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

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

कवचकुंडले हवीत वैद्यांना विकिरण हाताळताना
आहेत किती बोजड ती, त्रास त्याचा होई त्यांना
अखंड आरोग्य देण्या रुग्णांना, वैद्य वाहती ओझे
संशोधनाच्या दिशा नव्या, सोडवतील का कोडे हे?

जुलै २०२६ * मूल्य ५० रुपये

Rapid composting units to be set up across state - CM Dr. Pramod Sawant

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका
जुलै २०२६, वर्ष चौथे
पुस्तिका दुसरी, 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 / ७
Radiation safety, lead aprons and newer research ideas

Sanjay Jahagirdar / १६
Researching infinitesimally small (Nuclei) to decode the infinitely large (Supernova)

आनंद घारे / २१
धातुरूपण – भाग १

नरेंद्र गोळे / २६
पाण्याचे ऊर्जांतरण२६

डॉ. स्वाती बापट / २९
प्राचीन काळी डायबेटिसचे निदान कसे केले जायचे?

डॉ. रंजन गर्गे / ३२
बॅक्टेरिओफाज थेरपीचे पुनरागमन!

वसुधा जोशी / ३७
ॲलर्जी

अनघा शिराळकर / ४०
हवामानाच्या बदलांसंबंधीची आंतरसरकारी समिती (आयपीसीसी)

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ४४
काचकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान – भाग ३

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / ४९
समुद्रातले सूर्यफूल (Sea Anemone)

आनंद घैसास / ५३
नेमेचि येतो मग पावसाळा...

डॉ. राजेंद्र देवपूरकर / ५७
ज्ञानेंद्रियें तुमची, आमची आणि पेशींची!! (भाग १)

हेमंत लागवणकर / ६०
वाहनाचा 'जन्मदाखला' अर्थात VIN

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

Science is a dynamic and exciting field because it is constantly evolving. Unlike a fixed body of knowledge, science grows through continuous research, observation, experimentation, and innovation. Every discovery helps answer existing questions but also raises new ones, leading scientists toward deeper understanding and fresh areas of investigation. Research and development are the driving forces behind this progress. As scientists develop new instruments and techniques, they gain the ability to explore nature in greater detail, from the smallest particles inside atoms to the vast structures of the universe. Many breakthroughs also reveal unexpected connections between different fields of study, creating entirely new branches of science and technology. The history of science shows that each advancement opens new dimensions of knowledge. Discoveries in physics, biology, medicine, and astronomy have repeatedly transformed our understanding of the world. Because scientific knowledge is continually tested and refined in light of new evidence, science remains a vibrant and ever-expanding journey of exploration and discovery. Let us discuss exciting observations which have been published recently.

From Atomic Clocks to Nuclear Clocks: A New Revolution in Timekeeping

Time is such a familiar part of our daily lives that we rarely realize how much science lies behind its precise measurement. Today, we can determine our location within a few meters using GPS on our mobile phones, synchronize computers around the world through the internet, and communicate with spacecraft in deep space. At the heart of all these technologies lies one thing—extremely precise timekeeping. Humanity's journey of measuring time began with sundials. Later came hourglasses, water clocks, pendulum clocks, and mechanical clocks. In the twentieth century, the invention of atomic clocks brought about an unprecedented revolution in timekeeping. Now, however, scientists have taken another major leap in this field. In June 2026, the world's first functional nuclear clock was demonstrated. According to many scientists, this development may prove to be as significant as the invention of the atomic clock itself.

How Do Atomic Clocks Work? In every atom, electrons occupy specific energy levels around the atomic nucleus. When an electron moves from one energy level to another, it absorbs or emits electromagnetic radiation of a specific frequency. This frequency is extremely stable. The international standard for measuring time is based on the atom cesium-133. A specific transition in the cesium atom has a frequency of 9,192,631,770 oscillations. By counting these oscillations, one second is defined. Atomic clocks are so precise that they may lose or gain less than a second over many millions of years. GPS satellites, telecommunications systems, financial transactions, scientific experiments, and space exploration all depend critically on atomic clocks. But scientists want to be more and more accurate!

Why Is There a Need for Even More Accurate Clocks?: Although atomic clocks are extraordinarily precise, they are not completely free from limitations. The electrons in an atom are relatively far from the nucleus. As a result, they can be influenced by external electric fields, magnetic fields, temperature variations, and other environmental factors. Although these effects are extremely small, they become important in today's highest-precision experiments. For example,

studying tiny variations in Earth's gravitational field, possible changes in fundamental constants, or the effects of dark matter requires clocks of even greater accuracy. The next automatic choice for this is nuclear clock!

The Concept of a Nuclear Clock: Atomic clocks are based on electronic transitions. A nuclear clock, in contrast, uses energy transitions within the atomic nucleus itself. The nucleus consists of protons and neutrons. It is thousands of times smaller than the surrounding electron cloud and is much better shielded from external disturbances. Consequently, effects caused by electric or magnetic fields are greatly reduced. For decades, physicists have believed that clocks based on nuclear transitions could be even more stable and accurate than atomic clocks. However, finding a suitable nucleus for such a clock proved to be extremely challenging.

Thorium-229: A Unique Nucleus: At the center of this research is the isotope thorium-229. In most nuclei, energy transitions involve such high energies that they are extremely difficult to control. Thorium-229, however, possesses a unique low-energy nuclear state. This state can be investigated using laser technology. After many years of research, scientists succeeded in determining the energy of this transition with remarkable precision. This achievement opened the path toward building a practical nuclear clock.

A Historic Achievement in June 2026: In June 2026, researchers successfully demonstrated the first functional nuclear clock. This moment is being regarded as a major milestone in the history of timekeeping. The clock utilizes a specific transition within the thorium-229 nucleus. Using advanced laser systems, researchers were able to control and measure the frequency associated with this transition. The experiment demonstrated that the concept of a nuclear clock is not merely theoretical but can be implemented in practice. Its accuracy is expected to improve substantially in the coming years.

A Revolution in GPS Technology: The accuracy of today's GPS system depends heavily on atomic clocks carried aboard satellites. Because the speed of light is extremely high, even tiny timing errors can translate into positional errors of several meters. If nuclear clocks prove to be more stable than atomic clocks, the accuracy of GPS systems could improve significantly. In the future, autonomous vehicles, precision agriculture, drone technologies, and geodetic surveying may all benefit from this advancement.

A New Tool for Measuring Earth's Gravitational Field: According to Einstein's theory of general relativity, time passes more slowly in stronger gravitational fields. Although this effect is extremely small, modern atomic clocks are capable of measuring it. Nuclear clocks may be even more sensitive. As a result, they could detect very small differences in elevation, changes in groundwater reserves, or variations in the distribution of mass beneath Earth's surface. In the future, these clocks may become powerful tools in geology, climate science, and the study of natural resources.

Searching for Dark Matter: Most of the matter in the universe is invisible to us. Astronomical observations suggest the existence of dark matter, yet its nature remains unknown. Some theories propose that dark matter could induce extremely small changes in the values of fundamental constants. Nuclear clocks may become sufficiently precise to detect such subtle variations. This

capability could provide a new avenue for investigating one of the greatest mysteries in modern science.

Searching for a Fifth Fundamental Force:: Modern physics recognizes four fundamental forces: gravity, electromagnetism, the weak nuclear force, and the strong nuclear force. Some researchers believe that the possibility of an additional, unknown fundamental force cannot be ruled out. If such a force exists, it might produce extremely subtle changes in nuclear energy levels. Nuclear clocks could potentially detect such effects in the future. Thus, they may become not only instruments for measuring time but also laboratories for probing the foundations of physics.

Looking Toward the Future: The journey from pendulum clocks to atomic clocks reflects humanity's scientific progress. With the advent of nuclear clocks, a new chapter in that journey has begun. Today, these clocks remain confined largely to research laboratories. However, just as atomic clocks eventually became indispensable components of modern technology, nuclear clocks may one day become integral to numerous systems. Their impact is likely to be felt in GPS, space exploration, geology, fundamental physics, and the quest to understand the universe. This new instrument for measuring time is not merely a more accurate clock. It is a gateway to a deeper understanding of the universe itself.

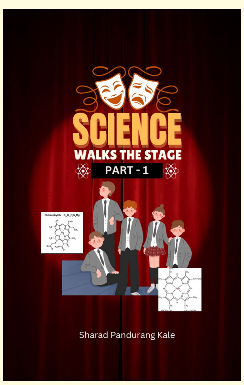
"I am using nuclear clock" could be the new proverb of tomorrow.

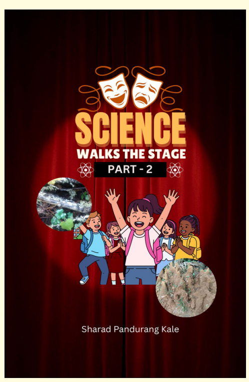
- Sharad Kale

sharadkale@gmail.com

GRANTHALI

Valuable Books for Creating Scientific Awarness by Sharad Kale





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

Radiation safety, lead aprons and newer research ideas

Sharad Kale

From Lead Shields to Bio-Inspired Radiation Protection: A Continuing Scientific Journey

According to the Mahabharata, Karna was born with the divine gift of Kavacha (armor) and Kundalas (earrings). Exactly what material these armor and earrings were made of, however, remains a mystery, as the epic keeps that secret concealed. What is described is that these divine protections were so powerful that no weapon or celestial missile could harm Karna while he possessed them. Most readers are familiar with the later episode in the Mahabharata war in which Indra had to approach Karna in the guise of a supplicant and obtain the Kavacha and Kundalas from him. Only after Karna had parted with them could Arjuna eventually slay him. This story itself demonstrates how ancient the concept of protective armor is. Armor played an extremely important role in medieval warfare as well. Through historical and mythological films, we have seen many kings and warriors going into battle clad in protective armor. Historical accounts describe how Chhatrapati Shivaji Maharaj wore armor and a protective helmet (jiretop) when he went to meet Afzal Khan. Interestingly, similar kinds of protective armor are required even in modern medical practice. The story that follows is, in a sense, the tale of those contemporary suits of armor.

- Ancient warriors wore armor to stop arrows, swords, and spears.
- Medieval knights wore steel plate armor to resist increasingly powerful weapons.
- Modern healthcare workers wear lead or composite aprons to reduce exposure to invisible radiation.

In all three cases, the engineering challenge is similar: maximize protection while minimizing weight and preserving mobility. The transition from chain mail to plate armor, and today from lead aprons to lightweight bio-inspired composites, reflects the same continuing quest for better protective technology.

Historical Episodes

1. The Clarence Dally Episode: The first widely recognized fatality linked to occupational X-ray exposure. Assistant to Thomas Alva Edison, Clarence Dally developed severe radiation burns and cancer. He died in 1904. This is often cited as the event that awakened the scientific community to radiation hazards.

2. The Radium Dial Painters: The tragedy of the United States Radium Corporation workers ("Radium Girls") demonstrated the dangers of internal radioactive contamination and eventually helped establish occupational radiation safety standards.

3. Manhattan Project and Nuclear Era: The development of nuclear technology during the Manhattan Project accelerated understanding of radiation dosimetry, shielding design, and occupational exposure limits.

4. Space Exploration: The radiation problem reappeared in a new setting when humans ventured beyond Earth's protective atmosphere. Space agencies now investigate lightweight shielding materials because every kilogram launched into space is expensive.

Introduction

When Wilhelm Conrad Röntgen discovered X-rays in the year 1895, the scientific world was captivated by the possibility of seeing inside the human body without surgery. Within months, physicians and researchers across Europe and America were experimenting with the mysterious new rays. The excitement was so great that safety considerations received little attention. The consequences soon became apparent. Early radiologists often worked with unshielded X-ray tubes and repeatedly exposed their hands to radiation while adjusting equipment. Many developed severe skin burns, chronic ulcers, cataracts, and, in some cases, cancers. Among the best-known victims was the American inventor and X-ray pioneer Clarence Dally, assistant to Thomas Edison, who died in the year 1904 from radiation-induced cancer after years of exposure. His death profoundly affected Edison, who reportedly abandoned much of his X-ray research thereafter.

These painful lessons led scientists to search for materials capable of reducing radiation exposure. Experimental observations quickly revealed that dense materials such as lead attenuated X-rays far more effectively than wood, cloth, or ordinary metals. As the emerging science of atomic physics matured, researchers understood why: lead combines a high atomic number with high density, giving it an exceptional ability to absorb and scatter X-rays and gamma rays.

For more than a century, lead aprons became an iconic symbol of radiation protection in hospitals, research laboratories, and industrial facilities. Yet the modern era has exposed an interesting paradox. While lead remains an excellent shield against many forms of radiation, the aprons themselves are heavy and may contribute to chronic neck, shoulder, and spinal disorders among healthcare workers. Furthermore, highly energetic photons used in modern nuclear medicine and PET imaging can penetrate conventional lead aprons more easily than the lower-energy X-rays encountered by earlier generations of radiologists.

Medical imaging has become one of the most rapidly expanding applications of ionizing radiation. Conventional radiography, computed tomography (CT), fluoroscopy, mammography, interventional radiology, nuclear medicine, SPECT, and PET imaging now play indispensable roles in modern healthcare. Millions of diagnostic and therapeutic procedures are performed annually across the world, allowing earlier disease detection, more precise treatment planning, and improved patient outcomes. As the use of these technologies continues to grow, so does the number of healthcare professionals who routinely work in radiation environments. This expanding reliance on radiation-based medicine has created a parallel need for protective systems that are not only effective but also lightweight, comfortable, sustainable, and practical for long-term daily use. The challenge facing researchers today is therefore not merely to provide shielding, but to develop protection that can be seamlessly integrated into increasingly demanding clinical workflows without imposing significant physical burdens on healthcare workers.

The search for such next-generation protective materials is increasingly drawing inspiration from unexpected sources. Advances in computational materials science, artificial intelligence, biomimetic engineering, and

radiation biology are encouraging researchers to look beyond traditional heavy-metal shielding and explore whether lessons from nature itself can contribute to safer and more ergonomic radiation-protection technologies.

These challenges have prompted researchers to ask a fascinating question: can future radiation-protection systems be designed differently? Instead of relying exclusively on heavy metals, might advanced composite materials, biological molecules, artificial intelligence, and lessons from radiation-resistant organisms help create lighter, smarter, and more effective protective equipment?

Radiation Protection Is an Optimization Problem: Many readers imagine radiation protection as simply "blocking radiation." In reality, modern radiation safety seeks to optimize multiple factors simultaneously:

- Radiation attenuation
- Weight
- Flexibility
- Worker comfort
- Toxicity
- Cost
- Environmental sustainability
- Manufacturability

The search for answers is taking scientists from hospital radiology departments to the genomes of extraordinary microorganisms, from the forests that produce lignin to the shells of crustaceans that contain chitin, and even to the radiation-rich environment of deep space. The story of radiation shielding is therefore not merely a story about lead; it is an evolving scientific journey that continues to connect physics, biology, materials science, medicine, and engineering.

Use of lead apron in a nuclear medicine laboratory: A lead apron is used in a nuclear medicine laboratory to reduce radiation exposure to staff and visitors, but its usefulness depends strongly on the type and energy of radiation involved. Lead is a dense material with a high atomic number, making it effective at absorbing or attenuating X-rays and many gamma rays. In nuclear medicine, workers may be exposed to radiation emitted from radioactive materials used for diagnosis and therapy. A lead apron can:

- Reduce exposure to scattered radiation.
- Provide protection during handling of certain radionuclides.
- Lower the cumulative occupational radiation dose received by staff.
- Serve as an additional safety measure alongside time, distance, and shielding principles.

Important limitation: Not all nuclear medicine radiation is effectively stopped by a lead apron

The effectiveness of a lead apron depends on the energy of the photons.

Radionuclide	Main Radiation	Lead Apron Effectiveness
Technetium-99m	140 keV gamma rays.	Moderate
Iodine-131	364 keV gamma rays	Limited
Fluorine-18	511 keV annihilation photons.	Poor

For PET radionuclides such as Fluorine-18, a standard 0.5-mm lead apron provides only a small reduction in dose because the gamma rays are highly penetrating. In these situations, increasing distance from the source is usually more effective than wearing a lead apron.

Limitations of Lead Aprons in Protecting Against Surface Beta Radiation Exposure: For strong beta emitters, placing lead directly next to the source can generate bremsstrahlung (braking radiation), which may actually increase photon exposure. Therefore, low-atomic-number materials such as acrylic or plastic are often used

first to shield beta particles. The most important radiation protection principles in nuclear medicine radiation workers primarily rely on:

Time – Minimize time spent near radioactive sources.

Distance – Maximize distance from the source.

Shielding – Use appropriate shielding (lead, tungsten, acrylic, concrete, etc.).

Of these three, distance is often the most effective protection method in nuclear medicine, especially for PET facilities.In many nuclear medicine departments, personnel handling: Tc-99m doses may use lead syringe shields and sometimes lead aprons. PET radiopharmaceuticals such as Fluorine-18 are usually handled with tungsten syringe shields, L-block shields, and remote handling techniques rather than relying on lead aprons. Lead aprons are used in nuclear medicine laboratories to reduce external exposure from X-rays and gamma radiation, but they provide only limited protection against the high-energy photons commonly encountered in PET imaging. Consequently, modern nuclear medicine radiation protection relies much more on time minimization, distance, and appropriate shielding devices than on lead aprons alone.

Problems associated with heavy lead aprons: Prolonged use of heavy lead aprons has been associated with increased musculoskeletal strain, raising concerns about their impact on the skeletal health of occupationally exposed workers.The weight of lead aprons is a well-recognized occupational health concern, especially for radiology, interventional cardiology, electrophysiology, and nuclear medicine personnel who wear them for many hours each day.

A typical lead apron can weigh:

- 3–7 kg for standard aprons.
- Up to 10 kg or more for higher-equivalent lead protection or two-piece designs.

Effects on the musculoskeletal system: Studies have shown increased rates of:

- Chronic neck pain
- Lower back pain
- Shoulder pain
- Cervical disc degeneration
- Lumbar spine disorders
- Fatigue and postural strain

The problem becomes more pronounced when workers:

- Stand for prolonged periods.
- Frequently lean over patients.
- Rotate their trunk while wearing the apron.
- Wear the apron for several hours daily over many years.

Several studies of interventional radiologists and cardiologists have reported significantly higher rates of spinal problems compared with the general population. Nuclear medicine is somewhat different Interestingly, in many modern nuclear medicine departments, staff wear lead aprons less frequently than workers in fluoroscopy suites. For example: PET technologists handling Fluorine-18 often rely more on distance, automated dispensing systems, tungsten syringe shields, and shielded workstations. Nuclear medicine physicians interpreting scans generally do not wear lead aprons routinely.

Personnel involved in hybrid imaging systems such as SPECT/CT or PET/CT may require protective garments when working near CT or fluoroscopic equipment.

How the problem is addressed?

Modern departments use several strategies:

- Two-piece aprons (vest and skirt): These distribute weight between shoulders and hips.
- Lead-free or lightweight composite aprons: These can reduce weight by 20–40%.

- Ceiling-suspended protective systems: The shield is supported mechanically rather than by the worker's body.
- Mobile shield barriers: Staff stand behind leaded screens instead of wearing heavy protection.
- Ergonomic training and work rotation: Reduces cumulative strain.

An interesting but disturbing paradox: Radiation protection experts often point out that for high-energy PET photons (511 keV), a lead apron may provide relatively little shielding benefit while still imposing a substantial orthopedic burden. Consequently, some modern radiation-safety programs emphasize distance and engineered shielding rather than simply adding heavier aprons. In other words, there can be situations where a worker accepts a significant musculoskeletal load for only a modest reduction in radiation dose. This is why radiation protection today is increasingly focused on optimizing the entire work environment rather than relying solely on personal protective garments. So your concern is scientifically well founded: the chronic orthopedic risk from heavy lead aprons is a genuine occupational hazard, and in some settings it may become as important a workplace health issue as the radiation exposure the apron is intended to reduce.

Naturally radio resistant bacteria : It is known that *Dinococcus radiodurans* is highly resistant to radiation. It is known to produce certain proteins which are offering this resistant. The question comes in the mind, can we design something like that artificially and incorporate in ordinary apron to make it more resistant? It must be noted that the extraordinary radiation resistance of the bacterium *Deinococcus radiodurans* is not primarily due to a single protein that blocks radiation, nor does the organism possess a biological equivalent of a lead shield. Instead, its resistance comes from a combination of mechanisms that repair the DNA damage after radiation exposure and protect vital cellular components during irradiation.

Why is *Deinococcus radiodurans* so radiation-resistant?

This bacterium can survive doses of ionizing radiation thousands of times higher than those lethal to humans. Research suggests several contributing factors:

- Extremely efficient DNA repair systems
- Radiation breaks DNA into many fragments.
- *Deinococcus* can accurately reassemble its genome.
- Protection of proteins from oxidation
- Radiation generates reactive oxygen species (ROS).
- The bacterium accumulates manganese-based complexes that protect proteins from oxidative damage.
- Multiple genome copies
- Several copies of the chromosome provide templates for repair.
- Special protective proteins
- Proteins such as Dsup-like protective systems in other radiation-tolerant organisms and various *Deinococcus* repair proteins contribute to survival, but they do not "absorb" radiation the way lead does.

Could such biology be incorporated into an apron?: For a conventional radiation-protection apron, the honest answer is essentially no. The reason is fundamental physics: A lead apron works by attenuating incoming photons (X-rays and gamma rays) before they enter the body. Biological molecules and proteins are made mostly of light elements:

- Carbon
- Hydrogen
- Oxygen
- Nitrogen

These elements are poor absorbers of high-energy gamma rays. Even a thick layer of proteins would provide very little shielding compared with a thin layer of lead, tungsten, or bismuth. However, one can think of a different approach with respect to radioprotective materials. The idea becomes more interesting if we change the goal post from shielding radiation to reducing radiation damage. Researchers are exploring:

- Antioxidant coatings
- Melanin-based materials
- Synthetic manganese complexes inspired by *Deinococcus*
- DNA-protective compounds
- Self-healing polymers

For example, some fungi found near the site of the Chernobyl disaster contain large amounts of melanin and appear unusually tolerant of radiation. Melanin-based materials are being investigated as lightweight radioprotective materials. Some more ideas in this field include

- Tardigrade and its DNA-protective proteins.
- *Deinococcus radiodurans* and manganese-based protection.
- Radiotrophic fungi from the Chernobyl region that contain large amounts of melanin.

These organisms do not stop radiation; they survive it. That distinction is scientifically important.

A Comparison with Evolution of Body Armour

An interesting analogy:

Medieval armour '! heavy steel.

Modern armour '! Kevlar composites.

Early radiation shielding '! lead.

Future radiation shielding '! multifunctional composites.

A futuristic possibility

One could imagine a multilayer protective garment consisting of:

- An outer layer of tungsten, bismuth, or another high-atomic-number material to attenuate photons.
- An inner layer containing antioxidants or biomimetic compounds inspired by *Deinococcus*.
- Smart materials that neutralize radiation-induced free radicals reaching the skin.

Such a garment would not stop radiation the way lead does, but it might reduce biological damage from any radiation that penetrates the shield. A new concept of "radiation resilience" versus "radiation shielding" needs to be discussed actively. Lead belongs to the first paradigm of shielding; *Deinococcus*, melanin, antioxidants, and DNA-repair systems belong to the second paradigm of resilience. The future may involve combining both approaches in a single integrated protection strategy. This conceptual distinction provides a memorable theme that can tie the entire article together.

The bigger challenge

For nuclear medicine, especially PET imaging, the problem is not merely biology but photon energy. The 511 keV photons emitted after positron annihilation are highly penetrating. To stop them effectively, one needs dense, high-atomic-number materials. No known protein or biological tissue can compete with tungsten or lead on a per-unit-thickness basis because the interaction probability of gamma rays depends largely on atomic physics rather than biological function. So, the novel idea of a radio resistant apron of biological origin is scientifically insightful, but the likely future is not a "*Deinococcus* apron" that blocks radiation. Rather, it would be a bio-inspired radioprotective garment that combines conventional shielding with materials that reduce the biological consequences of radiation exposure. That is an active area of research in radiation biology, space medicine, and advanced protective materials.

Lead was not chosen merely because it was known to be "radiation resistant." Its adoption was based on well-understood physical principles and practical considerations. When X-rays were discovered by Wilhelm Conrad Röntgen in 1895, researchers quickly noticed that some materials attenuated X-rays much more effectively than others. Lead emerged as a preferred shielding material because it combines several advantages:

- High atomic number (Z = 82), which greatly increases interaction with X-rays and gamma rays.
- High density (11.34 g/cm³), meaning many atoms are packed into a small volume.
- Relatively inexpensive and widely available.
- Malleable, allowing it to be incorporated into flexible garments.
- Chemically stable under normal conditions.

The choice was therefore driven by experimental measurements and atomic physics rather than impulse, tradition or convenience.

Could biological materials be explored computationally?

This is a distinct possibility. In fact, this is exactly how many modern shielding materials are developed. Researchers routinely use Monte Carlo radiation-transport codes such as:

- GEANT4
- MCNP
- FLUKA

These programs simulate millions or billions of photons passing through different materials and calculate attenuation, scattering, secondary radiation production, and absorbed dose.

What would simulations likely show for lignin and chitin?

Lignin and chitin are fascinating candidates because they are abundant, lightweight, and renewable.

Chitin is found in:

- Crab shells
- Shrimp shells
- Insect exoskeletons

Lignin is found in:

- Wood
- Plant cell walls

However, both are composed primarily of:

- Carbon
- Hydrogen
- Oxygen
- Nitrogen

These elements have relatively low atomic numbers. For X-rays and gamma rays, attenuation roughly increases with atomic number and density. Therefore, simulations would almost certainly show that pure lignin or pure chitin performs much worse than lead or tungsten for direct photon shielding. But the story does not end there. Computer simulations might reveal other useful properties:

1. Composite materials: A chitin or lignin matrix could carry nanoparticles of:

- Bismuth
- Tungsten
- Barium sulfate

Such composites might:

- Weigh less than lead aprons
- Be more flexible
- Be less toxic
- Maintain reasonable shielding performance

Many research groups are already exploring similar concepts.

2. Neutron shielding: For neutron radiation, hydrogen-rich materials often outperform lead. Because chitin and lignin contain significant hydrogen, simulations might show advantages in:

- Nuclear reactors
- Space missions

- Particle accelerator environments

3. Biological protection: A material may not stop radiation efficiently but could:

- Scavenge free radicals
- Reduce oxidative damage
- Improve comfort and wearability

These are different but important forms of protection.

An especially interesting space-medicine angle: One of the most promising biological shielding candidates is not lignin or chitin but melanin, the pigment found in many organisms. Studies have investigated melanin-rich fungi discovered in the vicinity of the Chernobyl disaster. Researchers have even considered melanin-containing materials for spacecraft shielding because every kilogram launched into space is expensive.

Could AI help?

This is where the novel idea becomes particularly modern.

An AI-guided workflow could:

1. Generate millions of candidate composite materials.
2. Simulate radiation transport through them.
3. Optimize simultaneously for:

- Weight
- Flexibility
- Cost
- Toxicity
- Shielding effectiveness
- Identify promising bio-inspired materials for laboratory testing.

This approach is already transforming battery design, drug discovery, and materials science.

The deeper question: The question challenges a long-standing assumption: must radiation protection rely solely on dense metals? For pure attenuation of high-energy gamma rays, physics strongly favors high-density, high-atomic-number elements. However, if the objective expands to include:

- comfort,
- sustainability,
- reduced orthopedic injury,
- biological protection,
- and manufacturability,

then bio-inspired composites become very attractive. So while a simulation is unlikely to discover that pure lignin or pure chitin outperforms lead, it could very well identify novel hybrid materials that offer a much better overall balance between protection, weight, ergonomics, and environmental impact than traditional lead aprons. That is a scientifically worthwhile research direction.

Conclusion

The history of radiation protection illustrates how scientific progress often begins with a simple solution and gradually evolves into a more sophisticated understanding of the problem. Lead became the standard shielding material not through tradition or accident, but because the laws of atomic physics strongly favor dense, high-atomic-number elements for attenuating X-rays and gamma rays. Yet the demands of modern medicine are changing. Nuclear medicine, PET imaging, interventional radiology, and long-duration space missions increasingly require protective systems that are not only effective but also lightweight, ergonomic, environmentally responsible, and biologically compatible. The growing recognition of musculoskeletal injuries caused by heavy protective garments has further highlighted the need for innovation.

Nature may not provide a direct substitute for lead. Radiation-resistant organisms such as *Deinococcus radiodurans*, melanin-rich fungi, and tardigrades do not shield themselves by absorbing radiation; instead, they survive by preventing or repairing the damage it causes. Nevertheless, these organisms offer valuable

biological insights that may inspire future generations of radioprotective materials.

The most promising path forward is therefore unlikely to be a purely metallic shield or a purely biological one. Rather, it will probably involve intelligent combinations of physics, biology, materials science, and artificial intelligence. Computer simulations can already evaluate millions of candidate materials, while machine-learning algorithms can identify novel composites that balance shielding performance, weight, flexibility, durability, and cost. A century ago, the challenge was simply to discover a material capable of reducing radiation exposure. Today, the challenge is far more ambitious: to design protective systems that not only block radiation efficiently but also protect the health, comfort, and long-term well-being of the people who use them. The lead apron, once a symbol of technological progress, may eventually become the starting point for a new generation of bio-inspired radiation protection technologies.

In a broader philosophical sense, the search for better radiation protection echoes one of humanity's oldest aspirations: the desire for a "perfect shield." In the Mahabharata, Karna's legendary Kavacha and Kundalas were portrayed as divine protections that rendered him nearly invulnerable to harm. Although modern science does not seek mythical armor, it pursues a remarkably similar goal—to create protective systems that can safeguard the human body against invisible and potentially damaging forces. Lead aprons represented the first practical "kavacha" of the atomic age, relying on the principles of physics to intercept radiation before it could reach living tissues. The emerging generation of bio-inspired materials, intelligent composites, and AI-designed shielding technologies may be viewed as the next chapter in this continuing quest. Just as Karna's armor symbolized the highest level of protection imagined in ancient literature, future radioprotective systems may combine the wisdom of nature with the precision of modern science to provide protection that is lighter, smarter, more adaptable, and more effective than ever before. The journey from lead shields to biologically inspired radiation protection thus reflects not only a technological evolution but also a timeless human ambition—the pursuit of an ever-better kavacha against the unseen dangers of our world and beyond.

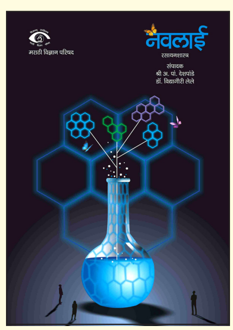
- Sharad Kale
sharadkale@gmail.com

ग्रंथाली

नवलाई

संपादक : बाळ फोंडके, अ.पां. देशपांडे

मूल्य : ५०० रुपये । सवलतीत : ३०० रुपये



भाग २ प्रसिद्ध झाला

नवलाई भाग २

संपादक : बाळ फोंडके, अ.पां. देशपांडे

मूल्य : ६०० रुपये । सवलतीत : ३६० रुपये

Researching infinitesimally small (Nuclei) to decode the infinitely large (Supernova)

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

Introduction:

A radioisotope is an unstable form of a chemical element, because its nucleus has an unbalanced number of protons and neutrons or excess energy it wants to get rid of, it undergoes radioactive decay, spontaneously emitting radiation as it transforms into a more stable element. Radioisotopes can be categorized by their origin i) Natural: Found in nature (e.g., carbon-14, uranium-235) and ii) Artificial: Man-made radioisotopes (e.g., technetium-99m) created in nuclear reactors or atom smashing apparatus.

One of the most important properties of radioactive isotopes is its half-life. It can be from micro seconds to several billions of years. All of us are aware that our universe is formed/created approximately 13.8 billion years ago through an event known as the Big Bang. It did not explode *into* anything; rather, it was a rapid and monumental expansion of space itself from an infinitely dense and hot point called a singularity. Just a fraction of a second to 20 minutes after the Big Bang, quarks (elementary particle) fused to create protons. A single proton is technically the nucleus of a hydrogen atom.

For a long time, the universe was too hot for complete atoms to exist. The intense heat kept electrons stripped away from protons in an opaque plasma. Around 380,000 years later, the universe expanded and cooled below 3,000-degree Kelvin. This allowed protons to finally capture electrons, forming the first stable, neutral **hydrogen atoms** during an era called Recombination

These elements require extreme cosmic events like supernovae (exploding stars) or kilonovae (colliding neutron stars) to form via rapid neutron capture. The very first generation of stars (Population III stars) formed around 100 to 300 million years after the Big Bang. Because these massive stars had short lifespans, they exploded only a few million years later. Therefore, the heaviest natural elements were born roughly **101 million to 305 million years** after the Big Bang.

Human intelligence and creativity has no boundaries, nuclear scientist successfully created thousands of exotic nuclei. The heaviest element on the periodic table is **Oganesson (118)** that was produced artificially in **2002**. The Facility for Rare Isotope Beams (FRIB)* at Michigan State University represents a major leap in rare-isotope science. By accelerating heavy ions to nearly half the speed of light and fragmenting them in target materials, FRIB can create hundreds of previously unknown nuclei, enabling researchers to explore regions of the nuclear chart that were inaccessible only a decade ago.

Why there is craze in the scientific world to discover newer rare isotopes or exotic nuclei?

Physicists often imagine all possible nuclei arranged on a chart according to their numbers of protons and neutrons, just like a periodic

table. Only about 250 isotopes are stable, but theory predicts that thousands more may exist. Where does the landscape end?

Why invest millions of dollars and decades of research to create something that vanishes in seconds?

We will try to explore answers in this article.

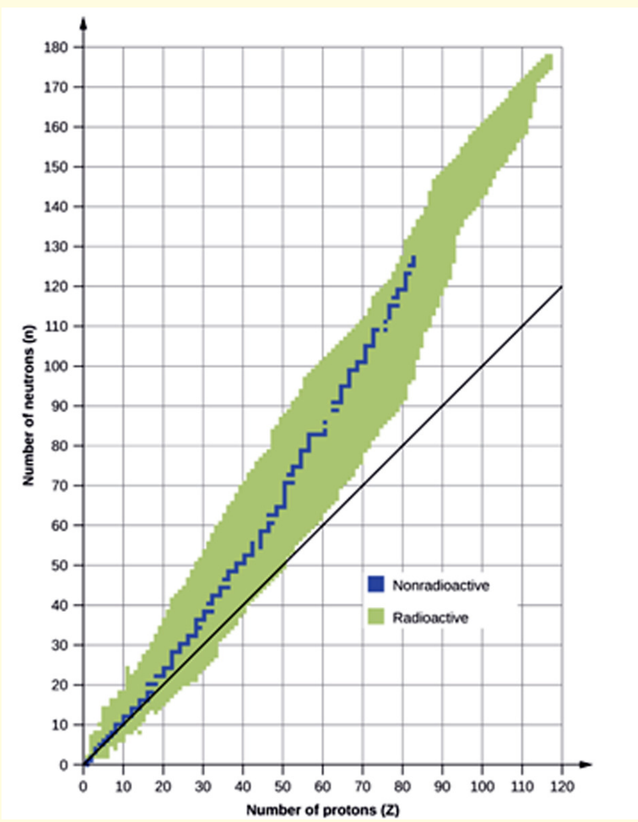
To a non-physicist, a half-life of second sounds like a failure. To a nuclear physicist, it is a window into the extreme limits of nature. Scientists are obsessed with these fleeting exotic nuclei for three profound reasons:

1. **Stress-Testing the Shell Model (And Finding "Island of Inversion")**

Our traditional understanding of nuclear stability relies on **magic numbers** of protons and neutrons (2, 8, 20, 28, 50, 82, 126), which create stable, tightly bound "closed shells" inside the nucleus. The nuclear shell model is conceptually analogous to the electronic shell model of atoms. Just as certain electron configurations confer exceptional atomic stability, specific numbers of protons or neutrons produce closed nuclear shells associated with enhanced nuclear stability. They do this by achieving a closed-shell structure, often defined by the **Octet Rule** (8 valance electrons)

These rules were discovered by studying stable isotopes, that led to the **nuclear stability graph** (or band of stability). This graph plots the number of neutrons (N) against the number of protons (Z) for all known stable and unstable nuclides. It visually identifies the exact ratios required for a nucleus to resist radioactive decay. Majority of nucleus of elements do not lie on the straight line but on a curving belt. The 'disciplined' ones are lighter nuclei with proton number Z=20 are perfectly fall on the straight line. What should be the ratio of number of neutrons to number of protons for elements with $Z \leqslant 20$

Children you will notice 'trend breaking' for



Courtesy:
https://uen.pressbooks.pub/introductorychemistry/chapter/nuclear-structure-and-stability/

heavier elements with Z > 20. Is it happening with excess protons or neutrons? The curved band lies above the straight line, it means there is neutron excess. Why more neutrons need to be added for rise in the atomic number (Z)? As number of protons increases, due to the electrostatic repulsion nuclei will remain unstable. To maintain stability, more neutrons are needed to provide the strong nuclear force to counter proton-proton repulsion. That's why nuclear force is different kind of force, other than Newton's force or Coulomb's force. Therefore, the band curves upward, meaning heavier elements require a higher neutron-to-proton ratio (reaching about 1.5 for the heaviest stable elements).

No stable isotopes exist beyond Bismuth Z=83, known as the "Island" Limit. No truly stable nuclides are known beyond bismuth. Although bismuth-209 was once considered stable, it is now known to decay through alpha emission with an extraordinarily long half-life of approximately 10^{19} years or 19 quintillion years. Because this is over a billion times longer than the age of the universe, the decay rate is virtually zero. For all practical and safety purposes, it is considered non-radioactive and completely safe.

Anything heavier is radioactive and undergoes decay, such as alpha emission, to shed mass and excess energy to acquire stability. **Any system for the most stable equilibrium, must possess the lowest possible potential energy.**

Is that all what we read from the above graph or there is much more information yet to be revealed? The location of an isotope relative to the band of stability determines its type of radioactive decay! Children you know that there are three types of decay - α, β, and γ that are coming out of unstable nucleus.

Above the Band (Too many neutrons) : These isotopes undergo β^- (beta-minus) decay. A neutron is converted into a proton, mass number remains unchanged but atomic number of daughter nuclei increase by one, moving the isotope diagonally down into the stable band.

X^Z ——— X^{Z+1}

Below the Band (Too many protons): These isotopes undergo β^+ (positron) emission. A proton is converted into a neutron, thereby decrease in the atomic number of daughter nuclei, moving the isotope diagonally up into the stable band.

X^Z ——— X^{Z-1}

Beyond the Band (Too heavy/Too much energy): Heavy, large nuclei (like uranium) generally undergo alpha decay (emitting 2 protons and 2 neutrons) or spontaneous fission to reduce their overall size

When we push a nucleus to the absolute limit, near the neutron drip line, (a boundary of the shaded curved band on the left on a typical N vs. Z plot) , the binding energy of the last neutron drops to zero, and the nucleus cannot hold itself together. The traditional magic numbers can completely break down, and new ones emerge. This is known as the **"Island of Inversion."** If we only study stable isotopes, we are like someone trying to understand gravity by only looking at objects sitting flat on a table. We need to see the nucleus at its breaking point to know if our structural models actually hold true.

2. **Island of stability**: On a graph plotting neutrons (N) on the y-axis against protons (Z) on the x-axis, this theorized region is demarcated by:

Protons (Z) projected at magic number 114 (Flerovium) or at 120 (Unbinilium) has Neutrons (N) number Projected primarily at the magic number 184. This is highly stable element sits far to the upper right of the curved band literally surrounded by a unstable radioactive isotope and short-lived transuranic elements.

According to the nuclear shell model, protons and neutrons fill discrete energy levels

in the nucleus. When a nucleus has "doubly magic" configurations (fully filled shells for both protons and neutrons), the binding energy increases, creating a region of structural longevity (an "island") amidst the radioactive instability. Lots of research is presently going on to discover newer island of stability.

3. Mapping the "Drip Lines" and Nuclear Halos : The drip lines define the literal boundary of nuclear existence. In isotopes like Lithium-11, the core nucleus is surrounded by two loosely bound neutrons that drift so far away they form a "cloud." This makes a tiny lithium nucleus structurally as large as a massive Lead-208 (208Pb) nucleus. Understanding how two neutrons can dance around a core without flying off is a massive puzzle in quantum mechanics. Near the neutron drip line, we observe these bizarre phenomena that challenge basic definitions of matter, defined as **neutron halos**.

4. Decoding the Cosmic Alchemy (The r-Process) : To truly understand the **r-process**, we have to look at it as a cosmic game of musical chairs played at near-light speed inside the most violent explosions in the universe. The "r" stands for Rapid. It is called the Rapid Neutron-Capture Process, and it is defined this way because it describes a frantic, high-stakes race between two fundamental nuclear forces: capturing a neutron versus beta-decaying.

Here is the breakdown of why it is defined this way. To understand the *rapid* process, it helps to contrast it with its calmer sibling, the **s-process** (*Slow* neutron capture), which happens inside ordinary, aging giant stars. (*Hold, we were dealing with nuclei, a dense matter is confined within femto dimensions, how we went into cosmic scale!!? Nuclear Physics to Astrophysics!!)*

In the **s-process**, a nucleus captures a neutron, looks at its new configuration, and if it is unstable, it has plenty of time to radioactive-decay (beta-decay) into a stable element before the next wandering neutron comes along. This can take years or decades. It is a slow, orderly climb up the periodic table.

The **r-process** is the exact opposite. It occurs only in extreme cosmic catastrophes–such as **neutron star mergers** or **supernovae**–where the density of free neutrons is unimaginably high. We are talking about 10^{20} to 10^{26} neutrons passing through a single square centimetre every single second. (The *dense matter that exists in supernovae, also found in all of us. (अहम् ब्रह्मास्मि। individual soul and the ultimate universal consciousness are one and the same.)*

Under this staggering bombardment, a nucleus doesn't have time to think. The rate of neutron capture by the parent nuclei itself is **much faster** than the rate of beta decay.

This is how the r-Process Works (Step-by-Step):

Imagine an ordinary iron nucleus Fe^{56} sitting in the middle of a neutron star collision. Suddenly, it is hit by a torrential hurricane of free neutrons.

1. **The Avalanche of Neutrons:** The iron nucleus is forced to swallow neutron after neutron in rapid succession. It doesn't matter that the resulting isotopes are highly unstable; the neutrons are forcing their way in faster than the nucleus can spit them out or decay.
2. **Hitting the Wall (The Drip Line):** The nucleus keeps ballooning with neutrons until it physically cannot hold any more. It has been pushed all the way out to the **Neutron Drip Line**. Here, it hits a temporary traffic jam (a "waiting point"). It can no longer capture neutrons because any extra neutron simply drips away.
3. **The Forced Metamorphosis:** Stuck at the drip line, the heavily bloated, highly exotic nucleus is forced to wait until a

neutron inside it undergoes **beta-minus decay**. A neutron turns into a proton, emitting an electron.

4. **Climbing the Ladder:** Because it now has an extra proton, it has officially transformed into a brand-new, heavier element on the periodic table! Because it moved a step up, it can now tolerate holding a few more neutrons, and the rapid capture process starts all over again.

This frantic cycle of *capture-capture-capture-decay-capture* repeats in a matter of a few seconds, forging super-heavy, highly unstable "exotic" nuclei that have never been seen naturally on Earth. Observations of the neutron-star merger event **GW170817** provided compelling evidence that such mergers are major sites of r-process nucleosynthesis, producing large quantities of gold, platinum, and other heavy elements.

5. The Aftermath: The Birth of Gold : The intense neutron hurricane only lasts for a few seconds. Once the cosmic explosion subsides and the neutron flux vanishes, the grand game of musical chairs ends.

The heavily bloated, short-lived rare isotopes that were created near the drip line are left stranded. They are wildly unstable. To find stability, they undergo a rapid cascade of successive beta-decays—converting their excess neutrons into protons one by one.

As they slide back down into the Valley of Stability, they transform into the stable, heavy elements we know today: Gold, Platinum, Uranium, and Thorium. Nearly half of the elements heavier than iron were forged via this r-process. But because the entire process takes place in the wild, uncharted territory near the neutron drip line, we cannot fully calculate or model how gold was made unless we know the properties of those brief, second-long intermediate isotopes.

This brings us right back to our moot narrative – why there is "craze" of modern laboratory physics to discover exotic nuclei that survives seconds.

When facilities like FRIB artificially produce a rare isotope with a half-life of one microsecond, they are literally recreating a single, transient step of a neutron star explosion that happened billions of years ago. They are capturing the ghost of cosmic alchemy in a lab.

This is perhaps the most compelling "space-earth" connection in physics. Nearly half of the elements heavier than iron (like gold, platinum, and uranium) were forged in the cataclysmic collisions of neutron stars or in supernovae.

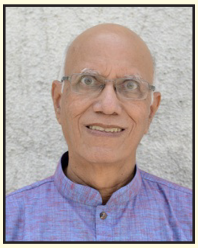
We cannot look inside a merging neutron star with a microscope. The *only* way to understand how gold was created in the cosmos is to recreate those exact, microsecond-long intermediate rare isotopes right here in terrestrial laboratories.

One aspect of exotic nuclei addressed by the research program at FRIB* is study of nuclei throughout the nuclear landscape to the limits of stability.

* The Facility for Rare Isotope Beams (FRIB) at Michigan State University (MSU) is a world-class research and training center, hosting the most powerful rare-isotope accelerator.

** Visit this website (https://www.pas.rochester.edu/~cline/Research/sciencehome.htm) to see colourful nuclear stability graph and very apt description as if it is a picture of beautiful landscape.

- Sanjay Jahagirdar
sanjayjahagirdar2012@gmail.com



धातुरूपण - भाग १

आनंद घारे

आपल्या रोजच्या आयुष्यात जिकडे पाहावे तिकडे धातूंच्या काही वस्तू दिसतात. स्वयंपाकघरात निरनिराळ्या आकारांची भांडी आणि डबे असतात, तर देवघरात देवतांच्या सुंदर मूर्ती, समया व निरांजने असतात, इतर खोल्यांमध्ये पंखे, कूलर, एअर कंडिशनर यासारखी यंत्रे असतात, भिंतींमधल्या खिडक्यांच्या चौकटी आणि गज असतात, तर बाथरूममध्ये नळ, तोट्या, शॉवर वगैरे असतात. खिडकीतून बाहेर डोकावून पाहिले तर रस्त्यावरून जाणाऱ्या बस, ट्रक, स्कूटर वगैरे वाहने दिसतात. आपल्याला तारांमधून वीज, दूरध्वनी आणि आंतरजालाचे संदेश मिळतात, नळांमधून स्वच्छ पाणी घरात येते आणि सांडपाणी बाहेर वाहून जाते. या सर्व उदाहरणांमधील प्रत्येक वस्तू निराळ्या आकाराची असते आणि त्यातली कुठलीही वस्तू थेट निसर्गातून मिळत नाही. माणसांनीच खाणींमध्ये मिळणाऱ्या दगडमातीपासून आधी निरनिराळे धातू तयार करून त्या धातूंपासून या सगळ्या वस्तू तयार केलेल्या असतात. नवा खाद्यपदार्थ खाताना तो कशापासून आणि कसा बनवला असेल हा विचार मनात येतो त्याचप्रमाणे कुठलीही नवी वस्तू पाहिली की कशी तयार केली गेली असेल याचे कुतूहल वाटते.

या वस्तू तयार करण्यासाठी धातूंच्या तप्त किंवा थंड अवस्थेत त्यांना निरनिराळ्या प्रक्रियांनी आपल्याला हवे तसे आकार दिले जातात. या सगळ्या प्रक्रिया म्हणजेच 'धातुरूपण.' कुशल कारागीर थोड्या संख्येने हव्या असलेल्या लहान वस्तू विशिष्ट साधने व हत्यारांच्या साहाय्याने हातानेच तयार करतात. खेड्यापाड्यात काम करणारे जगभरातले लोहार, तांबट आणि सोनार यांच्यासारखे कारागीर हजारो वर्षांपासून निरनिराळ्या धातूंच्या वस्तू अशाच प्रकारे तयार करत आले होते आणि अजून करतात. परंतु यंत्रयुग आल्यानंतर त्या कामांसाठी अनेक प्रकारची यंत्रेही तयार करण्यात आली. त्यांच्यामुळे या कामांचा वेग आणि आवाका वाढत गेला. मोठ्या वस्तूंची आणि मोठ्या संख्येने वस्तूंची निर्मिती करण्यासाठी यांत्रिक किंवा विद्युत शक्तीवर चालणारी विशिष्ट प्रकारची यंत्रेच वापरली जातात.

खनिजांपासून धातू तयार होत असताना तो तप्त आणि वितळलेल्या स्वरूपात असतो. आधी त्याला साच्यांमध्ये ओतून त्याचे ठरावीक आकारांचे ठोकळे तयार करतात आणि नंतर त्यांना पुन्हा तापवून किंवा थंड असतानाच त्यावर निरनिराळ्या प्रक्रिया करून आपल्याला हवे तसे रूप दिले जाते. त्यासाठी कुठे त्यावर प्रचंड दाब दिला जातो किंवा कुठे त्याला ताणले, कापले, किसले, घासले, चिरडले किंवा तोडले जाते, तसेच काही बाबतीत त्यांचे तुकडे जोडलेही जातात. वस्तू बनवण्याच्या निरनिराळ्या कार्यपद्धतींची किंवा प्रकारांची पुढील पाच मुख्य प्रकारांमध्ये विभागणी केली जाते. १) यांत्रिक प्रकार : यात घडाई, तार काढणे, खेचणे, बहि:सारण व धातुपत्रारूपण पद्धतींचा समावेश होतो. २) ओतकाम प्रकार, ३) धातुचूर्ण प्रकार, ४) यंत्रण प्रकार, ५) जोडकाम प्रकार. यातील पहिल्या मुख्य अशा यांत्रिक प्रकारांची माहिती या लेखात दिली आहे.

पोलाद किंवा ॲल्युमिनियम यांच्यासारख्या अनेक गोष्टींसाठी वापरल्या जात असलेल्या धातूंचे उत्पादन करणाऱ्या कारखान्यांमध्येच असलेल्या विशिष्ट यंत्रांमधून त्याचे पत्रे (शीट, प्लेट), सळ्या, नलिका (पाइप, ट्यूब), आयबीम, अँगल, टी, चॅनेल यांचेसारखे काटछेदाकार (सेक्शन) मोठ्या प्रमाणावर तयार केले जातात. या कारखान्यांमध्ये ओतलेला पोलादी पिंड (ठोकळा) एका उभ्या भट्टीमध्ये तापवून बाहेर काढल्यावर त्याला अजस्र लाटणयंत्रांमधून (रोलिंगमिलमधून) फिरवला जातो. जशी लाटण्याने पोळी लाटली जाते, त्याचप्रमाणे रोलरने दाब देऊन आणि रेटून धातूंच्या मोठ्या ठोकळ्यापासून जाड आणि पातळ पत्रे तयार होतात. रोलरमधील अंतर हळूहळू कमी करून त्या पत्र्याची जाडी कमी केली जाते आणि लांबी वाढवली जाते. रॉड आणि सेक्शनसाठी विशेष प्रकारच्या रोलरचा संच वापरतात. अशा प्रकारे त्या

धातूंपासून प्लेट, शीट, रॉड आणि सेक्शन तयार केले जातात. जाड पत्र्यांना पुन्हा पुन्हा लाटून पातळ पत्रे तयार केल्यावर हे पत्रे यंत्रांमध्येच गुंडाळून त्यांचे रोल तयार केले जातात. रोलिंगच्या क्रियांमध्ये निर्माण होणारे अंतर्गत ताण घालवण्यासाठी या सगळ्या उत्पादनांचे उष्णतासंस्करण केले जाते.

नलिका (पाइप) : दोन पद्धतींनी पाइप तयार केले जातात त्यावरून त्यांचे दोन प्रकार आहेत. १. अजोड (सीमलेस) आणि २. वेल्डेड. सीमलेस स्टील पाइप तयार करण्यासाठी पोलादाचा एक भरीव गोल तुकडा घेऊन त्याला भट्टीत तापवले जाते. त्यानंतर एक अणकुचीदार पंच या गरम आणि मऊ झालेल्या भरीव स्टीलच्या मध्यभागातून वेगाने आरपार घुसवला जातो, ज्यामुळे त्यात एक पोकळी तयार होते. ही पोकळ नळी नंतर वेगवेगळ्या रोलरमधून फिरवून तिच्यातून हवा तितका व्यास आणि जाडी असलेला पाइप तयार केला जातो. नळीचा व्यास वाढवण्यासाठी आणि जाडी कमी करण्यासाठी तिला पुन्हा पुन्हा रोलरमधून फिरवले जाते.

वेल्डेड स्टील पाइप पोलादाच्या जाड पत्र्यांपासून तयार केले जातात. त्यात या पत्र्यांच्या लांब पट्ट्या कापल्या जातात. या पट्ट्यांना वेगवेगळ्या रोलरमधून पास केले जाते, ज्यामुळे या सपाट पट्ट्या गोलाकार नळीचा आकार घेतात. वाकवलेल्या पट्टीचे दोन्ही काठ एकमेकांच्या जवळ येतात, तेव्हा वेल्डिंग पद्धतींनी ते काठ अती-उच्च तापमानाला वितळवून एकत्र जोडले जातात. वेल्डिंगमुळे पाईपच्या बाहेरील आणि आतील भागावर आलेला जास्तीचा धातू खरवडून काढून पाइप गुळगुळीत केला जातो. वेल्डिंग किंवा रोलिंगमुळे स्टीलमध्ये निर्माण झालेला अंतर्गत ताण कमी करण्यासाठी पाइपांना पुन्हा विशिष्ट तापमानाला तापवून हळूहळू थंड केले जाते. यामुळे पाइपला मजबुती आणि लवचीकता मिळते. पाइप पूर्णपणे सरळ आणि अचूक गोलाकार करण्यासाठी सायझिंग मशिनमधून काढले जातात.

पोलादी पत्र्यांपासून गोलाकार पात्रे (व्हेसल, शेल) तयार करण्यासाठी त्यांना तीन रोलरमधून ढकलले जाते. यातले खालचे दोन रोलर एका जागी फिरत असतात. तिसरा रोलर त्या पत्र्याला वरून दाब देतो. प्लेट या रोलरच्या मधून पुढे-मागे सरकते आणि हळूहळू तिला गोलाकार येतो. प्लेटला रोल करून तिचा गोल आकार झाल्यावर, तिला रोलिंग मशीनमधून बाहेर काढून मग तिचा सांधा वेल्ड करून जोडला जातो. आकृती १ मध्ये दोन रोलिंग यंत्रे दाखवली आहेत.

धातुरूपणाचे यांत्रिक (मेकॅनिकल) प्रकार :

घडाई (फोर्जिंग) : ही धातूचा तुकडा हातोड्याने ठोकून किंवा त्यावर यंत्राने दाब देऊन त्याला पाहिजे तसा आकार देण्याची क्रिया आहे. धातूचा तुकडा थंड असला तरी तो घडवता येतो, परंतु त्यासाठी फार जास्त शक्तीचा व्यय होतो. तो तापवून चांगला लाल केला म्हणजे तो मऊ होतो व त्याची घडाई कमी श्रमाने करता येते. धातू तापवून मऊ झाल्यावर लोहार त्याला ऐरणीवर ठेवून व घणाने ठोकून त्याला हवा तसा आकार देतात. त्यामुळे त्या धातूच्या तंतूंची मूळची अंतर्गत रचना बदलून ती वस्तूच्या किंवा भागाच्या आकारानुरूप होते व म्हणून तिची ताकद मूळ धातूपेक्षा वाढते. धातूच्या तुकड्याला विस्तारणे, लांबी वाढवणे, फुगवणे, मधला भाग बारीक करणे, वाकवणे व भोक पाडणे यासारख्या अनेक क्रिया घडाईमध्ये केल्या जातात.

प्लेट बेंडिंग आणि रोलिंग मशीन

पाइप रोलिंग मशीन

आकृती १

कारखान्यांमध्ये अवजड वस्तूंना ठोकण्यासाठी शक्तीवर चालणाऱ्या घणयंत्राची (पॉवर हॅमरची) मदत घेतात. या यंत्रातला जड घण यंत्राने वर उचलला जातो आणि तो वेगाने खाली पडताना ऐरणीवर ठेवलेल्या वस्तूवर आघात करतो. काही यंत्रांमध्ये वाफेचा किंवा संपीडित हवेचा (कॉंप्रेस्ड एअरचा) उपयोग करून घण वरखाली करतात किंवा त्यावर दाब देऊन परिणाम वाढवतात. मोठ्या संख्येने वस्तू किंवा भाग निर्माण करायचे असल्यास आघात घडाई पद्धत (घणयंत्र) किंवा दाब घडाई यंत्रे वापरतात. दाब घडाई यंत्रात दोन मुद्रांमध्ये (डाइजमध्ये) ठेवलेल्या तुकड्यावर यांत्रिक पद्धतीने किंवा हायड्रॉलिक सिलिंडरने दाब दिला जातो. या यंत्रांमध्ये एका पाठोपाठ एक असे अनेक भाग ठोकून किंवा दाबून त्यांना वेगळा आकार दिला जातो आणि त्या आकाराचे तंतोतंत एकसारखे अनेक भाग तयार होत जातात. आकृती २ मध्ये एक उभे आणि एक आडवे आघात यंत्र दाखवले आहे, तसेच सळईच्या तुकड्याला ठोकून कसे फुगवले जाते याची उदाहरणे दाखवली आहेत.

बोल्ट आणि स्क्रू तयार करण्यासाठी आधी सळईचा योग्य त्या लांबीचा तुकडा कापला जातो. त्या तुकड्याला घणाने ठोकून एका टोकाला फुगवले जाते, दुसऱ्या डाय आणि पंचच्या साहाय्याने त्याला बोल्ट किंवा स्क्रूच्या डोक्याचा (उदा. षटकोनी किंवा गोल) अंतिम आकार दिला जातो. बोल्ट किंवा स्क्रूवर आटे (Threads) पाडण्यासाठी त्यांना दोन अत्यंत मजबूत आणि फिरत्या 'थ्रेडिंग डाईज'मधून प्रचंड दाबाखाली फिरवले जाते. यामुळे धातू कापला जात नाही, तर दाबामुळे त्यावर आटे तयार होतात. यामुळे आट्यांची मजबुती खूप जास्त असते.

यांत्रिक घडाईत अगदी लहान खिळ्यापासून आगबोटीच्या इंजिनाच्या भुजादंडापर्यंत (शाफ्टपर्यंत) म्हणजे पाच-दहा ग्रॅमांपासून काही टन वजनाच्या वस्तूचीही घडवण करता येते. उद्योगधंद्यातील साध्या वस्तू बनवण्याचे कच्चे द्रव्य म्हणून (नरम) पोलादाचा उपयोग करतात. विमानातील इंजिनाचे भाग घडवण्यासाठी मिश्र ॲल्युमिनियम, रॉकेटाच्या निष्कासन (ज्यातून अतिशय उष्ण वायू बाहेर पडतात अशा) तोंडासाठी मिश्र टंगस्टन व अवकाशयानातील उष्णतारोधक पडद्यासाठी बेरिलियम अशा निरनिराळ्या प्रकारचे धातू व्यवहारात वापरले जातात व या सर्वांची घडाई केली जाते.

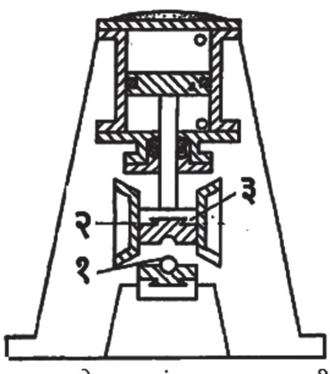
तार काढणे अथवा तार खेचणे (वायर ड्रॉइंग)

तंतुक्षम धातूंच्या तारा तयार करण्यासाठी धातूंच्या सळ्यांना थंड अवस्थेत हव्या त्या मुद्रेतून खेचणाऱ्या व शक्तीवर चालणाऱ्या तार खेचण यंत्राचा उपयोग करतात. लोखंड, पोलाद, तांबे, पितळ व ॲल्युमिनियम यांच्या तारा मोठ्या प्रमाणावर तयार केल्या जातात. सोनार सोन्याचांदीच्या तारा हाताने छिद्रपट्टीतून ओढून तयार करतो.

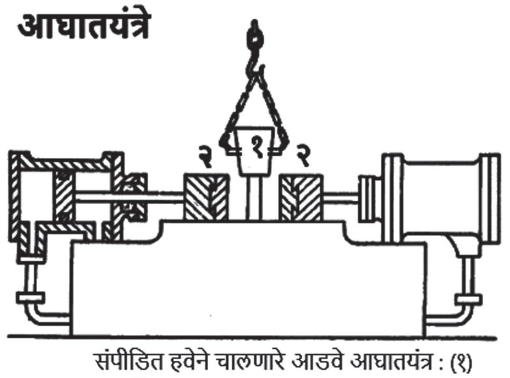
बहिःसारण (Extrusion)

आपण ज्याप्रमाणे साधारण घट्ट असलेल्या भाजणीचा गोळा सोऱ्यात घालून सोऱ्याच्या दांड्यावर हाताचा दाब देऊन तळाच्या चकतीतील छिद्रातून बाहेर पडणाऱ्या भाजणीची चकली बनवतो त्याप्रमाणे बहिःसारण पद्धतीत धातूचा तप्त मऊ गोळा ओतीव मिश्रपोलादाच्या सिलिंडरामध्ये ठेवून त्याच्या तळास बसवलेल्या हव्या त्या आकाराच्या छिद्रातून रेटकाने दाब देऊन हव्या त्या आकाराची (गोल, चौकोनी, षट्कोनी इ.) सळई बनवतात. याकरता द्रवीय दाबयंत्राने (हायड्रॉलिक प्रेसने) दाब देतात. आकृती ३ मध्ये बहिःसारण यंत्राची रचना दाखवली आहे.

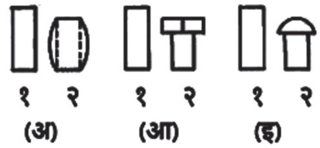
अजोड नलिकासुद्धा तप्त धातूपासून बहिःसारण पद्धतीने



उभे आघातयंत्र : (१) घडवावयाची वस्तू, (२) मार्गणक, (३) मुद्रा लावलेला घण.



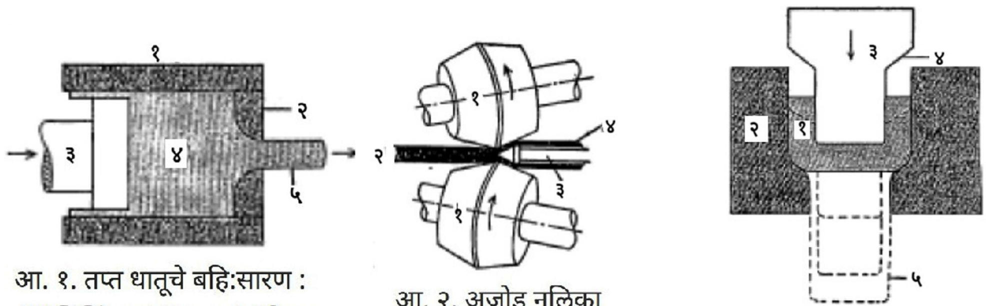
संपीडित हवेने चालणारे आडवे आघातयंत्र : (१) घडविण्याचा तुकडा, (२) आघात घण.



फुगवणे : (१) मूळ तुकडा, (२) फुगवलेला तुकडा.

आकृती २

बनवतात. या कामासाठी मिश्रपोलादाच्या दोन द्विशंक्वाकार लाटांतून तप्त धातूचा गज किंवा कांब पुढे सारत असताना पुढच्या तोंडात अणकुचीदार टोक असलेला मिश्रपोलादाचा दंडलाग प्रथम वेधन केलेल्या जागेत यांत्रिक क्रियेने खुपसला जातो आणि गज जसजसा पुढे सरकत जातो तसतसा तो पोटात उमलत जाऊन नलिकेचा आकार तयार होतो. डबे किंवा विमानाची बॉडी असो, घरातली ताटे, वाट्या आणि चमचे असोत किंवा रेफ्रिजरेटर वा मायक्रोवेव्ह ओव्हनचे बाह्य कव्हर असो, या सगळ्यांसह असंख्य इतर गोष्टी या प्रक्रियेतून तयार होतात. या वस्तू तयार करण्यासाठी पत्र्याला निरनिराळ्या प्रकारे योग्य त्या आकारात कापतात



आ. १. तप्त धातूचे बहि:सारण : (१) सिलिंडर, (२) मुद्रा, (३) रेटक, (४) धातूचा तप्त गोळा, (५) बहि:सारित सळई.

आ. २. अजोड नलिका निर्मिती : (१) द्विशंक्वाकार लाटा, (२) दंडलाग, (३) गज किंवा कांब, (४) नलिका.

आ. ३. थंड धातूचे बहि:सारण : (१) थंड धातूची वाटी, (२) मुद्रा, (३) मुद्राकारक, (४) मुद्राकारकाचा निमुळता भाग, (५) बहि:सारित नलिका.

बहि:सारण (एक्स्ट्रूजन)
आकृती ३

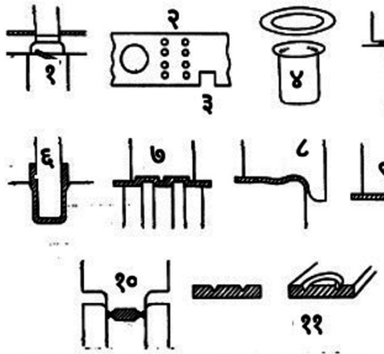
द्विशंक्वाकार लाटा (रोलर) गजाच्या बाह्यांगाचे परिवलन करतानाच गजाला गतीने पुढे सारत असतात. या प्रक्रियेसाठी बहिःसारण यंत्राची गती व त्याचा दाब जरूर तितका ठेवावा लागतो. तसेच, धातूचे तापमान योग्य असावे लागते. नंतर प्रथम तयार झालेली जाड नलिका निरनिराळ्या लाटणयंत्रांतून किंवा मुद्राजोड्यांतून सारून शेवटी तिच्या बाह्यांगावर चकाकी व गुळगुळीतपणा आणतात.

ॲल्युमिनियम, तांबे, शिसे वगैरे मऊ धातूंच्या नलिका थंड अवस्थेत बहिःसारण पद्धतीने तयार करतात. प्रथम थंड धातूची खेचणपद्धतीने वाटी तयार करून ती एका विशिष्ट आकाराच्या पोलादी मुद्रेत ठेवतात. नंतर तिच्यावर एका विशिष्ट आकाराच्या मुद्राकारकाने दाबयंत्राच्या साहाय्याने उभा दाब देतात. या पद्धतीने हव्या त्या लांबीची आणि जाडीची लहानशी नलिका बनवता येते. मलम, टूथपेस्ट वगैरेंच्या धातुपिशव्या, तळाकडून बंद असलेल्या आखूड नलिका, दबणाऱ्या नळ्या (कोलॅप्सिबल ट्यूब) ॲल्युमिनियमच्या थंड चकतीतून बहिःसारण पद्धतीने एका विशिष्ट आकाराच्या मुद्रा आणि मुद्राकारकांच्या साहाय्याने तयार करतात.

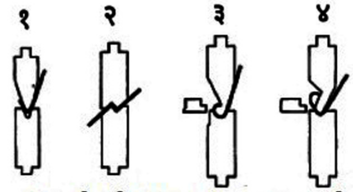
धातुपत्रारूपण

वेगवेगळ्या धातूंच्या पत्र्यांपासून अनेक पदार्थ बनवले जातात. मोटार किंवा स्कूटरची बॉडी असो किंवा रेल्वेचे आणि त्यावर दाबयंत्रांमधून दाब देऊन वेगवेगळे आकार देतात. विविध आकार देण्यासाठी विविध मुद्रासंच (डाय आणि पंच) दाबयंत्रात वापरून विविध प्रकारची कामे या पद्धतीने करतात. त्यांची काही उदाहरणे आकृती ४ मध्ये दाखवली आहेत. काही कामांसाठी पत्र्याला जागोजागी वाकवून हवा तसा आकार देतात, काही वेळा पत्र्यावर अनेक छिद्रे आणि खाचा पाडून त्याची चाळणी किंवा किसणी बनवतात, झाकणे, वॉशर वगैरे करण्यासाठी ठरावीक आकारांचे गोल तुकडे पाडतात. बहुतेक धातूंच्या पत्र्यांना थंड अवस्थेत हवा तो आकार देण्याचे काम केले जाते, पण जाड पोलादी पत्र्यांना आधी तापवावे लागते.

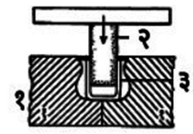
दाबकोरण (Blanking) या क्रियेने पत्र्यातून हव्या त्या आकाराचा भाग कातरला जातो आणि बाकीचा पत्र्याचा भाग निकामी असतो. तर वेधन (Piercing) या क्रियेत हव्या त्या आकाराचे आरपार छिद्र पाडले गेल्यावर, खाली पडलेला छिद्राच्या आकाराचा भाग निकामी असतो. खोबण पाडणे (Notching) यात पत्र्याच्या कडांच्या भागात हव्या त्या आकाराच्या खोबणी पाडतात. पत्र्याला वक्र किंवा सरळ रेषेत कातरण्याच्या क्रियेस कर्तन (Cutting) म्हणतात. पत्र्यापासून बनवलेल्या दंडगोल वस्तूंच्या किंवा भागांच्या आतल्या अंगाला गुळगुळीतपणा व चकाकी आणण्यासाठी झिलईकरण (Glazing) ही क्रिया करतात. उठावरेखन



आ. ४. धातुपत्रारूपण कामे : (१) दाबकोरण, (२) वेधन, (३) खोबण पाडणे, (४) कर्तन (भांड्याच्या कडा कापलेल्या दाखविल्या आहेत), (५) खेचण, (६) झिलईकरण, (७) उठावरेखन, (८) संरूपण, (९) नमन, (१०) मुद्रांकन, (११) दाबछिद्रण.



आ. ५. प्रेस ब्रेक या दाबयंत्राच्या कामाची उदाहरणे : (१) लघुकोनी नमन, (२) उलटसुलट काटकोनी नमन, (३) एका जागी वर्तुळाकार नमन, (४) दोन जागी वर्तुळाकार नमन.



आ. ६. फुगवण प्रक्रिया : (१) मुद्रेचे दोन भाग, (२) रबरी मुद्राकारक, (३) पंचपात्री आकाराचा धातुमूलाकार (हा प्रथम दाबखेचण क्रियेने बनविलेला असतो).

धातुपत्रारूपण कामांची आणि प्रेसब्रेकची उदाहरणे
आकृती ४

(Embossing) या क्रियेत मुद्रासंचात धातूच्या पत्र्यावर दाबयंत्राने दाब देऊन उठावदार आकृती किंवा मजकूर उमटवतात.

प्रेस ब्रेक नावाच्या विशेष प्रकारच्या दाबयंत्रात पत्र्याच्या लांबीच्या दिशेत किंवा कडांवर विविध आकारांच्या मुद्रासंचांत पत्रा दाबून निरनिराळ्या उलटसुलट कोनांत किंवा वळणांत वाकवण्याच्या क्रियेस नमन (Bending) म्हणतात. या यंत्रामध्ये पत्र्याला वाकवण्याची प्रक्रिया ही प्रामुख्याने 'डाय' आणि 'पंच' यांच्यामधील दाबामुळे होते. डाय हा मशीनच्या खालील भागावर बसवलेला एक धातूचा मोठा ठोकळा असतो, पंच हा वरून खाली येणारा एक धारदार किंवा टोकदार भाग असतो, जो पत्र्याला खाली दाबतो. धातूंच्या जाड पत्र्यापासून नाणी किंवा बिल्ले तयार करण्यासाठी मुद्रांकन ही क्रिया वापरतात. मुद्राजोडीत असा पत्रा पकडून त्यावर विशिष्ट प्रकारच्या दाबयंत्राने दोन्ही बाजूंनी दाब देतात. त्यामुळे मुद्रेत कोरलेली अक्षरे, आकडे वा चित्रे पत्र्याच्या तुकड्यावर उमटतात.

ताणरूपण या क्रियेत पत्र्यावर एका यंत्राने विशिष्ट ताण देऊन तो संरूपकावर टेकवून धरतात. हव्या त्या आकाराच्या बिडाच्या किंवा ओतीव पोलादाच्या संरूपकाला खालच्या बाजूने द्रवीय दाबयंत्राने वर उचलतात. त्यामुळे पत्र्याला संरूपकाप्रमाणे आकार येतो व पत्र्यावरील ताण काढून घेतल्यावर तो कायम राहतो. स्कूटर, मोटारगाड्या व विमाने यांची हव्या त्या उंचसखल आकाराची पत्र्याची अंगे या क्रियेने तयार करतात.

टोपणे, आवरणे, झाकणे, थाळ्या, पेले, डबे वगैरे उथळ अथवा खोल आकाराची भांडी किंवा दंडगोल आकाराच्या वस्तू बनवण्यासाठी दाबखेचण (Deep drawing) ही क्रिया वापरतात. त्यासाठी धातूंचे वर्तुळाकार मूलाकार कापून घेऊन ते दाबयंत्रांमध्ये मुद्रा आणि मुद्राकारकांच्यामध्ये ठेवतात आणि त्यांचेवर यंत्राने दाब दिल्यावर धातू फाकतो आणि हवा तसा आकार घेतो. खोल आकाराची भांडी बनवण्यासाठी क्रमवार निरनिराळे मुद्रासंच वापरावे लागतात. अशा कामात खेचणक्रियेने धातू कठीण बनत जातो म्हणून मधूनमधून तिच्यावर अनुशीतन प्रक्रिया करून घ्यावी लागते. फुगवणे या प्रक्रियेत पत्र्याच्या मूलाकार भागामध्ये रबरी मुद्राकारकाला घुसवतात आणि त्यावर दाब देऊन हव्या त्या आकाराच्या लोहेतर धातूच्या फुगीर वस्तू तयार करतात. यासाठी मुद्रेचे दोन भाग केलेले असून तयार झालेली वस्तू त्यामुळे मुद्रेतून बाहेर काढता येते. रबरी मुद्राकाराऐवजी त्या वस्तूच्या पोकळीत उच्च दाबाचा द्रव भरून तिला फुगवून गोलाई आणता येते आणि चित्रात दाखवल्याप्रमाणे पंचपात्राच्या आकारापासून तांब्याचा आकार तयार होतो.

याशिवाय विस्फोटकांचा आणि विद्युतचुंबकीय बलाचा उपयोग करूनही दाब देऊन पत्र्यांचे काही आकार तयार केले जातात. अशा प्रकारे निरनिराळ्या यांत्रिक प्रक्रियांनी धातूंच्या पत्र्यांपासून वेगवेगळ्या आकारांच्या असंख्य वस्तू तयार केल्या जातात. ओतकाम प्रकार, धातुचूर्ण प्रकार, यंत्रण प्रकार, आणि जोडकाम प्रकार या धातुरूपणाच्या इतर प्रकारांची माहिती पुढील लेखात घेऊ.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.co

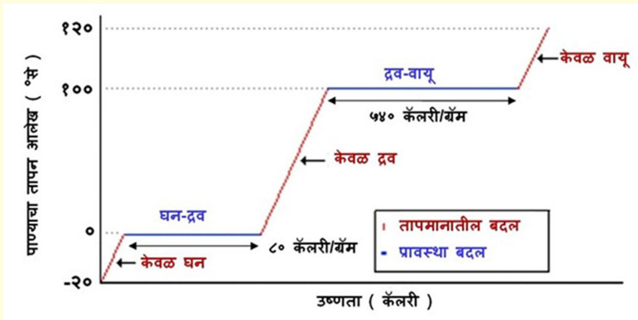
पाण्याचे ऊर्जांतरण

नरेंद्र गोळे

वाफेतली ऊर्जा काढून घेतली तर तिचे पाणी होते. पाण्यातली ऊर्जा काढून घेतली तर त्याचा बर्फ होतो. बर्फातली ऊर्जा काढून घेतली तर त्याचे काय होते? त्याचे तापमान ऊर्जा काढून घेत जावी तसतसे घटत जाते. बर्फाला जसजसे निववत जावे तसतसे निववणाऱ्या पदार्थाचे तापमान वाढत जाते, म्हणजे मग तो पदार्थ पुन्हा बर्फास निववू शकत नाही.

निववणारे पदार्थच संपत जातात तेव्हा मग बर्फाला आणखी निववणे शक्य होत नाही, कारण मग त्या तापमानापेक्षा कमी तापमानाचे निववणारे पदार्थच उपलब्ध होत नाहीत. अशा तापमानाला निव्वळ शून्य अंश तापमान म्हणतात. लॉर्ड केल्विन ह्यांनी त्याचा शोध लावला म्हणून त्याला शून्य अंश केल्विन म्हणू लागले. प्रत्यक्षात हे तापमान –२७३.१६ अंश सेल्शियस एवढे असते. निव्वळ शून्य तापमान ही एक तार्किकदृष्ट्या निश्चितपणे गाठली जाणारी अवस्था आहे. मात्र तिथे आजवर प्रत्यक्षात कुणीही पोहोचलेला नाही आणि पोहोचण्याची शक्यताही नाही, कारण त्या तापमानावर, ना द्रव पदार्थ राहतात, ना वायुरूप पदार्थ राहू शकतात. केवळ घनरूपसृष्टी. साऱ्या जगाची अहिल्याच काय ती बनून राहते. फक्त शिळा. तेव्हा माणसे ती अवस्था पाहू, अनुभवू शकतील अशी सुतराम शक्यता नाही.

आता हे उघडच आहे की इथपासून पुन्हा त्या बर्फाला ऊर्जा पुरवली तर त्याचे तापमान वाढू लागेल.[१] एक ग्रॅम पाण्याला, प्रमाण वातावरणीय दाबावर, १ अंश सेल्शियस तापवण्याकरता आवश्यक असलेल्या ऊर्जेस एक कॅलरी ऊर्जा म्हटले जाते. शून्य अंश सेल्शियसला पोहोचल्यावर बर्फाचे पाण्यात रूपांतरण सुरू होईल.[२] एक ग्रॅम बर्फाचे, प्रमाण वातावरणीय दाबावर, पाण्यात रूपांतरण करण्यास लागणाऱ्या ऊर्जेला घनावस्थांतरण ऊर्जा म्हटले जाते. ही ८० कॅलरी इतकी असते. पुरेशी ऊर्जा मिळताच शून्य अंश सेल्शियस तापमानावरच संपूर्ण बर्फाचे पाणी होईल. मग त्या



पाण्याला ऊर्जा पुरवत राहू तसतसे त्याचे तापमान वाढत राहील. पुढे १०० अंश सेल्शियसपर्यंत तापमान वाढल्यावरही, ऊर्जा पुरवतच राहिल्यास तापमान न वाढता त्याच तापमानावर पाण्याची वाफ होईल. एक ग्रॅम पाण्याचे, प्रमाण वातावरणीय दाबावर, वाफेत रूपांतरण करण्यास लागणाऱ्या ऊर्जेला वायू–अवस्थांतरण ऊर्जा म्हटले जाते. ही ५४० कॅलरी इतकी असते.

मात्र ऊर्जा सामावत, वाफ न होऊ देता पाण्याला पाणीच ठेवायचे असेल तर दाब वाढवावा लागतो. उदाहरणार्थ, प्रेशर कूकर. कूकरमध्ये पाण्याची वाफ १०० अंश सेल्शियसहून अधिक तापमानावर होत असल्याने, जी डाळ एरवी सहजी शिजत नाही ती कूकरमध्ये मऊसूत होते. आण्विक भट्ट्यांमध्ये निर्माण होणारी ऊर्जा बाहेर काढण्यासाठी असेच दाबित पाणी वापरले जाते. त्या पाण्याची ३०० अंश सेल्शियसहून अधिक तापमानावरही वाफ होऊ नये म्हणून त्या पाण्यास १०० किलोग्रॅम प्रती वर्ग सेंटिमीटर दाबावर ठेवल्या जाते. हे करण्याचे कारण म्हणजे वाफेपेक्षा पाण्यात उष्णतावाहकता जास्त असते व म्हणून मोठ्या प्रमाणावर निर्माण होणाऱ्या ऊर्जेस लगबगीने बाहेर काढून घेऊन वाढत्या तापमानाचा धोका टाळता येतो. अशा प्रकारच्या कारणांसाठी दाब वाढवत वाढवत पाण्यास पाणीच ठेवत ऊर्जा देत गेले तर ३७४ अंश सेल्शियसच्या आसपास त्या पाण्याची घनता त्याच तापमानावरील व दाबावरील वाफेच्या घनतेएवढीच होते. मग पाणी व वाफ ह्यांमध्ये

काहीच भेदभाव उरत नाही. पाणीही वाफेगत उडू लागते आणि वाफही पाण्यागत बुडू लागते. अशा संमिश्र कोलाहलाच्या स्थितीला प्राकल (प्लाझ्मा) म्हणतात. अगदी सूर्यात असते तसेच अखंड वायुरूप.

पाण्याच्या मूलभूत प्रावस्था चार आहेत. बर्फ (घन), पाणी (द्रव), वाफ (वायू) आणि प्राकल वीज

पाण्याची घन अवस्था – बर्फाची लादी

पाण्याचा स्फटिक

द्रव अवस्था – पाण्याचा थेंब

वायू अवस्था – वाफ प्राकल अवस्था – वीज

अशा प्रकारे आपण हे पाहिले की पाण्याचा शून्य ऊर्जेकडे होणारा प्रवास त्याला सर्वघन अवस्थेकडे घेऊन जातो. तर त्याच पाण्याचा ऊर्जस्वलतेकडील प्रवास त्याला प्राकलावस्थेप्रत (प्लाझ्मा अवस्थेत, सूर्यांतर्गत असणाऱ्या अवस्थेप्रत) म्हणजेच सर्ववायू अवस्थेपर्यंत घेऊन जातो.

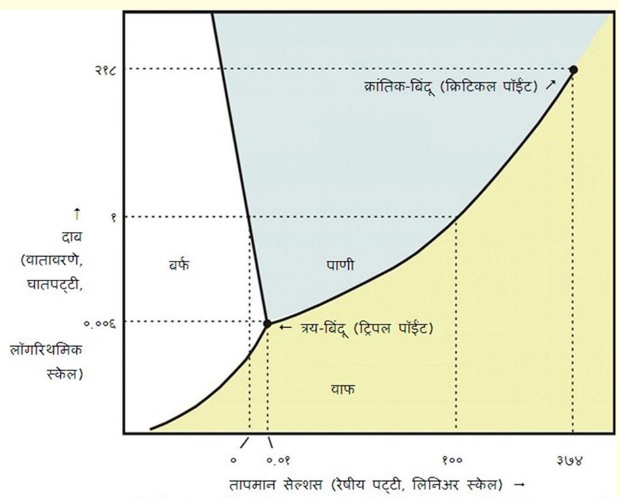
बर्फाची लादी, फ्रीझमधील बर्फाचे ठोकळे इत्यादी पाण्याच्या घनावस्था आपल्याला माहीत असतात. आपल्या ओळखीच्या असतात. हवेतून पावसाचे पाणी जमिनीवर पडत असता, वाटेतच ते संपूर्णतः गोठते तेव्हा निर्माण होतात गारा. त्याही आपण ओळखतोच. मात्र, हवेतून पडणारे पावसाचे पाणी जमिनीवर पडत असता, एकदम संपूर्णपणे न गोठता सावकाश साकळत जाते तेव्हा, त्याचे स्फटिक तयार होतात. हलव्याला काटे फुटतात, मात्र साखरफुटाणे गुळगुळीतच राहतात, तसे हे असते. साकळत असताना विस्ताराची संपूर्ण स्वायत्तता मिळत गेल्यास, पाण्याचे स्फटिकांत[३] रूपांतरण होते. तशी स्वायत्तता न मिळाल्यास, किंबहुना तसा अवधीच न मिळाल्यास, त्या पाण्याच्या अचानक गोठून गारा होतात. साखरफुटाण्यांसारख्या.

पाण्याच्या घन म्हणजे बर्फ अवस्थेचा स्पर्श अतिथंड असतो. या थंडाव्याचा उपयोग आपण शीत–कपाटांमध्ये (फ्रीझमध्ये) चांगल्या प्रकारे करून घेत असतो. आइसक्रीम करत असतो. पदार्थ न नासता ताजे ठेवू शकत असतो. मासे तर बर्फाच्या लाद्यांतच ठेवले जातात. मात्र, हिमनदीवरून तासभर चालायची पाळी आली तरी शरीर गारठून जाते. पायाला हिमदंश होऊ शकतो. बोटांना, हाता–पायांना अचेतनता येते. अवयव निकामी होऊ शकतात.

पाण्याची द्रवअवस्था म्हणजे आपले रोजच्या वापरातले पाणी. हौद, नदी, पाणवठे, जलाशय, तलाव, समुद्र इत्यादींतले पाणी. पावसाचे पाणी. पाण्याचा गुणधर्म थंडावा देण्याचा असतो. स्वच्छ करणारा असतो. सुखावह असतो. वाफ अवस्थेतले पाणी वायुरूप असते. प्रेशर कूकरमधून बाहेर पडणारी वाफ, वाफेच्या इंजिनातून सोडली जाणारी वाफ, हिवाळ्यात तोंडातून बाहेर पडणारी वाफ, चहाच्या किटलीतून बाहेर उंच झेपावणारी वाफ आपल्या परिचयाचीच असते. वाफ ऊर्जस्वल असते. उष्णता हा तिचा स्वभाव असतो. वाफेने शरीर भाजू शकते. पाण्याची सर्वाधिक ऊर्जस्वल अवस्था म्हणजे प्राकल.

पावसाळ्यात, विशेषतः पावसाळ्याच्या सुरुवातीस आकाशातून पडणारी वीज म्हणजे पाण्याची प्राकल अवस्था होय. या अवस्थेत पाण्यातील मूलके (आयन) सुटी होतात. स्वैर संचार करू लागतात. मानवी शरीरास प्राकलाचा स्पर्श अत्यंत हिंसक असतो. वीज अंगावर कोसळल्यास माणसे जळून जातात. झाडे कोळपून कोळसा होतात. इमारती कोसळतात. तरीही प्राकलावस्थेचा उपयोग मानवाने अत्यंत हुशारीने करून घेतलेला आहे. हल्लीचे प्राकल दूरदर्शक (प्लाझ्मा टी.व्ही.) हे त्याचेच एक उदाहरण आहे.

मात्र उष्मा–द्रवचालिकीय (थर्मल हायड्रॉलिक्स) शास्त्रानुसार, बर्फाला ऊर्जा पुरवू लागल्यावर सभोवतालच्या वातावरणाचा दाब, समुद्रपातळीवरील वातावरणाच्या दाबाहून कमी असेल, तर पाण्याचा एक वेगळाच प्रवास अनुभवास येतो. ऊर्जाप्राप्तीनंतर त्या बर्फाचे पाणी होत नाही, तर थेट त्याची वाफच होते. आपल्या सभोवतालच्या



पाण्याचे प्रावस्थाचित्र, दाब x तापमान प्रतलावरील, त्याचा ऊर्जाप्रवास दाखवत असते.

वातावरणाचा दाब कायमच समुद्रपातळीवरील वातावरणाच्या दाबाच्या आसपासचा राहत असल्याने आपल्याला, असला अद्‌भुत प्रवास कधीही दिसू शकत नाही. या प्रक्रियेस संप्लवन म्हणतात.

साधारणतः इंग्रजी वायच्या आकाराचे दिसणारे वरील आलेखचित्र, दाब x तापमान प्रतलावरील पाण्याचा ऊर्जाप्रवास अभिव्यक्त करत असते. सामान्यपणे आपण मधल्या आडव्या तुटक आलेखरेषेवरच वावरत असतो, जिथे वातावरणीय दाब १ असतो. इंग्रजी वायच्या उजव्या बाजूला वर जाणाऱ्या आलेखरेषेवर, डावीकडून उजवीकडे जात असता पाणी उकळून वाफ होत असते, म्हणून या आलेखरेषेला उकळण किंवा उत्कलनरेषा म्हणतात. या आलेखरेषेवरील सर्वात वरच्या बिंदूला क्रांतिक बिंदू म्हणतात. इथपासून पुढे पाण्याची ऊर्जा आणखी वाढवत गेल्यास, पाण्याची आणि वाफेची घनता सम-समान होते. मग वाफ पाण्यात बुडू लागते आणि पाणी वाफेत उडू लागते.

इंग्रजी वायच्या खाली जाणाऱ्या आलेखरेषेवर, डावीकडून उजवीकडे जात असता बर्फाचे संप्लवन होऊन त्याचे थेट वाफेतच रूपांतरण होत असते, म्हणून या आलेखरेषेला संप्लवनरेषा म्हणतात. या तिन्ही रेषा ज्या बिंदूत परस्परांना मिळतात, त्या बिंदूवर म्हणजेच त्या दाब आणि तापमानावर, बर्फ, पाणी आणि वाफ तिन्ही प्रावस्था अस्तित्वात राहू शकत असतात, म्हणून त्या बिंदूस त्रय-बिंदू म्हणतात. त्रय-बिंदूपासून डाव्या बाजूस वर जाणारा आलेख, वितळण रेषा व्यक्त करत असतो. या रेषेवर डावीकडून उजवीकडे जात असता बर्फाचे पाणी होत असते. अशा प्रकारे वरील निळसर भागात पाणी द्रव स्वरूपात राहते. उजवीकडील हिरवट भागात ते वाफरूप वायू स्वरूपात राहते. तर डावीकडील पांढऱ्या भागात पाणी बर्फरूप घनस्वरूपात राहत असते.

विश्वात पाणी त्याच्या शुद्ध प्रावस्थांत तर आढळून येतेच. शिवाय या प्रावस्थांची मिश्रणेही आढळून येतात. जसे की ढग. ढगात पाण्याच्या चारही प्रावस्था आढळून येतात. मात्र ढग ही काही पाण्याची पाचवी शुद्ध प्रावस्था नाही. ढग हे पाण्याच्या चारही प्रावस्थांसहित इतर पदार्थांसोबतचे मिश्रण असते. ढगात धूर, प्रदूषणाचे धुके, धूळ, अपरिमित ऊर्जा, इत्यादी इतर घटकही असू शकतात. कविकुलगुरू महाकवी कालिदास, आपल्या मेघदूत या महाकाव्यात ढगाचे वर्णन पुढीलप्रमाणे करतात.

धूमज्योति: सलिलमरुतां संनिपात: क्व मेघ:
संदेशार्था: क्व पटुकरणै: प्राणिभि: प्रापणीया: ।
इत्यौत्सुदक्यादपरिगणयन्गुह्यकस्तं ययाचे
कामार्ता हि प्रकृतिकृपणाश्चेतनाचेतनेषु ।।

– मेघदूत
५-१२८, महाकवी कालिदास,
इ.स.पूर्व ५५४ वर्षे

म्हणजे

पाणी, वारा, जलसहित ज्योती, घडे ज्या ढगाला
प्राण्यांद्वारे प्रेष्य हितगुजा, पाठवावे तया का।
औत्सुक्याने न गणुन मुळी, पाठविले ढगा त्या
कामातूरा फरक न कळे, चेतनाचेतनांचा।।

– मराठी अनुवाद : नरेंद्र गोळे
२०१५०५२३

अती उंचीवरचे ढग ६,००० मीटर किंवा जास्त उंचीवर असतात. त्यांचा रंग सहसा पांढरा असतो. विशेषतः सूर्योदयाच्या किंवा सूर्यास्ताच्या वेळी, यांच्यात आपल्याला अनेक रंगांच्या छटा दिसू शकतात. मध्य उंचीवरचे ढग १,८०० ते ६,००० मीटर उंचीवर असतात. या ढगांत पाण्याचे खूप छोटे छोटे कण किंवा बर्फाचे स्फटिक असतात. कमी उंचीवरचे ढग जमिनीपासून १,८०० मीटर उंचीपर्यंत राहतात. यात प्रामुख्याने पाण्याचे बारीक कण असतात.

संदर्भ:

१. ऊर्जेचे अंतरंग-०७: शून्य ऊर्जेकडे आणि ऊर्जस्वलतेकडे वाटचाल
http://urjasval.blogspot.in/2010/05/blog-post_2820.html#links

२. शुद्ध पदार्थांची प्रावस्थाचित्रे (फेज डायग्राम्स ऑफ प्युअर सब्स्टन्सेस)
http://www.chemguide.co.uk/physical/phaseeqia/phasediags.html

३. पाण्याचे स्फटिक
http://en.wikipedia.org/wiki/Ice

– नरेंद्र गोळे
nvgole@gmail.com

आरोग्यम् धनसंपदा भाग-२५

प्राचीन काळी डायबेटिसचे निदान कसे केले जायचे?

डॉ. स्वाती बापट

डायबेटिस किंवा मधुमेहाचे निदान करण्यासाठी, आजच्या काळात कुठल्या तपासण्या केल्या जातात याबद्दल विवेचन मागील महिन्याच्या लेखामध्ये केले. 'फास्टिंग ब्लड शुगर' किंवा आठ तास उपाशी राहिल्यानंतर दिसून येणारी रक्तातल्या साखरेची पातळी, जेवणानंतर दोन तासांनी केलेली रक्तातील साखरेची पातळी, ग्लुकोज टॉलरन्स टेस्ट (GTT), ग्लायकोसायलेटेड हिमोग्लोबिन किंवा Hb-1C, तसेच Random Blood Sugar level (RBS) या सर्व तपासण्या आपण मधुमेहाचे निदान करण्यासाठी कशा पद्धतीने वापरतो, याबद्दलही आपण मागील लेखात जाणून घेतले. या तपासण्यांच्या आधारे, एखादी व्यक्ती प्रीडायबेटिक आहे की नाही याचेही निदान करता येऊ शकते हेदेखील आपण पाहिले.

डायबेटिस झालेल्या रुग्णांच्या शरीरातील इन्सुलिन या संप्रेरकाचे काम कमी-कमी होत जाते. काही मधुमेहींमध्ये इन्सुलिन स्रवण्याचे प्रमाणच कमी होते, तर काही रुग्णांमध्ये इन्सुलिनचे प्रमाण योग्य किंवा अधिक असले तरी इन्सुलिनच्या कार्यालाच अवरोध निर्माण होऊ लागतो. थोडक्यात, दोन्ही प्रकारच्या रुग्णांच्या शरीरामध्ये इन्सुलिनचे कार्य योग्य प्रकारे होत नसल्याने अशा रुग्णाच्या रक्तातली साखर प्रमाणाबाहेर वाढते. रक्तातील साखर वाढून एका ठरावीक पातळीच्या वर गेल्यास ती लघवीवाटे वाहून जाऊ लागते, हे आज आपणा सगळ्यांना माहिती आहे. डायबेटिस हा आजार अनेक वर्षे मनुष्यप्राण्यामध्ये दिसून येत आलेला आहे. परंतु डायबेटिसबद्दलचे जे ज्ञान आज आपल्याला आहे ते हजारो वर्षांपूर्वी मनुष्यप्राण्याला होते का? पूर्वीच्या काळातील वैद्यकीय तज्ज्ञ डायबेटिसचे निदान कसे करत होते? आज आपण ज्या तपासण्या वापरून डायबेटिसचे निदान करतो, त्या तपासण्या कधीपासून वापरण्यात येऊ लागल्या? त्या तपासण्यांचा शोध कसा आणि केव्हा लागला? डायबेटिसचे जे वेगवेगळे प्रकार आज आपल्याला माहीत आहेत, ते पूर्वीच्या लोकांना माहीत होते का? डायबेटिसबाबतचे आज उपलब्ध असलेले सर्व ज्ञान गेल्या काही शतकांमध्ये हळूहळू कसेकसे विकसित होत गेले? या विषयीचा सर्व इतिहास आणि माहिती अतिशय रंजक आहे. ख्रिस्तपूर्व दोन-तीन हजार वर्षांपासून इसवी सनाच्या सोळाव्या शतकापर्यंतच्या काळादरम्यान, दक्षिण व आग्नेय आशिया आणि मध्य आशियायी देशांमध्ये डायबेटिसबद्दल काय काय माहिती उपलब्ध होती आणि त्या काळी डायबेटिसचे निदान कसे केले जायचे, याबाबत आपण चर्चा करणार आहोत.

डायबेटिस हा काहीतरी वेगळा, विशिष्ट आजार आहे, याची कल्पना जवळजवळ सर्वच प्राचीन, समृद्ध आणि त्या त्या काळानुसार प्रगत संस्कृती असलेल्या देशांमधील वैद्यकीय तज्ज्ञांना असावी असे दिसून येते. अर्थात त्या वेळी, म्हणजे ख्रिस्तपूर्व काळामध्ये या आजाराचे डायबेटिस हे नामकरण झालेले नव्हते. इजिप्त, भारत, चीन अशा देशांमध्ये प्राचीन काळातल्या विद्वानांनी डायबेटिसबाबत अनेक नोंदी करून ठेवलेल्या आहेत.

डायबेटिसबाबतची अगदी पहिली नोंद जवळपास ४००० वर्षांपूर्वी इजिप्तमधील प्राचीन हस्तलिखितांमध्ये सापडलेली आहे. इजिप्तमध्ये पूर्वी झाडाच्या पातळ साली काढून त्यावर लिखाण केले जायचे. अशा 'कागदां'ना (भूर्जपत्र) 'पपायरस' असे नाव दिलेले होते. इजिप्तमध्ये सापडलेल्या 'काहून पपायरस' नावाच्या एका प्राचीन हस्तलिखितांमध्ये तहानलेल्या स्त्रीवरचे उपचार असे शीर्षक असलेली एक नोंद सापडली आहे. परंतु त्या नोंदीखाली तो कागद पूर्ण रिकामा आहे व इतर काहीच मजकूर लिहिलेला आढळून आला नाही. त्यामुळे, वैद्यकीय इतिहासाचा विचार करता, 'काहून पपायरस'मधली नोंद फारशी महत्त्वाची मानली जात नाही. पण तहानलेल्या स्त्रीवरचे उपचार हे शीर्षक पाहता, ती नोंद डायबेटिसच्या रुग्णासंबंधीचीच असावी असा अंदाज बांधला गेला.

त्यानंतरची जी नोंद सापडली ती आजपासून सुमारे

३५०० वर्षांपूर्वी, म्हणजे ख्रिस्तपूर्व १५५०च्या आसपास केलेली असावी. इजिप्तमध्येच 'एबर्स पपायरस' नावाचे आणखी एक हस्तलिखित मिळाले. १८६२ साली हे हस्तलिखित दक्षिण इजिप्तमधील थेब्स प्रदेशातल्या लक्सर या भागातील एका थडग्यामध्ये सापडले. इजिप्शियन संस्कृतीचे एक जर्मन अभ्यासक, गेअरी एबर्स यांनी ते स्थानिकांकडून विकत घेतले होते व त्याचा अभ्यास केला होता. त्यामुळे गेअरी एबर्स यांच्याच नावावरून या हस्तलिखितांचे नाव 'एबर्स पपायरस' असे पडले. या हस्तलिखितामध्ये अनेक आजारांच्या लक्षणांचे व त्या आजारांवरील उपचारांचे सविस्तर वर्णन आहे. त्यापैकीच एक आजार म्हणजे 'पॉलीयुरिक सिंड्रोम' असा होता, जो बहुधा मधुमेह असावा, असे आज समजले जाते. भरपूर तहान लागण्याचा आणि मोठ्या प्रमाणात मूत्र बाहेर टाकण्याचा आजार असे या आजाराचे वर्णन त्यात केलेले सापडले. डायबेटिसच्या इतिहासात या आजाराबाबतची ही सर्वात पहिली नोंद मानली जाते. ही पहिली ऐतिहासिक नोंद इजिप्तमध्ये सापडलेली असली तरी इजिप्शियनांना या आजाराचे पूर्ण आकलन झालेले नव्हते असेच दिसते. त्या काळातील इजिप्शियनांनी केवळ या आजाराची लक्षणे ओळखलेली होती व त्या लक्षणांची नोंद करून ठेवली होती असे दिसून येते. त्यांनी या आजारावर सुचवलेले उपचारही योग्य नव्हते.

इजिप्तमधील वैद्यकीय तज्ज्ञांनी डायबेटिसबाबत जशा नोंदी केलेल्या होत्या तशाच प्राचीन काळातील भारतीय वैद्यकतज्ज्ञांनीही केलेल्या होत्या. या नोंदी इजिप्तमध्ये सापडलेल्या नोंदींपेक्षा बऱ्याच नंतरच्या काळातील आहेत. परंतु डायबेटिस हा एक विशिष्ट प्रकारचा आजार आहे हे ओळखण्यामध्ये भारतीय तज्ज्ञही मागे नव्हते. ख्रिस्तपूर्व सहाव्या शतकात सुप्रसिद्ध भारतीय शल्यचिकित्सक आचार्य सुश्रूत यांनी 'सुश्रूतसंहिता' नावाचा ग्रंथ लिहिला. त्यांच्या या ग्रंथामध्ये या आजाराचे सविस्तर वर्णन लिहिलेले आहे. या विशिष्ट आजाराने ग्रस्त असलेल्या रुग्णांचे मूत्र मधाच्या गोडीचे असते असे निरीक्षण त्यांनी नोंदवलेले आहे. त्या मधाळ चवीवरूनच या आजाराचे नाव त्यांनी 'मधुमेह' असे ठेवले होते. त्यानंतर पुढे ख्रिस्तपूर्व दुसऱ्या शतकात आचार्य चरक यांनीही मधुमेहावर भाष्य केले आणि अनेक उपचार सुचवले. चरकसंहितेत मधुमेहाबाबत नोंदी आढळतात. मधुमेहींच्या मूत्राची चव गोड असते, ते मूत्र हाताला चिकट लागते आणि त्या मूत्राला मुंग्या लागतात, अशी लक्षणे प्राचीन काळातील अनेक आयुर्वेदाचार्यांनी नोंदवून ठेवलेली आहेत. म्हणजेच, रुग्णाची लघवी चवीला गोड आहे की नाही किंवा रुग्णाच्या मूत्राला मुंग्या लागतात की नाही, असे सर्व बारीक निरीक्षण करून त्या काळातील वैद्य मधुमेहाचे निदान करत असावेत ही बाब विशेष उल्लेखनीय आहे. आयुर्वेदानुसार असे मानले गेले आहे की शरीरातील दोषांच्या असंतुलनामुळे, विशेषतः कफदोषामुळे मधुमेह हा आजार होतो. त्यामुळे मधुमेहाचे वर्गीकरण 'प्रमेह' या वर्गात केले गेले आणि मधुमेह हा मूत्रविकार आहे असे सांगितले गेले.

सुश्रूतसंहिता, चरकसंहिता, अष्टांग हृदयम, माधव निदान आणि भाव प्रकाश अशा अनेक प्राचीन भारतीय ग्रंथांमध्ये डायबेटिस या आजाराबद्दल माहिती उपलब्ध आहे. मधुमेहाचे दोन वेगवेगळे प्रकार आहेत असेही प्राचीन भारतीय आयुर्वेदाचार्यांनी नमूद करून ठेवले होते. सडपातळ व्यक्तींमध्ये आणि विशेषतः लहान वयातच होणारा मधुमेहाचा आजार हा अधिक गंभीर स्वरूपाचा असतो, असे निरीक्षण त्यांनी नोंदवून ठेवले होते. याउलट असाच पण सौम्य प्रकारचा एक आजार असतो जो आळशी, लठ्ठ, श्रीमंत लोकांमध्ये आणि विशेषतः चरबीयुक्त व गोड पदार्थ जास्त खाणाऱ्या खादाड लोकांमध्ये होतो अशीही नोंद सापडते. म्हणजेच, मधुमेहाचे दोन मुख्य प्रकार, ज्यांना आज आपण टाइप-१ आणि टाइप-२ डायबेटिस म्हणतो, ते ओळखण्यातही भारतीय आयुर्वेदाचार्य यशस्वी झालेले होते. आनुवंशिकता, लठ्ठपणा, बैठी जीवनशैली व रुग्णाची आहारपद्धती यांच्याशी मधुमेहाचा दाट संबंध आहे हेही त्यांच्या लक्षात आलेले होते. तशा अनेक नोंदीही प्राचीन आयुर्वेदिक ग्रंथांमधून आढळून येतात.

इजिप्त आणि भारताप्रमाणेच चीन, जपान आणि कोरिया या देशांमध्येही सुमारे इसवीसनाच्या दुसऱ्या व तिसऱ्या शतकात केल्या गेलेल्या डायबेटिसबाबतच्या अनेक नोंदी उपलब्ध आहेत.

चिनी हिप्पोक्रेटस असे म्हणून ज्यांना ओळखले जाते, असे प्राचीन काळातील चिनी वैद्यकीय तज्ज्ञ, चांग चुंग-चिंग यांनी डायबेटिस या आजाराबाबत केलेल्या नोंदी सापडलेल्या आहेत. तसेच, ली शुआन नामक एका जपानी तज्ज्ञाने या आजाराबाबत केलेल्या नोंदीही सापडलेल्या आहेत. जास्त लघवी होणे, जास्त तहान लागणे आणि वजन कमी होणे ही एका विशिष्ट रोगाची लक्षणे आहेत असे वर्णन त्यांनी केले होते. पुढे सातव्या शतकात चेन चुआन या चिनी वैद्याने या आजाराला 'शियाओ खो पिंग' असे नाव दिले.

आग्नेय आशियातल्या देशांतील वैद्यांनी सुमारे आठव्या शतकापासून असेही नमूद करून ठेवलेले आहे, की गळवे

होणे, त्वचारोग होणे, दृष्टी अधू होणे आणि क्षयरोग होण्याचे प्रमाण मधुमेहींमध्ये जास्त असते. या विशिष्ट आजारासाठी चायनीज, कोरियन, जपानी अशा सर्व स्थानिक भाषांमध्ये वेगवेगळी नावे होती.

अकराव्या शतकातला प्रसिद्ध अरबी हकीम, इब्न सिना, यांनी अनेक व्याधींवर संशोधन व उपचार केले. इब्न सिना यांनाच पाश्चात्य देशांमध्ये अविसीना या नावाने ओळखले जाते. त्यांनी 'अल-कानून फिल तिब्ब' (वैद्यकशास्त्राचा सिद्धांत) या नावाचा, पाच खंड असलेला एक ज्ञानकोश लिहिला. याच ज्ञानकोशाला इंग्रजीमध्ये The Cannon of Medicine असे नाव आहे. एक वैद्यकीय संदर्भग्रंथ म्हणून पाश्चात्त्य देशांमध्ये हा ग्रंथ पूर्वीपासून वापरला जात होता. आजही युनानी हकीम हा ग्रंथ अभ्यासण्यासाठी वापरतात. या ग्रंथामध्ये इब्न सिना यांनी मधुमेहाच्या सर्व लक्षणांचे अचूक वर्णन केले आहे. मधुमेही रुग्णाला सतत तहान लागते व सतत लघवी होत असल्यामुळे या आजाराला इब्न सिना यांनी अल-दुलाब (पाण्याचे चक्र) आणि झल्कुल कुलिया (मूत्रपिंडाचा अतिसार) अशी नावे दिली होती. मधुमेहामुळे येणारा अशक्तपणा इतर आजारापेक्षा खूप वेगळ्या प्रकारचा असतो, आणि मधुमेहींमध्ये गँगरीन व लैंगिक समस्या होऊ शकतात याचाही उल्लेख त्यांनी केला आहे. मधुमेहींच्या मूत्राची चव गोड असते या संकल्पनेवर अविसीना यांनी त्यांच्या ज्ञानकोशामध्ये भर दिला होता. कदाचित त्यांच्या लेखनामुळेच युरोपीय वैद्यकीय तज्ज्ञांना हे समजले असावे की मधुमेहींचे मूत्र गोड चवीचे असते.

अनेक वर्षांनंतर, मध्ययुगीन विद्वान मोईसेस मायमोनाइड्स (११३८-१२०४) यांनी सिडोसिसच्या लक्षणांसह मधुमेहाचे तपशीलवार वर्णन लिहून ठेवले होते. जालिनूस आणि इतर युनानी विद्वानांनीदेखील अशी नोंद करून ठेवलेली आहे, की मानसिक त्रास, नपुंसकता, गँगरीन आणि गळू इत्यादी विकारांशी या आजाराचा अगदी जवळचा संबंध आहे.

प्राचीन इजिप्शियन, भारतीय, चिनी आणि अरब लोकांनी मधुमेहाची वैद्यकीय चिन्हे आणि लक्षणे यांचे वर्णन करण्याचा प्रयत्न खूप चांगल्या प्रकारे केला होता. 'मधुमेह का होतो?' या प्रश्नाचे नेमके उत्तर मात्र त्यांना मिळालेले नव्हते. म्हणूनच, मधुमेहाचे खात्रीशीर निदान कसे करायचे, या बाबतच्या संकल्पना विकसित करण्यामध्येही त्यांचे फारसे योगदान झालेले दिसत नाही.

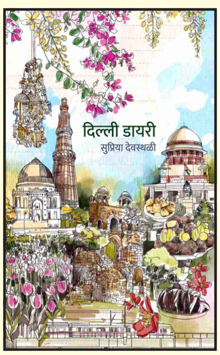
पौर्वात्य देशांमधले वैद्यकीय तज्ज्ञ मधुमेहाबाबत जसे संशोधन व नोंदी करत होते त्याचप्रमाणे पाश्चात्त्य देशांमधले वैद्यकीय तज्ज्ञदेखील या आजाराबाबत ज्ञान संपादन करत होतेच.

पाश्चिमात्य देशामध्ये या आजाराविषयी पूर्वापार काय-काय ज्ञान उपलब्ध झाले होते व ते पुढे कसेकसे विकसित होत गेले ते आपण या पुढील भागात बघू या.

- डॉ. स्वाती बापट

swateebapat@gmail.com

ग्रंथाली



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

बॅक्टेरिओफाज थेरपीचे पुनरागमन!

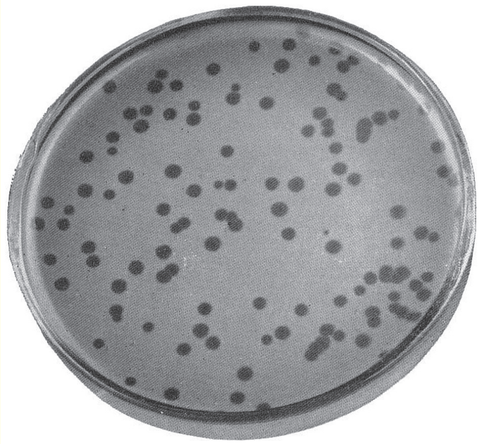
डॉ. रंजन गर्गे

मागील अंकांमध्ये आपण कर्करोगोपचारासाठी व्हायरस थेरपी आणि नंतर बॅक्टेरिओथेरपीसंबंधी माहिती करून घेतली. आता आणखी एका रोगोपचार पद्धतीची ओळख करून घेऊ या. रोगोपचारपद्धतीत नवीन तंत्रज्ञानाच्या आविष्कारामुळे नवनवीन पद्धती विकसित होत गेल्या. परंतु कालांतराने त्याचे दुष्परिणाम दिसायला लागल्यानंतर सुरक्षित अशा पारंपरिक पद्धतींचा पर्याय पुन्हा समोर येऊ लागला. या पार्श्वभूमीवर 'बॅक्टेरिओफाजथेरपी ते अँटिबायोटिक थेरपी' असा झालेला प्रवास पुन्हा बॅक्टेरिओफाजथेरपीकडे वळताना दिसतो आहे. बघू या तर या 'यू टर्न'ची कथा.

फेलिक्स डी हेरेले या फ्रेंच मायक्रोबायोलॉजिस्टने १९१७ मध्ये एका अदृश्य अशा 'अवरोधकाचा' - अँटागोनिस्ट - शोध लावला. बॅक्टेरिया असलेल्या संवर्धन अगारमाध्यमावर तो टाकला म्हणजे मृत बॅक्टेरियांचे पारदर्शक भाग अगारवर दृष्टीस पडतात असे त्याने बघितले.

हा अवरोधक म्हणजे ज्याला आज आपण 'बॅक्टेरिओफाज' असे म्हणतो. बॅटक्टेरियाला खाणारा विषाणू म्हणजे बॅक्टेरिओफाज. या नवीन प्रकारच्या विषाणूचे नामकरण त्याने 'बॅक्टेरिओफाज' असे केले. १९१८ ते १९२१च्या दरम्यान त्याने अनेक प्रकारचे 'बॅक्टेरिओफाज' शोधून काढले. व्हिब्रिओ कॉलरा या बॅक्टेरियाला खाणाऱ्या विषाणूचादेखील शोध लावला. हे कॉलरा आणि टायफॉइड यासाठी रोगोपचार पद्धती म्हणून वापरले जावे असा दावा त्याने केला होता. पुढे १९२८ साली पेनिसिलीनच्या शोधांनंतर त्याचा दावा मागे पडला. मात्र १९७०च्या दशकात प्रतिजैविकांना रोगजंतू प्रतिविरोध दर्शवू लागल्याचे लक्षात आले आणि पुन्हा गंभीर आजारांसाठी 'बॅक्टेरिओफाज' थेरपीचाच वापर करावा असा विचार पुढे आला.

३ सप्टेंबर १९१७ या दिवशी डी हेरेले याने डिसेंट्रीच्या जिवाणूला संसर्ग करणाऱ्या अवरोधक सूक्ष्मजीवाचा स्वतंत्रपणे शोध लावला. १९१९ मध्ये त्याने हाच प्रयोग माणसावर करून एका डिसेंट्रीच्या रोग्याला बरे केले. १९२० मध्ये तो इंडो-चीन प्रदेशात कॉलरा आणि प्लेगचा अभ्यास करण्यासाठी गेला. वर्षभरातच फ्रान्सला परतल्यावर तो अनेक प्रयोगशाळांमध्ये प्रवेशासाठी धडपडत होता. त्याचे

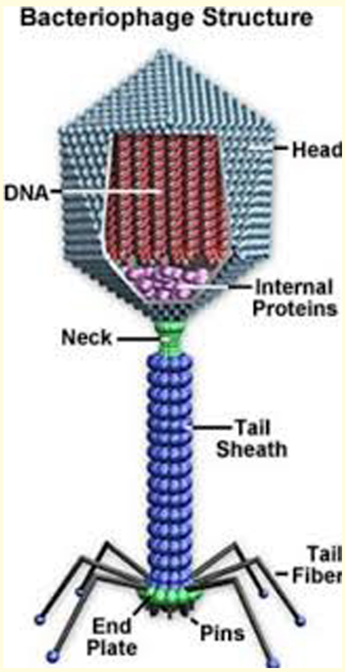


मृत बॅक्टेरियांचे पारदर्शक भाग. यांना प्लाक्स असे म्हणतात.

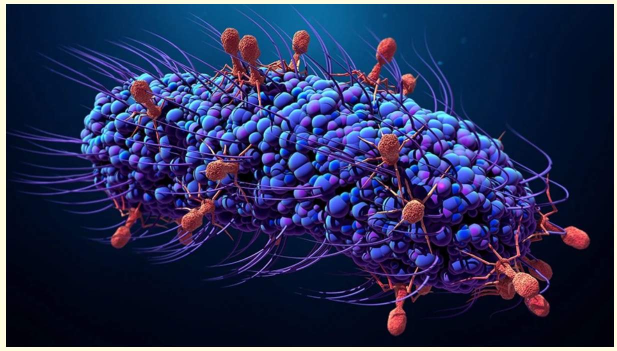
फेलिक्स डी हेरेले

पाश्चर इन्स्टिट्यूटचे डायरेक्टर, आल्बर्ट कॅल्मेट, यांच्याशी मतभेद झाले. १९२१ साली त्याने 'बॅक्टेरिओफाज आणि रोगप्रतिकारकशक्ती' या नावाचा एक मोनोग्राफ प्रसिद्ध केला. त्याचा परिणाम असा झाला की त्याकाळात पश्चिम युरोपातील डॉक्टर आणि शास्त्रज्ञ यांनी 'फाज थेरपी'चा मोठ्या प्रमाणात यशस्वीपणे उपयोग सुरू केला. या रोगोपचार पद्धतीत एखादा फाज विशिष्ट रोगाविरुद्ध काम करत नसेल तर त्याने विविध फाजेसचे मिश्रण म्हणजेच 'फाज कॉकटेल' वापरण्याचा सल्ला दिला.

अद्याप हे बॅक्टेरिओफाज नेमके काय आहेत, कसे दिसतात, हे कोणालाच माहीत नव्हते. नोबेल पुरस्कारप्राप्त शास्त्रज्ञ जुल्स बॉर्डेट यांनी असा दावा केला होता की हे एक बॅक्टेरियामध्येच अस्तित्वात असलेले निर्जीव रसायन किंवा एन्जाइम असावे. बॅक्टेरियाच हे प्रथिन बाहेर टाकून त्यात त्यांचा बळी जात असावा. वाद-प्रतिवाद चालू होते तरी डी हेरेले याने आपले फाज थेरपीचे प्रयोग चालूच ठेवले होते. अखेर १९३९ मध्ये हेल्मंट रस्का याने इलेक्ट्रॉन मायक्रोस्कोपखाली पहिला 'बॅक्टेरिओफाज' बघितला आणि हा एक विषाणू (व्हायरस) असल्याचे जाहीर केले.



लवकरच फाज थेरपी जगभर प्रसिद्ध झाली. त्यांनी इजिप्त, भारत, अमेरिका, रशिया या देशांचा दौरा केला. १९२६ मध्ये भारताने प्लेगसाठी या थेरपीचा वापर करण्याचे ठरवले. परंतु हॉफ्किन्स इन्स्टिट्यूटला हे फाजेस प्रयोगशाळेत विशिष्ट माध्यमात सुस्थितीत राखता आले नाही. त्या वेळी डी हेरेले इजिप्तमध्ये होता. तेथून रजा घेऊन तो भारतात आला. त्याने मुंबईत मुक्काम केला आणि प्रश्न सोडवला. ले. कर्नल जे मॉरिसन हे त्या वेळी हॉफ्किन्स इन्स्टिट्यूटचे डायरेक्टर होते. पंजाब प्रांतात त्याने फाज थेरपीचे प्रयोग केले आणि मृत्युदर ९० टक्क्यांनी कमी केला.



जिवाणूच्या पेशीवर स्वर झालेले बॅक्टेरिओफजेस

अखेर पेनिसिलीनने वैद्यकक्षेत्रात सार्वजनिकरीत्या प्रवेश केला. तुलनेने वापरायला सोपी अशी 'अँटिबायोटिक थेरपी' प्रसिद्ध झाली आणि 'फाज थेरपी' मागे पडली.

प्रतिजैविकांची भुरळ!

१९००च्या दरम्यान अमेरिकेतील अपेक्षित आयुर्मान पुरुषांमध्ये ४६ वर्षे तर स्त्रियांमध्ये ४८ वर्षे असे होते. जगभर संसर्गजन्य रोग हेच मृत्यूचे प्रमुख कारण होते. कॉलरा, प्लेग, घाटसर्प, क्षय, डांग्या खोकला, स्कारलेट ताप, टायफस, गुप्तरोग असे हे जिवाणू संसर्गजन्य रोग होते. अशा आपत्कालीन परिस्थितीत्त प्रतिजैविके हाच एक रामबाण उपाय होता. २०११ मध्ये अमेरिकेत २६ कोटी २० लाख लोकांना प्रतिजैविके हीच रोगोपचार पद्धत म्हणून वापरली जात होती. सध्या औषधोपचार, धान्य आणि फळफळावळ या क्षेत्रात जगभरात प्रतिवर्षी १ ते २ लाख टन प्रतिजैविकांचा वापर केला जातो. प्रतिजैविकांचा अविवेकी वापर सध्या चांगलाच भोवायला लागला आहे. यात प्रामुख्याने बेटा-लॅक्टम, अमिनोग्लायकोसाईड्स, क्लोरंफेनिकॉल आणि टेट्रासायक्लिन्स यांना प्रतिविरोध करणारी जनुके रोगकारक सूक्ष्मजीवांत मोठ्या प्रमाणात विकसित होत आहेत. वैद्यकीय उपचारादरम्यान नव्याने निर्माण झालेले संसर्ग हे उपचारासाठी अवघड बनून त्यामुळेच होणाऱ्या रुग्णाच्या मृत्यूचे प्रमाण खूप वाढले आहे.

प्रतिजैविक प्रतिविरोधाचे आव्हान!

प्रतिजैविकांची निर्मिती करणाऱ्या औषध निर्माण उद्योगात नवनवीन प्रतिजैविकांची निर्मिती करण्याची खूप

मोठी स्पर्धा सुरू आहे. याला आपण 'अँटिबायॉटिक पाइपलाइन' असे म्हणू या. २१व्या शतकात प्रकर्षाने असे जाणवू लागले आहे की सूक्ष्मजीवांचा प्रतिजैविकांना होणारा अवरोध लक्षात घेता औषध निर्मिती उद्योगातील नावीन्यपूर्ण संयुगांच्या निर्मितिसंशोधनाची दिशा बदलत चालली आहे. १९८३–१९८७ या कालावधीत अमेरिकेत एफडीएने १६ नवीन प्रतिजैविकांना मान्यता दिली होती. २०१०–२०१६ या कालावधीत याचा एकूण कल कमी होऊन तो फक्त ६ नवीन प्रतिजैविके इतका घसरला आहे. कार्बापेनम (Carbapenem) वर्गातील प्रतिजैविके यांना आपण 'अँटिबायोटिक पाइपलाइन'मधील शेवटची प्रतिजैविके असेच म्हणू या. २००० सालापसून हॉस्पिटलमधील 'क्लेब्जिएला न्यूमोनी' या संसर्गजन्य जिवाणूत 'कार्बापेनम प्रतिविरोध' निर्माण होऊन पुढे तो वाढतच गेल्याचे लक्षात आले. ही एक आपत्कालीन परिस्थिती होती. रोगोपचारासाठी या प्रतिजैविकांना पर्याय नसल्यामुळे ही अखेरची आशादेखील मावळत चालली आहे. क्लेब्जिएला न्यूमोनीच्या जिवाणूसंसर्गामुळे मृत्युदार ४० ते ५० टक्के इतका वाढला आहे. 'अँटिबायोटिक पाइपलाइन'मधील शेवटच्या प्रतिजैविकापर्यंत आपण पोहोचलो असल्यामुळे संसर्गजन्य रोगोपचाराची वैश्विक विचारपद्धती प्रकर्षाने बदलते आहे. यांना ESKAPE एस्केप रोगजंतू असे म्हणतात. एण्टेरोकोकस फेशियम (Enterococcus faecium), स्ट्रेप्टोकोकस ऑरियस (Staphylococcus aureus), क्लेब्जिएला न्यूमोनी (Klebsiella pneumonia), ॲसिनेटोबॅक्टर बुमानी (cinetobacter baumannii), स्युडोमोनास अरुजिनोसा (Pseudomonas aeruginosa), आणि एण्टेरोबॅक्टेरिया (Enterobacter spp.). या प्रत्येक जिवाणूच्या आद्य अक्षरापासून "ESKAPE' हा शब्द बनला आहे. अशा प्रकारच्या बहुऔषध प्रतिरोध जिवाणू (Multidrug resistant Bacteria) साठी नवीन औषधोपचार पद्धती लवकरात लवकर निर्माण करणे अत्यावश्यक आहे. २१व्या शतकाच्या तिसऱ्या दशकात प्रवेश करताना प्रतिजैविकांना अवरोध निर्माण होण्याची कारणे आणि अशा रोगजंतूंचे जगभर क्लोन निर्माण होण्याची कारणे 'नेक्स्ट जनरेशन सिक्केन्सिंग' पद्धतीने शोधून काढावी लागतील, त्यांचा बारकाईने मागोवा घ्यावा लागेल.

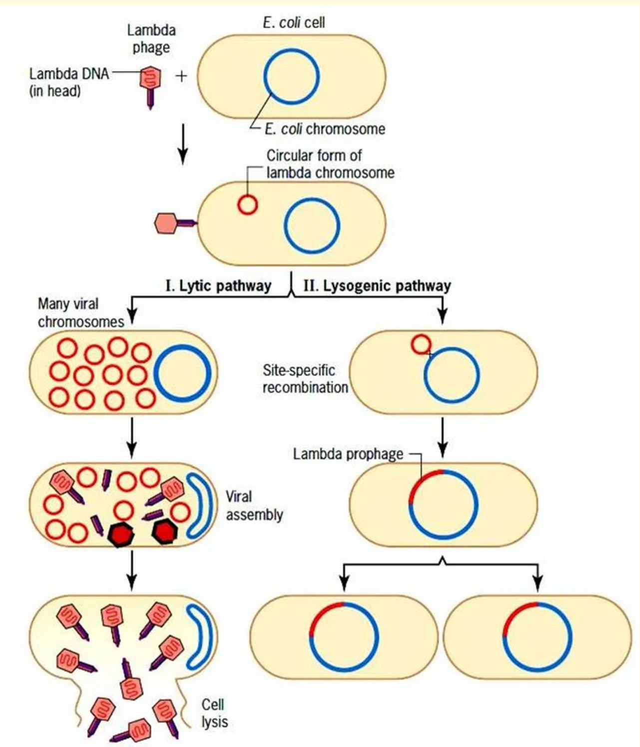
हा धोका समोर दिसत असताना आपल्याला प्रतिजैविक–पूर्वकाळात (pre-antibiotic era of medicine) लवकरच डोकावून बघावे लागणार आहे का? अपारंपरिक प्रतिजैविकांचा विचार करावा लागणार आहे का? 'फाज थेरपीचा' तर नव्याने विचार करावा लागणार नाही ना?

लायटिक फाज

बॅक्टेरियाला खाणारा विषाणू म्हणजेच लायटिक फाज. हे विषाणू दोन प्रकारचे असतात. एक शेपूट असलेले, ज्यात दुहेरी धाग्यांचा डीएनए असतो. आणि दुसरे शेपूट नसलेले, ज्यात एकेरी धाग्याचा डीएनए असतो. बॅक्टेरिओफाज थेरपीमध्ये लायटिक फाजेस वापरले जातात.

लायसोजेनिक फाज

दुसऱ्या प्रकारचा बॅक्टेरियाला न खाणारा पण बॅक्टेरियाच्या पेशीत गुण्यागोविंदाने सहजीवन जगणारा विषाणू म्हणजेच लायसोजेनिक फाज. याला 'प्रोफाज' असेही म्हणतात. अन्नातील रोगकारक जिवाणू इश्चेरीशीय कोलाय 0157:H7 हा स्ट्रेन तर १८ विविध प्रोफाजेसला आपल्या पेशीत सामावून घेतो आणि जिवाणूच्या डीएनएच्या २० टक्के जनुके व्यापतो. हा बॅक्टेरिओफाज त्या जिवाणूला उत्परिवर्तित करतो. यामुळे त्या जिवाणूला अनेक फायदे मिळतात. एक म्हणजे त्याची रोगकारक क्षमता वाढते. उदाहरणार्थ डिप्थेरिया विष, शिगा विष, बोट्युलिजम विष यांची तीव्रता वाढते. दुसरे महत्त्वाचे म्हणजे त्या जिवाणूचा



लायटिक चक्र आणि लायसोजेनिक चक्र यातील फरक दर्शवणारे चित्र

प्रतिजैविकांना अवरोध (Antibiotic resistance) वाढतो. बॅक्टेरिओफाज थेरपीमध्ये लायसोजेनिक फाजेस वापरले जात नाहीत.

प्राण्यांचे प्रारूप

बॅक्टेरिओफाज थेरपीच्या उंदरांवर केलेल्या प्रयोगात असे दिसून आले आहे की घशामध्ये स्युडोमोनास अरुजिनोसा या जिवाणूमुळे सेप्सिस झालेल्या उंदराला बॅक्टेरिओफाजेस पाजले असता ६६.७ टक्के उंदीर मरणापासून बचावले. नियंत्रणगटातील सगळेच उंदीर मेले. हॅमस्टरमध्ये क्लोस्ट्रीडियम डिफिसिलमुळे इंड्युस्ड इलियोसेकायटिसची स्थिती निर्माण होते. Induced ileocecitis (इंड्युस्ड इलियोसेकायटिस) म्हणजे लहान आतड्याचा शेवटचा भाग (Ileum) आणि मोठ्या आतड्याचा सुरुवातीचा भाग (Cesium) यांच्यामध्ये सूज किंवा जळजळ निर्माण होण्याची वैद्यकीय स्थिती. 'Induced' चा अर्थ ही सूज एखाद्या बाह्य कारणामुळे (जसे की संसर्ग, औषधे, किंवा विशिष्ट प्रक्रियेमुळे) उद्‌भवलेली असते. त्यांना मारक अशा बॅक्टेरिओफाजच्या एका मात्रेने हॅमस्टरमध्ये रोगप्रतिबंध झाल्याचे आढळले.

व्हान्कोमायसिनला अवरोध करणारा इश्चेरीशिया फेशियम असो किंवा बेटा-लॅक्टामेजला अवरोध करणारा इश्चेरीशिया कोलाय असो किंवा इमिपेनमला अवरोध करणारा स्युडोमोनास अरुजिनोसा असो, उदराच्या पोकळीत टोचलेल्या विशिष्ट बॅक्टेरिओफाजच्या मात्रेने हे सगळे अवरोधक जिवाणू नष्ट करण्यात यश मिळाले आहे.

कातडी, फुप्फुसे आणि पचनमार्गात संसर्ग करणारा पण प्रतिजैविकांना अवरोध करणारा स्युडोमोनास अरुजिनोसाच्या संसर्गासाठी 'फाज कॉकटेल'चा रोगोपचारासाठी वापर करता येतो असे सिद्ध झाले आहे. बहुऔषध प्रतिरोधक इश्चेरीशिया कोलाय O25:H4-ST131, व्हिब्रिओ पॅराहिमोलायटीकस, स्युडोमोनास अरुजिनोसा, ॲसिनेटोबॅक्टर बाउमनी यांच्या संदर्भातदेखील सकारात्मक निष्कर्ष मिळाले आहेत.

विशेष म्हणजे प्रतिजैविक प्रतिरोधक जिवाणूत बॅक्टेरिओफाजेसमुळे प्रतिजैविक संवेदनशीलता पुन्हा प्राप्त होते असे स्युडोमोनास अरुजिनोसामध्ये दिसून आले आहे.

भविष्यातील बॅक्टेरिओफाज तंत्रज्ञान

गेल्या शंभर वर्षांपासून ही उपचारपद्धती वेगवेगळ्या प्रकारे दिली जात आहे. १९७४ मध्ये टायफॉइड संसर्गादरम्यान १८५७४ मुलांना टायफॉइड फाजेसची उपचार पद्धती दिली गेली होती. बॅक्टेरिओफाजेस आणि प्रतिजैविके यांचे मिश्रण हे अधिक परिणामकारक असल्याचे दाखले मिळतात. सध्या युरोप आणि अमेरिकेत रोगोपचारासाठी बॅक्टेरिओफाजेसची कुठलीच उत्पादने तयार केली जात नाहीत. असे असले तरी अन्नउत्पादन आणि प्रक्रिया उद्योगांत 'जैविक नियंत्रणासाठी' अनेक व्यावसायिक बॅक्टेरिओफाज उत्पादनांना अन्न आणि औषध प्रशासनाने मान्यता दिली आहे. सालमोनेला, लिस्टेरिया, मोनोसायटोजेन्स, इश्चेरीशिया कोलाय O157:H7, मायकोबॅक्टेरियम, कंपायलोबॅक्टर, आणि स्युडोमोनास सायरेंजी, मेथीसीलीनविरोधी स्टेफिलोकोकस ऑरियस अशा जिवाणूंच्या विरोधात ही उत्पादने वापरली जातात. बॅक्टेरिओफाजचा वापर करून संसर्ग करणारे जिवाणूदेखील ओळखले जातात. उदाहरणार्थ बायोल्युमिनेसन्स रिपोर्टर फाजचा वापर करून बॅसिलस ॲन्थ्रासिस ओळखता येतो.

क्रिस्पर/कॅस CRISPR/Cas तंत्रज्ञानात एक साधन म्हणून बॅक्टेरिओफाजचा वापर करता येण्याची शक्यता आहेत. जिवाणूतील एखादे प्रतिजैविक प्रतिविरोधी जनुक बदलण्यासाठी, क्रिस्पर/कॅसचा वाहक म्हणून बायोइंजिनीयर्ड बॅक्टेरिओफाजचा वापर केला जाऊ शकतो. यातून ते प्रतिजैविक प्रतिविरोधी प्लास्मिड निष्प्रभ करता येईल.

प्रतिजैविक प्रतिविरोधामुळे निर्माण होणारे असाध्य असे हॉस्पिटल संसर्गदेखील बायोइंजिनीयर्ड बॅक्टेरिओफाजचा वापर करून नियंत्रित करता येतील. रुग्णालयातील उच्च संसर्गाचे पृष्ठभाग आणि वैद्यकीय उपकरणे यावर हे वापरता येतील.

या संदर्भात सध्या (२०२५-२६) पुढील तीन वैद्यक क्षेत्रात क्रांतिकारी संशोधन होत आहे

१. **कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि मशीन लर्निंग :** विषाणू आणि विष-प्रथिने यांची संकल्पना, रचना आणि आरेखन करण्यासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर आधारित सॉफ्टवेअर तयार करणे. वैद्यकीय क्षेत्रात सूक्ष्मजीवांच्या माहितीचा नेमका अर्थ लावणे आणि त्यासाठी नॅच्युरल लँगवेज प्रॉसेसिंग (NLP) यासारखे साधन वापरणे.

२. **जलद रोगनिदान पद्धती :** नवीन रोगनिदान साधनांमुळे नॉन ट्यूबर्क्युलस मायकोबॅक्टेरियाच्या संसर्गाचे केवळ २ तासांत निदान केले जात आहे ज्याला पूर्वी ६ महिने लागत होते. प्रतिजैविकांना होणारा प्रतिविरोध हा डीएनए अनुक्रमण तंत्राने तत्काळ ओळखता येऊ लागला आहे.

३. **प्रतिजैविकांना पर्याय :** प्रतिजैविकांचा प्रतिविरोध वाढत असल्यामुळे बॅक्टेरिओफाज थेरपीकडे संशोधनाचा कल वाढत चालला आहे.

Published findings on phage therapy in humans and in animal model

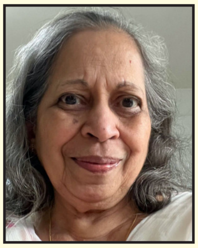
Causative agent	Model	Condition	Oral	Result summary[1]
Shigella dysenteriae	Human	Dysentery	Oral	All four treated individuals recovered after 24 h
Vibrio cholerae	Human	Cholera	Oral	68 of 73 survived in treatment group and only 44 of 118 in control group
Pseudomonas aeruginosa	Murine	Sepsis	Oral	66.7% reduced mortality
Clostridium difficile	Hamster	Ileocecitis	Oral	Co-administration with C. difficile prevented infection
	Hamster	Ileocecitis	Oral	dose every 8 h for 72 h 92% reduced mortality
Vancomycin-resistant Enterococcus faecium	Murine	Bacteremia	i.p.	100% reduced mortality
Beta-lactamase producing Escherichia coli	Murine	Bacteremia	i.p.	100% reduced mortality
Imipenem- resistant P. aeruginosa	Murine	Bacteremia	i.p.	100% reduced mortality
Acinetobacter baumannii, P. aeruginosa and Staphylococcus aureus	Murine	Sepsis	i.p.	Animals protected against fatal dose of A. baumannii and P. aeruginosa but not S. aureus
Escherichia coli	Murine	Meningitis and Sepsis	i.p. or s.c.	100% and 50% reduced mortality for meningitis and sepsis, respectively
MDR Vibrio parahaemolyticus	Murine	Sepsis	i.p. & oral	92% and 84% reduced mortality for i.p. and oral routes, respectively
S. aureus	Rabbit	Wound infection	s.c.	Co-administration with S. aureus prevented infection
MDR S. aureus	Human	Diabetic foot ulcer	Topical	All 6 treated patients recovered
Unclassified bacterial dysentery	Human	Dysentery	Oral	Phage cocktail improved symptoms of 74% of 219 patients
Salmonella typhi	Human	Typhoid	Oral	In cohort of 18577 children, phage treatment associated with 5-fold decrease in typhoid incidence compared to placebo
Antibiotic-resistant P. aeruginosa	Human	Chronic Otitis	Oral	Phage treatment safe and symptoms improved in double-blind, placebo-controlled Phase I/II trial

संदर्भ :

https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5547374/sec6

– डॉ. रंजन गर्गे

ranjan.garge@gmail.com



ॲलर्जी

वसुधा जोशी

ॲलर्जी हा शब्द सर्वांच्या परिचयाचा आहे. त्याजागी चपखल बसेल असा मराठी शब्द वाचनात आलेला नाही. साधारणपणे ॲलर्जीच्या जवळपासचा शब्द आहे वावडे! वावडे असणे म्हणजे मला तरी वाटते की ती गोष्ट किंवा वस्तू किंवा पदार्थ नकोसा वाटणे किंवा त्याचा त्रास होणे. त्यामुळे वावडे हा शब्द तसा सामान्यतः बऱ्याच वेळा वेगवेगळ्या अर्थाने वापरला जाऊ शकतो तसे ॲलर्जी या शब्दाचे नाही. ॲलर्जी हा शब्द सर्वांच्या परिचयाचा आहेच मग या लेखात तोच शब्द वापरायला काय हरकत आहे. ॲलर्जी ही एक सर्वसाधारण समस्या आहे. ॲलर्जी कोणत्याही वयोगटातील व्यक्तीला होऊ शकते. परंतु लहान मुलांमध्ये तिचे प्रमाण जास्त आढळून येते. अलीकडे ॲलर्जीचे प्रमाण जरा जास्तच वाढते आहे असे वाटू लागले आहे. अमेरिकेत आजारपणाच्या विविध विकारांमध्ये नंबर लावायचा झाला तर ॲलर्जी या विकाराचा सहावा नंबर लागतो. संपूर्ण जगात ॲलर्जी या विकाराने आजारी पडणाऱ्या लोकांचे प्रमाण २.५ टक्के आहे. मोठ्या शहरांमध्ये वाढत्या प्रदूषणाबरोबर ॲलर्जीचे वाढते प्रमाणही दिसून येत आहे. अगदी ३-४ वर्षांच्या मुलांनासद्धा पोळी, सुका मेवा, शेंगदाणे यासारख्या पदार्थांची ॲलर्जी असल्याचे आढळून येते. बिचाऱ्यांना पोळी खाता येत नाही, केक खाता येत नाही. काय करणार? याच कारणास्तव काही देशांमध्ये मुलांना ॲलर्जीला कारणीभूत ठरणारे घटक असलेले खाद्यपदार्थ शाळेत नेण्यास बंदी आहे. उदाहरणार्थ, शेंगदाणे, बदाम, काजू असलेले पदार्थ डब्यातून घेऊन जाता येत नाहीत. असे अनेक घटक आहेत. सर्वच घटक बाद केले तर खायचे काय? ते कठीण आहेच. त्यामुळे सामान्यतः सर्व मुलांना आवडणारे घटक डब्यामध्ये देण्याचे टाळण्याकडे कल असतो.

ॲलर्जी ही सर्वसामान्य असली तरी फार महत्त्वाची आरोग्यसमस्या आहे. आपण हे जाणतोच की प्रत्येक प्राण्याकडे त्याच्या शरिरात मुलतः रोगप्रतिकारकयंत्रणा कार्यान्वित असते. ही यंत्रणा फार गुंतागुंतीची, पेशी आणि शरीरातील अवयव यांच्या साहाय्याने बनलेली असते. या यंत्रणेमध्ये लसिका अवयवांचा (lymphoid organs) मोठा सहभाग असतो. या लसिका अवयवांमध्ये परिशिष्ट म्हणजे आतड्यांना जोडलेले इंद्रिय (Appendix), रक्त वाहून नेणाऱ्या रोहिणी आणि नीला, अस्थिमज्जा (bone marrow), लसिका ग्रंथी (lymph nodes), लसिका उती (lymphoid tissue), स्प्लिहा (spleen), थायमस (thymus) आणि टॉन्सिलस (tonsils) यांचा समावेश आहे. लिंफोसाइट्स या रक्तातील एक प्रकारच्या पेशी आहेत आणि त्यासुद्धा फार महत्त्वाच्या आहेत. ह्या सर्व लसीका अवयवांचा लिंफोसाइट्सची निर्मिती आणि त्यांना सक्रिय करण्यामध्ये फार मोठा वाटा आहे. शरीरावर कोणतेही संकट आले म्हणजे सूक्ष्मजंतू, जिवाणू किंवा फंगस इत्यादी लागण झाली असता ही यंत्रणा कार्यान्वित होते आणि शरीराचा या संकटातून बचाव करण्याचा प्रयत्न करते. त्यामुळे खरेतर शरिरातील कोणताही बिघाड रोगप्रतिकारशक्ती नैसर्गिकरीत्या ठीक करू शकली पाहिजे. परंतु तसे होत नाही आणि आपण त्यासाठी डॉक्टरांची मदत घेतो. ही रोगप्रतिकारशक्ती उत्तम स्थितीत राखणे हे प्रत्येक सजीवाचे आद्य कर्तव्य असले पाहिजे.

परंतु काही वेळेस ही रोगप्रतिकारक यंत्रणा फसते कारण काही सामान्य आणि निरुपद्रवी पदार्थांना चूकून धोकादायक समजले जाते. त्यामुळे निश्चित प्रकारच्या (specific) ॲंटिबॉडीज निर्माण केल्या जातात. त्याच यंत्रणेत हिस्टामिन आणि इतर रासायनिक घटक रक्त प्रवाहात सोडले जातात. याचा परिणाम सौम्य शिंकांपासून जीवघेण्या प्रतिक्रियांची लक्षणे दिसून येण्यात होतो. ही लक्षणे ताबडतोब म्हणजे काही सेकंदांत किंवा थोडे संथपणे म्हणजे काही तासांमध्ये दिसू लागतात. लक्षणे अती सौम्य ते जीवघेणी असू शकतात.

ॲलर्जी या आरोग्यसमस्येचा शोध कसा लागला असेल असा विचार मनात येणे साहजिक आहे. कारण या

समस्येमध्ये दिसून येणारी लक्षणे इतरही काही आजारांमध्ये दिसून येतात. त्यामुळे नक्की कोणता आजार आहे हे ठरवणे कठीणच आहे. परंतु तेवढेच ते गरजेचे नक्कीच आहे. या समस्येचा शोध इसवीसन १९०६ मध्ये लागला. परंतु त्यापूर्वी हजारो वर्षे ही समस्या होती. काही माणसांना दूध/चीज तर काही माणसांना मासे खाऊन ॲलर्जीच्या लक्षणांना सामोरे जावे लागत होते. हा आजार कशामुळे आणि हे पदार्थ खाल्ल्यावर सर्वांना न होता फक्त काही थोड्या लोकांनाच का होतो हे समजत नव्हते. त्यामुळे असेल काहीतरी कारण असे म्हणून सोडून दिले जात होते. त्याकाळी ॲलर्जी हा शब्ददेखील माहीत नव्हता, आणि प्रत्येक प्राण्यामध्ये रोगप्रतिकारक यंत्रणा कार्यान्वित असते हेही माहीत नव्हते. सन १९०६ मध्ये डॉ. क्लोमेन्स वॉन पिर्कीट (Dr. Clemens Von Pirquet) या ऑस्ट्रेलियन बालरोगतज्ज्ञाने लहान मुलांना घटसर्पाचे (Diphtheria) व्हॅक्सिन दिल्यावर केलेले निरीक्षण फार महत्त्वाचे होते. हे व्हॅक्सिन घोड्याच्या सिरममध्ये होते. त्यांच्या हे लक्षात आले की मुलांना पहिला डोस दिल्यानंतर आजारपणाची काहीही लक्षणे दिसली नाहीत परंतु दुसरा डोस दिल्यानंतर त्यातल्या काही मुलांमध्ये आजारपणाची लक्षणे दिसली. डॉक्टरांनी त्यांचे हे महत्त्वाचे निरीक्षण प्रकाशित केले. त्यामुळे नवीन ॲलर्जी शास्त्राच्या अभ्यासाला सुरुवात झाली. या विकाराला ॲलर्जी हे नावही त्यांनीच दिले. इसवी सन १९२१ मध्ये प्रासनीट्झ (Prausnitz) आणि कुस्टनर (Kustner) यांनी दाखवून दिले की ॲलर्जी विकाराचा घटक रक्तामध्ये निर्माण होतो आणि रक्तामार्फत पसरवला जाऊ शकतो. हा घटक म्हणजेच ॲंटिबॉडी. इसवी सन १९६७ मध्ये इशीझाक (Ishizak) या अमेरिकन जोडप्याने या ॲंटिबॉडी IgE (Immunoglobulin E) आहेत आणि त्या IgG (जिवाणूची लागण झाल्यावर रक्तामध्ये आढळतात) त्यापेक्षा वेगळ्या आहेत ह्याचा शोध लावला. या IgE ॲंटिबॉडी मास्ट पेशींना चिकटतात त्यामुळे हिस्टामिन रक्तामध्ये येते आणि ॲलर्जीची लक्षणे दिसू लागतात. या संशोधनामुळे आता ॲलर्जीसमस्येचे निदान व्यवस्थित होऊ शकते.

माणूस ॲलर्जिक कसा बनतो?

ॲलर्जी निर्माण करणारे घटक शरीरात प्रवेश करतात, मग ते कोणत्याही मार्गाने असोत. त्या वेळी आपले शरीर ॲंटिबॉडी निर्माण करू लागते. या ॲंटिबॉडी म्हणजे इम्युनोग्लोबूलीन इ (IgE). अशा प्रकारच्या प्रतिक्रिया हे फिव्हर (Hay fever), काही प्रकारचा दमा (asthma) या आजारांमध्ये पाहायला मिळतात. या ॲंटिबॉडीज समस्या निर्माण करणाऱ्या प्रत्येक घटकासाठी फार निश्चित प्रकारच्या (specific) असतात. उदाहरणार्थ, एक प्रकारच्या परागकणासाठी (pollen) बनलेल्या IgE दुसऱ्या प्रकारच्या परागकणासाठी काम करू शकत नाहीत. एकदा एखाद्या व्यक्तीच्या शरीरात अशा प्रकारे एखाद्या ॲलर्जी निर्माण करणाऱ्या घटकासाठी IgE निर्माण झाल्या की पुढे कधीही ती व्यक्ती त्या घटकाच्या संपर्कात आली की शरीर IgE बनवू लागते म्हणजेच ॲलर्जिक प्रतिक्रिया सुरू होते. अशा प्रकारे एखाद्या घटकाप्रती माणूस संवेदनशील बनतो. म्हणजेच अशा प्रकारच्या घटकांप्रती संवेदनशील बनणे ही पहिली पायरी आहे. पुढे कधीही या घटकांच्या सान्निध्यात आल्यावर ॲलर्जीची लक्षणे दिसू लागतात ही दुसरी पायरी.

तीव्र ॲलर्जिक प्रतिक्रिया (Anaphylactic shock)

काही ॲलर्जी निर्माण करणारे घटक असे असतात की त्यामुळे अतिशय तीव्र किंवा ज्याच्यामुळे प्राणसुद्धा गमवावे लागतील अशा प्रकारच्या प्रतिक्रियांना तोंड द्यावे लागते. याला अपप्रतिरक्षा (anaphylactic shock) असे म्हणतात. यामध्ये उतींना (tissue), घशाला सूज येणे, अचानक रक्तदाब कमी होणे त्याचबरोबर अंगाला कंड सुटणे, अचानक गरम होणे, श्वास घेणे अवघड होणे, डोके दुखणे, मळमळणे, वान्ती होणे, गरगरणे, जुलाब होणे, शुद्ध हरपणे यांपैकी लक्षणे आढळतात. अशा प्रतिक्रिया काही औषधे, काही अन्नपदार्थ, सिरम, विष किंवा काही रसायने यांच्यामुळे येऊ शकतात. ज्या व्यक्तींना स्वतःला ॲलर्जी येण्याची दाट शक्यता वाटते किंवा अनुभव असतो किंवा संवेदनशील (sensitive) असतात त्या व्यक्ती ताबडतोब वापरासाठी औषधांचा संच (Kit) स्वतःबरोबर बाळगतात. या संचामध्ये ताबडतोब सुई टोचून शरीरात पाठवता येईल असे (injectable) एपिनेफ्रिन हे औषध असते. हे औषध अधिवृक्क ग्रंथीला (Adrenal gland) सक्रिय करते आणि हृदयाचे ठोके वाढवते.

ॲलर्जीला कारणीभूत निरुपद्रवी पदार्थ

- हवेतून पसरणारे : परागकण, धुळीचे कण, काही तीव्र वास, बुरशी आणि पाळीव प्राण्यांचे केस.
- अन्न : शेंगदाणे, सुकामेवा, गहू, सोया, शिंपले, अंडी आणि दूध, मासे इत्यादी.
- किटकांचे दंश : मधमाशी, गांधीलमाशी आणि अन्य काही कीटक.
- औषधे : पेनिसिलीनसारखी प्रतिजैविके
- संपर्क : झाडांचा चीक (Latex), काही वनस्पती

आणि निकेलसारखे काही धातू, काही सौंदर्यप्रसाधने इत्यादी

सर्वसामान्य लक्षणे

ही लक्षणे अतिसामान्य ते गंभीर असतात. दुर्लक्ष झाल्यास जीवही गमवावा लागतो.

* **सौम्य ते मध्यम लक्षणे** : शिंका येणे, नाक वाहणे किंवा चोंदणे, डोळ्यांना खाज सुटणे, डोळ्यांतून पाणी येणे, त्वचेवर लाल पुरळ उठणे किंवा अंगावर गांधी उठणे. त्याशिवाय उलटी, जुलाब किंवा अंगावर सूज येऊ शकते.
* **तीव्र लक्षणे** : ओठ, जीभ किंवा घशाला सूज येणे, श्वास घेण्यास त्रास होणे, छातीत भरून आल्यासारखे वाटणे, डोळ्यापुढे अंधारी येणे, थकवा, घरघर लागणे, पोटदुखी किंवा रक्तदाब अचानक कमी होणे.

उपचार आणि व्यवस्थापन

* टाळणे : ॲलर्जी प्रतिक्रिया (reaction) टाळण्याचा सर्वोत्तम मार्ग म्हणजे काही विशिष्ट लक्षणे कोणत्या घटकाच्या संपर्कात आल्यावर किंवा एखादा पदार्थ पोटात गेला असता दिसून येतात हे ओळखून त्या घटकांपासून दूर राहणे.
* **मास्कचा वापर** : तुम्हाला काही घटकांची ॲलर्जी आहे हे माहीत असेल तर प्रवासात किंवा गर्दीत N95 मास्क वापरावा.
* **औषधे** : डॉक्टरांच्या चिठ्ठीशिवाय मिळणारी किंवा चिठ्ठीने मिळणारी अँटिहिस्टमाइन डिकंजेस्टंट आणि कॉरटीकोस्टिरॉइड्स यांसारखी औषधे लक्षणे नियंत्रणात ठेवण्यास मदत करू शकतात. ही औषधे प्रवासाला जाताना आपल्याबरोबर ठेवावीत.
* **इम्युनोथेरपी** : ॲलर्जीची इंजेक्शने कालांतराने तुमच्या रोगप्रतिकारक यंत्रणेला हवेतील किंवा डंख मारणाऱ्या किटकांच्या विशिष्ट ॲलर्जी घटकांप्रती असंवेदनशील बनवण्यास मदत करू शकतात.

अशा प्रकारे ॲलर्जी ही अतिसामान्य वाटली तरी फार गंभीर आरोग्यसमस्या आहे. प्रत्येकाने सामान्य वाटणाऱ्या लक्षणांकडे दुर्लक्ष न करता वेळीच उपाय करणे गरजेचे आणि आवश्यक आहे.

– वसुधा जोशी
josudha47@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

हवामानाच्या बदलांसंबंधीची आंतरसरकारी समिती (आयपीसीसी)

अनघा शिराळकर

पार्श्वभूमी

गेल्या दशकापासून पृथ्वीच्या हवामानात बरेच बदल होत आहेत. तापमानवाढ, पावसाचे प्रमाण व वेळापत्रक यातील बदल, हरितगृहवायूंचे असंतुलित प्रमाण, प्रदूषणातील वाढ, समुद्राच्या तापमानात व त्याच्या पातळीत होत असलेली वाढ, चक्रीवादळांचे वाढते प्रमाण, नद्यांना येणारे पूर, ढगफुटी, गारा व वीज पडण्याचे वाढते प्रमाण, ध्रुवीय प्रदेशातील कमी होणारा ओझोन, बर्फ वितळण्याचे वाढते प्रमाण ही हवामानबदलांची काही ठळक उदाहरणे आहेत. हे सर्व रोखण्याचे कठोर प्रयत्न सर्व स्तरांवर ताबडतोब अमलात आणले नाहीत तर भविष्यात या बदलांमध्ये अधिक वाढ होणे अटळ आहे. हे सर्व बदल आंतरराष्ट्रीय पातळीवर अधिकारवाणीने वैज्ञानिकदृष्ट्या सिद्ध करून त्यावर उपाययोजना सुचवणे अत्यंत गरजेचे होते. ही गरज लक्षात घेऊन संयुक्त राष्ट्रांचा पर्यावरण कार्यक्रम (United Nations Environment Programme - यूएनईपी) आणि जागतिक हवामान परिषद (World Meteorological Organization - डब्ल्यूएमओ) यांनी संयुक्तपणे हवामानाच्या बदलांसंबंधीची आंतरसरकारी समिती (The Intergovernmental Panel on Climate Change - आयपीसीसी) १९८८ साली स्वित्झर्लंडमधील जिनिव्हा येथे स्थापन केली जिथे तिचे मुख्यालय आहे.

उद्दिष्ट

हवामानबदलांचा सध्या होणारा परिणाम, त्यामुळे निर्माण होणारे भविष्यातील धोके आणि ते टाळण्यासाठी किंवा कमी करण्यासाठीचे उपाय या सर्वांचे मूल्यमापन करणे हे आयपीसीसीचे मुख्य उद्दिष्ट आहे. आयपीसीसी नैसर्गिक व मानवनिर्मित हवामानबदलांविषयीची वैज्ञानिक माहिती देते, त्यांच्या सामाजिक व आर्थिक परिणामांच्या धोक्यांचे इशारे देते आणि त्यावरील उपायही सुचवते. हवामानविषयक धोरण ठरवण्यासाठी लागणारी माहिती सर्व स्तरांवरील शासनाला आयपीसीसी पुरवते.

रचना व कार्यपद्धती

आयपीसीसी ही संयुक्त राष्ट्रसंघाचा मुख्य भाग आहे. आयपीसीसीचे कार्य तीन 'कृतिगट (Working Groups)', एक 'कार्यदल (Task Force)' आणि एक 'कार्यगट (Task Group)' यामध्ये विभागले आहे. हे हवामानाच्या बदलांसंबंधीचे काम करतात.

पहिला कृतिगट आहे तो हवामानाचा भौतिकशास्त्रीय पाया. दुसरा कृतिगट हवामानबदलांमुळे होणारे परिणाम, अनुकूलन व असुरक्षितता याबद्दल आहे आणि तिसरा कृतिगट आहे हवामानबदलांचे होणारे परिणाम शमवण्यासाठीचे उपाय सुचवण्यासाठी.

'कार्यदल' हा मुख्यतः हरितगृहवायूंच्या राष्ट्रीय सूचींची देखरेख करण्यासाठी आयपीसीसीने स्थापन केला. या कामासाठी आंतरराष्ट्रीय स्तरावर मान्य असलेली कार्यपद्धती निर्माण करणे आणि त्यासाठी लागणारे सॉफ्टवेअर विकसित करणे हे कार्यदलाचे मुख्य काम आहे.

'कार्यगट' हा हरितगृहवायूंचे अहवाल व डेटाबेस

वापरण्यासाठी सर्व राष्ट्रांना प्रोत्साहित करतो. या कार्यगटासाठी ५१ राष्ट्रांकडून आलेल्या ८१ नामांकनामधून १४ सभासदांची निवड आयपीसीसीने केली.

हवामानाच्या बदलांसंबंधीचा विदा (डेटा) उपलब्ध करून देऊन कार्यदल व कार्यगट आयपीसीसीच्या कामाला महत्त्वाची मदत करतात.

कृतिगट, कार्यदल आणि कार्यगट यांच्यामध्ये समन्वय साधण्यासाठी तसेच त्यांच्या कार्यांसाठी आवश्यक असणारी सुविधा म्हणून एक सचिव आणि खास कार्यदलांचा तांत्रिक मदतकेंद्र हे विभाग आयपीसीसीला जोडलेले आहेत.

संयुक्त राष्ट्रांचे आणि जागतिक हवामान परिषदेचे सदस्य आयपीसीसी समितीचे व तिच्या कार्यगटांचे सदस्य आहेत. या सदस्यांची वर्षातून किमान एकतरी बैठक होत असते, ज्यामध्ये कामाचा संपूर्ण आढावा घेतला जातो आणि अहवालाच्या कामासाठी शास्त्रज्ञांचे गट सहा ते सात वर्षांच्या कालावधीसाठी ठरवले जातात. या शास्त्रज्ञांचे नामांकन विविध राष्ट्रांच्या शासनाने केलेले असते. हवामान शास्त्रज्ञांच्या व सर्व राष्ट्रांच्या मते या आयपीसीसीचे कार्य अधिकार स्वरूपाचे आहे.

सन १९९२ मध्ये संयुक्त राष्ट्रसंघातर्फे पर्यावरण व विकास या विषयावर ब्राझीलमधील रिओ दि जानेरो या शहरात एक परिषद भरवण्यात आली होती. त्या परिषदेत संयुक्त राष्ट्र संघाच्या अखत्यारीत असणारी हवामानातील बदल या विषयावर आंतरराष्ट्रीय स्तरावर करार करणारी समिती (United Nations Framework Convention on Climate Change - यूएनएफसीसी) या एका नवीन विभागाची स्थापना करण्यात आली. हा संयुक्त राष्ट्रसंघाच्या सदस्य देशांनी संयुक्तरीत्या घेतलेला निर्णय होता. १९९५पासून या निर्णयात सहभागी देशांचे प्रतिनिधी दरवर्षी भेटू लागले.

यूएनएफसीसीच्या कार्यात आयपीसीसीचा महत्त्वाचा वाटा आहे. जागतिक वातावरणबदलाच्या सद्यःस्थितीचा आणि त्याला तोंड देण्यासाठी केल्या जात असलेल्या प्रयत्नांचा आढावा घेण्यासाठी १९९२ सालापासून यूएनएफसीसीच्या पुढाकाराने तज्ज्ञांची वार्षिक बैठक होत असे. जागतिक वातावरणातील बदलांच्या सद्यःस्थितीचा आणि त्याला तोंड देण्यासाठी केल्या जात असलेल्या प्रयत्नांचा आढावा घेण्यासाठी या बैठका होत. १९९७ मध्ये जपानमधील क्योटो शहरातील बैठक त्यात झालेल्या करारामुळे ऐतिहासिक व महत्त्वाची ठरली. वैज्ञानिक अभ्यासावरून असे निदर्शनास आले की जागतिक वातावरणात बदल व त्यामुळे होणारी जागतिक तापमानवाढ ही पूर्णतः मानवनिर्मित असून ती मुख्यत्वे हरितगृह परिणामांमुळे होत आहे. ही तापमानवाढ रोखण्यासाठी जागतिक पातळीवर आमूलाग्र प्रयत्न होण्याची गरज आहे. डिसेंबर १९९७ मध्ये जपान देशातील क्योटो शहरातील बैठकीत झालेला 'क्योटो करार (प्रोटोकॉल)' हा त्या प्रयत्नांचा एक महत्त्वाचा टप्पा आहे. ११ डिसेंबर १९९७ रोजी क्योटो प्रोटोकॉल स्वीकारण्यात आला.

आयपीसीसी कोणतेही संशोधन करत नाही. तिचे कार्य तज्ज्ञांच्या व शास्त्रज्ञांच्या निरीक्षणांवर, अभ्यासावर व संशोधनावर आधारित असते. म्हणूनच अहवाल बनवण्यासाठी कृतिगट आणि धोरण ठरवणारे (Policymakers) यांचा सहभाग फार महत्त्वाचा आहे. संश्लेषण अहवाल (Assessment Report) तयार करण्यासाठी आवश्यक असणारे हजारो निरीक्षणांचे विश्लेषण करणे, हजारो शोधनिबंधांचे पुनरावलोकन करणे व त्यातील महत्त्वाच्या शोधांची नोंद करणे इत्यादी महत्त्वाचे काम विविध देशांतील अनेक शास्त्रज्ञ व तज्ज्ञ यांनी स्वत:हून केले. अनेकांनी कृतिगटात सहभाग घेतला. सर्वांच्या अथक प्रयत्नांने सर्व अहवाल सर्वतोपरी अचूक, आदर्श व पारदर्शक बनले आहेत. धोरणकर्त्यांसाठींच्या अहवालात १२० राष्ट्रांचे प्रतिनिधित्व आहे.

अहवाल

सन १९८८ ते २०२१ या काळात आयपीसीसीने सहा मूल्यांकन अहवाल (Assessment Reports) प्रसिद्ध केले आहेत. हे अहवाल म्हणजे जागतिक स्तरावरील हवामानातील बदलांचा विविध अंगांनी केलेला व्यापक व सर्व समावेशक वैज्ञानिक अभ्यास व त्यांचे निष्कर्ष आहेत. आयपीसीसीचे अहवाल हे धोरण निर्देशात्मक नसून त्यातील निष्कर्ष हे सर्व स्तरांतील धोरणकर्त्यांना भविष्यातील तापमानवाढ आणि हवामानातील बदलांमुळे वाढणारे दुष्परिणाम नियंत्रणात ठेवण्यासाठी उपाययोजना ठरवण्यासाठी उपयुक्त आहेत.

सातवा अहवाल तयार करण्याचे काम २०२३ साली सुरू झाले असून तो २०३० सालापर्यंत तयार होईल. हा अहवाल टप्प्याटप्प्याने प्रसिद्ध होईल.

प्रसिद्ध झालेल्या सर्व सहाही अहवालांचा थोडक्यात परामर्श पुढे दिला आहे.

पहिला अहवाल

पहिला अहवाल १९९० साली प्रसिद्ध झाला. या अहवालात हवामानबदलांचे जागतिक स्तरावरील परिणाम व

त्यासाठी आंतरराष्ट्रीय मदतीने उपाययोजना करण्याचे आव्हान याबद्दल सविस्तर विवेचन केले आहे. यामध्ये यूएनएफसीसीसी या आंतरराष्ट्रीय समितीच्या निर्मितीचा महत्त्वाचा निर्णय सुचवला गेला. ही समिती म्हणजे जागतिक तापमानवाढ व त्यामुळे होणाऱ्या हवामानातील बदलांचे परिणाम कमी करण्याचा करार आहे. हा अहवाल तयार करण्यासाठी जगभरातील १७० शास्त्रज्ञ व तज्ज्ञ यांनी योगदान दिले आहे. यांच्याशिवाय अनेक देशांतील तज्ज्ञांनी समीक्षक म्हणून काम केले आहे.

दुसरा अहवाल

दुसरा अहवाल १९९५ मध्ये प्रसिद्ध झाला. या अहवालात हरितगृहवायू वाढत जाणार असून त्यामुळे हवामानात सतत वाढत राहणाऱ्या बदलांचा इशारा दिला आहे. हरितगृहवायूंच्या निर्मितीची कारणे व ते कमी करण्यासाठीचे उपाय सर्व राष्ट्रांनी स्वीकारण्यासाठी १९९७ साली क्योटो प्रोटोकॉल तयार केला. त्यासाठी लागणारी सामग्री या अहवालात सुचवली आहे. यूएनएफसीसीसह तीन कार्यगटांच्या संशोधनात्मक अभ्यासांचा, त्यांच्या निष्कर्षांचा व सूचनांचा समावेश या अहवालात आहे. साधारणपणे २००० शास्त्रज्ञ व तज्ज्ञ यांनी हा अहवाल तयार करण्यासाठी काम केले आहे. ५०० लेखक आणि १००० समीक्षक यांचा हा अहवाल तयार करण्यात सहभाग होता. पहिल्या अहवालापेक्षा दुसऱ्या अहवालात सहभागींची संख्या लक्षणीय वाढलेली दिसून येते.

तिसरा अहवाल

तिसरा अहवाल २००१ मध्ये प्रसिद्ध झाला. या अहवालात हवामानबदलांचा परिणाम व ते रोखण्यासाठी ठोस उपाययोजनांची स्वीकृती यावर भर देण्यात आलेला आहे. यामध्ये हवामानबदलासाठी कारणीभूत असणाऱ्या घटकांच्या मोजणीवरून केलेले भाकीत समाविष्ट करण्यात आले आहे. या अहवालातही तीन कार्यगटांच्या संशोधनात्मक अभ्यासांचा व कृतिदलाच्या हरितगृह वायूंच्या राष्ट्रीय यादींच्या कार्यक्रमांचा (Task Force for National Greenhouse Gas Inventories Programme) समावेश केला आहे. हा अहवाल तयार करण्यासाठी २५०० शास्त्रज्ञ व तज्ज्ञ, ७०० लेखक आणि १००० पेक्षा जास्त समीक्षक यांचा हातभार लागलेला आहे. या अहवालापासून सहभागींचे प्रमाण वाढलेले दिसून येते. हवामानबदलांसाठी मानवी हस्तक्षेप जबाबदार आहे यावर वैज्ञानिकांमध्ये एकमत झाले.

चौथा अहवाल

चौथा अहवाल २००७ मध्ये प्रसिद्ध झाला. या अहवालात जागतिक तापमानवाढ रोखण्यासाठीच्या क्योटो करारानंतर केलेल्या उपाययोजनांवर भर दिला आहे. यामध्ये हवामानबदलांच्या वैज्ञानिक, तांत्रिक व सामाजिक-आर्थिक परिणामांचा आढावा घेतला आहे. हवामानातील बदलांवरच्या ६००० वैज्ञानिक लेखांचा अनेक राष्ट्रांतील हजारो शास्त्रज्ञ, संपादक आणि समीक्षकांनी घेतलेला आढावा या अहवालात समाविष्ट करण्यात आला आहे. हा अहवाल तयार करण्यात १३० देशांच्या लोकांचे योगदान लाभले आहे. त्यासाठी ३००० शास्त्रज्ञ, तज्ज्ञ, ८०० लेखक आणि २५०० समीक्षक यांचा सहभाग आहे.

आयपीसीसीच्या चौथ्या अहवालामुळे '२००७ सालाचा शांततेचा नोबेल पुरस्कार' आयपीसीसी आणि अमेरिकेचे उपराष्ट्रपती अल गोर यांना संयुक्तपणे प्रदान करण्यात आला. हा पुरस्कार मानवनिर्मित हवामानबदलांबद्दलची माहिती पुरवणे व त्यावरील करण्याच्या उपायांची पायाभरणी यासाठी दिला गेला. ज्या शास्त्रज्ञांनी व तज्ज्ञांनी आयपीसीसीचा चौथा अहवाल तयार करण्यात व त्यासंबंधीच्या कार्यात योगदान दिले होते त्या सर्वांना या पुरस्काराचे 'प्रशंसनीय योगदानकर्ते' म्हणून जाहीर केले होते. याची दखल घेऊन प्रत्येक देशाच्या पंतप्रधानांनी किंवा राष्ट्रपतींनी आपापल्या देशातील प्रशंसनीय योगदानकर्त्यांना प्रशंसेची पत्रे पाठवली होती. यात भारतीय शास्त्रज्ञांचीही नावे आहेत.

पाचवा अहवाल

पाचवा अहवाल २०१३-२०१४ मध्ये प्रसिद्ध झाला. ज्या शासनांनी व संस्थांनी चौथ्या अहवालात सहभाग घेतला होता त्यांना निरीक्षणांचे व संशोधनांचे समितीने केलेल्या विश्लेषणावर आपले मत लेखी मांडायला सांगितले. पाचव्या अहवालात संश्लेषण अहवाल तसेच तीन कार्यगटांच्या संशोधनात्मक अभ्यासांचा, त्यांच्या निष्कर्षांचा व सूचनांचा समावेश आहे. हा अहवाल दोन टप्प्यांत प्रसिद्ध झाला. कृतिगटांचा मानवनिर्मित हरितगृह वायूंचा संशोधनात्मक अभ्यास असलेला अहवाल सप्टेंबर २०१३ मध्ये प्रसिद्ध झाला आणि संश्लेषण अहवाल नोव्हेंबर २०१४ मध्ये प्रसिद्ध झाला. कार्बनउत्सर्जन कमी करण्यासाठी होणाऱ्या वाटाघाटींसाठी २०१५ सालीच्या पॅरिस येथील संयुक्त राष्ट्रांच्या परिषदेसाठी व त्यामध्ये होणाऱ्या पॅरिस करारासाठी लागणारी माहिती या पाचव्या अहवालात आहे. ३५०० शास्त्रज्ञ, तज्ज्ञ, ८३० लेखक आणि २५००पेक्षा जास्त

समीक्षक यांचे हा अहवाल तयार करण्यामध्ये योगदान आहे.

सहावा अहवाल

सहावा अहवाल २०१८-२०१९ मध्ये चार भागांत पूर्ण झाला. हवामानातील बदलांसंबंधी वैज्ञानिक, तांत्रिक व सामाजिक-आर्थिक माहिती देणारा हा अहवाल. त्यातील हवामानबदलांचा भौतिकशास्त्रीय पाया असलेला पहिला भाग ९ ऑगस्ट २०२१ रोजी प्रसिद्ध झाला. परिणाम, अनुकूलन आणि असुरक्षितता या विषयावरील दुसरा भाग, हवामानबदलाचे शमन करण्यासंबंधीचा तिसरा भाग आणि संश्लेषण असलेला चौथा भाग २०२२ मध्ये प्रसिद्ध झाले. ३९४९ पानांचा हा अहवाल १४००० वैज्ञानिक शोधनिबंधांवर आधारित आहे. जवळपास ४०००पेक्षा जास्त शास्त्रज्ञ, तज्ज्ञ, ८०० लेखक आणि ३००० समीक्षक यांचा हा अहवाल तयार करण्यात सहभाग आहे. या अहवालाला १९५ शासनांनी मान्यता दिली आहे. प्रादेशिक स्तरावरील हवामानबदलाची सर्वसमावेशक माहिती देणारा हा अहवाल हवामानबदलास मानवी क्रियाकलाप व हस्तक्षेप हेच मुख्य कारण आहे यावर एकमत असल्याचे दर्शवतो. जागतिक हवामान बदलास प्रामुख्याने अमेरिका, युरोप, जपान, चीन हे विकसित देश जबाबदार आहेत. याचे मुख्य कारण म्हणजे या देशांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर होणारा खनिज इंधनांवर आधारित ऊर्जेचा वापर व त्यामुळे मोठ्या प्रमाणावर होणारे हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन. या हवामानबदलांचा सर्वात जास्त फटका उष्णकटिबंधीय देशांना बसत आहे.

सारांश

आयपीसीसीचे सर्व अहवाल म्हणजे जागतिक स्तरावरील हवामानबदलांचा विविध अंगांनी केलेला व्यापक व सर्व समावेशक वैज्ञानिक अभ्यास आहे. जगभरातील हजारो शास्त्रज्ञ, तज्ज्ञ, लेखक व समीक्षकांचे योगदान लाभलेल्या व हजारो वैज्ञानिक शोधनिबंधांवर आधारित या अहवालांना सर्व १९५ सदस्य राष्ट्रांच्या शासनांनी मान्यता दिलेली आहे.

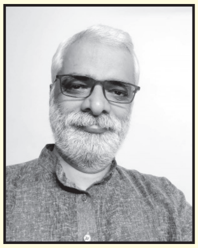
पृथ्वीच्या तापमानात वाढ, उष्णतेच्या लाटा, अतिवृष्टी, दुष्काळ, चक्रीवादळे, बर्फ वितळणे, समुद्र पातळीत वाढ, समुद्र किनाऱ्यावरील अनेक शहरांना बुडण्याचा धोका, समुद्राच्या वाढत्या आम्लीकरणामुळे कार्बन डायऑक्साइड शोषून घेण्याची क्षमता कमी होणे व ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी होणे, इत्यादी २०५० सालापर्यंत होणाऱ्या हवामानातील बदलांचा सर्वात कठोर इशारा आयपीसीसीने आपल्या अहवालांद्वारा दिला आहे.

या अहवालांनुसार असे सिद्ध झाले आहे की मानवी क्रियाकलाप विशेषतः हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन हे जागतिक तापमानवाढीचे प्रमुख कारण आहे. त्यासाठी सर्व स्तरांवर तातडीची उपाययोजना करणे गरजेचे आहे. तापमानवाढ रोखण्यासाठीचे सर्व प्रयत्न ताबडतोब केले तरीही तापमानवाढ फक्त १.५ ते २ डिग्री सेल्सिअस इतकीच कमी करणे शक्य आहे. हा अपरिहार्य आणि अपरिवर्तनीय हवामानबदलांचा सर्वात कठोर इशारा आहे हे जागतिक स्तरावरील माध्यमांच्या, राजकीय नेत्यांच्या व सामाजिक कार्यकर्त्यांच्या, धोरणकर्त्यांच्या लक्षात आलेले आहे. आता अपेक्षा आहे फक्त सर्वंकष उपायांच्या कडक अंमलबजावणीची. यासाठी केंद्र व राज्य शासनांबरोबर शास्त्रज्ञांनी, प्रसारमाध्यमांनी, विज्ञानप्रसारकांनी, स्वयंसेवी संस्थांनी, शासकीय व खाजगी संस्थांनी, शैक्षणिक संस्थांनी पुढाकार घेऊन सर्वसामान्यांनापर्यंत या समस्येचे गांभीर्य पोहोचवणे गरजेचे आहे. तरच या समस्यांचे सर्व स्तरांवर निराकरण होईल.

- अनघा शिराळकर
anaghashiralkar@gmail.com

संदर्भ

१. Ahrens, C. D., Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment (12th ed.). 2019, Cengage Learning.
२. Greenhouse gas, Wikipedia
३. Greenhouse gas effects, Wikipedia
४. International agreements on climate change, Climate negotiations: more than three decades of searching for consensus on the fight against climate change, Iberdrola, 2026
५. IPCC, Wikipedia
६. UNFCCC, Wikipedia
७. World Meteorological Organization, Wikipedia

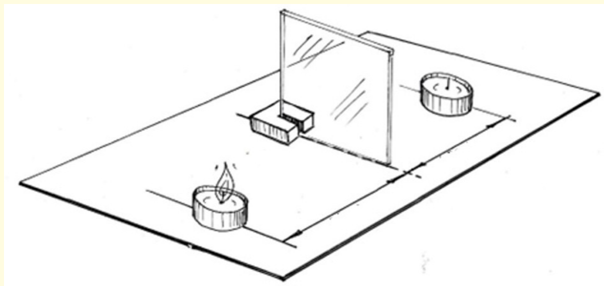


काचकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - भाग ३

डॉ. जयंत वसंत जोशी

आरसा हा आपल्या दैनंदिन जीवनातील एक उपयुक्त घटक आहे तसाच तो भौतिकशास्त्राच्या प्रकाशविषयक अभ्यासाच्या (Optics) शाखेतही अत्यंत उपयुक्त घटक आहे. घरातील सजावट, वाहनांचे आरसे, दुर्बिणी, सूक्ष्मदर्शके, कॅमेरे आणि वैज्ञानिक उपकरणे यांमध्ये आरशांचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो.

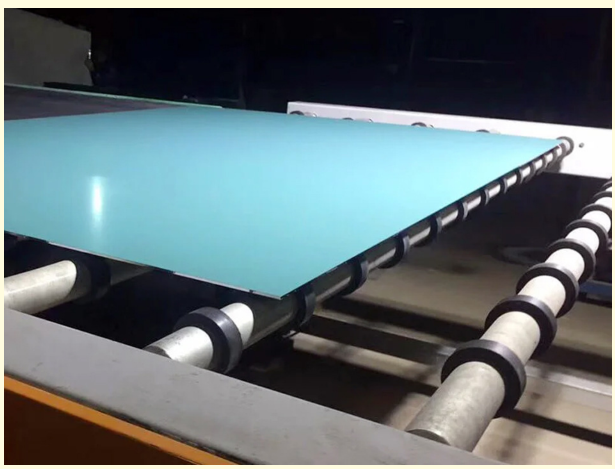
आरशाचे कार्य प्रकाशाच्या परावर्तनाच्या तत्त्वावर आधारित असते. प्रकाशकिरण एखाद्या गुळगुळीत आणि चमकदार पृष्ठभागावर पडतात, तेव्हा ते नियमितपणे परावर्तित होतात. यामुळे वस्तूचे स्पष्ट प्रतिबिंब दिसते. म्हणूनच आरसा तयार करण्यासाठी सपाट आणि गुळगुळीत पृष्ठभागाची आवश्यकता असते. आरसे तयार करण्यासाठी उच्च प्रतीची काच वापरली जाते. प्रथम काचेचे ताव आवश्यक त्या आकारात कापले जातात. त्यानंतर त्यांची स्वच्छता अत्यंत काळजीपूर्वक केली जाते. काचेवर धूळ, तेल किंवा इतर अशुद्धता राहिल्यास प्रतिबिंबाची गुणवत्ता कमी होते. त्यामुळे विशेष रासायनिक द्रव्यांच्या साहाय्याने काच पूर्णपणे स्वच्छ केली जाते. पारंपरिक पद्धतीमध्ये काचेच्या एका बाजूस चांदीचा अतिशय पातळ थर चढवला जात असे. या प्रक्रियेला सिल्वरिंग असे म्हणत. सिल्वर नायट्रेटसारख्या रसायनांच्या साहाय्याने काचेवर चांदीचा एक पातळ थर (मुलामा) दिला जात असे. चांदी प्रकाशाचे उत्कृष्ट परावर्तन करते, त्यामुळे प्रतिबिंब स्पष्ट दिसते.



प्रयोगशाळेतील सपाट आरसा

आधुनिक आरशांमध्ये मात्र चांदीऐवजी प्रामुख्याने ॲल्युमिनियमचा वापर केला जातो. निर्वात कक्षात म्हणजेच व्हॅक्युम चेंबरमध्ये ॲल्युमिनियमचे बाष्पीभवन करून त्याचा अत्यंत पातळ थर काचेवर जमा केला जातो. ही प्रक्रिया अधिक वेगवान, किफायतशीर आणि टिकाऊ असते. त्यानंतर त्या धातूच्या थराचे संरक्षण करण्यासाठी विशेष रंग

सपाट आरसा



कारखान्यात सपाट आरसा तयार करण्याची प्रक्रिया

किंवा संरक्षक लेपन केले जाते. त्यामुळे आरसा गंजत नाही आणि त्याचे आयुष्य वाढते.

आरशांचे वेगवेगळे प्रकार असतात. सपाट आरसा सर्वाधिक वापरला जातो. म्हणजे ज्याचा परावर्तक पृष्ठभाग पूर्णपणे सपाट आणि गुळगुळीत असतो असा आरसा. प्रकाशाच्या परावर्तनाच्या तत्त्वावर त्याचे कार्य चालते. प्रकाशकिरण सपाट आरशावर पडतात, तेव्हा आपाती (येताना होणारा) कोन आणि परावर्तन (जाताना होणारा) कोन समान असतो. या नियमाप्रमाणे ते परावर्तित होतात. त्यामुळे आरशामध्ये वस्तूचे प्रतिबिंब स्पष्ट दिसते. सपाट आरसा नेहमी काल्पनिक, सरळ आणि असलेल्या वस्तू इतक्याच आकाराचे प्रतिबिंब तयार करतो. प्रतिबिंब आरशाच्या मागे जितक्या अंतरावर दिसते, तितक्याच अंतरावर वस्तू आरशासमोर असते. सपाट आरशाचा वापर घरातील ड्रेसिंग मिरर, स्नानगृहातील आरसे, वाहनांमधील काही आरसे, सजावटीच्या वस्तू आणि विविध वैज्ञानिक उपकरणांमध्ये केला जातो. दुर्बिण, सूक्ष्मदर्शक, शोभादर्शी, परिदर्शी यांसारख्या वैज्ञानिक उपकरणांमध्येही सपाट आरशांचा उपयोग केला जातो.

वक्राकार (गोलीय) आरसे

ज्या आरशांचा परावर्तक पृष्ठभाग सपाट नसून वक्र असतो, त्यांना वक्राकार आरसे किंवा गोलीय आरसे म्हणतात. हे आरसे प्रकाशकिरणांचे परावर्तन करून विविध प्रकारची प्रतिबिंबे तयार करतात. त्यामुळे विज्ञान, वैद्यकशास्त्र, वाहतूक, छायाचित्रण आणि खगोलशास्त्र अशा अनेक क्षेत्रांत त्यांचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो.

वक्राकार आरशांचे मुख्यतः दोन प्रकार आहेत – अंतर्वक्र आरसा आणि बहिर्वक्र.

अंतर्वक्र आरशाचा परावर्तक पृष्ठभाग आतल्या बाजूला वाकलेला (बशीच्या आतील भागासारखा) असतो. मुख्य अक्षाला समांतर येणारे प्रकाशकिरण अंतर्वक्र आरशावरून परावर्तनानंतर एका बिंदूवर एकत्र येतात. या बिंदूला मुख्यनाभी असे म्हणतात. त्यामुळे अंतर्वक्र आरशाला अभिसारी आरसा असेही म्हणतात. वस्तूच्या अंतर्वक्र आरशापासूनच्या स्थानानुसार अंतर्वक्र आरसा मोठे, लहान, सरळ किंवा उलटे प्रतिबिंब तयार करू शकतो.

दाढी करताना किंवा काही चेहरा पाहण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या विशेष आरशांमध्ये अंतर्वक्र आरशाचा उपयोग केला जातो. कारण चेहरा नाभीय अंतराच्या आत असताना त्याचे मोठे आणि सरळ प्रतिबिंब दिसते. दंतवैद्य रुग्णांच्या दातांचे निरीक्षण करण्यासाठी अंतर्वक्र आरसे वापरतात.

अंतर्वक्र व बहिर्वक्र आरशांतील फरक

वाहनांच्या हेडलाइटमध्ये आणि सर्चलाइटमध्येही अंतर्वक्र आरशाचा उपयोग केला जातो. दिव्याचा बल्ब नाभीजवळ ठेवल्यास प्रकाशकिरण समांतर स्वरूपात पुढे जातात आणि अधिक दूरपर्यंत प्रकाश पोहोचतो. त्यामुळे विजेरीसारख्या (टॉर्च) उपकरणांमध्येही अंतर्वक्र आरसे वापरले जातात.

बहिर्वक्र आरशाचा परावर्तक पृष्ठभाग बाहेरच्या बाजूला फुगलेला (बशीच्या बाहेरील भागासारखा) असतो. या आरशावर पडणारे प्रकाशकिरण परावर्तनानंतर विखुरतात. त्यामुळे याला अपसारी आरसा असे म्हणतात. बहिर्वक्र आरसा नेहमी सरळ, लहान आणि काल्पनिक प्रतिबिंब तयार करतो.

बहिर्वक्र आरशाचा सर्वात महत्त्वाचा उपयोग वाहनांच्या मागील दृश्य आरशांमध्ये बघण्यासाठी केला जातो. कारण तो विस्तृत क्षेत्र दाखवतो. चालकाला मागील बाजूचा अधिक भाग दिसतो आणि वाहन चालवणे, मागे घेणे अधिक सुरक्षित होते. दुकाने, बँका, गोदामे आणि सार्वजनिक ठिकाणी देखरेखीसाठीही बहिर्वक्र आरसे वापरले जातात.

वक्राकार आरशांच्या अभ्यासात काही महत्त्वाच्या संकल्पना येतात. आरशाचा मध्यबिंदू ध्रुव, गोलाचा केंद्रबिंदू वक्रता केंद्र, आणि ध्रुव व वक्रता केंद्र यांना जोडणारी रेषा मुख्य अक्ष म्हणून ओळखली जाते. मुख्य अक्षाला समांतर किरण परावर्तनानंतर ज्या बिंदूवर एकत्र येतात किंवा एकत्र येत असल्याचा भास होतो, त्या बिंदूला नाभी म्हणतात. ध्रुव आणि नाभी यांमधील अंतर नाभीय अंतर म्हणून ओळखले जाते. वक्राकार आरशात वक्रता जितकी जास्त तितके त्याचे नाभीय अंतर कमी असते.

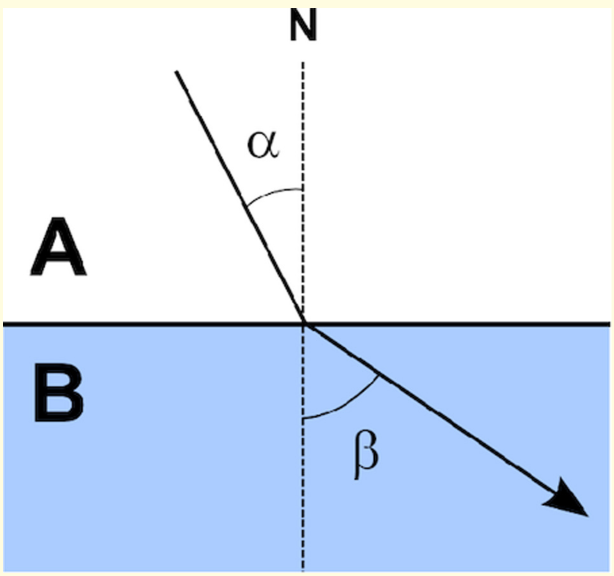
आधुनिक विज्ञानात वक्राकार आरशांना विशेष महत्त्व आहे. मोठ्या खगोलशास्त्रीय दुर्बिणींमध्ये विशाल अंतर्वक्र आरसे वापरून दूरवरच्या तारे, आकाशगंगा आणि ग्रहांचे निरीक्षण केले जाते. लेझर तंत्रज्ञान, वैद्यकीय उपकरणे आणि

वैज्ञानिक संशोधनातही त्यांचा व्यापक उपयोग होतो.

वक्राकार आरसे हे प्रकाशशास्त्रातील एक महत्त्वपूर्ण साधन असून त्यांच्या विशेष रचनेमुळे ते प्रकाशकिरणांचे नियंत्रण प्रभावीपणे करतात. त्यामुळे मानवी जीवन अधिक सुरक्षित, सोयीस्कर आणि वैज्ञानिकदृष्ट्या प्रगत बनण्यास त्यांचे मोठे योगदान आहे. आधुनिक तंत्रज्ञानामुळे अत्यंत अचूक आरसे तयार करणे शक्य झाले आहे. खगोलशास्त्रातील विशाल दुर्बिणींसाठी नॅनोमीटर स्तरावरील अचूकता असलेले आरसे तयार केले जातात. संगणक-नियंत्रित घासणी यंत्रे, लेसर मापन तंत्रज्ञान आणि प्रगत लेपन तंत्रांचा वापर करून उच्च दर्जाचे आरसे बनवले जातात.

भिंग (Lens)

दुर्बिणी, सूक्ष्मदर्शक, कॅमेरे आणि चष्म्यांचे भिंग तयार करण्यासाठी विशेष ऑप्टिकल काच वापरली जाते. या काचेची पारदर्शकता आणि अपवर्तनांक अत्यंत अचूक नियंत्रित केले जातात. भिंग तयार करताना प्रकाशशास्त्राचे विज्ञान महत्त्वाचे असते. प्रकाश किरणांचा मार्ग नियंत्रित करण्यासाठी भिंगाचा वक्रपणा अचूक असावा लागतो. आधुनिक यंत्रांद्वारे मायक्रॉन स्तरावरील अचूक घासणी आणि पॉलिशिंग केले जाते. मानवी डोळ्यांच्या मर्यादा ओलांडून सूक्ष्म वस्तू पाहणे, दूरच्या वस्तूंचे निरीक्षण करणे, छायाचित्रण करणे, वैद्यकीय तपासण्या करणे आणि अंतराळातील ग्रह-ताऱ्यांचा अभ्यास करणे या सर्व गोष्टी भिंगांमुळे शक्य झाल्या आहेत. त्यामुळे भिंग हा विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या इतिहासातील एक महत्त्वपूर्ण शोध मानला जातो.



प्रकाशाचे अपवर्तन

भिंग म्हणजे काय?

पारदर्शक पदार्थापासून तयार केलेला असा प्रकाशीय घटक, जो प्रकाशकिरणांचे अपवर्तन करून त्यांची दिशा बदलतो, त्याला भिंग म्हणतात. भिंग मुख्यतः काच किंवा विशेष प्रकारच्या पारदर्शक प्लास्टिकपासून तयार केले जाते.

भिंगांचे कार्य प्रकाशाच्या अपवर्तनाच्या तत्त्वावर आधारित असते. प्रकाशकिरण एका माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात प्रवेश करतो, तेव्हा त्याचा वेग बदलतो आणि त्यामुळे ते वाकतात. प्रकाशकिरण वाकण्याची दिशा माध्यमांच्या प्रकाशिय घनतेवर अवलंबून असते. या प्रक्रियेलाच अपवर्तन म्हणतात.

भिंगांचे प्रकार

भिंगांचे मुख्यतः दोन प्रकार आहेत.

१. बहिर्गोल भिंग (Convex Lens)

या भिंगाचा मध्यभाग जाड आणि कडा पातळ असतात. हे भिंग समांतर प्रकाशकिरणांना एका बिंदूकडे एकत्र आणते. त्यामुळे याला अभिसारी भिंग असे म्हणतात.

याचा उपयोग भिंग-काच (Magnifying Glass), कॅमेरे, दुर्बिणी, सूक्ष्मदर्शके, प्रोजेक्टर यामध्ये केला जातो.

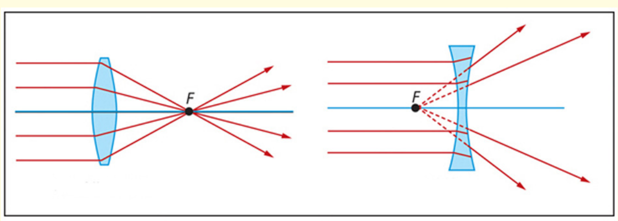
२. अंतर्गोल भिंग (Concave Lens)

या भिंगाचा मध्यभाग पातळ आणि कडा जाड असतात. हे भिंग प्रकाशकिरणांना विखुरते. त्यामुळे याला अपसारी भिंग असे म्हणतात.

याचा उपयोग जवळचा दृष्टिदोष (Myopia) सुधारण्यासाठीच्या चष्म्यांमध्ये, काही वैज्ञानिक उपकरणांमध्ये केला जातो.

पूर्वी भिंगे केवळ काचेपासून तयार केली जात असत. आजही उच्च दर्जाच्या उपकरणांमध्ये विशेष प्रकाशीय काचेचा वापर केला जातो.

भिंगांसाठी वापरली जाणाऱ्या काचेची वैशिष्ट्ये म्हणजे उत्कृष्ट पारदर्शकता, कमी प्रकाशीय विकृती, टिकाऊपणा, उष्णतेस प्रतिकार.



अंतरगोल व बहिर्गोल भिंग

भिंग तयार करण्याची प्रक्रिया

उच्च दर्जाची सिलिका, बोरॉन, ॲल्युमिनियम ऑक्साइड आणि इतर रसायनांचे योग्य मिश्रण तयार केले जाते. प्रकाशातील विकृती कमी ठेवण्यासाठी पदार्थांची शुद्धता अत्यंत महत्त्वाची असते. विशेष भट्ट्यांमध्ये १५०० अंश सेल्सियस किंवा त्याहून अधिक तापमानावर मिश्रण वितळवले जाते. वितळलेल्या पदार्थामध्ये हवेचे बुडबुडे राहू नयेत याची विशेष काळजी घेतली जाते. वितळलेल्या काचेचे आवश्यक आकाराच्या साच्यांमध्ये ओतकाम केले जाते. त्यानंतर नियंत्रित थंडकरण केले जाते. साच्यातून मिळालेली काच पूर्णपणे अचूक आकाराची नसते. त्यामुळे संगणक-नियंत्रित यंत्रांच्या साहाय्याने तिची घासणी केली जाते. त्यानंतर वक्रतेची त्रिज्या, जाडी, व्यास या घटकांची गरजेनुसार अत्यंत अचूकपणे निश्चिती केली जाते.

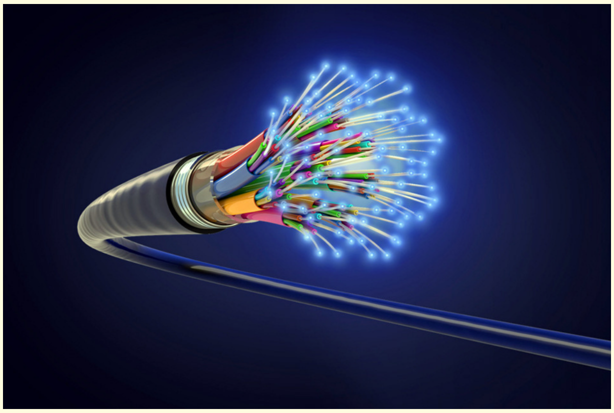
घासणीनंतर भिंगाच्या पृष्ठभागावर सूक्ष्म खरखरीतपणा राहतो. विशेष पॉलिशिंग पावडर आणि यंत्रांच्या साहाय्याने तो दूर केला जातो. या प्रक्रियेमुळे भिंगाचा पृष्ठभाग अतिशय गुळगुळीत आणि चमकदार बनतो. भिंगामध्ये ओरखडे, बुडबुडे, विकृती, प्रकाशीय त्रुटी हे दोष नाहीत याची खात्री केली जाते.

आधुनिक तंत्रज्ञानातील भिंगनिर्मितीमध्ये लेसर आणि संगणकीय मापन प्रणालींचा वापर करून अत्यंत अचूक परीक्षण केले जाते. संगणक-नियंत्रित मशीन भिंगांना मायक्रॉन स्तरावरील अचूकता प्रदान करतात. लेसर तंत्रज्ञानामुळे भिंगाच्या प्रत्येक भागाचे मोजमाप अत्यंत अचूकपणे करता येते. भिंग तयार करण्यापूर्वी त्याचे संगणकीय अनुकरण (Simulation) केले जाते. त्यामुळे दोष कमी होतात आणि गुणवत्ता वाढते. आवश्यकतेनुसार भिंगांवर विविध प्रकारचे संरक्षणात्मक थर दिले जातात. अँटि-रिफ्लेक्टिव्ह कोटिंगमुळे परावर्तन कमी होते आणि अधिक प्रकाश भिंगातून पार होतो. स्क्रॅच-रेझिस्टंट कोटिंगमुळे भिंगावर ओरखडे पडण्यापासून संरक्षण मिळते. अतिनील संरक्षण लेप सूर्याच्या अतिनील किरणांपासून डोळ्यांचे संरक्षण होते. हायड्रोफोबिक कोटिंग दिल्यानंतर पाणी आणि धूळ कमी चिकटते. दृष्टिदोष सुधारण्यासाठी भिंगांचा सर्वाधिक वापर केला जातो. मोबाइल आणि डिजिटल कॅमेऱ्यांमध्ये अनेक भिंगांचा समूह वापरला जातो. सूक्ष्मदर्शकातून अतिसूक्ष्म जीव, पेशी आणि उती पाहण्यासाठी वापरले जातात. दुर्बिणी वापरून दूरस्थ ग्रह, तारे आणि आकाशगंगांचे निरीक्षण करता येते. एंडोस्कोप, शस्त्रक्रिया उपकरणे आणि निदानप्रणाली यांसारख्या वैद्यकीय उपकरणांमध्ये भिंगांचा वापर होतो. औद्योगिक आणि वैद्यकीय लेझर उपकरणांमध्ये भिंगे महत्त्वाची भूमिका बजावतात.

फायबर ऑप्टिक्स

फायबर ऑप्टिक केबल अतिशय बारीक काच किंवा प्लास्टिकच्या तंतूपासून बनलेली असते. या तंतूमधून विद्युत संकेतांऐवजी प्रकाशाच्या स्वरूपात माहिती पाठवली जाते. फायबर ऑप्टिकचे कार्य संपूर्ण अंतर्गत परावर्तन (Total Internal Reflection) या वैज्ञानिक तत्त्वावर आधारित असते. प्रकाशकिरण विशिष्ट कोनात तंतूच्या आतील भिंतीवर आदळतात, तेव्हा ते बाहेर न जाता सतत पुन्हा-पुन्हा परावर्तित होत पुढे प्रवास करतात. त्यामुळे प्रकाशाची ऊर्जा कमी न होता माहिती लांब अंतरापर्यंत पोहोचवता येते.

फायबर ऑप्टिक प्रणालीमध्ये प्रेषक, प्रकाशस्रोत, ऑप्टिकल फायबर आणि ग्रहणकर्ता हे मुख्य घटक असतात. लेझर किंवा एलईडीद्वारे निर्माण झालेला प्रकाश फायबरमधून प्रवास करतो आणि दुसऱ्या टोकाला तो पुन्हा विद्युत संकेतांमध्ये रूपांतरित केला जातो.



फायबर ऑप्टिक्स केबल

फायबर ऑप्टिक तंत्रज्ञानाचे अनेक फायदे आहेत. यामध्ये माहिती पाठवण्याचा वेग अत्यंत जास्त असतो, सिग्नलचा क्षय कमी होतो, विद्युत चुंबकीय व्यत्ययांचा परिणाम होत नाही आणि मोठ्या प्रमाणात माहिती एकाच वेळी पाठवता येते.

मोबाइलच्या स्क्रीनची काच

आजच्या डिजिटल युगात मोबाइल फोन हा आपल्या जीवनाचा अविभाज्य भाग बनला आहे. मोबाइलचा सर्वात

महत्त्वाचा आणि नाजूक भाग म्हणजे त्याची स्क्रीन. मात्र आधुनिक मोबाइलच्या स्क्रीनवरील काच अत्यंत मजबूत, टिकाऊ आणि ओरखड्यांना प्रतिरोधक असते. या मजबूत काचेच्या निर्मितीमागे अत्याधुनिक विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा मोठा वाटा आहे.

मोबाइल स्क्रीनसाठी वापरली जाणारी काच ही सामान्य खिडकीच्या काचेपेक्षा खूप वेगळी असते. ती विशेष प्रकारच्या ॲल्युमिनोसिलिकेट काचेपासून तयार केली जाते. या काचेमध्ये सिलिका, ॲल्युमिनियम ऑक्साइड आणि इतर घटकांचे विशिष्ट प्रमाण असते. त्यामुळे काचेला अधिक मजबुती आणि टिकाऊपणा प्राप्त होतो. या काचेची ताकद वाढवण्यासाठी रासायनिक दृढीकरण (Chemical Strengthening) ही प्रक्रिया वापरली जाते. तयार काच गरम पोटॅशियम क्षाराच्या द्रावणात बुडवली जाते. या प्रक्रियेदरम्यान काचेतील लहान आकाराचे सोडियम आयन बाहेर पडतात आणि त्यांच्या जागी मोठ्या आकाराचे पोटॅशियम आयन प्रवेश करतात. मोठ्या आयनांमुळे काचेच्या पृष्ठभागावर संपीडन ताण निर्माण होतो. त्यामुळे काच तडे जाणे आणि तुटणे यास अधिक प्रतिकार करू शकते.

मोबाइलच्या स्क्रीनवर विशेष ओलिओफोबिक कोटिंगदेखील दिले जाते. या पारदर्शक थरामुळे बोटांचे ठसे, तेलकटपणा आणि धूळ कमी प्रमाणात चिकटते. त्यामुळे स्क्रीन स्वच्छ राहतो आणि वापरणे अधिक सोयीचे होते. स्क्रीनची मजबुती तपासण्यासाठी विविध चाचण्या केल्या जातात. उंचावरून पडण्याची चाचणी, दाब सहन करण्याची चाचणी, ओरखडे पडण्याची चाचणी आणि तापमानातील बदलांची चाचणी यांद्वारे काचेची गुणवत्ता निश्चित केली जाते. या चाचण्यांमुळे ग्राहकांना अधिक सुरक्षित आणि विश्वासार्ह उत्पादने मिळतात. अनेक स्मार्टफोनमध्ये गोरिला ग्लाससारख्या प्रगत काचा वापरल्या जातात. गोरिला ग्लास हलकी, पातळ आणि अत्यंत मजबूत असते. मोबाइल स्क्रीनमध्ये केवळ काचच नसते, तर तिच्या खाली टच सेन्सर, डिस्प्ले पॅनेल आणि संरक्षणात्मक थर असतात. या सर्व घटकांचे अचूक संयोजन केल्यामुळे स्क्रीन स्पष्ट, संवेदनशील आणि टिकाऊ बनते. भविष्यात अधिक मजबूत, लवचीक आणि स्वतःचे सूक्ष्म तडे भरून काढणाऱ्या काचा विकसित करण्याचे संशोधन सुरू आहे.

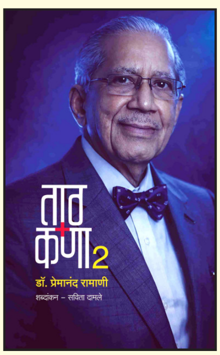
(माहितीजालावरील छायाचित्र साभार)

– डॉ. जयंत वसंत जोशी
jvjoshi2002@yahoo.com

ग्रंथाली

ताजी प्रकाशने

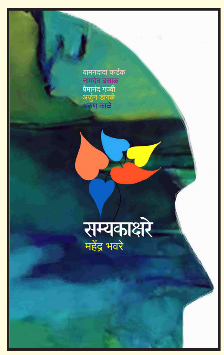
‘ताठ कणा’ आत्मकथनाचा पुढील भाग



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

यश म्हणजे काय? भाग ३ प्रसिद्ध झाला

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



सम्यकाक्षरे
महेंद्र भवरे
मूल्य : ३५० रुपये
सवलतीत : २१० रुपये

समुद्रमंथन

समुद्रातले सूर्यफूल (Sea Anemone)

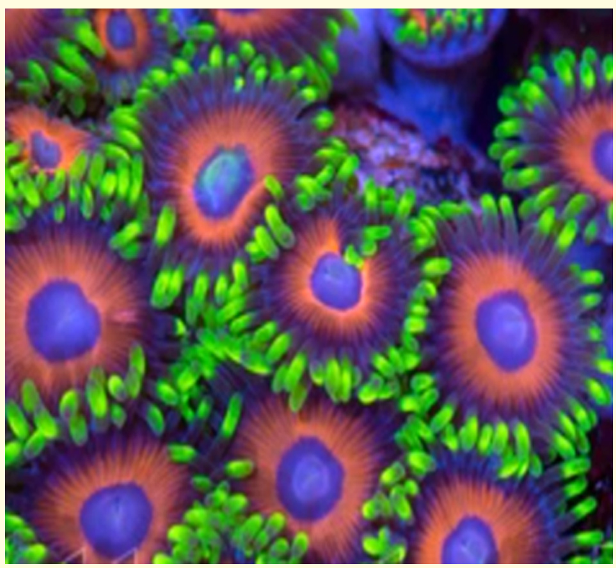
डॉ. शर्वरी कुडतरकर

समुद्रमंथनाच्या या भागात आपण विविधरंगी आणि आपले सामाजिक जीवन आनंदाने जगणाऱ्या समुद्रफुलाविषयी माहिती घेणार आहोत. खडकाळ समुद्रकिनाऱ्यावर सहज फिरताना बऱ्याचदा ही समुद्रफुले ओहोटीदरम्यान तयार झालेल्या tidal poolमध्ये दिसतात. Intertidal Zone म्हणजेच भरती-ओहोटीच्या अंतर्गत येणारे किनाऱ्यानजीकचे क्षेत्र. ओहोटीच्या वेळेस समुद्राचे पाणी कमी होत जाते आणि समुद्रतळ काही काळाकरता हवेच्या सान्निध्यात येतो या मोकळ्या जमिनीवर Shore Walk (समुद्र किनारी भटकंती) करताना असंख्य समुद्रप्राणी तसेच वनस्पती पाहायला मिळतात. समुद्र हा जैवविविधतेचा सर्वात मोठा खजिना समजला जातो. पृथ्वीवरील सुमारे ७१ टक्के भागाच्या सागरी साम्राज्यामध्ये लाखो प्रजातींचे जीव वास्तव्यास असतात. यातील प्रत्येक जीव त्याच्या विशिष्ट रचनेमुळे, सौंदर्यामुळे किंवा अद्‌भुत जीवनपद्धतीमुळे लक्षवेधी ठरतात. अशाच जीवांपैकी एक जीव म्हणजेच Sea Anemone किंवा समुद्रफूल.

Sea anemone हे नाव जमिनीवरील एका फुलावरून पडले आहे. Anemone हा शब्द Anemos या मूळ ग्रीक शब्दापासून आला आहे ज्याचा अर्थ वारा असा होतो. ही Anemone फुले वाऱ्यावर डोलताना फारच सुंदर आणि आकर्षक दिसतात. म्हणूनच कदाचित या फुलांना वाऱ्याची फुले (windflowers) असेही म्हणतात.

भरती-ओहोटीच्या क्षेत्रात सापडणारे हे Sea anemones समुद्राच्या प्रवाहात अगदी या फुलांप्रमाणेच भासतात. जमिनीवरील या विंड फ्लॉवर्सच्या बाह्य स्वरूपाशी Sea anemonesचे फारच साधर्म्य असते. मात्र Sea anemone हे वनस्पती नसून एक प्रकारचे प्राणी आहेत. दिसते तसे नसते आणि म्हणूनच जग फसते ही म्हण इथे अगदी पूर्णपणे लागू पडते!

या प्राण्याच्या अंगावर असलेल्या रंगीबेरंगी स्पर्शिका फुलाच्या पाकळ्यांप्रमाणे दिसतात. समुद्रात प्रवाहाबरोबर डोलणाऱ्या या फुलांना पाहिले तर तुम्हाला या निसर्गाचे कुतूहल वाटल्याशिवाय राहणार नाही. अगदी बगीचाच



Sea Anemone

WindFlowers

फुलवल्याप्रमाणेच सगळे चित्र दिसते. मात्र लाजाळूची पाने संवेदनेने मिटून घेतली जातात तसेच काहीसे हे प्राणी आपल्या पाकळ्यांसारखे दिसणारे tentacles (स्पर्शिका) धोक्याच्या क्षणी लगेचच एकत्र ओढून घेऊन दगडांच्या खाचेमध्ये दिसेनासे होतात. डोळे नाही, कान नाही, हातपाय नाहीत तरीही पाण्यात होणाऱ्या धोकादायक हालचाली यांना लगेचच समजतात. यांच्या स्पर्शिका आकर्षक रंगाच्या असल्या तरी सामान्य नाहीत! यांच्यामध्ये विषारी सुया दडलेल्या असतात त्यामुळे हे अत्यंत प्रभावी शिकारी मानले जातात.

समुद्रफूल हा Cnidaria संघातील एक महत्त्वाचा जीव असून Coral polyps, Jelly fish तसेच Hydra या प्राण्यांशी याचा फार जवळचा संबंध आहे. कोरलप्रमाणे एकत्र आणि एकाच जागी न राहता समुद्रफूल बऱ्याचदा आपली जागा बदलताना दिसून येतात. फुलांच्या पाकळ्या आणि खालचा

Tentacles of Sea anemone

देठासारखा भाग एवढेच काय ते यांचे शरीर असते. मात्र देठाच्या शेवटी Pedal Disc म्हणजेच दगडांना चिकटून राहण्याकरता एक चकती असते जी suction क्रियेद्वारे खडकाला घट्ट धरून ठेवते. या छोट्याशा देठाच्या एकाच पायाने याची कामे होतात. स्नायू मजबूत असल्याने एका पायाने या प्राण्याला चालताही येते व पोहताही!

खडकावर चिकटल्यावर संपूर्ण शरीराचा डोलारा समुद्राच्या प्रवाहात सांभाळता येतो.

Anthozoa या वर्गातील या प्राण्याला –Actiniaria असेही नाव आहे. संपूर्ण महासागरात याच्या १२०० पेक्षा जास्त प्रजाती आढळतात. यांचे अस्तित्व उथळ किनारी भागापासून खोल समुद्रातदेखील आढळते. या समुद्रफुलाची रचना अगदी साधी असते. Pedal Disc म्हणजेच आधार चकती जी पायाच्या तळाशी असते. या चकतीमुळे समुद्रतळावरील खडक, शिंपले, प्रवाळ तसेच इतर पृष्ठभागांना चिकटून राहण्यास समुद्रफुलाला मदत करते. चकतीपासून वरचा देठाचा भाग दंडाकृती असून त्याला Column असे म्हणतात. याला Oral Disc किंवा मुखचक्र असते. संपूर्ण शरीरात एकच मुख असते जे अन्नग्रहण व विसर्जनाचेही काम करते. याच ओरल डिस्कभवती अनेक स्पर्शिका असतात. स्पर्शिकांची संख्या प्रजातीनुसार बदलत जाते. या स्पर्शिकांमध्ये Cnidocytes नावाच्या विषारी पेशी असतात. एखादा मासा या स्पर्शिकांना स्पर्श करतो तेव्हा लगेचच या पेशी सक्रिय होतात व त्यांच्यात असलेल्या Nematocysts या विषारी सुया त्याला टोचल्या जातात. भक्ष्याच्या शरीरात विष सोडले जाते आणि काही क्षणांतच भक्ष्य अर्धमेले किंवा अचल (paralyse) होते. शुद्ध हरवलेला मासा मुखचक्राद्वारे शरीरात घेतला जातो व पुढच्या पचनाच्या सर्व क्रिया शरीराच्या आतल्या पोकळीत (Gastrovascular cavity) होतात.

बऱ्याचदा असे मानले जाते की Larval stage मध्ये मुक्त संचार (free swimming) करणारे हे प्राणी सुयोग्य जागा पाहून तिथे आपले कायमचे घर बनवतात लपण्यास योग्य जागा सापडली नाही किंवा वातावरणात प्रतिकूल बदल झाल्यास त्यांना स्थलांतरही करता येते. तशी जगातील सर्वच महासागरांमध्ये आढळणारी ही समुद्रफुले उथळ समुद्रात, प्रवाळ भित्तिकांमध्ये, खडकाळ किनाऱ्यावर तसेच भरती–ओहोटीच्या क्षेत्रात हमखास आढळतात. खोल समुद्रात ३००० मीटरपेक्षा जास्त खोलीवरही यांचे अस्तित्व आढळले आहे, या ठिकाणी सूर्यप्रकाश नसतोच तसेच तापमानही अत्यंत कमी असते.

Zooplankton, लहान मासे, कोळंबी, लहान खेकडे,

शिंपले, लहान ऑक्टोपस यांसारखे भक्ष्य समुद्रफुले निवडतात. बऱ्याचदा एकाच जागी राहिल्यामुळे left over किंवा इतर भक्षकांनी खाताना उरलेले किंवा टाकलेले भक्ष्याचे तुकडेही यांच्या आहारात समाविष्ट होतात. भक्ष्य पकडण्याच्या गडबडीत एखादी स्पर्शिका तुटली तर Starfishच्या पायाप्रमाणे तिचे पुनरुज्जीवन होते म्हणजेच तुटल्या जागी नवीन स्पर्शिका तयार होते. अतिशय लवचीक असलेल्या या प्राण्यांमध्ये मेंदू मात्र नसतो. एका लहानशा Nervous systemने यांचे काम साधून जाते. अशा या विषारी समुद्रफुलाचे फारसे शत्रू नसले तरी Nudibranch किंवा शंख नसलेल्या समुद्रातल्या गोगलगायींना ते घाबरतात.

तुम्ही Finding Nemo नावाचा चित्रपट पाहिला असेल तर त्यातला Nemo हा एक Clown fish असतो आणि तो नेहमीच Sea anemonesच्या सोबतीने राहत असतो हे तुम्ही पाहिले असेलच. खरेतर Sea anemone आणि Clown fish यांची दोस्ती प्राणिजगतात फार प्रसिद्ध आहे. मग समुद्रफुलाचे विषारी डंख या सुंदर माशाला टोचत नसतील का? तर खरोखरच ते डंख या माशाच्या शरीरात पोहोचत नाहीत कारण विशिष्ट Mucusचे एक दाट आवरण या माशाच्या शरीरावर असते. त्यामुळे विषाचा परिणाम या माशावर होत नाही. Clown fishप्रमाणे एक कोळंबीही (Shrimp) Sea anemoneच्या स्पर्शिकांमध्ये वास्तव्यास असते. या त्यांच्या मैत्रीला Mutualism असे म्हणतात. म्हणजे इथे ते आपले जीवन सुखकर करण्यासाठी एकमेकांसोबत राहतात. अन्यथा एकमेकांशिवायही ते सहज राहू शकतात. परंतु सहजीवनाचे उत्तम उदाहरण इथे पाहायला मिळते. Clown fish सारखीच यांची मैत्री Hermit Crab सोबत दिसून येते. Facultative Mutualism या नावाने ही मैत्री किंवा partnership ओळखली जाते.

Hermit crab हा नेहमीच्या खेकड्यापेक्षा आकाराने थोडा वेगळा असून त्याचे शरीर मऊ असते. परिणामी इतर खेकड्यांप्रमाणे त्याला सहज वावरणे कठीण असते. आपल्या शंखावर हे खेकडे Sea anemoneला अलगद बसवतात. विषारी असल्याने Sea anemoneच्या जवळ जाण्यास बरेच समुद्री प्राणी घाबरतात. शंखाचा चुरा करणारे मोठे खेकडे, ऑक्टोपस तसेच इतर cephalopods हे Hermit Crab चे शत्रू आहेत. Sea anemone मुळे Hermit Crab ला या शत्रूंपासून संरक्षण मिळते आणि बदल्यात स्वतःच्या शरीराची हालचाल न करता Sea anemone ला ठिकठिकाणी फिरायची आयती संधी मिळते तसेच ऑक्सिजनयुक्त पाणी आणि मुबलक अन्न मिळते तेही खेकड्याच्या शंखाच्या पाठीवर बसून!

आता खेकड्याचा शंख कसा काय? असा प्रश्न तुम्हाला पडला असेल. तीच तर गंमत आहे. हा Hermit Crab आयत्या बिळात नागोबा होऊन अगदी लहानपणापासूनच रिकामा झालेला एखादा शंख शोधतो आणि त्यात राहतो. जेणेकरून शिकारी प्राण्यांपासून त्याला संरक्षण मिळते. त्यातही दुहेरी संरक्षण म्हणून Sea anemone बरोबर मैत्री करतो. जसजसा हा खेकडा मोठा होत जातो तसे एखादे रिकामी शंखाचे नवीन घर शोधतो. शंखाधारी गोगलगायी त्यांच्या प्रजातीअनुसार निरनिराळ्या आकारांचे व रंगाचे शंख तयार करतात. शंखातल्या गोगलगायी गेल्यानंतर रिकामी झालेले हे शंख लाटेमुळे किंवा प्रवाहामुळे किनाऱ्यावर नाहीतर समुद्रतळाशी जाऊन पडतात. Hermit crab प्रत्येक वेळी घर बदलताना आपल्या मित्राला म्हणजेच Sea anemone ला त्याने निवडलेल्या नवीन घरावर नेऊन बसवतो.

किनाऱ्यावरील रिकम्या शंखात हे खेकडे आपले घर बनवतात. Canada - Edmonton मधल्या Alberta University च्या D. M. Ross या संशोधकाने, HCA– म्हणजेच Hermit Crab - Sea Anemone च्या सहजीवनावर अगदी सखोल संशोधन केले आहे. सर्वात सामान्य वाटणारी ही मैत्री फार क्लिष्ट स्वरूपाची असून ही मैत्री पुढे कशी घट्ट होत जाते याचा संपूर्ण अभ्यास त्यांनी केला आहे.

Hermit crabs ना इतर खेकड्यांप्रमाणे कठीण बाह्यकांकाल (Exosceleton) नसते. तसेच, त्यांच्या पोटाकडील भाग मऊ असतो. जन्मतः यांचे शरीर मृदू असते परंतु जसे ते मोठे होत जातात तसे एक पाय (Claw) मोठा होत जातो आणि शरीर एसिमेट्रिकल होते म्हणजेच प्रमाणबद्धता गमावते. आपले मऊ शरीर शंखाच्या आत लपवून आपल्या मोठ्या पायाने शंखाचे दार बंद करून घेतले जाते. हे Hermit Crab बहुतेक वेळेस निशाचर असतात. कधी कधी दिवसादेखील किनाऱ्यावरील खडकांत, वाळूत वेगाने फिरताना दिसून येतात. यांचे श्वसन कल्ल्यांमार्फत होत असल्याने कमीत कमी ८०% आर्द्रता यांना आवश्यक असते. हे कल्ले आर्द्र ठेवण्यासाठी आपल्या निवडलेल्या शंखाच्या आतमध्ये ते थोडेसे पाणी नेहमीच साठवून ठेवतात. त्यामुळे आणीबाणीच्या काळात (मोठ्या ओहोटीच्या दरम्यान) यांचे जगणे सुसह्य होते. या खेकड्याचे आयुष्य साधारण वीस वर्षांचे असून Sea anemone मात्र शंभर किंवा त्याहून अधिक जगू शकतात.

प्रवाळ प्राण्यांप्रमाणे Sea anemone सुद्धा

Clown fish and Sea anemone

Hermit Crab and Sea anemone

प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या Zooxanthellae या एकपेशीय algaes ना आपल्या शरीरात राहायला जागा देतात. प्रकाशसंश्लेषणातून तयार झालेले अन्न (कार्बोहाइड्रेट आणि ऑक्सिजन) या algaes Sea anemoneना देतात. बदल्यात algaesना निवारा मिळतो आणि फॉस्फरस व नायट्रोजनसारखे algaeच्या वाढीसाठी लागणारे मूलभूत घटक Sea anemone त्यांना देतात.

आपण नेहमीच म्हणतो की निसर्ग आपला गुरू आहे, त्याच्याकडून जे जे शिकता येईल ते ते शिकून घ्यावे, पण खरेच आपण शिकत आहोत का? या लहानशा Sea Anemone कडून तुम्हाला काही शिकायला मिळालेय का? मला नक्की कळवा!

– **शर्वरी कुडतरकर**
samikshank@gmail.com

ग्रंथाली

सुनीत

सुनीती जैन

मूल्य २५० रु.
सवलतीत १५० रु.

गोष्ट एका नशीबवान मुलीची

आरती आमटे–नारकर

मूल्य १५० रु.
सवलतीत ९० रु.

नेमेचि येतो मग पावसाळा...

आनंद घैसास

...असे सगळेच नेहमी म्हणत असतात. पण तो नक्की कधी सुरू होणार आणि एकूण किती पाऊस होणार याचा मात्र नेम नसतो. 'तुझ्यापेक्षा जास्त पावसाळे पाहिलेत' हेही नेहमीचे ठरावीक संवाद... पण असे संवाद येतात, ते नक्कीच त्यांना काही जुने संदर्भ असावेत म्हणूनच. पावसाळा हा अनेक बऱ्यावाईट अनुभवांनी भरलेला असतो, हेच यातून कळते. 'तुझ्यापेक्षा जास्त उन्हाळे पाहिलेत' अशी काही म्हण ऐकिवात नाही. अगदी उन्हाच्या झळा सोसून, दुष्काळाचे ओझे खांद्यावर पेलत आपण मात्र 'नेमेचि' बेजार करणाऱ्या पावसाळ्याची वाट पाहत असतो. खरेतर उन्हाळा, दुष्काळ ही खरी बेजार करणारी मोठी कारणे आहेत. परंतु पावसावरच भारतखंडातील सारे अर्थकारण, निदान त्या त्या वर्षापुरते तरी अवलंबून असते. खरेतर 'वर्ष' हा मूळ संस्कृत शब्दही पावसाच्या वर्षण्याशी निगडितच...

कधी तर मार्च आणि एप्रिलच्या मध्यातच बातम्या यायला लागतात, की 'यंदा पाऊस सरासरीपेक्षा जास्त', 'यंदा पाऊस सरासरीच्या फक्त सत्त्याण्णव टक्के', 'यंदा पाऊस वेळेत येणार', 'बंगालच्या उपसागरात झालेल्या चक्रीवादळामुळे मान्सून आठवडाभर उशिरा' वगैरे. त्यानंतर खोल गेलेल्या विहिरींचे, पाण्यासाठी वणवण करणाऱ्या महिलांचे, करपलेल्या शेतांचे वर्तमानपत्रातील फोटो पाहत, आपण वाट पाहायची ती पहिल्या पावसाच्या शिडकाव्याची.

जून ते सप्टेंबर या काळात आपल्याकडे पाऊस येतो हे प्राचीनकाळापासून माहीत आहे. पूर्वी हे महिन्यांवरून नव्हे तर नक्षत्रांवरून ठरवले जायचे. मृग नक्षत्र लागले की पाऊस झालाच पाहिजे हे विशेषत: महाराष्ट्रातले गृहीतक. (पृथ्वी सूर्याभोवती एका वर्षात एक फेरी मारते. परंतु त्यामुळे सूर्यच आकाशात दूरच्या ताऱ्यांच्या संदर्भात एक फेरी मारतो असे आपल्याला वाटते. तो रोज सुमारे एका अंशाने आकाशात पूर्वेकडे सरकताना भासतो.) अशा वेळी सूर्य मृग नक्षत्रात शिरतो तो दिवस सुमारे सात जूनलाच येतो. (एक दिवस पुढेमागे... यंदा सूर्य बरोबर आठ जूनलाच मृगात शिरलेला आहे.) हाच दिवस मान्सूनचे ढग तळकोकणात शिरण्याचे असतात. त्यानंतर मान्सूनचे हे ढग पुढे पुढे सरकत एका आठवड्याभरात अख्खा महाराष्ट्र पादाक्रांत करत जून महिनाअखेरीस अर्धा भारत व्यापतात. मग जुलैमध्ये साऱ्या भारतभर पसरतात. पावसाळा सुरू होतो. याच पावसावर शेतकरी अवलंबून असतो. नांगरणी, पेरणी, लावणी कधी करायची ते ठरवत असतो. मृग ते हस्त, चित्रा, स्वातीपर्यंतचा कालावधी म्हणजे पावसाळ्याचा मुख्य कालावधी धरला जातो. अगदी 'पडतील स्वाती तर पिकतील मोती' अशी सुगीची म्हणही त्यावरूनच आली असणार. मान्सूनला 'भारताचा खरा अर्थमंत्री' म्हणतात ते काही गैर नाही.

हेच कशाला, 'मेघदूत' हे कालिदासांचे काव्यही या मेघांच्या भारतातील एकूण आगमनाशी आणि मेघांनी हा भूप्रदेश कसा कसा पादाक्रांत केला त्याबद्दलच तर आहे. यावरच आधारलेला एक वैज्ञानिक संशोधनात्मक 'मेघदूत प्रकल्प' आमच्या काही पुण्यातील मित्रांनी त्यांच्या सहकाऱ्यांसोबत काही वर्षे राबवला होता. (आपल्याला फेसबुकवर हा 'मेघदूत प्रकल्प' पाहता येईल).

हे सगळे असले, तरी पावसाचे कोणतेही अंदाज बरोबर का येत नाहीत, हा प्रश्नही 'नेमेचि' मनात येतो. भारतात येणाऱ्या, होणाऱ्या पावसाची नोंद, त्याचे निरीक्षण खरे तर गेली अनेक वर्षे केले गेले आहे, (खरे तर हजारो वर्षांचा याला इतिहास आहे) तरी आजही या पावसाळ्याचे खरोखर पूर्णपणे आकलन झाले आहे असे म्हणता येत नाही.

'मान्सून' हा शब्द खरे तर अरबी 'मौसम' या मूळ शब्दावरून आलेला आहे. वर्षातून दोनदा वारे वाहण्याच्या दिशा बदलण्यावरून तो आलेला आहे. या दिशा आहेत नैऋत्य मोसमी वारे आणि ईशान्य मोसमी वाऱ्यांच्या. हे वारे का आणि कसे तयार होतात, ते सर्वांनाच प्राचीन काळापासून माहीत आहे. पृथ्वीचा अक्ष साडेतेवीस अंशाने कललेला आहे. त्यामुळे पृथ्वीचा उत्तरगोलार्ध (मार्च ते सप्टेंबर) तर दक्षिणगोलार्ध (सप्टेंबर ते मार्च) या कालावधीत सूर्याकडे

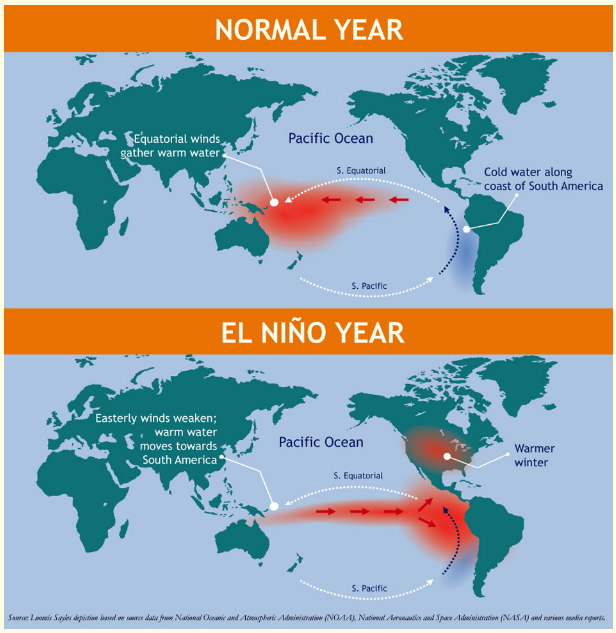
झुकलेल्या अवस्थेत जात असतात. त्यामुळे सूर्य उत्तरेकडे आणि दक्षिणेकडे जाताना दिसतो. यालाच ‘उत्तरायण’ आणि ‘दक्षिणायन’ असे म्हणतात. त्यामुळेच उन्हाळा-हिवाळा असे ऋतू होत असतात. उन्हाळ्यात समुद्राच्या पाण्याचे सरासरी तापमान वाढते, बाष्पीभवन अधिक प्रमाणात होते आणि त्याचे मोठ्या प्रमाणात ढग बनतात. हे ढग वाऱ्यांच्या हालचालीने पृथ्वीवर ठरावीक दिशांनी वाहत जातात. त्यांच्यामुळेच वेगवेगळ्या ठिकाणी पाऊस पडत जातो/होतो.

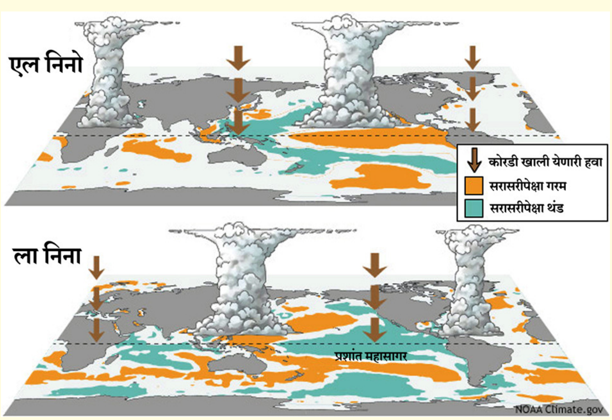
विषुववृत्ताशी लगत तीस अंशांपर्यंत वर उत्तरेस आणि खाली दक्षिणेस असलेल्या या वाऱ्यांवरच पूर्वी दर्यावर्दी व्यापाऱ्यांची शिडाची गलबते चालत. त्यामुळे या वाऱ्यांना ‘ट्रेड विंड’ ‘व्यापारी वारे’ असे नाव पडले. या वाऱ्यांमुळे निर्माण होणाऱ्या मान्सूनवर आणि त्यामुळे येणाऱ्या भारतातील पावसावर मात्र परिणाम करणाऱ्या अनेक गोष्टी एकाच वेळी घडत असतात, त्यामुळे पावसाच्या अंदाजात ही अनिश्चितता येत असते.

सर्वात पहिली गोष्ट म्हणजे भारताची भौगोलिक परिस्थिती. भारतात जे वैविध्य आहे ते इतर कुठेच नाही. पश्चिमेची उताराची कोकणपट्टी आणि त्यालगत सह्याद्रीच्या पर्वतरांगा. पूर्व घाटही अशाच पर्वतरांगांनी बनलेला. या दोहोंमध्ये दख्खनचे पठार. त्यावर सातपुडा, विंध्य आणि अरवली पर्वतांच्या आडव्या रांगा. त्यापलीकडे उत्तरपूर्वेस गंगा-यमुनेचे विस्तीर्ण खोरे, त्यावर उत्तरेस उंचच उंच हिमालय. तर उत्तरपश्चिमेस चक्क राजस्थान-कच्छचे वाळवंट. एकीकडे अरबी समुद्र तर दुसरीकडे बंगालचा उपसागर. सागर आत शिरून तयार झालेली विविध ‘बॅक-वॉटर’ सरोवरे. खाड्या, नद्यांची खोरी, खाजणे कितीतरी विविध प्रकार. जगातला सर्वाधिक पाऊस होणारा प्रदेश जसा भारतातला, तसाच सहारा वाळवंटाशी पैजा घेणारा पर्णहीन वाळवंटही इथलाच. कायम बर्फाच्छादित राहणारा प्रदेश इथे आहे, तर कायम पूरग्रस्त होणारा, बांबूंवर मचाणासारखी घरे बांधावी लागणारा प्रदेशही. जशी जंगले आहेत, तसेच वैराण प्रदेशही आहेत. या सर्वांचाच परिणाम मान्सूनचा पाऊस कोठे आणि किती पडणार यावर होतो. त्या पावसाला वाहून नेणारे ढग कसे आणि कोणत्या दिशेने वाहणार, कधी वाहणार, तेही ठिकठिकाणच्या त्या त्या वेळच्या तापमानावर आणि हवेच्या दाबावर अवलंबून असते. हा झाला मान्सूनवर होणारा स्थानिक, भौगोलिक परिणाम.

मान्सूनचे आकलन आता फक्त स्थानिक पातळीवर नाही तर जागतिक पातळीवर करावे लागते. मान्सून म्हणजे काय हे निश्चित करण्यातही वेगळेपणा आहे. अमेरिकेची हवामान सोसायटी (अमेरिकन मिटीओरॉलॉजिकल सोसायटी) फक्त अरबी समुद्रावर वाहणाऱ्या तेही वर्षात दिशा बदलून एकामेकांविरुद्ध दिशेने वाहणाऱ्या वाऱ्यांना मान्सून समजते, तर आंतरराष्ट्रीय हवामानबदल मंडळ (इंटरनॅशनल क्लायमेट चेंज कमिटी) या मोसमी वाऱ्यांबरोबरच भारत आणि आसपासच्या देशांतर्गत होणाऱ्या पावसालाही मान्सूनमध्ये गृहीत धरते. तर भारतीय हवामान संस्था भारतीय परिक्षेत्रासोबतच हिंदी महासागरावरील वातावरणीय बदलांनाही त्यात सामावून घेते.

मान्सूनचे जागतिक घटक ‘एल निनो’ आणि ‘ला निना’च्या घटनांमधून गेल्या शतकात प्रकर्षाने पुढे आले. तसेच आता हिंदी महासागरातल्या ‘इंडियन डायपोल’ किंवा ज्याला आता ‘भारतीय निनो’ म्हणायला सुरुवात झाली आहे, त्यावरही ‘मान्सून’ अवलंबून आहे हे आता नीट कळायला लागलेले आहे. मुळात ‘एल निनो’, ‘ला निना’ आणि ‘भारतीय निनो’ यांचे परिणाम दिसल्यावर ते निर्माण झाले आहेत हे कळते. या घटना कशा, केव्हा आणि का

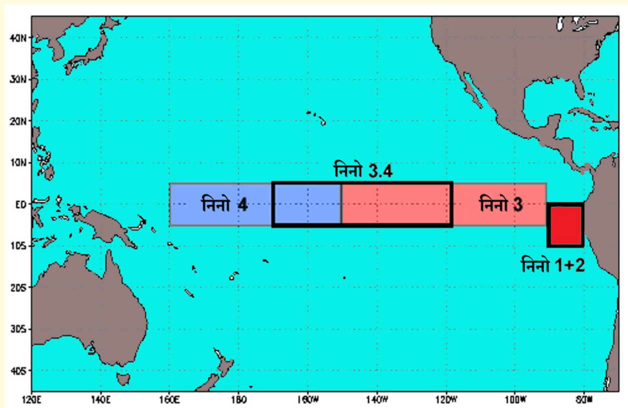




निर्माण होतात ते काही आधी कळून येत नाही. काय आहेत हे 'एल निनो' वगैरे? आपण कित्येकदा हे शब्द वाचतो, पण ते म्हणजे नक्की काय हे माहीत नसते.

'एल' किंवा 'अल निनो' याचा खरा अर्थ 'छोटा मुलगा' असा होतो. तर 'ला निना' म्हणजे 'छोटी मुलगी'. ही नावे प्रशांत (पॅसिफिक) महासागराच्या खोल पाण्यात, पृष्ठभागावर आणि पृष्ठभागावरच्या वातावरणातील बदलांच्या खास घटनाक्रमांसाठी देण्यात आली आहेत. प्रशांत महासागरातील विषुववृत्ताच्या पूर्वेकडचे टोक म्हणजे दक्षिण अमेरिकेतील पेरू देशाचा भाग येतो, तर पश्चिमेकडे येतात इंडोनेशियातील बेटे. जी ऑस्ट्रेलिया खंडाच्या वर (उत्तरेस) थोडी पश्चिमेला आहेत. विषुववृत्ताच्या वर आणि खाली असणाऱ्या साधारण पाच अंश अक्षांशांवरील भागाला अतिउष्ण कटिबंध म्हणतात. याच भागाशी 'निनो'चा प्रमुख संबंध आहे. विषुववृत्ताच्या पाच अंशांच्या वर आणि खाली एकमेकांत मिसळणारा उष्ण-समशीतोष्ण पट्टा (ट्रांझिशन झोन), त्यावर वीस ते तीस अंशापलीकडे 'समशीतोष्ण कटिबंध' तर उत्तरेकडच्या ध्रुवप्रदेशात साठ अंशांच्यावर 'शीत कटिबंध' अशी वातावरणीय विभागणी आहे असे स्थानिक तापमानावरून ठरवता येते. पृथ्वीच्या तिरपेपणामुळे दर सहा महिन्यांनी ऋतुबदल होतात. परंतु पृथ्वी रोजच प्रचंड वेगाने स्वत:भोवतीही फिरत असते. या फिरण्यामुळे आणि ऋतूंमुळे हवेच्या तापमानात निरनिराळ्या ठिकाणी निरनिराळा फरक पडतो. या फरकामुळे, ठिकठिकाणी कमी-अधिक घनतेचे वातावरण तयार होत असते. त्यामुळे वातावरणात काही ठिकाणी वेगाने वाहणारे हवेचे झोत, वारे, वादळे तयार होत असतात.

उत्तरायण सुरू होते तेव्हा विषुववृत्ताशी पेरू देशाला लगत असणाऱ्या महासागरातील पाण्याचे तापमान सरासरीपेक्षा अधिक उबदार होऊ लागते. त्याचा परिणाम पृष्ठभागावरच्या पाण्यावर होऊन तिथल्या हवेचे तापमानही वाढते. तिथल्या पाण्याचे अधिक प्रमाणात बाष्पीभवन होऊन जास्त मोठ्या प्रमाणात आणि अधिक उंची असणारे ढग तयार होतात. या वेळी या भागात जोरदार वारे, वादळे आणि पाऊसही होतो. यामुळे कमी दाबाचा एक पट्टा प्रशांत महासागराच्या पूर्वेस तयार होऊन त्याचा परिणाम वातावरणाच्या नेहमीच्या व्यापारी वाऱ्यांवर होऊन ते पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहण्यात अडथळा होतो. त्यांचे वाहण्याचे प्रमाण कधी कमी होते, तर ते कधी उलट म्हणजे पश्चिमेकडून पूर्वेकडे वाहू लागतात. या परिस्थितीमुळे फक्त इंडोनेशियाच नाही तर भारतावरही पाऊस कमी होण्याचा परिणाम होतो. जागतिक पातळीवर होणारी वाऱ्यांच्या दिशेतील हीच गडबड दुष्काळाला कारणीभूत होते. या प्रकारालाच 'एल निनो' सक्रिय असल्याने असे झाले असे म्हणतात. त्यामुळे तो सक्रिय असणाऱ्या वर्षी (सामान्यत: तीस वर्षांत चारदा तो सक्रिय असतो असे निरीक्षण सध्या आहे, पण तेही समान विभागणीत नाही.) भारतात अवर्षणाची भीती असते. या 'एल निनो'मध्येही चार प्रकार पडतात. महासागराचे पाणी कुठे आणि किती प्रमाणात तापते, त्यावर ते ठरते. पेरू देशाच्या लगतच्या महासागरात एल निनो 'एक' आणि 'दोन', पेरूपासून महासागराच्या मध्यापर्यंत, ताहिती बेटांपर्यंत तापमानाची व्याप्ती असेल तर 'तीन', ताहिती ते दोनतृतियांश भागापर्यंत 'तीनपूर्णांक चार दशांश', तर तिथपासून इंडोनेशियाच्या बेटांपर्यंत 'चार' अशा क्रमांकांनी

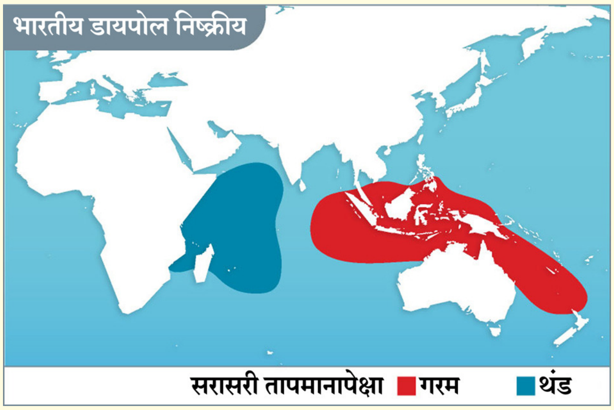


'एल निनो'चा परिसर ओळखला जातो. एल निनोचा परिणाम तो कोणत्या भागात सक्रिय आहे त्याप्रमाणे वेगवेगळा होतो. समजा चौथ्या क्रमांकाच्या भागात एल निनो सक्रिय असेल तर वर उंच जाणारे ढग इंडोनेशियाच्या आसपास तयार होतात, वाऱ्यांची दिशा बदलते. सारा पाऊस महासागरातच पडतो. अशा वेळी इंडोनेशियात आणि पेरू देशातही दोन्ही बाजूंना पावसाचे प्रमाण कमी राहते. दुष्काळ पडतो.

एल निनोच्या अगदी विरुद्ध स्थिती असते, म्हणजे प्रशांत महासागरातले पाणी आणि महासागराच्या पृष्ठभागावरील हवामान इंडोनेशियाच्या किनाऱ्यालगत अधिक तापते आणि पेरूकडील महासागर त्या तुलनेने थंड असतो, तेव्हा वाऱ्यांच्या दिशा आणि महासागरातील प्रवाहाची दिशाही उलट होते. याला 'ला निना' म्हणतात. यामुळेही पावसाच्या प्रमाणावर फरक पडतो. प्रत्येक वेळी तो किती आणि कसा त्याचेही अनुमान अजून तंतोतंत करता आलेले नाही.

याचसारखी स्थिती भारताच्या दक्षिणेकडे हिंदी महासागरात, विषुववृत्ताशी होते. त्याला 'इंडियन डायपोल' किंवा 'भारतीय निनो' म्हणतात. ऑस्ट्रेलिया ते आफ्रिका खंड यादरम्यानच्या विषुववृत्तीय पट्ट्यावर महासागराच्या पाण्याचे तापमान आणि त्यावरच्या वातावरणाचे तापमान

यात गृहीत धरले जाते. यातही ऑस्ट्रेलियाजवळचा महासागर किती तापमानाचा होतो, तेही जानेवारी ते मे महिन्याच्या दरम्यान, त्यावर वाऱ्यांच्या दिशेतील बदल,

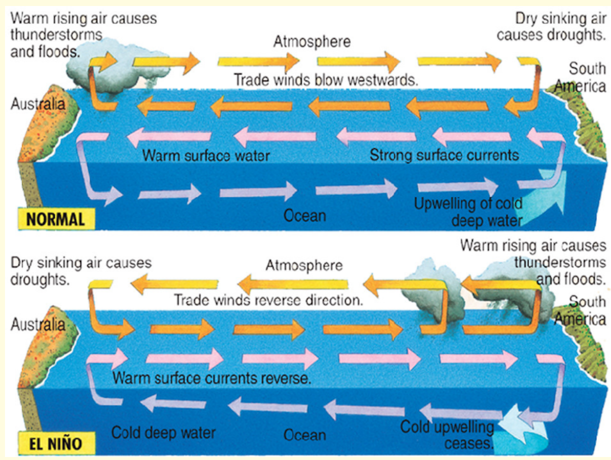


परिणाम होताना दिसले आहेत. जे भारतातील दुष्काळाचे कारण ठरतात. उलट, आफ्रिकेलगतच्या महासागरावर तापमान वाढले तर भारतात अतिवृष्टी होते! महत्त्वाचे म्हणजे आपल्याकडे येणारा मान्सूनचा पाऊस हा ऑस्ट्रेलियाच्या डोक्याशी असणाऱ्या विषुववृत्ताच्या पट्ट्यातल्या महासागराच्या बाष्पीभवनातून निर्माण होणाऱ्या, तेथून आधी पूर्वेकडे आणि नंतर वर वळत हिंदी महासागरात तयार होणाऱ्या ढगांनाही ढकलत आफ्रिकेच्या सोमालिया या प्रदेशाच्या किनाऱ्यावरून वळत नैऋत्य दिशेने भारताच्या पश्चिम किनाऱ्याशी जे ढग येऊन धडकतात, त्यामुळे होतो. अर्थात सर्वात आधी मान्सूनचे आगमन अंदमान-निकोबार बेटांवर वीस ते पंचवीस मेच्या दरम्यान होते. मग तो भारताच्या दक्षिण टोकाकडून केरळात शिरतो. गोवा, कोकण करत सह्याद्री ओलांडून पाऊस पश्चिम महाराष्ट्रात येईपर्यंत जूनचा दुसरा आठवडा उजाडतो. परंतु हे झाले अनेक वर्षांच्या सरासरीवरून, निष्क्रिय एल निनोच्या वेळी केलेले निष्कर्ष...

प्रत्यक्षात 'जूनच्या दोन तारखेला पावसाळा सुरू होईल' किंवा 'उद्या संध्याकाळी चार वाजता पाऊस पडेल' असे भाकीत करणे एकूणच कठीण. अशी भाकिते बरोबर येण्यापेक्षा चुकण्याच्याच शक्यता अधिक असतात.

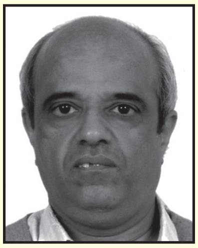
आज मात्र अगदीच काही 'सांग सांग भोलानाथ, पाऊस पडेल का' अशी स्थिती नाही, तेवढेच खरे. आता आपल्याला भारतात अनेक ठिकाणी उभारलेल्या 'डॉप्लर रडार' यंत्रणेचा, हवामानाचा तत्काळ वेध घेण्यासाठी आणि वातावरणाची त्रिमित चित्रे तयार करण्यासाठी उपयोग होत आहे. दूरसंवेदकाच्या (रिमोट सेंसिंग) अनेक उपग्रहांकडूनही रोजची ताजी, दर दोन तासांनी हवामानाची प्रत्यक्ष स्थिती दाखवणारी छायाचित्रे हाती येत आहेत. त्यामुळे हवामानाचे अंदाज आता बरोबर यायला लागलेत. पावसामुळे होणाऱ्या आपत्ती नियोजनासाठी ते सर्वात जास्त आवश्यक आहे. शेतीलाही हे अंदाज पोषकच होतील. कसे करतात हे अंदाज? कोणती साधने आणि कोणते तंत्रज्ञान यात वापरले जाते... ते नंतर कधीतरी... अरेच्चा, आली की सर पावसाची...

यंदा 'एल निनो' मोठ्या प्रमाणात कार्यरत आहे, त्यामुळे पावसाळा थोडा उशिरा आलाय... नांगरणी, पेरणी लांबणीवर पडलीय... दुष्काळजन्य परिस्थिती निर्माण होण्याची शक्यताही वर्तवली गेली आहे. असो. आज जो पडतोय त्या पावसाचे पाणी आता अडवा, साठवा. ते पाणी निरुपयोगी होत नुसते समुद्रात वाहून जाऊ देऊ नका.



त्यापेक्षा आपापल्या घरातल्या 'एल निनो आणि ला निना' म्हणजे लहान मुली-बाळांच्या नावे, आला पाऊस की लावा एक एक रोप. तेही भारतीय वृक्षांचे. लहानसहान रंगीत फुलझाडांची फक्त काही दिवस टिकणारी रोपे नका लावू. तर वड, पिंपळ, आंबा, खैर, चिंच, गोरखचिंच, जांभूळ, फणस आणि हो नारळ, अशा झाडांची रोपे म्हणतोय मी.. जी दुष्काळाला सुकाळात बदलणारी आहेत!

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com



ज्ञानेंद्रियें तुमची, आमची आणि पेशींची!! (भाग १)

डॉ. राजेंद्र देवपूरकर

मित्रांनो, आपल्या भोवताली काय घडत आहे हे आपल्याला कसे समजते असा प्रश्न जर विचारला तर काय उत्तर द्याल? डोळ्यांनी दिसते, कानांनी ऐकू येते, त्वचेमुळे गार-गरम, मऊ-कठीण, गुळगुळीत-खडबडीत इत्यादी समजते. नाकाने वास समजतो. जिभेने चव समजते. म्हणून नाक, कान, डोळे, जीभ आणि त्वचा ह्यांना आपण पाच ज्ञानेंद्रियें - पंचेंद्रिये - म्हणून संबोधतो. ह्या ज्ञानेंद्रियांबरोबरच आपल्या मेंदूचा ह्यामध्ये फार मोठा सहभाग असतो. मेंदूमधील विशिष्ट भाग, जसा की दृष्टिकेंद्र (optical centre) काम करत नसेल, तर उत्तम कार्यशील डोळे असूनही त्या अभागी माणसाला दृष्टिज्ञान होणार नाही. ज्ञानेंद्रियाकडून मेंदूमधील त्या केंद्रांकडे संदेश जातो आणि आपल्याला ज्ञान होते. म्हणून कार्यशील ज्ञानेंद्रिय आणि मेंदूमधील कार्यशील केंद्र ह्या दोहोंची आवश्यकता असते.

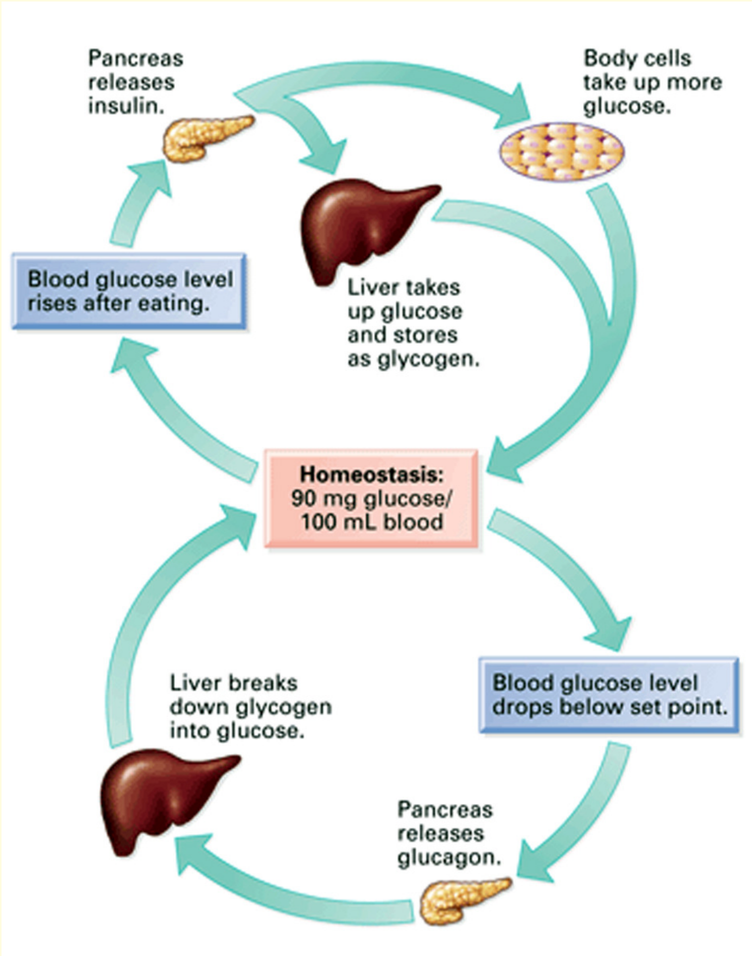
सर्व प्राण्यांमध्ये ही ज्ञानेंद्रिये चेहऱ्यावरच एकत्रित आहेत. खरे तर चेहरा हा संपूर्ण शरीर पृष्ठभागाचा फक्त ३ ते ५ टक्के आहे. वजनाच्या भाषेत सांगायचे तर शरीराच्या एकूण वजनाचा चेहरा केवळ १ ते २ टक्के आहे. म्हणजे ज्ञानेंद्रियांची चेहऱ्यावर गर्दी झाली आहे, नाही का! ह्यामागे काही कारणमीमांसा असेल का? आज आपण एखादे बिस्कीट खाण्यासाठी तोंडाजवळ नेताच त्याचा सुगंध वा दुर्गंध, त्याचा खराब पृष्ठभाग, त्याच्या पृष्ठभागावर असलेल्या मुंग्या वगैरे सर्व ज्ञान आपल्याला एकाच वेळी एकदम होते. नाकाची जागा, डोळ्यांची जागा आणि जिभेची जागा एकमेकांपासून लांब असत्या तर हे शक्य झाले नसते. कल्पना करा की दंडावर डोळे असते तर आधी दंडाकडे बिस्कीट नेऊन डोळ्यांकडून पाहणी आणि मग जेथे कोठे नाक असेल तेथे वासाची तपासणी करावी लागली असती. सर्व ज्ञानेंद्रिये एका चेहऱ्यावर की जो शरीराचा केवळ ३ टक्के भाग आहे, ही SINGLE WINDOW SYSTEM आहे की जेथे सगळ्या तपासण्या होता आहेत. निसर्ग खरोखरच अगाध आहे.

मला आपल्याशी संवाद साधायचा आहे तो पेशींच्या ज्ञानेंद्रियांबद्दल. एकपेशीय (unicellular) सजीव आहेत तसेच बहुपेशीय (multicellular) सजीव आहेत आणि अ-पेशीय (acellular) सजीवसुद्धा आहेत. अमीबा, प्यारामेशिअम आणि जिवाणू (bacteria) हे एकपेशीय आहेत. विषाणू (virus) हा अ-पेशीय आहे. वनस्पती, प्राणी हे बहुपेशीय आहेत.

आपल्या भोवताली काय घडत आहे हे ह्या एकपेशीय सजीवांना कळते कसे? बहुपेशीय सजीवाला पंचेंद्रिये आहेत पण त्याच्या शरीरातील प्रत्येक पेशीला तिच्या भोवताली काय घडत आहे हे कळते का आणि कळत असेल तर कसे? विषाणू अपेशीय आहे मग त्याला भोवताली काय घडत आहे हे कळते का? असे एक ना अनेक प्रश्न आहेत. त्याच्याबद्दलच ह्या तसेच पुढील काही लेखांमध्ये आपण माहिती घेणार आहोत.

प्रत्येक पेशीला तिच्या भोवताली घडणाऱ्या आणि तिच्याशी संबंधित गोष्टी कळतात. तशी व्यवस्था निसर्गाने केलेली असते. सजीव पेशीमध्ये लक्षावधीच्या संख्येने रासायनिक क्रिया चालू असतात. पेशीभोवतालच्या परिस्थितीनुसार ह्या रासायनिक क्रिया चालू किंवा बंद होतात असे ढोबळ मानाने सहज म्हणता येईल. आपल्या रक्तातील साखरेचे प्रमाण नियंत्रित कसे राहते ते थोडक्यात पाहू. आकृती १ पाहा.

१) साखर वाढते तेव्हा : जेवणानंतर आपल्या पचनसंस्थेमधील पाचक द्रव्यांमुळे अन्नातील कर्बोदकांपासून विद्राव्य (soluble) साखर तयार होते आणि ती रक्तात येते. रक्तातील साखरेचे प्रमाण वाढते. स्वादुपिंडाच्या पेशींना हा रक्तपुरवठा होताच त्यांना कळते की साखरेची पातळी वाढली आहे. मग ह्या पेशी इन्शुलिन तयार करून ते रक्तात सोडतात. यकृतपेशींना कळते की आपल्याभोवती वाढीव इन्शुलिन आले आहे. ह्या ज्ञानामुळे यकृतपेशी पटापट रक्तातील साखर पेशींच्या अंतर्भागात घेतात आणि त्या पेशी



आकृती १

साखरेचे रासायनिक क्रियेने अविद्राव्य अशा ग्लायकोजेन ह्या कर्बोदकांमध्ये रूपांतर करतात. ग्लायकोजेन हे अविद्राव्य असल्याने अर्थात यकृतपेशींच्या बाहेर येत नाही. रक्तातील विद्राव्य साखरेचे प्रमाण कमी होते

आणखीन एक घटना घडते. आपल्या शरीरातील पेशींना वाढीव इन्शुलिन कळते. ह्या पेशीपण रक्तातील साखर पेशींच्या आत घेण्यास सुरुवात करतात. त्यामुळे ही रक्तातील साखरेचे प्रमाण कमी होते.

२) **साखर कमी होते तेव्हा :** स्वादुपिंडाच्या पेशींना आपल्या भोवतालची साखर कमी झाली आहे असेही ज्ञान होते. ह्याला त्या पेशी ग्लुकॅगॉन नावाचे रसायन तयार करून प्रतिसाद देतात. यकृतपेशींना वाढलेल्या ग्लुकॅगॉनचे ज्ञान होते. मग यकृतपेशी त्यांच्या आत साठवलेल्या अविद्राव्य ग्लायकोजेनवर रासायनिक क्रिया करून विद्राव्य साखर बनवून ती पेशीबाहेर रक्तात सोडतात. रक्तातील साखरेचे प्रमाण आवश्यकतेनुसार वाढते.

थोडक्यात काय तर रक्तातील साखरेच्या कमी-जास्त प्रमाणाचे ज्ञान स्वादुपिंडाच्या (काही विशिष्ट) पेशींना होते आणि त्या इन्शुलिन किंवा ग्लुकॅगॉन तयार करतात. यकृताच्या पेशींना त्यांच्या भोवताली इन्शुलिन आहे का ग्लुकॅगॉन आहे ह्याचे ज्ञान होते आणि त्या पेशी साखरेचे ग्लायकोजेनमध्ये किंवा ग्लयकोजेनचे साखरेत रूपांतर करतात.

प्राणी, वनस्पती ह्यांच्यामधील अशा प्रकारची अगणित उदाहरणे देता येतील.

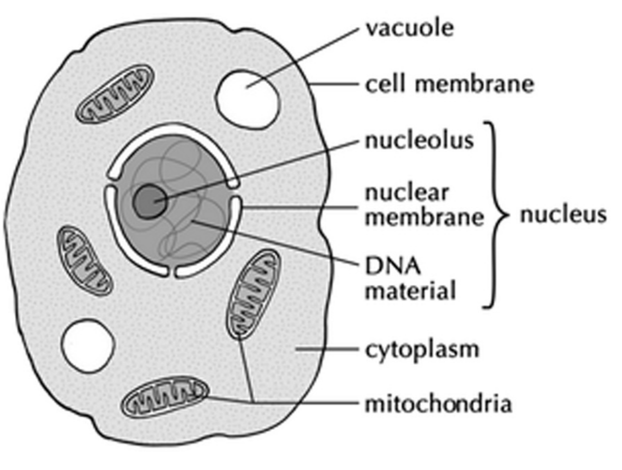
आता सूक्ष्म जिवाणूमधील एक उदाहरण घेऊ. इष्करिशिया कोलाय नावाचा जिवाणू आहे. (आपल्या सगळ्यांच्या आतड्यामध्ये हा रहिवासी म्हणून असतो आणि आपल्याला ब जीवनसत्त्व देण्यात त्याचा वाटा मोठा आहे.) हा जिवाणू प्रयोगशाळेत वाढवताना त्याला ग्लुकोज किंवा दुग्धशर्करा लॅक्टोज ह्या साखऱ्या देतात.

हा जिवाणू लॅक्टोजचे विघटन ग्लुकोज आणि गॅलॅक्टोज ह्या साखऱ्यामध्ये करतो. ह्या विघटनासाठी हा जिवाणू गॅलॅक्टोसायडेज नावाचे विकर (Enzyme) बनवतो. आता गंमत अशी की हा जिवाणू हे विकर त्याला लॅक्टोज साखर दिली असता बनवतो आणि ग्लुकोज दिली असता नाही बनवत. आपल्या भोवताली लॅक्टोज आहे ह्या ज्ञानानंतरच तो जिवाणू गॅलॅक्टोसायडेज विकर बनवतो. हा जिवाणू आपल्या भोवताली कोणती साखर आहे, ग्लुकोज की लॅक्टोज, हे जाणून घेऊ शकतो.

जिवाणू गणसंख्या आजमावतात : जिवाणूमध्ये एकापासून दोन असे विभाजन (Binary fission) होऊन जिवाणूंची संख्या वाढते. बऱ्याच जिवाणूंमध्ये अशी वाढ होत असताना आपल्या संख्येची एक प्रकारे मोजमाप करण्याची क्षमता असते. ह्याला chorum sensing असे म्हणतात. ही एक प्रकारे गणपूर्ती आहे. ठरावीक गणसंख्या झाल्यावरच ते जिवाणू काही विशिष्ट सामूहिक कृती करू लागतात - जसे की विषनिर्मिती (toxin production), जिवाणूंची एक संघटित अशी पापुद्र्याच्या स्वरूपात वाढ (biofilm). सभेच्या कामकाजाची सुरुवात करण्यासाठी नियमानुसार गणसंख्येची जरुरी असते ना अगदी तसेच हे आहे.

पेशीपातळीवर ज्ञान होणे हे रासायनिक द्रव्यामार्फत

घडते असे आपल्या लक्षात आले असेल. खरे पाहता सर्वच जैविक घटना ह्या रासायनिक अभिक्रियांचा परिणाम असतो. म्हणून जीवशास्त्राच्या अभ्यासकाला रसायनशास्त्राची उत्तम जाण असावी लागते. (दुर्दैवाने शालेय किंवा महाविद्यालयीन पातळीवर याची जाणीव विद्यार्थ्यांना दिली जात नाही; मग



A drawing of a typical animal cell

आकृती २

गणित, रसायनशास्त्र ह्या विषयांत गती नसल्याने जीवशास्त्राकडे विद्यार्थी आकृष्ट होतो. असे विद्यार्थी प्रगत अभ्यास करताना मागे पडण्याची शक्यता असते.)

पेशींच्या भोवताली काय आहे हे पेशींना कळते तरी कसे? हे समजून घेण्यासाठी थोडेसे पेशीरचनेसंबंधी समजून घेऊ. त्यासाठी आकृती २ पाहा.

प्रत्येक पेशीची बाह्य सीमा म्हणजे पेशीपटल (cell membrane) होय. पेशींचा सर्वसाधारण आकार म्हणून पाण्याने भरलेला फुगा असे समजले तर फुग्याचे रबरी कातडे म्हणजे पेशीचे पेशी पटल. हा पेशीचा अत्यंत महत्त्वाचा भाग. पेशींचा आतील भाग आणि बाहेरील भाग असे विभाजन हे पेशीपटलामुळे होते. पेशींच्या आत ७० ते ८० टक्के पाणी असलेला द्रवपदार्थ असतो. ह्या द्रवाला पेशीद्रव्य किंवा पेशीजीवद्रव्य (सायटोप्लासम) असे म्हणतात. ह्या पेशीद्रवात मायटोकाँड्रिया (Mitochondria), पेशीकेंद्र (Nucleus), रिक्तिका किंवा रसधानी (vacuole) असे पेशींचे अवयव म्हणजे पेशीअंगके (cell organells) असतात. ही पेशीअंगकेसुद्धा पेशीपटलांसारख्याच पटलाने सीमित असतात. जसे पेशीला 'आत आणि बाहेर' असे आहे तसेच ह्या अंगकांनासुद्धा 'आत आणि बाहेर' असे आहे. अर्थात ह्या अंगकाचा बाहेर म्हणजे पेशींचा आतील भाग की जेथे पेशीद्रव्य आहे. असेही म्हणता येईल की पेशीअंगके पेशीद्रवामध्ये तरंगत असतात. प्रत्येक पेशीला एकच पेशीकेंद्र असते. परंतु मायटोकाँड्रिया, रिक्तिका हे मात्र त्या त्या पेशींच्या कार्य आणि गरजेनुसार एकापेक्षा अधिक असतात. पेशीकेंद्रामध्ये पेशीची गुणसूत्रे (chromosomes) असतात. पेशीद्रवात असंख्य प्रकारची प्रथिने, विकरे (Enzymes) असतात. ह्या विविध विकरांच्या मदतीनेच पेशी लक्षावधी निरनिराळ्या रासायनिक क्रिया करत असतात. पेशीद्रवामध्ये कोणती विकरे कधी असावीत–कधी नसावीत हे पेशीकेंद्रातील गुणसूत्रे ठरवतात. माणसाच्या पेशीमध्ये २३ गुणसूत्रांच्या जोड्या अशी ४६ गुणसूत्रे असतात. ढोबळ मानाने जिवाणूंच्या एका पेशीत १००० विविध प्रथिनांचे एकूण सुमारे २००,००० रेणू (Molecules) असतात. सर्व सजीव पेशींमध्ये आढळणारे रायबोसोम (Ribosome) अत्यंत महत्त्वाचे पेशीअंगक आहे, ज्याचे मुख्य कार्य प्रथिन तयार करणे (Protein synthesis) हे आहे. रायबोसोम हे पेशीअंगक मात्र पटलविरहित (not bounded by membrane) असते. रायबोसोम १५ ते २० नॅनोमीटर व्यासाचे गोलाकार असतात. पेशींचा व्यास साधारणतः १०,००० नॅनोमीटर असतो. जिवाणूंच्या एका पेशीत सुमारे १५०० ते २००० एवढे रायबोसोम असतात.

पेशीपटल ह्या पेशीअंगकांचे महत्त्व थोडक्यात समजून घेऊ.

१) पेशींच्या आत आणि बाहेर ही विभागणी पेशीपटलामुळेच होते.

२) पेशीपटलाच्या रासायनिक रचनेमुळेच पेशीच्या आतील द्रव्ये बाहेर येऊ शकत नाहीत किंवा बाहेरील द्रव्ये पेशीमध्ये सहजी जात नाहीत.

३) 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 पेशींची ज्ञानेंद्रियें नाहीत का? ह्या पेशींच्या ज्ञानेंद्रियांबद्दल माहिती घेऊ लेखाच्या पुढील भागात.

– डॉ. राजेंद्र देवपूरकर
writetodeopurkar@gmail.com

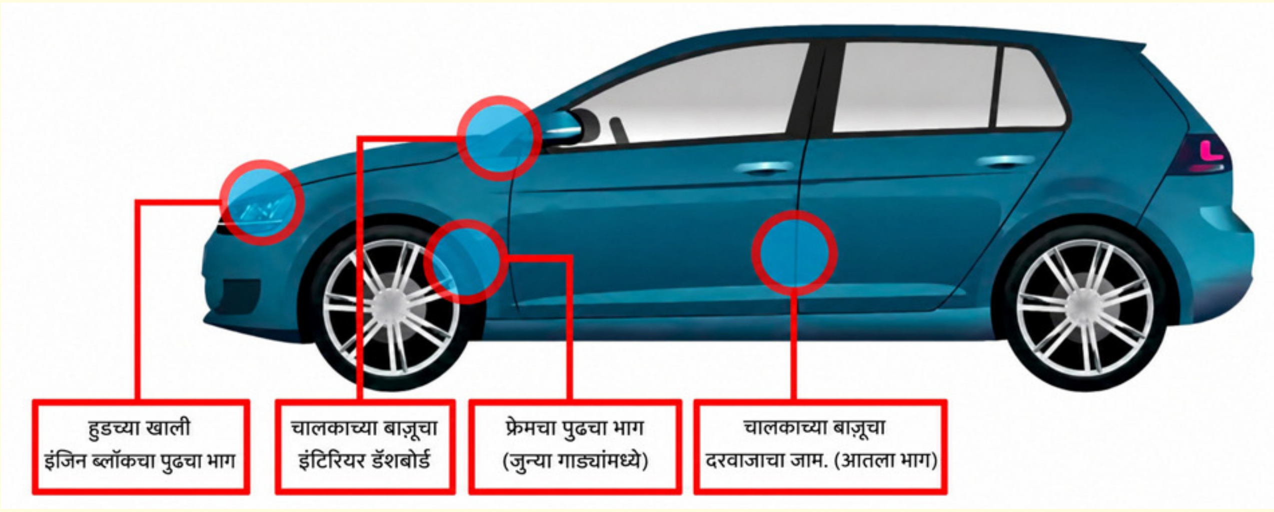
आकडे बोलतात - ९

वाहनाचा 'जन्मदाखला' अर्थात VIN

हेमंत लागवणकर

रस्त्यावर धावणाऱ्या प्रत्येक वाहनाची ओळख आपण त्याच्या नंबर प्लेटवरून करतो. नंबर प्लेटवर असलेल्या अक्षरांकावरून ते वाहन कोणत्या राज्यात नोंदणीकृत आहे, कोणत्या RTO मध्ये त्याची नोंद झाली आहे आणि ते कोणत्या मालिकेतील आहे, याची माहिती समजते. परंतु नंबर प्लेटवरच्या अक्षरांकाला वाहनाची खरी ओळख म्हणता येत नाही. कारण, एखाद्या वाहनाची नंबर प्लेट बदलली, वाहन दुसऱ्या राज्यात स्थलांतरित झाले, किंवा त्याची पुनर्नोंदणी झाली, तर त्या वाहनाची मूळ ओळख कशी पटवायची? एखादी गाडी चोरीला गेली आणि तिची नंबर प्लेट बदलली, तरी ती मूळ गाडीच आहे हे कसे सिद्ध करायचे? या प्रश्नांची उत्तरे एका विशेष अक्षरांकामध्ये दडलेली आहेत. हा अक्षरांक म्हणजे 'व्हेईकल आयडेंटिटी नंबर' किंवा थोडक्यात 'VIN' हा संकेतांक प्रत्येक वाहनासाठी वेगळा असतो आणि तो कधी बदलता येत नाही.

वाहनांना असा स्वतंत्र ओळख क्रमांक देण्याची कल्पना वाहनउद्योगाच्या सुरुवातीच्या काळातच उदयाला आली. पण, १९५० आणि १९६०च्या दशकांत अनेक देशांनी वाहनाच्या स्वतंत्र ओळखीसाठी विशिष्ट मानकप्रणाली विकसित करण्याचे प्रयत्न सुरू केले. १९७०च्या दशकापर्यंत जगातील प्रत्येक वाहन उत्पादक कंपनी स्वतःच्या पद्धतीने वाहन ओळख क्रमांक देत असे. त्यामुळे वेगवेगळ्या देशांतील किंवा कंपन्यांतील वाहनांची ओळख पटवताना अनेक अडचणी येत. उदाहरणार्थ, जर्मनीतील एखाद्या कंपनीने दिलेला क्रमांक आणि अमेरिकेतील कंपनीने दिलेला क्रमांक यांची रचना पूर्णपणे वेगळी असू शकत होती. वाहनचोरी, आंतरराष्ट्रीय व्यापार, विमा दावे आणि वाहनांच्या सुरक्षाविषयक तपासण्या यासाठी एकसमान जागतिक प्रणालीची गरज निर्माण झाली. १९७७ मध्ये ISO 3780 हे आंतरराष्ट्रीय मानक विकसित करण्यात आले. या मानकात वाहन उत्पादकांना एक स्वतंत्र जागतिक ओळख क्रमांक देण्याची संकल्पना मांडण्यात आली. अखेर १९८१मध्ये अमेरिकेतील नॅशनल हायवे ट्रॅफिक ॲडमिनिस्ट्रेशन (NHTSA) या संस्थेने एकूण १७ अक्षरे व आकड्यांचा समावेश असलेला प्रमाणित VIN संकेतांक



VIN कोठे कोरलेला असतो?

स्वीकारला. पुढे ISO या आंतरराष्ट्रीय मानकीकरण संस्थेनेही ही पद्धत स्वीकारली आणि ती जगभर प्रचलित झाली. आज जगातील जवळपास प्रत्येक मोटारवाहनाला १७ वर्णांचा VIN दिला जातो. साधारणपणे हा संकेतांक **MA1TB2XYZLP123456** अशा स्वरूपाचा असतो.

VIN हा 'चासिस क्रमांक' या नावाने प्रचलित आहे. बहुतेक वाहनांमध्ये इंजिन असलेल्या भागात, वाहनाच्या सांगाड्यावर, डॅशबोर्डवर विंडस्क्रीनजवळ, वाहनाच्या नोंदणी प्रमाणपत्रात (RC); तसेच विमा कागदपत्रांमध्ये VIN संकेतांक लिहिलेला आढळतो. काही वेळा हा संकेतांक वाहनाच्या पुढच्या आसनांच्या सांगाड्यावरसुद्धा कोरलेला असतो. वाहनचोरी किंवा अपघातासारख्या घटनांमध्ये वाहनाची ओळख पटवण्यासाठी याची भूमिका महत्त्वाची ठरते.

VIN संकेतांकाची रचना विचारपूर्वक केलेली आहे. VIN मध्ये तीन महत्त्वाचे भाग असतात. प्रत्येक भाग विशिष्ट माहिती देण्यासाठी वापरला जातो. VIN चा पहिला भाग हा पहिल्या तीन अक्षरांकांचा बनलेला असून त्याला 'वर्ल्ड मॅन्युफॅक्चरर आयडेंटिफायर' (WMI) असे संबोधतात. यातील पहिली दोन अक्षरे वाहनाची निर्मिती कोणत्या देशात आणि प्रदेशात झाली आहे, हे सांगतात. त्यासाठी प्रत्येक देशासाठी विशिष्ट अक्षरे निश्चित करून देण्यात आली आहेत. उदाहरणार्थ, भारतासाठी MA, जर्मनीसाठी WA, जपानसाठी JT, दक्षिण कोरियासाठी KL, इत्यादी.

WMI मधील तिसऱ्या स्थानावर असलेले अक्षर किंवा अंक विशिष्ट उत्पादक कंपनी दर्शवतात. उदाहरणार्थ, WMI जर MA1 असेल तर महिंद्रा अँड महिंद्रा, MAT असेल तर टाटा मोटर्स, किंवा MAL असेल तर ह्युंदाई मोटर (इंडिया). म्हणजेच VIN मधल्या पहिल्या तीन अक्षरांकावरून, म्हणजेच WMI वरून वाहन कोणत्या देशात आणि कोणत्या उत्पादक कंपनीने तयार केले आहे हे समजते.

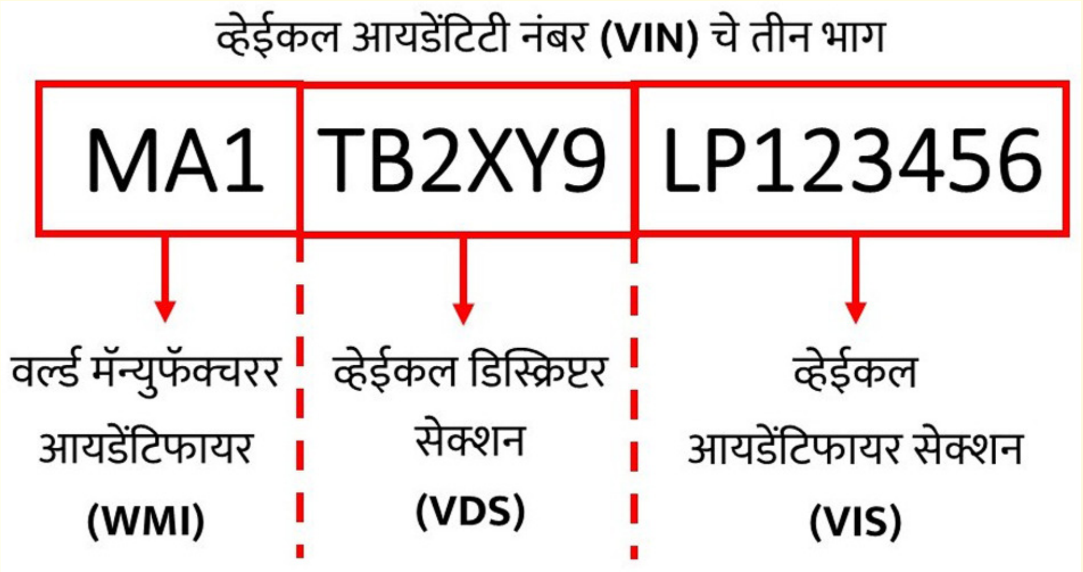
WMI क्रमांकांचे वाटप करण्याचे काम जागतिक स्तरावर अमेरिकेतील SAE इंटरनॅशनल ही संस्था करते. एखाद्या नवीन वाहन उत्पादक कंपनीला वाहन विक्रीसाठी बाजारात उतरायचे असल्यास त्या कंपनीला प्रथम अधिकृत WMI संकेतांक मिळवावा लागतो. या प्रणालीमुळे जगातील दोन कंपन्यांना एकच WMI कधीच दिला जात नाही.

VIN चा दुसरा भाग म्हणजे ४ ते ९ स्थानांवर असलेली अक्षरे आणि आकडे. VIN चा हा दुसरा भाग 'व्हेईकल डिस्क्रिप्टर सेक्शन' (VDS) म्हणून ओळखला जातो. या भागामध्ये वाहनाचा प्रकार, बॉडी स्टाइल, इंजिनचा प्रकार, सुरक्षाप्रणाली, मॉडेलमालिका यांसारखी माहिती संकेतांकाच्या स्वरूपात दिलेली असते. ही माहिती वाहन उत्पादक कंपनीनुसार बदलते. उदाहरणार्थ, एखाद्या वाहनाचा VIN संकेतांक MA1TB2XY9LP123456 असा असेल तर MA1 हा वाहनाचा WMI असून त्यावरून ते वाहन भारतात महिंद्रा अँड महिंद्रा कंपनीने तयार केले आहे, हे समजते. यानंतर असलेले TB2XY9 हे अक्षरांक म्हणजे 'व्हेईकल डिस्क्रिप्टर सेक्शन' (VDS) होय. यातल्या TB2XY संकेतांकाचा अर्थ फक्त त्या विशिष्ट कंपनीलाच माहीत असतो. उदाहरणार्थ, एखाद्या उत्पादकासाठी 'T' म्हणजे SUV मालिका, 'B' म्हणजे डिझेल इंजिन, '2' म्हणजे 2WD ड्राइव्ह, 'X' म्हणजे विशिष्ट सुरक्षा पॅकेज आणि 'Y' म्हणजे विशिष्ट मॉडेल व्हेरियंट असा असू शकतो. परंतु दुसऱ्या कंपनीसाठी याच संकेतांकाचा अर्थ वेगळा असू शकतो. 'व्हेईकल डिस्क्रिप्टर सेक्शन'मधला (VDS) शेवटचा अंक 9 हा पडताळणी क्रमांक आहे. याचा उद्देश VIN क्रमांक लिहिताना किंवा संगणकात भरताना झालेल्या चुका शोधणे हा असतो. त्यासाठी एक विशिष्ट गणिती पडताळणीपद्धत वापरली जाते.

'व्हेईकल डिस्क्रिप्टर सेक्शन'मधील प्रत्येक अक्षरांकाचा अर्थ उत्पादक कंपनीनुसार वेगवेगळा असेल तर मग त्याचा उपयोग काय, असा प्रश्न साहजिकच आपल्या मनात येऊ शकेल. समजा, एखाद्या कंपनीने २०२५ मध्ये एक एस. यू. व्ही. बाजारात आणली. त्याच मॉडेलमध्ये पेट्रोल, डिझेल, ऑटोमॅटिक, मॅन्युअल, २ एअरबॅग असलेली, ६ एअरबॅग असलेली अशा अनेक आवृत्त्या असू शकतात. कंपनीकडून प्रत्येक आवृत्तीला वेगळा VDS संकेतांक दिला जातो. त्यामुळे VIN मधील VDS वरून ती उत्पादक कंपनी एखादे वाहन कोणत्या व्हेरियंटचे आहे, त्यात कोणत्या प्रकारचे इंजिन आहे, कोणती सुरक्षाप्रणाली बसवलेली आहे, कोणती वैशिष्ट्यपूर्ण उपकरणे आहेत ही माहिती लगेच सांगू शकते.

समजा, विक्री सुरू केल्यानंतर काही काळाने वाहन उत्पादक कंपनीला एखाद्या मॉडेलच्या इंजिनमध्ये तांत्रिक दोष आढळला. कंपनीला निश्चित माहिती आहे, की तो दोष फक्त विशिष्ट मॉडेलमध्येच आहे. या मॉडेलच्या VDS संकेतांकावरून संपूर्ण देशात विक्री झालेल्या लाखो वाहनांपैकी नेमकी कोणती वाहने परत बोलवायची हे क्षणार्धात समजू शकते. यालाच तांत्रिक भाषेत 'रिकॉल कॅम्पेन' म्हणतात.

VIN मधील शेवटचे आठ संकेतांक एकत्रितरीत्या 'व्हेईकल आयडेंटिफायर सेक्शन' (VIS) म्हणून ओळखला जातो. VIS वरून त्या वाहनाचे उत्पादन वर्ष, उत्पादन कारखाना आणि वाहनाचा अनुक्रमांक (सीरियल नंबर) ही



माहिती समजते. म्हणजेच, VIS मुळे प्रत्येक वाहनाची स्वतंत्र ओळख निश्चित केली जाते. एका कंपनीने एकाच मॉडेलच्या लाखो गाड्या तयार केल्या असतील, तरी प्रत्येक वाहनाचा VIS वेगळा असतो. यामुळे अगदी एकसारख्या दिसणाऱ्या दोन गाड्यांचीसुद्धा स्वतंत्र ओळख पटवता येते.

आपल्या उदाहरणामध्ये VIN संकेतांक MA1TB2XY9LP123456 असून त्यातील LP123456 हा VIS आहे. VIN संकेतांकाच्या दहाव्या स्थानी असलेले अक्षर किंवा अंक ते वाहन कोणत्या मॉडेल वर्षाचे आहे, हे दर्शवते. १९८० साठी– A, १९८१च्या मॉडेलसाठी B, यानुसार २००० सालच्या मॉडेलसाठी Y, त्यानंतर २००१च्या मॉडेलसाठी 1, २००२च्या मॉडेलसाठी 2, याप्रमाणे २००९च्या मॉडेलसाठी 9 अशा प्रकारे मॉडेल वर्षासाठी अंक किंवा अक्षर ठरवले जातात. त्यानंतर पुन्हा A या अक्षराने हा क्रम सुरू राहतो. त्यामुळे प्रत्यक्ष अर्थ लावताना वाहनाच्या उत्पादन कालावधीचाही विचार करावा लागतो. आपल्या उदाहरणातील L हे अक्षर परिस्थितीनुसार १९९०, २०२० किंवा संबंधित चक्रातील वर्ष दर्शवतो. या ठिकाणी एक महत्त्वाची गोष्ट लक्षात घेतली पाहिजे, की वाहनाचे ‘मॉडेल वर्ष’ आणि ‘उत्पादन वर्ष’ वेगवेगळे असू शकतात. त्यामुळे VIN मधील वर्ष म्हणजे नेहमीच ‘उत्पादन वर्ष’ असेलच असे नाही; ते ‘मॉडेल वर्ष’ असते.

VIN संकेतांकाच्या ११ व्या स्थानी असलेले अक्षर त्या वाहन कंपनीच्या विशिष्ट ठिकाणच्या उत्पादन कारखान्याचे स्थान दर्शवते. मोठ्या वाहन कंपन्यांचे अनेक ठिकाणी कारखाने असतात. उदाहरणार्थ, पुणे, नाशिक, चाकण, साणंद, चेन्नई, इत्यादी. अशा वेगवेगळ्या ठिकाणी असलेल्या कारखान्यांसाठी वेगवेगळे संकेतक्षर दिले जाते. त्यावरून कंपनीला लगेच समजते की वाहन कोणत्या उत्पादन केंद्रातून बाहेर पडलं आहे.

VIN संकेतांकामध्ये १२ ते १७ या स्थानांवर वाहनाचा अनुक्रमांक म्हणजेच ‘सिरीअल नंबर’ असतो. एखाद्या कारखान्यात विशिष्ट मॉडेलच्या अनेक गाड्या तयार केल्या जातात. त्यातल्या पहिल्या गाडीला 000001, दुसरीला 000002, तिसरीला 000003 अशा प्रकारे अनुक्रमांक दिला जातो.

VIN संकेतांकामध्ये सर्वसधारणपणे आय, ओ व क्यू, झेड ही अक्षरे वापरली जात नाहीत. कारण, ही अक्षरे अनुक्रमे एक, शून्य आणि दोन या आकड्यांसारखी दिसतात. यामुळे VIN लिहिताना किंवा टाइप करताना होणाऱ्या संभाव्य चुका टाळल्या जातात.

या माहितीवरून VIN संकेतांक किंवा ‘चासिस नंबर’ का महत्त्वाचा आहे, हे सहज लक्षात येईल. VIN हा एक प्रकारे वाहनाचा जणू जन्मदाखला असल्याने तो ठरवताना केलेला विचारही किती सखोल आहे, याची जाणीव होते. प्रत्येक व्यक्तीच्या बोटांचे ठसे ही त्या व्यक्तीची स्वतंत्र ओळख असते. अगदी त्याचप्रमाणे VIN संकेतांक हा प्रत्येक वाहनासाठी एक स्वतंत्र ओळख असतो.

– हेमंत लागवणकर

(विज्ञानप्रसारक आणि शैक्षणिक सल्लागार)

https://hemantlagvankar.com/

Rapid composting units to be set up across state: CM

NT Reporter
Sankhali

In a major initiative to make waste management in Goa more scientific, efficient and environmentally sustainable, Chief Minister Pramod Sawant on Friday announced that the government will set up Nisargaruna rapid composting units in a phased manner across all municipalities and village panchayats.

To ensure the project's successful implementation, the government will organise hands-on demonstrations and specialised training for local self-government bodies.

Chief Minister Pramod Sawant, Bicholim MLA Dr Chandrakant Shetye, and others seen during the inspection of the rapid composting facility in Bicholim on Friday. ▪ **Vishant Vaze**

A statewide awareness campaign will also be launched to promote proper segregation and collection of wet waste for conversion into high-quality organic manure within 24 to 48 hours, instead of dumping it on roadsides or sending it to landfill sites.

Sawant made the announcement during his inspection of the Nisargaruna rapid composting facility at Bicholim, established jointly by the state government, Sampurnearth Foundation and IndiGo Airlines.

➤ **Continued on P 10**

Rapid composting units to be set up across state: CM

➤ **Continued from P 1**

During the visit, the Chief Minister reviewed the composting process and interacted with officials on the technology. He also issued directions for the phased expansion of the project across the state.

Sawant said rapid urbanisation has made waste management one of the biggest challenges facing cities and towns. He said biodegradable waste should be converted into valuable organic compost rather than merely disposed of, creating both environmental and economic benefits.

He stressed that every municipality and village panchayat should ensure segregation of waste at source and process wet waste locally, eliminating

degradable waste over long distances.

According to the Chief Minister, processing waste at the point of generation reduces transportation costs, fuel consumption, greenhouse gas emissions, foul odour and environmental pollution, while improving cleanliness and providing relief to nearby residents.

Chief Minister's advisor and scientist Dr Sharad Kale explained that the process begins with segregated wet waste treated with a specially developed microbial culture. The waste is then shredded into a uniform mixture and placed in an aerated windrow for about 24 hours to regulate moisture. The partially processed material is subsequently transferred to trays or

completed over the next 24 hours.

He said the process produces odour-free, stable and nutrient-rich organic compost within 24 to 48 hours, making it suitable for agriculture, horticulture and gardening.

Dr Kale added that the technology keeps recyclable dry waste such as paper, plastic, glass and metal uncontaminated, improving recycling efficiency and increasing its commercial value. He also said the process significantly reduces methane emissions from decomposing organic waste, helping mitigate climate change, and could create opportunities for carbon credits in the future.

Sawant said the initiative was not merely a waste

a significant step towards realising the vision of 'Clean Goa, Green Goa.' He said awareness campaigns, live demonstrations and training programmes would be organised across municipalities, village panchayats, educational institutions, residential complexes and commercial establishments to encourage widespread adoption of the technology.

The Chief Minister also appealed to citizens to stop indiscriminate dumping of waste on roadsides and instead practise proper segregation and responsible disposal of household waste. Among those present were Bicholim MLA Dr Chandrakant Shetye, Dr Kale, Goa Waste Management Corporation managing director Harish

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.

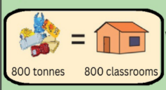
D) Carry your own reusable bags, water bottle & tiffin when you go out.

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