. तसेच या ठिकाणी दोन वेगवेगळ्या प्रजाती किंवा स्रोतांचे डीएनए एकत्र करून तयार केलेल्या रचना असा त्याचा अर्थ होतो. ही चार टप्प्यात काम करते.

पहिला टप्पा : याला ल्युकाफेरेसिस असे म्हणतात. रोग्याच्या रक्तातून प्रथम टी लिम्फोसाइट पेशी वेगळ्या केल्या जातात.

दूसरा टप्पा : याला रिप्रोग्रामिंग असे म्हणतात. एका



विशेष प्रयोगशाळेत या टी लिम्फोसाइट पेशीच्या पृष्ठभागावर "CAR' म्हणजेच किमेरिक अँटिजेन रिसेप्टर हे जनुक रीकॉम्बिनेशन या इंजिनीयरिंग तंत्राने स्थानांतरित केले जातात आणि CAR-T पेशी तयार होतात.

तिसरा टप्पा : याला क्लोनिंग असे म्हणतात. यात क्लोनिंग तंत्राने लाखो CAR-T पेशी तयार केल्या जातात.

चौथा टप्पा : याला इन्फ्युजन असे म्हणतात. या CAR-T पेशी त्याच रोग्याच्या रक्तात टोचल्या जातात.

ही थेरपी प्रामुख्याने ब्लड कॅन्सर हा इतर कुठल्याच उपचार पद्धतीने बरा होत नसेल तर किंवा तो उलटला तर विशेषत्वाने दिली जाते. उदाहरणार्थ, १. ल्युकेमिया : प्रामुख्याने बी–सेल ॲक्युट लिम्फोब्लास्टिक ल्युकेमिया, २. लिम्फोमाज : डिफ्युज लार्ज बी सेल लिम्फोमा, फॉलीक्युलर लिम्फोमा, ३. मल्टिपल मायलोमा : बोनमॅरोचा असामान्य ब्लड कॅन्सर.

गेल्या दोन दशकांपासून ही उपचार पद्धती भारतात आली तेव्हा ती अत्यंत महागडी होती. म्हणजे २.५ ते ३.५ करोड रुपये लागत होते. परंतु आज भारतात स्वदेशी तंत्रज्ञानाने CAR-T पेशी तयार केल्या जातात. त्यासाठी NexCAR-19 आणि Qartemi या पद्धती विकसित केल्या आहेत. त्यामुळे भारतात उपचाराची किंमत ३० ते ५० लाख रुपये इतकी आहे.

ही थेरपी काम कशी करते ?

आपल्या रक्तात टी पेशी या पांढऱ्या पेशी असतात. त्यांच्या पृष्ठभागावर ग्राहक रिसेप्टर असतात. हे शरीरातील परक्या पेशींना ओळखून त्यांना नष्ट करतात. परंतु या टी पेशी कॅन्सर पेशींना परक्या म्हणून ओळखू शकत नाही. म्हणून या पेशींचे रिप्रोग्रामिंग करून त्यांचे रूपांतर CAR-T पेशीमध्ये केले जाते. आता मात्र या पेशी लक्षवेधी बनतात. कॅन्सर पेशींना ओळखून त्यांना नष्ट करतात.

रोग्याची किमोथेरपी किंवा रेडिओथेरपी चालू असली तरी इम्युनोथेरपी घेण्याच्या पूर्वी रोग्याला 'लिम्फोडिप्लेटिंग किमोथेरपी' घ्यावी लागते. यात तुमच्या रक्तातील लिंफोसाइट्स कमी केल्या जातात , जेणेकरून त्या CAR-T पेशींना विरोध करणार नाहीत. मेडिकल बॅगमध्ये या CAR-T पेशी जतन करून ठेवलेल्या असतात. ही बॅग तुमच्या शरीराला इंट्राव्हेनस इंजेक्शनद्वारा जोडली जाते आणि या नव्या पेशी रोग्याच्या रक्तात प्रवाहित होतात. ही प्रोसिजर ५ ते ३० मिनिटांपर्यंत चालते. रोग्याच्या प्रतिसादानुसार

त्याला सात ते दहा दिवस हॉस्पिटलमध्ये तज्ज्ञांच्या देखरेखीखाली राहावे लागते. रोग्याला काही साईड इफेक्टचा सामना करावा लागतो.

बायोमार्कर्स

कुठलाही कॅन्सर होतो म्हणजे जनुकीय उत्परिवर्तन (जेनेटिक म्युटेशन) हे त्याचे प्रमुख कारण असते. हे जनुकीय उत्परिवर्तन किंवा प्रथिनांमधील बदल हा विविध प्रकारचा असू शकतो. याला 'बायोमार्कर्स' असे म्हणतात. एकाच प्रकारचा कॅन्सर झालेल्या मेलानोमा किंवा फुप्फुसाचा कॅन्सर विविध व्यक्तींत वेगवेगळे बायोमार्कर असू शकतात. काही विशिष्ट बायोमार्करसाठीच इम्युनोथेरपी परिणामकारक ठरू शकते. आणि म्हणून बायोमार्करची चाचणी ही उपचार करण्यापूर्वी अत्यंत महत्त्वाची ठरते.

खाली दर्शवलेल्या बायोमार्करसाठी म्हणजे जनुक किंवा प्रथिनांमध्ये उत्परिवर्तन झाले असेल तरच इम्युनोथेरपी वापरता येते.

- PD-1 (programmed cell death-1) protein
- PD-L1 (programmed death-ligand 1) protein
- CTL--4 (cytotoxic T-lymphocyte-associated protein 4)
- TMB (tumor mutational burden)
- MSI (microsatellite instability)
- CD19 (cluster of differentiation 19) protein
- CD20 (cluster of differentiation 20) protein
- BCM- (B cell maturation antigen)
- GPRC5D (G protein-coupled receptor family C group 5 member D)
- CD38 (cluster of differentiation 38) protein
- SL-MF7 (signaling lymphocyte activation molecule family member 7) protein

इम्युनोथेरपी ही इतर कुठल्या थेरपींबरोबर वापरली जाते?

१. सर्जरी किंवा रेडिएशन्स देण्याच्या पूर्वी अर्बुदाचा आकार कमी करण्यासाठी.
२. सर्जरी किंवा रेडिएशन देऊन झाल्यावर अर्बुदाचा उरलेला भाग नष्ट करण्यासाठी.
३. इतर ड्रग्जच्या समवेत. उदाहरणार्थ किमो ड्रग्ज देऊन प्रथम कॅन्सर पेशींची संख्या कमी केली जाते.
४. कॅन्सर उलटला किंवा सद्य उपचाराला प्रतिसाद देत नसेल तर.

बऱ्याच वेळा विविध प्रकारच्या इम्युनोथेरपी विशिष्ट क्रमाने वापरल्या जातात. याला कॉम्बिनेशन इम्युनोथेरपी असे म्हणतात.

साईडइफेक्ट

इतर कॅन्सर उपचार पद्धतींच्या मानाने इम्युनोथेरपीचे साईडइफेक्ट तुलनेने सौम्य असतात. ते व्यक्तिपरत्वे अवलंबून असते.

१. कातडीवर रॅश येणे
२. थकवा जाणवणे
३. नॉशिया, वांती होणे आणि हगवण
४. एंडोक्राइन बदल. (थायरॉइड)
५. फ्ल्यूची लक्षणे
६. सायटोकाईन रिलीज सिण्ड्रोम
७. मेंदूत विषबाधा
८. कोलायटिस
९. रोगप्रतिकारक्षमतेमुळे सुदृढ पेशी नष्ट होणे.

इम्युनोथेरपी किती यशस्वी आहे?

१. इतर उपचार पद्धती अयशस्वी ठरतात. आणि प्रगत स्थितीतील कॅन्सरसाठी ही पद्धती वापरली जाते.
२. कॅन्सर पेशी या कधी कधी रोगप्रतिकारक्षमतेलाही जुमानत नाही.
३. जनुकीय बदल झाले तर ड्रग रेझिस्टन्समुळे इम्युनोथेरपी कार्यशून्य ठरते.
४. व्यक्तिपरत्वे इम्युनोथेरपी वेगवेगळा प्रतिसाद देते.

२०२० साली केलेल्या एका सर्वेक्षणानुसार लिम्फोब्लास्टिक ल्युकेमियासाठी CAR-T पेशी थेरपी घेणाऱ्या मुलांमध्ये १२ महिन्याच्या उपचारानंतर ८५% मुलांमध्ये आजाराची लक्षणे कमी झाली आणि ६०% मुले रोगमुक्त झाली. परंतु असेही दिसून आले आहे की काही कॅन्सर परिस्थितीत बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात ही थेरपी लागू पडली नाही.

डॉक्टरचा तत्काल सल्ला घ्या!

CAR-T पेशी थेरपी घेणाऱ्या रोग्यांमध्ये गंभीर स्वरूपाचे साईड इफेक्ट दिसून येण्याची शक्यता असते. सायटोकाइन रिलीज सिण्ड्रोम आणि मेंदू आणि मज्जासंस्थेवर परिणाम यासंबंधी काळजी घेणे क्रमप्राप्त आहे. अशी काही लक्षणे दिसत असल्यास हॉस्पिटलमध्येच डॉक्टरांच्या निगराणीखाली असलेले उत्तम.

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

डायबेटिस मेलाइटिसचे न उलगडलेले कोडे

डॉ. स्वाती बापट

मधुमेहाबाबत पौर्वात्य देशांमधले वैद्यकीय तज्ज्ञ प्राचीन काळापासून नेमके काय संशोधन करत होते व त्यांनी मधुमेहाबाबत काय नोंदी करून ठेवलेल्या होत्या, हे आपण मागील महिन्याच्या लेखामधे बघितले. पौर्वात्य देशांमधले वैद्यकीय तज्ज्ञ मधुमेहाबाबत जसे संशोधन आणि त्यासंबंधीच्या नोंदी करत होते त्याचप्रमाणे पाश्चात्त्य देशांमधले वैद्यकीय तज्ज्ञदेखील या आजाराबाबत ज्ञान संपादन करत होतेच.

पाश्चिमात्य देशामध्ये या आजाराविषयी पूर्वापार काय-काय ज्ञान उपलब्ध झाले होते व ते पुढे कसे कसे विकसित होत गेले ते बघू या. 'रुफस ऑफ एफिसस' आणि 'गॅलेन' या प्राचीन ग्रीक तज्ज्ञांनी, अनुक्रमे पहिल्या आणि दुसऱ्या शतकामध्ये एका विशिष्ट प्रकारच्या आजाराबाबतच्या नोंदी करून ठेवलेल्या होत्या. पुढील काळात त्याच आजाराचे नामकरण डायबेटिस मेलायटिस असे झाले. या विशिष्ट प्रकारच्या आजारामध्ये, अती तहान लागणे, जास्त प्रमाणात व वारंवार लघवी होणे, अतिशय खा-खा सुटणे आणि रुग्णाने अन्न खाल्ले तरीही त्याचे शरीर कृश होत जाणे, अशी लक्षणे या ग्रीक तज्ज्ञांना दिसून आली होती. अशा आजाराने ग्रस्त असलेल्या रुग्णांना कधी कधी मृत्यूही ओढवतो, असेही त्या तज्ज्ञांनी लिहून ठेवले होते. या आजारामध्ये दिसून येणाऱ्या बहुमूत्रतेच्या लक्षणावरून गॅलेन या ग्रील तज्ज्ञाने तर या आजाराला 'डायरिया युरिनोमा' (मूत्राचा अतिसार) असे नाव देण्याचे सुचवले. कारण तोपर्यंत पाश्चिमात्य देशांमधे अजून या आजाराचे बारसे झालेलेच नव्हते!

पाश्चिमात्य देशांमधे मधुमेहाचे डायबेटिस हे नामकरण कसे आणि कुठे झाले तेही आता बघू या. 'डायबिटीज' हा शब्द प्रथम ग्रीक-रोमन वैद्यकीय तज्ज्ञांनी वापरात आणला. दुसऱ्या इसवी शतकामध्ये, कॅपाडोशिया देशातले प्रख्यात वैद्यकीय तज्ज्ञ अरिटीयस, यांनी प्रथम हा शब्द वापरला असे मानले जाते. तर काही संशोधकांच्या मते, इजिप्तमध्ये कार्यरत असलेल्या 'पोलोनियस ऑफ मेम्फिस' नामक ग्रीक वैद्यकीय तज्ज्ञाने तिसऱ्या शतकात हा शब्द प्रथम वापरला. परंतु या शब्दाचे मूळ सापडते ते 'डायबायनो' (diabaino) या ग्रीक क्रियापदामध्ये. 'डायबायनो' या क्रियापदाचा अर्थ 'सायफन करणे' असा आहे. 'डायबिटीज'ने ग्रस्त असलेल्या रुग्णाने कितीही पाणी प्यायले तरीही त्याच्या शरीरातून द्रव वाहून जाण्याची, म्हणजेच ते द्रव 'सायफन आऊट' होण्याची स्थिती, अशा अर्थी हा शब्द वापरला गेला.

अरेटियस नावाच्या तज्ज्ञाने लिहिलेल्या वैद्यकीय ग्रंथामध्ये, शारीरिक आजार आणि मानसिक आजार अशा दोन्ही प्रकारांमध्ये मधुमेहाचे वर्गीकरण केलेले आहे. त्याने त्या ग्रंथामधे या दोन प्रकारच्या आजारांमधील फरकसुद्धा स्पष्ट केलेला आहे. या आजाराबाबत लिहिताना त्याने मधुमेहाचे आणि मधुमेही रुग्णाच्या लक्षणांचे अतिशय अचूक वर्णन केलेले आहे. त्यामध्ये, मधुमेहाची आजच्या काळात सर्वज्ञात असलेली लक्षणे, म्हणजे polyurea, polydypsia and polyphagia या लक्षणांचे वर्णन दिलेले आहे. अरेटियसने या आजाराचे नामकरण 'पॉलीयुरिक वेस्टिंग डिसीज' (polyuric wasting disease) असे केलेले आहे. अरेटियसने या आजाराचे केलेले वर्णन मोठे विलक्षण आणि तितकेच रंजक आहे. त्याने लिहून ठेवले आहे, की हा विशिष्ट प्रकारचा आजार म्हणजे एक अद्‌भुत आजार आहे. या आजाराने ग्रस्त असलेल्या रुग्णाचे मांस आणि अवयव विरघळत जातात आणि लघवीवाटे बाहेर फेकले जातात. या आजाराने ग्रस्त असलेला रुग्ण सतत पाणी पीत राहतो व पाणी पिणे कधीच थांबवू शकत नाही. परंतु, हे पाणी सतत लघवीवाटे निघून जात असते, म्हणजेच पाण्याचा प्रवाह सतत चालू असतो. जणू काही या आजारामुळे, रुग्णाचे विरघळलेले मांस आणि अवयव एखाद्या जलवाहिनीच्या उघड्या तोंडातून वाहत आहेत, असे भासते. या आजाराचा रुग्ण हळूहळू खंगत जातो व या आजाराने ग्रस्त असलेल्या कोणत्याही रुग्णाचे आयुष्य कमीच असते.

हे सर्व लिहिताना अरेटियसने असेही लिहून ठेवले आहे, की एकंदरीत मनुष्यप्राण्यांमधे हा अद्भुत आजार तसा क्वचितच आढळतो, किंवा फारसा आढळत नाही. यावरून आज असा तर्क करता येतो की अरेटियसच्या काळात मधुमेहींचे प्रमाण कमी असावे. कदाचित त्या काळात डायबेटिसचा सर्वात वाईट प्रकार म्हणजे टाइप-१ डायबेटिसचेच रुग्णच अधिक दिसून येत असावेत. आज आपण ज्याला टाइप-२ डायबेटिस म्हणतो, ते रुग्ण त्या काळातील समाजामध्ये कदाचित फारसे नसावेत असा अंदाज आपल्याला बांधता येऊ शकतो.

पौर्वात्य अथवा पाश्चिमात्य देशामधे अनेक तज्ज्ञांनी मधुमेह या आजाराची लक्षणे नोंदवली असली तरीही, हा आजार नेमका कशामुळे होतो याचा अंदाज मात्र त्यापैकी कोणीच बांधलेला नव्हता. दुसऱ्या शतकातील Galen of Pergamon किंवा पर्गामनचा गॅलन (इ.स. सुमारे १२९-२१६) हा ग्रीक-रोमन वैद्यकीय तज्ज्ञ अरेटियसचा समकालीन होता. त्याने मधुमेह हा मूत्रपिंडांचा आजार आहे, असा सिद्धांत मांडला. मूत्रपिंडांच्या धारणक्षमतेतील कमकुवतपणामुळे हा आजार होतो, असे मानून त्यानेही या स्थितीला 'डायरिया युरिनोसा' (मूत्राचा अतिसार) असे नाव दिले. गॅलनने या आजाराची सर्व प्रमुख लक्षणे ओळखलेली होती आणि त्यांची नोंदही करून ठेवलेली होती. अती तहान लागणे (पॉलिडिप्सिया) आणि वारंवार लघवी होणे (पॉलियुरिया), ही लक्षणे जरी त्याने अचूक नोंदलेली असली तरी त्याने आपल्या संपूर्ण वैद्यकीय कारकिर्दीत फक्त दोनच रुग्ण पाहिल्याची नोंद सापडते. त्याने मांडलेले शरीरशास्त्रीय सिद्धांत निर्विवादपणे प्रमाण मानले जात होते. त्यामुळे, पाश्चात्त्य वैद्यकशास्त्रात असा सिद्धांत सर्वमान्य झाला मधुमेह हा केवळ मूत्रपिंडामध्ये बिघाड झाल्यामुळे उद्भवणारा आजार आहे. पुढे तो सिद्धांत १,४०० वर्षांहून अधिक काळ वैद्यकीय जगतात टिकून राहिला.

सोळाव्या शतकात, स्वित्झर्लंड या देशामध्ये, 'फिलिपस ओरिओलियस पॅरासेल्सस' या नावाचा एक फिजिशियन होऊन गेला. त्यानेच प्रथमतः, मधुमेहाकडे बघण्याचा वैज्ञानिक दृष्टिकोन बदलणारी एक संकल्पना मांडली. डायबेटिस हा संपूर्ण शरीराला पोखरणारा एक गंभीर असा, शरीरामधील अनेक संस्थांना पोखरणारा, म्हणजे systemic आजार आहे असा दावा या पॅरासेल्सस नामक फिजिशियनने केला. हा केवळ मूत्रपिंडाचा विकार नसून, मूत्रपिंडाला त्रास होणे आणि त्यामुळे सातत्याने जास्त लघवी होणे हा फक्त या आजाराच्या अनेक दुष्परिणामांपैकी एक दुष्परिणाम आहे असा सिद्धांत त्यांनी प्रथम मांडला. त्याआधी अनेक शतके, डायबेटिस हा केवळ मूत्रपिंड आणि मूत्राशयाचा आजार आहे असे पाश्चिमात्य देशांमधे मानले जात होते. त्यामुळेच, पॅरासेल्सस यांनी मांडलेला हा नवीन दृष्टिकोन अत्यंत क्रांतिकारी आणि या आजाराच्या बाबतीतला एक महत्त्वाचा मैलाचा दगड ठरला.

पॅरासेल्सस यांनी असा सिद्धांत मांडला की मधुमेही रुग्णांमधील अती-मूत्रविसर्जनाची (पॉलियुरिया) समस्या मूत्रपिंडांमध्ये साचलेल्या क्षारांमुळे उद्भवते. हे क्षार बाहेर काढून टाकण्यासाठीच मूत्रपिंडांना अतिरिक्त द्रव शरीराबाहेर टाकणे भाग पडते, असे त्यांचे मत होते. पॅरासेल्सस यांनी काही मधुमेही रुग्णांच्या बाबतीत एक प्रयोग केला. त्यांनी काही रुग्णांच्या मूत्राचे बाष्पीभवन होऊ दिले. बाष्पीभवनानंतर त्या मूत्रातील पाणी उडून गेल्यामुळे खाली पांढऱ्या रंगाची पूड उरली. ती पूड म्हणजेच क्षार आहेत असा निष्कर्ष पॅरासेल्सस यांनी काढला. खरे पाहता, हा निष्कर्ष पूर्णपणे चुकीचा होता. परंतु त्या वेळी पॅरासेल्सस यांना खात्री होती की ते क्षारच आहेत. त्यामुळे, मधुमेह हा रक्ताचा विकार असून या आजाराने ग्रस्त असलेल्या रुग्णाच्या रक्तात साठलेले मिठाचे कण मूत्रावाटे बाहेर पडतात, असा निष्कर्ष त्यांनी काढला. रक्तातील मिठाबाबतचा किंवा लघवीमध्ये क्षार असल्याबाबतचा त्यांचा निष्कर्ष चुकीचा असला तरीही त्यांनी केलेल्या या निरीक्षणांमुळे लघवीच्या रासायनिक विश्लेषणाकडे आणि या रोगाकडे जैव-रासायनिक दृष्टिकोनातून पाहण्यासाठीचे एक महत्त्वपूर्ण पाऊल उचलले गेले, ही बाब विशेष उल्लेखनीय आहे.

आधी सांगितल्याप्रमाणे, काही पाश्चात्त्य वैद्यकीय तज्ज्ञांनी डायबेटिस या आजाराची नोंद घेतलेली होती. काहींनी या आजाराच्या लक्षणांबाबत अचूक निरीक्षणेही नोंदवलेली होती. त्याहीपुढे जाऊन काहींनी हा आजार नेमका कशामुळे होतो याबाबत काही अनुमानही वर्तवलेले होते. तरीदेखील, जवळजवळ सोळाव्या शतकापर्यंत युरोपमध्ये डायबेटिसबद्दल फारसे काही सखोल संशोधन अथवा विशेष उल्लेखनीय नोंदी दिसून येत नाहीत. मध्ययुगीन काळात पाश्चात्त्य देशांमध्ये कदाचित डायबेटिसचे रुग्ण क्वचितच दिसून येत असल्याने, डायबेटिस हा एक दुर्लक्षित आजार राहिला असावा. तसेच, त्या काळामध्ये संसर्गजन्य आजारांचे प्रमाण अधिक असल्यामुळेही डायबेटिस या आजाराकडे त्या काळातील वैद्यकीय तज्ज्ञांचे दुर्लक्ष झाले असावे. मधुमेहींची लघवी गोड असते हे निरीक्षण प्रथम भारतीय वैद्यकीय तज्ज्ञ सुश्रूत यांनी नोंदवलेले होते हे आपण मागील महिन्याच्या लेखामध्ये पाहिले आहे. कदाचित

भारतीयांकडूनच हे ज्ञान मध्य आशियामध्ये पोहोचले असावे, असाही अंदाज वर्तवला जातो. मधुमेहाच्या रुग्णाच्या लघवीची चव गोड असते या संकल्पनेवर, मध्य आशियातील युनानी वैद्यकीय तज्ज्ञ अव्हिसेना यांच्या ज्ञानकोशामधे बराच जोर दिला गेलेला होता. त्यानंतर, त्यांनी लिहिलेल्या, The Canon of Medicine या पुस्तकाचा पाश्चात्त्य वैद्यकीय पद्धतीवर अनेक शतकांपर्यंत खूप मोठा प्रभाव होता. मधुमेही रुग्णाच्या लघवीची चव गोड असते, हे निरीक्षण पाश्चात्त्य वैद्यकीय तज्ज्ञांनी स्वतः केलेले नसून, अव्हीसीनाच्या ज्ञानकोशात नोंदींमुळेच त्यांना ते कळले असावे असे मानले जाते.

पुढे सतराव्या शतकामध्ये ऑक्स्फर्ड युनिव्हर्सिटीचे प्रोफेसर थॉमस विलीस यांनी 'फार्मास्युटिस रॅशनॅलिस' किंवा "Rational Treatment Of Pharmacology' हा ग्रंथ लिहिला. या ग्रंथात त्यांनी Pissing Evil किंवा मूत्रविषबाधा यावर एक संपूर्ण प्रकरण लिहिले आहे. मधुमेही रुग्णांच्या मूत्राच्या गोडव्यावरही त्यांनी भाष्य केले आणि डायबेटिस या शब्दाच्या पुढे 'मेलायटस' हा शब्दही जोडला. मेलिटसचा अर्थ मधाळ असा आहे. म्हणजेच, मधाचा गोडवा असणारे मूत्र निर्माण करण्याचा आजार! भारतीय वैद्य सुश्रुत यांनी या आजाराने ग्रस्त असलेल्या रुग्णांच्या गोड मूत्राचा उल्लेख केला होता. त्यांनी त्यावरूनच या आजाराचे नामकरण मधुमेह असे केलेलेही होते. परंतु, सुश्रूत यांनी केलेले नामकरण विलीसला माहीत असेलच असे नाही. त्यामुळे, आधुनिक वैद्यकशास्त्राच्या इतिहासात, या आजाराच्या रुग्णाच्या मूत्राच्या चवीच्या संदर्भात, मधाचा उल्लेख करणारा विलीस हा पहिला युरोपीयन वैद्यकीय तज्ज्ञ ठरला.

प्रोफेसर विलीस यांच्या मते डायबिटिस हा मूत्रपिंडांचा आजार नसून रक्ताच्या विकारामुळे होणारा आजार आहे. खाण्याच्या काही अयोग्य सवयी आणि ठरावीक मानसिक स्थिती अशी या आजाराची कारणे असतात असे त्यांनी सांगितले. अयोग्य जीवनशैली आणि मुख्यत्वे सायडर, बीअर आणि तीव्र मद्याचे सतत आणि अमर्याद सेवन; तसेच उदासीनता, दीर्घकाळ मनात साचलेला शोक अशीही अनेक कारणे त्यांनी दिली. रुग्णांमध्ये डायबेटिक न्यूरोपॅथी होते, हेदेखील प्रोफेसर थॉमस विलीस यांनी ओळखले होते. या न्यूरोपॅथीचे वर्णन त्यांनी दंश आणि स्नायूंमध्ये वारंवार येणारी कळ असे केले होते. पाश्चात्त्य देशांमधे प्रोफेसर थॉमस विलीस यांनी प्रथम डायबेटिसच्या रुग्णाची लघवी चाखून ती गोड असल्याचा निर्वाळा दिला, असे मानले जाते. डायबेटिसवर अनेक चित्र-विचित्र इलाज प्रोफेसर थॉमस विलीस यांनी सुचवले. मात्र या उपचारांमुळे डायबेटिस मेलाइटिसचे रुग्ण मात्र बरे होऊ शकले नाहीत. तसेच, डायबेटिस मेलाइटिसच्या रुग्णांचे मूत्र मधासारखे गोड का असते, याचे स्पष्टीकरणदेखील प्रोफेसर थॉमस विलीस देऊ शकले नाहीत.

डायबेटिस मेलाइटिसच्या इतिहासामधील अनेक महत्त्वाचे टप्पे आणि अशाच अनेक रंजक गोष्टींबाबत आपण पुढील महिन्याच्या लेखामधे चर्चा करू.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

ग्रंथाली

लवकरच प्रसिद्ध होत आहे

महाराष्ट्राच्या

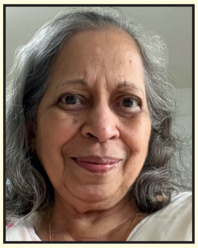
हास्यरेषा

संपादन : प्रसिद्ध व्यंगचित्रकार प्रशांत कुलकर्णी

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

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

मूल्य १५०० रुपये । सवलतीत १००० रुपये । टपालखर्च १०० रुपये



खाद्यतेल आणि आरोग्य

वसुधा जोशी

चमचमीत, कुरकुरीत, चविष्ट आणि गरमागरम कोणाला खायला आवडत नाही? पावसाळ्यात तर अशा पदार्थांची लज्जतच वेगळी असते. आपल्याकडे सणासुदीला; मुख्यत्वे करून दिवाळीला अशा पदार्थांची रेलचेल असते. पूर्वीच्या काळी म्हणजे फार नाही पण साधारणपणे ३०-४० वर्षांपूर्वी हे पदार्थ वाटेल तेव्हा बनवण्याची पद्धत नव्हती. बाजारातही हे पदार्थ फारसे मिळत नसत, मिळाले तरी फार चांगले नसत आणि ऊठसूट विकत आणणे सवयीचे नव्हते आणि परवडतही नव्हते. परंतु आता काही धरबंधच राहिलेला नाही. कधीही, कुठेही आणि कोणतेही पदार्थ बाजारात मिळतात. त्यामुळे जिभेचे चोचले पुरवणे सहज शक्य झाले आहे. त्याशिवाय यूट्यूबवर हे पदार्थ कसे बनवावे याच्या भरमसाट चित्रफिती आहेतच आणि दररोज त्यामध्ये भरही पडते आहे. या सगळ्याचा परिणाम म्हणजे असे हे चमचमीत पदार्थ खाण्याची सवय झाली आहे. याचबरोबर कोणत्या वयात कोणी काय खावे किंवा खाऊ नये हे सांगणारे किंवा आपले आरोग्य आपणच कसे सांभाळायचे हे शिक्षण देणाऱ्या चित्रफिती काही कमी नाहीत. त्यामुळे काय होते माहीत आहे? तेलकट पदार्थ आवडीने खाताना आपण काही गुन्हा तर करत नाही ना असे वाटत राहते आणि त्यात काय चुकीचे आहे? कारण उघड आहे. WHOच्या प्रसिद्धी पत्रकानुसार मृत्यूच्या अनेक कारणांपैकी एक नंबरचे कारण आहे हृदयविकार! आणि याचा संबंध तेलकट पदार्थांच्या सेवनाशी जोडला जातो. त्यामुळे असे पदार्थ किती लोकांना आवडीनेचवीने मनसोक्त खाता येत असतील, प्रश्नच आहे. परिणामी मानसिक दडपणही येत असणार हे उघड आहे.

तसे पाहिले तर पूर्वीच्या काळी तेला-तुपाचे-साखरेचे खायला मिळणे म्हणजे माणूस भाग्यवान आहे असे समजले जात असे. साजूक तुपात बनवलेले पदार्थ खायला मिळणे हे श्रीमंतीचे लक्षण मानले जात असे. खाद्यपदार्थ आणि त्यामधील घटक यांचा विज्ञानाने कब्जा घेतला आणि शास्त्रशुद्ध अभ्यासाला सुरुवात झाली. तेव्हापासून काय खावे - काय खाऊ नये या विचाराने माणसाला भंडावून सोडले आहे. आता तर अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाच्या जमान्यात काय खावे - काय खाऊ नये सांगणाऱ्या चित्रफितींचा सुळसुळाट झाला आहे. या चित्रफिती पाहून सर्वसामान्य माणूस संभ्रमात पडेल अशी वस्तुस्थिती निर्माण झाली आहे. अशा परिस्थितीत खाल्लेल्या पदार्थाचे पचन तरी व्यवस्थित होईल का? शरीरातील सर्वच क्रिया मानसिक स्वास्थ्यावर अवलंबून असतात. घाबरत घाबरत अती विचार करून खाल्लेल्या तेलकट पदार्थाचे पचन तरी नीटपणे होईल का, असा प्रश्न पडतो. तसे कोणतेही तेल वाईट नाही. परंतु तेलाचा वापर कसा आणि किती प्रमाणात होतो यावर बऱ्याच गोष्टी अवलंबून आहेत. त्याहीपेक्षा माझ्या मते प्रत्येक माणसाची मानसिकता, शारीरिक जडणघडण, आनुवंशिकता यावरही आरोग्य अवलंबून आहे. तेल किती आणि कसे वापरायचे हे फार महत्त्वाचे आहेच. तेल जास्त न तापवणे आणि एकदा तळणासाठी वापरल्यावर उरलेले तेल परत वापरणे आरोग्यासाठी योग्य नाही. परत परत तेल तापवले असता त्यामधे ट्रान्स फॅट आणि फ्रिरॅडीकल तयार होतात. त्यामुळे कॅन्सर, हृदयरोग, लठ्ठपणा आणि यकृताचे विकार यांचा धोका वाढतो. तसेच तेल जास्त प्रमाणात तापवले म्हणजे धूर येऊ लागल्यावरही तापवले तर तेलाचे ऑक्सिडेशन होते आणि शरीराला घातक घटक तयार होतात.

खाद्यतेले आणि त्यातील घटक

मुख्य घटक : ९५ ते ९८% ट्रायग्लिसेराइड (triglycerides).

किरकोळ घटक : १ ते ५% या घटकांमुळे तेलाला सुवास, रंग आणि टिकाऊपणा प्राप्त होतो.

खाद्यतेल म्हणजे थोडक्यात स्निग्धपदार्थ. कोणत्याही खाद्यतेलामध्ये मुख्य घटक असतो ट्रायग्लिसेराइड (triglycerides). ग्लिसेरीनच्या रेणूला ३ मेदाम्ल रेणू (fatty acids) जोडलेले असतात. मेदाम्ल म्हणजे हायड्रोजन आणि

कार्बन यांची एकमेकांना जोडून बनलेली माळ. हे मेदाम्ल ३ प्रकारचे असतात. ते सर्व खाद्यतेलामध्ये कमीजास्त प्रमाणात असतात.

१. संतृप्त मेदाम्ल (saturated fatty acid) : या मेदाम्लामध्ये कार्बनचा एकही द्विबंध (double bond) नसतो. प्रक्रिया केलेल्या खाद्यपदार्थापैकी गाय, डुकरे यांचे मांस, कोंबडीचे कातडीसहीत मांस यामध्ये संतृप्त मेदाम्ल जास्त प्रमाणात असते आणि त्यामुळे हृदयविकाराचा धोका जास्त वाढतो असे मानले जाते. लोणी, दही आणि चीज यामध्ये संतृप्त मेदाम्ल मोठ्या प्रमाणात असते; परंतु त्यांचा संदर्भ हृदयविकाराचा धोका वाढण्याशी लावला जात नाही हे नवीन अभ्यासावरून उघड झाले आहे. हे संतृप्त मेदाम्ल नारळ, नारळाचे तेल आणि पामतेल यांमध्ये मोठ्या प्रमाणात असते. नारळाच्या तेलामध्ये संतृप्त मेदाम्ल लहान आकाराचे (short fatty acid chains) असते त्यामुळे त्याचे तत्काळ शोषण होऊन यकृताकडे पाठवले जाते, ताबडतोब ताकद मिळण्यासाठी यकृत त्याचा वापर करते. अन्नपचन आणि मानसिक स्वास्थ्य सुधारण्यासाठी याचा उपयोग होतो. संतृप्त मेदाम्ल सर्वसामान्य तापमानात घनस्वरूपात असते. या पदार्थाच्या अती सेवनाचा परिणाम म्हणजे LDL कोलेस्टेरॉलमध्ये वाढ होणे. रक्तातील कोलेस्टेरॉलचे प्रमाण वाढल्यामुळे हृदयविकाराचा धोका वाढतो, अन्नाच्या पचनकार्यावरही परिणाम होऊ शकतो. इन्सुलिनची कार्यक्षमता कमी होते आणि त्याचा परिणाम म्हणजे दुसऱ्या प्रकारचा (type 2) मधुमेह होण्याची शक्यता वाढते. लठ्ठपणासुद्धा वाढतो. तरीही काही शारीरिक क्रियांसाठी संतृप्त मेदाम्लाची शरिराला गरज असते. संतृप्त मेदाम्ल पेशींच्या आवरणामधील महत्त्वाचा घटक आहे त्याशिवाय कॉर्टिसोल (cortisol), एस्ट्रोजेन (estrogen), टेस्टोस्टेरॉन (testosterone) यांसारख्या महत्त्वाच्या संप्रेरकांच्या (hormone) निर्मितीसाठी संतृप्त मेदाम्लाची आवश्यकता आहे. या कारणास्तव आपल्या जेवणातून या मेदाम्लाला पूर्णपणे बाद करता येणार नाही.

२. एकल असंतृप्त मेदाम्ल (mono unsaturated fatty acids, MUSAs) : या मेदाम्लामध्ये एकच द्विबंध असतो. हा घटक वनस्पती, तेलबिया आणि अॅवोकॅडोपासून काढलेल्या तेलामध्ये जास्त प्रमाणात असतो. हा घटक मनुष्याला आरोग्यदायी आहे. रक्तातील कोलेस्टेरॉल, साखर (glucose), यांची पातळी योग्य राखण्याचे काम करतो. LDL कमी करून आणि HDL वाढवून रक्तातील कोलेस्टेरॉलची पातळी योग्य राखली जाते. परिणामी रक्तदाब योग्य राखला जातो आणि strokeचा धोकाही कमी होतो. पेशी आणि मज्जासंस्थेचे (nerve sheath) आवरण बनण्यासाठी एकल असंतृप्त मेदाम्ल गरजेचे असते. परंतु या घटकांचे सेवन योग्य प्रमाणात करणे गरजेचे आहे नाहीतर वजन वाढेल.

३. बहुअसंतृप्त मेदाम्ल (polyunsaturated fatty acids, PUSAs) : यामध्ये एकाहून जास्त म्हणजे बहू द्विबंध असतात. हे मेदाम्ल प्रामुख्याने दोन प्रकारात त्याच्या रासायनिक घडणीवरून विभागलेले आहे.

a. ओमेगा– ३ मेदाम्ल (omega-3) : हा घटक हृदयाचे आरोग्य राखणे, जळजळ कमी करणे आणि रक्तातील ट्रायग्लिसराइडचे प्रमाण कमी करणे ही कामे करतो. हा घटक सालमन, मॅकेरेलसारखे मासे, अळशी, शीआ बीया (chia seeds) आणि अक्रोड यामध्ये मुबलक प्रमाणात असतो. आपल्या आहारात या पदार्थांचा समावेश केला पाहिजे.

b. ओमेगा– ६ मेदाम्ल (omega-6) : हा घटक पेशींचे आवरण आणि मज्जासंस्थेचे कार्य यासाठी महत्त्वाचा आहे. हा घटक सोयाबीन, मका, सूर्यफूल तेले, सुकामेवा आणि बिया (nuts and seeds) यामध्ये असतो. ह्या पदार्थांचा आपल्या आहारात समावेश करणे गरजेचे आहे.

किरकोळ घटक :

अगदी अल्प प्रमाणात असलेले घटक तेलाचा सुवास, रंग आणि टिकाऊपणा यासाठी कारणीभूत ठरतात. फारच अत्यल्प प्रमाणात फायटोस्टेकॉल असतात आणि ते कोलेस्टेरॉलचे शरिरात होणारे शोषण कमी करण्यास मदत करतात. थोड्या प्रमाणात जीवनसत्त्वे A, D, E असतात.

आयुर्वेदाने गायीच्या साजूक तुपाला महत्त्व दिलेले आहे. तुपामध्ये संतृप्त मेदाम्लाचे प्रमाण जास्त म्हणजे ५० ते ६५% आहे. १० ग्रॅम तुपामध्ये ३० मिली ग्रॅम कोलेस्टेरॉल असते. एकल असंतृप्त मेदाम्ल २५ ते ३०% असते, हे शरीराला आरोग्यदायी आहे. त्या व्यतिरिक्त ब्युटेरीक आम्ल ३ ते ५% आणि जीवनसत्त्व K2 असते ते इतर तेलामध्ये नसते. हे ब्युटेरीक असीड मोठ्या आतड्याच्या आरोग्यासाठी, अन्नपचनासाठी आणि जळजळ (inflammation) कमी करण्यासाठी उपयुक्त आहे. जीवनसत्त्व E जे हृदयाच्या आरोग्यासाठी फायदेशीर असते ते फार थोड्या प्रमाणात असते. हृदयाचे आरोग्य चांगले असणाऱ्यांनी योग्य प्रमाणात तूप खायला काहीच हरकत नाही. त्यामुळे शरीरस्वास्थ्यासाठी फायदाच होईल.

खाद्यतेल कोणतेच वाईट नाही, परंतु प्रत्येक खाद्यतेलाचे गुणधर्म वेगळे आहेत. सर्वसाधारणपणे खाद्यतेलाचा वापर आपण तीन–चार वेगवेगळ्या पद्धतींनी करतो, कच्चे न तापवता, फोडणीसाठी आणि तळणासाठी. त्याव्यतिरिक्त बेकिंगसाठी तेल, लोणी वापरले जाते. केक, बिस्किटे वगैरे बनवताना खूप जास्त तापमानात भाजणे ही क्रिया होत असते.

कोणते तेल वापरावे हे आपण कशासाठी तेलाचा वापर करणार आहोत यावरून ठरवणे गरजेचे आहे. तेलाच्या डब्यावर तेलामधील घटक आणि त्या घटकाचे त्या तेलामधील प्रमाण छापलेले असते. ते वाचून २-३ तेले आलटूनपालटून वापरावीत. म्हणजे सर्व घटकांचा आपल्या आहारात समतोल साधला जाईल. उदाहरणार्थ, तुम्ही एक्स्ट्रा व्हर्जिन ऑलिव्ह तेल वापरत असाल तर त्या जोडीला राईचे तेल आणि अवोकॅडोतेल वापरावे. तुम्ही कोल्डप्रेस भुईमुगतेल वापरत असाल तर त्याच्या जोडीला राईचे तेल किंवा साजूक तूप (एकूण तेलाच्या २०%) वापरायला हरकत नाही. अशा प्रकारे तेलांचा वापर करताना त्यातील घटकांचा आहारात आणि वापरण्याच्या पद्धतीनुसार समतोल साधला गेला पाहिजे.

फक्त हृदयाच्या आरोग्यासाठीच नाही तर एकूणच शरीराच्या आरोग्यासाठी खाद्यतेलाचा वापर करताना बऱ्याच गोष्टी विचारात घेणे गरजेचे आहे. दररोज किती उष्मांकाची (calories) गरज व्यक्तीला आहे, कशासाठी (कच्चे तेल सॅलडसाठी, फोडणीसाठी, तळणासाठी इत्यादी) तेल वापरायचे आहे याचा विचार करून कोणते तेल वापरावे हे ठरवले पाहिजे. प्रत्येक तेलात चांगले, मध्यम आणि वाईट गुणधर्म असतातच. थोडक्यात पुढीलप्रमाणे विचार करावा-

- कच्चे किंवा कमी तापमानात वापरण्यासाठी खाद्यतेल : प्रथम गाळणीचे ऑलिव्ह तेल (extra virgin olive oil, EVOO). या तेलामध्ये हृदयासाठी आरोग्यदायी एकल असंतृप्त मेदाम्ल जास्त प्रमाणात असते. तसेच ताकदवान अँटिऑक्सिडेंट जे जळजळ (inflammation) कमी करतात त्यांचेही प्रमाण चांगले आहे. या तेलाचे धूर येण्याचे तापमान कमी असल्यामुळे हे तेल उच्च तपमानासाठी वापरू नये.
- फोडणी किंवा बेकिंगसाठी अवोकॅडोतेल, शेंगदाणातेल (cold press) तूप योग्य आहे : हे तेल हृदयाच्या आरोग्यासाठी EVOO तेलासारखेच आहे परंतु उच्च तापमानात वापरले तरी चालते. कारण या तेलाचे धूर येण्याचे तापमान खूप जास्त आहे.
- बेकिंग आणि तळणासाठी कॅनोला खाद्यतेल योग्य आहे. या तेलामध्ये संतृप्त मेदाम्लाचे प्रमाण कमी असून ओमेगा-३ हा घटक आहे. तसेच, या तेलाला उच्च तापमानात धूर येतो. तसेच, भुईमूग कोल्डप्रेस तेलही वापरता येईल.
- कमी प्रमाणात किंवा शक्यतो वापरू नये असे स्निग्धपदार्थ : लोणी, तूप या स्निग्धपदार्थात संतृप्त मेदाम्लाची मात्रा जास्त प्रमाणात असते. तरीही या तेलामध्येही काही घटक आरोग्यवर्धक आहेत. कमी प्रमाणात वापर करायला हरकत नाही.
- वापरू नये : रिफाइंड तेलाचा वापर शक्यतो टाळावा. उच्च तापमानात किंवा काही रसायनाच्या वापरामुळे या तेलात ट्रान्स मेदाम्ल, अँटिऑक्सिडंट आणि विषारी घटक निर्माण झालेले असू शकतात.

इ. स. १९६० पासून जगातील सर्व आरोग्यविषयक संस्था, अगदी अमेरिकन हार्ट असोसिएशनसुद्धा (AHA) संतृप्त मेदाम्लाचे प्रमाण आहारामध्ये कमी असावे अशी शिफारस करत होते. हे प्रमाण एकूण गरज असलेल्या उष्मांकाच्या ६ टक्क्यांपेक्षा जास्त नसावे. ही शिफारस त्या काळी झालेल्या संशोधनातील निष्कर्षावर आधारित होती. परंतु अलीकडे झालेल्या किंवा चालू असलेल्या संशोधनातील निष्कर्ष वेगळे आहेत. काही संशोधनात असे दिसून आले आहे की संतृप्त मेदाम्लाचा हृदयरोगाशी सरळ सरळ काहीही संबंध नाही. याचा अर्थ असा नाही की संतृप्त मेदाम्लापासून काहीही तोटे नाहीत. तरीही संतृप्त मेदाम्लावरील संशोधनात एक गोष्ट सर्वमान्य आहे ती म्हणजे या मेदाम्लामुळे LDL कोलेस्टरॉलमध्ये वाढ होते. चालू असलेल्या संशोधनात असे दिसून आले आहे की पुढील घटकांचा हृदयाच्या आरोग्यावर काहीही परिणाम होणार नाही, झाला तर फायदा होईल.

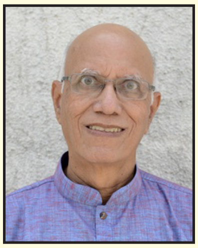
- चारा खाणाऱ्या जनावरांचे दूध आणि दुधाचे पदार्थ.
- चारा खाणाऱ्या जनावरांचे प्रक्रिया न केलेले मांस.
- नारळ आणि नारळाचे पदार्थ.
- कमीत कमी साखर घातलेले गडद (dark) chocolate.

पुढील पदार्थ खाणे हृदयाच्या आरोग्यासाठी योग्य नाही. हृदयविकाराचा धोका वाढू शकतो.

- तळलेले आणि खूप प्रक्रिया केलेले नाश्त्याचे पदार्थ.
- भरपूर साखर असलेले बेकरी पदार्थ.
- प्रक्रिया केलेले आणि संरक्षक (preservative) घातलेले मांस.

संशोधकांनी काढलेल्या अशा काही परस्परविरोधी निष्कर्षांमुळे संतृप्त मेदाम्ल आणि त्याचा हृदयाच्या आरोग्यावर होणारा परिणाम या विषयावर चर्चा चालू असून ठोस निष्कर्ष काढण्यासाठी आणखी संशोधनाची गरज आहे. थोडक्यात काय तर तेल-तूप वापरताना हवामान, सवयी, शारीरिक जडणघडण, कामाचे स्वरूप वगैरेंचा विचार करावा. एकाच तेलाचा वापर टाळावा. त्याऐवजी दोन-तीन तेले आलटूनपालटून वापरावी. आहारातून संतृप्त मेदाम्ल कमी करताना त्यांच्याऐवजी काय वापरावे याचा सखोल विचार करणे गरजेचे आहे. प्रक्रिया केलेले पदार्थ वर्ज्य करावे हे उत्तम.

- वसुधा जोशी
josudha47@gmail.com



धातुरूपण - २

आनंद घारे

१. ओतकाम

धातूंचे ओतकाम (कास्टिंग) ही एक अतिप्राचीन आणि प्रमुख धातुकाम प्रक्रिया आहे. यामध्ये वितळलेला धातू साच्यात ओतून इच्छित आकाराची वस्तू बनवली जाते. आज हे तंत्रज्ञान औद्योगिक उत्पादनासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातेच, शिवाय ते कलात्मक मूर्ती, सजावटी वस्तू आणि धार्मिक प्रतिमा तयार करण्यासाठीही वापरले जाते. धातूंच्या ओतकामाचा इतिहास हा मानवी संस्कृती आणि तंत्रज्ञानाच्या विकासाचा पाया आहे. भारताच्या सिंधू संस्कृतीतील 'मोहेन-जो-दारो' येथे सापडलेला इ. स. पूर्व २५००मधील 'नर्तकीचा कांस्यपुतळा' हे जगातील 'लॉस्ट वॅक्स कास्टिंग'चे सर्वात जुने आणि उत्कृष्ट उदाहरण मानले जाते. अत्यंत उच्च तापमानाच्या भट्ट्या विकसित केल्या गेल्यानंतर लोखंड वितळवून त्याचे ओतकाम करण्यास सुरुवात झाली आणि या तंत्रज्ञानाचा वापर करून बीडपासून शेतीची अवजारे आणि युद्धसाहित्य मोठ्या प्रमाणावर तयार केले जाऊ लागले. इसवी सनाच्या चौथ्या शतकात बनवलेला दिल्लीचा लोहस्तंभ हा भारतीय धातुशास्त्राचा चमत्कार मानला जातो. ओतकाम आणि घडाई (फोर्जिंग) यांच्या जोड तंत्रज्ञानातून बनवलेल्या या स्तंभाला आजही गंज लागलेला नाही. कांस्य, पितळ किंवा तांब्याच्या मूर्ती, सजावटी वस्तू, मंदिरातील देवी-देवतांच्या प्रतिमा या सर्व गोष्टी ओतकामातून तयार केल्या जातात. प्राचीन आणि आधुनिक ओतकामांची काही उदाहरणे आकृती १ मध्ये दाखवली आहेत.

ओतकाम प्रक्रियेचे मुख्य टप्पे –

१. आपल्याला ज्या वस्तूचा आकार हवा आहे, तंतोतंत तशीच प्रतिकृती लाकूड, सिरॅमिक, प्लास्टिक किंवा स्वस्त व हलक्या धातूपासून बनवली जाते. वितळलेला उष्ण धातू थंड होत असताना त्याचे होणारे आकुंचन लक्षात घेऊन ती किंचित मोठी ठेवलेली असते. या प्रतिकृतीला 'पॅटर्न' म्हणतात.

२. हा पॅटर्न विशेष प्रकारच्या वाळूत किंवा मातीत दाबून ठेवून साचा (मोल्ड) तयार केला जातो. पॅटर्न बाहेर काढल्यावर वाळूमध्ये एक पोकळी तयार होते. इच्छित वस्तूच्या आत पोकळी ठेवायला हवी असेल, तर साच्याच्या पोटात योग्य त्या जागेवर एक गाभा ठेवला जातो.

मोहेंजोदारो नर्तकी | दुर्गामातेची मूर्ती | यंत्रनिर्मिती क्षेत्रामधील भाग

आकृती १

आकृती २ मध्ये कप्पीच्या (पुली) आकाराच्या वस्तूचा साचा आणि मधोमध ठेवलेला गाभा दाखवला आहे. साचा तयार झाल्यावर त्यामधून पॅटर्नला बाहेर काढता यावे यासाठी हा साचा दोन पेट्यांमध्ये विभागला आहे. या साच्यात वितळलेला धातू ओतण्यासाठी आणि तो भरल्यावर जास्तीच्या धातूला बाहेर पडण्यासाठी वाटा ठेवल्या आहेत.

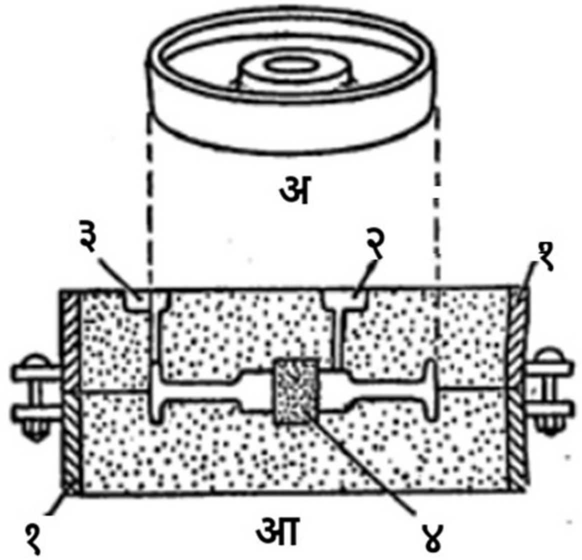
३. संबंधित धातू किंवा मिश्रधातूला विशिष्ट प्रकारच्या भट्टीत घालून त्याच्या वितळणबिंदूपेक्षा जास्त तापमानाला तो द्रवरूपात येईपर्यंत तापवला जातो.

४. वितळलेला उष्ण धातू यंत्रांच्या साहाय्याने हळूहळू साच्यात ओतला जातो आणि सावकाश थंड केला जातो.

५. धातू पूर्णपणे थंड होऊन घट्ट झाल्यावर साचा उघडून किंवा तोडून आत तयार झालेली वस्तू बाहेर काढली जाते.

६. त्या वस्तुच्या कडा साफ करणे, अतिरिक्त धातू कापून टाकणे आणि गरज असल्यास तिचे मशिनिंग करून अचूक परिमाणात आणणे, कोरीव काम, पॉलिश इत्यादी कामे करून तिला अंतिम रूप दिले जाते.

कुठला साचा कोणत्या पदार्थापासून बनवायचा आहे आणि त्यात वितळलेला धातू कसा ओतायचा आहे



. कप्पी (अ) व तिचा साचा (आ) : (१) साचापेटी, (२) धातुरस ओतण्याचे तोंड, (३) धातुरस बाहेर पडण्याचा मार्ग, (४) दंडाच्या भोकासाठी गाभा.

आकृती २

यावरून ओतकामांचे वर्गीकरण केले जाते. सँड कास्टिंग, डाय कास्टिंग, इन्व्हेस्टमेंट कास्टिंग आणि सेंट्रिफ्युगल कास्टिंग हे ओतकामाचे प्रमुख प्रकार आहेत. इच्छित वस्तूचे मूल्य, महत्त्व, आकार, वजन, संख्या आणि अचूकता यांचा विचार करून ती वस्तू कोणत्या ओतकाम पद्धतीने तयार करायची हे ठरवले जाते.

२. जोडकाम

बऱ्याचशा कारणांसाठी धातूंचे अनेक भाग एकत्र जोडावे लागतात. त्यातले काही जोड कायम स्वरूपाचे आणि काही तात्पुरत्या स्वरूपाचे असतात. कायम स्वरूपाच्या जोडांनी तयार झालेल्या कामातील जोडलेले भाग सहजासहजी सुटे करता येत नाहीत. त्यांना जोर लावून सुटे केल्यास त्यांच्यात विकृती निर्माण होते. तात्पुरत्या स्वरूपाच्या जोडांनी जोडलेले भाग हवे तेव्हा सहज सुटे करता येतात व पुन्हा पहिल्याप्रमाणे जोडता येतात.

कायम स्वरूपाची जोडकामे पुढील पद्धतींनी करतात : (१) डाखकाम, (२) झाळकाम, (३) वितळजोडकाम (वेल्डिंग), (४) रिव्हेटिंग, (५) तारटाके, (६) आसंजक जोड, (७) दाब जोड, (८) आकुंचन जोड. पहिल्या दोन प्रकारांत दोन भाग एकमेकांना जोडण्यासाठी विशिष्ट धातूला वितळवून त्या जोडाच्या ठिकाणी घालतात. उदाहरणार्थ, सोल्डरिंग. वितळजोड या प्रकारात मात्र ज्या एका धातूचे दोन भाग एकमेकांस जोडायचे असतात त्यांच्या जोडाच्या ठिकाणी त्याच धातूची कांडी व जोडाची टोके एकाच वेळी वितळवून त्यांच्या रसांचा मिलाफ करतात. त्यामुळे जोड मूळ धातूशी एकरूप होतो. असा पक्का जोड सोडवणे अशक्य असते, त्याला कापूनच काढावे लागते. रिव्हेटिंग या पद्धतीत धातूंच्या भागांना एकत्र धरून आधी जोडाच्या ठिकाणी रिव्हेटाच्या जाडीच्या आकारमानाची भोके पाडून घेतात. नंतर त्यात रिव्हेट घालून रिव्हेटाच्या भोकाबाहेर आलेल्या टोकांना ठोकून हाताने वा यंत्राच्या साहाय्याने रिव्हेटाच्या डोक्याचा आकार देतात. तारटाके या पद्धतीने धातूंचे किंवा धातू व अधातूंचे पत्रे एकमेकांना उच्च कार्बन-पोलादाच्या इंग्रजी U अक्षराच्या आकाराच्या तारटाक्यांनी यंत्राच्या साहाय्याने एकत्र जोडतात. आसंजक जोड या पद्धतीने धातूंचे किंवा अधातूंचे भाग एकमेकांना आसंजकांनी म्हणजे फेव्हकॉल किंवा अॅरेल्डाइट यांसारख्या चिकट पदार्थांनी दाब देऊन जोडतात. दाबजोड या पद्धतीत दाबाच्या साहाय्याने धातूच्या दोन भागांचे जोडकाम करतात. जोडाच्या ठिकाणी एका भागामधील भोकात किंवा खोबणीत शिरणारा दुसरा भाग किंवा त्याचा एक भाग अल्पांशाने मोठा असतो. त्यामुळे दाब दिल्यावर किंवा

ठोकल्यावर ते दोन्ही भाग एकमेकांत घट्ट पक्के बसतात. आकुंचन जोड या पद्धतीत जोडायच्या भागांपैकी एक भाग थंड ठेवतात व दुसरा तापवून प्रसरण पावल्यावर थंड भागावर चढवतात किंवा तप्त केलेल्या भागात थंड भाग खुपसतात. नंतर ते भाग तेलात किंवा पाण्यात ताबडतोब बुडवतात. त्यामुळे तप्त भाग थंड होऊन आकुंचित होतो व थंड भागावर घट्ट पकड धरतो.

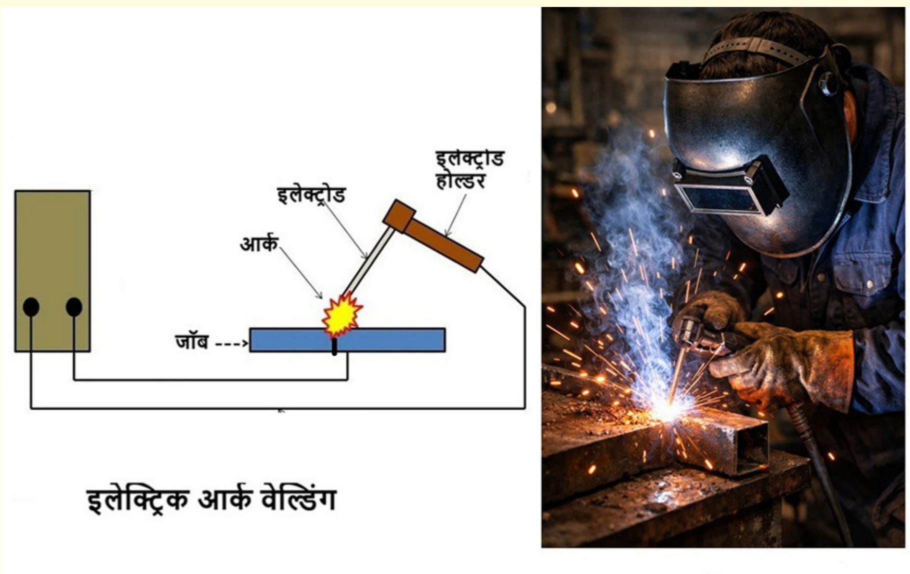
या सगळ्या जोडकामांमध्ये धातुरूपणाच्या दृष्टीने वितळजोड किंवा वेल्डिंग हे सर्वात जास्त महत्त्वाचे आहे. यात जोडाच्या ठिकाणी असलेला धातू वितळून पुन्हा घट्ट होताना त्याच्या अंतर्गत संरचनेत काही बदल होऊ शकतात म्हणून काही वेळा त्यानंतर त्या जोडाचे उष्णता संस्करण करावे लागते. साध्या सायकलपासून प्रचंड जहाजे आणि विमानापर्यंत आणि घरातील लहानशा खिडकीपासून मोठमोठ्या इमारती आणि पुलांपर्यंत सगळ्या ठिकाणी स्थिर आणि मजबूत संरचना उभी करण्यासाठी वेल्डिंग तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो. उष्णता, दाब किंवा दोन्हीचा वापर करून दोन किंवा अधिक तुकडे कायमस्वरूपी एकमेकांना जोडण्याची वेल्डिंग ही एक महत्त्वाची औद्योगिक प्रक्रिया आहे. यामध्ये जोडल्या जाणाऱ्या दोन भागांच्या कडांना जोडाच्या जागेवरच वितळवले जाते आणि त्यात आवश्यकतेनुसार बाह्य धातू (फिलर मेटल) जोडून एक मजबूत सांधा तयार केला जातो. बाकीचा मुख्य भाग थंडच ठेवला जातो. वेल्डिंगचेही विविध प्रकार प्रचलित आहेत.

इलेक्ट्रिक आर्क वेल्डिंग हा वेल्डिंगचा सर्वात जुना आणि सामान्य प्रकार आहे. यात वीजप्रवाहाचा वापर करून इलेक्ट्रोड आणि धातूच्या मध्ये एक ठिणगी किंवा ज्वाला (विद्युत आर्क) निर्माण केली जाते. त्याच्या प्रचंड उष्णतेमुळे त्या जागी असलेला दोन्ही तुकड्यांमधील थोडा धातू वितळून मिसळतो आणि तो जॉब थंड होताना एकसंध होतो. या क्रियेमागील तत्त्व आणि प्रात्यक्षिक उदाहरण आकती क्र.३ मध्ये दाखवले आहे.

मिग वेल्डिंग (MIG - Metal Inert Gas Welding) या पद्धतीमध्ये आर्कच्या ठिकाणी एक फिलर मटीरियलची वायर सतत पुरवली जाते. वेल्डिंग करताना वातावरणातील ऑक्सिजनमुळे सांधा खराब होऊ नये म्हणून ‘आर्गान’सारख्या निष्क्रिय वायूंचा संरक्षक कवच म्हणून वापर केला जातो.

टिग वेल्डिंग (TIG - Tungsten Inert Gas Welding) या प्रकारात आर्कमुळे न वितळणारा टंगस्टन धातूचा इलेक्ट्रोड वापरला जातो. यात वेल्डिंग खूप अचूक आणि स्वच्छ होते. मिग वेल्डिंगप्रमाणेच यातही शील्डिंग गॅसचा वापर केला जातो, पण धातूत भर घालून त्याला जोडण्यासाठी आर्कच्या जोडीला वेगळा फिलर रॉड पुरवावा लागतो.

गॅस वेल्डिंग (Gas Welding/Oxy-Acetylene Welding) या पद्धतीत विजेऐवजी ज्वलनशील वायूचा वापर केला जातो. ऑक्सिजन आणि ॲसिटिलिन या वायूंचे मिश्रण एकत्र पेटवून ज्योत तयार केली जाते. या ज्योतीच्या उष्णतेने धातू वितळवून जोडले जातात. जिथे वीज उपलब्ध नसते अशा दुर्गम भागात, शेतात, रस्त्यांच्या कडेला किंवा डोंगराळ भागातील बांधकाम क्षेत्रात जिथे वीज उपलब्ध नसते, तिथे दुरुस्तीच्या कामासाठी याचा उपयोग केला



आकृती ३

जातो. यातल्या ऑक्सिॲसिटिलिन टॉर्चचा एक सर्वात मोठा गुण म्हणजे याचा वापर केवळ धातू जोडण्यासाठीच नाही, तर तो धातूच्या प्लेटना अत्यंत अचूकतेने कापण्यासाठीही होतो. यामुळे बहुतेक कारखान्यांमध्ये वीज असली तरी हा टॉर्चही ठेवला जातो, इतकेच नव्हे तर त्याला एका यंत्राला जोडून सरकवताही येते आणि प्लेटपासून चौकोनी, गोल किंवा अनियमित आकारांचे तुकडे कापता येतात.

नट, बोल्ट, स्क्रू, क्लिप वगैरेंच्या साहाय्याने तात्पुरत्या स्वरूपाची जोडकामे केली जातात, ती स्क्रू ड्रायव्हर किंवा पान्ह्याने खोलता आणि परत जोडता येतात. या कामांमध्ये मूळ धातूला धक्का लागत नाही.

३. यंत्रण (मशीनिंग)

ओतकाम, घडाई, लाटण वा बहि:सारण या प्रक्रियांनी तयार केलेल्या ढोबळ आकाराच्या वस्तूला ठरावीक मापांचा अचूक आकार देण्यासाठी तिच्या पृष्ठभागावर जरुरीप्रमाणे यंत्रणक्रिया (यंत्राच्या साहाय्याने घासणे, कोरणे, कापणे इत्यादी) कराव्या लागतात. सगळ्याच यंत्रांचे बहुतेक सुटे भाग यंत्रणक्रियेतूनच तयार केले जातात. या क्रियांमुळे उत्पादनक्षमता आणि गुणवत्ता दोन्ही गोष्टी वाढल्या आहेत. यातून तंतोतंत एकासारखे एक असे अनेक भाग तयार करता येत असल्यामुळे त्यांची जुळवणी करणे आणि गरज पडल्यास ते बदलता येणे सुलभ झाले आहे.

पूर्वीच्या काळातसुद्धा रहाट, जाते, चरखा, हातमाग यांसारखी यंत्रे उपयोगात होती, पण तेव्हाचे कुशल कारागीर ती काही औजारांच्या साहाय्याने हातानेच तयार करत असत. जेम्स वॅटने पहिले इंजिन तयार करताना त्याचे भाग कसे तयार करून घेतले असतील? त्याने इंजिनाचे विविध भाग तयार करण्यासाठी प्रामुख्याने पारंपरिक लोहारकाम, ओतकाम आणि अत्यंत कष्टाचे असे मानवी श्रम वापरले. पिस्टनला बाह्य गोलाई आणि सिलिंडरला अंतर्गत गोलाई देण्यासाठी त्या काळातल्या कुशल कारागिरांनी काही जुगाडे तयार केली आणि ती हातानेच फिरवून हळूहळू त्यांना हवे होते तसे नेमके आकार तयार केले. त्यानंतरच्या दोन शतकांमध्ये इंजिनांचा आणि विजेच्या मोटारींचा उपयोग सुरू लागल्यानंतर यंत्रणकामासाठी विविध प्रकारची अनेक यंत्रे तयार होत गेली आणि त्यांच्यामुळे इतर असंख्य यंत्रे व उपकरणे तयार करता येणे शक्य झाले.

सर्व यंत्रणक्रियांमध्ये धातूच्या एका तुकड्याला कापून, कोरून, घासून किंवा खरवडून त्याला इच्छित आकार, परिमाण (डायमेंशन) आणि फिनिशिंग दिले जाते. या प्रक्रियेला 'मटेरियल रिमूव्हल प्रोसेस' असेही म्हणतात, कारण यात नको असलेला धातू 'चिप्स' किंवा छोट्या कणांच्या स्वरूपात काढून टाकला जातो. यामध्ये पुढील प्रमुख प्रक्रियांचा समावेश होतो.

१. टर्निंग (लेथ मशीन) : यामध्ये धातूचा तुकडा (जॉब) त्याच्या अक्षाभोवती गोल फिरवला जातो आणि एका सिंगल-पॉइंट कटिंग टूलच्या साहाय्याने त्याला बाहेरून छेद देऊन त्याला दंडगोलाकार आकार दिला जातो, तसेच त्याचा व्यास कमी केला जातो, त्यावर वेगवेगळ्या पायऱ्या, शंकू किंवा वक्र आकार तयार केले जातात.

२. मिलिंग मशीनमध्ये जॉब स्थिर असतो आणि अनेक दाते असलेले फिरते कटर त्याचा पृष्ठभाग सपाट करण्यासाठी किंवा त्यावर खोबणी पाडण्यासाठी वापरले जाते. या दोन मुख्य क्रियांची उदाहरणे आकृती ४ मध्ये दाखवली आहेत

३. ड्रिलिंग मशीनमध्ये वेगाने गरगर फिरणाऱ्या ड्रिल बिटचा उपयोग करून धातूमध्ये गोल छिद्र पाडले जाते.

४. शेपिंग आणि प्लेनिंग यंत्रांमध्ये धातूचा पृष्ठभाग सपाट करण्यासाठी सिंगल-पॉइंट टूलचा वापर करून त्याला सरळ रेषेत खरवडले जाते.

५. ग्राइंडिंग ही एक फिनिशिंगची प्रक्रिया आहे. यात अब्रेसिव्ह व्हील फिरवून त्याने घासताना धातूचा अगदी

टर्निंग आणि मिलिंग जॉब्सचे नमुने
आकृती ४

यंत्रणकामांच्या कार्यशाळांमधील काही यंत्रे

आकृती ५

सूक्ष्म भाग काढून पृष्ठभाग गुळगुळीत केला जातो आणि परिमाणांमध्ये अत्यंत सूक्ष्म बदल करून जॉबची अचूकता गाठता येते.

६. धातूच्या तुकड्याला कापण्यासाठी पॉवर हॅक सॉमध्ये अनेक दाते असलेली एक करवत मागेपुढे सरकत असते आणि तिच्या वाटेवर ठेवलेल्या धातूच्या तुकड्याचे विभाजन करते.

७. अपारंपरिक मशीनिंग प्रक्रिया : धातू अत्यंत कडक असतो किंवा त्याचा आकार खूप क्लिष्ट असतो, जिथे पारंपरिक टूल अपयशी ठरतात, तिथे ईडीएम, लेजर बीम यांसारख्या आधुनिक तंत्रज्ञानांचा वापर केला जातो.

थोडक्यात सांगायचे झाल्यास काही यंत्रांमध्ये जॉब गोल गोल फिरत असतो किंवा मागेपुढे सरकत असतो आणि एका जागी स्थिर असलेले टूल त्याचा कीस पाडते, तर काही यंत्रांमध्ये वेगाने फिरणारे ड्रिलबिट किंवा कटर धातूच्या चिप्स काढते. यातील काही यंत्रांची चित्रे आकृती ५ मध्ये दिली आहेत. ज्या धातूला कापायचे, कोरायचे किंवा खरवडायचे असेल त्याच्या काठिण्यापेक्षा ते काम करण्याचे साधन खूप जास्त कठीण असणे आवश्यक असते. म्हणून ती टूल्स आणि कटर अत्यंत कठीण, मजबूत आणि जास्त तापमान सहन करू शकणाऱ्या विशिष्ट पदार्थांपासून बनवली जातात. यासाठी हाय-स्पीड स्टील, सिमेंटेड कार्बाइड, कोबाल्ट स्टील, क्युबिक बोरॉन नायट्राइड आणि हिरा अशा प्रकारचे एकाहून एक कठीण पदार्थ उपलब्ध आहेत. कुठल्या धातूचे मशीनिंग करायचे आहे, ते किती वेगाने व किती वस्तूंचे करायचे आहे, त्यात किती अचूकता आवश्यक आणि अपेक्षित आहे या सर्व बाबींचा आणि किंमतीचा विचार करून ते अवजार ठरवले जाते. एका जॉबचे मशीनिंग करण्यासाठी आधी मोठ्या रॉडमधून करवतीने त्या जॉबपेक्षा थोडा मोठा तुकडा कापतात, त्यावर यंत्रणकाम करून शेवटी तयार होणारी वस्तू बरीच लहान असू शकते. यातून निघालेल्या चिप्स काही कामाच्या नसतात. यामुळे ओतकाम किंवा घडाईच्या तुलनेत यंत्रणकामात जास्त धातू वाया जातो. नंतर हा सगळा चुरा एकत्र करून भट्टीत घालतात आणि त्या वितळवून ओतकामात वापरतात.

४. धातुचूर्ण प्रकार : या प्रक्रियेत प्रथम धातूचे बारीक चूर्ण करतात आणि नंतर असे चूर्ण पोलादी मुद्रासंचात विशिष्ट दाबयंत्राच्या साहाय्याने ठासून हव्या त्या धातूचा किंवा मिश्रधातूचा हव्या त्या आकाराचा यंत्रभाग बनवतात. मुद्रासंचातून जो घन भाग तयार होतो तो नंतर एका विशिष्ट भट्टीत भाजतात. अशा भागांचे यंत्रणकाम करावे लागत नसल्याने काहीही धातू वाया जात नाही, तसेच आवश्यकता असल्यास धातुचूर्णाबरोबर इतर पदार्थही मिसळता येतात. ज्या भागांचा आकार खूप गुंतागुंतीचा असतो, जे कापून किंवा वितळवून बनवणे खर्चीक असते आणि ज्यांच्यात सच्छिद्रपणासारखे विशेष गुणधर्म हवे असतात, अशा सर्व ठिकाणी धातुचूर्णाचा वापर केला जातो.

कारखान्यात तयार झालेल्या धातूंपासून निरनिराळ्या वस्तू कशा तयार केल्या जातात आणि त्यात कोणकोणत्या तांत्रिक प्रक्रियांचा उपयोग केला जातो याचा अत्यंत संक्षिप्त आढावा या दोन लेखांमध्ये घेण्याचा हा एक प्रयत्न आहे.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.co

जागतिक स्तनपान आठवडा

डॉ. संगीता गोडबोले

जन्मल्यानंतर आईचे दूध मिळणे हा बाळाचा जन्मसिद्ध हक्क आहे आणि आईसाठी तो परमोच्च आनंदाचा ठेवा आहे. बाळाच्या शारीरिक आणि मानसिक आरोग्याबरोबरच आईच्याही मानसिक आणि शारीरिक आरोग्यासाठी ती एक आवश्यक गोष्ट आहे आणि म्हणूनच स्तनपान हा विषय अत्यंत महत्त्वाचा आहे.

स्तनपान द्यावे की नाही याबाबत अनेक समज आणि गैरसमज नवीन पिढीच्या मनामध्ये निर्माण झालेले आहेत आणि म्हणूनच माता आणि बाळाच्या आरोग्यासाठी स्तनपानाचे महत्त्व पटवून देणे, जनजागृती करणे आणि स्तनपानाला प्रोत्साहन देणे हा या उद्देशाने दरवर्षी १ ते ७ ऑगस्ट दरम्यान जागतिक स्तनपान सप्ताह (World Breastfeeding Week) साजरा केला जातो.

जागतिक आरोग्य संघटना (WHO) आणि युनिसेफच्या (UNICEF) पुढाकाराने १९९२ मध्ये हा सप्ताह सुरू करण्यात आला.

स्तनपानाचे विविध फायदे लक्षात घेऊन त्याचा समाजात स्वीकार व्हावा आणि त्याचा जास्तीत जास्त प्रसार व्हावा, हे उद्दिष्ट साध्य करण्यासाठी प्रत्येक वर्षी एक मध्यवर्ती कल्पना योजली जाते आणि त्यानुसार व्यक्तिगत पातळीवर, संस्था पातळीवर किंवा राज्य-राष्ट्र पातळीवर त्याची अंमलबजावणी केली जाते.

स्तनपानास प्राधान्य द्या आणि त्यासाठी दीर्घकालीन पाठिंबा किंवा आधार देणारी प्रणाली तयार करा, अशी यावर्षीच्या स्तनपान आठवड्याची मध्यवर्ती कल्पना आहे.

आईच्या दुधाचे फायदे

आईचे दूध नेहमी ताजे, आणि बाळाला पिण्यायोग्य तापमानास, हव्या त्या वेळेस सहज उपलब्ध असते. ते फॉर्म्युला मिल्कप्रमाणे बनवायची गरज असत नाही.

त्यामध्ये बाळाला आवश्यक ती पोषणद्रव्ये असतात आणि त्याची चव बाळाला आवडेल अशी असते.

बाळ जन्माला आल्यानंतर पहिल्या दोन-तीन दिवसांत जो पिवळ्या रंगाचा द्राव स्तनातून बाहेर येतो तो चीक किंवा कोलोस्ट्रम. त्याचे प्रमाण अल्प असले तरी तेवढ्याने बाळाचे पोट भरते. ते पचण्यास थोडेसे जड असते पण त्याच्यामध्ये रोगप्रतिकारशक्ती खूप असल्याने ते बाळास पाजणे आवश्यक असते.

कोलोस्ट्रममुळे दुसऱ्या किंवा तिसऱ्या दिवशी बाळाला जुलाब होऊ शकतात. पण ते आपल्यापणच थांबतात त्यासाठी वेगळ्या उपायांची गरज नसते.

आईचे दूध मुळातच निर्जंतुक असते, त्यामुळे पोटाचे आजार कमी होतात.

आईच्या दुधात रोगप्रतिकारक शक्ती असते. त्यामुळे बाळाला अतिसार, न्यूमोनिया, कानाचे इन्फेक्शन कमी होतात.

गाईच्या दुधापेक्षा पचायला सोपे. गॅस, उलटी, ॲलर्जी कमी होते.

मोठेपणी लठ्ठपणा, मधुमेह, ॲलर्जी होण्याचा धोका कमी होतो.

स्तनपानाची तयारी गर्भारपणातच सुरू करावी.

गर्भारपणाच्या शेवटच्या काही दिवसात स्तनातून बिनरंगाचा चिकट स्राव स्तनातून येऊ लागतो. ही दूध येण्याच्या आधीची अवस्था असते.

काही स्त्रियांची स्तनाग्रे दूध पाजण्यास आवश्यक अशी नसतात. ती कधी कधी आत खेचल्यासारखी असतात. त्यामुळे नंतर बाळाला सोयीचे होण्याच्या दृष्टीने बोटांनी अंघोळीच्या वेळी स्तनाग्रे खेचून बाहेर काढावी.

प्रत्येक बाळ वेगळे असते. किती वेळा आणि किती दूध पाजावे याचे गणित वेगवेगळे असते.

यामध्ये दोन मार्ग स्वीकारले जाऊ शकतात. एक तर दर दीड ते दोन तासांनी बाळास स्तनपान द्यावे.

दुसरा प्रकार म्हणजे भुकेने बाळ रडू लागल्यास त्या त्या वेळेस दूध पाजणे.

पण या प्रकारात बाळ रडले की दर वेळी ते भुकेनेच रडते असे नसून ते दुसऱ्या कोणत्या कारणाने रडू शकते याचा विचार कधी कधी केला जात नाही आणि शू झाल्यामुळे किंवा शी झाल्यामुळे, हवा गार अथवा गरम लागल्यामुळे ते रडत असले तरीही ते भुकेले आहे असे समजून अधिक दूध पाजले जाण्याची शक्यता असते.

अतिरिक्त दूध पाजल्यामुळे बाळ उलट्या करते किंवा अस्वस्थ होऊन गॅस झाल्यामुळे अधिकच रडू लागते. तरीही सवय झाल्यानंतर आईला मुलाला नक्की कधी भूक लागली आहे याचा हळूहळू अंदाज येऊ लागतो.

स्तनपान करण्यासाठी आई आणि बाळ यांना शांतपणे शक्य असल्यास स्वतंत्र खोलीमध्ये बसवावे.

शक्यतो झोपून दूध पाजू नये. बाळाची मान आणि डोके हातावर घेऊन इतर शरीरापेक्षा थोड्या उंचीवर असल्यास दूध पाजल्यानंतर ते छातीत जाण्याची शक्यता कमी होते.

प्रत्येक स्तनातून साधारण सात ते दहा मिनिटे ह्या प्रमाणात सुरुवातीला द्यावे लागते त्यानंतर बाळ लवकर लवकर येऊ लागते. त्याचप्रमाणे दुधाचे प्रमाणही वाढत जाते आणि त्याचे पोटही लवकर भरते.

स्तनपान सुरू केल्यानंतर सुरुवातीचा दुधाचा भाग अधिक पातळ असतो आणि त्यामध्ये आवश्यक ती प्रथिने आणि कार्बोदके असतात. नंतरच्या भागांमध्ये त्यामध्ये फॅट अधिक असतात आणि दूध पिऊन समाधान झाल्याची भावना या दुधामुळे बाळाच्या मनात निर्माण होते.

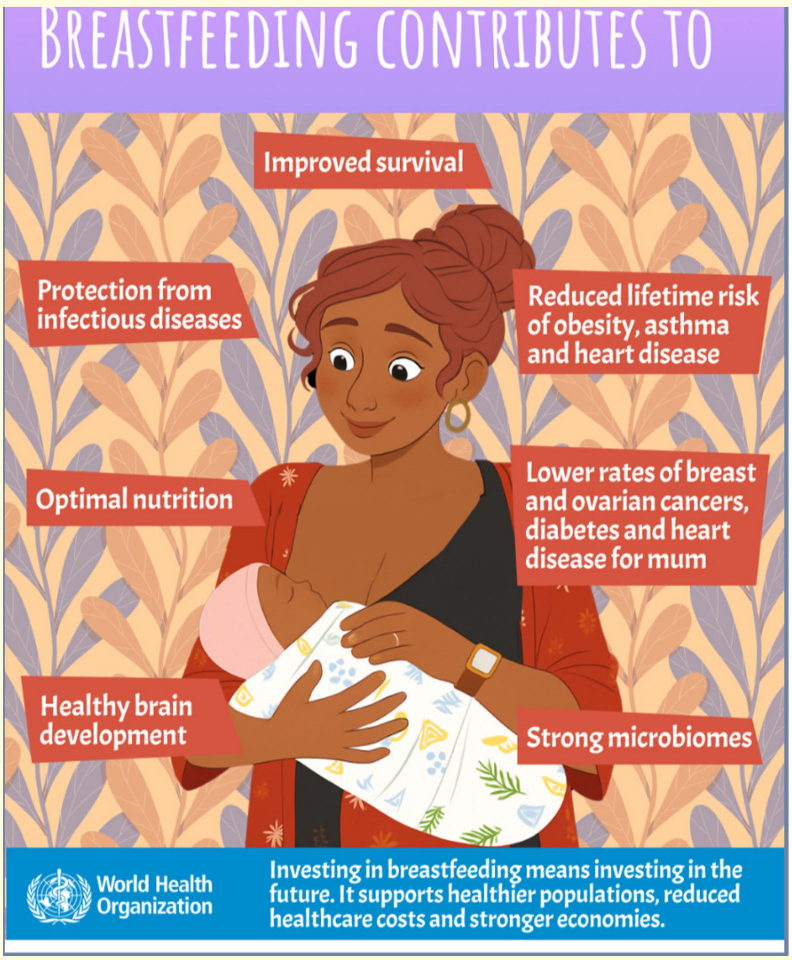
दूध पाजून झाल्यानंतर बाळाला कडेवर घेऊन पाठीवरून हात फिरवावा म्हणजे ढेकर येऊन पोटात गॅस जमा झाला असेल तर तो बाहेर पडतो आणि बाळाला नंतर त्रास होत नाही.

दूध पाजायला सुरू केल्यानंतर अनेक मुलांना त्याच सुमारास सोनेरी पिवळ्या रंगाची शी होते, हे नॉर्मल आहे.

काही मुलांना दिवसातून पाच ते सहा वेळेला स्तनपानाच्या वेळेला अशा प्रकारची शी होऊ शकते.

दूध पाजून झाल्यानंतर बाळ भुकेसाठी दीड ते दोन तास रडत नसेल तर आणि त्याचे वजन महिन्याला ८०० ग्रॅम ते एक किलो असे सुरुवातीच्या तीन महिन्यांत वाढत असेल तर बाळाला दूध पुरेसे आहे असे समजावे.

आईला पुरेसे दूध घेत असल्यास सुरुवातीच्या सहा महिन्यांत स्तनपानाव्यतिरिक्त पाणी अथवा इतर कुठल्या अन्नाची बाळाला गरज भासत नाही.



त्यानंतर भाताची पेज, फळांचे रस, डाळतांदळाची मऊ पातळ खिचडी, नाचणीचे सत्त्व अशा प्रकारचे अन्न चालू करता येते पण त्याचबरोबर दीड ते दोन वर्षांपर्यंत स्तनपान चालू ठेवण्यास काहीच हरकत नाही.

सहा महिन्यांनंतर फक्त आईच्या दुधाने लोहाची गरज पूर्ण होत नाही. म्हणून लोहयुक्त अन्न आणि डॉक्टरांनी सांगितले लोहाचे थेंब द्यावे लागतात. याला सप्लिमेंट फूड म्हणतात.

आईच्या दुधात व्हिटॅमिन D कमी असते. म्हणून २ महिन्यांपासून दररोज ४०० IU व्हिटॅमिन D चे थेंब द्यावे लागतात.

स्तनपानाचे इतर फायदे

बाळाला दूध पाजल्याने आईचे गर्भाशय लवकर आक्रसते. वजन कमी होण्यास मदत होते. स्तनाचा आणि गर्भाशयाचा कॅन्सर होण्याचा धोका कमी होतो. आई आणि बाळामध्ये घट्ट भावनिक नाते तयार होते.

आईला HIV, HTLV विषाणू असेल किंवा काही विशिष्ट औषधे चालू असतील तर डॉक्टरांचा सल्ला घेऊनच स्तनपान करावे. HIV असल्यास फॉर्म्युला दूध सुरक्षित समजले गेले तरीही आईला औषधे सुरू केल्यानंतर स्तनपान देणे सुरक्षित ठरते.

स्तनपानाचे महत्त्वाचे नियम...

सर्वोत्तम परिणामांसाठी योग्य स्तनपानाचे महत्त्वाचे मुद्दे खाढीलप्रमाणे आहेत.

जन्मानंतर पहिल्या तासाच्या आत स्तनपान सुरू करा.

बाळाचे तोंड स्तनाग्र आणि स्तनाग्राभोवतीच्या काळ्या वर्तुळाचा (एरिओलाचा) बराचसा भाग व्यापेल अशा प्रकारे ते व्यवस्थित पकडले आहे याची खात्री करा.

पहिल्या सहा महिन्यांसाठी बाळाला फक्त आईचे दूधच पाजा (पाणी, रस किंवा फॉर्म्युला फूड देऊ नका).

दुधाचा पुरवठा नियमित होण्यासाठी स्वतःला सुपोषणयुक्त ठेवा. पुरेसे पाणी प्या.

तणाव टाळण्याचा प्रयत्न करा, कारण त्याचा दुधाच्या पुरवठ्यावर आणि बाळासोबतच्या तुमच्या नात्यावर विपरीत परिणाम होऊ शकतो.

बाळाला दूध पाजल्यानंतर ढेकर द्यायला विसरू नका, जेणेकरून दूध पाजताना हवा गिळल्यामुळे होणारा गॅस आणि अस्वस्थता टाळता येईल.

तुमच्या बाळाला आरामदायक स्थितीत आणि शांत वातावरणात दूध पाजा.

निपल नियमितपणे स्वच्छ करा, पण साबण आणि तीव्र रसायने वापरणे टाळा.

प्रसूतीनंतरच्या सुरुवातीच्या काळात बाळाच्या दूध ओढण्याच्या क्रियेमुळे आईला सवय नसल्यामुळे निपलला वेदना होऊ शकतात. तिथे स्वच्छता न राखल्यास जखमाही होऊ शकतात. त्या दुखऱ्या स्तनाग्रांनी दूध पाजणे आईलाही नकोसे वाटते आणि जखमेतून रक्त वगैरे येत असेल तर ते बाळाच्या पोटात जाऊ शकते. या भीतीपोटी दूध पाजले गेले नाही तर अतिरिक्त दूध स्तनांमध्ये साठून त्यामध्ये इन्फेक्शन होऊ शकते ते दूध नंतर बाळाला घातक ठरू शकते. म्हणूनच स्तनपान करताना कोणत्याही प्रकारची अस्वस्थता किंवा वेदना होत असल्यास आपल्या डॉक्टरांचा सल्ला घ्या.

- जागतिक स्तनपान सप्ताहाच्या निमित्ताने आपण स्तनपानासंबंधी काही गैरसमज आणि सत्य समजावून घेऊ या.

गैरसमज

छोटे स्तन म्हणजे दूध कमी

सत्य

दुधाचा पुरवठा मागणी आणि योग्य पद्धतीने दूध पाजण्यावर अवलंबून असतो.

स्तनाच्या आकाराचा त्याच्याशी संबंध नाही.

गैरसमज

फीडिंगसाठी ठरावीक वेळ पाळायलाच हवी

सत्य

बाळाच्या मागणीनुसार पाजणे - ऑन-डिमांड फीडिंग करणे हाही एक योग्य पर्याय आहे.

हे दुधाचा पुरवठा वाढवते आणि बाळाच्या वाढीस मदत करते.

गैरसमज

जन्मानंतर फॉर्म्युला दिल्याने बाळ चांगले झोपते

सत्य

वैद्यकीय कारणाशिवाय फॉर्म्युला दिल्याने दुधाचा सुरुवातीचा पुरवठा बिघडतो आणि बाळाच्या पोटाचे आरोग्य बदलू शकते.

गैरसमज

नोकरीवर परतल्यावर स्तनपान करता येत नाही.

सत्य

१. ब्रेस्ट पंपिंगसाठी काही काळासाठी कामातून सुट्टीचा वेळ

२. जिथे दूध काढून ठेवता येऊ शकेल अशा खाजगी जागेची उपलब्धता

३. काढलेले दूध साठवण्याची सोय

या ३ गोष्टी असतील तर अनेक माता यशस्वीपणे ऑफिससोबत स्तनपान चालू ठेवू शकतात.

गैरसमज

बाळाला दात आले की स्तनपान थांबवावे लागते

सत्य

दात आले तरी स्तनपान सुरू ठेवता येते.

योग्य पोझिशन आणि लॅचिंगने चावणे टाळता येते.

WHO च्या सल्ल्यानुसार २ वर्षे किंवा त्यापेक्षा जास्त काळ स्तनपान उत्तम.

गैरसमज

आई आजारी असेल किंवा औषध घेत असेल तर स्तनपान करता येत नाही

सत्य

बहुतेक आजार आणि औषधांमध्ये स्तनपान सुरक्षित असते.

(काही औषधांसाठी डॉक्टरांचा सल्ला घ्यावा लागतो.)

स्तनपानामुळे बाळाला आजारांपासून संरक्षण मिळते.

गैरसमज

स्तनपानामुळे आईचे शरीर आणि सौंदर्य बिघडते

सत्य

स्तनपानामुळे गर्भाशय लवकर आकुंचन पावते आणि वजन कमी होण्यास मदत होते.

स्तनपान आईला स्तन आणि गर्भाशयाच्या कर्करोगाचा धोका कमी करते.

जागतिक आरोग्य संघटना (World Health Organization) यांच्या म्हणण्यानुसार स्तनपानामुळे पुढील गोष्टींना हातभार लागतो.

बाळासाठी

आईच्या गर्भाशयातून बाहेर आल्यानंतर ते पुढील काही दिवस अधिक चांगले जीवन जगण्याच्या शक्यतेचे प्रमाण वाढते - Improved survival

– संसर्गजन्य आजारांपासून संरक्षण - Protection from infectious diseases

– सर्वोत्तम पोषण - Optimal nutrition

– मेंदूचा निरोगी विकास – Healthy brain development

– लठ्ठपणा, दमा आणि हृदयरोगाचा धोका आयुष्यभरासाठी कमी होतो - Reduced lifetime risk of obesity, asthma and heart disease

– मजबूत सूक्ष्मजीव संच - Strong microbiomes

आईसाठी

स्तनाचा आणि गर्भाशयाचा कर्करोग, मधुमेह आणि हृदयरोगाचा धोका कमी होतो – Lower rates of breast and ovarian cancers, diabetes and heart disease for mum

महत्त्वाचा संदेश

स्तनपानामध्ये गुंतवणूक करणे म्हणजे भविष्यामध्ये गुंतवणूक करणे होय.

यामुळे निरोगी समाज घडतो, आरोग्यावरील खर्च कमी होतो आणि अर्थव्यवस्था मजबूत होते.

स्तनपान आठवड्यामध्ये जनजागृतीसाठी गावात सरकारी आणि इतर हॉस्पिटलमध्ये शिबिरे घेतली जातात. सरकारी हॉस्पिटल, प्राथमिक आरोग्य केंद्र या ठिकाणी तसेच शाळेमध्ये पोस्टर लावणे आणि जनजागृतीसाठी रॅली काढणे, व्याख्याने देणे यांसारख्या गोष्टींचा अवलंब करतात.

समुपदेशनासाठी आशा वर्कर घरोघरी जाऊनही मोफत सल्ला देतात. बाळ कसे धरावे, दूध कसे वाढवावे याविषयी ते स्त्रियांना माहिती देतात; शिवाय कुटुंबाने कसे सहकार्य करावे याविषयीही माहिती देतात.

याविषयी कायदा काय म्हणतो, तर कामावर जाणाऱ्या मातांना बाळाची काळजी आणि स्तनपान यासाठी सहा महिने पूर्ण पगारी रजा दिली जाते. तसेच, ऑफिसमध्ये दूध पाजण्यासाठी किंवा दूध काढून ठेवण्यासाठी योग्य अशी जागा मिळण्यासाठी योजना करावी लागते.

स्तनपान करणाऱ्या आईला लाजवू नका तिला योग्य वेळी योग्य ठिकाणी तिच्या बाळाच्या आवश्यकतेनुसार स्तनपान देणे तिला शक्य व्हावे यासाठी कुटुंबीयांनी सहकाऱ्यांनी आणि समाजाने पाठिंबा द्यावा याकरता या स्तनपान सप्ताहात विविध योजना आखून पर्यायाने आई आणि बाळ यांच्या आरोग्यासाठी प्रयत्न केले जातात.

या लेखाची सांगता करताना एक गमतीची गोष्ट सांगते.

सन २००८ मध्ये विज्ञानाकडून शतकानुशतके दुर्लक्षिलेली एक गोष्ट जीवशास्त्रज्ञ केटी हिंडे यांनी जगासमोर आणली.

आईचे दूध हे एक स्थिर सूत्र वापरून बाळासाठी तयार केलेला पदार्थ नाही तर तो बाळाच्या शारीरिक गरजेनुसार सतत बदलणारा संदेश अर्थात एक विशिष्ट पदार्थ आहे. कॅलिफोर्नियामधील मॅकाकच्या अभ्यासात, हिंडे यांनी एक विलक्षण नमुना पाहिला.

होणारे बाळ मुलगा असला तर आईला येणारे दूध जाड, चरबी आणि प्रथिनांनी समृद्ध असलेले तयार होते. (उच्च-ऑक्टेन इंधन). तिला मुलगी असेल तर दूध अधिक मुबलक प्रमाणात आणि अधिक कॅल्शियमयुक्त होते.

आईच्या शरीरात ही चमत्कारिक यंत्रणा कशी कार्यरत होते?

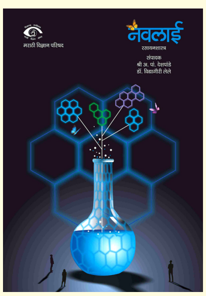
बाळाच्या लिंगानुसार दुधाचे रासायनिक सूत्र बदलते. हे कसे घडते? बाळ स्तनपान करते, तेव्हा तयार होणाऱ्या व्हॅक्युममुळे बाळाच्या तोंडातील लाळ थोड्या प्रमाणात आईच्या स्तनाग्रात खेचली जाते आणि इथेच जादू घडते. आईच्या स्तनाच्या उती जणू काही जैविक स्कॅनर असल्याप्रमाणे त्या लाळेचे विश्लेषण करतात आणि त्यानुसार आईच्या दुधातील द्रव्यांची विविधता आणि रासायनिक पदार्थ यांचे प्रमाण ठरते. लाळेमध्ये बाळाला ताप किंवा संसर्ग झाल्याची चिन्हे असतील तर आईचे शरीर त्या आजारासाठी विशिष्ट प्रतिपिंडे काही तासांत तयार करू लागते. बाळाला तणाव असेल तर दुधात तणाव संप्रेरकांची पातळी (जसे की कोर्टिसोल) बदलते.

म्हणूनच आईचे दूध हे फक्त अन्न नाही, तर ते औषध आणि निसर्गाची सर्वात अत्याधुनिक संप्रेषण प्रणाली आहे.

दोन शरीरांमधील होणारे मूक संभाषण.. ज्याचे पुनरुत्पादन करण्यासाठी आधुनिक तंत्रज्ञान देखील अजून पूर्णपणे सक्षम नाही ही वस्तुस्थिती आहे.

– डॉ. संगीता गोडबोले
sgodbolejoshi@gmail.com

ग्रंथाली



भाग २ प्रसिद्ध झाला

नवलाई भाग २

संपादक : बाळ फोंडके, अ.पां. देशपांडे

मूल्य : ६०० रुपये | सवलतीत : ३६० रुपये

भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य...

डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी

जून महिना ... ६ जून (६- ६) हा दिवस जागतिक भावनिक बुद्धिमत्ता दिवस म्हणून साजरा केला जातो. 6 seconds नावाच्या जगभरात काम करणाऱ्या एका संस्थेने याची सुरुवात केली. या ६ आकड्याचं काय बरं वैशिष्ट्य? संशोधन असं सांगतं की जेव्हा आपल्या मनात एखाद्या भावनेची निर्मिती होते, भावनेच्या अनुषंगानं मज्जासंस्थेमध्ये रसायने स्रवतात; ती रसायनं/भावना आपल्या शरीरात ६ सेकंद राहतात. नंतर ती हळूहळू कमी होतात. आणि म्हणून भावनांच्या व्यवस्थापनामध्ये हे सुरुवातीचे ६ सेकंद अत्यंत महत्त्वाचे असतात.

आता प्रश्न असा येतो की व्यवस्थापन म्हणजे नेमकं काय? तर्कशुद्ध व्याख्या विचारात घेतली तर व्यवस्थापन म्हणजे हातात घेतलेलं कोणतंही काम सुसूत्रतपणे, शिस्तबद्ध पद्धतीनं करणं. आपल्याजवळ असलेली साधनसामग्री योग्य पद्धतीनं वापरणं. जेणेकरून आपला फायदा होईल, निदान नुकसान नक्कीच होणार नाही.

आपल्या भावना ही आपली ऊर्जा/energy आहे. या ऊर्जेवरच आपले व्यवहार सुरू असतात. ही ऊर्जा योग्य पद्धतीनं वापरली गेली नाही, तर नुकसानकारक ठरते. कसं होतं पाहाहं.. . खूप राग आला आहे. ऊर्जा भरपूर तयार झाली आहे. आणि त्या रागाच्या ऊर्जेमुळे तेवढ्याच ताकदीनं उत्तरादाखल काहीतरी कृती हातून घडून जाते. अगदी अपमानापासून हिंसेपर्यंत! परिणाम काय? पश्चात्ताप! परिस्थितीनुसार हाच राग काही वेळा/वारंवार दाबून ठेवावा लागतो. व्यक्त करता येत नाही. ती ऊर्जा जाणार कुठे? कुठेच नाही. ती शरीरात साठत राहते. आणि एक वेळ अशी येते की ही साठलेली ऊर्जा, दाबलेला ज्वालामुखी विचित्र पद्धतीनं, गंभीर आजारांच्या रूपानं बाहेर पडतो.

म्हणजे काय? भावनांना आततायीपणे हाताळूनही उपयोग नाही आणि दुर्लक्ष करूनही उपयोग नाही. आततायीपणे प्रत्युत्तर देण्याच्या क्रियेला आपण Reaction किंवा प्रतिक्रिया म्हणतो; आणि हेच प्रत्युत्तर विचारपूर्वक दिलं जातं, तो Response/प्रतिसाद होतो. प्रतिक्रिया ही बऱ्याचदा प्रतिक्षिप्त क्रियेसारखी दिली जाते. काही समजण्याच्या आधीच कृती घडून गेलेली असते. प्रतिसाद मात्र विचारपूर्वक दिला जातो.

प्रतिक्रियेकडून प्रतिसादाकडे येणं, म्हणजेच भावनांचं व्यवस्थापन करणं. भावनिक बुद्धिमत्तेचं हे सार आहे असं म्हटलं तरी चालेल. ज्यांच्याकडे हे कौशल्य जास्त, त्याची भावनिक बुद्धिमत्ता जास्त, असं ढोबळमानानं आपण नक्कीच म्हणू शकतो. यात सुखाची/आनंदाची बाब ही आहे, की आपण आपली भावनिक बुद्धिमत्ता (Emotional Quotient) प्रयत्नपूर्वक वाढवू शकतो. ज्या बुद्धिमत्तेचं आपण शैक्षणिक क्षेत्रात मोजमापन करतो, तो Cognitive Intelligence किंवा IQ च्या (Intelligence Quotient) बाबतीत मात्र ही सुविधा नाही. जन्मतः मिळालेला IQ आपण वाढवू शकत नाही.

पण हा प्रवास करायचा कसा? सुरुवात तर आत्मपरीक्षणापासूनच होणार! आपला स्वभाव, आपले प्रत्युत्तराचे Pattern आणि त्याचे फायदेतोटे यानुसार नक्की कुठे आणि कसा बदल करायचा याचा आराखडा मनात तयार करावा लागणार. माझं आताचं आणि आयुष्याचं ध्येय काय आहे, हा प्रश्न स्वतःला विचारावाच लागेल. आणि त्यानुसार प्रवासाची दिशा ठरवावी लागेल.

पुढची महत्त्वाची गोष्ट करायची ती म्हणजे हे ६ सेकंद वापरून घ्यायचे. कारण याच ६ सेकंदांमध्ये आपण आपलं प्रत्युत्तर ठरवत असतो. त्यामुळे काहीही घडलं, की मेंदूला पहिली सूचना द्यायची... थांबा! Pause!! गडबड अजिबात नको! भावनांचा भर जरा ओसरू द्या. म्हणजे काय होईल? तर उद्दीपित झालेला भावनिक मेंदू थोडा शांत होईल, आणि वैचारिक मेंदूला वाव मिळेल.

आणि मग एक एक समीकरण घ्या सोडवायला. मला आत्ता नक्की काय वाटतंय? नक्की कोणकोणत्या भावना आहेत मनात? मला अपेक्षित; अपेक्षित म्हणण्यापेक्षा मला फायदेशीर outcome काय आहे?

सगळ्यात महत्त्वाचा मुद्दा हा की या प्रसंगाला प्रत्युत्तर देण्याचे कोणकोणते पर्याय माझ्याकडे उपलब्ध आहेत? प्रत्येक पर्यायाचे परिणाम काय होतील? ते मला कितपत फायदेशीर ठरतील? फायद्याबरोबर ते माझ्या तत्त्वांशी, आयुष्याच्या उद्दिष्टांशी सुसंगत असतील का? दोन्हीचा समन्वय साधणारा असा कोणता पर्याय शोधता येईल? भले आता खूप फायदा होणार नाही, पण दूरगामी परिणाम फायदेशीर असतील का? आणि मग या विचारमंथनातून जे पुढे येईल, तो असेल प्रतिसाद/Response! हा भले एखाद्यावेळेस फार फायदेशीर नसेल, पण नुकसान नक्कीच करणार नाही. आणि यामध्ये भावना आणि त्यांची ऊर्जा यांची पुरेपूर काळजी घेतली गेली असेल.

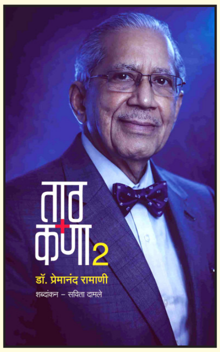
या विचारमंथनालाच आपण म्हणतो सारासार विवेकबुद्धी! शब्द ओळखीचाच आहे, पण कसोटी असते ती योग्य वेळी आणि त्या ठरावीक वेळेत (६ सेकंदांत) वापरण्यात! अवघड असलं तरी अशक्य नक्कीच नाही.

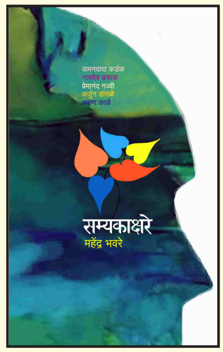
– डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी
manjushree1205@gmail.com

ग्रंथाली

'ताठ कणा' आत्मकथनाचा पुढील भाग

यश म्हणजे काय? भाग ३ प्रसिद्ध झाला

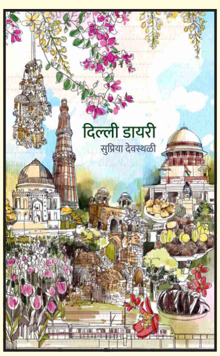




ताठ कणा २
डॉ. पी. एस. रामाणी
मूल्य : ४०० रुपये
सवलतीत : २४० रुपये

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

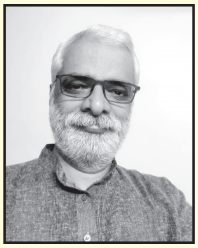
सम्यकाक्षरे
महेंद्र भवरे
मूल्य : ३५० रुपये
सवलतीत : २१० रुपये



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

लोकरंगनायक
प्रकाश खांडगे
मूल्य : ३५० रुपये
सवलतीत : २१० रुपये

काजळकाठ
(कवितासंग्रह)
यामिनी दळवी
मूल्य : २०० रुपये



भुजारीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

डॉ. जयंत वसंत जोशी

भुजारी हा शब्द प्रामुख्याने महाराष्ट्रातील ग्रामीण भागात वापरला जातो. भुजारी म्हणजे शेंगदाणे, हरभरे, मका किंवा इतर धान्य भिजवून-वाळवून ते भाजणारे व्यावसायिक. हा पारंपरिक व्यवसाय आहे. ग्रामीण भागात किंवा यात्रा आणि उत्सवांच्या ठिकाणी भुजारी मंडळी एका विशिष्ट मोठ्या कढईत (ज्याला 'भट्टी' असे म्हणतात) बारीक वाळू किंवा माती टाकून त्यात भिजवलेले धान्य भाजतात. गरम वाळू किंवा मातीमुळे धान्य सर्व बाजूंनी समान, एकसारखे भाजले जाते. नंतर ते चाळणीच्या साहाय्याने वाळूपासून वेगळे करतात. शेंगदाणे, फुटाणे, चुरमुरे, लाह्या अशा अनेक प्रकारच्या खाद्यपदार्थांची निर्मिती भुजारी करतात. हे पदार्थ चवीला उत्तम लागतातच, शिवाय ते दीर्घकाळ टिकणारे व आरोग्यासाठी पौष्टिक असतात. पूर्वीच्या काळी हा व्यवसाय एका विशिष्ट समाजाकडून केला जायचा आणि तो त्यांच्या उदरनिर्वाहाचे मुख्य साधन होता. आधुनिक काळात पॅकेटबंद खाद्यपदार्थांचे प्रमाण वाढले असले, तरीही ताजे व गरम भाजलेले शेंगदाणे किंवा फुटाणे खाण्याची मजा वेगळीच असते. आजही ग्रामीण आणि शहरी भागातही, सणांच्या दिवशी किंवा आठवडी बाजारात भुजारी लोकांची दुकाने आपल्याला पाहायला मिळतात. ग्रामीण अर्थव्यवस्थेत या छोट्या व्यवसायाला अनन्यसाधारण महत्त्व आहे.

भुजाऱ्याच्या भट्टीचे विज्ञान

ग्रामीण भागात किंवा शहरांतील चौकांमध्ये भुजाऱ्याची भट्टी नेहमी पाहायला मिळते. शेंगदाणे, फुटाणे, मका किंवा चुरमुरे भाजताना निघणारा खमंग सुवास आणि त्या धान्यांचा 'पूटपूट' असा येणारा आवाज सर्वांनाच आकर्षित करतो. वरकरणी ही एक अत्यंत साधी आणि पारंपरिक पद्धत वाटत असली, तरी यामागे उष्णता गतिशास्त्र, भौतिकशास्त्र आणि अन्न रसायनशास्त्र यांचे उत्कृष्ट विज्ञान दडलेले आहे. आधुनिक काळातील ओव्हन किंवा एअर फ्रायर जे काम

ज्वारीच्या लाह्या

करतात, तेच काम भुजाऱ्याची ही मातीची भट्टी आणि लोखंडी कढई कित्येक शतकांपासून कोणतीही वीज न वापरता करत आहे.

भट्टीत उष्णतेचे वहन आणि वाळूची भूमिका भुजाऱ्याच्या भट्टीचे सर्वात मोठे रहस्य म्हणजे त्यामध्ये वापरली जाणारी बारीक वाळू (रेती). भौतिकशास्त्राच्या नियमांनुसार, हवेच्या तुलनेत घनपदार्थांची उष्णता वाहून नेण्याची क्षमता वायू किंवा द्रवांपेक्षा अधिक असते. वाळूमध्ये उष्णता साठवून ठेवण्याची प्रचंड क्षमता असते. कढईखालील अग्नीमुळे वाळूचे तापमान वाढते आणि ती १५०°C ते ३५०°C पर्यंत सहज तापते. धान्याचे ओलसर दाणे या गरम वाळूत टाकले जातात, तेव्हा 'कंडक्शन' (थेट संपर्क वहन) या प्रक्रियेद्वारे उष्णता अत्यंत वेगाने धान्यामध्ये संक्रमित होते. वाळूचे कण अत्यंत सूक्ष्म असल्याने ते धान्याच्या प्रत्येक भागाला पूर्णपणे वेढून घेतात. यामुळे धान्याला सर्व बाजूंनी एकसमान उष्णता मिळते, जी वाळूशिवाय कढईत धान्य भाजल्यास मिळू शकत नाही.

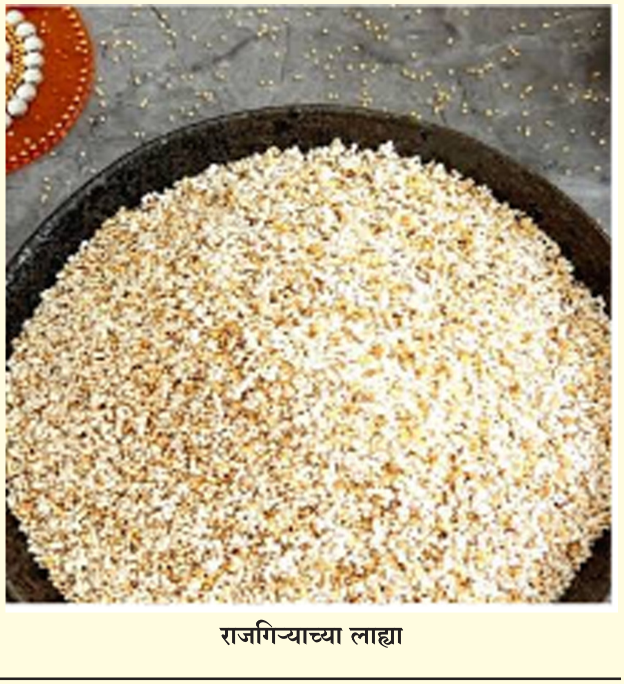
भुजारी कढईतील वाळू झाऱ्याने सतत हलवत किंवा ढवळत राहतो, तेव्हा भौतिकशास्त्रातील 'फ्लुइडायझेशन'चे तत्त्व काम करते. सतत ढवळल्यामुळे वाळूचे कण द्रवासारखे वाहू लागतात. या गतिमान वाळूमुळे धान्याचे दाणे कढईच्या तळाशी लागून जळत नाहीत. तसेच, वाळूच्या कणांमधील

गरम हवा आणि वाळूचे घर्षण यामुळे धान्यातील पाण्याचा अंश अत्यंत जलद गतीने बाहेर पडण्यास मदत होते. मका किंवा हरभऱ्याचे फुटाणे बनताना ते नेमके का फुटतात? यामागे वाफेचा दाब कारणीभूत असतो. प्रत्येक धान्यामध्ये नैसर्गिकरीत्या काही प्रमाणात ओलावा असतो. हे दाणे २५०°C पेक्षा जास्त तापलेल्या वाळूच्या संपर्कात येतात, तेव्हा धान्यातील पाण्याचे रूपांतर अत्यंत वेगाने अतिउष्ण वाफेमध्ये होते. धान्याचे बाह्य कवच घट्ट असल्याने ही वाफ आतच कोंडली जाते आणि आतमध्ये प्रचंड दाब निर्माण होतो. हा दाब कवचाच्या सहनशक्तीच्या पलीकडे जातो, तेव्हा दाणे 'टक्क' असा आवाज करून फुटतात आणि आतील स्टार्च फुगून बाहेर येतो. यालाच आपण 'लाह्या' किंवा 'फुटाणे' म्हणतो. धान्य भाजताना येणारा विशिष्ट सुगंध आणि त्याचा बदलणारा तांबूस-पिवळा रंग हा रासायनिक प्रक्रियेचा परिणाम असतो. विज्ञानात याला 'मैलार्ड रिएक्शन' म्हटले जाते. उच्च तापमानाला धान्यातील कार्बोहायड्रेट (अमिनो ॲसिड आणि साखर) एकमेकांसोबत रासायनिक प्रक्रिया करतात. या प्रक्रियेमुळे नवीन सुगंधी संयुगे तयार होतात, ज्यामुळे पदार्थाला एक वेगळीच खमंग चव आणि आकर्षक रंग प्राप्त होतो. विज्ञानाच्या दृष्टीने, वाळूमध्ये भाजलेले अन्न हे आरोग्यासाठी अत्यंत फायदेशीर मानले जाते. तेलमुक्त स्वयंपाक या पद्धतीमध्ये कोणत्याही तेलाचा वापर केला जात नाही, ज्यामुळे हे पदार्थ 'झिरो फॅट' आणि कॅलरीमुक्त राहतात. उच्च तापमानामुळे धान्यातील कडक स्टार्च आणि प्रथिनांचे विघटन होते, ज्यामुळे ते शरीराला पचायला अत्यंत हलके बनतात. ही प्रक्रिया 'कमी वेळेत उच्च तापमान' या तत्त्वावर काम करते. धान्य वाळूत काही सेकंदांसाठीच राहिल्यामुळे त्यातील अँटिऑक्सिडंट आणि आवश्यक जीवनसत्त्वे नष्ट होत नाहीत. भुजाऱ्याची भट्टी हे मानवाने विकसित केलेले एक अदभुत आणि पर्यावरणपूरक तंत्रज्ञान आहे. आधुनिक यंत्रांशिवाय केवळ माती, लोखंड, लाकूड आणि वाळू यांच्या साहाय्याने उष्णतेचे नियंत्रण कसे करावे, याचे हे जिवंत उदाहरण आहे.

भारतीय संस्कृतीत सण-उत्सव, पूजा, दिवाळी किंवा उपवासाच्या वेळी आपण ज्वारी, तांदूळ, मका किंवा राजगिऱ्याच्या लाह्या आवर्जून खातो. लाह्या हा केवळ एक पारंपरिक किंवा धार्मिक खाद्यपदार्थ नाही, तर तो आरोग्यासाठी अत्यंत उत्तम आणि हलका आहार मानला जातो.

लाह्या बनवण्याची प्रक्रिया धान्य निवडण्यापासून ते उच्च तापमानाला भाजण्यापर्यंत अनेक टप्प्यांत विभागलेली आहे. सर्वच धान्यांच्या लाह्या बनू शकत नाहीत. ज्या धान्यांचे बाह्य कवच कडक आणि मजबूत असते, त्यांचीच निवड लाह्यांसाठी केली जाते. प्रक्रियेच्या सुरुवातीला धान्यामध्ये पाण्याचा हबका मारून किंवा ते पाण्यात थोडा वेळ भिजवून थोडे ओलसर केले जाते. त्यानंतर ते सावलीत वाळवले जाते, जेणेकरून धान्याच्या आत योग्य प्रमाणात ओलावा टिकून राहील.

गरम वाळूच्या किंवा हवेच्या संपर्कात येताच काही सेकंदांतच धान्याचे दाणे आवाज करत फुटतात आणि पांढऱ्याशुभ्र, हलक्या लाह्या तयार होतात. या लाह्या लगेचच चाळणीने वाळूपासून वेगळ्या केल्या जातात. धान्याच्या दाण्यामध्ये अंतर्गत भागात नैसर्गिकरीत्या सुमारे १२% ते १४% ओलावा असतो. हा दाणा २५०°C पेक्षा जास्त तापलेल्या वाळूत टाकला जातो, तेव्हा उष्णता वहन प्रक्रियेमुळे अंतर्गत पाणी अत्यंत वेगाने उकळू लागते आणि तिचे रूपांतर अतिउष्ण वाफेमध्ये होते. धान्याचे बाह्य कवच अत्यंत घट्ट आणि पाण्यासाठी अभेद्य असते. त्यामुळे आत तयार झालेली वाफ सहज बाहेर पडू शकत नाही. यामुळे दाण्याच्या आत एक प्रकारचा 'प्रेशर कूकर' तयार होतो आणि अंतर्गत दाब प्रचंड प्रमाणात वाढतो. धान्याच्या आत मुख्यतः स्टार्च आणि प्रथिने असतात. उच्च तापमानाला आणि वाढलेल्या वाफेच्या दाबाखाली दाण्यातील हा स्टार्च शिजतो आणि एखाद्या मऊ, गरम द्रवासारखा किंवा जिलेटीनसारखा बनतो. दाण्याच्या आतील वाफेचा दाब बाह्य कवचाच्या सहनशक्तीच्या पलीकडे जातो, तेव्हा ते



राजगिऱ्याच्या लाह्या

कवच अचानक एका छोट्या स्फोटासह फुटते. कवच फुटताच आतील दाबाचे रूपांतर वातावरणातील सामान्य दाबात होते. हा अंतर्गत दाब अचानक कमी झाल्यामुळे, आत शिजलेला मऊ/स्टार्च अतिशय वेगाने बाहेर येतो आणि हवेच्या संपर्कात आल्यामुळे लगेचच थंड होऊन घट्ट होतो. हीच प्रक्रिया आपल्याला पांढऱ्याशुभ्र, फुगलेल्या लाहीच्या रूपात पाहायला मिळते.

वेगवेगळ्या धान्यांच्या लाह्यांचे वैशिष्ट्य

मक्याच्या दाण्याचे बाह्य कवच इतर धान्यांच्या तुलनेत खूप जाड आणि कडक असते. त्यामुळे यात सर्वाधिक दाब निर्माण होतो आणि मक्याची लाही मूळ दाण्यापेक्षा ३० ते ४० पट मोठी फुलते.

ज्वारी आणि तांदळाचे कवच मक्यापेक्षा मऊ असते. त्यामुळे यांच्या लाह्या मक्यासारख्या अवाढव्य न फुगता लहान आणि अत्यंत मऊ फुलतात. राजगिऱ्याचे दाणे अतिशय सूक्ष्म असतात. परंतु त्यांचे कवच कडक असल्याने राजगिऱ्याचे दाणे गरम कढईत टाकताच ते अतिशय सुंदर पांढऱ्या मोत्यांसारखे फुलतात.

लाह्या बनण्याच्या प्रक्रियेत स्टार्चचे पूर्णपणे विघटन होते. यामुळे जटिल कर्बोदके साध्या साखरेत रूपांतरित होतात, ज्यामुळे आपली पचनसंस्था या लाह्या अत्यंत सहजपणे आणि वेगाने पचवू शकते. म्हणूनच आजारी व्यक्तीला किंवा लहान मुलांना लाह्या खाण्याचा सल्ला दिला जातो. लाह्या बनवताना कोणत्याही तेलाचा किंवा तुपाचा वापर केला जात नाही. त्यामुळे त्या पूर्णपणे ‘फॅट-फ्री’ असतात. तसेच, धान्याचे बाह्य कवच लाह्यांमध्ये समाविष्ट असल्याने त्यातून शरीराला भरपूर प्रमाणात तंतूमय पदार्थ (फायबर) मिळतात, ज्यामुळे वजन नियंत्रित राहण्यास मदत होते.

कच्च्या धान्यामध्ये फायटेट किंवा टॅनिन्ससारखे काही अँटि-न्यूट्रियंट असतात, जे शरीराला पोषक घटक शोषून घेण्यास अडथळा आणतात. उच्च तापमानाला धान्य भाजल्यामुळे हे विषारी घटक नष्ट होतात आणि धान्यातील खनिजे व जीवनसत्त्वे शरीराला सहज मिळतात.

फुटाणे

फुटाणे हा केवळ एक चवदार आणि कुरकुरीत पदार्थ नाही, तर तो प्रथिनांचा एक उत्तम आणि स्वस्त स्रोत आहे. हरभऱ्याचा कडक आणि कडू वाटणारा दाणा भट्टीत भाजल्यानंतर मऊ, कुरकुरीत आणि पिवळाधमक कसा होतो, ही प्रक्रिया जितकी रंजक आहे, तितकेच त्यामागील विज्ञानही थक्क करणारे आहे. ही प्रक्रिया प्रामुख्याने तीन टप्प्यांत पार पडते. फुटाणे बनवण्यासाठी विशिष्ट प्रकारच्या, म्हणजेच चांगल्या दर्जाच्या आणि मध्यम ते मोठ्या आकाराच्या देशी हरभऱ्याची निवड केली जाते. सर्वप्रथम, या हरभऱ्यांवर मिठाच्या पाण्याचा हबका मारला जातो किंवा ते काही तासांसाठी कोमट पाण्यात भिजवले जातात. यामुळे हरभऱ्याच्या बाह्य कवचात योग्य प्रमाणात ओलावा शोषला जातो. भिजवलेले हरभरे थेट भट्टीत टाकले जात नाहीत. ते काही तास उन्हात किंवा सावलीत सुकवले जातात. या प्रक्रियेला ‘टेंपरिंग’ म्हणतात. यामुळे हरभऱ्याच्या आतील ओलावा स्थिर होतो आणि बाह्य कवच थोडे सैल होते. भुजाऱ्याच्या भट्टीत लोखंडी कढईत बारीक वाळू २५०°C ते ३००°C तापमानाला गरम केली जाते. या अतिउष्ण वाळूत पूर्वतयारी केलेले हरभरे टाकून ते झाऱ्याने सतत ढवळले जातात. अवघ्या काही सेकंदांतच हरभऱ्याचे बाह्य कवच सुटे होते, दाणा मधोमध फुटतो आणि पिवळेधमक, कुरकुरीत फुटाणे तयार होतात. हरभरा भट्टीत टाकल्यावर तो जळण्याऐवजी अचूक कसा भाजला जातो आणि फुटतो? आपण हरभरे थेट रिकाम्या कढईत भाजले, तर ते कढईच्या थेट संपर्कात आल्यामुळे काही बाजूंनी जळतील तर काही बाजूंनी ते कच्चे राहतील. भट्टीत वापरली जाणारी वाळू ही ‘उष्णतेची उत्तम वाहक’ म्हणून काम करते. वाळूचे कण हरभऱ्याला सर्व बाजूंनी वेढून घेतात. यामुळे हरभऱ्याच्या दाण्याला सर्व बाजूंनी एकसमान उष्णता मिळते, ज्यामुळे तो आतपर्यंत व्यवस्थित भाजला जातो. हरभऱ्याच्या दाण्याच्या आत प्रथिनांसोबतच ठरावीक प्रमाणात पाणी (ओलावा)

फुटाणे

साळीच्या लाह्या

असते. जेव्हा हरभरा २५०°C तापमानाच्या वाळूत जातो, तेव्हा त्यातील पाण्याचे रूपांतर वेगाने अतिउष्ण वाफेमध्ये होते. ही वाफ बाहेर पडण्याचा प्रयत्न करते. त्याच वेळी, हरभऱ्याच्या बाह्य कवचातील पेशी उष्णतेमुळे आकुंचन पावतात आणि ठिसूळ बनतात. आतील वाफेच्या दाबामुळे हे बाह्य कवच मधोमध फाटते किंवा सुटे होते, ज्याला आपण हरभरा 'फुटणे' म्हणतो. उच्च तापमानामुळे हरभऱ्याच्या रचनेत दोन मुख्य रासायनिक बदल होतात. हरभऱ्यात प्रथिनांचे प्रमाण जास्त असते. उष्णतेमुळे ही जटिल प्रथिने सुटी होतात, ज्यामुळे कच्च्या हरभऱ्याचा कडवटपणा किंवा उग्र चव निघून जाते आणि त्याला एक मऊ पोत मिळतो. हरभऱ्यातील स्टार्च उष्णतेमुळे शिजतो आणि हलका बनतो, ज्यामुळे फुटाणा कुरकुरीत होतो. कच्चा हरभरा तपकिरी किंवा हिरवट रंगाचा असतो, पण फुटाणा पिवळाधमक आणि सुवासिक दिसतो. विज्ञानात याला 'मैलार्ड रिॲक्शन' म्हणतात. उच्च तापमानाला हरभऱ्यातील नैसर्गिक अमिनो सिड आणि शर्करा एकमेकांसोबत रासायनिक प्रक्रिया करतात. या प्रक्रियेमुळे फुटाण्याला त्याचा विशिष्ट खमंग सुवास आणि आकर्षक पिवळा-तांबूस रंग प्राप्त होतो. कच्चे हरभरे पचायला जड असतात आणि ते खाल्ल्याने अनेकांना गॅस किंवा पोटाचे विकार होतात. मात्र, तेच हरभरे 'फुटाणे' बनतात, तेव्हा त्यांचे गुणधर्म पूर्णपणे बदलतात. कच्च्या हरभऱ्यात 'फायटिक ॲसिड' आणि 'एंझाईम इनहिबिटर्स' असतात, जे शरीराला लोह, झिंक आणि कॅल्शियम शोषून घेण्यास अडथळा आणतात. भट्टीत उच्च तापमानाला भाजल्यामुळे हे घटक नष्ट होतात, ज्यामुळे फुटाण्यातील पोषक तत्त्वे शरीराला सहज उपलब्ध होतात. उष्णतेमुळे हरभऱ्यातील कार्बोहायड्रेट आणि प्रथिनांचे पचन आधीच अंशतः झालेले असते. त्यामुळे फुटाणे खाल्ल्यानंतर पोटावर ताण येत नाही आणि ते सहज पचतात. फुटाण्यांमध्ये फायबर आणि प्रथिनांचे प्रमाण जास्त असल्याने, ते खाल्ल्यानंतर रक्तातील साखर अचानक वाढत नाही. त्यामुळे मधुमेही रुग्णांसाठी फुटाणे हे विज्ञानाच्या दृष्टीने उत्तम अन्न मानले जाते.

आधुनिक फॅक्टरी किंवा महागड्या यंत्रांशिवाय, केवळ नैसर्गिक घटकांचा वापर करून अन्नाचा दर्जा, चव आणि पौष्टिकता वाढवण्याचे हे विज्ञान थक्क करणारे आहे. हरभरे भिजवताना पाण्यात मिठाचा वापर करण्यामागे केवळ चव वाढवणे हा उद्देश नसून, त्यामागे रसायनशास्त्र आणि वनस्पतिविज्ञानाचे अतिशय महत्त्वाचे नियम काम करतात. विज्ञानाच्या नियमानुसार, पाणी कमी घनतेकडून जास्त घनतेकडे वाहते. हरभरे मिठाच्या पाण्यात भिजवले जातात, तेव्हा 'परासरण' या प्रक्रियेमुळे मिठाचे कण हरभऱ्याच्या बाह्य कवचातून आत प्रवेश करतात. मीठ पाण्याला आपल्यासोबत आत खेचून घेते, ज्यामुळे हरभरे साध्या पाण्याच्या तुलनेत अधिक वेगाने आणि आतपर्यंत व्यवस्थित भिजतात. हरभऱ्याच्या बाह्य कवचामध्ये 'पेक्टिन' आणि 'कॅल्शियम'सारखे कडक घटक असतात, ज्यामुळे ते खूप कठीण असते. मिठातील सोडियम आयन हरभऱ्याच्या कवचातील कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम आयनची जागा घेतात. या रासायनिक बदलामुळे हरभऱ्याचे कडक कवच मऊ आणि लवचीक बनते. कवच मऊ झाल्यामुळे भट्टीत भाजताना ते जळत नाही आणि उष्णतेचा दाब सहन करून सहज मधोमध फुटते. हरभऱ्यामध्ये प्रथिनांचे प्रमाण खूप जास्त असते. मिठाचे पाणी हरभऱ्याच्या आत गेल्यानंतर तेथील प्रथिनांची रचना अंशतः सैल करते. यामुळे हरभऱ्याचा अंतर्गत भाग मऊ होतो, जो भट्टीत भाजल्यानंतर फुटाण्याला अत्यंत कुरकुरीत पोत देतो. साध्या पाण्यात भिजवलेले हरभरे भाजल्यावर कडक किंवा चामट बनू शकतात, पण मिठाच्या पाण्यामुळे ते तुलनेने मऊ बनतात. पाण्यात मीठ विरघळते, तेव्हा पाण्याचा उत्कलनबिंदू वाढतो. यामुळे हरभऱ्याच्या आत साठलेल्या पाण्याचे तापमान भट्टीत गेल्यानंतर १००°C पेक्षा जास्त वाढू शकते. ही अतिउष्ण वाफ हरभऱ्याला आतून अतिशय वेगाने शिजवते आणि दाणा अचूक फुलण्यास मदत करते. मीठ हे एक उत्तम नैसर्गिक संरक्षक आहे. हरभरे भिजत असताना त्यात कोणत्याही हानिकारक जीवाणूंची किंवा बुरशीची वाढ

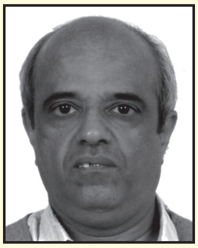
होऊ नये, यासाठी मीठ अँटि-बॅक्टेरियल ढाल म्हणून काम करते

ज्वारी, तांदूळ, मका किंवा गव्हाच्या लाह्यांसारख्या इतर भाजलेल्या धान्यांच्या तुलनेत फुटाण्यांचे पोषणमूल्य खूप जास्त असते. विज्ञानाच्या आणि अन्नशास्त्राच्या दृष्टीने यामागे काही ठोस कारणे आहेत. इतर धान्यांच्या तुलनेत फुटाणे सरस ठरतात. शेंगदाण्यांची साल (कवच) पातळ असल्याने ते लाह्या किंवा फुटाण्यांसारखे फुलत नाही. फुटाणे हे लेग्युम, डाळवर्गीय गटात येतात, तर इतर लाह्या या तृणधान्य गटात येतात. इतर भाजलेल्या धान्यांमध्ये प्रती १०० ग्रॅम केवळ ७ ते १० ग्रॅम प्रथिने असतात. याउलट, फुटाण्यांमध्ये प्रती १०० ग्रॅम तब्बल १८ ते २० ग्रॅम प्रथिने असतात. भाजताना त्यातील ओलावा पूर्णपणे निघून गेल्यामुळे प्रथिनांची घनता अधिक वाढते. फुटाण्याच्या सालीमध्ये (कवच) आणि अंतर्गत भागात मोठ्या प्रमाणावर तंतूमय पदार्थ (फायबर) असते. १०० ग्रॅम फुटाण्यांमधून शरीराला सुमारे १२ ते १५ ग्रॅम फायबर मिळते. हे फायबर इतर धान्यांच्या तुलनेत जास्त काळ पोट भरलेले ठेवते, ज्यामुळे वारंवार भूक लागत नाही आणि वजन कमी करण्यास मदत होते. मका, तांदूळ किंवा गव्हाच्या लाह्या भाजल्यानंतर त्यांचा 'ग्लायसेमिक इंडेक्स' (साखर वाढवण्याचा वेग) खूप वाढतो. फुटाण्यांचा 'ग्लायसेमिक इंडेक्स' अत्यंत कमी म्हणजेच २८च्या आसपास असतो. यामुळे फुटाणे खाल्ल्यानंतर रक्तातील साखर अचानक वाढत नाही, जी इतर भाजलेली धान्ये खाल्ल्याने वाढू शकते. म्हणूनच मधुमेहींसाठी हा सर्वोत्तम आहार आहे असे सांगितले जाते. इतर तृणधान्यांमध्ये प्रथिनांची रचना अपूर्ण असते. फुटाण्यांमध्ये शरीराला आवश्यक असलेली नऊपैकी बहुतांश अमिनो ॲसिड योग्य प्रमाणात असतात. भट्टीत भाजण्याच्या प्रक्रियेमुळे या प्रथिनांची 'बायो-अव्हेलेबिलिटी' (शरीराद्वारे शोषून घेण्याची क्षमता) अधिक सुधारते. शरीरात हिमोग्लोबिन वाढवून ॲनिमिया (रक्तपांढरी) रोखण्यासाठी फुटाणे इतर धान्यांपेक्षा खूप प्रभावी आहेत. हाडे आणि दात मजबूत राखण्यासाठी कॅल्शियम आणि फॉस्फरस हे घटक मदत करतात. मॅग्नेशियम आणि पोटॅशियम हे घटक रक्तदाब नियंत्रित ठेवून हृदयाचे आरोग्य सुधारतात. इतर भाजलेली धान्ये शरीराला प्रामुख्याने फक्त कर्बोदके देतात. परंतु, फुटाणे हे शरीराला कर्बोदकांसोबतच भरपूर प्रथिने, फायबर आणि खनिजे एकाच वेळी देतात. यामुळेच विज्ञानाच्या दृष्टीने फुटाण्यांचे पोषणमूल्य इतर भाजलेल्या धान्यांपेक्षा कित्येक पट अधिक मानले जाते.

फुटाणे भट्टीतून बाहेर काढल्यानंतर ते दीर्घकाळ कुरकुरीत ठेवण्यामागे अन्न-भौतिकशास्त्र आणि आर्द्रता गतिशास्त्र यांचे विज्ञानाचे नियम काम करतात. भट्टीतून निघाल्यानंतर फुटाणे मऊ पडू नयेत म्हणून वैज्ञानिक पद्धतींचा वापर केला जातो. भट्टीतून बाहेर पडताना फुटाण्यांमधील पाण्याचा अंश १% ते २% पेक्षा कमी झालेला असतो. या स्थितीत फुटाण्यामधील स्टार्च आणि प्रथिने अत्यंत कडक अशा 'ग्लास स्टेट'मध्ये असतात, ज्यामुळे ते कुरकुरीत लागतात. फुटाणे हवेच्या संपर्कात राहिले, तर ते हवेतील बाष्प शोषून घेतात. पाण्याचा अंश ५% पेक्षा जास्त होताच फुटाणे सादळतात किंवा मऊ बनतात. त्यामुळे बाहेरील हवा आत जाण्यापासून रोखणे हे मुख्य विज्ञान आहे. भट्टीतून निघाल्यावर फुटाणे अतिशय गरम असतात. गरम फुटाणे लगेचच बंद डब्यात भरले, तर त्यातील अंतर्गत उष्णतेमुळे वाफ तयार होईल. ही वाफ डब्याच्या झाकणाला धडकून पाण्याचे थेंब पुन्हा फुटाण्यांवर पडतील आणि ते मऊ होतील. म्हणून, फुटाणे आधी हवेशीर जागी पसरवून वेगाने सामान्य तापमानाला आणले जातात. फुटाणे पूर्णपणे थंड झाल्यावर ते धातूच्या किंवा जाड प्लास्टिकच्या हवाबंद डब्यात/पॅकेटमध्ये साठवले जातात. भाजलेले अन्न निसर्गतः 'हायग्रोस्कोपिक' असते, म्हणजेच ते हवेतील ओलावा स्वतःकडे खेचून घेते. हवाबंद डब्यामुळे बाहेरील ओलसर हवा फुटाण्यांपर्यंत पोहोचू शकत नाही आणि त्यांमधील 'झिरो मॉइश्चर'ची पातळी टिकून राहते. मोठ्या प्रमाणावर जेव्हा फुटाण्यांचे व्यावसायिक पॅकेट तयार केले जातात, तेव्हा त्यातील साधी हवा काढून नायट्रोजन वायू भरला जातो. नायट्रोजन हा एक निष्क्रिय वायू आहे, जो ओलावा आणि ऑक्सिजनला फुटाण्यांपासून दूर ठेवतो. यामुळे फुटाण्यांचे ऑक्सिडायझेशन होत नाही आणि ते कित्येक महिने ताजे व कुरकुरीत राहतात. जर घरात फुटाणे कुरकुरीत ठेवायचे असतील, तर डब्यात तळाशी थोडे कच्चे तांदूळ किंवा कापडात बांधून खडे मीठ ठेवले जाते. हे पदार्थ फुटाण्यांच्या आधी हवेतील ओलावा स्वतःकडे शोषून घेतात, ज्यामुळे फुटाणे सुरक्षित राहतात.

(माहिती जालावरील छायाचित्र साभार)

– डॉ. जयंत वसंत जोशी
jvjoshi2002@yahoo.com



ज्ञानेंद्रियें तुमची, आमची आणि पेशींची! (भाग २)

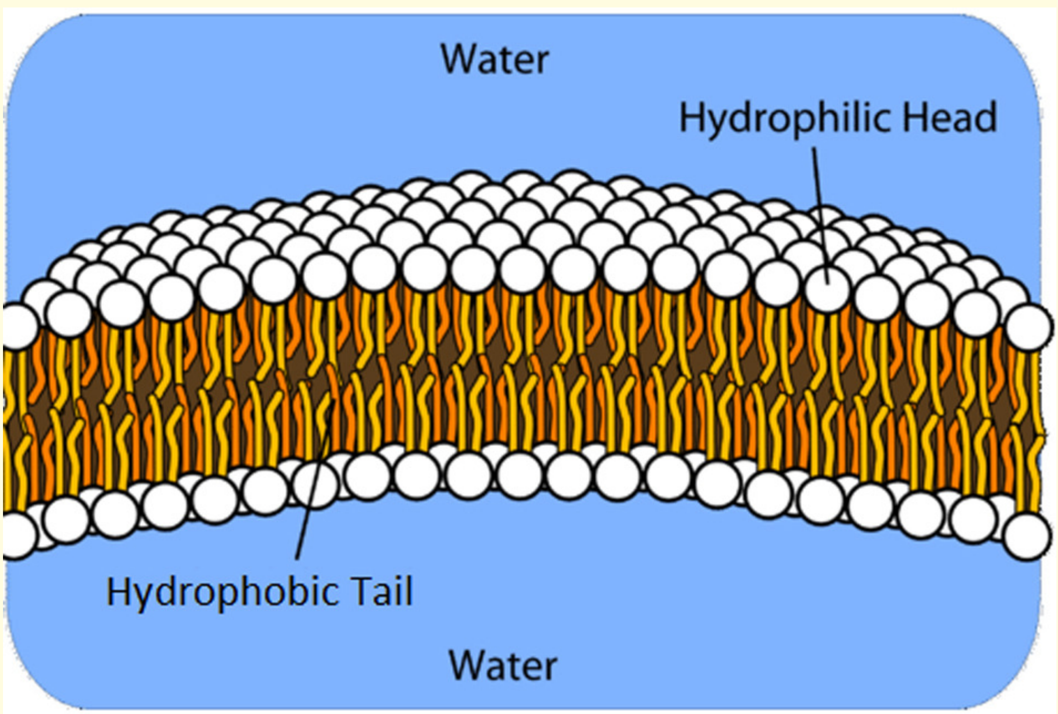
राजेंद्र देवपूरकर

पेशींच्या आत आणि बाहेर ही विभागणी पेशीपटलामुळेच होते हे आपण जुलैच्या अंकात समजून घेतले. पेशीपटलाच्या रासायनिक रचनेमुळेच पेशीच्या आतील द्रव्ये बाहेर येऊ शकत नाहीत किंवा बाहेरील द्रव्ये पेशीत सहजी जात नाहीत.

प्रवेश निषिद्ध (ENTRY STRICTLY RESTRICTED)

पेशींच्या आत आणि बाहेर ही विभागणी पेशीपटलाच्या रासायनिक रचनेमुळे आहे हे जरा समजून घेऊ. पेशीपटल हे प्रामुख्याने फॉस्फोलिपिड ह्या प्रकारच्या असंख्य रेणूंनी बनलेले असते. (आकृती १) ह्या प्रत्येक रेणूचे दोन भाग असतात : एक भाग गोलाने दाखवला आहे आणि एक भाग दोन रेषांनी दाखवला आहे. रेणूचा गोल भाग पाण्याशी मैत्री करू शकतो तर दुसरा भाग जो रेषांनी दाखवला आहे तो पाण्याशी मैत्री करू शकत नाही. पेशीच्या आत आणि बाहेर दोन्हीकडे पाणी आहे. त्याचा परिणाम असा होतो की मैत्रीच्या गुणधर्माप्रमाणे हे रेणू दोन थरामध्ये स्वतःची मांडणी करतात. म्हणजेच पेशीपटलाचा आतील आणि बाहेरील पृष्ठभाग पाण्याशी मैत्री असलेले तर पेशीपटलाचा अंतर्भाग पाण्याशी मैत्री न करणारा आहे. पाण्याशी मैत्री नसणारा अंतर्भाग दोन्ही बाजूंनी पाण्याशी मैत्री करणाऱ्या दोन भागामध्ये बंदिस्त झाला आहे.

(तेल पाण्याशी मैत्री न करणारे आहे तर दूध, फळांचे रस ताक इत्यादी पाण्याशी मैत्री करणारे पदार्थ आपल्या सर्वांच्या परिचयाचे आहेत). आपण सर्व पदार्थांची दोन गटांत विभागणी करू : (१) पाण्याशी मैत्री असलेले



आकृती १ : पेशी पटलाची रचना

(Hydrophilic) जसे की मीठ, साखर, मध (२) बाजूनी पाण्याशी मैत्री नसलेले (Hydrophobic) जसे की तेल, लोणी, कापूर, आयोडीन. दोन्ही गटातील रेणू आपल्या गटातील रेणूंशी मैत्री करतात पण दुसऱ्या गटातील रेणूंशी मैत्री करत नाहीत.

पेशीपटलाच्या ह्या रचनेला फार महत्त्व आहे. आपल्या परिसरात तसेच पेशींच्या परिसरात प्रामुख्याने गट १ मधलेच पदार्थ असतात. गट १ मधले पदार्थ पेशीपटलातून आत बाहेर जाऊ शकत नाही कारण मध्ये अडथळा येतो आहे पाण्याशी मैत्री नसलेला पेशीपटलाचा मोठा भाग. पेशीपटलाच्या ह्या रचनेमुळे पेशीचा आतील भाग आणि पेशीबाहेरील भाग ह्यामध्ये रासायनिक दृष्ट्या खूपच फरक आहे.

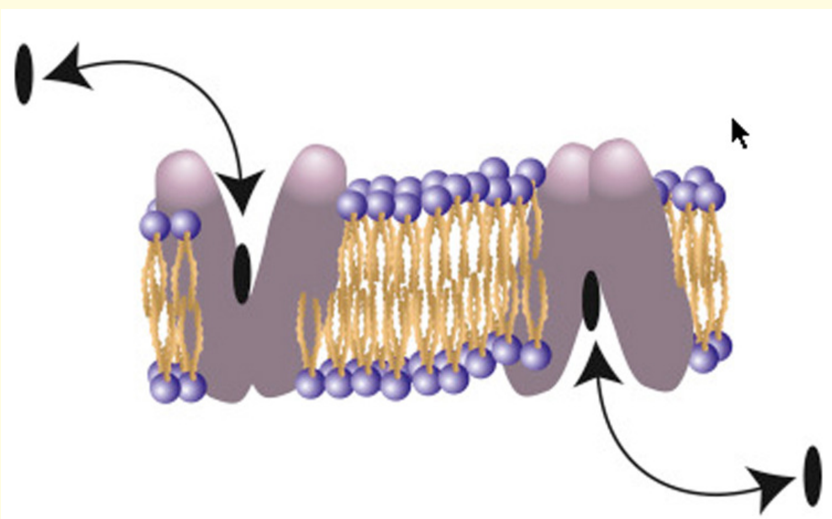
‘पेशींची ज्ञानेंद्रिये!’

आपण भाग १ मध्ये पाहिले की स्वादुपिंडाच्या पेशी, यकृताच्या पेशी किंवा स्नायूंच्या पेशी वाढलेली साखर, वाढलेली इन्सुलिन किंवा ग्लुकॅगॉन ह्याना योग्य तो प्रतिसाद देतात. काही जिवाणू तर त्यांच्या संख्येची नोंद घेऊन प्रतिसाद देतात. ह्यासाठी पेशी पटलावर रासायनिक यंत्रणा असते आणि त्यालाच आपण येथे संबोधले आहे ‘पेशींची ज्ञानेंद्रिये!’

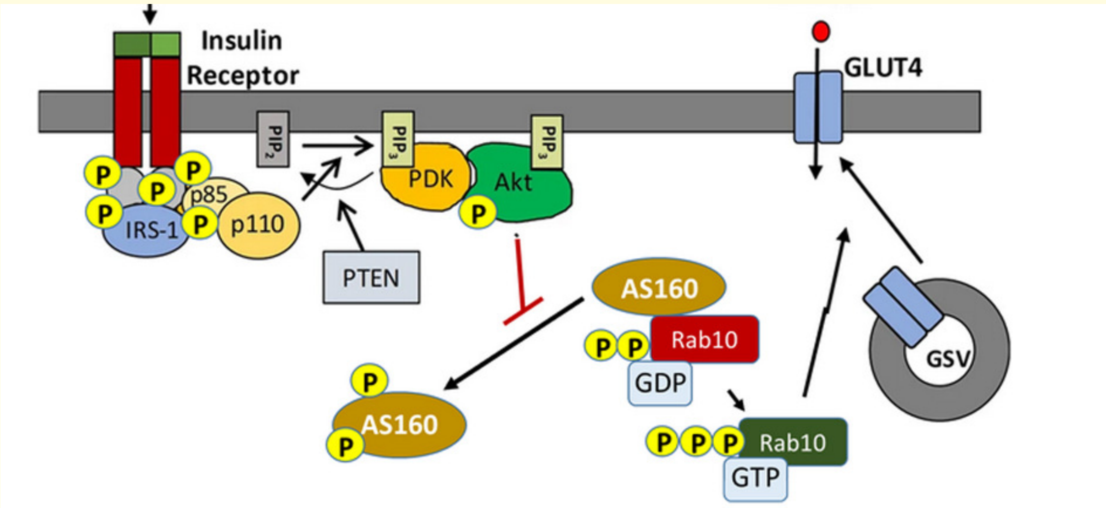
‘ग्राही (संदेश घेणारे) प्रथिन म्हणजे रिसेप्टर प्रोटीन (Receptor protein) :

बाहेरील परिस्थितीचे ज्ञान होण्यासाठी पेशीपटलामध्येच रासायनिक व्यवस्था असायला हवी. एवढेच नव्हे तर बाहेर काय होते आहे ते पेशींच्या अंतर्भागात कळवण्याची व्यवस्था हवी. म्हणजे आतील रासायनिक प्रक्रियामध्ये जरूर ते फेरफार करता येतील. ही व्यवस्था म्हणजेच एक प्रकारे पेशींची ज्ञानेंद्रियें नाहीत का? ह्या पेशींच्या ज्ञानेंद्रियांबद्दल माहिती घेऊ या. पेशीपटल म्हणजे ‘प्रवेश निषिद्ध’ (ENTRY STRICTLY RESTRICTED) किंवा ‘अनुमतीशिवाय प्रवेश नाही’ (NO ENTRY WITHOUT PERMISSION) असा कडक नियम. परंतु पेशीला स्वतःच्या वाढीसाठी पोषणद्रव्ये तर लागणार ना. अशी पोषणद्रव्ये आपल्या भोवताली आहेत हे ज्ञान पेशींना होणे जरुरीचे आहे. एवढेच नाही तर ह्या पोषणद्रव्याला पेशीपटलामधून बाहेरून आत येऊ द्यायचे आहे अन् ते आतून बाहेर जाणार नाही अशी पण व्यवस्था करायची आहे.

लॅक्टोज साखर पेशीमध्ये कशी जाते ते आकृती २ मध्ये दाखवले आहे. पेशीपटलामध्ये एक प्रथिनरेणू जांभळ्या रंगाने आणि काळ्या रंगाने लॅक्टोज रेणू दाखवला आहे. ह्या प्रथिन रेणूमध्ये लॅक्टोज (आणि फक्त लॅक्टोजच) रेणू जाऊन बसतो; अर्थात ही क्रिया पेशीच्या बाहेर पेशपटलाच्या बाह्य पृष्ठावर होते. मग त्या प्रथिन रेणूचा आकार बदलून तो असा होतो की प्रथिन रेणूत बसलेला लॅक्टोज रेणू पेशीपटलाच्या आतील पृष्ठभागावर जातो आणि मग तो पेशीद्रवामध्ये जातो. प्रथिन रेणूचा आकार बदलणे आणि बांधलेला लॅक्टोज रेणू पेशीमध्ये जाणे ह्यासाठी अर्थातच ऊर्जेची जरूर असते. पेशीपटलाच्या बाहेर फार मोठ्या संहितेने (Concentration) प्रोटॉन असतात आणि आतील बाजूस अत्यल्प संहितेने असतात. ह्याला



आकृती २ : लॅक्टोज साखर पेशी मध्ये कशी जाते?



आकृती ३ : इन्सुलिन, इन्सुलिन ग्राही प्रथिन, GLUT

पटलांमधील प्रोटॉनचा विद्युत रासायनिक ग्रेडियंट असे म्हणतात. हा रासायनिक ग्रेडियंट आवश्यक ती ऊर्जा पुरवतो. अशा प्रकारे ऊर्जा, प्रथिन वापरून लॅक्टोज पेशीच्या आत येते. विद्युत रासायनिक ग्रेडियंटच्या उलट दिशेमुळे (आत प्रोटॉन कमी आणि बाहेर जास्त) आतील लॅक्टोज बाहेर जात नाही.

आपल्या घरी दाराबाहेर आपण एक विद्युत घंटा (Electrical/electronic bell) बसवतो. येणारा प्रत्येक पाहुणा ही एक बेल दाबून आपल्याला आगमनाची सूचना देतो. पेशींच्या बाबतीत प्रत्येक पाहुण्यासाठी स्वतंत्र बेलची अशी व्यवस्था असते. म्हणजे असे की लॅक्टोजसाठीचे प्रथिन दुसऱ्या कोणच्या रेणूसाठी उपयोगी पडत नाही. पेशीत येणाऱ्या प्रत्येक निरनिराळ्या रेणूंसाठी निरनिराळे प्रथिन असणे गरजेचे आहे. ह्या प्रथिनाला रिसेप्टर प्रोटीन (Receptor protein) म्हणजे ग्राही (संदेश घेणारे) प्रथिन म्हणतात. ही प्रथिने शरीरातील हार्मोन (संप्रेरक) किंवा औषधांचे संदेश ओळखतात आणि पेशीला विशिष्ट काम करण्यासाठी सूचना देतात.

आणखी एक उदाहरण पाहू. रक्तातील ग्लुकोज साखर वाढली की स्वादुपिंड इन्सुलिन रक्तामध्ये सोडतात. इन्सुलिनच्या प्रभावामुळे यकृत पेशी पटापट ग्लुकोज साखर पेशींच्या आत घेऊन त्यापासून ग्लायकोजेन बनवतात आणि त्यामुळे रक्तातील ग्लुकोजचे प्रमाण कमी होते. रक्तातील साखर कमी झाली की स्वादुपिंड इन्सुलिन रक्तात सोडणे बंद करतात आणि ग्लुकॅगॉन रक्तात सोडतात. ग्लुकॅगॉनच्या प्रभावामुळे यकृत पेशी ग्लायकोजेनपासून ग्लुकोज बनवून रक्तात सोडतात. (विज्ञानधारा जुलै अंक पाहावा).

यकृत पेशीपटलावरच्या दोन ग्राही प्रथिनांची ह्यांमध्ये प्रमुख भूमिका असते. यकृत पेशींच्या पेशीपटलावर इन्सुलिन ग्राही प्रथिन (insulin receptor protein) तसेच ग्लुकोज ग्राही प्रथिन (GLUT 4) असतात. (ग्लुकोज ग्राही GLUT ४ प्रथिन यकृत पेशींच्या पेशी द्रवात मोठ्या प्रमाणात आणि पेशीपटलावर कमी प्रमाणात असते). इन्सुलिन रेणू हा यकृत पेशीपटलावरच्या insulin receptor protein ह्या इन्सुलिन ग्राही प्रथिनाला भिडतो/बद्ध होतो. ह्या संयोगामुळे इन्सुलिन ग्राही प्रथिनाच्या रचनेत थोडे बदल होऊन हे प्रथिन पेशींच्या आतमध्ये एक रासायनिक क्रियांची साखळी सुरू करून देते आणि ह्या साखळी क्रियेमुळे पेशी द्रवातील ग्लुकोज ग्राही GLUT ४ प्रथिन पेशी पटलावर स्थापित होते. ग्लुकोजचे रेणू पेशी पटलावरच्या GLUT ४ ह्या ग्राही प्रथिनाला संयोग पावून पेशीमध्ये आत घेतले जातात. (आकृती ३)

पेशीपटलावर १०,००० ते २०,००० एका विशिष्ट ग्राही प्रथिनाचेचे रेणू असू शकतात : म्हणजे GLUT ४ चे १० ते २० हजार रेणू. तसेच इन्सुलिन ग्राही प्रथिनांचे असेच १० ते २० हजार रेणू. आणि ग्लुकोज किंवा इन्सुलिनप्रमाणे लाखोंच्या संख्येने पेशीपटलावर येऊन भिडणारे पदार्थ.

मित्रांनो, रेणू पातळीवर पाहिले असता पेशींची ज्ञानेंद्रिये अगणित आहेत.

– डॉ. राजेंद्र देवपूरकर
writetodeopurkar@gmail.com

समुद्रविश्व

समुद्रघोडा - Sea Horse

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

समुद्रविश्वाच्या मागील भागात आपण समुद्रातल्या सूर्यफुलाविषयी (Sea anemone) माहिती घेतली. हे फूल नसून एक शिकारी प्राणी आहे हे जाणून तुम्हाला आश्चर्य वाटले असेल ना! आज आपण समुद्रातल्या घोड्याविषयी जाणून घेत आहोत. हा जमिनीवरील घोड्यासारखा सस्तन प्राणी नसून एक मासा आहे! होय, अत्यंत संथ गतीने पण उभा पोहणारा एक मासा!

घोडा हा मानवाने सर्वप्रथम पाळीव बनवलेल्या प्राण्यांपैकी एक आहे. हजारो वर्षांपासून तो वाहतूक, शेती, युद्ध, खेळ आणि वेगवेगळ्या कामांसाठी मानवाचा विश्वासू सहचर राहिला आहे.

आपला अफाट वेग, ताकद, सहनशक्ती आणि बुद्धिमत्ता या गुणांमुळे घोड्याला एक विशेष स्थान आहे. Power किंवा क्षमता मोजण्यासाठी देखील आपण अश्वशक्ती (Horse power) या एककाचा वापर करतो. अठराव्या शतकात जेम्स वॉट या जगप्रसिद्ध अभियंत्याने वाफेचे सुधारित इंजिन किती शक्तिशाली आहे हे समजण्यासाठी ही संकल्पना मांडली. एक घोडा ठरावीक वेळेस जितके काम करू शकतो त्या प्रमाणाला एक अश्वशक्ती (1HP) असे नाव दिले. म्हणजे एखाद्या मोटारीची क्षमता १० horse power असेल तर ती मोटार साधारण दहा घोड्यांच्या एवढे काम करू शकते. अश्वशक्ती हे नाव ठेवण्यामागचा उद्देश यंत्राची ताकद सहज समजावी हा होता. आजही हे लोकप्रिय व सर्वमान्य एकक वापरले जाते. अत्यंत कार्यशील, निष्ठावान व ताकदवान असा हा घोडा आपल्याला कधीच झोपताना दिसत नाही. तो नेहमीच उभ्या-उभ्या विश्रांती घेतो. या त्याच्या गुणसाधर्म्यामुळे तसेच त्याच्या डोक्याच्या रचनेप्रमाणे आकार असल्याने समुद्रात आढळणाऱ्या काही वैशिष्ट्यपूर्ण माशांपैकी एका माशाचे नाव Sea Horse किंवा समुद्रघोडा असे पडले आहे.

या समुद्रघोड्याचे जीवन विलक्षण असते. उत्क्रांतीच्या दृष्टीने सागरी परिसंस्थेत याचे अनन्यसाधारण महत्त्व असून त्याची शरीर रचना, उभी पोहण्याची पद्धत, रंग बदलण्याची क्षमता आणि नर माशाने पिल्लांना जन्म देणे ही वैशिष्ट्ये अद्भुत आणि अनाकलनीय आहेत. या माशाला दात नसतात, तोंडाद्वारे अन्न शोषून घेतले जाते आणि इवल्याशा पोटात सरळ जाऊन पोचते. त्यामुळे दिवसातून अनेक वेळा अगदी शेकडो वेळा त्याला अन्न ग्रहण करावे लागते. शेपटी Prehensile असल्याने समुद्री गवतात तिची पकड घट्ट बसते.

Syngnathidae या समूहातील हा मासा असून Hippocampus या जातीत गणला जातो. Hippocampus हा मूळचा ग्रीक शब्द असून Hippos म्हणजे घोडा आणि Kampos म्हणजे समुद्री जीव असा होतो. समुद्री घोड्याच्या

जगभरातून सुमारे ५० प्रजाती आढळतात. आणखी काही नवीन प्रजातींची नोंद या यादीत होत आहे. पाईप फिशबरोबर याचे जवळचे नाते असून या माशाचे डोके घोड्याच्या डोक्याप्रमाणे दिसते. पण Snout किंवा तोंडाचा आकार नळीप्रमाणे असतो. या नळीच्या साहाय्याने तो आपले अन्न अतिशय वेगाने शोषून घेतो. इतर माशांप्रमाणे याच्या अंगावर खवले नसतात त्याऐवजी हाडांच्या कठीण पट्ट्यांनी बनवलेले बाह्य कवच असते जे त्याचे शत्रूपासून संरक्षण करते.

बहुतेक सर्वच मासे आडवे पोहतात मात्र आपला समुद्री घोडा उभ्या उभ्या म्हणजे Vertically पोहतो!

त्याची शेपटी मात्र माकडाच्या शेपटीसारखी शरीरापेक्षा लांब असते. आपल्या शेपटीच्या साहाय्याने तो समुद्री गवत, प्रवाळ, स्पॉन्ज यांना घट्ट वेटोळे घालून पकडून ठेवतो त्यामुळे सागरी प्रवाह तो वाहून जात नाही.

या घोड्याचे कान एकाच वेळी वेगवेगळ्या दिशेला फिरू शकतात, त्याचप्रमाणे समुद्रघोड्याचे डोळे एकाच वेळी दोन वेगळ्या दिशेने फिरून सभोवतालचा अंदाज घ्यायला मदत करतात. शरीराची हालचाल न करता शिकारी प्राण्यांपासून बचाव करण्यासाठी आणि त्याच वेळेस आपले अन्न शोधण्यासाठी अशा डोळ्यांची मदत समुद्री घोड्याला होते.

हे समुद्रघोडे अगदी १.५cm पासून ३५cm पर्यंत लांबीचे आढळून येतात. लाल, पिवळा, नारिंगी, तपकिरी, काळा, जांभळा, हिरवा अशा विविध रंगांत ते आढळतात. यांच्याकडे रंग बदलण्याची क्षमता असल्याने सरड्याप्रमाणे परिस्थितीनुसार रंग बदलणे यांना सहज शक्य होते. त्वचेत असणाऱ्या विशेष रंगद्रव्याच्या पेशींनी (chromatophores) वातावरणाशी एकरूप होणे त्यांना क्षणार्धात शक्य होते.

त्याच्या पाठीवरील पराने (Dorsal fin) एका सेकंदात अनेक वेळा कंपने करून तो हळूहळू पुढे सरकतो. वेगाने पोहता येत नसल्याने बहुतेक वेळेस तो समुद्री गवत किंवा प्रवाळांना त्याच्या मजबूत शेपटीचे वेटोळे घालून स्थिर राहतो.

श्वसनासाठी याला इतर माशांप्रमाणे कल्ले (gills) असतात. हा प्राणी समूहाने राहताना दिसत नाही. याला एकांत प्रिय असतो.

प्राचीन ग्रीक, रोमन कथांमध्ये या समुद्री घोड्यांचा उल्लेख आढळतो. एका प्राचीन ग्रीक कथेनुसार समुद्रदेव – Poseidon आपल्या सोन्याच्या रथातून सागरभ्रमंती करत असे. त्याच्या रथाला जोडलेले घोडे सामान्य नव्हते तर पुढून घोडे दिसणारे व मागून मासे असलेले अद्भुत समुद्री घोडे होते. हे घोडे सागराच्या मोठमोठ्या लाटांवर सहज धावत समुद्रदेवाला एका किनाऱ्यापासून दुसऱ्या किनाऱ्यापर्यंत घेऊन जात. आजही ग्रीसमधील नाविक त्यांचा सागरप्रवास करण्यापूर्वी समुद्रदेवाची प्रार्थना करतात. हे लोक समुद्री घोड्यांना धैर्य, संरक्षण आणि सुरक्षित प्रवास याचे प्रतीक मानतात. तिथल्या अनेक प्राचीन जहाजांवर तसेच नाण्यांवर समुद्री घोड्याची चित्रे कोरलेली दिसून येतात. याच्या आकर्षक आकारामुळे तो चित्रकला, शिल्पकला, दागदागिने, वस्त्रकला आणि सजावटीच्या अनेक वस्तूंमध्ये प्रतिकात्मक वापरला जातो.

चीनमध्ये समुद्रघोडा शुभ मानला जातो. समृद्धी आणि दीर्घायुष्याचे प्रतीक म्हणूनही चीनमध्ये याची मान्यता आहे. तिथल्या काही भागांत पारंपरिक औषधांमध्येदेखील याचा वापर होतो.

रोमन पुराणकथेनुसार समुद्रदेव – Neptune (नेपच्युन) यांच्याशीही समुद्रघोड्यांचा संबंध जोडला जातो. अनेक भित्तिचित्रांमध्ये Neptuneच्या रथाला समुद्रघोडे असलेली चित्रे सापडतात.

जपानी आणि आग्नेय आशियाई संस्कृतीत किनारी भागातील लोक समुद्रघोड्यांचे समुद्राचे रक्षण करणारा संरक्षक असे वर्णन करतात.

आपल्याकडे फारशा पौराणिक गोष्टीत याचा उल्लेख नसला तरी अनेक बालकथांमध्ये, विज्ञानविषयक पुस्तकांमध्ये समुद्रघोड्यांचे रंजक वर्णन आढळते.

Hippocampus kuda, H. trimaculatus, H. histrix, H. kellogi, H. bargibanti अशा काही प्रजाती प्रसिद्ध आहेत.

सजीवांमध्ये पुनरुत्पादन, प्रजनन या प्रजातींच्या अस्तित्वाकरता अत्यंत आवश्यक प्रक्रिया आहेत. सामान्यतः मादी हे गर्भधारणेचे काम सांभाळते. अंडी देणे, ती उबवणे, पिल्लांना जन्माला घालणे, त्यांचे संगोपन व संरक्षण करणे ही कामे बहुतेक करून मादी निभावते. परंतु समुद्री घोड्याच्या बाबतीत प्रकृतीने एक अनाकलनीय अपवाद निर्माण केलेला आहे. समुद्रघोडा जगातील असा एकमेव मासा आहे ज्यामध्ये नर गर्भधारणा करून पिल्लांना जन्माला घालतो. नरामध्ये पोटाकडे एक गर्भ पिशवी म्हणजे Brood Pouch असते ज्यात मादी योग्य वेळी अंडी ठेवते. नराकडून अंड्यांचे फलन केले जाते. पिशवीतील रक्तवाहिन्याद्वारे पिल्लांना प्राणवायू व पोषण मिळते आणि योग्य वेळी पिल्ले बाहेर पडून स्वतंत्रपणे मुक्त संचार करतात. नर एकच वेळेस शेकडो पिल्लांना जन्म देतो. आहे की नाही निसर्गाची अद्‌भुत किमया? ही प्रक्रिया सस्तन प्राण्यांच्या गर्भाशयाशी काही प्रमाणात साधर्म्य दर्शवते. त्यामुळे उत्क्रांतीच्या अभ्यासातसुद्धा याचे विशेष महत्त्व आहे. तसेच, Genetics, Biological oceanography, Conservation, Reproductive biology यांसारख्या क्षेत्रांत समुद्रघोड्यांच्या प्रजननाचा अभ्यास महत्त्वाचा ठरतो.

समुद्रघोडा आकाराने लहान असला तरीही त्याचे सागरी परिसंस्थेतील स्थान मोठे आहे. समुद्री गवताची कुरणे, प्रवाळ भित्तीका, मॅन्ग्रूव्ह जंगले या ठिकाणच्या परिसंस्थामधील अन्नसाखळीचा तो महत्त्वाचा दुवा आहे. समुद्रघोडा हा Mid-level Predator आहे. लहान प्लवक प्राणी, अळ्या, लहान crustacean प्राणी हे त्याचे अन्न असून त्यांची संख्या नियंत्रित ठेवण्याचे काम तो करतो. मोठे मासे, खेकडे, ऑक्टोपस यांसारखे प्राणी समुद्री घोड्यांना आपले भक्ष्य बनवतात.

सागरी घोड्यांची उपस्थिती त्या परिसरातील Biodiversity (जैवविविधता) तसेच पर्यावरणीय संतुलन दर्शवते. मात्र गेल्या काही दशकांत झालेल्या मानवी हस्तक्षेपांमुळे यांच्या अनेक प्रजाती धोक्यात आलेल्या आहेत. तो एक इंडिकेटर स्पेसिज म्हणून ओळखला जातो कारण seahorse फक्त स्वच्छ आणि निरोगी अधिवासातच आढळून येतात. यांची कमी होत जाणारी संख्या सागरी प्रदूषण, हवामानबदल, नष्ट होत जाणारी गवताची कुरणे, कोरल रीफची होणारी हानी दर्शवतात.

समुद्रघोड्यांची थेट मासेमारी केली जात नसली तरी बऱ्याचदा जाळ्यात इतर माशांसोबत अडकतात आणि bycatch म्हणून फेकून दिले जातात.

आंतरराष्ट्रीय निसर्ग संवर्धन संघटना (IUCN) विविध

प्रजातींच्या संरक्षणाची स्थिती ठरवते, त्यांच्या अनुमाने समुद्रघोड्यांच्या अनेक प्रजाती Vulnerable (असुरक्षित) आहेत.

भारतात १९७२ च्या वन्यजीव अधिनियमानुसार समुद्रघोड्यांना संरक्षण देण्यात आले आहे. त्यामुळे यांच्या शिकारीस बंदी घालण्यात आली आहे. अवैध व्यापारावर कायदेशीर कार्यवाही केली जाते.

अथांग सागराच्या निळाईत शांतपणे डोलणारा हा समुद्र घोडा केवळ आकर्षक सागरी मासा नसून सागरी परिसंस्थेच्या संतुलनाचा एक महत्त्वाचा घटक आहे. निसर्गाच्या अद्‌भुत कल्पकतेचे प्रतीक असलेला हा मासा त्याच्या सौंदर्यापुरता मर्यादित नसून सागरी जैवविविधतेचे संरक्षण आणि परिसंस्थेचे आरोग्य समजून घेण्यासाठी केल्या जाणाऱ्या अभ्यासात तो महत्त्वाचा ठरतो.

परंपरागत औषध पद्धतीत याचा शेकडो वर्षापूर्वीपासून वापर करण्यात येत असला तरीही आधुनिक विज्ञान या वापराची वैज्ञानिक पडताळणी करण्यावर जास्त भर देत असून सध्याचे संशोधन त्याच्या शरीरात असलेले Bioactive compounds वर अधिक अभ्यास करत आहे.

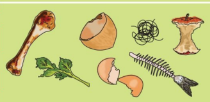
आजच्या लेखामधून आपण समुद्रघोड्यांची रचना, घोड्याशी असलेले त्याचे साधर्म्य, अधिवास, आहार, प्रजनन, पर्यावरणीय महत्त्व, संवर्धन, लोककला, वैद्यकीय संशोधन अशा विविध बाबींची सविस्तर माहिती घेतली. सागराच्या अफाट विश्वात दडलेला हा प्रकृतीचा चमत्कार आपल्या मनात सागरसृष्टीविषयी कुतूहल, आदर आणि संवेदनशीलता निर्माण करू शकेल अशी आशा आहे.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

Visit of engineers from various Municipal Councils in Goa to NISARGRUNA rapid composting plant

WASTE CATEGORIES

Wet



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

(Composting unit)

Recyclable Dry Waste

Waste which does not decompose but can be recycled.

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

Non Recyclable Waste

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

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

WHAT CAN I DO?

TIPS TO BE A GREAT WASTE WARRIOR
If you follow these tips, you can be a true waste warrior & reduce the amount of trash that ends up in landfills & dumpsites.

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

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

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

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

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

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

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

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

DO YOU KNOW?

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

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

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

Zero Waste Goa

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

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