महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

॥ कचरामुक्त वसुंधरा ॥

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

एप्रिल २०२५ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ६४

सुनीता विल्यम्स

बरेली (उत्तर प्रदेश) विज्ञानधारा कार्यक्रम २०२५

शोधकर्ता अपने आविष्कारों का पेटेंट अवश्य कराएं

बरेली कॉलेज में आईपीआर पर राष्ट्रीय कार्यशाला में बोले बीआरसी के प्रधान वैज्ञानिक डॉ. शरद काले

कार्यालय संवाददाता, बरेली

बरेली कॉलेज में आईपीआर पर राष्ट्रीय कार्यशाला में पद्मश्री डॉ. शरद काले।

राष्ट्रीय कार्यशाला मे मौजूद शिक्षक और विशेषज्ञ। ● अमृत विचार

अमृत विचारः इंटेलेक्चुअल प्रॉपर्टी राइट्स (आईपीआर) 2025" विषय पर राष्ट्रीय कार्यशाला और प्रदर्शनी में मुख्य वक्ता भाभा एटॉमिक रिसर्च सेंटर (बीएआरसी) मुंबई के प्रधान वैज्ञानिक पद्मश्री डॉ. शरद काले ने बौद्धिक संपदा अधिकार पर प्रकाश डालते हुए नवाचार को संरक्षित करने की आवश्यकता पर बल दिया। उन्होंने शोधकर्ताओं को अपने आविष्कारों को पेटेंट कराने और आईपीआर के माध्यम से देश की प्रगति में योगदान देने के लिए प्रेरित किया।

बरेली कॉलेज के जंतु विज्ञान विभाग की ओर से बुधवार को उत्तर प्रदेश सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी परिषद (यूपीसीएसटी) के सौजन्य से आयोजित कार्यशाला में देशभर से वैज्ञानिकों, शोधकर्ताओं, स्टार्टअप प्रतिनिधियों और विद्यार्थियों ने बढ़-चढ़कर भाग लिया। कार्यक्रम की शुरुआत करते हुए प्राचार्य प्रो. ओपी राय ने आईपीआर की समकालीन प्रासंगिकता और शिक्षा-जगत में इसके योगदान पर प्रकाश डाला। जंतु विज्ञान विभागाध्यक्ष एवं कार्यशाला की संयोजक प्रो. संगीता सिंह ने विभाग की स्थापना, उसकी शैक्षणिक उपलब्धियों और विकास यात्रा को साझा किया। आयोजन सचिव प्रो. राजेन्द्र सिंह ने कार्यशाला के उद्देश्यों, मुख्य विषयों और गतिविधियों की रूपरेखा प्रस्तुत की। उन्होंने कहा कि यह कार्यशाला शिक्षाविदों, शोधकर्ताओं और छात्रों में बौद्धिक संपदा अधिकारों के प्रति जागरूकता बढ़ाने की दिशा में एक सार्थक प्रयास है।

शोध वैज्ञानिक डीएचआर-आईसीएमआर और वाणिज्य एवं उद्योग मंत्रालय के अधिकृत पेटेंट अर्टार्नी डॉ. सोमेश मेहरा ने बौद्धिक संपदा के प्रकारों जैसे पेटेंट, ट्रेडमार्क, कॉपीराइट और पेटेंट की उपयोगिता, कानूनी अधिकार, नवाचार की सुरक्षा और आर्थिक लाभ पर प्रकाश डाला। उन्होंने पेटेंट कराने की मुख्य शर्तें नवीनता, नॉन-ओब्वियसनेस और औद्योगिक अनुप्रयोग को विस्तार से समझाया गया। उन्होंने बताया कि कौन से आविष्कार पेटेंट योग्य नहीं होते और पेटेंट आवेदन की प्रक्रिया कहां और कैसे फाइल करें और किस प्रकार पेटेंट प्राप्त किया जा सकता है।

डीडीपीआर सीआरआई के औषध मानकीकरण विभाग की डॉ. राखी मिश्रा ने पेटेंट की भूमिका पर प्रकाश डाला। उन्होंने बताया कि एक ही उत्पाद में कई आईपीआर्स (पेटेंट, ट्रेडमार्क, कॉपीराइट) हो सकते हैं। यह नवाचार में लगे ब्रेन, लेबर और संसाधनों की रक्षा करता है। पेटेंट से उपयोग, लाइसेंस, फ्रेंचाइज और मर्चेंडाइजिंग जैसे व्यावसायिक अवसर बनते हैं। डिजनी जैसे ब्रांड इसका उदाहरण हैं। श्रीलंका का ''जुगाड़ पेटेंट'' और ''मैजिक टैबलेट'' नवाचार इसकी संभावनाएं दिखाते हैं।

कार्यक्रम का संचालन प्रो. बीनम सक्सेना ने किया। कार्यशाला के दौरान विद्यार्थियों और शोधार्थियों ने अपने विचार, शोध निष्कर्ष और केस स्टडीज साझा कीं। कार्यक्रम के अंत में डॉ. सीमा कुदेसिया ने धन्यवाद ज्ञापन प्रस्तुत किया गया।

विद्यार्थियों को पुरस्कृत किया गया

इस दौरान बेस्ट पोस्टर प्रेजेंटेशन अवार्ड प्रदान किया गया, जिसमें सलोनी शर्मा, श्रीयान खान व अंश सिंह पहले, सलोनी यादव को दूसरे और लोकेंद्र कुमार शर्मा, मार्या शर्मा और करन कुमार को तीसरे स्थान पर रहे। इसके अलावा आउटस्टैंडिंग डेडीकेशन टू एनिमल वेलफेयर अवॉर्ड में आफरी जुल्फिकार और मुकेश कुमार को और बेस्ट मीडिया प्रभारी का अवार्ड अंजलि को दिया गया।

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

एप्रिल २०२५, वर्ष दुसरे
पुस्तिका अकरावी, मूल्य ५० रु.

संपादक : **शरद काळे**

कार्यकारी संपादक : **अरुण जोशी**

समन्वयक : **सुदेश हिंगलासपूरकर** (विश्वस्त, ग्रंथाली)

मुखपृष्ठ : **ग्रंथाली संगणक विभाग**

कार्यालयीन संपर्क

ग्रंथाली संगणक विभाग

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

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

BHIM UPI
SCAN & PAY
GRANTHALI

पत्रव्यवहार/वर्गणी पाठवण्याचा पत्ता
ग्रंथाली, १०१, १/बी विंग, 'द नेस्ट', पिंपळेश्वर को-ऑप. हौसिंग सोसायटी, टायकलवाडी, स्टार सिटी सिनेमासमोर, मनोरमा नगरकर मार्ग, माहीम (प.), मुंबई ४०००१६
फोन : २४२१६०५०

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

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

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

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

अनुक्रम

आल्हाद आपटे / ५
ब्लॉकचेन तंत्रज्ञान

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / ११
हवेच्या महालात राहणारे पाकोळी पक्षी

आनंद घारे / १५
विमानांची रचना आणि वेग

शरद काळे / २१
'गणकचक्रचुडामणी' ब्रह्मगुप्त

आनंद घैसास / २४
सुनीता विल्यम्सचे सुखरूप पुनरागमन

नरेंद्र गोळे / २९
अणुइंधनसंकुल

डॉ. स्वाती बापट / ३३
स्थूलत्व निवारण
'Calorie in-Calorie out Approach'मधील त्रुटी

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ३७
सायकल – विज्ञान आणि तंत्रज्ञान – भाग २

बिपीन भालचंद्र देशमाने / ४३
लसींचे विविध प्रकार

डॉ. रंजन गर्गे / ४८
वेद

मेधा लिमये / ५४
भारताच्या लोकसंख्येतील स्थित्यंतर

कविता / ५७
सुनीता – बाबा सुतार, अरण्यरुदन वसुंधरेचं! – शरद काळे

कुसुमसुत / ५८
ॲल्युमिनियम – एक अष्टपैलू मूलद्रव्य

संपादकीय...

दरवर्षी २२ एप्रिल हा दिवस जागतिक पृथ्वी वसुंधरादिन म्हणून साजरा केला जातो. २०२५ मध्ये या दिवसाची अधिकृत थीम आपली ऊर्जा, आपला ग्रह अशी असून, तिचा मुख्य उद्देश नवीकरणीय ऊर्जा स्वीकारण्याचे महत्त्व अधोरेखित करणे आणि २०३०पर्यंत नवीकरणीय स्रोतांमधून जागतिक वीजनिर्मिती तीनपट वाढवणे हा आहे. ERTHDAY.ORG या संस्थेने सरकारांना नवीकरणीय ऊर्जा प्राधान्याने स्वीकारावी यासाठी विनंती केली असून, नागरिकांनीही त्याला पाठिंबा द्यावा यासाठी ऑनलाइन याचिका स्वाक्षरीमोहीम आणि विविध कार्यक्रम आयोजित केले आहेत. नवीकरणीय ऊर्जेचे वैज्ञानिक महत्त्व विविध माध्यमांतून सातत्याने अधोरेखित केले जाते. नागरिकांनी तिचा अधिकाधिक उपयोग करावा यासाठी राज्य आणि केंद्र सरकारद्वारे प्रोत्साहनपर सवलती, जनजागृती मोहिमा आणि परिसंवाद आयोजित केले जातात.

नवीकरणीय ऊर्जा ही स्वच्छ, टिकाऊ आणि प्रदूषणरहित असते. सौर, पवन, जलविद्युत आणि जैवइंधन हे तिचे प्रमुख प्रकार आहेत. जीवाश्मइंधनांवर अवलंबित्व कमी केल्यास हरितगृह वायूउत्सर्जन कमी होऊन हवामानबदलावर नियंत्रण ठेवता येईल. मात्र, नवीकरणीय ऊर्जेच्या विस्तारासमोर अनेक तांत्रिक आणि सामाजिक आव्हाने आहेत. सौर आणि पवन ऊर्जे साठी अधिक कार्यक्षम व स्वस्त तंत्रज्ञान विकसित करणे गरजेचे आहे. सौरऊर्जा साठवण क्षमता, सौर पॅनेलवरील धुळीचा परिणाम आणि निकामी पॅनेलच्या व्यवस्थापनासंबंधी समस्या सोडवण्याची गरज आहे. तसेच, नवीकरणीय ऊर्जा प्रकल्पांसाठी मोठ्या प्रमाणात गुंतवणूक आवश्यक आहे, जी कशी उपलब्ध करायची हा मोठा प्रश्न आहे. प्रत्येक गावात गरजेनुसार एक सौरऊर्जाकेंद्र, जैविक अपशिष्ट आणि कृषिक्षेत्रातील अपशिष्ट यावर आधारित जैवऊर्जाकेंद्र आणि एक-दोन पवनऊर्जाकेंद्रे उभारली, तर हे उद्दिष्ट गाठणे शक्य होईल. त्यासाठी सरकारने धोरणात्मक बदल करून नवीकरणीय ऊर्जेला प्राधान्य द्यायला हवे. नवीकरणीय ऊर्जा स्वीकारल्याने वातावरणातील प्रदूषण कमी होईल, सार्वजनिक आरोग्य सुधारेल, शाश्वत विकासाला चालना मिळेल. नवीन रोजगारनिर्मिती होईल आणि स्थानिक अर्थव्यवस्था सुधारेल. सन २०२५च्या पृथ्वीदिनाची थीम आपली ऊर्जा, आपला ग्रह वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून अत्यंत महत्त्वाची आहे. जीवाश्मइंधनांवरील अवलंबित्व कमी करून नवीकरणीय ऊर्जा स्वीकारल्यास पृथ्वीच्या पर्यावरणाचे संरक्षण करता येईल. मात्र, हे उद्दिष्ट साध्य करण्यासाठी तांत्रिक, आर्थिक आणि धोरणात्मक पातळीवर मोठे बदल करावे लागतील. जागतिक स्तरावर ठोस पावले उचलल्यासच २०३०पर्यंतच्या उद्दिष्टांची पूर्तता होईल.

या महिन्यातील २५ एप्रिल हा दिवस जागतिक मलेरिया दिवस म्हणून पाळला जातो. पहिला जागतिक मलेरिया दिवस २५ एप्रिल २००८ रोजी पाळला गेला होता. हा दिवस जागतिक आरोग्य संघटना (WHO) आणि विविध आरोग्य संस्थांच्या माध्यमातून मलेरियाविरोधी लढ्यासाठी जागरूकता वाढवण्यासाठी आणि उपाययोजनांवर भर देण्यासाठी पाळला जातो. या दिवसाचे उद्दिष्ट म्हणजे मलेरियाची माहिती, प्रतिबंध आणि नियंत्रण यासंबंधी जागरूकता निर्माण करणे हे आहे. मलेरियाचा संसर्ग आणि प्रसार रोखण्यासाठी जे प्रतिबंधात्मक उपाय करायला हवेत त्यात मुख्यतः डास प्रतिबंधक उपाय महत्त्वाचे आहेत. आपल्या देशात आपण डासांच्या संख्येवर नियंत्रण ठेवू शकत नाही, ही बाब आपल्याला शोभा देत नाही. संध्याकाळच्या वेळी भारतातील जवळजवळ प्रत्येक शहरात आणि गावात डासांच्या झुंडीच्या झुंडी फिरत असतात. त्यांना पळवून लावण्यासाठी मोटारसायकलवरून केरोसिन किंवा डिझेल स्प्रे मारणारे फिरत असतात. त्यातून डासांचे किती नियंत्रण होते हा संशोधनाचा विषय आहे. त्या स्प्रेमुळे सर्वांचेच आरोग्य धोक्यात येऊ शकते. स्वच्छतेचा अभाव, सांडपाण्यावर प्रक्रिया नाही आणि सार्वजनिक उकिरडे यामुळे डासांची जी उत्पत्ती होते, ती फक्त लोकसहभागातूनच थांबवली जाऊ शकते. आपल्या घराभोवती किंवा इमारतींभोवती स्वच्छता राखण्याची जबाबदारी आपली नाही का? स्थानिक स्वराज्य संस्थांनी सांडपाणी प्रक्रियाकेंद्रे पूर्ण कार्यक्षमतेने चालवण्याची गरज आहे! त्याशिवाय गप्पी मासे वापरून डासांवर खात्रीने नियंत्रण राखता येते. परंतु त्यासाठी गप्पी माशांची पैदास करण्याची गरज आहे. ती करणेही अवघड नाही. त्यासाठी जी मानसिकताच हवी तिची त्रुटी स्थानिक स्वराज्य संस्थांमध्ये जाणवते. आपण शास्त्रीय उपायांनी डासांचे नियंत्रण करू शकतो, पण या विषयात तरी मानसिक उपाय करू शकत नाही!

'विज्ञानधारा' मासिकासाठी लेख लिहिण्याचे आवाहन महाराष्ट्रातील सर्व शिक्षकांना आणि महाविद्यालयीन प्राध्यापकांना करण्यात येत आहे. महाराष्ट्राबाहेर राहणाऱ्या विज्ञानलेखकांसाठीदेखील आवाहन करण्यात येत आहे. विज्ञानप्रसार कार्यासाठी ज्यांना हातभार लावण्याची उच्च आहे, त्या सर्वांचे विज्ञानधारा परिवारात स्वागतच आहे. पृथ्वीदिनाच्या सर्वांना मनःपूर्वक शुभेच्छा.

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

आल्हाद आपटे

ब्लॉकचेन तंत्रज्ञान

डिजिटल चलन हा विषय सध्या चलनी आहे. बिटकॉइन व इतर डिजिटल चलनांचा बोलबाला असल्याने आणि अनेक भारतीयांनी डिजिटल चलनात गुंतवणूक केली असल्याने या विषयाची दखल वृत्तपत्रे, नियतकालिके यांनी घेतलेली दिसते. हे डिजिटल चलन ज्या 'ब्लॉकचेन' तंत्रज्ञानावर आधारलेले आहे त्याविषयी आपण या लेखात अधिक जाणून घेऊ या.

आर्थिक किंवा इतर कोणत्याही प्रकारच्या देवाण-घेवाणींची नोंद असलेला ब्लॉकचेन हा एक डेटाबेस आहे. त्यात प्रत्येक नोंदीची एक विशिष्ट प्रकारची मांडणी असते. अशा मांडणीतील नोंदींच्या गटाला 'ब्लॉक' असे म्हटले जाते. देवाणघेवाणींची माहिती नोंदवण्याचे ब्लॉक हे एकक आहे. देवाणघेवाणीची नोंद असलेला प्रत्येक ब्लॉक आधीच्या ब्लॉकशी जोडलेला असतो. अशी ही ब्लॉकची शृंखला तयार होते. ही झाली ब्लॉकचेन. ही सर्व श्रृंखला एका डिजिटल खातेवहीत म्हणजे लेजरमध्ये संगणकावर लिहिली जाते.

डेटाबेस हे तंत्रज्ञान मोठ्या प्रमाणावर विशिष्ट मांडणीत माहिती संग्रहित करते आणि वापरकर्त्यांना कमीत कमी वेळात इच्छित माहिती इच्छित स्वरूपात सादर करण्याची क्षमता राखते. नेहमीच्या डेटाबेसमधील आणि ब्लॉकचेन डेटाबेसमधील माहितीच्या मांडणीत मोठा फरक आहे. नेहमीचा डेटाबेस हा तक्त्यांच्या स्वरूपात असून तो एक किंवा काही मोजक्या मध्यवर्ती सर्व्हरवर संग्रहित केलेला असतो. या उलट ब्लॉकचेनमधील माहिती देवाणघेवाणींच्या नोंदी असलेल्या ब्लॉकांच्या शृंखलेच्या स्वरूपात संग्रहित केलेली असून संपूर्ण श्रृंखलेची एक एक प्रत ब्लॉकचेनचा वापर करणाऱ्यांच्या प्रत्येक संगणकावर संग्रहित केली जाते. असा हा डेटाबेस विखुरलेल्या स्वरूपात असतो. हे सर्व संगणक पीअर-टू-पीअर तत्त्वावर कार्य करतात, म्हणजेच सर्व वापरकर्ते कोणत्याही मध्यवर्ती नियंत्रणाशिवाय आपसात परस्पर सहयोग व विनिमय करतात.

हे तंत्रज्ञान काय आहे, ते असे का आहे, त्याचे फायदे, तोटे कोणते आहेत हे जाणण्यासाठी आपण ते कसे उत्क्रांत होत गेले हे पाहणे उचित ठरेल.

ब्लॉकचेन तंत्रज्ञानाची उत्क्रांती

देवाणघेवाणींची माहिती एखाद्या ब्लॉकवर नोंदवण्याची क्रिया मानवी इतिहासात प्रथम आफ्रिकेतील टिग्रिस आणि युफ्रेटस या दोन नद्यांमधील प्रदेशातील, दोआबातील, मेसोपोटेमियन संस्कृतीत चार ते पाच हजार वर्षांपूर्वी वापरात होती.

तळहातात मावतील इतक्या आकाराच्या मातीच्या विटांवर सुमेरियन भाषेत, क्युनिफॉर्म लिपीत माहिती कोरून लिहिली जात असे. मानवी इतिहासातील क्रेडिट कार्डचा हा पहिला आविष्कार म्हटला पाहिजे. पण आजच्यासारखे त्यावर कोणतेही मध्यवर्ती नियंत्रण असण्याची गरज नव्हती. या दृष्टीने ते ब्लॉकचेन तंत्रज्ञानाच्या जवळचे आहे.

गेल्या ३०-४० वर्षांपासून कागदपत्रे, दस्तऐवज डिजिटल स्वरूपात संग्रहित करण्याची पद्धत रूढ होत आहे. आता डिजिलॉकरसारख्या शासकीय प्रणालींमधून आपली सर्व महत्त्वाची कागदपत्रे डिजिटल स्वरूपात संग्रहित होत

आहेत. अशी कागदपत्रे 'सॉफ्ट' रूपात असल्यामुळे त्यांची सुरक्षा व्यवस्था मजबूत नसेल तर त्यांच्यामध्ये फेरबदल करणे अत्यंत सोपे आहे. यासाठी अशा कागदपत्रांवर डिजिटल स्वाक्षरी केली जाते. डिजिटल स्वाक्षरी करण्यासाठी प्रथम त्या डिजिटल कागदपत्रावर हॅश फलन ही गणिती क्रिया करून त्याचे हॅश मूल्य काढले जाते. नंतर त्या हॅश मूल्याचे सार्वजनिक चावी प्रणाली (पब्लिक की सिस्टम) वापरून सांकेतिकीकरण केले जाते व ते सांकेतिक हॅश मूल्य मूळ कागदपत्राला जोडले जाते.

बेलकोअर प्रयोगशाळेत काम करणाऱ्या स्कॉट स्टॉरनेटा आणि स्टूअर्ट हेबर यांनी डिजिटल कागदपत्रांच्या सुरक्षेच्या प्रश्नाकडे १९९० च्या दशकात लक्ष दिले. कोणत्याही डिजिटल कागदपत्रावर

(१) त्याची वेळ नोंदवून तिचे 'टाइम स्टॅम्पिंग' करणे, आणि

(२) हॅश फलन ही गणिती क्रिया वापरून आणि येणाऱ्या उत्तराचे सांकेतिकीकरण करून, त्या कागदपत्राची एकमेवाद्वितीय अशी ओळख, डिजिटल स्वाक्षरी, तयार करणे,

या दोन प्रक्रियांद्वारे डिजिटल कागदपत्रे सुरक्षित करण्याची योजना त्यांनी बनवली.

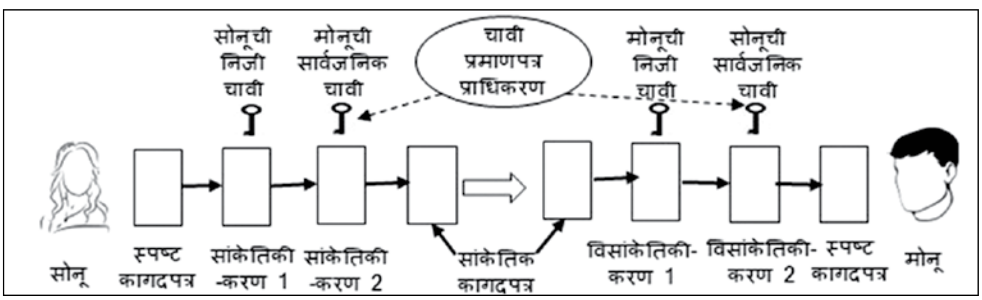
डिजिटल स्वाक्षरी असलेल्या कागदपत्रांना संग्रहित करण्यासाठी स्टॉरनेटा आणि हेबर यांनी ब्लॉकचेन ही पद्धत वापरली. यामध्ये प्रत्येक कागदपत्राला त्याच्या आधीच्या कागदपत्राचे हॅश मूल्य जोडले. अशा रितीने एका कागदपत्रावरून दुसऱ्या कागदपत्राकडे पोहोचणे सुकर झाले. या कागदपत्रांची सूची तयार करताना त्यांनी वृक्षरचना (वंशवृक्ष बनवताना वापरतात तशी) ही रचना पद्धती वापरली. यामुळे कागदपत्रे शोधण्याच्या कामाला लागणारा वेळ कमी झाला. स्टॉरनेटा आणि हेबर यांनी या तंत्रज्ञानाची पेटंटे मिळवली आणि एक स्वतंत्र कंपनी स्थापून डिजिटल टाइम स्टॅम्पिंग सेवा सुरू केली आणि ब्लॉक चेन तंत्रज्ञानाची पायाभरणी केली.

सार्वजनिक चावी प्रणाली

एखाद्या डिजिटल माहितीचे सुरक्षिततेसाठी सांकेतिकीकरण करायचे असेल तर त्यासाठी गणिती प्रक्रियेचा वापर केला जातो. एक डिजिटल चावी घेऊन त्यायोगे क्लिष्ट गणिती प्रक्रिया करून मूळ माहितीचे सांकेतिक माहितीत रूपांतर केले जाते. सार्वजनिक आणि वैयक्तिक चाव्या असणाऱ्या प्रणालीमध्ये या दोन्ही चाव्या वेगवेगळ्यापण परस्परपूरक असतात. सार्वजनिक चावीने सांकेतिकीकरण केल्यास वैयक्तिक चावीने ती माहिती मूळ स्वरूपात रूपांतरित करता येते. आणि त्या विरुद्ध प्रक्रियाहीकरता येते. वैयक्तिक चावीही केवळ ज्याची त्यालाच माहीत असते, तर सार्वजनिक चावी ही सर्व संबंधित व्यक्तींना मिळू शकते.

समजा, सोनू या व्यक्तीला मोनू या व्यक्तीकडे काही माहिती गुप्त स्वरूपात पाठवायची असेल, तर सोनू प्रथम स्वतःच्या वैयक्तिक चावीने विशिष्ट गणिती प्रक्रियेने त्या माहितीचे सांकेतिकीकरण करते आणि त्यावर मोनूच्या सार्वजनिक चावीने पुन्हा एकदा तीच गणिती प्रक्रिया करून आणखी एकदा सांकेतिकीकरण करते. मोनूकडे ही माहिती पोहोचते तेव्हा तो प्रथम स्वतःच्या चावीने आणि नंतर सोनूच्या सार्वजनिक चावीने, असे दोनदा विसांकेतिकीकरण करून ती माहिती पुन्हा मूळ स्पष्ट रूपात आणू शकतो.

मोनूची चावी फक्त त्यालाच माहीत असल्याने तोच माहिती मूळ स्वरूपात आणू शकतो. त्यामुळे माहिती गुप्त राखण्याचे कार्य साध्य होते. तसेच, सोनूची सार्वजनिक चावी वापरूनच माहिती मूळ स्वरूपात येऊ शकत असल्यामुळे, ती सोनूच्या चावीने सांकेतिक बनवली असल्याची खात्री पटते. त्यामुळे ती माहिती सोनूनेच पाठवली आहे असल्याचे आणि माहिती बिनचूक व पूर्ण असल्याचे प्रमाणीकरण होते. सांकेतिकीकरणाची ही संपूर्ण परस्परक्रिया मानक पद्धतीने चालते. सध्या सार्वत्रिकपणे होत असलेले बँकेचे ऑनलाइन व्यवहार सार्वजनिक चावी प्रणालीवर आधारलेल्या पद्धतीनेच गुप्त आणि प्रमाणित राखले जातात.



हॅश फलन आणि डिजिटल स्वाक्षरी

हॅश फलन (हॅश फंक्शन) ही एक गणिती प्रक्रिया आहे. त्यामध्ये एका आकाराने मोठ्या असलेल्या माहितीचे आकाराने छोटे असलेले एक असे रूप तयार होते की त्या छोट्या माहितीवरून मूळ मोठी माहिती शोधून काढता येण्याची शक्यता जवळजवळ शून्य असते. हॅश फलनाचा उपयोग डिजिटल स्वाक्षरी करण्यासाठी केला जातो. डिजिटल स्वरूपातील एखाद्या कागदपत्रावर ही गणिती प्रक्रिया करून त्याचे हॅशमूल्य काढले जाते. त्या कागदपत्रावर ज्याची स्वाक्षरी करायची असेल त्याच्या निजी चावीने त्या हॅश मूल्याचे संकेतिकीकरण केले जाते. हे सांकेतिक हॅशमूल्य कागदपत्राला जोडल्यावर त्या कागदपत्रावर त्या विशिष्ट व्यक्ती किंवा संस्थेची डिजिटल स्वाक्षरी होते. तेच हॅशमूल्य असलेला दुसरा कोणताही मजकूर तयार करणे अशक्य असल्यामुळे त्या हॅशमूल्याने खऱ्या मूळ कागदपत्राचे प्रमाणीकरण होते.

ब्लॉकचेन तंत्रज्ञानाचा वापर वाढला तशी त्यातील दस्तऐवजांची संख्या वाढली आणि त्यांचा संग्रह करणे, इच्छित दस्तऐवज शोधणे ही कामे अधिकाधिक बिकट होऊ लागली. यावर उपाय म्हणून त्याच दशकात मर्कल ट्री हे, १९७९ मध्ये राल्फ मर्कल यांनी शोधलेल्या हॅश ट्री या संकल्पनेवर आधारित, तंत्रज्ञान निर्माण झाले. ही रचना म्हणजे डेटाबेसमधील सर्व ब्लॉकच्या हॅशमूल्यांची वृक्षरचना असते. अशा वृक्षरचनेमुळे मोठ्या डेटाबेसमधून ब्लॉक शोधण्याची क्रिया अधिक वेगाने होते.

२००४ मध्ये स्टीफन कॉन्स्ट यांनी सांकेतिकीकरणातून सुरक्षित बनवलेल्या डेटाश्रृंखलेची संकल्पना मांडली. ही पद्धती वापरून कोणत्याही डेटा ब्लॉकचा मागोवा वृक्ष रचनेतील त्याच्या मुळापर्यंत काढता येतो आणि त्यायोगे तो डेटा ब्लॉक अधिकृत किंवा प्रमाणित असण्यावर शिक्कामोर्तब करता येते.

आतापर्यंत, म्हणजे एकविसाव्याा शतकाच्या पहिल्या दशकाच्या मध्यावर, हे ब्लॉक चेन तंत्रज्ञान कोठवर उत्क्रांत झाले होते त्याचा वरीलप्रमाणे आढावा घेतला तर काय काय साध्य झालेले आढळते?

विविध प्रकारच्या देवाणघेवाणींची माहिती डेटा ब्लॉकच्या स्वरूपात मांडून त्यांची श्रृंखला बनवणे आणि कोणत्याही मध्यवर्ती नियंत्रणाशिवाय ती सर्व वापरकर्त्यांकडे वितरित करणे.

मोठ्या प्रमाणावर असे ब्लॉक असलेल्या डेटाबेसमधून इच्छित ब्लॉक वेगाने शोधून काढण्यासाठी वृक्षाप्रमाणे रचना असलेली पद्धती वापरणे.

डेटा ब्लॉकचे प्रमाणीकरण करण्याची पद्धती विकसित करणे.

या प्रक्रियांमधून देवाणघेवाणीची माहिती संग्रहित करण्याची पुढील गुणधर्म असलेली एक प्रणाली विकसित झाली–

देवाणघेवाणींची माहिती संग्रहित करण्याची एक सुरक्षित प्रणाली निर्माण झाली, जी विविध प्रकारच्या छेडछाडीपासून मुक्त होती.

या प्रणालीत भाग घेणाऱ्यांसाठी सर्व माहिती पारदर्शकतेने उपलब्ध होती.

या माहिती–प्रणालीला शासन किंवा बँक अशा कोणत्याही मध्यवर्ती नियंत्रणाची गरज नव्हती.

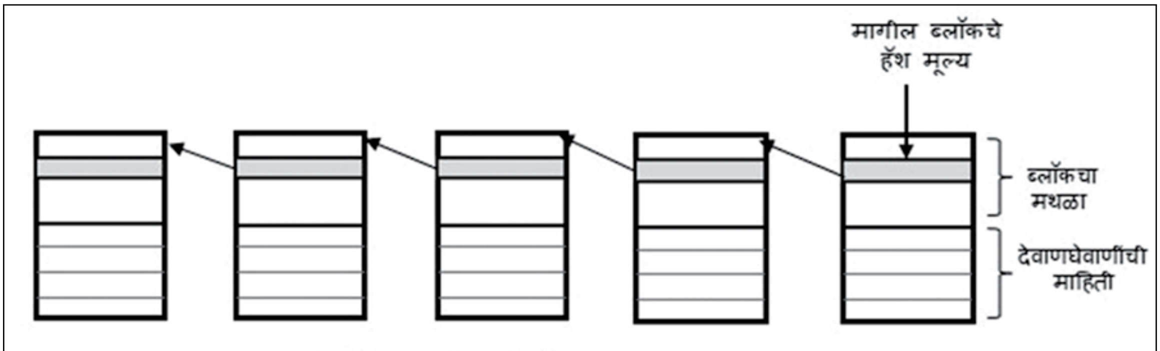
सन २००८ मध्ये तोवर विकसित झालेले ब्लॉकचेन तंत्रज्ञान संकलित व सुधारित करून ‘Peer to Peer Electronic Cash System’ हा शोधनिबंध सातोशी नाकामोटो या टोपणनावाने प्रकाशित करण्यात आला. ही एक व्यक्ती आहे की संस्था किंवा आणखी काही हे अजूनही माहीत नाही. त्याच्याच पुढील वर्षी नाकामोटो यांनी अशी एक कॅश प्रणाली बिटकॉइन या नावाने संदर्भ प्रणाली म्हणून अमलात आणली. पुढे रोख रकमेची देवाणघेवाण करणाऱ्या आणि

ब्लॉकचेनची रचना

ब्लॉकचेनच्या प्रत्येक ब्लॉकमध्ये ब्लॉकचा मथळा आणि त्या ब्लॉक मधील सर्व देवाणघेवाणींची माहिती असते.

मथळ्यामध्ये इतर आवश्यक माहिती खेरीज त्या ब्लॉकचे हॅशमूल्य आणि त्या आधीच्या ब्लॉकचे हॅशमूल्य या दोन्ही संख्या असतात. त्यामुळे तो ब्लॉक आधीच्या ब्लॉकला जोडला जातो. अशा रितीने ब्लॉकची शृंखला तयार होते. श्रृंखलेतल्या पहिल्या ब्लॉकमध्ये आधीच्या ब्लॉकचे हॅशमूल्य शून्य असते. त्याचा ब्लॉक–क्रमांक (ब्लॉक हाईट) शून्य असतो.

आधीच्या ब्लॉकचे हॅशमूल्य, एक एक करून, शृंखलेतील त्याआधीच्या प्रत्येक ब्लॉकवर् अवलंबून असल्यामुळे ते आधीच्या सर्व ब्लॉकांमधील माहितीच्या खरेपणाला प्रमाणित करते. शून्य क्रमांकाच्या ब्लॉकला प्रमाणित करण्यासाठी ते बदलताना न येणाऱ्या (हार्डकोडेड) स्वरूपात संग्रहित केले जाते.



ब्लॉक जोडून झालेली शृंखला

ब्लॉकचेन तंत्रज्ञानावर आधारलेल्या अशा अनेक प्रणाली विकसित झाल्या. २०१४ सालानंतर ब्लॉकचेन तंत्रज्ञानावर आधारलेली आणखीही काही उपयोजने अस्तित्वात आली. या तंत्रज्ञानाच्या सार्वत्रिक वापरामुळे ब्लॉक, चेन हे मुळात दोन शब्द असले तरी आता ब्लॉकचेन हा एक नवीन स्वतंत्र शब्द म्हणून मान्यता पावला आहे.

बिटकॉइन

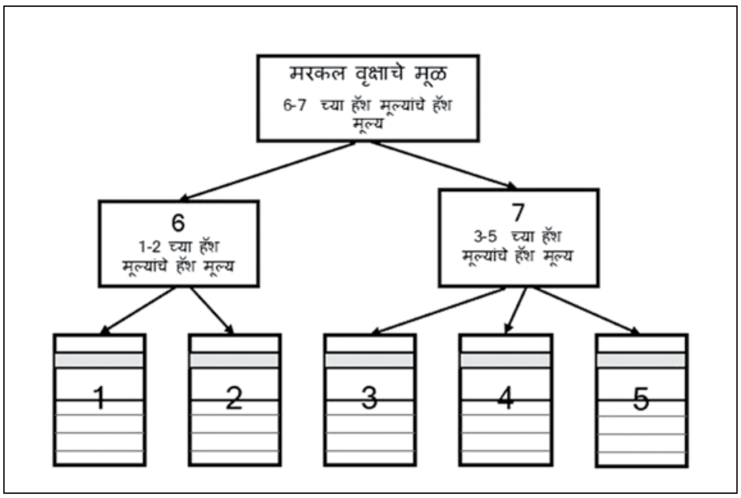
ब्लॉकचेन तंत्रज्ञानावर आधारलेल्या प्रणालीचे कार्य कसे चालते हे थोडक्यात पाहण्यासाठी आपण बिटकॉइन या प्रचलित प्रणालीचे उदाहरण घेऊ.

बिटकॉइन हे एक डिजिटल चलन असून या चलनातील रोख रकमेचे व्यवहार कोणत्याही मध्यवर्ती प्रणालीशिवाय सुरक्षितपणे करता येतात. यात डिजिटल सांकेतिकीकरणाचा सुरक्षिततेसाठी वापर केलेला असल्यामुळे अशा प्रकारच्या चलनांना 'क्रिप्टोकरन्सी' असे म्हणतात. याच्या वापरकर्त्याकडे याचे एक ॲप असते. ते वापरकर्त्याचा आभासी चलनातील बटवा असल्याप्रमाणे काम करते. ते ॲप वापरून तो बिटकॉइन चलनातील रोख व्यवहार करू शकतो. बिटकॉइन वापरत असलेल्या अशा दुसऱ्या सहयोगी व्यक्तीशी देवाणघेवाण झाल्यानंतर त्या देवाणघेवाणीची सर्व माहिती त्यावर डिजिटल स्वाक्षरी करून नेटवर्कवरून सर्व बिटकॉइन वापरकर्त्यांकडे ब्रॉडकास्ट केली जाते. 'मायनिंग' या प्रक्रियेतून तिची छाननी करून ती प्रत्येक वापरकर्त्याच्या संगणकात तात्पुरती साठवली जाते.

विशिष्ट सॉफ्टवेअर आणि हार्डवेअर असलेले कोणतेही संगणक मायनिंग प्रक्रियेत भाग घेऊ शकतात. असे सर्व संगणक देवाणघेवाणीच्या आलेल्या माहितीचे सत्यापन करतात. असे करणाऱ्या एकूण संगणकांपैकी ५० टक्क्यांहून अधिक संगणकांनी ही माहिती सत्य असल्याबद्दल आपली सहमती दाखवली की ती माहिती प्रमाणीकृत होते. प्रमाणीकृत झालेल्या

मर्कल वृक्ष

ब्लॉकचेन एकरेषीय असते. एखादा इच्छित ब्लॉक शोधण्यासाठी सर्व ब्लॉकांचा शोध घेण्याची आवश्यकता निर्माण होऊ शकते. त्यात खूप वेळ आणि ऊर्जा व्यतीत होते. यासाठी या सर्व ब्लॉकांचा मरकल वृक्ष बनवला जातो. देवाणघेवाणींची माहिती असलेले ब्लॉकही वृक्षाची पाने असतात. एका शाखेवरील पानांच्या सर्व हॅश मूल्यांचे हॅशमूल्य म्हणजेच त्या शाखेची ओळख. अशा एकत्र जोडलेल्या शाखांच्या हॅश मूल्याचे हॅश मूल्य म्हणजे त्याच्यावरील शाखेची ओळख. अशा रीतीने ही वृक्ष रचना तयार होते. यामुळे इच्छित ब्लॉकचा शोध घेण्यासाठी लागणारा जास्तीत जास्त वेळ हा त्या वृक्षातील सर्व ब्लॉकांच्या संख्येच्या लॉगॅरिदम इतका असतो.



देवाणघेवाणींनी उचित संख्या गाठली की त्या माहितीचा एक ब्लॉक बनवला जातो. या ब्लॉकचे सुरक्षा नियम अतिशय कडक असतात. डिजिटल स्वाक्षरी असल्यामुळे माहितीमध्ये कोणीही किंचितही जरी बदल केला तरी त्याच्या पुढील सर्व ब्लॉक आपोआप अवैध ठरल्याचे लक्षात येते. त्यामुळे माहितीत बदल केलेला लगेच समजून येतो. थोडक्यात, एकदा देवाणघेवाणीची माहिती सत्यापित होऊन ब्लॉकमध्ये साठवली की त्यामध्ये कोणीही कधीही बदल करू शकत नाही.

बिटकॉइनच्या प्रत्येक ब्लॉकमध्ये सुरुवातीस आधीच्या ब्लॉकचे हॅशमूल्य, ब्लॉकची तारीख, वेळ, ब्लॉकचा आकार हे सर्व समाविष्ट असलेला एक मथळा असतो. या मथळ्यानंतर सर्व देवाणघेवाणींची पर्याप्त माहिती असते. सर्व ब्लॉकांची एक वृक्षरचना बनवून संग्रहित केली जाते. प्रत्येक ब्लॉकच्या मथळ्यामध्ये वृक्षाच्या मुळाशी असलेल्या ब्लॉकचे हॅशमूल्यदेखील संग्रहित असते. ते रचनेतील सर्व ब्लॉकांचे फलित असल्याने त्या अर्थाने प्रत्येक ब्लॉकमध्ये त्याच्या वृक्षाची ओळख पटवणारी खूण राहते.

देवाणघेवाणींचे प्रमाणीकरण करून, म्हणजेच मायनिंग करून, त्यांना त्या त्या ब्लॉकमध्ये साठवणारे अनेक संगणक या प्रणालीत असतात. बिटकॉईन प्रणालीत त्यांना मायनर म्हणतात. ब्लॉकचेन श्रृंखलेमध्ये नवीन ब्लॉक भरण्यासाठी ते सर्व एकमेकांशी स्पर्धा करतात. त्यासाठी त्यांना एक सांकेतिकीकरणाचे गणित सोडवावे लागते, जे एका यादृच्छिक (रँडम), स्वैरपणे निवडलेल्या, संख्येवर आणि हॅश फलनावर आधारलेले असते. ज्यावेळी त्या गणिताचे उत्तर एका ठरावीक संख्येहून कमी येते तेव्हा ते गणित सुटले असे मानले जाते. सर्वात प्रथम जो मायनर हे गणित सोडवेल तो स्पर्धा जिंकतो व श्रृंखलेत नवीन ब्लॉकची भर घालू शकतो. त्याबद्दल त्याला मेहनतानाही मिळतो. मायनरच्या संगणकाने वेळ व ऊर्जा खर्च केल्याचा पुरावा देणाऱ्या या पद्धतीला 'प्रूफ ऑफ वर्क' असे म्हटले जाते.

बिटकॉइनमध्ये एका ब्लॉकचा आकार एक ते चार मेगाबाइट इतका असतो. त्यामध्ये साधारणपणे २००० ते ३००० देवाणघेवाणी सामावलेल्या असतात. ब्लॉक तयार होण्यास साधारणपणे दहा मिनिटे लागतात. त्यानंतरच देवाणघेवाणीतील विहित रक्कम विहित खात्यात जमा होते. पुढचे पाच ब्लॉक तयार झाले की मगच त्या पाच ब्लॉकांच्या आधीचा ब्लॉक अंतिम मानला जातो. त्यानंतरच तो लेजरमध्ये लिहिला जातो. बिटकॉइनमधील सर्व देवाणघेवाणी लेजरमध्ये लिहिल्या जातात. त्यामुळे लेजरचा साईज क्रमशः वाढत चालला आहे. दहा वर्षांपूर्वी ३२ गिगाबाइट असलेला आकार आता सहाशे गिगाबाइटच्या वर गेला आहे.

बिटकॉइन या चलनाच्या मूल्यात फार मोठे चढउतार होत असल्याने ते त्यादृष्टीने अनियंत्रित, असुरक्षित मानले जाते. काही देशांनी या चलनाला अधिकृत चलन म्हणून मान्यता दिली आहे. भारताने कोणत्याही क्रिप्टोकरन्सीमधील गुंतवणुकीवर आयकर लावून या चलनाची दखल घेतली आहे, त्यांना एक मालमत्ता म्हणून मान्यता दिली आहे; परंतु त्यांना रुपयाप्रमाणे देशातील एक चलन म्हणून मान्यता दिलेली नाही. रिझर्व्ह बँकेने स्वतःचे डिजिटल रुपया हे चलन प्रायोगिक तत्त्वावर जारी केले आहे. ते ब्लॉकचेनचा वापर करते, परंतु त्यावर बँकांचे आणि रिझर्व्ह बँकेचे नियमन आहे. एक डिजिटल रुपयाचे मूल्य नेहमी एक कागदी रुपयाइतकेच असते.

बिटकॉइनमध्ये मायनिंग करून 'प्रूफ ऑफ वर्क' देणारे संगणक संख्येने खूप जास्त असून त्या प्रत्येकाला जटिल असे गणिती काम करावे लागते. यामध्ये खूप मोठी संगणकशक्ती आणि विद्युतऊर्जा वाया जाते, अशी टीका केली जाते. तसेच, ज्यांच्याकडे उच्च क्षमता असलेले संगणक आहेत तेच मायनर बनू शकतात, इतरांना त्यापासून वंचित राहावे लागते अशी ही टीका यावर होते. यावर उपाय म्हणून काही नवीन ब्लॉकचेन प्रणाली 'प्रूफ ऑफ वर्क' ऐवजी 'प्रूफ ऑफ स्टेक' पद्धती वापरतात. या पद्धतीमध्ये ब्लॉकचे प्रमाणीकरण करणाऱ्या व्यक्ती, पर्यायाने त्यांचे संगणक, काही मूल्य पणाला लावतात. असे पणाला लावलेले मूल्य आणि ती व्यक्ति किती काळापासून सदस्य आहे हे पाहून यादृच्छिक पद्धतीने प्रमाणीकरण कर्त्याची निवड होते. या पद्धतीमध्ये संगणकशक्ती आणि विद्युतऊर्जा तर वाचतेच, शिवाय प्रमाणीकरण करण्याच्या कामाचे वाटप अधिक समान होते.

ब्लॉकचेनची उपयोजने

कसलेही शासकीय नियंत्रण नसलेले चलन ही संकल्पना क्रांतिकारी असल्याने ब्लॉकचेन तंत्रज्ञानाचे हे उपयोजन खूप लोकप्रिय झाले. मात्र २०१४च्या सुमारास काही वित्तीय संस्थांनी व प्रौद्योगिकी क्षेत्राने त्याकडे एक तंत्रज्ञान म्हणून विशेष लक्ष द्यायला सुरुवात केली आणि त्यातून या तंत्रज्ञानाची आवृत्ती दोन, आवृत्ती तीन अशा आवृत्त्या तयार होऊन त्यांची इतर उपयोजने अस्तित्वात येऊ लागली.

विकेंद्रित ॲप, डीॲप, हा अशा उपयोजनांचा एक प्रकार आहे. ब्लॉकचेनमध्ये ज्याप्रमाणे डेटाबेस विकेंद्रित असतो त्याचप्रमाणे संगणकशक्तीचा वापरदेखील विकेंद्रित

पद्धतीने करणारी ही ॲप आहेत. याउलट आपल्या वापरात असलेली साधारण डीॲप एखाद्या मध्यवर्ती सर्वरवर, किंवा एखाद्या विशिष्ट संगणकावरून चालतात. सोशल मीडियाची सेवा देणारी ट्विटर, व्हॉट्सॲप यांसारखी ॲप मध्यवर्ती सर्व्हर चालवतात. आपल्या मोबाईलमध्ये त्यांचे फक्त एक वापरकर्ता (क्लायंट) ॲप असते.

विकेंद्रित ॲप ही, मूळ संगणक कार्यक्रम मुक्त स्वरूपात उपलब्ध असलेली (ओपन सोर्स), तसेच विकेंद्रित पद्धतीने चालणारी, सॉफ्टवेअर वापरतात, उदाहरणार्थ, इथेरियम. त्यामुळे आपल्याला करायचे संगणक कार्य कोणत्याही मध्यवर्ती संगणकावर न चालता नेटवर्कवरील त्या विशिष्ट ब्लॉकचेनमध्ये सहभागी असलेल्या एका किंवा अनेक संगणकांवर चालू शकते. बिटकॉइन हे डीॲप पद्धतीने चालणारे सॉफ्टवेअर आहे. ब्लॉकचेनमध्ये एखाद्या वस्तूवरील किंवा मालमत्तेवरील स्वामित्वाचे प्रमाणीकरण करणारे अहस्तांतरणीय टोकन (नॉन-फंजिबल टोकन) ही एक संकल्पना आहे. अहस्तांतरणीय, म्हणजे विशिष्ट मान्य प्रक्रियेची पूर्तता झाल्याशिवाय स्वामित्त्वाचे हस्तांतरण न होणारी. खास कलाकृती, विशेष मालमत्ता अशा वस्तूंचे हस्तांतरण करताना विशिष्ट कायदेशीर, प्रक्रिया पार पाडावी लागते. नॉन-फंजिबल टोकनद्वारे मालमत्तांची खरेदीविक्री करण्यासाठी ब्लॉकचेन तंत्रज्ञान वापरले जात आहे.

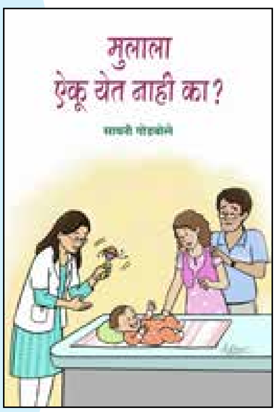
स्मार्ट करारदेखील ब्लॉकचेनच्या उपयोजनांचा एक प्रकार आहे. याचे सॉफ्टवेअर एका किंवा अनेक सहभागी संगणकांवर चालते. यामध्ये पूर्वनियोजित विहित अटींची पूर्तता झाल्यावर पूर्वनियोजित करार स्वयंचलित पद्धतीने कार्यवाहीत येतो. उदाहरणार्थ, एखाद्या मालाच्या पुरवठा साखळीमधील अटी पूर्ण झाल्यावर त्याच्या मोबदल्याचे भुगतान स्वयंचलित पद्धतीने केले जाते. किंवा स्थावर मालमत्तेच्या पूर्वअटी पूर्ण झाल्यावर तिचे हस्तांतरण केले जाते.

ब्लॉक चेन तंत्रज्ञानाची आता अनेक उपयोजने चालवली जात आहेत. वित्तीय संस्थांचे प्रकल्प, पुरवठा साखळी, आरोग्यसेवा, विमासेवा, विद्युतपुरवठा, व्यापार, प्रवासी सेवा, शासकीय सेवा, तसेच या सेवांमध्ये वापरले जाणारे आणि विविध उपकरणांना इंटरनेटच्या कक्षेत आणणारे 'इंटरनेट ऑफ थिंग्ज' हे तंत्रज्ञान, अशी ब्लॉकचेनचा वापर करणारी वैविध्यपूर्ण उपयोजने आज कार्यरत आहेत. उत्तम कार्यक्षमता, कमी खर्च अशा लाभांबरोबरच कोणतेही मध्यवर्ती नियंत्रण नसणे हे ब्लॉकचेनचे एक आकर्षण आहे. पण त्याचबरोबर कोणतेही नियमन नसणे हा एक धोकाही आहे. बिटकॉइन सारख्या क्रिप्टोकरन्सी किती काळापर्यंत स्थिरपणे तग धरून कार्य करू शकतील हे अनिश्चित असल्याचे काहीजण मानतात. परंतु आजच्या घटकेला मोबाइल फोन, डिजिटल कॅमेरा, यांच्याप्रमाणे ब्लॉकचेन तंत्रज्ञानही एक उलथापालथ घडवणारे, डिसरप्टिव, तंत्रज्ञान ठरले आहे.

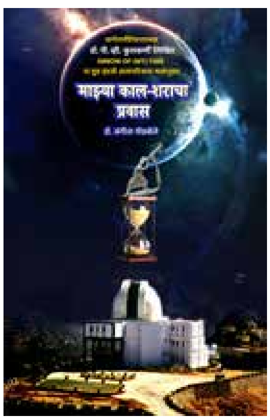
– आल्हाद आपटे
alhad.apte@gmail.com

॥ग्रंथाली॥

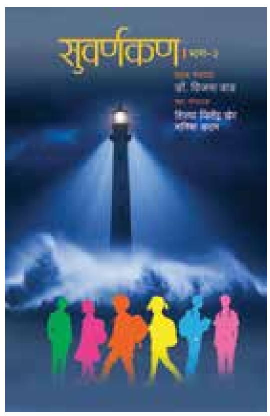
प्रसिद्ध होणारी पुस्तके



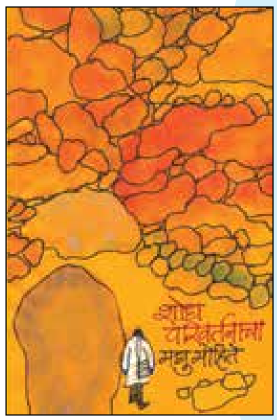
मूल्य २५० रुपये
सवलतीत १५० रुपये



मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये



मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये



मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

हवेच्या महालात राहणारे पाकोळी पक्षी (swiftlet)

२० मार्च हा दिवस चिमणी दिवस म्हणून साजरा केला जातो. चिमण्यांचे अस्तित्व टिकावे व त्यांच्या जीवनक्रमाचा अंदाज सर्वसामान्यांना व्हावा जेणेकरून चिमण्यांचा अधिवास संरक्षित राहण्याकरता व त्यांचे जीवन सुगम करण्याकरता हा प्रयत्न केला जात आहे.

समुद्रविश्वाच्या या भागात आपण चिमण्यांसारखाच दिसणारा पण टोकेरी व दुभंगलेली शेपटी असणारा, उडताना boomerang प्रमाणे दिसणारा, थोडासा तपकिरी – काळसर अशा पाकोळी या पक्ष्याची माहिती घेऊ. हा पक्षी humming bird चा जवळचा नातेवाईक आहे. पाकोळी किंवा स्विफ्ट या पक्ष्याचे शास्त्रीय नाव Apus apus असे असून स्थलांतर करणाऱ्या पक्षांच्या समूहात यांना गणले जाते. यांच्या एकूण २० प्रजाती असून ९५ उपजाती आढळतात. भारतात साधारण १७ जाती आढळतात. याचे शास्त्रीय नाव 'Apus' या एका ग्रीक शब्दापासून तयार झालेले आहे. Apus म्हणजे पाय नसलेला (without feet). या स्विफ्ट पक्ष्यांना मात्र पाय असतात, मात्र ते आकाराने फारच लहान असतात. संध्याकाळच्या वेळेस आकाशात वेड्यावाकड्या घिरट्या घालताना ह्या फ्लाईंग डिस्कसारख्या दिसणाऱ्या पाकोळ्यांना तुम्ही पाहिलेच असेल.

आपल्या या अती जलद उड्डाणादरम्यान पायाची अडचण होऊन उडण्याचा वेग कमी होऊ नये याकरता उत्क्रांती दरम्यान यांच्या पायाचा आकार कमी झाला असावा तसेच त्यांच्या पायांच्या बोटांची रचना इतर पक्ष्यांच्या पायाच्या बोटांपेक्षा फार वेगळी असते. स्विफ्ट पक्ष्यांच्या पायाची सगळी बोटे पुढील बाजूस वाकलेली असतात तर इतर पक्ष्यांची दोन किंवा तीन बोटे पुढच्या बाजूस वाकलेली असून बाकीची मागील बाजूने म्हणजेच उलटया दिशेने असतात जेणेकरून त्यांना झाडांच्या फांद्या पकडता याव्यात तसेच जमिनीवर चालता यावे. स्विफ्ट पक्ष्यांना मात्र त्यांच्या पायांचा तसा फारसा उपयोग नसतो. घरटे बांधताना भिंतीवर लटकण्याकरता ते आपल्या पायाचा उपयोग करतात. एकूण आयुष्याच्या ८० टक्क्यांपेक्षा अधिक काळ ते आकाशातच घालवतात. आकाशालाच यांनी घर बनवल्याने अगदी पाणी पिण्याकरता देखील ते जमिनीवर उतरत नाहीत. उडता उडता पाण्याच्या प्रवाहातील पाणी झटकन चोचीने पिऊन घेतात किंवा आकाशात पावसाचे थेंब चोचीत झेलून हे पक्षी आपली तहान भागवतात. किती अजब सवयी आहेत यांच्या! हा पक्षी तुम्हाला नुसत्या घिरट्या घालताना दिसतो, परंतु खरे तर तो आपले अन्न मिळवत असतो. हवेत उडणारे कीटक, लहान फुलपाखरे, डास यांना पकडण्यासाठी स्विफ्ट पक्ष्याचे ते अविरत प्रयत्न असतात.

या पक्ष्यांचे खाणेपिणे तर हवेतच होते, परंतु घिरट्या

स्विफ्टच्या पायाची पुढे वाकलेली बोटे

भिंतीस लटकलेले घरटे

सूप बनवण्याकरिता स्वच्छ केलेली घरटी

घालत घालत झोपदेखील घेतली जाते. त्यामुळे खऱ्या अर्थाने ते संपूर्णपणे आकाशातच आपले बरेचसे आयुष्य घालवतात. वर्षातल्या बारा महिन्यांतील दोन महिन्यांचा विणीचा हंगाम सोडला तर बाकीचे दहा महिने ते आकाशात सहजपणे व्यतीत करतात. विश्रांती सर्वच जीवांकरता आवश्यक असते मात्र या पक्ष्यांना उडता उडता कशी बरे विश्रांती घेता येत असेल?

तर मेंदूचे जे प्रमुख दोन भाग पडतात (right and left hemispheres) त्यातला एक भाग एका वेळेस विश्रांती घेतो, पण अर्धा भाग बाकीचे काम सांभाळतो. अशाप्रकारे विश्रांती घेत असतानाही हे पक्षी एका अर्थी जागे राहून सुरक्षितपणे अगदी तीन हजार मीटरपर्यंतच्या उंचीवरदेखील आकाशात विहार करू शकतात. यावेळेस ते आकाशातील गरम हवेच्या प्रवाहांचाही आधार घेतात जे प्रवाह या पक्ष्यांना एका ठरावीक वेगाने सहजपणे उडण्यास मदत करतात. कॉमन स्विफ्ट या पक्ष्याची पिल्ले मोठी होऊन जेव्हा आपले घरटे सोडतात तिथपासून पुन्हा त्यांचा विणीचा हंगाम येईपर्यंतचा संपूर्ण काळ ते आकाशातच व्यतीत करतात. अडीच हजार ते तीन हजार मीटरच्या उंचीवरून साधारण ५७० ते ८०० किलोमीटर एवढे अंतर ते एका दिवसात पार करतात. हा अतिप्रचंड वेग गाठण्याकरता यांचे पंख त्यांना मदत करतात. आजपर्यंतच्या नोंदणीत संशोधकांना यांचा सर्वात जास्त वेग ताशी १११ किलोमीटर एवढा आढळून आलेला आहे. संपूर्ण जगातली यांची संख्या साधारण ९५ दशलक्षच्या आसपास असते. पंखांसकट यांची लांबी साधारण ३६ ते ४० सेंटिमीटर एवढी असते, तर साधारण वीस वर्षांपर्यंतचे यांचे आयुर्मान आहे. कीटक हे त्यांचे आवडीचे अन्न आहे. विणीचा दोन महिन्यांचा कालावधी ते आपले घरटे बांधण्यात व अंड्यांचे तसेच पिलांचे संरक्षण करण्यात आणि संगोपन करण्यात घालवतात. याही दरम्यान यांचा बराच वेळ अन्न मिळवण्यासाठी आकाशात घिरट्या घालण्यात जातो.

पाकोळी (swift Bird)

यांची घरटी झाडावर आढळत नाहीत तर समुद्र-किनाऱ्यालगत असलेल्या खडकाळ डोंगरातल्या कपारींमध्ये, डोंगरातल्या गुहेमध्ये किंवा रिकाम्या पडीक व अंधाऱ्या इमारतींच्या छताखालील खाचांमध्ये असतात. जेणेकरून आकाशात झटकन त्यांना झेप घेता यावी व पुन्हा घरट्यात लवकर परतता यावे.

मी माझ्या लहानपणी अनेकदा, संध्याकाळी समुद्र-किनाऱ्यावर फिरताना उंच आकाशात घिरट्या घालताना या पक्ष्यांना पाहिलंय. आकाशात काळ्या चकत्या वेगाने फिरवाव्यात तशा काहीशा या पाकोळ्या दिसत. यांची घरटी मालवण तालुक्याजवळच असलेल्या निवती या भागात आढळून आलेली होती. त्याकाळी एवढ्या जास्त प्रमाणात व संध्याकाळी सहजच आकाशात पाहिल्या पाहिल्या दिसणाऱ्या या पाकोळ्या आजकाल अगदीच दिसेनाशा झालेल्या आहेत. अगदी शोधावे लागते त्यांना. कुठे गेल्या साऱ्या पाकोळ्या? माझ्या मनात हे विचार घिरट्या घालत राहतात.

असे काय झाले असेल की ज्याने पाकोळ्यांची संख्या गेल्या काही दशकांत कमी झाली आहे?

अर्थात Least Concerned असा IUCN चा स्टेटस यांना मिळाला असला तरी कमी होत जाणारा त्यांचा आकडा पर्यावरणाचा सारासार विचार करायला नक्कीच भाग पाडतो. यांचे मुख्य कारण म्हणजे कीटकांची संख्या असावी. वाढत्या शहरीकरणांमुळे, रासायनिक कीटकनाशकांच्या फवारणीमुळे हवेतील कीटकांची संख्या दिवसेंदिवस कमी होत आहे. उपद्रवी कीटकांबरोबर या कीटकनाशकांचा प्रभाव उपयोगी कीटकांवरदेखील होत आहे. त्यामुळे अन्नाच्या कमतरतेमुळे-देखील पाकोळ्यांच्या संख्येत घट होत जात असावी. पावसाळ्यात, वादळांमध्ये किंवा अतिवृष्टीच्या काळात यांना अन्नाची कमतरता नक्कीच जाणवत असावी. बदलत्या हवामानाचा परिणाम त्यांच्या स्थलांतरावरदेखील होत आहे असे काही संशोधकांचे म्हणणे आहे.

स्विफ्ट पक्ष्याचे घरटे हे चीन, जपान, हाँगकाँग, मलेशिया यासारख्या आशियाई देशांमध्ये फार प्रसिद्ध आहे. या घरट्यापासून सूप व तत्सम पदार्थ बनवले जातात. Collocalia Fuciphaga, C. germanis, C. maxima, C. Unicolor या जातींच्या पाकोळ्यांच्या घरट्यांचा उपयोग विविध अन्नपदार्थ बनवण्यासाठी केला जातो. हे पक्षी आपल्या लाळेने त्यांची घरटी बनवतात. नर स्विफ्ट पक्षी कोरड्या, उंचावरच्या अंधाऱ्या जागेत घट्ट लाळेचे थर एकावर एक चढवून साधारण खोलगट बशी प्रमाणे आकार असलेले खोपे अर्थात घरटे भिंतीवरील खाचेत बांधतात. यांचे घरटे लहान असून सफेद रंगाचे व थोडेफार चमकदार असे असते. काही स्विफ्ट पक्षी आपल्या लाळेबरोबरच गवताच्या पात्या, माती, पाने व पिसे यासारख्या घटकांचा वापर घरटे बांधताना करतात.

स्विफ्ट पक्षाचे लाळेचे घरटे

थव्याने उडताना स्विफ्ट पक्षी

एक घरटे बांधून पूर्ण व्हायला साधारण वीस दिवसांचा कालावधी या पक्ष्याला लागतो. जे खाण्यालायक घरटे असते ते मात्र फक्त लाळेनेच बनलेले असते. त्यात दुसरे कुठलेच घटक मिसळलेले नसतात.

TCM म्हणजेच ट्रॅडिशनल चायनीज मेडिसिनद्वारे कित्येक असाध्य रोगांवर इलाज केले जातात, तसेच आरोग्य सुधारण्याकरता व रोगप्रतिकारक क्षमता वाढण्याकरता टीसीएमचा वापर जगभरात होत आहे. या प्रकारातील एक औषध म्हणजे ही स्विफ्ट पक्ष्यांची घरटी आहेत.

Anti aging, Growth promoting व प्रतिकारकशक्ती वाढवण्याकरता यांचा वापर औषध म्हणून केला जातो. Bird's Nest soup म्हणून हे फारच लोकप्रिय आहे. तसेच इतरही अनेक खाद्यपदार्थ या घरट्यांपासून बनवले जातात. २०२४मधील या एडिबल बर्ड्स नेस्टची आर्थिक उलाढाल हाँगकाँगमध्ये साधारण तीन बिलियन डॉलर एवढी आहे. काही वर्षांपूर्वी ही घरटी फक्त सुकवून विक्रीकरता आणली जात असत. आता तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने व जागतिक खाद्यसंस्कृतीतील नवीन नवीन शोधांमुळे या घरट्यांपासून विविध उत्पादने बनली गेली आहेत. जसे इन्स्टंट नूडल्स असतात तसे काहीसे इन्स्टंट पदार्थ बनवण्यात या क्षेत्रातील व्यवसायिकांना यश आलेले आहे.

Sam (१९९१) व त्याच्या सहकाऱ्यांनी या घरट्यावर शास्त्रोक्त पद्धतीने अभ्यास केला होता त्यात त्यांना आढळले की ही घरटे पिष्टमय पदार्थांनी, काही प्रथिनांनी व काही खनिज द्रव्यांनी बनलेली गेली आहेत. या घरट्यांच्या अभ्यासाकरता स्कॅनिंग इलेक्ट्रॉन मायक्रोस्कोपी, एनर्जी डिस्पर्सिव्ह एक्स-रे मायक्रो ॲनालिसिस तसेच फ्लेम ऑटॉमि

क इमिशन स्पेक्ट्रोस्कोपी यांसारख्या तांत्रिक उपकरणांची साहाय्यता घेता येऊ शकते असेही त्यांनी दाखवून दिले.

Glycoprotein आणि Carbohydrates (Galactosamine) ७.२ टक्के, Glucosamine ५.३ टक्के, Galactose १६.९ टक्के, Fucose ०.७ टक्के) यांनी बनलेल्या या घरट्यात Sialic Acid हा घटक ९ टक्के एवढा असतो. जो वाढ होणाऱ्या लहान मुलांमध्ये बुद्धिमत्ता वाढण्यास तसेच त्यांची मज्जासंस्था विकसित करण्यास मदत करतो. याच्यावर आजही संशोधन चालू आहे. Amino acids व Mineral salts देखील या घरट्यांचे प्रमुख घटक आहेत. 3 non-essential amino acids (Aspartic acid, Glutamic acid व Praline) आणि 2 essential amino acids (Threonine and Valine) हेसुद्धा या घरट्याचे काही घटक आहेत. तसेच, यांत सोडियम व कॅल्शियम सॉल्टदेखील मुबलक प्रमाणात असलेले दिसून येतात.

मॅग्नेशियम, झिंक, मँगनीज व आयर्न हेदेखील थोड्याफार प्रमाणात आढळतात.

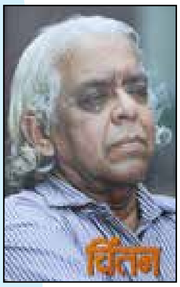
हे सारे घटक मनुष्याच्या शरीराच्या जडणघडणीत किंवा दुरुस्तीच्या कामात तसेच रोगप्रतिकारक क्षमता (Immuno enhancing effect) वाढवण्यासाठी उपयोगी पडतात. पेशी विभाजनात या घटकांचा फार महत्त्वाचा वाटा असतो.

सलग २०० दिवसांपर्यंत सतत आकाशात उडत राहणारे हे स्विफ्ट पक्षी भूक व शारीरिक ताण कसा बरे सहन करत असावेत, हा प्रश्न आहे, तसाच प्रश्न आहे, यांच्या संख्येत अशीच घट होत राहणार आहे का आणि एक दिवस आपल्याला त्यांना Threatened species असा स्टेटस द्यावा लागणार आहे का?

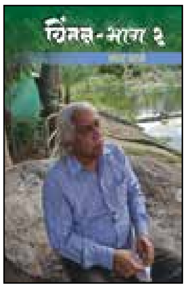
– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

ग्रंथाली

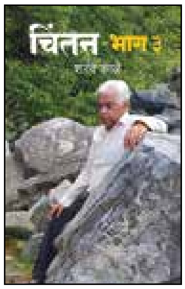
शरद काळे यांची विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके



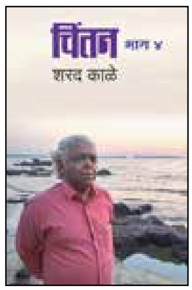
मूल्य ६०० रु.
सवलतीत ३५० रु.



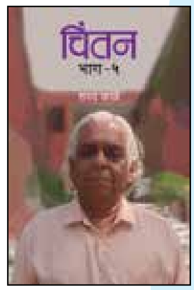
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



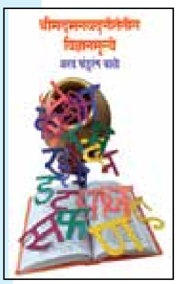
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.

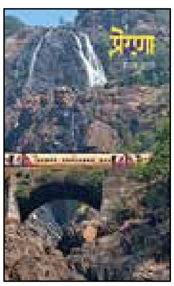


मूल्य ५०० रु.
सवलतीत ३०० रु.



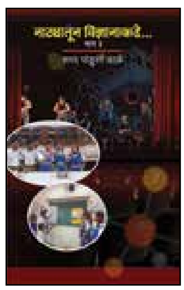
मूल्य ५०० रु.
सवलतीत ३०० रु.


मूल्य ४०० रु.
सवलतीत २५० रु.

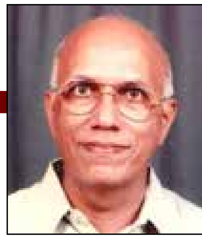


मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.

मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.


मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.

मूल्य ३०० रु.
सवलतीत १८० रु.



आनंद घारे

विमानांची रचना आणि वेग

विमानांचा शोध लागल्यानंतर आतापर्यंत असंख्य प्रकारची विमाने तयार केली गेली आहेत. यातले सहा प्रकार आकृती १मध्ये दाखवले आहेत. बॅटरीच्या शक्तीवर आकाशात उड्डाण घेणाऱ्या चिमुकल्या खेळण्यापासून महाकाय जंबोजेटपर्यंत अनेक आकारांची विमाने तयार केली गेली आहेत आणि नवनवीन डिझाइनची विमाने तयार केली जात आहेत. टेहेळणी करण्यासाठी, हल्ला करण्यासाठी, संरक्षण करण्याठी आणि प्रशिक्षण देण्यासाठी वायुदलातच खास प्रकारची विमाने असतात. एक-दोनपासून सात-आठशेपर्यंत उतारूंना घेऊन त्यांना एका उड्डाणात दोन-चारशेपासून दहा-बारा हजार किलोमीटर दूर नेण्यासाठी किंवा फक्त सामानाच्या वाहतुकीसाठी वेगवेगळ्या प्रकारची विमाने नागरी उपयोगात असतात. जमिनीवरून जाणाऱ्या वाहनांपेक्षा खूप जलदगतीने जाऊन इच्छित ठिकाणी लवकर पोचणे हा त्या सर्वांचा मुख्य उद्देश असतो.

राइटबंधूंनी बनवलेली विमाने बायप्लेन प्रकारची म्हणजे दोन्ही बाजूला दोन दोन पंख (एक खाली आणि एक वर) असलेली होती. विस्तारलेल्या पंखांमुळे त्या सर्वच विमानांची रुंदी सुमारे तेरा मीटर (चाळीस फूट) आणि लांबी सुमारे सात ते दहा मीटर (वीस ते तीस फूट) होती. परंतु तो एक कापडांनी आच्छादलेला सळ्यांचा रिकामा सांगाडा असायचा आणि त्यात फक्त एक दोन माणसेच उघड्यावर कशीबशी बसून किंवा पालथी पडून ते विमान चालवत. फक्त काही उत्साही आणि धाडसी लोकच ते काम करू शकत,

आकृती १

आकृती २ – विमानरचना वेग

म्हणून इतरांच्या उपयोगासाठी त्यात सुधारणा होत गेल्या. वैमानिकांना बसायला सोयिस्कर आसन आणि थंडी, वारा, ऊन वगैरेपासून त्यांचे संरक्षण करण्यासाठी केबिन दिली गेली.

राइटबंधूंच्या काळातच हलके वायू भरलेल्या फुग्यावर उडणारी विमाने युरोपात निघाली होती. अशा प्रकारची झेपेलिन विमाने घेऊन १९०९मध्ये जर्मनीमध्ये डेलॅग नांवाची हवाई वाहतूक करणारी जगातील पहिली व्यावसायिक कंपनी सुरू झाली होती. आकाराने ही विमाने सव्वाशे ते दीडशे मीटर (सुमारे चार–पाचशे फूट) लांब इतकी प्रचंड होती. ती सगळी पोकळी हवेपेक्षा हलक्या अशा वायूने भरलेली असे. एका विशाल रिकाम्या पात्राच्या खालच्या बाजूला एक छोटीशी केबिन जोडून त्यात माणसांना बसण्याची किंवा सामान ठेवण्याची जागा असायची. पहिले महायुद्ध सुरू होताच त्या जागेत बाँबगोळे भरून शत्रूवर हवाई हल्ले करणे सुरू झाले. ध्यानीमनी नसताना येणाऱ्या या अक्राळविक्राळ राक्षसासारख्या भयावह अस्मानी संकटाने नागरिक व सैनिक आधी घाबरून गेले. मग त्याचा प्रतिकार करण्यासाठी विमानविरोधी तोफा निघाल्या. तसेच चपळाईने हालचाल करून हवेतून त्यांच्यावर गोळ्या झाडणारी छोटी विमाने तयार करण्यात आली. झेपेलिनचा आकार अवाढव्य असल्यामुळे त्याच्यावर नेम धरणे सोपे होते. त्याचा पातळ पत्रा फाटला की आतील हलका वायू बाहेर पडून ते विमान खाली कोसळायचे. अशा माऱ्यापुढे निभाव लागणे अवघड झाल्यामुळे झेपेलिन विमाने निष्प्रभ झाली आणि कायमची मागे पडली.

विमानाचा शोध लागल्यापासून पहिले महायुद्ध सुरू होण्यापर्यंतच्या दहा–अकरा वर्षांच्या काळात विमानउद्योगात मुख्यत: लष्करी उपयोगासाठीच वाढ झाली. शत्रूच्या सैन्यावर अचानक हवेमधून हल्ला करून बाँब टाकणे या कामासाठी युद्धकाळात त्या विमानांचा चांगला उपयोग केला गेला. पुढच्या काळातही विमानदलाच्या उपयोगासाठी अधिकाधिक मजबूत पण वजनाने हलक्या पदार्थांचा आणि एअरोडायनॅमिक्समधील प्रगतीचा उपयोग करून अधिकाधिक वेगाने व उंचीवर उडणारी, तसेच अधिक अंतर पार करणारी अशी विमाने विकसित होत गेली. हेन्री फोर्ड यांच्यासारख्या प्रसिद्ध उद्योगपतींनी या क्षेत्रात प्रवेश केल्यानंतर त्यांनी धातूच्या पत्र्याचे संपूर्ण कवच असलेले विमान बाजारात आणले, त्यात अधिकाधिक प्रवाशांना बसण्याची आणि सामान ठेवण्याची सोय केली आणि आज आपल्याला जशी विमाने दिसतात तसा आकार त्यांना प्राप्त झाला. पुढील काळात अधिकाधिक

माणसे किंवा सामान उचलून दूरवर नेण्यासाठी मोठ्या आकाराची व अधिक शक्तिशाली विमाने बांधली गेली आणि व्यावसायिक वाहतुकीसाठी त्यांचा उपयोग वाढत्या प्रमाणावर होत गेला. निरनिराळ्या टप्प्यांमध्ये होत गेलेल्या सुधारणा आकृती २मध्ये दाखवल्या आहेत. यातली पहिली चार प्रोपेलर, आणि त्यानंतर जेट, सुपरसॉनिक आणि हायपरसॉनिक विमाने दाखवली आहेत.

निरनिराळ्या प्रकारांच्या विमानांच्या रचनेमध्ये फरक असला तरी आकृती ३मध्ये दाखवल्याप्रमाणे सगळ्या विमानांमध्ये चार मुख्य भाग असतात. १. फ्युजलेज, २. पंख, ३. इंजिन, ४. टेल सेक्शन. ज्याला विमानाची बॉडी म्हणता येईल अशा त्याच्या मुख्य अंगाला फ्युजलेज असे नाव आहे. फार पूर्वीच्या काळी ते पातळ फळ्यांचे असे, त्यानंतर लोखंडी पत्र्याचे झाले आणि त्या पुढील काळात आता ते ॲल्युमिनियमचे असते. विशिष्ट विमानांसाठी हलका आणि मजबूत कार्बन फायबरही वापरला जातो. फ्युजलेजच्या कॉकपिट या समोरच्या भागात सगळे कंट्रोल पॅनेल आणि नियंत्रण करणारी उपकरणे असतात. विमानाच्या उड्डाणाशी संबंधित असलेली सगळी महत्त्वाची माहिती तिथल्या डायल्स आणि डिस्प्ले स्क्रीनवर सतत दाखवली जात असते. त्यांच्या साहाय्याने तिथे बसून पायलट विमान चालवतात. कॉकपिटला लागूनच मागच्या बाजूला असलेल्या केबिनमध्ये प्रवाशांनी बसण्याची व्यवस्था केलेली असते. त्यात फर्स्ट क्लास, बिझनेस क्लास, इकॉनॉमी क्लास वगैरे वर्ग असतात. खूप मोठ्या विमानातली केबिन दोन मजल्यांची असते. मोठ्या आकाराच्या विमानातील केबिनच्या खाली असलेल्या रिकाम्या भागात सगळे अवजड सामान ठेवले जाते. प्रवासी फक्त एक लहानशी हँडबॅग घेऊन केबिनमध्ये जातात. बहुतेक सगळ्या विमानांचे फ्युजलेज लांबट आकाराचे असते. हवेचा विरोध कमी करण्यासाठी सुपरसॉनिक विमानाचे फ्युजलेज समोरच्या आणि मागील बाजूने निमुळते केले जाते.

आकृती ३

विमानाला हवेत तरंगण्यासाठी लागणारी लिफ्ट मुख्यतः त्याच्या पंखांमधून मिळते, यासाठी हे पंख पुरेसे रुंद आणि दूरवर पसरलेले असतात. त्यांना एरोफॉइलचा आकार दिलेला असतो, त्या आकारामुळे हे पंख हवेमधून वेगाने पुढे जात असतात तेंव्हा ते हवेला खाली दाबतात आणि खालच्या बाजूची हवा त्यांना वर उचलून धरते. या पंखांवर बसवलेले फ्लॅप आणि स्लॅट फिरवून थ्रस्ट आणि ड्रॅगचे नियंत्रण केले जाते. पंखांच्या टोकांना जोडलेली विंगलेट ड्रॅग कमी करतात. विमानाला खाली उतरवताना त्याचा वेग आणि उंची कमी करण्यासाठी लावायचे ब्रेकसुद्धा पंखांवरच बसवलेले असतात. त्यांना उभे केल्यावर ड्रॅग वाढतो. त्यामुळे विमानाचा वेग कमी

आकृती ४
विमानाची रचना

होतो. पंखांच्या पोकळीत विमानाचे इंधन साठवायच्या टाक्या असतात. विमानाचा वेग हवेतील ध्वनीच्या वेगापेक्षाही जास्त असेल तर पंखामधून मिळणाऱ्या लिफ्ट आणि ड्रॅगचे प्रमाण बदलते. ड्रॅग कमी करण्याच्या दृष्टीने सुपरसॉनिक विमानांच्या पंखांचा आकार बदलून त्यांना त्रिकोणी आकार दिला जातो.

निसर्गाने सगळ्या पक्ष्यांना आकाशात उडण्यासाठी अनुकूल असे आकार दिले आहेत. त्यात टोकदार चोच, लांबट शरीर आणि विस्तारलेले पंख येतात. खूप उंच उडून दूरवर भरारी मारणाऱ्या पक्ष्यांना अधिक बळकट आणि लांबरुंद पंख दिले आहेत. विमानांची रचना करतानासुद्धा त्यांचे आकार साधारणपणे पक्ष्यांसारखेच केले जातात (आकृती ४). त्यात एवढाच फरक आहे की पक्षी त्यांच्या पंखांची जोरजोरात फडफड करून वर जातात आणि आपले पंख पसरून तरंगत राहतात. विमानाचे पंखसुद्धा त्यांना तरंगत ठेवायला मदत करतात, आणि त्यांना वेगाने हवेत पुढे जाण्याचा जोर इंजिनांकडून मिळाल्यावर ते पंखच हवेला खाली ढकलून विमानाला वर उचलतात. झेपेलिन विमान मात्र हलक्या वायूने भरलेले असल्यामुळे तरंगते. त्याला सगळी लिफ्ट या वायूमधून मिळत असल्यामुळे त्यासाठी पंखाची गरज नसते.

जेट विमानांची इंजिने पंखांनाच जोडलेल्या नॅसेलमध्ये बसवलेली असतात, तर प्रोपेलर विमानाची इंजिने कॉकपिटच्याही समोर किंवा पंखांवर बसवून त्यांना प्रोपेलर म्हणजे अजस्र आकाराचे आणि वेगाने फिरणारे पंखे जोडलेले असतात. इंजिनांचे मुख्य काम विमानाला पुढे ढकलणारा थ्रस्ट देण्याचे असते, त्याशिवाय विमानाला लागणारी वीजही तीच निर्माण करतात. इंजिनांचा विकास विमानाच्या वेगाशी निगडित असल्यामुळे त्याचा तपशील पुढे विस्ताराने दिला आहे.

विमानाच्या टेलच्या (शेपूट) भागात दोन आडवे आणि एक उभा स्टॅबिलायजर असतो. ते विमानाच्या पिच आणि यॉ हालचालींना थोपवून विमानाला स्थिरता देतात. स्टॅबिलायजरवरील रडर विमानाला डाव्या किंवा उजव्या बाजूला वळवतो. पायलटकडे असलेल्या पॅडलना दाबून तो रडरला योग्य त्या दिशेने फिरवतो.

सुरुवातीच्या काळात मोटारीच्या इंजिनासारखे इंजिन विमानाचा पंखा (प्रोपेलर) फिरवण्यासाठी वापरले जात होते. ते इंजिन सिलिंडरमध्ये इंधनाचे ज्वलन करून निर्माण होणाऱ्या वायूंच्या दाबाने पुढे-मागे करणाऱ्या पिस्टन्सवर चालत होते. प्रोपेलरची वेगाने गरगर फिरणारी पाती समोरील हवेला वेगाने मागे ढकलतात, त्यामधून विमानाला पुढे नेण्यासाठी थ्रस्ट मिळतो आणि विमान पुढे जाते. त्या पुढे जाण्याच्या क्रियेमुळे पंख हवेला खाली दाबून विमानाला वर उचलतात. समुद्रसपाटीवरून उंच उंच जाताना हवा विरळ होत जाते त्यामुळे विमानाला प्रतिकार करणारा हवेचा ड्रॅग कमी होतो तसेच थ्रस्ट आणि लिफ्टसुद्धा कमी होत जातात यामुळे त्यांचे गणित बिघडते. प्रोपेलर विमान विशिष्ट मर्यादेपलीकडे वेग वा उंची गाठू शकत नाही. त्यानंतर आलेल्या गॅस टर्बाइनमध्ये इंधनाला जाळून तयार झालेल्या उष्ण हवेचा झोत टर्बाइनच्या पात्यांना वेगाने फिरवतो. त्याचा उपयोग विमानाचा पंखे फिरवण्यासाठी करण्यात आला. हे टर्बोप्रोपेलर जास्त परिणामकारक व वजनाच्या मानाने अधिक शक्तिशाली असत. यामुळे विमानाचा वेग वाढवता आला व विमान उडवताना अधिक उंची गाठण्यात आली.

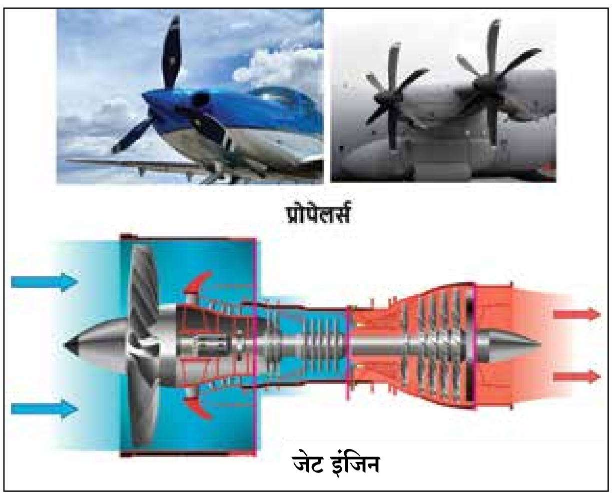
तरीसुद्धा विमानाला लागणारा थ्रस्ट मिळवण्यासाठी त्याला आजूबाजूच्या हवेवरच अवलंबून राहावे लागत असल्यामुळे त्यात एक मर्यादा येते. ती ओलांडून पुढे जाण्यासाठी वेगळ्या प्रकारचे इंजिन तयार केले गेले. रॉकेटमधील ज्वालाग्राही पदार्थांचा भडका एकदम उडून प्रचंड प्रमाणात ऊष्ण वायू निर्माण होतात. त्यांना एका चिंचोळ्या मार्गाने खालच्या बाजूने बाहेर सोडले की त्यांचा एक शक्तिशाली झोत (जेट) तयार होतो. त्या वायूंच्या झोताच्या प्रतिक्रियेने रॉकेट आभाळात उडवले जाते. त्याऐवजी इंजिनातल्यासारखे थोडे थोडे इंधन जाळत गेले तरी त्या प्रमाणात गरम वायू निर्माण होतात. तेही असेच अरुंद मार्गाने बाहेर सोडल्यास त्यांचा झोत निर्माण होतो. या तत्वावर चालणाऱ्या जेट इंजिनात होणाऱ्या ज्वलनासाठी समोरच्या हवेला इंजिनात ओढून घेतले जाते. इंजिनाला जोडलेल्या कॉम्प्रेसरने हवेचा दाब आधीच वाढवला जातो. इंधनाच्या ज्वलनातून निर्माण झालेल्या उष्णतेमुळे त्याचे आकारमान वाढते. या तप्त व प्रचंड दाब असलेल्या हवेला अरुंद वाटेने (नॉझलमधून) मागच्या दिशेने बाहेर सोडले जाते. त्यातून अतिशय वेगवान असा झोत (जेट) निर्माण होतो. त्याच्या प्रतिक्रियेने विमान वेगाने पुढे जाते. जेट विमान आजूबाजूच्या कमी दाबाच्या हवेतसुद्धा वेगाने पुढे जाऊ शकते. विरळ हवेचा विरोधही कमी होत असल्यामुळे त्यावर मात करण्यासाठी कमी थ्रस्ट पुरतो. या कारणासाठी जेट विमाने जास्त उंचीवरून उडवली जातात. हे दोन्ही प्रकार आकृती ५मध्ये दाखवले आहेत.

जेट इंजिन तयार करण्यातली मुख्य अडचण अशी होती की अशा प्रकारच्या अतितप्त हवेचे तापमान व खूप जास्त दाबाचा जोर दीर्घकाळ सहन करणारे, त्या झोताच्या घर्षणाने

न झिजणारे असे मिश्रधातू तयार करून त्यांना आपल्याला हवा तसा आकार देता यायला हवा. एकदाच उड्डाण घेणाऱ्या रॉकेटमध्ये वापरण्यात येणारे पदार्थ आणि दीर्घकाळ विमान चालवण्यासाठी आवश्यक असलेले पदार्थ वेगळे असतात. विज्ञान व तंत्रज्ञानाची अनेक मार्गाने प्रगती होत असताना त्यातून नवनवीन मिश्रधातू निर्माण होत गेले त्यांचा उपयोग करून जेट इंजिनांचा विकास होत गेला.

जेट इंजिन तयार होऊन त्याच्या साहाय्याने उडणारे पहिले विमान जर्मनीमध्ये दुसरे महायुद्ध सुरू होण्याच्या काही दिवस आधी उडवले गेले. वेग व उंचीबाबतचे पूर्वीचे सर्व उच्चांक त्याने आपल्या पहिल्याच उड्डाणात मोडीत काढले. जेट इंजिनाच्या शोधाने विमानबांधणीच्या विश्वाला एक नवे परिमाण प्राप्त झाले. त्यानंतर थोड्याच दिवसांत इंग्लंडनेही जेट विमान तयार केले व त्या पाठोपाठ अमेरिकेनेही. युद्धाशी संबंधित सर्व देशांत युद्धपातळीवर विकास व संशोधन करून तशी विमाने शेकड्यांनी बनवली गेली व दोन्ही बाजूंनी या नव्या प्रकारच्या लढाऊ विमानांचा भरपूर उपयोग करून घेतला.

दुसऱ्या महायुद्धानंतरच्या काळात नागरी हवाई वाहतुकीसाठी जेट विमानांचा उपयोग वाढत्या प्रमाणात होत गेला. जास्तीत जास्त उतारूंना घेऊन दूरचा पल्ला गाठण्यासाठी हल्ली वापरली जाणारी बोइंग, एअरबस आदी बांधणीची सारी विमाने जेट इंजिनावर चालतात. एकापाठोपाठ एक निघणाऱ्या त्यांच्या नवनव्या मॉडेलमध्ये जास्तीत जास्त प्रवासी वा सामान भरण्यासाठी त्यांचा आकार मोठा होत गेला. सुमारे आठ-साडेआठशे उतारूंना नेणारी सुमारे पाऊणशे मीटर लांब आणि रुंद विमाने आता वापरात आली आहेत. जगातील सर्व प्रमुख शहरांना जोडणारी विमानसेवा आता जेट



आकृती ५ – विमानरचना वेग

विमानाद्वारे केली जाते. त्यांच्या सुरक्षित उड्डाणासाठी अद्ययावत यंत्रसामुग्रीने युक्त अशा मोठमोठ्या विमानतळांची आवश्यकता असते. ती सर्वच ठिकाणी बांधणे आर्थिकदृष्ट्या शक्य नसते. त्यामुळे थोड्या उतारूंना घेऊन लहान गावांना जाण्यासाठी प्रोपेलरवर चालणारी विमाने अजूनही सर्रास उपयोगात आहेत. तसेच, खाजगी उपयोगात येणारी, हौस म्हणून उड्डाण करणाऱ्यांच्या शौकासाठी वापरली जाणारी अशी अनेक लहान आकाराची विमाने प्रोपेलरवर चालतात. थोड्या प्रवाशांना किंवा थोडे वजन घेऊन, कमी उंची गाठणारी व जवळचे अंतर पार करणारी विमाने प्रोपेलरवर आणि खूप वजन घेऊन लांब पल्ला उड्डाण करणारी किंवा आभाळात खूप उंच उडणारी व वेगवान विमाने जेटवर चालावी अशी सर्वसाधारण विभागणी झाली आहे.

ऑर्विल राइट यांनी १९०३मध्ये केलेले पहिले सुनियंत्रित उड्डाण १२ सेकंदांत १२० फूट दूर गेले, म्हणजे सेकंदाला १० फूट किंवा ताशी ७ मैल (११कि.मी.) त्याच दिवशी विल्बर राइट यांनी ५९ सेकंदात ८५३ फूट अंतर उडून पार केले. म्हणजे सेकंदाला सुमारे १४ फूट आणि ताशी १० मैल (१६किमी). १९०९मध्ये फ्रान्समध्ये विमानांची पहिली आंतरराष्ट्रीय शर्यत घेण्यात आली. त्यात कर्टिस यांचे विमान ताशी ४६.५ मैल (७४किमी) इतका वेग नोंदवून पहिले आले. जर्मनीमध्ये विकसित झालेल्या झेपेलिन विमानाने पहिल्या महायुद्धाच्या सुरुवातीस ताशी ८० किलोमीटर वेग व हवेतील २००० मीटर उंची गाठली होती. त्यात सुधारणा करून ताशी शंभराहून अधिक वेग घेण्यात आला व ५००० मीटरपेक्षा अधिक उंची गाठण्यात यश मिळाले. मात्र अधिक उंचीवर हवेतील कडक थंडीचा परिणाम होऊन त्यामुळे अपघात होऊ लागले. युद्धातले दोन्ही पक्ष अधिकाधिक वेगाने अधिकाधिक उंची गाठणारी इतर प्रकारची विमाने युद्धपातळीवर विकसित करत गेले. तासाला शंभर ते दोनशे किलोमीटर इतक्या वेगाने उडू शकणारी विमाने दोन्ही बाजूंनी युद्धात आली.

पहिल्या महायुद्धानंतरच्या काळात विमानाचा वेग, वजन व पल्ला या तिन्ही बाबतींत विलक्षण सुधारणा होत गेली. प्रवासी वाहतूक करणारी विमाने सर्रास ताशी तीन-चारशे किलोमीटरच्या वेगाने उडू लागली. सैनिकी विमानांचा जास्तीत जास्त वेग सहाशेच्या घरात गेला. आधी सर्व विमाने पिस्टन इंजिनावर चालत. तीन हजार किलोमीटर उंचीवर हवा विरळ झालेली असते. ध्वनिलहरींचे हवेमधून प्रसारण तासाला सुमारे १२३५ किलोमीटर या वेगाने होते. साधी प्रोपेलर विमाने या दोघांच्या जवळपास पोचत नव्हती. परंतु

टर्बोप्रॉप आणि जेट विमाने अधिकाधिक वेगाने उत्तुंग उंचीवर नेता आली. मग जेट विमानांचा वेग, उंची, पल्ला व वहनक्षमता या सर्वच बाबी वाढवत नेल्या गेल्या. थोड्याच वर्षात विमानाने हवेतील आवाजाचा वेग गाठला. परंतु तो वेग मिळवल्यानंतर ती अनपेक्षितरीत्या खाली कोसळायला लागली. याचा अभ्यास केल्यावर असे दिसून आले की या वेगामुळे हवेमध्ये सॉनिक बूम या नावाने नंतर प्रसिद्ध झालेली वेगळ्या तऱ्हेची कंपने निर्माण होतात; तसेच हवेच्या वहनाचे नियम बदलतात. यामुळे विमान अस्थिर होते एवढेच नव्हे तर त्याचे विघटनसुद्धा होऊ शकते. या कारणाने नागरी वाहतुकीसाठी विमानाचा वेग आवाजाच्या वेगापेक्षा कमी ठेवणे शहाणपणाचे ठरवले गेले. आजकाल चालणारी बहुतेक सर्व विमाने ३०००० ते ४०००० फूट (दहा ते तेरा किमी) उंचावरून व आवाजाच्या वेगाच्या सुमारे ८० टक्के वेगाने चालवली जातात.

सोनिक बूमवर मात करण्यासाठी विमानाच्या रचनेत बदल करून ते अधिक मजबूत बनवले व त्याला एक संरक्षक कवच दिले. या व अशा सुधारणांनी युक्त विमाने आवाजाच्या वेगापेक्षा वीस-पंचवीस-तीस टक्के अधिक वेगाने उडवण्याचे प्रयोग यशस्वीरीत्या होतच राहिले. ही बहुतेक सगळी सुपरसॉनिक विमाने लष्करी उपयोगाची होती. इंग्लंड व फ्रान्स यांनी एकत्र येऊन काँकॉर्ड नावाच्या विमानातून आवाजाहून अधिक गतीने जाणारी एकमेव प्रवासी वाहतूक सुरू केली व अनेक वर्षे चालवली. हे विमान आवाजाच्या वेगापेक्षा जलद गतीने तर जायचेच, शिवाय युरोपहून अमेरिकेला जाताना पृथ्वीच्या स्वतःभोवती फिरण्याच्या गतीनुसार चालताना दिसणाऱ्या सूर्यालासुद्धा मागे टाकून, लंडनहून निघालेल्या स्थानिक वेळेपेक्षा दोन तास आधीच तिकडे न्यू यॉर्कला जाऊन पोचायचे. म्हणजे समजा लंडनहून सकाळी दहा वाजता निघाले तर न्यू यॉर्कला तेथील स्थानिक वेळेनुसार सकाळी आठ वाजताच पोचायचे. या वेळेत सतत सूर्य पूर्व दिशेला वर चढण्याऐवजी खाली सरकताना दिसायचा. दिवसभर काम करून संध्याकाळी परत यायला निघाले की दुसरे दिवशी सकाळपर्यंत लंडनला वापस. हे सगळे कल्पनेत छान वाटले तरी जेट लॅग वगैरेमुळे प्रत्यक्षात इतकी दगदग करणे अवघड होते, शिवाय या विमानाचे भाडे खूपच जास्त असायचे, त्यामुळे तितके भाडे देणारे पुरेसे प्रवासी नेहमी मिळत नसावेत. या अद्ययावत विमानावर जो खर्च येई त्या प्रमाणात तितकासा फायदा त्यातून कदाचित झाला नाही, त्याच्यामुळे होणाऱ्या ध्वनिप्रदूषणाचा त्रास होत होता, आजच्या राजकीय परिस्थितीत सुरक्षिततेबद्दल काही शंका निर्माण झाल्या वगैरे कारणांमुळे ही विमानसेवा बंद करण्यात आली.

जेट इंजिनालासुद्धा इंधनाचे ज्वलन करण्यासाठी लागणारा प्राणवायू हवेमधूनच घ्यावा लागतो. विरळ हवेतून तो किती प्रमाणात घेतला जाऊ शकेल याचे बंधन विमानाच्या वेगावर आणि उंची गाठण्यावर येते. यावर मात करण्याच्या उद्देशाने रॉकेट इंजिने तयार केली गेली. यातसुद्धा ज्वलनातून उत्पन्न झालेल्या उष्ण वायूंच्या झोतानेच विमान पुढे जाते. मात्र यात खास प्रकारचे इंधन वापरतात. त्याच्या ज्वलनासाठी लागणारा प्राणवायू किंवा तो पुरवणारी रासायनिक द्रव्ये यांचा साठा विमानाबरोबर नेला जातो. त्यासाठी आजूबाजूच्या हवेतून प्राणवायू घेण्यात येत नाही. ही विमाने जमिनीपासून खूप उंचीवर असलेल्या अत्यंत विरळ हवेत उडू शकतात. त्यांच्या पुढे जाण्यास हवेचा विरोध कमी होतो. त्यामुळे त्यांचा वेग वाढवता आला. या प्रकारची इंजिने त्यांच्या वजनाच्या तुलनेत सर्वात अधिक शक्तिशाली असतात. अतिवेगवान अशा लढाऊ विमानांत अशा प्रकारच्या इंजिनांचा उपयोग करतात. हे विमान वातावरणाच्या बाहेर जात नाही व हवेकडून मिळालेल्या लिफ्टवरच तरंगते म्हणून त्याला रॉकेट न म्हणता विमान म्हणायचे. त्यांची गणना हायपरसॉनिक अशी केली जाते. अशा प्रकारची विमाने अजून तरी फक्त सैनिकी उपयोगासाठीच असतात व त्यांच्या रचनेबद्दल कमालीची गुप्तता बाळगली जाते. अनधिकृत माहितीनुसार या विमानांना आवाजाच्या सहा-सातपट म्हणजे तासाला सात-आठ हजार किलोमीटर इतका वेग मिळवण्यात यश आले आहे.

वरील सर्व प्रकारात विमानांच्या उद्धरणासाठी किंवा हवेत तरंगण्यासाठी मात्र वातावरणाची आवश्यकता असतेच. त्यामुळे ती अवकाशातल्या निर्वात पोकळीत उडू शकणार नाहीत. विमानाला उचलून धरण्यासाठी पुरेसा इतका हवेचा दाट थर पृथ्वीसभोवती फारसा दूरवर नसतो. त्यामुळे विमान जेवढे दहा-पंधरा किलोमीटर उंच जाऊन उडू शकते ते अंतर पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या तुलनेत अगदी कमी असते. तेवढ्या अंतरामध्ये पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणात विशेष फरक पडत नाही आणि विमानाला तोलून धरण्यासाठी लागणाऱ्या लिफ्टची आवश्यकताही फारशी कमी होत नाही.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com

‘गणकचक्रचुडामणी’ ब्रह्मगुप्त

शरद काळे

ब्रह्मगुप्त (जन्म : इ.स. ५९८. – मृत्यू : इ.स. ६६८) हे प्रख्यात भारतीय गणितज्ञ आणि खगोलशास्त्रज्ञ होते. आर्यभट्ट आणि भास्कराचार्य यांच्याप्रमाणेच ब्रह्मगुप्त यांनी भारतीय गणित व ज्योतिषशास्त्रात मौलिक कार्य केले. त्यांनी ‘शून्य’ या संख्येचा वापर करण्याचे नियम शोधून काढले, जे गणिताच्या इतिहासात अत्यंत महत्त्वाचे ठरले. ब्रह्मगुप्त यांचा जन्म आजच्या राजस्थानमधील भिल्लमाळा शहरात झाला होता, म्हणूनच त्यांना ‘भिल्लमालाचार्य’ म्हणूनही ओळखले जाते. भिल्लमाळा ही गुर्जर प्रदेशाची राजधानी होती आणि त्या काळातील भारतातील सर्वात मोठ्या शहरांपैकी एक होती. हे संपूर्ण प्रदेशातील विद्वानांसाठी विशेषतः शास्त्रज्ञ आणि गणितज्ञांना आकर्षित करणारे एक महत्त्वाचे केंद्र होते. ब्रह्मगुप्त खगोलशास्त्रज्ञ बनले. त्यांनी प्रख्यात भारतीय खगोलशास्त्रज्ञांकडून आणि ग्रंथांमधून अध्ययन केले. त्यांनी खगोलशास्त्राशी निगडित पारंपरिक पाच सिद्धांतांचाही अभ्यास केला. सिद्धांत ही प्राचीन भारतीय संस्कृतीतील एक महत्त्वाची संकल्पना आहे, जी कोणत्याही विशिष्ट विषयावरील सर्वोच्च, स्थिर आणि आदरणीय मते मांडणाऱ्या ग्रंथांना उद्देशून वापरली जाते. ब्रह्मगुप्त यांनी ज्यावेळी खगोलशास्त्राचा अभ्यास सुरू केला, त्यावेळी भारतीय खगोलशास्त्रात आधीच सहा सिद्धांतांची निर्मिती झाली होती. ताऱ्यांचे आणि ग्रहांचे गतीविधी समजून घेणाऱ्या पहिल्या आणि सर्वाधिक सर्जनशील प्राचीन संस्कृतींपैकी भारत एक होता. प्राचीन खगोलशास्त्रज्ञांनी सूर्यकाष्ठ किंवा आधुनिक घड्याळासारखी उपकरणे वापरून आकाशातील विविध खगोलीय वस्तूंची स्थाने ठरवणाऱ्या अत्यंत गुंतागुंतीच्या समीकरणांची मांडणी केली होती. वयाच्या तिसाव्या वर्षी ब्रह्मगुप्तांनी आपला पहिला ग्रंथ ‘ब्रह्मस्पुटसिद्धांत’ पूर्ण केला. या ग्रंथाच्या नावाचा अर्थ आहे ‘सुधारित ब्रह्मसिद्धांत’. अनेकांचे मत आहे की हा ग्रंथ त्यांच्या तरुण वयात अभ्यासलेल्या सिद्धांतांपैकी एका सिद्धांताचा सुधारित आवृत्ती आहे. त्यांच्या या ग्रंथात खगोलशास्त्र आणि शुद्ध गणिताशी संबंधित अनेक नवीन संकल्पना आणि कल्पना मांडल्या आहेत. विशेष म्हणजे, हा ग्रंथ मात्रामधील छंदांमध्ये लिहिला गेला होता. ब्रह्मगुप्तांनी आयुष्याच्या शेवटच्या काळात उज्जैन येथे वास्तव्य केले, जिथे त्यांनी आपले शेवटचे प्रमुख ग्रंथ ‘खंडखाद्यक’ आणि ‘ग्रहणार्कज्ञान’ हे ६७व्या वर्षी प्रकाशित केले. उज्जैन हे हर्षवर्धन साम्राज्याच्या काळातील महत्त्वाचे सांस्कृतिक आणि शैक्षणिक केंद्र होते. उज्जैनमधील खगोलशास्त्रीय वेधशाळेचे ते प्रमुख होते आणि उज्जैन हे मध्य भारतातील खगोलशास्त्रज्ञांसाठी सर्वात महत्त्वाचे शहर होते.

ब्रह्मगुप्त यांनी गणित व खगोलशास्त्रावर दोन महत्त्वाचे ग्रंथ लिहिले– ब्रह्मस्फुटसिद्धांत (इ.स. ६२८) आणि खंड–खाद्यक (इ.स. ६६५)

मध्ययुगीन प्रवासी अलबरूनी यांनी ब्रह्मगुप्तांच्या ग्रंथांचा आणि शून्याशी संबंधित त्यांच्या गणितीय सिद्धांतांचा उल्लेख केला आहे. ब्रह्मगुप्तांनी प्राचीन ब्रह्मपितामह सिद्धांताच्या आधारे ‘ब्रह्मस्फुटसिद्धांत’ आणि ‘खंडखाद्यक’ हे दोन विश्वप्रसिद्ध ग्रंथ लिहिले, ज्यामध्ये मुख्यतः खगोलशास्त्र आणि गणितीय सिद्धांतांवर चर्चा केली आहे. खलिफा मन्सूर यांनी हे ग्रंथ अरबी भाषेत ‘सिंधहिंद’ आणि ‘अल अकरंद’ या नावाने अनुवादित केले होते. याशिवाय, ब्रह्मगुप्तांनी ‘ध्यानग्रहोपदेश’ नावाचा आणखी एक ग्रंथ लिहिला, ज्यामध्ये शून्याशी संबंधित सिद्धांतांवर चर्चा आहे. तथापि, त्या काळातील बरेचसे गणितज्ञ ब्रह्मगुप्तांच्या सिद्धांतांना कल्पना मानून टीका करत असत, आणि नंतर त्यांच्या काही गणितीय गणनांमध्ये चुकादेखील सापडल्या.

‘ब्रह्मस्फुट सिद्धांत’ हा असा पहिला ग्रंथ आहे, ज्यामध्ये शून्य या अंकाचा स्वतंत्र संख्येप्रमाणे उल्लेख आढळतो. तसेच, ऋणात्मक संख्या (negative numbers) आणि शून्यावर आधारित गणिताचे नियम प्रथमच या ग्रंथात स्पष्ट करण्यात आले. त्यांनी ग्रहगणित, कालगणना आणि खगोलशास्त्रीय निरीक्षणे यावर विस्तृत विवेचन केले. ब्रह्मस्फुटसिद्धांत याचा अर्थ आहे विश्वाचा उलगडा. या ग्रंथात अंकगणित, बीजगणित, भूमिती आणि खगोलशास्त्र यांसारख्या विविध विषयांचा समावेश आहे, ज्यातून त्यांच्या गणिती प्रतिभेची झलक दिसून येते. ब्रह्मगुप्तांनी अंकगणितात मोठे योगदान दिले, विशेषतः शून्य आणि ऋण

संख्यांच्या संकल्पनेत महत्त्वपूर्ण प्रगती केली. त्यांनी शून्य आणि ऋण संख्यांसह गणितीय क्रिया करण्याचे नियम दिले. ब्रह्मस्फुटसिद्धांतमध्ये त्यांनी द्विघात समीकरणांचे दोन्ही सकारात्मक आणि ऋणमूलांसह निराकरणे सादर केली. तसेच, रेखीय आणि द्विघात अनिश्चित समीकरणे सोडवण्याचे पद्धतीसुद्धा त्यांनी मांडल्या. भूमितीमध्ये त्यांनी चक्रीय चौकोनाच्या क्षेत्रफळाचे मापन केले, विशेषतः चक्रीय चौकोनाच्या बाजूंच्या लांबींवर आधारित क्षेत्रफळ काढण्यासाठीची ब्रह्मगुप्त सूत्रे दिली.

युक्लिडियन भूमितीमध्ये, ब्रह्मगुप्तसूत्राचा उपयोग एका वृत्तावर असलेल्या चक्रीय चौकोनाचे (ज्याचे चारही कोपरे एका समान वृत्तावर असतात) क्षेत्रफळ काढण्यासाठी केला जातो. ह्या चक्रीय चौकोनाच्या विरुद्ध दिशेने फिरणाऱ्या बाजूंचे सदिशांद्वारे र, ल, ल, व वर्णन केले जाऊ शकते.

ब्रह्मगुप्तसूत्रानुसार, एका वृत्तीय चक्रीय चौकोनाचे माप दिल्यास त्याचे क्षेत्रफळ पुढीलप्रमाणे दिले जाते–

$A^2 = \{(s-a)(s-b)(s-c)(s-d)\}$

इथे s हे अर्धपरिमिती आहे, ती पुढीलप्रमाणे मोजता येते–

$s = (a + b + c + d)/2$

एका वृत्तीय चक्रीय चौकोनाचे क्षेत्रफळ हे दिलेल्या बाजूंच्या मापांसाठी कोणत्याही चक्रीय चौकोनाचे मिळू शकणारे कमाल क्षेत्रफळ असते.

ब्रह्मगुप्तांचे गणितीय विचार मध्ययुगीन इस्लामिक गणितावरही प्रभावी ठरले. त्यांच्या ग्रंथांचे अरबी भाषेत भाषांतर झाले आणि त्यामुळे इस्लामिक जगतात गणिताच्या विकासाला चालना मिळाली. भारतीय गणिताच्या विचारसरणीच्या विकासात ब्रह्मगुप्तांचे योगदान मोलाचे आहे. त्यांच्या कार्यामुळे पुढील काळात बीजगणित आणि त्रिकोणमितीमध्ये प्रगती होऊ शकली. विशेषतः, गणितीय संकल्पनांकडे पाहण्याच्या त्यांच्या पद्धतशीर दृष्टिकोनामुळे त्यांचा वारसा उल्लेखनीय ठरतो. इतर प्राचीन भारतीय गणितज्ञांइतके प्रसिद्ध नसले तरी, ब्रह्मगुप्तांचे योगदान दक्षिण आशियातील आणि पलीकडील गणितीय ज्ञानाच्या विकासात अत्यंत महत्त्वाचे ठरले. त्यांचे कार्य, विशेषतः ब्रह्मस्फ ुटसिद्धांत, प्राचीन भारतीय गणित समजून घेण्यासाठी एक महत्त्वाचा स्रोत आहे. ब्रह्मस्फुटसिद्धांत हा फक्त गणितासाठी नव्हे, तर ग्रहांच्या स्थिती आणि त्यांच्या गतीचे अचूक निरीक्षण यासाठी महत्त्वाचा मानला जातो. ब्रह्मगुप्त यांनी गणना आणि प्रत्यक्ष निरीक्षण यांच्यात फरक आल्यास, निरीक्षणांद्वारे गणना दुरुस्त करावी, असे मत स्पष्टपणे मांडले. हा दृष्टिकोन आधुनिक वैज्ञानिक पद्धतींशी मिळता-जुळता आहे. मात्र, ब्रह्मगुप्त शून्याने भाग करण्याचा (divide) योग्य नियम सांगू शकले नाहीत आणि त्यांनी ०/० = ० असे मानले. ब्रह्मगुप्तांनीच आर्यभट्टांच्या रेखीय अनिर्धारित समीकरणाचे (linear indeterminate equation) निराकरण करण्याची पद्धत सांगितली, जी सन ६२८ साली ‘कुट्टक गणित’ म्हणून ओळखली जाऊ लागली. त्यांनी ax-by = c या सिद्धांतासह Nx2 + 1 = y2 चेही निराकरण शोधले आणि त्याला 'चक्रवाल सिद्धांत' असे नाव दिले. ब्रह्मगुप्त हे पहिले गणितज्ञ होते, ज्यांनी गणितीय सिद्धांतांचा उपयोग ज्योतिषशास्त्रात केला आणि की चक्रीय चौकोनाच्या त्यांनी पायचा (π) मान ३.१६ सांगितला, जो नंतर ३.१४ मानला गेला. पायच्या शोधाचे श्रेय विल्यम जोन्स यांना दिले जाते, पण ब्रह्मगुप्तांनी गणितीय आधारावर ग्रहांच्या स्थितीचा अंदाज लावण्याचा पहिला प्रयत्न केला. सूर्यग्रहण व चंद्रग्रहण यांसारख्या खगोलीय घटनांची अचूक तारीख मोजण्याची पद्धतही त्यांनी शोधून काढली. त्यांनी एका वर्षात ३६५ दिवस ५ मिनिटे आणि १९ सेकंद असल्याचे सांगितले, ज्याला आधुनिक खगोलशास्त्राने ३६५ दिवस ५ तास आणि १९ सेकंद असे निश्चित केले.

‘ध्यानग्रहोपदेश’ ग्रंथात ब्रह्मगुप्त यांनी मानवी शरीर नेहमी पृथ्वीच्या दिशेने का पडते, याचे कारण नैसर्गिक बल असल्याचे नमूद केले आहे, जसे पाणी नेहमी खाली वाहते. बीजगणित, भूमिती, त्रिकोणमिती आणि अल्गोरिदम यांवरील योगदानासाठी त्यांना ‘गणितचक्रचुडामणी’ ही उपाधी देण्यात आली होती.

खंड-खाद्यक

या ग्रंथात कालगणना, ग्रहांची चाल, सूर्य आणि चंद्रग्रहणे यांचे गणितीय विवरण आहे. इस्लामिक सुवर्णकाळात ब्रह्मगुप्त यांच्या ग्रंथांचे अरबी भाषेत अनुवाद करण्यात आले, जे ‘अल-सिंद-हिंद’ आणि ‘अल-अरकंद’ नावाने प्रसिद्ध आहेत. या अनुवादांमुळे भारतीय गणिताचे ज्ञान मध्यपूर्वेत पोहोचले आणि पुढील अनेक शतकांसाठी विज्ञान व गणिताच्या प्रगतीस चालना मिळाली. ब्रह्मगुप्त यांनी गणित व खगोलशास्त्राला वैज्ञानिक पायावर उभे केले आणि त्यांच्या कार्याचा प्रभाव भास्कराचार्यांसह अनेक गणितज्ञांवर पडला. भास्कराचार्यांनी त्यांना ‘गणकचक्रचुडामणी’ (गणितशास्त्रातील सर्वोच्च तज्ज्ञ) असे गौरवले आहे.

ब्रह्मगुप्त हे प्रामुख्याने एक खगोलशास्त्रज्ञ होते, जरी त्यांच्या या क्षेत्रातील बऱ्याच कामांचा संबंध गणिताशी होता. उदाहरणार्थ, त्यांनी शोधून काढले की पृथ्वी चंद्राच्या तुलनेत

सूर्याच्या अधिक जवळ आहे. ब्रह्मगुप्तांनी हे भूमितीच्या आधारे निष्कर्ष काढले, सूर्याच्या प्रकाशाने आणि सावल्यांनी तयार होणाऱ्या कोनांचे विश्लेषण करून तसेच चंद्र कसा वाढतो आणि कमी होतो यावरून त्यांनी हे समजून घेतले. त्यांनी वर्षाची अचूक लांबी आणि पृथ्वीचा घेरदेखील आश्चर्यकारक अचूकतेने मोजला. तथापि, ब्रह्मगुप्तांचे सर्वात महत्त्वाचे शोध बीजगणित, संख्यासिद्धांत आणि भूमिती या विषयांमध्ये होते. त्यांनी आपल्या 'ब्रह्मस्फुटसिद्धांत' या ग्रंथात अनेक क्रांतिकारी बीजगणितीय कल्पना मांडल्या, ज्यात साधारण रेखीय समीकरण आणि द्विघात समीकरण सोडवण्याचे उपाय समाविष्ट आहेत. $bx + c = dx + e$ या स्वरूपातील साधारण रेखीय समीकरणाचे उत्तर आज आपण शालेय शिक्षणाच्या सुरुवातीस शिकतो. मात्र, हे तुम्हाला माहीत नसेल की याचे श्रेय ब्रह्मगुप्तांनाच जाते! ब्रह्मगुप्त हे पहिले गणितज्ञ होते ज्यांनी अपूर्णांकांना आज आपण पाहतो त्या दृश्य स्वरूपात मांडले. 'ब्रह्मस्फुटसिद्धांत' या ग्रंथात त्यांनी अपूर्णांकांची बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार आणि भागाकार कसे करायचे हे स्पष्ट केले आहे. तसेच, त्यांनी 'प' पूर्णांकांच्या वर्गांची आणि घनांची बेरीज कशी करावी हेदेखील दाखवले. अंकगणिताच्या क्षेत्रातील हे दोन्ही शोध त्या काळात नवीन होते आणि त्यांच्या नंतरच्या विद्यार्थ्यांना, ज्यांनी त्यांचे कार्य अभ्यासले, ते प्रेरणादायी ठरले. भूमितीच्या क्षेत्रात, ब्रह्मगुप्तांनी 'ब्रह्मगुप्तसूत्र' मांडले, ज्यामुळे चक्रीय चौकोनाच्या क्षेत्रफळाची गणना करता येते. त्यांनी त्रिकोण भूमितीतील गुंतागुंतीच्या गणनांवरही काम केले आणि पाय (π)च्या मूल्याचा अत्यल्प त्रुटीने अंदाज लावला.

ब्रह्मगुप्त यांचा वारसा

१. शून्याची संकल्पना : ब्रह्मगुप्त हे शून्याचा स्वतंत्र अंक म्हणून उल्लेख करणारे पहिले गणितज्ञ होते. त्यांनी शून्यावर गणितीय क्रिया (जोड, वजाबाकी, गुणाकार) कशा कराव्यात, हे स्पष्ट केले.

२. ऋण संख्यांचा वापर : त्यांनी ऋण (नकारात्मक) संख्यांवरही गणितीय नियम मांडले, जे आधुनिक बीजगणितासाठी महत्त्वाचे ठरले.

३. बीजगणितातील योगदान : त्यांनी द्विघात समीकरणे सोडवण्यासाठी सूत्रे दिली आणि आकडेमोडीतील काही मूलभूत नियम ठरवले.

४. चक्रीय चौकोनावर क्षेत्रफळ काढण्यासाठी सूत्र सांगितले.

५. गोलाकार पृथ्वीची संकल्पना : ब्रह्मगुप्तांनी पृथ्वी गोलाकार आहे आणि ती स्वतःच्या अक्षाभोवती फिरते, असे सांगितले होते.

६. त्यांनी वर्षाची अचूक लांबी आणि पृथ्वीचा घेरदेखील आश्चर्यकारक अचूकतेने मोजला

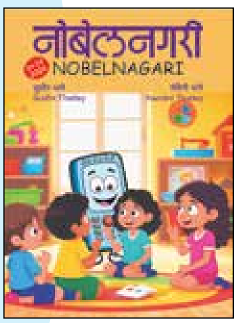
७. खगोलशास्त्रातील योगदान : ग्रह, तारे, चंद्र यांचे हालचाली, ग्रहण, आणि खगोलशास्त्रीय घटना यांचे गणन त्यांनी अचूक पद्धतीने केले.

आधुनिक गणित व खगोलशास्त्रावर प्रभाव : ब्रह्मगुप्त यांचे कार्य अरबी, पर्शियन, आणि पुढे युरोपीय जगात पोहोचले. त्यांच्या शून्याच्या संकल्पनेमुळे संपूर्ण गणितीय पद्धतीत क्रांती घडली. आजही त्यांचे योगदान आधुनिक गणित आणि खगोलशास्त्राच्या पायाभरणीत महत्त्वाचे मानले जाते.

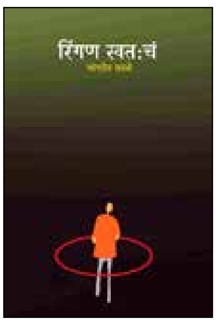
●

ग्रंथाली

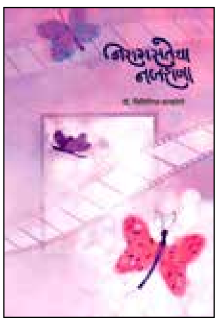
वाचकदिनी प्रसिद्ध झालेली पुस्तके

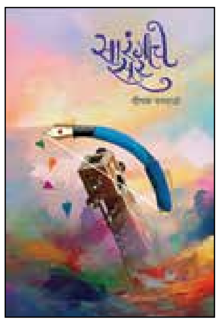


मूल्य १२५ रुपये
सवलतीत ७५ रुपये



मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये


मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये


मूल्य १५० रुपये
सवलतीत १०० रुपये

मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये

आनंद घैसास

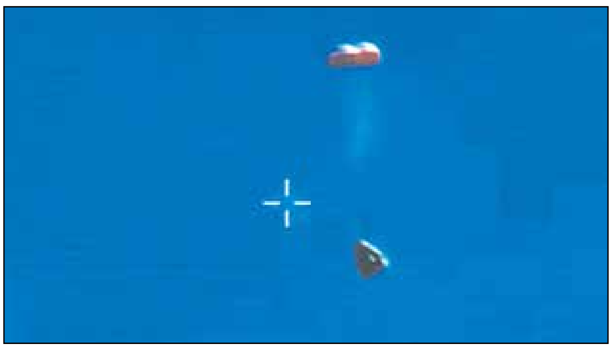
सुनीता विल्यम्सचे सुखरूप पुनरागमन

सुनीता विल्यम्ससह चारही अंतराळवीर पृथ्वीवर सुखरूप परतले; अशी गेल्या महिन्यातल्या १९ तारखेला झळकलेली बातमी, सोबत 'कसा होता त्यांच्या परतीच्या प्रवासाचा थरार?' असे प्रश्नचिन्ह देऊन करण्यात आलेले एक विधान, (ज्या थराराला माध्यमे मोठे करायला पाहत होते, तसे खरेच काही थरारक परतीच्या प्रवासात होण्याची अपेक्षा होती की नव्हती ते जरा आपण पाहायला हवे. असो..) केले गेले होते. या प्रसंगाची काही पायाभूत माहिती आपण आधी पाहू आणि मग त्यातल्या विविध प्रश्नांकडे वळू.

भारतीय वंशाच्या अमेरिकन अंतराळवीर प्रसिद्ध सुनीता विल्यम्स आणि त्यांचे सहकारी बुच विल्मोर हे दोघेही परतीच्या प्रवासासंदर्भातील सर्व प्रकारचे अडथळे दूर करत (यात मुख्य अडथळा परतीच्या यानाची उपलब्धता नसणे हा होता) आता पृथ्वीवर परतले आहेत. हे दोघेही तब्बल नऊ महिने अंतराळात म्हणजे आयएसएस या आंतरराष्ट्रीय अंतराळस्थानकात अडकून पडले होते.

'ड्रॅगन' या बोईंग कंपनीच्या 'स्पेसएक्स' या खास बनवलेल्या अवतरक अंतराळयानामधून आणखी दोन अंतराळवीर त्यांना परत आणण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय अंतराळ-स्थानकाकडे गेल्या महिन्यात झेपावले होते. ते चौघेही १९ तारखेला परत आले.

खरे तर सुनीता विल्यम्स आणि बुच विल्मोर या



दोन अंतराळवीरांनी ५ जून २०२४ रोजी 'परीक्षणयान' असलेल्या 'स्टारलायनर'-मधून आंतरराष्ट्रीय अंतराळस्थानकाकडे झेप घेतली होती. मूळ नियोजनानुसार आंतरराष्ट्रीय अंतराळ तेथे आठ दिवस घालवल्यानंतर ते त्याच यानाने परतणार होते; मात्र, त्यांच्या परत येणाऱ्या त्या सोबत असणाऱ्या अंतराळयानामध्ये काही बिघाड झाल्यामुळे (स्थानकातील वास्तव्यादरम्यान एका लहानशा भागातून एका वायूची गळती होत आहे असे लक्षात आले होते. परतीच्या प्रवासात कदाचित जे धोकादायक ठरू शकणार होते.) हे दोघेही तिथेच अडकून पडले होते. सरतेशेवटी, भारतीय वेळेनुसार १९ मार्चच्या पहाटे चारही अंतराळवीर नव्याने तयार करून वर पाठवलेल्या यानामधून सुखरूपपणे पृथ्वीवर परतले आहेत.

परतीचा ड्रेस घातलेल्या चारही अंतराळवीर आणि परतीच्या यानात उतरण्याआधी दरवाजात घेतलेला त्यांचा फोटो.

खरे तर कोणतीही अंतराळमोहीम ही जोखमीची असतेच. त्यातही अंतराळात अडकून पडल्यानंतर या दोन अंतराळवीरांबद्दल जास्त काळजी वाटणे अगदीच स्वाभाविक होते. त्यामुळे आणि माध्यमांच्या बारीकसारीक टिपण्यांमुळे संपूर्ण जगाचे लक्ष या मोहिमेकडे लागलेले होते. सर्व प्रकारचे अडथळे दूर करत, तब्बल नऊ महिन्यांनंतर त्यांना परत आणण्यासाठी स्पेसएक्स 'ड्रॅगन फ्रीडम'च्या लँडिंगसाठी समुद्रातल्या आठ अवतरणाच्या जागा (लँडिग साईट) ठरवण्यात आल्या होत्या.

फ्लोरिडाच्या समुद्रात अमेरिकेच्या पूर्व किनारपट्टीवर होणारा हा शेवटचा 'स्प्लॅश डाऊन' म्हणजे सागरात झेप घेत उतरण्याचा मानस होता. गेली सहा वर्षे फ्लोरिडाच्या समुद्रात 'स्प्लॅश डाऊन - रिकव्हरी' म्हणजे अंतराळ-पुनरागमनातून येणे केल्यानंतर, पुढच्या मोहिमा अमेरिकेच्या पश्चिम किनाऱ्यावरच्या समुद्रात घेण्याचे योजले गेले. त्यामुळे यावेळी अवतरणाचे ठिकाण बदलले. टॅलाहासी हा आता निवडलेला 'लँडिंग झोन' 'अवतरणपट्टा' होता, कारण इथले हवामान यानाच्या पुनर्प्राप्तीसाठी, अंतराळवीरांच्या पुनरागमनासाठी योग्य होते.

पृथ्वीच्या वातावरणात शिरल्यानंतर कुपीच्या (कॅप्सूल) भोवतीचे बाहेरचे तापमान वाढत असताना 'पिका ३.०' प्रकारच्या उष्मारोधकाने, (हीटशील्डने) 'ड्रॅगन फ्रीडम'ला संरक्षण दिले.

दरम्यानच्या काळात अंतराळवीरांनी घातलेल्या स्पेससूटमधून थंड हवा खेळवली गेली, ज्यामुळे त्यांच्या शरीराचे तापमान कमी राहायला, नियंत्रित ठेवायला मदत झाली. 'ड्रॅगन फ्रीडम' यानाला परतीच्या या प्रवासात सोसावे लागणारे सर्वोच्च तापमान १,९२६.६६७ सेल्शियस म्हणजे ३,५०० फॅरनहाईट इतके होते. हे तापमान वातावरणात वेगाने प्रवेश झाल्यावर हवेशी होणाऱ्या घर्षणाने तयार होत असते.

'फ्रीडम कॅप्सूल' पृथ्वीच्या वातावरणातून जमिनीच्या दिशेने येत असताना मधला काही काळ या कॅप्सूलसोबतचा संपर्क काही मिनिटांसाठी तुटला होता. मात्र हा एक सामान्य प्रक्रियेचा भाग असतो. वातावरणाबाहेर आणि वातावरणात शिरल्यावर संदेशवहनाच्या दृष्टीने जो काही थोडा बदल, दुरुस्ती करावी लागते, शिवाय यान पृथ्वीभोवती फिरत खाली येत असते, तेव्हा ते पृथ्वीच्या मागच्या बाजूला गेल्यावरही नियंत्रण कक्षासोबतच्या संदेशवहनात अडथळा येतो, त्यासाठी हा कालावधी ठेवलेला असतो. अर्थात काही काळाने हा संपर्क पुन्हा प्रस्थापित झाला.

वातावरणात शिरण्यापूर्वी या प्रवाशांनी त्यांच्या यानाच्या खिडकीच्या झडपा बंद केल्या, त्यांच्या हातातली संगणकीय टॅब्लेटसारखी साधने आणि इतर बाबी ठेवून दिल्या आणि बैठकीला स्वत:ला पट्ट्यांनी 'बेल्ट-हार्नेस' घट्ट बांधून, नीट जखडवून घेतले.

'ड्रॅगन' हे परतीचे यान यावेळी स्वयंचलित प्रणालीवर म्हणजे 'ऑटोमॅटिक मोड'वर प्रवास करत होते. म्हणजे ते स्वतःचा मार्ग स्वतः ठरवत होते. आतले अंतराळवीर यावर फक्त लक्ष ठेवून होते इतकेच.

यावेळी 'WB57 हाय अल्टिट्यूड' या उंचावरून उड्डाण भरणाऱ्या विमानाद्वारे ड्रॅगन फ्रीडमच्या या पृथ्वीवर परतण्याच्या प्रवासाची दृश्ये टिपण्याचे काम चालू होते.

कुपीकडे आलेले सुटकारक्षक. सोबत समुद्रामध्ये काही डॉल्फिन दिसत आहेत.

ड्रॅगन फ्रीडम कुपी पृथ्वीच्या वातावरणात शिरल्यानंतर आपोआपच त्याला जोडलेली पॅराशूट वेगवेगळ्या वेळी उघडली. त्याने कुपीचा वरचा एक भागच वेगळा झाला. पॅराशूटची पहिली जोडी, कुपी जमिनीपासून १८,००० फुटांवर आल्यावर उघडली. तर दुसरी मुख्य जोडी, ६,५०० फुटांवर उघडली. यानंतर या चार पॅराशूटच्या मदतीने ड्रॅगन फ्रीडम कुपी तरंगत समुद्राच्या पाण्यापर्यंत खाली आली.

भारतीय वेळेनुसार १९ मार्चच्या पहाटे ३ वाजून २७ मिनिटांनी प्रत्यक्षात 'स्प्लॅश डाऊन' म्हणजे ही उडी झाली.

'क्रू नाईन बॅक ऑन अर्थ... वेलकम होम' अशी घोषणा ग्राऊंड कंट्रोल रूममधून होत अंतराळवीरांचे स्वागत केले गेले. स्पेस स्टेशन ते पृथ्वीवर परतीचा हा प्रवास सुमारे १७ तासांचा होता. ड्रॅगन कुपी समुद्रात कोसळल्यानंतर पॅराशूट स्वयंचलित पद्धतीने (ऑटोमॅटिकली) कुपीपासून वेगळी झाली. असे केल्याने पॅराशूटसोबत कुपी सागराच्या प्रवाहात ओढली जात नाही, वाहत दूर जात नाही.

'रिकव्हरी क्रू' म्हणजे अंतराळवीरांची सुटका करायला गेलेला गट, पाण्यात पडलेल्या 'ड्रॅगन फ्रीडम'पर्यंत पोहोचेपर्यंत, ग्राऊंड कंट्रोल आणि कुपीमधल्या अंतराळ-वीरांमध्ये संवाद सुरू होता. मुख्य 'सुटका-साहाय्यक' तिथे पोहोचेपर्यंत सुमारे तीस मिनिटांचा अवधी लागला. त्याआधी वेगाने जाणाऱ्या बोटी तिथे कुपीजवळ पोहोचल्या होत्या. त्यांनी समुद्रात पडलेली पॅराशूट गोळा केली. शिवाय समुद्रात तरंगणाऱ्या कुपीचे काही 'सेफ्टी चेक'ही, म्हणजे कुपीच्या सुरक्षेच्या काही चाचण्याही करण्यात आल्या. तसेच, पुढच्या सुटका-गटाला कुपीपर्यंत येणे सोपे आहे का, हेही तपासण्यात आले. त्यानंतर 'स्पेसएक्स'च्या 'फ्लाईट सर्जन'नी कुपीमधल्या अंतराळवीरांशी संवाद साधला. अंतराळवीरांच्या तब्येतीबद्दल आढावा घेण्यात आला. मुख्य सुटका-साहाय्यकांचा गट येईपर्यंत एका आधी पोहोचलेल्या टीमने समुद्रातल्या तरंगणाऱ्या कुपीला उघडण्यासाठीची आणि ही कुपी उचलण्यासाठीची प्राथमिक तयारी केली गेली. या तरंगणाऱ्या कुपीच्या आजूबाजूला डॉल्फिन्सही दरम्यानच्या काळात पाहायला मिळाले.

'मेगन' नावाच्या 'पुनर्प्राप्ती जहाजा'ला ही कुपी जोडण्यात आली. नासाच्या अंतराळवीर मेगन आर्थर यांच्यावरून या जहाजाला हे नाव देण्यात आले आहे. जवळ ओढल्यानंतर ही कुपी क्रेनच्या साहाय्याने उचलून जहाजाच्या फलाटावर ठेवण्यात आली. स्पेसक्राफ्टच्या बाहेरच्या बाजूला समुद्राचे खारे पाणी लागल्याने या पत्र्याची काही प्रमाणात (गंज पकडून) झीज होऊ शकते. म्हणूनच कुपीवर लगेचच गोडे पाणी मारून त्यावरचे समुद्राचे पाणी काढले जाते. यानंतर ड्रॅगन कुपीच्या एका बाजूला असणारा दरवाजा (साईड हॅच) उघडण्यात आला. पृथ्वीवरून उड्डाण करताना आत शिरण्यासाठी आणि पृथ्वीवर परतल्यानंतर अंतराळवीरांना बाहेर काढण्यासाठी याच दरवाजाचा वापर केला जातो. मात्र अंतराळस्थानकातून कुपीत येताना वेगळा मार्ग अवलंबला जातो.

'हॅच' उघडल्यानंतर वैद्यकीय टीमपैकी एक जण कुपीमध्ये गेला. तर सुटका टीमने अंतराळवीरांना बाहेर काढण्यासाठी कुपीमधून बाहेर येण्यासाठी एक उतरण, 'रॅम्प' बसवला. ड्रॅगन फ्रीडम कुपीमध्ये मधल्या दोन बैठकींवर बसलेल्या अंतराळवीरांना आधी बाहेर काढण्यात आले. सगळ्यात आधी नासाचे अंतराळवीर निक हेग यांना बाहेर काढले गेले. त्यानंतर रशियन कॉस्मोनॉट अलेक्झांडर गोर्बोनॉव्ह, मग नासा अंतराळवीर सुनीता विल्यम्स आणि शेवटी बुच विल्मोर यांना कुपीबाहेर काढण्यात आले. सगळ्यांना कुपीमधून बाहेर काढल्यानंतर त्यांना स्ट्रेचरवर ठेवले गेले. हा नेहमीच्या प्रक्रियेचा भाग आहे. सुटका गटामध्ये डॉक्टरांचाही समावेश असतो. हे डॉक्टर पृथ्वीवर

परतलेल्या अंतराळवीरांच्या तब्येतीची प्राथमिक तपासणी करतात. दीर्घकाळ अंतराळात घालवून पृथ्वीवर परतणाऱ्या अंतराळवीरांना बाहेर काढण्यासाठीची आणि त्यानंतरची त्यांच्या देखभालीची प्रक्रिया ठरलेली असते.

'ड्रॅगन स्पेसक्राफ्ट' उचलून अंतराळवीरांना बाहेर काढण्यासाठी साधारण तासाभराचा काळ लागला. मेडिकल चेकअपनंतर चार तासांत त्यांना जमिनीवर परत आणले जाईल आणि काही अधिकची वैद्यकीय मदत लागली नाही, तर नासाच्या विमानाने ते ह्यूस्टनला नेले जातील आणि मग हे अंतराळवीर त्यांच्या कुटुंबीयांना – मित्रमंडळींना तिथे भेटतील, असे ठरले. हा प्राथमिक भाग होता. बराच काळ अंतराळस्थानकात राहिल्याचा, विशेषत: शून्यगुरुत्व स्थितीत राहण्याचा शरीरावर जो परिणाम झालेला असतो, त्यावर मात्र बराच काळ उपाय करावे लागतात. काय होते अंतराळात राहिल्याने? पाहूया.

अवकाशाकडे उड्डाण होताना जो 'वजनवृद्धीचा' अनुभव येतो, तो आपण पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या खेचण्याविरुद्ध वाढत्या वेगाने दूर जात असतो, त्यामुळे हा वाढीव वजनाचा अनुभव येतो. यावेळी चक्कर येणे, हालचाल करणेच अशक्य होणे, डोळ्यांसमोर अंधेरी येणे, इथपासून मेंदूकडे रक्तप्रवाह कमी पडल्याने बेशुद्धी येईपर्यंत शारीरिक परिणाम होऊ शकतात. सर्वांत प्रथम या वजनवृद्धीची लक्षणे श्वास घ्यायला त्रास होणे आणि त्यानंतर समोरचे सगळे रंगहीन दिसू लागणे असा होतो, असा सर्वांचा अनुभव आहे. या वजनवृद्धीनंतर काही काळ हालचालीतील सुसूत्रता गमावण्याचाही अनुभव अनेकांना येतो. त्यावर मात करून आपले काम नीट चालू ठेवणाऱ्या मानवालाच अंतराळवीर होता येते.

अवकाशात यान पृथ्वीभोवती फेऱ्या मारत असते, तेव्हा याउलट 'वजनरहित' किंवा 'सूक्ष्मगुरुत्व अवस्थेचा' अनुभव येतो. अशा वजनरहित परिस्थितीत तर आता बराच काळ राहायचे असते. पृथ्वीवर सतत होणारी गुरुत्वीय खेच अजिबात नसल्याने, अधिक काळ वजनरहित अवस्थेत राहिल्यास, गुरुत्वाकर्षणाविरुद्ध कामच करायला न लागल्याने, स्नायूंना आपसूकच शिथिलता येते, त्यांची कार्यक्षमता कमी होत जाते. सामान्य स्थितीत पृथ्वीवर असताना, शरीरातील रक्त (आणि इतरही द्रव) हे गुरुत्वाकर्षणामुळे नेहमी शरीराच्या खालच्या भागात, पायांकडे जात असतात. त्या विरोधात, वर डोक्याच्या कवटीत असणाऱ्या मेंदूला रक्ताचा पुरवठा सतत आणि नीटपणे व्हावा अशी आपल्या शरीराची, हृदयाच्या आसपास असणाऱ्या, वरच्या भागातल्या धमन्यांची आणि पायाकडून रक्त वरच्या दिशेला पाठवण्याची रक्ताभिसरण संस्थेची नैसर्गिक रचना झालेली असते. वजनरहित अवस्थेत सतत पायांच्या दिशेने गुरुत्वाकर्षण नसल्याने, शरीरातील द्रव, रक्त आता पायांकडे जमून राहात नाही. ते शरीरात सर्वत्र समान मात्रेत पसरते. मात्र हृदय आणि रक्तपुरवठा करणाऱ्या धमन्या मात्र, आपले काम जमिनीवर असल्याप्रमाणेच तिथेही करत राहतात. त्यामुळे शरीराच्या वरच्या भागाकडे रक्तप्रवाह अधिक प्रमाणात पोचतो आणि तिथून त्याचा नेहमीप्रमाणे खालच्या दिशेने होणारा निचरा मात्र गुरुत्वाकर्षण नसण्याने आता होत नाही. त्यामुळे शरीराचा छातीपासूनचा वरचा भाग, मान, खांदे, चेहरा हा भाग तिथे होणाऱ्या या अधिकच्या रक्तपुरवठ्याने फुगतो. तर पायाकडील भाग हडकतो. या कालावधीत सर्वांचे चेहरे बाळसे धरल्यासारखे फुगतात. त्याला 'चंद्रमुखी' (मून फेस) चेहरा, गोलमटोल होणे असे म्हणतात. तर दुसरीकडे पायावर नेहमी येणारा ताण गेलेला असतो. पायाचा जमिनीला होणारा नेहमीचा स्पर्शही नसतो, कारण अवकाशयानात सगळ्या हालचाली तरंगतच होत असतात. त्यामुळे तळपायाची कातडी एखाद्या लहान बाळाच्या तळपायांसारखी झालेली असते. त्यामुळे पृथ्वीवर आल्यावर अशा नाजूक पायांवर उभे राहणे, चालणे, हे करण्यासाठी मऊ गाद्यांच्या चपला, बूट वापरून चक्क काही दिवस हळूहळू पाय टाकत सराव करावा लागतो..

शिवाय अंतराळवीरांना कोणतेच मेहनतीचे काम नसल्याने शरीरातील हाडांची कणखरताच हळूहळू कमी होत गेलेली दिसून येते. त्यामुळे अंतराळवीरांना त्यांच्या

कुपीला होडीवर घेण्यासाठी बनवलेला प्लॅटफॉर्म

कुपीतून बाहेर काढल्यावर सुनीता विल्यम्स

अवकाशस्थानकातील वास्तव्यादरम्यान स्नायूंचे तसेच हाडांचे स्वास्थ्य टिकवण्यासाठी रोज किमान दोन तास तरी विविध कृत्रिम तणाव देणाऱ्या साधनांच्या (यात धातूंच्या स्प्रिंग अनेकदा वापरल्या जातात, ज्यामुळे वजनाचाही परिणाम साधता येतो.) वापरातून व्यायाम घ्यावा लागतो. आंतरराष्ट्रीय अवकाशस्थानकात राहणाऱ्या अंतराळवीरांना सामान्यत: दिवसभरात साधारण दोन तास तरी व्यायाम करावाच लागतो..

पृथ्वीवर परत आल्यावर लगेचच सर्व कामे सुरू करता येत नाहीत. परत आल्यावर साधे चालणेही, वजनाचा अचानक अनुभव येऊन फार त्रासाचे होते. सहा महिने अवकाशयानात राहून परत आलेल्या अवकाशवीरांना पृथ्वीवर परत आल्यानंतर साधी जीभ हलवणे, बोलणेही नीट जमायला काही कालावधी लागतो, असे दिसून आले आहे. पटकन उठून उभे राहणेही शक्य नसते. त्यामुळे पृथ्वीवर परतणाऱ्या अवकाशवीरांना त्यांच्या परत येणाऱ्या यानातून कित्येकदा अनेकांनी त्यांना ओढून, उचलूनच बाहेर काढावे लागते. तसेच बाहेर काढल्यावर त्यांना पुनर्वसन इस्पितळातच लगोलग दाखल करण्यात येते. त्यांच्या स्वास्थ्याची तपासणी होते, त्यांना सामान्य शारीरिक कामे करण्यास परत समर्थ करण्यासाठी तिथे सुमारे पंधरा दिवस उपचार दिले जातात. मात्र काही वेळा हा उपचार कालावधी महिना-दोन महिनेही चालतो. हाडांची जी परिस्थिती झालेली असते, त्यासाठी मात्र कधी कधी वर्ष-दोन वर्षे विविध औषधे (कॅल्शियमच्या गोळ्या) खाव्या लागतात, तसेच हाडे काही प्रमाणात सच्छिद्र झाल्याने ती मोडू नयेत अशी काळजीही घ्यावी लागते..

सध्या अमेरिकेचे स्पेस शटल नसल्याने आंतरराष्ट्रीय अवकाशस्थानकावरून होणाऱ्या ये-जा करण्यासाठी, विशेषत: परतीच्या प्रत्येक प्रवासासाठी रशियाचा सोयुझ अवतरक हा एकमेव पर्याय बराच काळ उपलब्ध होता. सोयुझ अवतरक कुपीत तीन अंतराळवीर अत्यंत कमी जागेत, प्रचंड तापमान आणि मोठ्या धक्क्यांना सहन करण्यासाठी बनवलेल्या वायूच्या उश्यांमध्ये बसून परत येत असत.

अमेरिकेकडे हा परतीचा प्रवास करू शकेल अशी काही योजना नव्हती. ती साध्य करण्याची जबाबदारी बोईंग या स्पेस शटल आणि इतर अंतराळ साहित्य बनवणाऱ्या कंपनीला जशी देण्यात आली, तशीच इलॉन मस्कच्या खाजगी कंपनीलाही देण्यात आली होती. या दोनही कंपन्यांनी बनवलेल्या अवतरक कुप्यांच्या चाचण्या बराच काळ सुरू होत्या. त्यांच्यात एका प्रकारे हा प्रकल्प साध्य करण्याची स्पर्धाच चालू होती. रशियाकडे पुन्हा पुन्हा कुपी मागण्याची वेळ येऊ नये म्हणून चाललेला हा अमेरिकेचा प्रयत्न होता. त्यात युक्रेन युद्धाची भर पडली आणि रशियाकडे या बाबतीत पूर्णपणे पाठ फिरवायची अशी भूमिका पुढे आली. मग माध्यमातूनही याची मोठ्या प्रमाणावर प्रसिद्धी होऊ लागली. यात त्रुटी येऊ लागल्या, त्याही माध्यमात पुढे येत गेल्या. यातूनच एक प्रकारे ही किती मोठी जोखीम आहे, तेही रंगवले गेले. त्यात चाचणी घेण्यासाठी गेलेल्या सुनीताला परतीचा मार्गही काही काळ बंद झाला, असेही झाले. खरे तर अंतराळस्थानकात आधीपासून राहणारे आणि सुनीता-बुच परत आले तरी तिथे अजूनही वास्तव्य करत असणारे काही अंतराळवीर तिथे आहेतच की. परंतु त्याबद्दल काही बोलले जात नाही.

गंमत अशी आहे, की आपल्या नव्या 'गगनयान' प्रकल्पासाठी आपणही सध्या अशाच अवतरक कुपीच्या समान आराखड्याची, तीन अंतराळवीर अवकाशातून परत घेऊन येऊ शकेल अशी एक अवतरक-कुपी तयार केलेली आहे. त्या कुपीच्या दोन मानवरहित चाचण्याही (मानवासमान संगणकीय रोबो आत बसवून) आतापर्यंत झालेल्या आहेत. देखते रहो आगे आगे क्या होता है! हे साध्य झाले, तर सर्वात कमी कालावधीत इतर कोणाच्या मदतीशिवाय ही कुपी तयार करणारा भारत हा रशिया आणि अमेरिकेनंतर तिसरा देश ठरणार आहे. कारण चीननेही रशियाची कुपीच अवतरक यान म्हणून वापरली होती.

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

नरेंद्र गोळे

अणुइंधनसंकुल

लाकूड, रॉकेल, पेट्रोल, स्वयंपाकाचा गॅस या साऱ्या इंधनांत ऊर्जा असते. या इंधनांची साठवणे करावी लागतात आणि ऊर्जेची गरज पडेल तशी ती वापरावीही लागतात. तेवढ्याच आकारमानाच्या अथवा वजनाच्या इंधनात किती कमी वा अधिक ऊर्जा उपलब्ध होऊ शकत असते, त्या आकड्याला त्या त्या इंधनाची ऊर्जासघनता संबोधले जाते. मात्र या साऱ्या पारंपरिक इंधनांहूनही एक इंधन, अब्जपट वा त्याहूनही जास्त ऊर्जासघन असते. ते म्हणजे अणुइंधन. थोडक्यात सांगायचे तर, एक टन लाकूड जाळल्यावर जितकी ऊर्जा लाभू शकते तेवढीच ऊर्जा, एक मिलिग्रॅम अणुइंधन जाळल्यावर आपल्याला लाभू शकते. हजार किलो लाकडाची ऊर्जा, औषधाच्या गोळीएवढ्या आकारमानाच्या अणुइंधनात राहू शकते. आपल्या देशात असे अणुइंधन शोधणे, गोळा करणे, साठवणे, हाताळणे आणि वापरणे याकरताचे सारेच अधिकार १९४८ च्या अणुऊर्जाकायद्यान्वये भारत सरकारने आपल्या हाती सुरक्षित ठेवलेले आहेत. अणुइंधनांचा वापर अत्यंत क्लिष्ट आणि धोकादायकही असतो.

मात्र अणुइंधनातील ऊर्जासघनता पाहता, त्याचे दोहन देशास अत्यंत समृद्ध करू शकेल हे लक्षात आल्याने आपल्या राष्ट्रीय नियोजनकारांनी त्याची सर्व व्यवस्था १९४८च्या अणुऊर्जाकायद्यान्वये अणुऊर्जाविभागास सुपूर्द केलेली आहे. त्या विभागानेही अणुइंधनाच्या वापराचे इतर पैलू हाताळण्याकरता जशा निरनिराळ्या संस्था स्थापन केल्या, तसेच अणुखनिजांवर प्रक्रिया करून ती धातूरूपांत उपलब्ध झाल्यानंतर, त्यांना इंधनरूप देण्याकरता एक भव्य संकुल आंध्रप्रदेशातील हैदराबाद येथे सुरू केले. भारताच्या आण्विक संपदेचे शास्त्रशुद्ध दोहन करणारी ही संस्था कशी निर्माण झाली, किती सुघपणे निरंतर कार्य करत राहिली आणि भारताकरता किती देदीप्यमान कामगिरी, तिने स्वातंत्र्योत्तर भारतात बजावली त्याचीच ही स्फूर्तिदायक कहाणी आहे. भारताचे अणुइंधन संकुल, हैदराबाद.

डॉ. होमी जहांगीर भाभा यांनी भारताच्या अणु-कार्यक्रमास आकार दिला. त्यांनी भारतात, अणुसंशोधनाकरता टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च आणि अणुऊर्जा आयोग या दोन पायाभूत संस्थांची निर्मिती अनुक्रमे १९४५ आणि १९४८ साली केली. राष्ट्राकरता अणुऊर्जेच्या दोहनास प्रखरता आणण्याकरता त्यांनी मुंबईत जानेवारी १९५४मध्ये अणुऊर्जा आस्थापना, ट्रॉम्बे ही संस्थाही निर्माण केली. भाभांच्या अपघाती निधनानंतर याच संस्थेचे नाव त्यांच्या सन्मानार्थ 'भाभा अणुसंशोधन केंद्र' असे ठेवण्यात आले. इथेच अणुइंधन दोहनार्थचे प्राथमिक प्रयोगही, प्रयोगशालेय परिमाणावर करण्यात आले होते. देशाचा अणुकार्यक्रम नियोजला जात असताना, संपूर्ण अणुइंधनचक्राबाबत आपण स्वयंपूर्ण असावे, स्वावलंबी असावे असा दृष्टिकोन बाळगण्यात आलेला होता. अणुइंधन, जड पाणी आणि वापरलेल्या अणुइंधनाचे प्रक्रियणही भारतातच व्हावे यासाठी निरनिराळ्या सुविधा स्थापन करण्याच्या योजना करण्यात आल्या. ऊर्जा कार्यक्रमाकरता अणुइंधनाची निर्मिती औद्योगिक प्रमाणात होण्याची गरज होती. ट्रॉम्बेमधील जागा त्याकरता पुरेशी नव्हती. म्हणून ट्रॉम्बेबाहेर तशी व्यवस्था करण्याचा निर्णय झाला.

ज्येष्ठ शास्त्रज्ञांची एक समिती तयार करण्यात आली. बंगळुरू, मद्रास आणि हैदराबाद येथे भेट देऊन ती सुयोग्य जागेचा शोध घेणार होती. तपशिलाने अभ्यास करून तिने डॉ. भाभांना हैदराबादची शिफारस सादर केली. तत्कालीन आंध्रप्रदेश सरकारनेही अणुऊर्जाखात्यास १९६८मध्ये,

तेथे जागा उपलब्ध करून दिली. डॉ. विक्रम साराभाईंच्या अध्यक्षतेखाली अणुइंधन संकूल मंडळाची स्थापना झाली. हैदराबादेत काही उत्पादन संयंत्रे आणि सर्वसामान्य सोयीसुविधांची उभारणी सुरू झाली. भारताच्या भावी अणुऊर्जाकार्यक्रमास इंधन पुरवण्याचे काम करणारी संस्था इथे उभी राहत होती.

प्रयोगशालेय पातळीवरून मोठ्या प्रमाणातील उत्पादन कारखान्यापर्यंतचा पल्ला वाढवण्याकरता केलेल्या यशस्वी तंत्रज्ञानांतरणाचा आदर्शवत नमुना म्हणजे अणुइंधनसंकुल आहे. यात भाभाअणुसंशोधन केंद्रात यावर कार्य करणारे लोकच हैदराबादला नेण्यात आलेले होते. मोठ्या प्रमाणातील उत्पादनाचे कोणतेच प्रारूप समोर नसल्याने समस्याही उद्भवल्याच. अणुइंधनाशी संबंधित युरेनियम संहती-करणापासून तर इंधन-आवरणाकरता लागणाऱ्या झिर्कोनियम पर्यंतच्या सर्व सुविधा इथे एकाच स्थानी, एकाच संघटनेच्या अखत्यारीत ठेवण्यात आलेल्या होत्या. त्यामुळे समन्वयनाच्या समस्या फारशा उद्भवल्याच नाहीत. अणुइंधनसंकुलातील जवळपास प्रत्येक संयंत्राच्या मूळ संकल्पनांत अनेक परिवर्तने केली गेली. नवोन्मेषशाली संकल्पनांच्या प्रभावानेच संयंत्रांच्या क्षमता क्रमशः वाढत गेल्या आणि अणुइंधनसंकुल आजच्या अवस्थेस प्राप्त झाले आहे. भारतातील स्वयंपूर्णतेचा आणि भारतातच उत्पादन करण्याचा ते आदर्श नमुना ठरले आहे.

अणुइंधनाची निर्मिती

अणुइंधनाची निर्मिती अतिशय क्रांतिक (क्रिटिकल) असते आणि अणुइंधनचक्रात ती महत्त्वाची भूमिका पार पाडत असते. अणुइंधन निर्माण करताना अत्यंत कठोर रासायनिक, भौतिक आणि धात्विकी निकष सांभाळले जावे लागतात. अभियंत्रणेत ते रुजवावे लागतात. अणुइंधनांच्या ज्वलनशील अवस्थेतील गुणधर्मही अभियंत्रणेत रुजवावे लागतात. अणुभट्टीगणीक बदलणाऱ्या गुणधर्मांवरील हे निकष अत्यंत कठोर असतात. अणुइंधनांना ज्वलनादरम्यान अत्यंत प्रखर परिस्थितींत कार्यरत राहावे लागते. १७०० अंश सेल्सिअसपर्यंतच्या पल्ल्यातील तापमान आणि अत्युच्च विरक्तक-ओघ (हाय न्यूट्रॉन फ्लक्स) यांचा सामना करावा लागतो. त्यामुळे त्यांचे भौतिक आणि धात्विकी गुणधर्म बदलत असतात. अणुइंधनसंकुलात तीन प्रकारची इंधने घडवली जातात. दाबित जड पाणी अणुभट्टी (प्रेशराइज्ड हेवी वॉटर रिॲक्टर), उकळते पाणी अणुभट्टी (बॉयलिंग वॉटर रिॲक्टर) आणि जलद उर्वरक अणुभट्टी (फास्ट ब्रीडर रिॲक्टर) यांकरताची ती इंधने असतात.

दाबित जड पाणी अणुभट्टीचे इंधन

झारखंडमधील जादुगुडा येथील खाणीतून मिळवलेल्या खनिजातून (मॅग्नेशियम डाय युरेनेट किंवा युरेनियमचे संहत खनिज) युरेनियम द्वि-प्राणिल मिळवले जाते आणि दाबित जड पाणी अणुभट्टीचे इंधन, नैसर्गिक युरेनियमच्या द्वि-प्राणिलापासून घडवले जाते. युरेनियमचे संहत खनिज निरनिराळ्या देशांतून आयात केले जाते. त्यात ५५ टक्के ते ६५ टक्के युरेनियम असते. विशेष रासायनिक प्रक्रियांतून पार झाल्यावर तापपिंडनाद्वारे (सिंटरिंग) घनन करता येण्यायोग्य युरेनियम द्वि-प्राणिलाची पूड तयार होते. या पुडीपासून, प्रतिप्राणिलीकारक वातावरणात (रिड्युसिंग ॲटमॉस्फिअर) १७०० अंश सेल्सिअस तापमानावरील तापपिंडनासहितच्या निरनिराळ्या प्रक्रियांद्वारे उच्च-घनता दंडगोलाकृती गुटिका (पेलेट) तयार केल्या जातात आणि आवश्यक त्या आकारमानात आणल्या जातात.

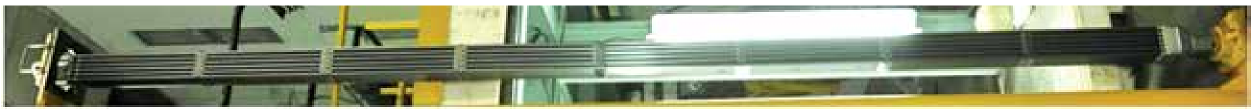
अशा २४ तापपिंडित (सिंटर) उच्च-घनता दंडगोलाकृती गुटिका, एका दंडगोलाकार १.४ सें.मी. व्यासाच्या आणि सुमारे ५० सेंमी. लांबीच्या झिर्कॅलॉय-२ धातूच्या आवरण नलिकेत एकापाठी एक अशा भरल्या जातात आणि दोन्ही टोकांवर झिर्कॅलॉय-२ धातूच्याच टोपीने बंदही केल्या जातात. अणुइंधने ज्वलनादरम्यान खर्ची पडत असल्याने त्यांच्या आकारमानांत सतत बदल घडून येत असतात. अशा वेळी त्यांचे हाताळणे सोयीचे व्हावे म्हणून संरचनात्मक सुदृढ

१९ घटक- इंधनदंडांची मोळी

३७ घटक- इंधनदंडांची मोळी

अशा धात्विक आवरणांत बंद करूनच ते हाताळले जातात. मात्र असा संरचनात्मक धातू विरक्तक शोषक (न्यूट्रॉन ॲब्सॉर्बर) असून चालत नाही. तो पोलादासारखा सुदृढही असावाच लागतो. अशा सद्‌गुणांचा धातू झिर्कोन आहे. त्याचाच आणखीही एक सुधारित मिश्रधातू झिर्कॅलॉय-२ हा अधिक चांगला सिद्ध झालेला आहे. त्यामुळे इंधनावरण नलिकांकरता तोच उपयोगात आणला जात असतो. अशा एकोणीस (२२० मेगॅवॉट अणुभट्ट्यांकरता) वा सदतीस (५४० वा ७०० मेगॅवॉट अणुभट्ट्यांकरता) नलिकात्मक घटक-दंडांची एक मोळी केली जाते. अणुभट्टीच्या दाबनलिकेत अशा इंधनमोळ्या अणुभट्टीच्या एका बाजूने निरंतर आत सरकवल्या जात असतात आणि दुसऱ्या बाजूने काढून घेतल्या जात असतात. इंधनाची घनता सुमारे १० ग्रॅम/मिलीलिटर असते. अणुभट्टी सुरू करण्यापूर्वी एकूण ५६ टन इंधन तिच्यात भरलेले असावे लागते. दररोजच्या संचालनाकरता सुमारे १०० किलो इंधनाची गरज असते.[१] केवळ एवढ्या इंधनात २२० मेगावॉट शक्ती २४ तास पुरवली जाऊ शकते. ही ऊर्जा २,२०,००० x २४ किलोवॉट तास = ५२,८०,००० एकक किंवा ५२ लाख ८० हजार एकक विजेइतकी असते.

उकळते पाणी अणुभट्टीची इंधने



निरनिराळ्या समृद्धीच्या (एन्‌रिचमेंट) आणि निरनिराळ्या रासायनिक संयोगांच्या, इतर देशांतून आयात केलेल्या दंडगोलाकार युरेनियम द्वि-प्राणिलाच्या गुटिका, झिर्कॅलॉयच्या पातळ नलिकांत भरून दोन्ही बाजूंनी बंद केल्या जातात. असे नलिकाबंद घटक इंधनदंड ६ x ६ किंवा ७ x ७च्या सारणीत वरीलप्रमाणे जुळवून अणुभट्टीत उभे ठेवले जातात.

जलद उर्वरक अणुभट्टीची इंधने

भारतीय जलद उर्वरक अणुभट्ट्यांकरताचे इंधनही अणुइंधनसंकुलात तयार केले जाते. १३ मेगावॉटची जलद उर्वरक चाचणी अणुभट्टी आणि ५०० मेगावॉटची जलद उर्वरक प्रारूप (प्रोटोटाइप) अणुभट्टी या दोन्हींकरताची इंधने इथेच घडवली जातात.

जलद उर्वरक चाचणी अणुभट्टीच्या सुरुवातीच्या काळात तिच्या अणुभट्टीगर्भाकरता इंधन, आच्छादन (ब्लँकेट), निकेल परावर्तक, वाहक आणि विशेष जुळणीचे सर्व घटक अणुइंधनसंकुलानेच पुरवले होते. त्या अणुभट्टीकरता दरसाल लागणारी इंधने विशेष जुळणी करून आजवर इथूनच निरंतर पुरवली जात आहेत. जलद उर्वरक चाचणी अणुभट्टीच्या एका प्रातिनिधिक जुळणीत ५११ बारकाईने यंत्रसाधित (इंट्रिकेटली मशिन्ड) निरनिराळ्या ३५ प्रकारचे घटक असतात. हे सर्व भाग स्वदेशी तंत्राने देशातच घडवले जातात.

भाभा अणुसंशोधनकेंद्र प्रशाला, अणुइंधनसंकुल, हैदराबाद

ही प्रशाला पूर्वी अणुइंधनसंकुल आणि जड पाणी महामंडळाची प्रशाला म्हणून ओळखली जात असे. हल्ली ती मुंबईतील प्रतिष्ठित भाभा अणुसंशोधनकेंद्र प्रशालेचाच विस्तार मानली जाते. भाभा अणुसंशोधनकेंद्र प्रशाला १९५७मध्ये झालेल्या तिच्या स्थापनेपासून, अणुऊर्जा खात्यातील निरनिराळ्या एककांना प्रशिक्षित अभियंत्रज्ञ आणि शास्त्रज्ञ पुरवण्याचे अत्यंत महत्त्वाचे कार्य करत आहे. या प्रशालेने अनेक थोर द्रष्टे घडवले आहेत, ज्यांनी आघाडीच्या तंत्रज्ञान क्षेत्रांचे देशविदेशांत नेतृत्व केलेले आहे. खात्याचे कार्य निरनिराळ्या क्षेत्रांत विस्तारत चालले असताना प्रशालेचाही विस्तार करणे गरजेचे ठरले. अणुऊर्जाविभागाचे उद्योग आणि खनिजक्षेत्रातील कारखान्यांना आवश्यक असणारे विशेष अभ्यासक्रम इथे चालवले जातात. अशा रितीने हैदराबादला भाभा अणुसंशोधन प्रशालेचा विस्तार केला जावा असा प्रकल्प उदयास आला. अणुऊर्जा आयोगाचे तत्कालीन अध्यक्ष डॉ. अनिल काकोडकर यांच्या हस्ते या विस्तारित प्रशालेचे उद्‌घाटन ०३-०९-२००१ रोजी संपन्न झाले. त्यांनी

त्या अभ्याक्रमातील एक व्याख्यान स्वतःच देऊन, प्रशालेस सुरुवात करून दिली.

सुनिश्चित किमान पात्रतेसहित यंत्रअभियंत्रज्ञ, रसायन अभियंत्रज्ञ, विद्युत अभियंत्रज्ञ, उपकरण अभियंत्रज्ञ, तसेच विजकविद्या अभियंत्रज्ञ भाभा अणुसंशोधनकेंद्र प्रशालेत प्रवेश घेऊ शकतात. गेट स्कोअर किंवा विभागीय प्रवेश परिक्षेद्वारे चाचणी घेऊन मुलाखतीस भाभा अणुसंशोधनकेंद्रात आमंत्रण दिले जाते. निवडलेल्या प्रशिक्षणार्थींना एक वर्षाचा, संशोधनोन्मुख करणारा, अभ्यासक्रम करावा लागतो. तो यशस्वीरीत्या पूर्ण करणारे प्रशिक्षणार्थीच वैज्ञानिक अधिकारी म्हणून सामावले जातात. अभ्यासक्रमात वर्गातील व्याख्याने, प्रात्यक्षिके आणि प्रकल्पांचाही समावेश होत असतो. पायाभूत अभियांत्रिकी, आण्विक अभियांत्रिकी, निवडलेले विषय आणि प्रकल्पाचे काम अशा चार विषयभागांत अभ्यासक्रम विभागलेला आहे. सोबतच पुरेशा शैक्षणिक भेटी, निरनिराळ्या विभागीय संयंत्रांना आणि कारखान्यांना दिलेल्या भेटी, प्रणालीबद्ध अनुभवशिक्षण देतात. या अभ्यासक्रमाचे एक विरोधाभासात्मक वैशिष्ट्य हे आहे की, आण्विक अभियांत्रिकी व्यतिरिक्त अनेक व्यवस्थापकीय विषयही यात समाविष्ट आहेत. जसे, की प्रकल्प व्यवस्थापन, संस्रोत विश्लेषण, बांधकाम व्यवस्थापन, कार्यान्वयन व्यवस्थापन, संचालन व्यवस्थापन, अनुपालन व्यवस्थापन, सुरक्षा आणि पर्यावरणीय अभियांत्रिकी, गुणवत्ता व्यवस्थापन इत्यादी. यांद्वारे प्रशिक्षणार्थी अधिकाऱ्यांत व्यवस्थापकीय कौशल्ये बाणवली जात असतात.

या अभ्यासक्रमाकरता प्रशिक्षक; अणुऊर्जा विभागाच्या भाभा अणुसंशोधनकेंद्र, आण्विक ऊर्जा महामंडळ, इंदिरा गांधी अणुसंशोधन केंद्र, अणुइंधनसंकुल, जड पाणी महामंडळ आणि इतर भारतीय प्रौद्योगिकी संस्था; तसेच विद्यापीठे इत्यादींतून आणले जातात. एक वर्षाच्या प्रशिक्षण काळात प्रशिक्षणार्थींना प्रशालेच्या वसतिगृहातच राहावे लागते. पाहुणे व्याख्याते म्हणून विभागातील प्रथितयश वक्त्यांनाही वेळोवेळी पाचारण केले जात असते. त्यामुळे प्रशिक्षणार्थींना विभागीय कार्याची माहिती मिळत राहते. अभ्यासक्रम यशस्वीरीत्या पूर्ण केल्यावर प्रशिक्षणार्थी, होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थेच्या स्नातकोत्तर पदविकेस पात्र ठरतात. ही संस्था अभिमत विद्यापीठाचा दर्जा बाळगते. विभागाने मंजूर केलेल्या प्रकल्पकामाची यात भर केल्यास प्रशिक्षणार्थी एम.टेक. पदवीसही पात्र होतात. अभ्यासक्रम यशस्वीरीत्या पूर्ण केल्यावर प्रशिक्षणार्थ्यांना जबाबदारीची सखोल जाणीव करून दिली जाते, माहिती दिली जाते आणि निष्ठेची खात्री करून घेतली जाते आणि मग त्यांची विभागीय एककांत राजपत्रित अधिकारी म्हणून नियुक्ती केली जाते. यात निरनिराळ्या संयंत्रांचा समावेश होत असतो जी; अणुऊर्जासंकुल, जड पाणी महामंडळ, अणुखनिज संचालनालय, समस्थानिक तंत्रज्ञान संशोधन महामंडळ, भाभा अणुसंशोधनकेंद्र; इत्यादी संस्थांचा भाग असतात.

अणुऊर्जा आयोगाच्या अध्यक्षांनी नियुक्त केलेली एक समिती या अभ्यासक्रमाची मार्गदर्शक तत्त्वे, अभ्यासक्रम, निरनिराळ्या अभ्यासशाखांचे विषयभाग निर्धारित करते आणि प्रशालेच्या कार्यकलापांची देखरेख करते. या समितीत अणुइंधनसंकुल, जड पाणी महामंडळ आणि भाभा अणुसंशोधनकेंद्र यांतील ज्येष्ठ कार्यकारी अधिकारी समाविष्ट असतात. अणुइंधनसंकुल आणि जड पाणी महामंडळ यांमधील काही समर्पित अधिकाऱ्यांचा आणि कर्मचाऱ्यांचा एक छोटासा गट प्रशालेचे दैनंदिन कामकाज चालवत असतो.

सन १९६९मध्ये तारापूर अणुऊर्जा संयंत्र अस्तित्वात आल्यापासून आजवर भारताच्या एकूण ऊर्जागरजेपैकी सुमारे २ टक्के ऊर्जा आपण अणूपासून मिळवत आहोत. त्याकरताचे इंधन प्रामुख्याने स्वदेशातच उत्खनन करून, प्रक्रिया करून आणि हैदराबादच्या अणुइंधनसंकुलात घडवले जात असते. अणुइंधन असते कसे, दिसते कसे, ते किती महत्त्वाचे असते, कुठून आणले जाते, कसे तयार केले जाते, कोण हाताळते आणि कुठे वापरले जाते याची ही छोटीशी कहाणी आहे. आशा आहे की आपल्याला ती रुचेल!

अणुइंधन

पारंपरिक इंधने प्रसवती ऊर्जा जगा लागती
त्याच्या अब्ज पटीत देत ऊर्जा ती इंधने आण्विकी।
खाणीतून खणून धातु घडती मोळ्या तयाच्या तिथे
होते इंधन ते युरेनियमचे भट्टी अणूची जळे।।

– शार्दूलविक्रीडित

संदर्भ

१. दाबानुकूलित भारी पानी रिॲक्टर एवं उस की भौतिकी, ए.एन. नक्र, सैद्धान्तिक रिॲक्टर भौतिकी अनुभाग, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, ट्रॉम्बे, राष्ट्रभाषा वर्ष विशेषांक–१९७९–८०, परमाणु.

– नरेंद्र गोळे

nvgole@gmail.com

डॉ. स्वाती बापट

स्थूलत्व निवारण :
'Calorie in-Calorie out Approach'मधील त्रुटी

आधुनिक वैद्यकीय शास्त्रामध्ये स्थूलत्वाच्या संबंधात वापरल्या जाणाऱ्या अनेक संज्ञा आपण मागील महिन्याच्या लेखामधे बघितल्या. या संज्ञा ज्या शास्त्रीय संकल्पनांवर आधारित आहेत त्यांचा वापर स्थूलत्व निवारणासाठी कसा करण्यात येतो हे आपण यापुढील लेखांमधे समजून घेणार आहोत. स्थूलत्व निर्माण होण्याच्या मुख्य कारणांपैकी, सातत्याने बऱ्याच काळासाठी जास्त अन्नसेवन करणे, हे महत्त्वाचे कारण समजले जाते. जास्त अन्न वाढून घेणे, अन्न भराभरा खाणे, चटकदार चवीचे खाद्यपदार्थ (hyperpalatable foods) किंवा अतिप्रक्रिया केलेले खाद्यपदार्थ (Ultraprocessed foods) जास्त प्रमाणात खाणे ही करणे तर आहेतच. तसेच, मऊ व सहजी मिळता येतील असे खाद्यपदार्थ, प्रति-कॅलरी कमी समाधान देणारे खाद्यपदार्थ, रक्तातील साखरेची पातळी वेगाने वाढवणारे खाद्यपदार्थ आहारामधे जास्त प्रमाणात असणे ही करणेदेखील आहेत. त्या व्यतिरिक्त, सातत्याने कॅलरीयुक्त द्रवपदार्थ घेत राहणे, ताणतणाव किंवा नैराश्यापोटी जास्त आहार घेणे, झोप अपुरी पडणे अशा अनेक कारणांमुळेही आवश्यकतेपेक्षा जास्त अन्नसेवन केले जाऊ शकते. या जास्तीच्या अन्नसेवनामुळे खूप जास्त ऊर्जा शरीराला मिळत राहते. ही अतिरिक्त ऊर्जा दिवसभरातल्या हालचाली किंवा अगदी नियमित व्यायाम करून खर्ची पडणे शक्य नसते. त्यामुळे व्यक्ती पॉझिटिव्ह एनर्जी बॅलन्समध्ये जाते आणि त्या व्यक्तीची वजनवाढ होत राहते. असे सातत्याने होत राहिल्यास स्थूलत्व येणे अपरिहार्य आहे.

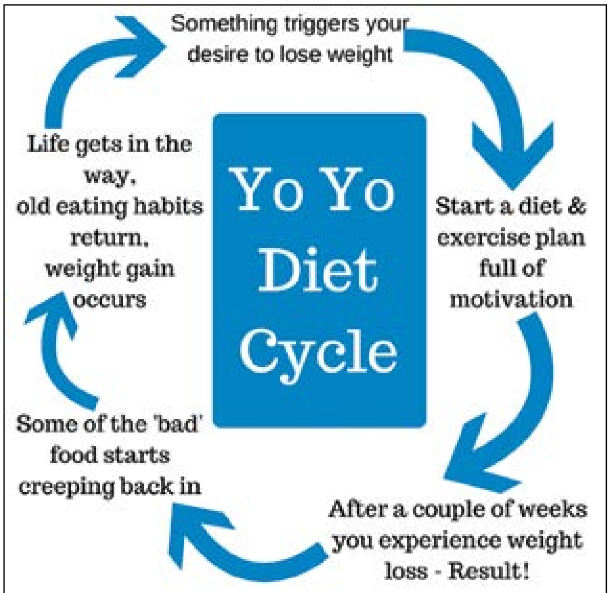
भूक नसतानाही काहीतरी खाण्याची इच्छा होत असेल तर त्या खाण्याला non hunger eating असे म्हटले जाते. छेप hunger eating हे दोन प्रकारे होऊ शकते.आपल्या मनात उद्भवणाऱ्या नकारात्मक भावनांनी प्रेरित होऊन केले जाणारे खाणे हा पहिला प्रकार आहे. याला Emotional eating असे म्हटले जाते. उदारहणार्थ, अनेकदा ताणतणाव, चिंता आणि नैराश्यापोटी व्यक्ती जास्तीचा आहार घेत राहते. किंवा कधी कधी केवळ कंटाळा आल्यामुळे, भूक नसतानाही खात राहते. म्हणजेच मनाला त्रासदायक वाटणाऱ्या भावनांना तोंड देण्यासाठी ती व्यक्ती अन्नाचा वापर करत असते. अशावेळी ते खाणे ही क्रिया अथवा खात असलेला खाद्यपदार्थ त्या क्लेशदायक भावनापासून आपले मन तात्पुरते विचलित करत असते. यामुळे निश्चितच जास्तीचे अन्नसेवन केले जाते आणि वजनवाढ होते. Non hunger eatingचा दुसर प्रकार म्हणजे hedonic eating किंवा मनाला आनंद मिळावा म्हणून खाणे. आपल्याला आवडणारा एखादा चमचमीत किंवा गोड अन्नपदार्थ समोर आला की आपल्याला भूक आहे की नाही याचा सारासार विचार न करता आपण तो पदार्थ खातो. अशाप्रकारे केल्या जाणाऱ्या सेवनाची अनेक उदाहरणे आपण घेऊ शकतो. समजा, आपण भरपेट जेवून बाजारामध्ये काही खरेदीला गेलेलो आहोत. तिथे एखाद्या वडा-पावाच्या गाडीवरून येणाऱ्या वड्यांच्या वासाच्या घमघमाटामुळे आपल्याला ते खाण्याची इच्छा होऊ शकते. तसे झाल्यास प्रत्यक्षात खरी भूक नसतानादेखील केवळ वडा-पाव खाण्याचा आनंद मिळवण्यासाठी आपण तो खातो. तसेच, गोडाधोडाच्या जेवणामध्ये श्रीखंड, बासुंदी किंवा आइसक्रीम यांसारखे गोड पदार्थ, आपले जठर भरलेले असले तरीही परत-परत घेऊन खातो. अशा प्रकारच्या Hedonic eating मुळेही जास्तीचे अन्न आपल्या शरीराला मिळत राहते.

यापैकी कोणत्याही कारणाने असो, पण सातत्याने जास्त आहार घेत राहिल्याने शरीराला मिळत असलेली अत्याधिक

ऊर्जा खर्ची पडणे अवघड जाते. अशा परिस्थितीमध्ये आपले शरीर positive engergy balance मध्ये जाऊन वजनवाढ होत राहते. त्यामुळेच स्थूलत्व प्रतिबंधासाठी आहार कमी ठेवणे हा एक महत्त्वाचा उपाय मानला जातो. तसेच स्थूल व्यक्तींना त्यांचे वाढलेले अतिरिक्त वजन कमी करण्यासाठीही आहारावर नियंत्रण ठेवावे लागते.

स्थूल व्यक्तीचे वजन कमी करण्यासाठी Calorie in-Calorie out Approach. गेली अनेक वर्षे वापरला जात आहे. एनर्जी बॅलन्स या संकल्पनेवर आधारित असलेल्या या इलाजपद्धतीमध्ये शरीराला मिळणाऱ्या आणि खर्ची पडणाऱ्या कॅलरीजचे समीकरण मांडले जाते. एखाद्या व्यक्तीला आहारातून किती कॅलरी मिळतात ते मोजण्यासाठी Calorie counting food diary, ही पद्धत वापरली जाते. ती व्यक्ती दिवसभरामध्ये एकूण किती कॅलरी खर्ची पाडते, याचा अंदाज बांधण्यासाठी त्या व्यक्तीला activity diary ठेवायला सांगितले जाते. या दोन्ही नोंदींचा ताळमेळ घालून त्यानुसार त्या व्यक्तीने आधी घेत असलेल्या आहारापेक्षा, नेमक्या किती कमी कॅलरीचा आहार घेतला पाहिजे याचा सल्ला दिला जातो. म्हणजेच त्या स्थूल व्यक्तीच्या 'calories in'वर नियंत्रण आणले जाते. त्यापुढे व्यायामाद्वारे व दिवसभरातल्या इतर हालचाली वाढवून जास्त कॅलरीज खर्ची पाडण्याचा सल्ला दिला जातो. म्हणजेच त्या व्यक्तीचे 'calories out' वाढवले जाते. बऱ्याचशा स्थूल व्यक्ती मुळातच positive energy balance या स्थितीमध्ये असतात. Calorie in-Calorie out Approach, या इलाजपद्धतीमुळे स्थूल व्यक्तींचे वजन काही प्रमाणात निश्चित कमी होते.

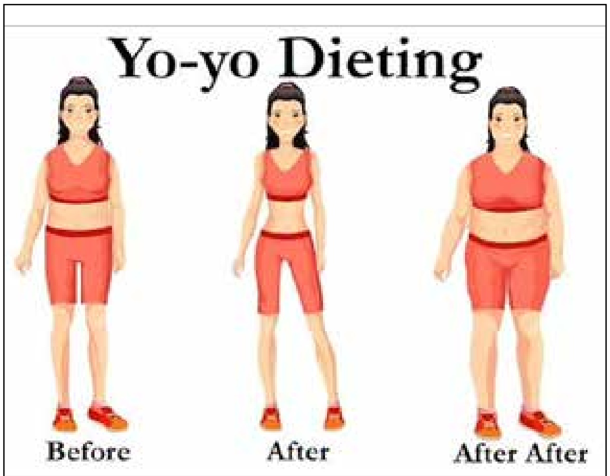
प्रदीर्घ काळासाठी उपाशी राहणे किंवा भुकेवर नियंत्रण ठेवून अपुरे अन्नसेवन करणे कुठल्याही व्यक्तीला अतिशय अवघड व त्रासदायक जाते ही वस्तुस्थिती आहे. स्थूल व्यक्तींना बरेच वजन कमी करायचे असल्यामुळे त्यांना प्रदीर्घ काळासाठी आहारावर नियंत्रण ठेवावे लागते. अनेक स्थूल व्यक्ती काही महिन्यांसाठी आहारावर काटेकोर नियंत्रण ठेवून तसेच दैनंदिन शारीरिक हालचाली व व्यायाम वाढवून आपले वजन काही प्रमाणामध्ये कमी करू शकतात. हे सगळे प्रयत्न चालू ठेवून देखील, एका ठरावीक पातळीनंतर त्यांचे वजन कमी होणे थांबते. त्यापुढे कितीही कितीही प्रयत्न केले तरी त्यांचे वजन त्या पातळीपेक्षा कमी होत नाही. असे झाल्यास त्यातील काही स्थूल व्यक्तींना कमालीचे नैराश्य येऊ शकते व त्यांचे आहारावरील नियंत्रण सुटू शकते आणि त्या व्यक्तीचे वजन पुन्हा वाढू लागते. वजन वाढणे व कमी करणे असे वरचेवर होत राहणे या प्रकाराला यो-यो डाएटिंग



यो-यो डाएटिंगचे दुष्टचक्र (आकृती क्रमांक-१)

(Yo -Yo dieting) असे संबोधले जाते.(आकृती क्रमांक-१)

यो-यो डायटींग हे एकप्रकारचे दुष्टचक्रच असते. या दुष्टचक्रामध्ये अडकलेल्या स्थूल व्यक्तींचे आहारावरील नियंत्रण सुटले की काही व्यक्ती आधी घेत असलेल्या आहारापेक्षा बराच जास्त आहार घेऊ लागतात. किंवा चमचमीत चवीचे खाद्यपदार्थ किंवा मिष्ठान्न खात सुटतात. एकुणात खूप जास्त कॅलरी शरीरात गेल्यामुळे त्या स्थूल व्यक्ती पुन्हा positive energy balanceमध्ये जातात. असे झाल्याने त्यांचे वजन वाढून पुन्हा पूर्वीतकेच होते. किंवा पूर्वी होते त्यापेक्षा जास्तच वाढून बसते. (आकृती क्रमांक-२). यो-यो डाएटिंग हे शरीराला अतिशय घातक ठरू शकते. यामुळे हृदयरोग, मधुमेह आणि मूत्ररोग होण्याची शक्यता

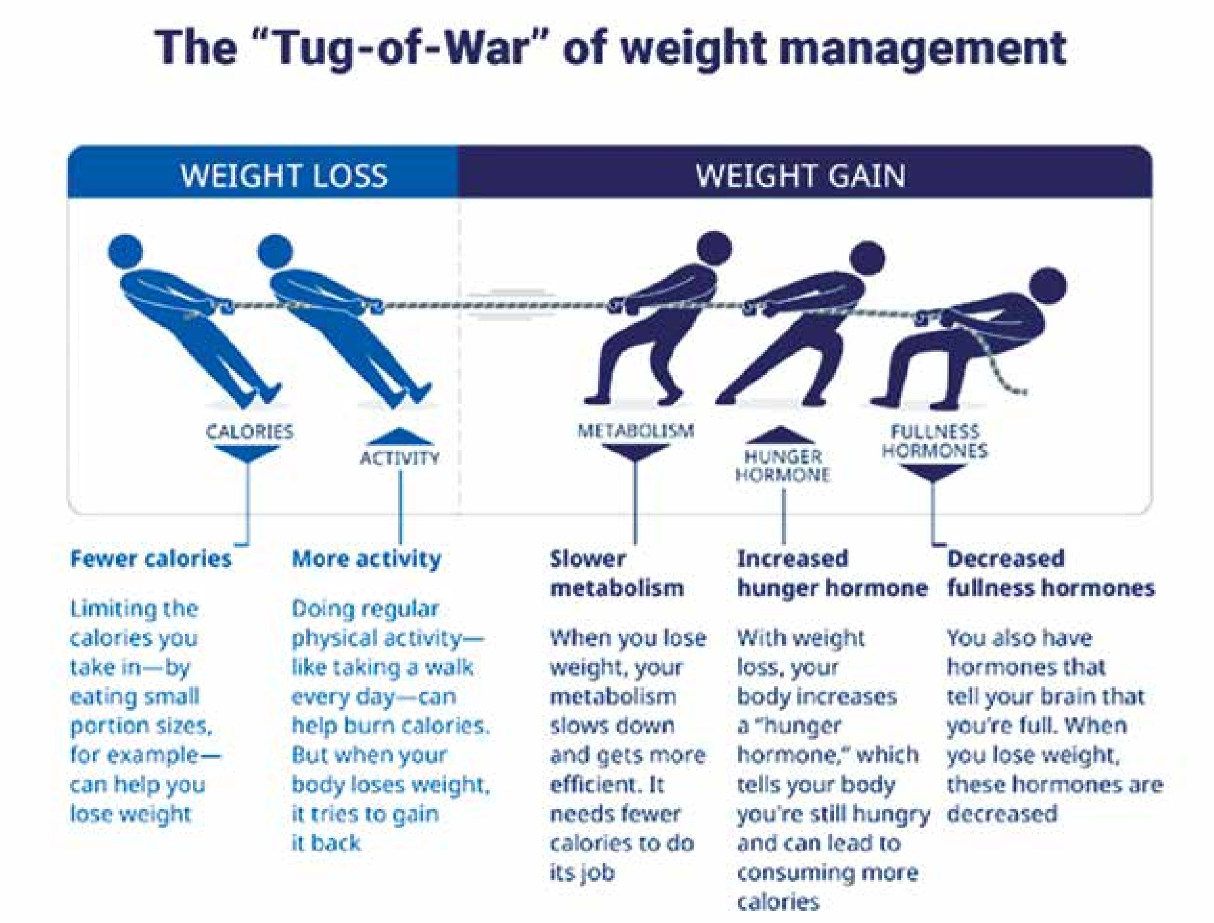


यो-यो डायेटिंगच्या आधी, नंतर आणि बरेच नंतर (आकृती क्रमांक-२)

वाढते. तसेच, शरीरातील मेदपेशींचे कार्य बिघडून जाते व शरीरातील मांसपेशींचे वजनही कमी होऊ शकते. म्हणूनच वजन कमी करण्यासाठी आहारावर नियंत्रण ठेवणे हे अत्यावश्यक असले तरीही ते केवळ Calorie restrictionवर भर देऊन करणे अयोग्य आहे हे आता सर्वमान्य झालेले आहे. म्हणूनच calori restriction वर लक्ष केंद्रित न करता, सतत भुकेले न राहता वजन कमी कसे करावे यावर संशोधकांनी विचार करायला सुरुवात केली.

शरीराला मिळणाऱ्या आणि खर्ची पडणाऱ्या कॅलरीवर आधारित, Calorie in-Calorie out Approach, ही इलाजपद्धती यशस्वी न होण्याची इतर अनेक कारणे आहेत. उदाहरणार्थ, काही स्थूल व्यक्तींच्या आहारातील कॅलरीचे मोजमाप केल्यास त्या व्यक्ती प्रत्यक्षात जास्त कॅलरीचा आहार घेतच नसतात, असे दिसून येते. अशावेळी Calorie restriction ही इलाजपद्धती वापरताच येत नाही. तसेच, अनेक स्थूल व्यक्तींच्या बाबतीत अगदी काटेकोरपणे कॅलरीचे मोजमापन करून, कमी कॅलरीचा आहार दिला तरी, अपेक्षित प्रमाणात वजन कमी होत नाही. यामुळेही वजन कमी करण्यासाठी, वरकरणी योग्य वाटत असलेल्या Calorie in-Calorie out Approach बाबत शास्त्रज्ञ साशंक झाले. त्यामुळे हा Approach अयशस्वी का होतो याबाबत संशोधन सुरू झाले. त्यातून अनेक गोष्टी समोर आल्या. उदाहरणार्थ, आहारामधून मिळणाऱ्या कॅलरीवर आपण नियंत्रण ठेवू शकत असलो तरीही शरीर त्या कशा पद्धतीने खर्च करेल, यावर आपले अजिबात नियंत्रण नसते. आहारमधील अन्नघटक, आपल्या आतड्यांमध्ये असलेले जंतू (gut microbes), आपल्या शरीरातील मेद आणि स्नायूंचे प्रमाण, तसेच शरीरात स्रवणारी संप्रेरके अशा अनेक घटकांवर कॅलरी कशा खर्च होतील हे अवलंबून असते, असे या विषयावरील संशोधनांमधून दिसून आले.

आहारातील कॅलरी, बऱ्याच काळासाठी आणि बऱ्याच प्रमाणात कमी केल्यावरदेखील एखाद्या स्थूल व्यक्तींचे वजन अपेक्षेइतके कमी का होत नाही, किंवा एका ठरावीक पातळीपेक्षा का कमी का होत नाही, या प्रश्नांची



स्थूल व्यक्ती वजन कमी करत असतानाची ओढाताण (आकृती क्रमांक-४)

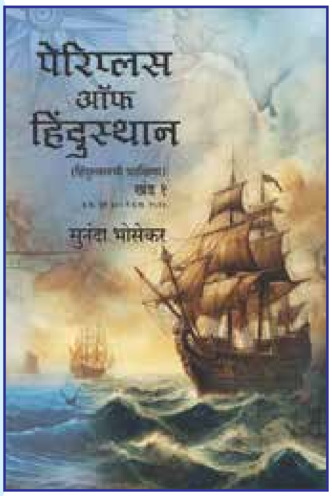
याचे उत्तरेही शोधण्याचा प्रयत्न अनेक शास्त्रज्ञ करत आहेत. त्या प्रयत्नांमधून आणखी काही बाबी उघड झाल्या आहेत. कोणत्याही व्यक्तीने कमी कॅलरीचा आहार घ्यायला सुरुवात करताच त्या व्यक्तीच्या शरीरातील चयापचयामध्ये बदल घडू लागतात. वजन कमी होण्याच्या प्रक्रियेला त्या व्यक्तीचे शरीर विरोध करू लागते. या विरोधाचे कारण असे, की कमी कॅलरी मिळाल्यामुळे शरीराचा energy balance बिघडू लागतो. शरीर nigetive engergy balance मधे जाऊ लागते. अशा परिस्थितीत तो समतोल राखण्यासाठी शरीरामध्ये मुख्यत्वे दोन बदल घडतात. सर्वप्रथम शरीराचा Besic metabolic rate कमी केला जातो. त्यामुळे शरीर आपोआपच कमी कॅलरी खर्च करू लागते. परिणामी शरीराला कमी कॅलरीची आवश्यकता भासू लागते. दुसरा बदल म्हणजे त्या व्यक्तीची भूक वाढू लागते. भूक प्रज्वलित होण्यासाठी दोन प्रक्रिया कार्यरत होतात. त्यातील एक भुकेची भावना निर्माण करणाऱ्या संप्रेरकांचे रक्तातील प्रमाण वाढू लागते. दुसरे, मेंदूमध्ये तृप्तीची किंवा समाधानाची भावना निर्माण करणाऱ्या संप्रेरकांची रक्तातली पातळी कमी होऊ लागते. या दोन्ही बाबींमुळे calori restriction करत असलेल्या व्यक्तीला जास्तजास्तच भूक लागायला सुरुवात होते व calorie restriction करणे अतिशय अवघड जाऊ लागते. एकीकडे basal metabolic rate कमी झाल्यामुळे खर्ची पडणाऱ्या कॅलरीचे प्रमाण कमी होते तर दुसरीकडे भूक बळावण्यामुळे आहारावरील नियंत्रण सुटते. या दोन्हीही प्रक्रियांमुळे एका ठरावीक पातळीनंतर वजन कमी होणे थांबते. (आकृती क्रमांक-४)

सर्व करणे लक्षात घेता केवळ या कारणांमुळे स्थूलत्वाचा इलाज करण्यासाठी केवळ Calorie in-Calorie out Approach वापरणे आणि calorie restriction करणे, हे स्थूलत्वाचा सर्वंकष इलाज ठरू शकत नाही. स्थूलत्व हा बहुघटकीय आणि शारीरिक पातळीवर अनेक गुंतागुंती असलेला आजार समजला जातो. स्थूलत्वामुळेच व्यक्तींच्या आहाराबरोबरच त्याच्या जीवनशैलीतील इतर अनेक पैलूंवर काम केल्याशिवाय स्थूलत्वाचे निवारण होऊ शकत नाही, असे या क्षेत्रात काम करणारे तज्ज्ञ मानतात. मानवी शरीर भुकेचे नियंत्रण कसे करते, भूक लागण्यासाठी आणि खाल्ल्यानंतर मेंदूमध्ये तृप्तीची भावना निर्माण होण्यासाठी कोणकोणत्या घटना कारणीभूत ठरतात, साठलेला मेद आणि शरीरातील मांसपेशी भुकेवर आणि वजनवाढीवर कशाप्रकारे परिणाम करतात, अशा अनेक बाबी समजून घेणे आवश्यक ठरते. तसेच या सर्व बाबी विचारामधे घेऊन, त्या-त्या स्थूल व्यक्तीला लागू पडतील असे उपचार बेतले तर ते यशस्वी होण्याची शक्यता अधिक असते. यासाठी वेगवेगळ्या पातळीवर जगभरात संशोधन चालू आहे.

या सर्व पैलूंची चर्चा आणि स्थूलत्व निवारणासाठी या पैलूंचा एकत्रित विचार करून आखलेल्या वेगवेगळ्या उपचारपद्धती याबाबतची चर्चा आपण पुढील काही लेखांमधून करणार आहोत.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

ग्रंथाली



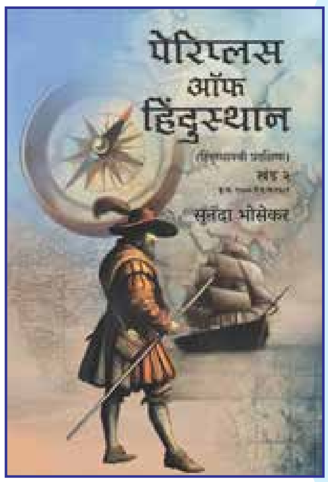
सुनंदा भोसेकर लिखित

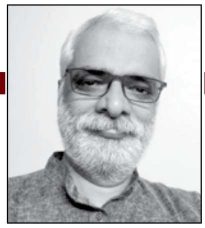
पेरिप्लस
ऑफ
हिंदुस्थान

हिंदुस्थानची प्रदक्षिणा

खंड १ व खंड २

दोन खंडांची मूल्य १५०० रुपये
सवलतीत ८०० रुपये. टपालखर्च १०० रु. वेगळा





डॉ. जयंत वसंत जोशी

सायकल - विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - भाग २

सायकलला हवा भरण्याचा पंप हा साधा दिसणारा परंतु विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या दृष्टीने अतिशय समृद्ध उपकरण आहे. हा पंप हवेच्या दाबाचा उपयोग करून सायकलच्या टायरमधील ट्यूबमध्ये हवा भरतो. पंपाच्या कार्यामागे भौतिकशास्त्राचे मुख्यतः वायूचा दाब, आकारमान आणि प्रवाह यांचा समावेश आहे.

पंपाचे मुख्य प्रकार

हात पंप : सायकलस्वारासाठी सर्वात सोपा आणि सामान्य प्रकार. हलका आणि सहज वाहून नेण्यासाठी सोपा.

फूट पंप : पायाच्या मदतीने वापरण्यात येतो. या पंपाने हात पंपाच्या तुलनेने अधिक दाब तयार करतो.

फ्लोर पंप : मोठा आणि स्थिर पंप, जो घरगुती वापरासाठी उपयुक्त आहे. हा पंप हवेचा उच्च दाब तयार करण्यासाठी वापरला जातो.

विजेवर चालणारा पंप : विद्युतद्वारे चालणारा पंप, ज्यामध्ये स्वयंचलित यंत्रणा असतात. हा पंप कमी वेळेत अधिक दाब तयार करतो.

सायकलला हवा भरण्याच्या पंपाचे मुख्य भाग

सिलेंडर : हवेचा साठा करण्यासाठी पोकळ नळीसारखा भाग.

दट्ट्या : हवा दाबण्यासाठी वरखाली सरकणारा भाग.

हँडल : दट्ट्या वर-खाली किंवा पुढे-मागे करण्यासाठी वापरले जाते.

होज : पंपातून हवा सायकलच्या टायरपर्यंत पोहोचवणारी नळी.

व्हॉल्व्ह : हा भाग एकदिशा मार्गासारखे काम करतो. हवेच्या दिशेचे नियंत्रण ठेवणारा भाग, जो टायर-ट्युबमधील हवा बाहेर जाण्यापासून रोखतो.

गेज : टायर-ट्यूबमध्ये भरलेला दाब मोजण्यासाठी असलेले उपकरण.

सायकलमध्ये हवा भरण्याचा पंप काम कसे करतो?

वायूंचे भौतिकशास्त्र : बॉईलच्या नियमानुसार, दाब आणि आकारमान हे परस्पर व्यस्त प्रमाणात असतात. पंपातील दट्ट्या खाली दाबल्यावर सिलेंडरमधील हवेचे आकारमान कमी होते आणि हवेचा दाब वाढतो.

सायकलमध्ये हवा भरण्याचा हात पंप

सायकलमध्ये हवा भरण्याचा पाय पंप

हवेचा प्रवाह : दट्ट्या वर ओढल्यावर बाहेरची हवा सिलेंडरच्या आतमध्ये भरते. दट्ट्या खाली ढकलल्यावर हवेचा दाब वाढतो आणि ती टायर-ट्यूबमध्ये जाते. व्हॉल्व्हमुळे हवा फक्त एका दिशेने (टायरकडे) जाते.

टायरमधील दाब नियंत्रित ठेवून टायर फाटण्याचा किंवा पंक्चर होण्याचा धोका कमी होतो. सायकलच्या टायरमध्ये योग्य दाब राखल्याने सायकलिंग कार्यक्षम होते. चढणीवर किंवा खडतर रस्त्यावर सायकल चालवण्यासाठी टायरमध्ये हवेचा योग्य दाब आवश्यक असतो.

सायकलची सिट

सायकलची सिट, आरामदायकतेसाठी आणि कार्यक्षमतेसाठी महत्त्वपूर्ण घटक आहे. सिटच्या रचनेमध्ये भौतिकशास्त्र, अर्गोनॉमिक्स, आणि अभियांत्रिकीचा समावेश आहे, ज्यामुळे सायकस्वाराला अधिक आरामदायक आणि प्रभावी सायकलिंगचा अनुभव मिळतो. सायकलची सिट, तिचा आकार, घनता, आणि सामग्रीच्या आधारावर वेगवेगळी असू शकते.

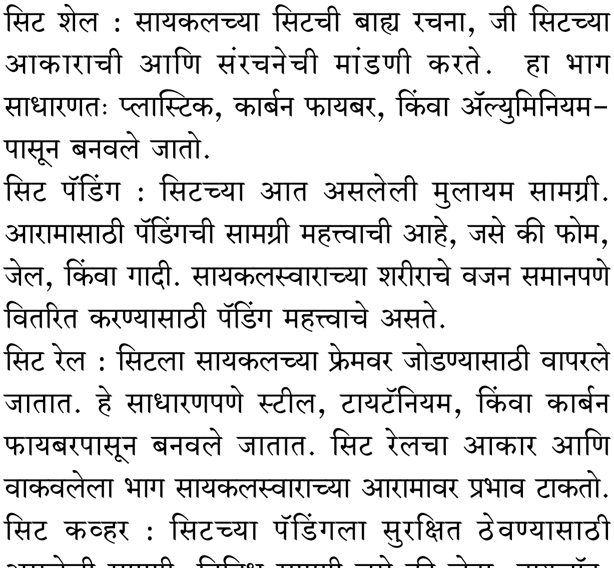
सायकलच्या सिटचे मुख्य भाग

सिट शेल : सायकलच्या सिटची बाह्य रचना, जी सिटच्या आकाराची आणि संरचनेची मांडणी करते. हा भाग साधारणतः प्लास्टिक, कार्बन फायबर, किंवा अॅल्युमिनियम-पासून बनवले जातो.

सिट पॅडिंग : सिटच्या आत असलेली मुलायम सामग्री. आरामासाठी पॅडिंगची सामग्री महत्त्वाची आहे, जसे की फोम, जेल, किंवा गादी. सायकलस्वाराच्या शरीराचे वजन समानपणे वितरित करण्यासाठी पॅडिंग महत्त्वाचे असते.

सिट रेल : सिटला सायकलच्या फ्रेमवर जोडण्यासाठी वापरले जातात. हे साधारणपणे स्टील, टायटॅनियम, किंवा कार्बन फायबरपासून बनवले जातात. सिट रेलचा आकार आणि वाकवलेला भाग सायकलस्वाराच्या आरामावर प्रभाव टाकतो.

सिट कव्हर : सिटच्या पॅडिंगला सुरक्षित ठेवण्यासाठी असलेली सामग्री. विविध सामग्री जसे की लेदर, नायलॉन, किंवा सिंथेटिक फॅब्रिक्सपासून बनवले जातात.



सायकलचे सिट

सायकलच्या सिटची रचना करताना जेणेकरून सायकल चालवताना शरीराच्या नैसर्गिक आकाराला, पायांच्या हलचालीस सुखकर व अनुरूप असावे असा प्रयत्न केलेला असतो. सिटचे आकार आणि पॅडिंग शरीरावर असलेली दबावाची ठिकाणे कमी करून सायकलस्वाराला आराम प्रदान करतात.

दबावाचे वितरण : सायकलच्या सिटची रचना शरीरावर जास्त दबाव न टाकता हवा किंवा इतर बल कमी करण्याचा प्रयत्न करते. दबावाच्या वेगवेगळ्या भागावर वितरणाची गणना केली जाते, ज्यामुळे कंबरेच्या आसपासची हाडे, कुले, आणि इतर महत्त्वाच्या भागांवर ओझे कमी पडते.

वजन आणि आराम : सायकलचे सिट हलके असले पाहिजे जेणेकरून सायकल एकूण वजनात कमी होईल. हलके, परंतु आरामदायक सिट सायकलस्वाराला अधिक कार्यक्षम बनवते.

सायकल सिटचे प्रकार

रास्ट्रिल सिट : हलके आणि संकुचित रचना असलेली सिट, जे उच्च गतीसाठी उपयुक्त असते.

माउंटन बाईक सिट : जास्त आराम आणि स्थिरता देणारी सिट, ती खडतर रस्त्यांवर सायकल चालवताना वापरली जाते.

कॉम्फर्ट सिट : आरामदायक रचना, जास्त पॅडिंग, आणि रुंद आकारामुळे सामान्यतः शहरी रस्त्यांवर किंवा दीर्घ प्रवासांसाठी उपयुक्त असते. अशा सिटमध्ये बरेच पॅडिंग आणि आकार आरामदायक असतो.

स्प्रिंग सिट : सायकलच्या सिटमध्ये कमी गुळगुळीत असताना अधिक आराम मिळवण्यासाठी स्प्रिंग असतात. त्या सामान्यतः माउंटन बाईक्स आणि कमी गुळगुळीत रस्त्यांसाठी वापरल्या जातात.

अधिक आरामदायक बनवण्यासाठी अधुनिक सायकल सिटमध्ये जेल पॅडिंग वापरले जाते. जेल मटेरियल दाब कमी करून सायकलिंग करताना आरामदायकता प्रदान करते. हवेचा प्रवाह वाढवण्यासाठी सिटच्या डिझाइनमध्ये छोट्या व्हेंटिलेशन होल किंवा चॅनेल असू शकतात. ही रचना विविध स्थितींमध्ये अधिक पाणी आणि हवा बाहेर काढण्यासाठी काम करते, ज्यामुळे सायकलिंग करताना शरीराला थंड ठेवते. काही सिटमध्ये शॉक अॅब्झॉर्बर किंवा सस्पेन्शन यंत्रणा असतात. या प्रणालीमुळे सायकलस्वाराला उंच-सखल किंवा खडतर रस्त्यावर आरामदायक सायकलिंगचा अनुभव मिळवता येतो. रेसिंग सायकलसाठी सिट अधिक एअरोडायनॅमिक डिझाइन केल्या जातात, ज्या हवेचा विरोध कमी करतात आणि वेगवाढीसाठी फायदेशीर असतात.

सायकलची सिट हा सायकलिंग अनुभवाच्या दृष्टीने महत्त्वपूर्ण घटक आहे. रचना, आरामदायक पॅडिंग, आणि विविध तंत्रज्ञानामुळे सायकल सिट विविध प्रकारे विकसित झाल्या आहेत, ज्यामुळे सायकलस्वाराला अधिक आराम दायक, कार्यक्षम आणि सुरक्षित सायकलिंगचा अनुभव मिळतो.

सायकलचे आऊट काढणे

सायकलचे आऊट म्हणजे सायकलचे चाक किंवा टायरचा परीघ एकाच प्रतलात आणणे. ही एक महत्त्वाची दुरुस्तीप्रक्रिया आहे. सायकलच्या दुरुस्तीमध्ये यासाठी काही भौतिकशास्त्र आणि साध्या तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो.

आऊट काढण्याची गरज

सायकलचे चाक रिममध्ये जास्त वाकले किंवा तुटले असल्यास सायकल सरळ चालरत नाही. चाक नागमोडी चालते. त्यामुळे सायकल चालवण्यास अधिक श्रम लागतात. तसेच वेगात असताना खड्डा आल्यास सायकलचे चाक वाकून अपघात होण्याचा संभव असतो.

आऊट काढण्यासाठी सायकलचे चाक एका स्टँडमध्ये जमिनीला काटकोनात उभ्या प्रतलात राहील असे अक्षाला पकडून अडकवले जाते. त्यानंतर चाक फिरवून त्याचा परीघावरील प्रत्येक बिंदू स्टँडवरील संदर्भ बिंदूपासून समान अंतरावर आहे याची खात्री केली जाते. स्फोकचा ताण गरजेप्रमाणे कमी किंवा जास्त करून रिम एकाच प्रतलात आणले जाते. यामुळे सायकलची कार्यक्षमता वाढते व सायकल चालवण्यास श्रम कमी लागतात.

सायकलचे आऊट काढण्याची यंत्रणा

सायकलचा डायनामो

सायकल डायनामो हे एक असे साधन आहे जे सायकल चालत असताना चाकाच्या गतीचा उपयोग करून विद्युतऊर्जा निर्माण करते. ही ऊर्जा रात्रीच्या वेळी सुरक्षिततेसाठी सायकलला लावलेले दिवे (बल्ब) चालवण्यासाठी किंवा अन्य उपकरणांना शक्ती देण्यासाठी वापरली जाते.

सायकलचा डायनामो

डायनामो कार्य कसे करते?

सायकलचा डायनामो हे एक विद्युत जनित्र आहे. ते चाकाच्या गतीचा वापर करून चुंबकीय क्षेत्राचा उपयोग करते आणि चुंबकीय प्रेरणाद्वारे विद्युतऊर्जा उत्पन्न करते. डायनामोमध्ये एक स्थिर चुंबक किंवा फिरणारा चुंबक असतो जो वीज निर्माण करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावतो. हा चुंबक स्थिर असला तरी, त्याच्या आसपास असलेली फिरणारी तारेची गुंडाळी वीज निर्माण करते. तारेची गुंडाळी, एक तंतूंसारख्या बारीक तारेच्या लहान वळणांची घडी असते, जे चुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्रात ठेवली जाते. फॅरेडेच्या नियमानुसार चुंबकक्षेत्रातून तारेची गुंडाळी फिरली, की त्यात विद्युतप्रवाह निर्माण होतो. यामुळे विद्युतऊर्जा निर्माण होते. यात तारेची गुंडाळी किंवा चुंबक यापैकी एक स्थिर असते व दुसरे सायकलच्या चाकाच्या मदतीने फिरवले जाते. डायनामोने निर्माण केलेली वीज एकसारखी नसते. व्होल्टेज नियामक वापरल्याने स्थिर वीज मिळवता येते. हे दिव्यांना योग्य विद्युतपुरवठा करण्यासाठी महत्त्वाचे असते.

सायकल चालवताना दिवे लावणे सुरक्षिततेसाठी महत्त्वाचे असते. डायनामोच्या मदतीने हेडलाइट आणि टेललाट लावता येतात. डायनामोची कार्यक्षमता सायकलच्या

गतीवर अवलंबून असते. गती कमी असल्यास वीज कमी निर्माण होईल.

सायकलचे शॉक ॲब्झॉर्बर

सायकलचा शॉक ॲब्झॉर्बर, सायकलच्या चाकांमधून, हँडलबार आणि सीटपोस्टमधून जाणाऱ्या धक्क्यांना शोषून घेतो. यामुळे सायकल चालताना रस्ता, खड्डे किंवा इतर असमान पृष्ठभागांवरील धक्क्यांमुळे होणारा त्रास कमी होतो आणि सायकलस्वाराला अधिक आरामदायक अनुभव मिळतो. शॉक ॲब्झॉर्बर सायकलच्या सस्पेन्शन सिस्टिमचा एक महत्त्वाचा भाग आहे, जो अधिक नियंत्रण, स्थिरता आणि आराम प्रदान करतो. शॉक ॲब्झॉर्बर हे एक यांत्रिक साधन आहे जे सायकलला असमान पृष्ठभागावर चालताना येणाऱ्या धक्क्यांना शोषून घेते.

सायकलच्या शॉक ॲब्झॉर्बरची मुख्य कार्यपद्धती ऊर्जा धक्का शोषण आणि दबावनियंत्रण आहे. सायकलच्या शॉक ॲब्झॉर्बरचे दोन प्रमुख प्रकार आहेत: स्प्रिंगलोडेड शॉक ॲब्झॉर्बर आणि हायड्रॉलिक शॉक ॲब्झॉर्बर. स्प्रिंगलोडेड शॉक ॲब्झॉर्बर हा शॉक ॲब्झॉर्बर स्प्रिंगच्या साहाय्याने कार्य करतो. सायकलच्या चाकाला किंवा फ्रेमला धक्का लागतो, तेव्हा स्प्रिंग संकुचित होते आणि ऊर्जा शोषून घेते. त्यानंतर स्प्रिंग आपोआप विस्तारते आणि चाक/फ्रेमला सामान्य स्थितीत परत आणते. स्प्रिंग प्रकाराच्या शॉक ॲब्झॉर्बरमध्ये सामान्यतः कॉइल स्प्रिंग किंवा एअर स्प्रिंग असतात. ह्यामुळे धक्क्यांची शोषणक्षमता बदलू शकते. हायड्रॉलिक शॉक ॲब्झॉर्बरमध्ये एक तेलकक्ष असतो, ज्यामध्ये तेल चालवले जाते. शॉक ॲब्झॉर्बरच्या कार्याच्या दरम्यान तेल एक पाईपद्वारे एका कक्षातून दुसऱ्या कक्षात जाते. हे तेल चिकटपणा असलेले असते, जे पंप आणि वॉल्व्हसारख्या यांत्रिक घटकांसोबत काम करते. अशा प्रकारे, धक्क्यांना शोषून घेतल्यावर हायड्रॉलिक शॉक ॲब्झॉर्बर त्याला नियंत्रित करते आणि अधिक प्रभावी कार्यक्षमतेसाठी त्यात दबाव ठेवतो. हायड्रॉलिक शॉक ॲब्झॉर्बर हे अधिक प्रभावी आणि समायोज्य असतात. सायकलचे शॉक ॲब्झॉर्बर अत्यंत महत्त्वाचे आहेत, कारण ते असमान रस्त्यांवरील धक्क्यांना शोषून घेऊन सायकलस्वाराला आरामदायक अनुभव देतात. शॉक ॲब्झॉर्बर विविध प्रकारांमध्ये उपलब्ध आहेत आणि त्यांचा वापर सायकलच्या कार्यप्रदर्शन, स्थिरता, आणि आराम सुधारण्यासाठी केला जातो. यांत्रिक, हायड्रॉलिक, आणि हवेवर आधारित तंत्रज्ञानांमधून त्याचे कार्य करणारे विविध प्रकार सायकलस्वारांच्या विविध आवश्यकतांसाठी उपयुक्त ठरतात.

सायकलचे शॉक ॲब्झॉर्बर

मडगार्ड

हा सायकलचा एक महत्त्वाचा घटक आहे. याचा मुख्य उद्देश सायकल चालवताना धूळ, पाणी, माती आणि इतर कचऱ्यापासून सायकलचालक आणि सायकलचे संरक्षण करणे आहे. मडगार्ड तयार करताना विविध घटक आणि तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो, ज्यामुळे त्याचा कार्यक्षमतेला आणि स्थिरतेला सुधारता येते. मडगार्डमध्ये मुख्यतः दोन प्रकारच्या साहित्याचा वापर केला जातो. हलके आणि मजबूत असलेले प्लास्टिक मडगार्ड सायकलिंगच्या विविध प्रकारांसाठी योग्य आहेत. प्लास्टिक मडगार्ड हलके, मजबूत आणि टिकाऊ असतात, त्यांचे वजन कमी असते आणि ते पाणी किंवा धूळ सायकल चालकापर्यंत पोहचू देत नाहीत. धातूचे मडगार्ड

आधुनिक सायकलचे मडगार्ड

विशेषत: माउंटन बाइक्स आणि रेट्रो सायकलींमध्ये वापरले जातात. हे अधिक मजबूत, अधिक टिकाऊ असतात, आणि भक्कम रचनांसह येतात. याचे वजन जास्त असू शकते, पण ते अधिक दीर्घकालिक टिकावू असतात. काही मडगार्ड कॉम्पोजिट मटेरियलपासून (जसे कार्बन फायबर) बनवले जातात. यांचे वजन अत्यंत हलके असते आणि ते जास्त टिकाऊ असतात. मडगार्डची रचना सायकलच्या प्रकारानुसार वेगळी असू शकते. फ्रंट मडगार्ड हे चाकाच्या समोर असते आणि पाणी किंवा माती सायकलस्वारापर्यंत पोहोचण्यापासून रोखते. रियर मडगार्ड हे चाकाच्या मागे असते आणि मुख्यतः सायकल चालकाच्या पाठीवर पाणी आणि माती उडण्यापासून बचाव करते. सायकलच्या मडगार्डमध्ये काही नवीन तंत्रज्ञानाची अंमलबजावणी केली जात आहे, जे त्याच्या कार्यक्षमता आणि स्थिरता आणखी सुधारते.

स्टँड

सायकलचा स्टँड सायकलला उभे करण्यासाठी वापरला जाणारा एक महत्त्वाचा घटक आहे. याचा मुख्य उद्देश सायकलला स्थिर आणि सुरक्षित ठेवणे आहे, जेणेकरून सायकल पडण्याची शक्यता कमी होईल. वस्तूच्या गुरुत्व–मध्यापासून टाकलेला लंब त्या वस्तूच्या पायाने व्यापलेल्या क्षेत्रफळाच्या आत असल्यास ती वस्तू स्थिर राहाते. सायकलचा स्टँड पायाचे क्षेत्र वाढवून सायकल उभी असतांना तिला स्थैर्य देतो. रसायकल स्टँडची रचना आणि तंत्रज्ञान विविध प्रकारे विकसित केले गेले आहे, जे विविध सायकल प्रकारांसाठी उपयुक्त ठरतात. सायकल स्टँडचे विविध प्रकार बाजारात उपलब्ध आहेत, आणि प्रत्येक प्रकाराची रचना आणि कार्यक्षमता वेगवेगळ्या सायकल प्रकारांनुसार असते. साइड स्टँड हा सर्वात सामान्य आणि सोपा स्टँड प्रकार आहे. सायकलच्या चाकाच्या बाजूला असलेला स्टँड वापरला जातो, जो सायकलला उभी ठेवतो. हा स्टँड साधारणपणे

सायकलचा स्टँड

लहान सायकल आणि रोड सायकलींमध्ये वापरला जातो. सेंटर स्टँड हा स्टँड सायकलच्या मध्यभागी असतो. यामुळे सायकलची दोन्ही चाके उभी राहतात, आणि सायकल अधिक स्थिर राहतो.

सायकल स्टँडच्या कार्यक्षमतेसाठी तंत्रज्ञानाचा वापर करण्यात येतो, आणि त्याचे डिझाइन आणि सामग्री सायकलच्या कार्यक्षमतेला प्रभावित करतात. सायकल स्टँडमध्ये प्रामुख्याने स्टील, ॲल्युमिनियम किंवा टायटॅनियम यासारखे हलके आणि मजबूत धातू वापरले जातात. यामुळे स्टँडला मजबुती येते आणि त्याचा वजनही कमी ठेवता येतो. काही सायकल स्टँडमध्ये प्लास्टिक किंवा रबराचे घटक वापरले जातात, जे स्टँडला अधिक लवचीकता, प्रभावशालीता आणि घर्षण कमी करण्यात मदत करतात. स्टँडच्या रचनेत विविध तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो. गॅल्वनाइजेशन किंवा पेंटिंग प्रक्रिया करून धातूच्या स्टँडचे गंजणे टाळले जाते. काही स्टँडच्या तळाशी रबर किंवा प्लास्टिकचे पॅड असतात, ज्यामुळे ते अधिक स्थिर राहतात आणि जमिनीवर घर्षण कमी होतो.

वंगण

सायकलच्या विविध घटकांच्या कार्यक्षमतेसाठी नियमित वंगण लावणे महत्त्वाचे आहे, ज्यात चेन, गियर, ब्रेक सिस्टम, आणि बेअरिंग यांचा समावेश होतो. तेल आणि वंगण सायकलच्या विविध भागांना सुरळीत चालवण्यासाठी, घर्षण कमी करण्यासाठी, आणि त्यांना गंज व धूळीपासून सुरक्षित ठेवण्यासाठी वापरले जातात. योग्य तेल किंवा वंगण सायकलच्या कार्यक्षमतेला सुधारते, आणि त्याचे आयुष्यमानात वाढ करते.

सायकलच्या चेनमध्ये तेल लावल्याने, ते सुरळीत चालते. तेल चेन आणि गियरच्या पृष्ठभागावरील घर्षण कमी करते, ज्यामुळे अधिक गती मिळवता येते आणि सायकलला चालवणे सोपे होते. सायकलच्या हब, बेअरिंग, आणि स्पोक्समध्ये वंगण लावणे आवश्यक असते. यामुळे या भागांचे काम कार्यक्षमतेने होते आणि ते दीर्घकाळ टिकतात. बेअरिंगमध्ये तेल घालल्याने ते सुरळीतपणे फिरतात. तेल आणि वंगनाचा मुख्य उद्देश म्हणजे घर्षण कमी करणे. कमी घर्षणामुळे सायकल अधिक कार्यक्षमतेने चालते आणि चालकाला कमी श्रम लागतात.

घंटी

हा एक साधारण आणि महत्त्वाचा घटक आहे जो सायकल चालवताना इतरांना सूचना देण्यासाठी वापरला जातो. घंटी मुख्यतः सायकलच्या पुढील भागावर बसवलेली

सायकलच्या घंटीची अंतररचना

असते आणि ती एका साध्या ध्वनिप्रणालीचा भाग आहे जी आसपासच्या लोकांना चेतावणी देण्यासाठी किंवा सायकल चालवताना सुरक्षिततेसाठी वापरली जाते.

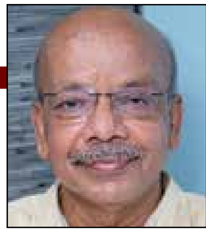
घंटीची मुख्य संरचना धातूची, प्लास्टिक किंवा कधी कधी ॲल्युमिनियमच्या मिश्रधातूंची असते. ही संरचना हलकी, मजबूत आणि टिकाऊ असावी लागते. घंटीचे आकारमान साधारणतः लहान आणि गोलसर असते, जेणेकरून ती सायकलवर सहज बसवता येईल. घंटीमध्ये एक छोटा धातूचा स्ट्राईक असतो जो घंटीच्या वाटीवर आपटून ध्वनी निर्माण करतो. सायकलची घंटी साधारणपणे साध्या यांत्रिक तंत्रज्ञानावर आधारित असते, पण काही आधुनिक तंत्रज्ञान वापरून या घंटींमध्ये सुधारणा करण्यात आलेली आहे. आधुनिक घंटींच्या संरचनेत आवाज अधिक प्रभावीपणे उत्पादन करण्यासाठी ध्वनिवर्धन तंत्रज्ञान वापरले जाते. उदाहरणार्थ, स्टेनलेस स्टील आणि ॲल्युमिनियम मिश्रधातूंचा वापर ध्वनीच्या वर्धनासाठी केला जातो. काही शहरी सायकलमध्ये मूक घंटी असू शकतात, ज्यांचा आवाज साधारणतः कमी किंवा अधिक तीव्र असतो, आणि आवाज अधिक नियंत्रित केला जातो.

कुलूप

सायकलचे कुलूप सायकलला चोरीपासून बचाव करण्यासाठी वापरले जाते. सायकल चालवताना, विशेषतः सार्वजनिक ठिकाणी सायकल ठेवताना, सायकलला चोरीपासून सुरक्षित ठेवण्यासाठी कुलूप एक अत्यंत महत्त्वाचे उपकरण आहे. कुलपाच्या तंत्रज्ञानाने प्रगती केली आहे, ज्यामुळे सायकल चोरांपासून बचाव करण्यासाठी विविध प्रकारचे तंत्रज्ञान आणि सुरक्षायंत्रणा विकसित केल्या गेल्या आहेत. सायकलच्या कुलपाचे मुख्य कार्य म्हणजे सायकलला सुरक्षित ठेवणे. हे सायकलच्या फ्रेमला किंवा चाकाला कोणत्याही स्थिर वस्तूशी जोडते आणि चोरीपासून संरक्षण प्रदान करते. विविध प्रकारच्या कुलपांचा वापर सायकलच्या सुरक्षा आवश्यकतांनुसार केला जातो. कुलूप ध्वनिशक्ती, घर्षण किंवा इतर तंत्राचा वापर करून सायकलच्या घटकांना सुरक्षित ठेवते. कुलूप सायकलला कोणत्याही स्थिर वस्तूशी (जसे की खांब, बॅरिकेड किंवा सायकल रॅक) जोडते, ज्यामुळे सायकल चालवताना ते स्थिर होते आणि चोरीस अडचण निर्माण होते. सायकलची कुलपे विविध प्रकारची असू शकतात, ज्यामध्ये सुरक्षा पद्धती आणि तंत्रज्ञानाच्या दृष्टिकोनातून विविधता आढळून येते. यू लॉक हे एक मजबूत, अर्धवट वक्र असलेले धातूचे कुलूप असते. त्याचा आकार इंग्रजी ‘U’ अक्षरासारखा असतो, आणि दोन भाग एकमेकांना जोडले जातात. याचा वापर सायकलच्या फ्रेमला आणि चाकाला एका स्थिर वस्तूसोबत जोडण्यासाठी केला जातो. यूलॉक अत्यंत मजबूत मानले जातात, कारण त्यांचे धातूचे संरचना चोरांना तोडणे कठीण करते. या प्रकाराचे कुलूप त्याच्या आकार आणि मजबुतीमुळे उच्च सुरक्षेचे मानले जाते. चेन लॉकमध्ये मजबूत धातूची चेन असते, त्याला एक साधे कुलुप किल्ली असलेले कुलूप जोडलेले असते. ते चेन सायकलच्या फ्रेमला आणि चाकाला जोडण्यासाठी वापरले जाते. चेन लॉक सामान्यतः लवचीक असते आणि मोठ्या वस्तूंशी जोडण्यासाठी सोयीस्कर असते. यामुळे ते अधिक लवचीक आणि सुरक्षित असते, पण ते यू लॉकइतके मजबूत नसते. कोडेड लॉकमध्ये एक यंत्रणा असते ज्याद्वारे चार किंवा पाच अंकी संकेत क्रमांक (कोड) प्रविष्ट करून कुलूप उघडता येते. या प्रकारात किल्लीची आवश्यकता नसते. कोडेड लॉक लहान आकाराचा असतो, पण त्याची सुरक्षा त्या कोडच्या पद्धतीवर अवलंबून असते. कधी कधी चोर कोड ब्रेक करू शकतात, म्हणून अधिक कोडप्रोफेशनल व उच्च दर्जाचे कुलूप निवडणे चांगले. केबल लॉक एक लवचीक धातूची केबल असते, जी सायकलला एका स्थिर वस्तूसोबत जोडण्यासाठी वापरली जाते. या केबलमध्ये एक लॉक असते. केबल लॉक लवचीक असतो, परंतु त्याची सुरक्षा यू लॉक किंवा चेन लॉकच्या तुलनेत कमी असते, कारण केबल तोडणे सोपे असू शकते.

सायकलच्या कुलपांची सुरक्षा सुधारण्यासाठी अनेक नवनवीन तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो.

पान ६२ वर...



बिपीन भालचंद्र देशमाने

लसींचे विविध प्रकार

नुकत्याच काही वर्षांपूर्वी येऊन गेलेल्या कोव्हिडच्या जागतिक महासाथीमुळे लसीकरण शब्द आबालवृद्धांच्या परिचयाचा झाला. किंबहुना कोव्हिड लसीची कवचकुंडले धारण केल्यानंतरच त्याच्या मृत्यूच्या जबड्यातून आपण सर्व सुखरूप बाहेर पडलो. लसीकरणाचे महत्त्व आपण प्रत्यक्ष अनुभवातून शिकलो.

आपल्याला काही जिवाणू (बॅक्टेरिया) किंवा विषाणू (व्हायरस) यांचा संसर्ग होतो. आपण आजारी पडतो. कॉलरा, टाइफॉइड, टीबी ही जिवाणूंमुळे होणाऱ्या रोगांची काही उदाहरणे तर हेपॅटायटीस बी, गोवर, कांजण्या, कोव्हिड ही विषाणूंमुळे होणाऱ्या रोगांची काही उदाहरणे. बाहेरून कोणत्याही रोगाचा जिवाणू किंवा विषाणू आपल्या शरीरात गेला की शरीर त्याला बरोबर ओळखते आणि नष्ट करण्याचा प्रयत्न करते. तो जिवाणू किंवा विषाणू याच्या बाह्य रूपावरून शरीराला कळते की आपल्या शरीरात नेहमीची राहणारी ही मंडळी नाहीत. ही मंडळी फॉरेनर्स आहेत, परकी, उपरी आहेत! त्यांना हुसकावून लावले पाहिजे. नष्ट केले पाहिजे. याबाबतीत शरीर 'आपला तो बाळ्या दुसऱ्याचे ते कार्ट' या म्हणीप्रमाणे वागते. शरीरातील रोगप्रतिकार यंत्रणा - इम्युन सिस्टीमला त्वरित सूचना मिळते. ती कामाला लागते. शरीरातील लसिका पेशी (बी लिंफोसाइट) अशा जिवाणू किंवा विषाणूविरुद्ध क्रिया करणारी प्रथिने तयार करतात. या प्रथिनांना अँटिबॉडी असे म्हणतात आणि ज्या परक्या पदार्थामुळे शरीरात अँटिबॉडी तयार होते त्याला अँटिजेन म्हणतात.

शरीरात बाहेरच्या पदार्थांविरुद्ध तयार होणाऱ्या अँटिबॉडी फार वैशिष्ट्यपूर्ण असतात. म्हणजे असे की टायफॉईडच्या जंतूविरुद्ध निर्माण केलेल्या अँटिबॉडी टीबीच्या जंतूंविरुद्ध कुचकामी ठरतात. एका कुलपाची किल्ली दुसऱ्या कुलपाला चालत नाही ना, तसेच!

शरीरात एखाद्या रोगाचे जिवाणू किंवा विषाणू शिरले की त्या विरुद्ध अँटिबॉडी तयार होतात. सर्व जिवाणू, विषाणू मेले की अँटिबॉडी तयार करण्याची क्रिया कमी होते. या प्रकारामुळे शरीराला एक फायदा होतो. त्या विशिष्ट रोगांच्या जिवाणू, विषाणूविरुद्ध कोणत्या अँटिबॉडी तयार करायच्या याचे प्रशिक्षण मिळते. त्यामुळे पुन्हा कधी तेच जिवाणू किंवा विषाणू शरीरात घुसले रे घुसले की अँटिबॉडी फौजेच्या झुंडीच्या झुंडी तयार होतात आणि त्या जंतूंना सळो की पळो करून सोडतात. म्हणूनच गोवर, कांजण्या यांसारखे आजार एकदा होऊन गेल्यावर सहसा होत नाहीत. ही किमया शरीराला अँटिबॉडी तयार करायला मिळालेल्या प्रशिक्षणामुळे साध्य होते. या अँटिबॉडीच्या मदतीने त्या रोगाच्या जिवाणूला, विषाणूला अगदी चुनचुनके कसे मारायचे याचे प्रशिक्षण आपल्या शरीराला मिळते. या निरीक्षणाचा शास्त्रज्ञांनी मोठ्या खुबीने उपयोग करून घेतला आहे. मेलेले रोगजंतू किंवा विषाणू शरीरात सोडले तर शरीराला जिवंत रोगजंतूशी सामना करण्याचे प्रशिक्षण मिळेल आणि मेलेल्या रोगजंतू, विषाणूमुळे शरीराला अपाय होणार नाही. लस म्हणजे मेलेले किंवा जिवंत परंतु कमकुवत, रोग निर्माण करण्याची क्षमता नसलेले रोगजंतू किंवा विषाणू टोचून घेणे. लशीतून शरीरात सोडलेल्या, टोचलेल्या जिवाणू, विषाणूमुळे रोग होण्याचा प्रश्नच येत नाही. हा लुटूपुटूचा शत्रू असतो. ही मॉक ड्रिलच असते. शत्रू लुटुपुटूचा असला तरी या लढाईतून अँटिबॉडी तयार करण्याचे मिळणारे प्रशिक्षण मात्र अस्सल असते! हाच तर लसीकरणाचा उद्देश असतो! रोग होऊ न देता रोगजंतूविरोधी लढाईचे प्रशिक्षण! या लढाईत आपल्या

शरीराला हा परका जिवाणू, विषाणू कसा असतो, कसा दिसतो याची ओळख होते. शरीर तुझे याद रखूंगा म्हणते आणि बराच काळ ही ओळख विसरत नाही! शरीरातील ज्या पेशींवर ही जबाबदारी असते त्यांना चक्क स्मरणपेशी – मेमरी सेल्स म्हणतात!

लसीकरण म्हणजे रोग व्हायच्या आधी रोगाचे समूळ उच्चाटन करण्यासाठी शरीराकडून जय्यत तयारी करून घेणे!

मग ज्यावेळी पुढे कधीतरी खरेखुरे रोग तयार करू शकणारे जिवाणू, विषाणू आपल्या शरीरात शिरले की रोगप्रतिकार विभागाचा अँटिना उभा राहतो! तो पुरान्या दुश्मनाला ओळखतो आणि अँटिबॉडीच्या फौजाच्या फौजा तयार करतो. त्यामुळे आपल्याला रोग होत नाही. त्या रोगापासून आपला बचाव होतो. जिवाणूंमुळे होणारे रोग अँटिबायोटिक्स घेऊन बरे होऊ शकतात, परंतु विषाणूंमुळे होणाऱ्या रोगांवर औषध नाही. त्यामुळे लसीकरण हाच एकमेव उपाय असतो, तो रोग न होऊ द्यायचा! त्यामुळे जास्तीत जास्त लसी या विषाणूजन्य रोगांचा प्रतिबंध करण्यासाठी उपलब्ध आहेत.

लस तयार करण्याचे विविध प्रकार–

पहिला प्रकार म्हणजे रोगजंतूचा रोगकारक नसलेला असा एखादा निसर्गातील भाऊबंद शोधायचा, त्याला लस म्हणून वापरायचे. याचे उदाहरण म्हणजे बीसीजी लस. ही लस टीबी होऊ नये म्हणून घेतली जाते. टीबी किंवा क्षय हा रोग मायकोबॅक्टेरियम ट्युबरक्युलॉसिस नावाच्या जंतूमुळे होतो. त्याचाच भाऊबंद म्हणजे मायकोबॅक्टेरियम बोविस. हा रोगजंतू प्रयोगशाळेत वाढवून त्यापासून लस बनवली जाते. १९२१मध्ये काल्मेट आणि ग्युरिन यांनी ही लस सर्वप्रथम बनवली. म्हणून त्याला बीसीजी असे नाव दिले आहे. बीसीजी म्हणजे बॅसिलस ऑफ काल्मेट अँड ग्युरिन. टीबी या रोगावर ही एकमेव लस उपलब्ध आहे. शंभर वर्षे उलटून गेली तरी ही लस टीबी या रोगापासून आपले रक्षण

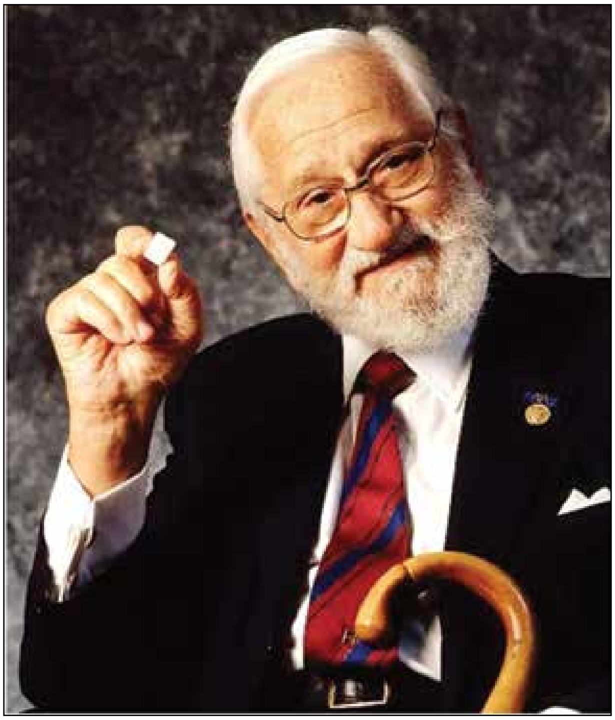
मूल जन्मल्याबरोबर घ्यायची ही लस!

करण्याचे काम चोख बजावत आहे! हा जिवाणू टीबीच्या रोगजंतूचा चुलतभाऊ असल्यामुळे त्या दोघांमध्ये साम्य आहे. त्यामुळे या जिवाणूविरुद्ध तयार केलेली अँटिबॉडी टीबीच्या रोगजंतूंविरुद्ध चालू शकते. शिवाय हा जिवाणू आपल्याला धोकादायक नाही, रोगकारक नाही. हा आणखी एक फायदा.

दुसरा प्रकार रोगाच्या जिवाणू किंवा विषाणूंची रोग तयार करण्याची क्षमता पूर्णपणे नाहीशी करून त्याला अगदी निरुपद्रवी, अशक्त, कमकुवत करून टाकायचे आणि ते लस म्हणून वापरायचे. याचं सर्वांना परिचित असलेले उदाहरण म्हणजे अमिताभ बच्चन यांनी लोकप्रिय केलेली, जनमानसात रुजवलेली 'दो बूंद जिंदगी के' पोलिओ लसीकरण मोहीम. ही लस तोंडावाटे दिली जाते. या लसीमध्ये रोग तयार करण्याची क्षमता नसलेले परंतु पोलिओचे जिवंत विषाणू असल्यामुळे ते शरीरात वाढू शकतात. त्यामुळे आपल्या शरीराला फार चांगल्या पद्धतीने, परिणामकारकरीत्या अँटिबॉडी तयार करण्याचे प्रशिक्षण मिळते. याशिवाय अशा पद्धतीने लस तयार करण्याची आणखी काही उदाहरणे म्हणजे गोवर, कांजण्या, रूबेला, येलो फिवर इत्यादी लसी.

पोलिओ लस : दो बूंद जिंदगी के!

जिवाणूजन्य रोगांसाठी लसी बनवणे तुलनेने सोपे असते. जिवाणूंना वाढवण्यासाठी लागणारे खाद्य मोठ्या प्रमाणात प्रयोगशाळेत, कारखान्यात तयार करतात. त्या त्या जिवाणूंच्या वाढीसाठी लागणाऱ्या सर्व गोष्टी पुरवतात. मोठ्या प्रमाणात जिवाणू तयार झाले की त्यांना थोडी उष्णता देऊन किंवा रासायनिक पदार्थांद्वारे मारतात. जिवाणू मेले तरी त्यांची प्रेते तशीच राहतात. फार उष्णता देऊन त्यांना मारले तर जंतूंचे देह छिन्नविछिन्न होतात. तसे झाले तर शरीराला रोगजंतू ओळखणे कठीण होईल! म्हणून माफक उष्णता देऊन रोगजंतूंना मारले जाते. हा लस तयार करण्याचा तिसरा प्रकार. यात मेलेले रोगजंतू वापरले जातात. उदाहरणार्थ, टायफॉईड आणि कॉलरा प्रतिबंधक लसी या पद्धतीने बनवलेल्या असतात.



तोंडावाटे दिल्या जाणाऱ्या पोलिओ लसीचे जनक डॉ.अल्बर्ट सेबिन

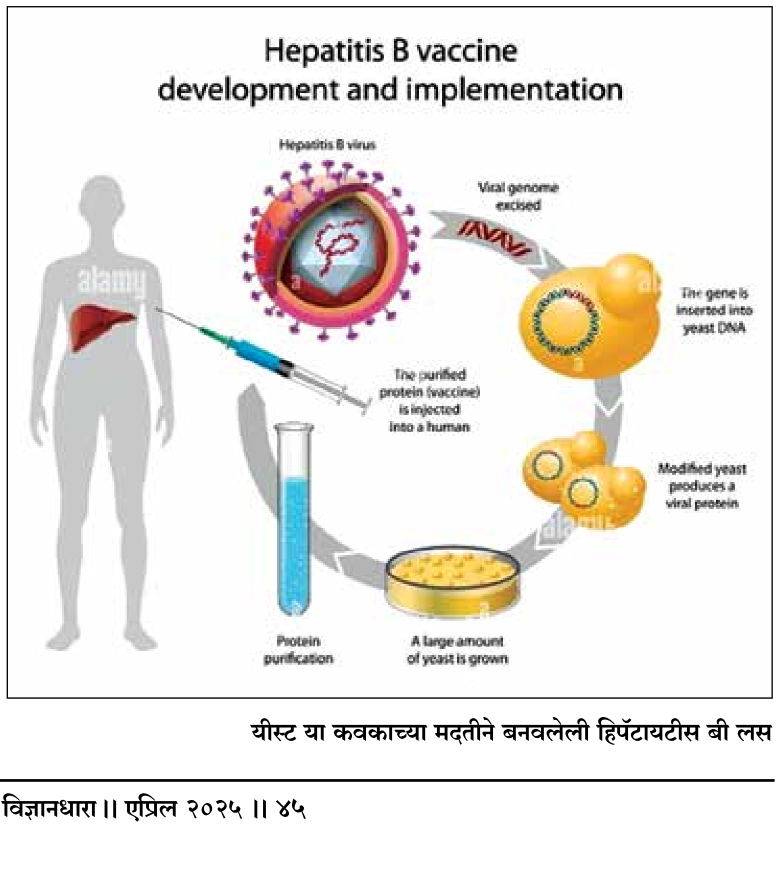
विषाणूंमुळे होणाऱ्या रोगांविरुद्ध लसी बनवणे तुलनेने अवघड असते. कारण विषाणू स्वतंत्रपणे वाढू शकत नाहीत. जिवंत पेशींवरच त्यांची वाढ होऊ शकते. लस तयार करण्यासाठी विषाणूंना मोठ्या प्रमाणावर वाढवावे लागते. त्यासाठी संबंधित पेशींनाही मोठ्या प्रमाणावर वाढवावे लागते. ही प्रक्रिया फार किचकट, जिकिरीची आणि वेळकाढू असते.

विषाणू हा आत डीएनए किंवा आरएनए आणि बाहेर प्रथिनांचे आवरण असा बनलेला असतो. पूर्ण विषाणू प्रयोगशाळेत वाढवण्याऐवजी त्याचे आवरण जे प्रथिनांनी बनलेले असते त्यातील एखादे प्रथिन जेनेटिक इंजिनीअरिंगच्या तंत्राने बनवता येईल का असा विचार झाला आणि हिपॅटायटीस बी लस तयार झाली. हिपॅटायटीस बी या विषाणूच्या कवचावरील प्रथिन निवडायचे. ते तयार करण्यासाठी आवश्यक ते जनुक एखाद्या सूक्ष्मजीवांमध्ये- जसे यीस्ट किंवा प्राणी पेशींमध्ये घुसवायचे, उदाहरणार्थ, चायनीज हमस्टर ओव्हरी पेशी आणि या पेशींना प्रयोगशाळेत वाढवायचे. या पेशींनी तयार केलेले हिपॅटायटीस बी या विषाणूचे प्रथिन वेगळे करायचे, शुद्ध स्वरूपात मिळवायचे आणि लस म्हणून वापरायचे. या लसीच्या प्रकाराला सब-युनिट वॅक्सिन असे म्हणतात. यामध्ये विषाणूच्या कवचाच्या, आवरणाच्या प्रथिनाचा छोटासा भागच फक्त वापरल्यामुळे रोग होण्याचा अजिबात धोका नाही परंतु विषाणूविरुद्ध लढायचे प्रशिक्षण मात्र हमखास मिळणार! हे या लसीचे वैशिष्ट्य. हा लस तयार करण्याचा प्रकार चौथा.

एबोला विषाणूच्या लशीमध्ये एबोलाची काही जनुके दुसऱ्या निरूपद्रवी विषाणूंमध्ये टाकून त्यांना प्रयोगशाळेत वाढवून लस तयार करण्यात आली. याला विषाणूवाहक लस किंवा इंग्रजीमध्ये व्हायरल व्हेक्टर व्हॅक्सिन असे म्हणतात. हा लस तयार करण्याचा प्रकार पाचवा.

या सर्व लशी तयार करण्यात सगळ्यात मोठी त्रुटी म्हणजे प्रयोगशाळेत पेशींना वाढवावे लागते आणि मग त्या पेशींवर विषाणू वाढवावे लागतात. इथेच ग्यानबाची मेख आहे! पेशी वाढवणे महाकठीण काम आहे. पेशी न वाढवता लस तयार करता आली तर?

२०२३ सालच्या वैद्यकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक विजेती जोडी डॉ. कॅतलिन कॅरिको आणि ॲण्ड्र्यू वाइजमन अखिल मानवजातीच्या मदतीला धावून आली आणि कोव्हिड संकट मोचक ठरली! त्यांनी लसनिर्मितीचा क्रांतिकारी नवीन



यीस्ट या कवकाच्या मदतीने बनवलेली हिपॅटायटीस बी लस

डॉ. कॅतलिन कॅरिको आणि डॉ. अॅण्ड्र्यू वाइजमन एमआरएनए लस तयार करून कोविडच्या जबड्यातून मानवजातीला बाहेर काढणारे विज्ञान महर्षी.

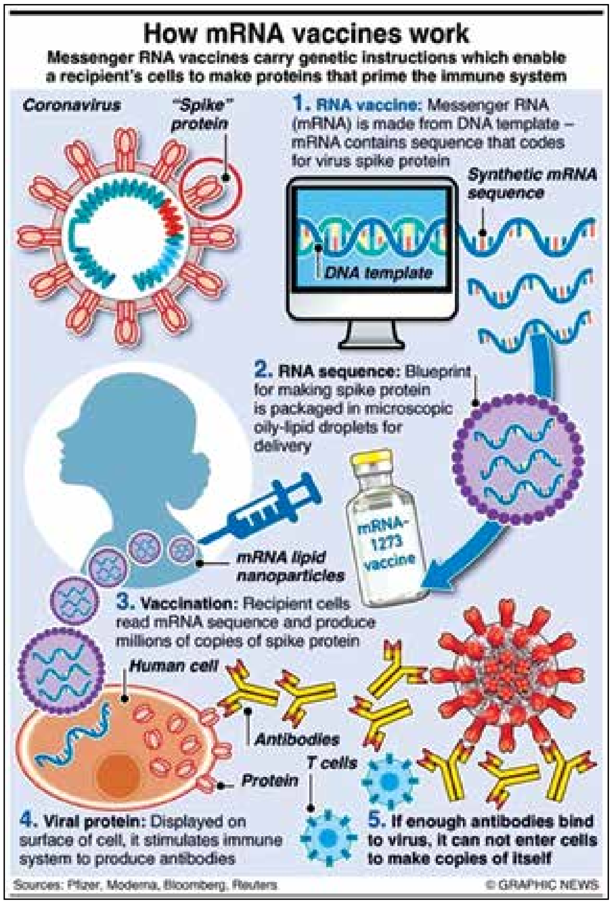
प्रकार संपूर्ण मानवजातीला बहाल केला. तो प्रकार म्हणजे एमआरएनए लस! हा लस बनवण्याचा सर्वात आधुनिक प्रकार!

पेशीमध्ये डीएनए रेणूच्या भाषेत आनुवंशिक माहिती साठवलेली असते. डीएनए हा महारेणू आहे. अॅडेनाइन, ग्वानाईन, साईटोसाइन, थायमाइन या चार न्यूक्लुटाइडना विशिष्ट क्रमाने जोडून तो बनलेला असतो. डीएनएचा लहान तुकडा म्हणजे जनुक. आरएनए हा अॅडेनाइन, ग्वानाइन, साईटोसाइन आणि युरॅसिल या चार न्यूक्लुटाइडना विशिष्ट क्रमाने जोडून तो बनलेला असतो. डीएनएवरून जनुकाची माहिती कॉपी करून त्यापासून संदेशवाहक आरएनए बनवला जातो. या प्रक्रियेला ट्रान्सस्क्रिप्शन (लिप्यंतर) म्हणतात. आरएनएवरील संदेशबरहुकूम प्रथिन तयार होते.

ट्रान्सक्रिप्शनची प्रक्रिया पेशीबाहेर प्रयोगशाळेत करता येते. त्यासाठी मग पेशी वाढवण्याची गरजच उरत नाही. म्हणजेच लसनिर्मितीतील सर्वात मोठा, सर्वात कठीण, सर्वात वेळकाढू, सर्वात किचकट अडथळा दूर झाला.

विषाणूमधील जनुकात त्याच्या आवरणातील प्रथिन कसे बनवायचे याची माहिती असते. त्या जनुकापासून एमआरएनए बनवून तो शरीरात टोचला तर आपल्याच पेशी त्यापासून विषाणू आवरणप्रथिन तयार करतील आणि त्या प्रथिनाविरुद्ध आपले शरीर अँटिबॉडी तयार करेल आणि तो रोग आपल्याला होणार नाही, अशी तर्कशुद्ध अटकळ या शास्त्रज्ञांनी बांधली.

यात दोन समस्या होत्या. हा एमआरएन अस्थिर आहे. त्याला शरीरात पाठवायचा कसा? यासाठी या रेणूवर स्निग्ध पदार्थाचे आवरण तयार केले. स्निग्ध पदार्थाच्या सूक्ष्म थैलीत (नॅनो-पार्टिकल) या आरएनएला ठेवले. आता दुसरी समस्या. हा प्रयोगशाळेत तयार केलेला एमआरएनए शरीर परका



एमआरएनए लस आणि त्याची कार्यप्रणाली.

समजते. त्यामुळे त्याला इन्फ्लेमेटरी (दाह) प्रतिक्रिया देते. अंग सुजणे वगैरेसारखे दुष्परिणाम दिसू लागतात. हे म्हणजे भीक नको पण कुत्रा आवर!

अशा समस्यांनी डगमगून जातील तर त्या कॅतलिन कसल्या? एमआरएनए तंत्रज्ञान यशस्वी करण्याचा त्यांनी चंग बांधला. त्याच वेळी त्यांना डॉक्टर वाइजमन यांच्यासारखा सहकारी मिळाला. वाइजमन यांनी प्रयोगशाळेत तयार केलेल्या एमआरएनएला शरीरातील डेंड्राइट पेशी कसा प्रतिसाद देतात आणि त्यामुळे काय दुष्परिणाम होतात याचा अभ्यास केला. डेंड्राइट पेशी या एमआरएनएला परका समजून काही रसायने सोडतात. त्यामुळे शरीरावर दुष्परिणाम होतात. हे या दोघांनी ओळखले. त्यांना आश्चर्य वाटले. हाच एमआरएनए पेशींनी स्वतः तयार केला तर त्याचे दुष्परिणाम होत नाहीत. असे का? प्रयोगशाळेत तयार केलेला आणि शरीरातील पेशींनी तयार केलेला एमआरएनए यात असा काय फरक आहे की एकाने दुष्परिणाम होतात आणि दुसऱ्याने होत नाहीत!

आरएनए हा अॅडेनाइन, ग्वानाइन, साईटोसाइन आणि युरॅसिल या न्यूक्लिटाइडना विशिष्ट क्रमाने जोडून बनलेला असतो हे आपण बघितले. कॅरीको आणि वाइजमन यांना ठाऊक होते की पेशीत एमआरएनए तयार होतो त्यावेळी त्यातील काही न्यूक्लिटाइडमध्ये किंचित रासायनिक बदल होतात. परंतु पेशीबाहेर प्रयोगशाळेत इनव्हिट्रो ट्रान्सक्रिप्शनने तयार केला तर त्यातील घटकांत कोणतेही बदल होत नाहीत. या फरकामुळे तर शरीर नको असलेला इन्फ्लमेटरी प्रतिसाद देत नसेल ना, या विचाराने दोघांचेही डोळे चम कले! त्यांनी प्रयोगशाळेत तयार केलेल्या एमआरएनएच्या न्यूक्लिटाईडमध्ये शरीरात होतात तसे रासायनिक बदल केले. उदाहरणार्थ, युरॅसिलचे रूपांतर स्युडोयुरिडिनमध्ये केले आणि हा एमआरएनए प्राण्यांना टोचला तर काय आश्चर्य! दुष्परिणाम गायब! हे नावीन्यपूर्ण, मौलिक संशोधन २००५मध्ये प्रकाशित झाले. हे संशोधन मैलाचा दगड समजले जाते.

आणखी एक गोष्ट लक्षात आली. या न्युक्लिओटाइड-मध्ये किंचित बदल केलेल्या एमआरएनएमुळे दुष्परिणाम तर गायब झालेच, शिवाय हा एमआरएनए वापरून शरीरातील पेशी भरपूर प्रमाणात संबंधित प्रथिन तयार करू लागल्या! आता हे एमआरएनए तंत्रज्ञान माणसासाठी प्रत्यक्ष वापरण्यास सिद्ध झाले.

कोव्हिड संकटात हे तंत्रज्ञान वापरायची संधी मिळाली. फायजर बायोएनटेक आणि मॉडर्ना या कंपन्यांनी बनवलेल्या लसी याच तंत्रज्ञानावर आधारित जगातील पहिल्या लसी होत्या.

कोव्हिड महामारीत विक्रमी वेळात समस्त मानव-जातीला लस मिळाली आणि लाखो लोकांचे प्राण वाचले. जगावर असे अचानक संकट आले तर या एमआरएनए तंत्रज्ञानाने समर्थपणे मुकाबला आणि मात करण्याची क्षमता आपल्याला मिळाली आहे. या संशोधनाचे दूरगामी परिणाम संभवतात. कॅन्सरवर उपचारासाठी ही याचा उपयोग होऊ शकतो.

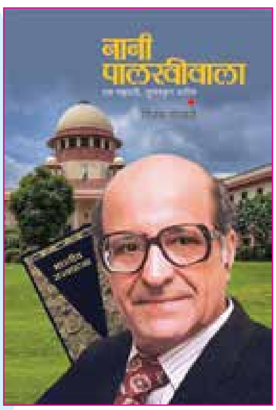
कॅतलिन कॅरिको मूळच्या हंगेरियन. हे संशोधन त्यांनी पेनसिल्वानिया विद्यापीठात असताना केले. पुढे त्या बायोएनटेक आरएनए फार्मास्युटिकल कंपनीच्या ज्येष्ठ उपाध्यक्ष झाल्या. अॅण्ड्र्यू वाइजमन हे डॉक्टर आणि डॉक्टरेट दोन्ही! ते पेनसिल्वानिया इन्स्टिट्यूट ऑफ आरएनए इनोव्हेशनचे डायरेक्टर आहेत.

सन १७९६मध्ये लसीकरणाचे पितामह ब्रिटिश डॉक्टर एडवर्ड जैन्नर यांनी देवी (स्मॉल पॉक्स) रोगाविरुद्ध लस तयार केली. ती जगातील पहिली लस. तेथून सुरू झालेला हा प्रवास डॉ. कॅतलिन कॅरिको आणि डॉ. अॅण्ड्र्यू वाइजमन यांनी तयार केलेल्या कोव्हिडच्या एमआरएनए लसीपर्यंत पोहोचला आहे. तो सुरू आहे आणि सुरूच राहणार आहे. लस हा प्रतिबंधक उपाय असल्यामुळे त्याचे महत्त्व लवकर लक्षात येत नाही. या लसींमुळे जगातील अब्जावधी बालकांचे भयानक जिवाणूजन्य आणि विषाणूजन्य रोगांपासून संरक्षण झाले आहे, बचाव झाला आहे. होत आहे. होत राहील.

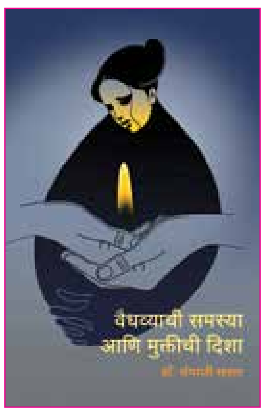
लस आणि लसीकरणाचे महत्त्व सदासर्वकाळ अनन्यसाधारण आहे. कोव्हिडच्या जागतिक महासाथीमुळे ते अधोरेखित झाले एवढेच!

– बिपीन भालचंद्र देशमाने
bipindeshmane@gmail.com

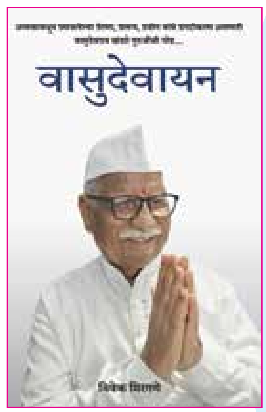
ग्रंथाली



मूल्य २०० रुपये
सवलतीत १२० रुपये



मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये



मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

डॉ. रंजन गर्गे

वेद

ऋषी शारंगधर यांनी व्यासपीठावरील टेबलवरचे एक बटण दाबले आणि वेद मंत्रोच्चाराने सगळा सभामंडप निनादू लागला. श्रोत्यांची ब्रह्मानंदी टाळी लागावी असाच तो क्षण होता. मंत्रोच्चार संपताच भिंतीवरचा एक मखमली पडदा सारला गेला आणि एका शिलालेखाचं अनावरण करून उद्घाटन झाल्याचे ऋषी शारंगधर यांनी जाहीर केले. हा शिलालेख होता गणिती भास्कराचार्यांचा नातू चांगदेव यांचा. महाराष्ट्रातल्या डोंगरकडेकपारीतून तो प्राप्त झाला होता.

वेदभवनाच्या मध्यवर्ती मंडपात उद्घाटनसमारंभात भारतीय वेदशास्त्रोत्तेजक सभेचे अध्यक्ष ऋषी वेदप्रकाश बोलत होते.

ज्ञानाचा पृथ्वीवरचा मूल स्रोत कोणता? पृथ्वीवरची सर्वात जुनी ज्ञानपरंपरा कुठली? पृथ्वीवरची सर्वात जुनी संस्कृती कुठली? पृथ्वीवरचा सर्वात जुना धर्म कुठला? असे प्रश्न कुणी विचारले तर या सगळ्या प्रश्नांचे उत्तर आहे 'वेद'. वेद हे जगातले पहिले धर्मग्रंथ आहेत. याच्याच आधारावर जगात लोकांनी या वेदांचे विविध अर्थ लावले आणि त्यातूनच विविध धर्मांचा उगम झाला. ईश्वराच्या माध्यमातून ते ऋषिमुनींना ऐकवले गेले म्हणून त्यांना श्रुती असे म्हणतात. वेद याचा अर्थ ज्ञान. वेद हे प्राचीन ज्ञान-विज्ञानाचे भांडार आहे. यात मानवाच्या प्रत्येक समस्येला उत्तर मिळते. यात ईश्वर, देवता, ज्योतिष, गणित, रसायन, औषधी, प्रकृती, खगोल, भूगोल, धार्मिक नियम, रीतिरिवाज, इतिहास, संगीत अशा अनेक विषयांचे ज्ञान सामावलेले आहे. भारतीय ज्ञानपरंपरा ही पृथ्वीवरची सगळ्यात जुनी ज्ञानपरंपरा आहे. या परंपरेचा आपण विचार करतो तेव्हा चौदा वेदशाखांचा विचार होतो....

युनेस्कोच्या सांस्कृतिक ठेवा विभागाचे प्रतिनिधी ऋषी शारंगधर यांनी मोठ्या परिश्रमपूर्वक भव्य-दिव्य अशा वेदभवनाची निर्मिती केली होती. तासलेले दगडी स्तंभ, षटकोनी, त्रिकोणी, चौकोनी आणि आयताकृती आकाराचे मोजूनमापून आणलेले दगड एकमेकावर कलात्मकतेने गुंफून सिमेंटचा वापर न करता अत्यंत आकर्षक आणि जगातील एकमेवाद्वितीय अशी ही वास्तू केवळ एका वर्षात उभी राहिली होती. वास्तूच्या मध्यभागी षटकोनी सभामंडप. या मंडपात प्रशस्त भुयारी मार्गाने प्रवेश होता. आणि या सभामंडपातून जरा उंचीवर सहा दिशांना सहा भव्य प्रवेशद्वारांतून सहा विविध दालनांत व उपदालनांत प्रवेश करता येत होता. इ.स.पू. ३००० ते इ.स १२०० म्हणजे वेदकाळापासून भास्करचार्यांपर्यंत असा प्राचीन काळातील भारतीय सांस्कृतिक ठेवा या वेदभवनात आधुनिक तंत्रज्ञानाने जतन करून ठेवला होता. दृश्य, दृक्श्राव्य, श्राव्य आणि चलचित्र अशा विविध स्वरूपांत ही दालने मोठ्या कलात्मकतेने अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करून उभारली होती. यात पांडूलिपीत उपलब्ध असलेले २८००० हस्तलिपी ग्रंथ होते. ताम्रपट होते, शिलालेख होते, नाणी होती. सुश्रूतसंहिता, लीलावती, करण कुतूहल, सिद्धांतशिरोमणी असे जवळजवळ १००० प्राचीन ग्रंथ होते. त्या त्या कालखंडातील गणित, खगोल, रसायन, वैद्यक अशा अनेक विषयांत त्या काळी वापरलेली उत्खननात सापडलेली यंत्रे, उपकरणं, चित्रेसुद्धा इथे प्रदर्शित केली होती. कड्या, कोंयडे, बिजागऱ्या, अवजारे, हत्यारे, अंगरखे असे घटक काचेच्या बंद पेटीत आणि प्रत्येक बारीक पण मौल्यवान वस्तू जसे की अंगठी, सुई, बटण, नाणी हे सगळे निर्जंतुक काचेच्या डबीत जतन केलेले होते. वेदकालीन शल्यकर्मासाठी वापरली जाणारी उपकरणे, चिमटे, चाकू, सुया यांचे तर स्वतंत्र दालन

होते. इथल्या प्रत्येक वस्तूचे डिजिटायझेशन केलेले होते.

'वेदांग' नावच्या माध्यमवाहिनीने या कार्यक्रमाच्या आंतरराष्ट्रीय प्रक्षेपणाचे हक्क मिळवले होते. एका दालनात या वेदभवनाचे निदेशक ऋषी वेदप्रकाश यांची मुलाखात घेण्यासाठी वाहिनीवाले तंत्रज्ञ सरसावले. लाल काठाचे धवलरंगाचे धोतर, किरमिजी रंगाचा गुरुशर्ट, खांद्यावर पिवळे उपरणे, कपाळावर गंध, डोक्यावर पगडी, कानात बिकबाळी, डाव्या हाताच्या पाचही बोटांत अंगठ्या असा पेहेराव करून ऋषी वेदप्रकाश यांनी आसन ग्रहण केलं. वेदविशारद डॉ. हिमांशू हे या माध्यमवाहिनीचे प्रतिनिधी म्हणून त्यांची मुलाखत घेणार होते. जगभर ही मुलाखत प्रसारित होणार होती.

बाहेर काहीतरी गोंधळ चालला होता. गोंधळ जसजसा वाढत गेला तसा मुलाखतकाराला अडथळा येऊ लागला. श्रोत्यांचे लक्ष विचलित झाले. काही श्रोते सभागृहाबाहेर पडले. सिक्युरिटी गार्ड आणि एक साधू यांच्यात बाचाबाची सुरू होती. सिक्युरिटी गार्ड आरडाओरडा करत होता, साधू त्याला समजावून सांगण्याचा प्रयत्न करत होता.

***

''ए बाबा, काय घोटाळतो आहेस इथे?''

''काही नाही, जातो साहेब.''

''अरे, तुला जा म्हटलं ना! आज इथे विद्वान लोकांची सभा भरली आहे. तुझा अवतार बघ जा आरशात एकदा!'

'मला आत जाऊद्या ना जरा! मी खूप दुरून आलो आहे. माझ्याकडे वेळसुद्धा कमी आहे.''

'अरे, मूर्खा! जा म्हटलं ना, का देऊ पोलिसात.' – गार्ड ओरडलाच.

सिक्युरिटी गार्ड एका संशयित साधू माणसाला पकडून दंडाला धरुन आत घेऊन येत होता.

साहेब आपण यांना ओळखता का? – गार्डने साधूकडे संशयाने बघत प्रश्न केला.

गुडघ्यापर्यंत धोतर, दंडावर भस्माचे पट्टे, लांबलचक दाढी, गळ्यात रुद्राक्षाच्या माळा, कपाळावर टिळा, गळ्यात झोळी, हातात 'हातणी', गळ्यात जानवे आणि चेहऱ्यावर विद्वत्तेचे तेज असले तरी थोडासा अनैसर्गिकच दिसत होता तो!

या साधूचा अवतार बघून ऋषी वेदप्रकाश चक्रावलेच. म्हणाले, ''मी तुम्हाला ओळखत नाही.''

आता कॅमेरा या साधूमहाराजाकडे रोखला गेला होता. चांगली रंगात आलेली मुलाखत एकाएकी थांबवावी लागली म्हणून हिमांशू वैतागलेच.

''साहेब सभागृहात कार्यक्रम चालू असताना हा दरवाजाशी घोटाळत होता. सारखा झोळीतून काचेची एक डबी काढत होता आणि परत आत ठेवत होता. काय काम आहे विचारलं तर दूर निघून गेला. दहा मिनिटांनी पुन्हा दाराशी घोटाळणं सुरूच.''– गार्डने एखादा संशयित आरोपी पकडल्याच्या आविर्भावात घडलेली घटना सांगितली.

''आपण इथे कशासाठी आलात, काय आहे तुमच्याकडे बघू तरी?'' – वेदप्रकाश यांनी चौकशीच्या स्वरात विचारलं.

साधूमहाराजांनी ती डबी दाखवण्यासाठी पुढे केली आणि त्या डबीतली अत्यंत दुर्मिळ अशी शल्यकर्मासाठी जुन्याकाळी वापरली जाणारी 'टाक्याची सुई' बघून वेदप्रकाश चक्रावलेच. आश्चर्यचकित झाले, संशयित झाले, घाबरले आणि त्यांनी ताबडतोब सीसी टीव्ही फूटेज तंत्रज्ञाला एकदम ओरडूनच सांगितले, ''अरे! ५व्या क्रमांकाच्या दालनात पेटी क्रमांक १५ वर कॅमेरा फोकस कर!''

सीसी टीव्ही पडद्यावर त्या डबीतली ती 'टाक्याची सुई' सुरक्षित आहे बघून ते एकदम शांत झाले आणि त्यांचा जीव भांड्यात पडला.

बिहारमध्ये एका उत्खननात मिळालेल्या त्या 'टाक्याच्या सुई' साठी त्यांनी पंचवीस हजार रुपये मोजले होते.

''नाही नाही! तू चोर नाहीस. तुझ्या जवळची ही टक्याची सुई माझी नाही''– वेदप्रकाश जरा ओशाळलेच.

साधूमहाराजांनी डोळे मिटले आणि उच्च स्वरात मंत्रोच्चार केला तसे वेदप्रकाश चकित झाले. आवाजात माधुर्य होते पण कृत्रिमता जाणवली!

साधूमहाराज उद्गारले,

विश्लेषितायासस्त्वथ नासिकाया वक्ष्यामि सन्धानविधीं यथावत्।
नासाप्रमाणं पृथिवीरुहाणां पत्र गृहिता त्ववलम्बितस्य।।
तेन प्रमाणेन हि गंडपार्श्वादुत्कृत्य बद्धं त्वथ नासिकाग्रम।
विलिख्य चाशु प्रतिसन्दधीत तत् साधुवन्धैर्भिषगप्रमन्त:।।

''अरे! हा तर ख्रिस्तपूर्व ५००मध्ये लिहिलेल्या सुश्रूतसंहितेतला अध्याय १५, श्लोक २७ ते ३१ तू म्हणून दाखवलास. यात आचार्य सुश्रूत म्हणतात, 'तुटलेलं नाक कसं जोडावं याची पद्धत मी तुम्हाला सांगतो. नाकाच्या आकाराचं पान आधार म्हणून घ्यावं. त्या आकाराची कातडी कपाळावरून कापून घ्यावी. नाकाच्या आकाराचं ते आधारपान कापून घ्यावं आणि तत्काळ त्या आकाराची कातडी काळजीपूर्वक त्यावर बसवून पट्टी करावी.'' – वेदप्रकाश यांनी त्या श्लोकाचा अर्थ सहजतेने सांगितला.

''मी सिक्युरिटी गार्डला तेच संगत होतो की ही डबी मी चोरलेली नाहीये. अहो मी चोर नाही.'' – साधू निश्चयपूर्वक म्हणाला.

''अहो साधूमहाराज! मग तुम्ही दरवाजाशी काय करत होता?''– वेदप्रकाश यांनी प्रश्न केला.

''माझ्या डबीतली ही सुई वैद्य सुश्रुताच्या काळातली असावी म्हणून खात्री करून घ्यावी म्हटलं.'' – साधूने ती डबी वेदप्रकाश यांना दाखवत आपण इथे येण्याचे प्रयोजन संगितले.

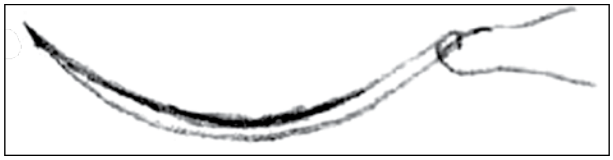
'अरे वा! तुमचं इतिहासाचं ज्ञान चांगलं दिसतंय. संस्कृत भाषेवरसुद्धा चांगलं प्रभुत्व दिसतंय. पुराण वस्तूंचा संग्रह करण्याचा छंद दिसतो आहे तुम्हाला! तुम्हाला माझं नाव कसं काय माहीत झालं? मी तर तुम्हाला ओळखत नाही?' – वेदप्रकाश चांगलेच चक्रावले होते.

''छंद नाही, हा माझा व्यवसाय आहे. पुराणवस्तू देणंघेणं. तुमच्याकडे अशीच सुई आहे असं मला कळलं म्हणून तुमच्याकडे आलो.'' – साधू उत्तरला.

''अच्छा! तुम्हाला ही सुई माझ्या या संग्रहालयासाठी विकायची आहे का?'' – वेदप्रकाश यांनी सहज प्रश्न केला.

''नाही, तुम्हाला विकायची नाहीये, मला तुमच्याकडची सुई विकत घ्यायची आहे. तुम्ही मागाल ती किंमत द्यायला तयार आहे मी. मी जरा घाईत आहे, लवकर सांगाल का, माझ्याकडे फक्त अर्धा तासच आहे.'' – साधूची ही विचित्र मागणी ऐकून वेदप्रकाश बुचकळ्यात पडले.

''अरे! ही सुई किती दुर्मिळ आहे माहीत आहे का तुला? या सुईचा इतिहास तरी माहीत आहे का तुला?'' – वेदप्रकाश यांनी साधूला मूर्खात काढायचा प्रयत्न केला.



''तुमच्यापेक्षा जास्तच.'' – साधूने तत्काल प्रत्युत्तर दिले.

वेदप्रकाश यांचा अपमानित झालेला चेहरा स्पष्ट दिसत होता. ''या साधूला काय समजतं त्यातलं, सांग बरं तुला काय माहिती आहे या सुईबद्दल?'' – वेदप्रकाश आता अरे–तुरेवर आले होते.

''आता मी जी माहिती सांगणार आहे ती तुम्हाला कुठेच मिळणार नाही. अगदी गुगलगुरूलासुद्धा हे माहीत नाही.'' असे म्हणून साधू सांगू लागला.

''मध्यरात्रीची वेळ होती. एक व्याकूळ हाक कानावर पडली आणि आचार्य सुश्रूतांनी दरवाजा उघडला. आम्ही त्यांचे शिष्य पर्णकुटीच्या ओसरीतच झोपलो होतो. डोळ्यांतून अश्रू आणि तुटलेल्या नाकातून रक्त वाहात होतं. हा योद्धा मला वाचावा, मला वाचावा...., म्हणून विनवणी करत होता. आम्ही शल्यकर्माची प्राथमिक तयारी केली. आचार्य सुश्रूतांनी प्रथम जखम झालेला चेहरा स्वच्छ धुतला. नंतर औषधी वनस्पतीच्या रसानं जखम नीट धुऊन काढली. गुंगी येण्यासाठी त्या प्रवाशाला एक पेला दारू पाजली आणि शल्यकर्माची तयारी सुरू केली. बागेतल्या वेलीच्या एका मोठ्या पानाच्या साहाय्यानं त्यांनी नाकाचा आकार मोजला. एक चाकू आणि चिमटा ज्योतीवर गरम करून घेऊन त्यांनी योद्धाच्या गालावरचं थोडंसं मांस कापून घेतलं. तो थोडा विव्हळला, परंतु गुंगीमुळे त्याला त्याची जाणीव झाली नाही. आता त्यांनी दोन नाकपुड्यांतून दोन नळ्या मोठ्या कौशल्यानं आत सरकवल्या आणि त्या मांसाच्या तुकड्याचं तुटलेल्या नाकावर रोपण केलं. त्या तुकड्याला नीट आकार देऊन त्यावर रताळकंद, रक्तचंदन आणि बारबेरी झाडांची पानं, त्यांची भुकटी करून ती त्यावर थापली. त्यावर कापूस आच्छादून तिळाचं तेलं त्यावर शिंपडलं. त्यावरती पट्टी बांधून शल्यकर्म पूर्ण झालं. एका अवयवाच्या पेशींचं दुसऱ्या अवयवांवर रोपण करता येईल का, ही कल्पना आचार्य सुश्रूतांनी साकार केली होती. तब्बल २६०० वर्षांपूर्वी हा प्रयोग यशस्वी करणारा सुश्रूत आज आधुनिक प्लास्टिक शल्यकर्माचा पितामह म्हणून साऱ्या जगात ओळखला जातो. हे तंत्र पुढे भारतातील अनेक वैद्यांनी आत्मसात केलं होतं. हे शल्यकर्म करायला सुश्रूताला तब्बल दोन तास लागले

होते. या शल्यकर्मानंतर जखमेला टाके टाकण्यासाठी ज्या अर्धवर्तुळाकार दोन सुया वापरल्या होत्या त्यापैकी एक आहे तुमच्याकडे आणि दुसरी आहे माझ्याकडे.''

वेदप्रकाश त्याच्याकडे आश्चर्यचकित नजरेने बघतच राहिले आणि म्हणाले, ''ही माहिती तुला मिळाली कुठून?''

''मला ही माहिती मिळालेली नाही, मी त्या शल्य-कर्मात आचार्य सुश्रुतांचा साहाय्यक वैद्य म्हणून उपस्थित होतो.'' - साधूचे हे वाक्य ऐकून सगळेच चक्रावले.

''काय?''

''होय! शल्यकर्म आटोपल्यावर जखमेवर टाके टाकण्याचं काम माझ्यावरच सोपवण्यात आलं होतं.'' - साधू आत्मविश्वासाने म्हणाला.

हे ऐकल्यावर सिक्युरिटी गार्डने साधूमहाराजांचा तर चक्क दंडच धरला. म्हणाला, ''थापाड्या कुठला. अरे तू वेड्यांच्या इस्पितळातून पळून आला आहेस की काय? तुझं नाव काय?''

''माझं नाव मी काय सांगू. माझं नाव 'जी-१७'. जी फॉर ग्लीझन'. १७ हा माझा ओळख क्रमांक आहे. मी परग्रहावरून आलो आहे. ठीक आहे तुम्ही मला 'एलि' असंच म्हणा.''

''एलि?''

''एलि, म्हणजे एलियन्स.'' साधू उत्तरला

''वेदप्रकाशजी! अहो हा नक्कीच थापाड्या आहे, चोर आहे, आणि वेडाही आहे. हा बोलण्याबोलण्यात आपल्याला चांगलंच गुंगवतो आहे, असं मला वाटतं. आपल्याला गुंगवून चोरी करायचा याचा इरादा दिसतोय. एलि, चल तुला चांगली तुरुंगाची हवा दाखवतो.' - गार्डने साधूला ओढत बाहेर न्यायला सुरुवात केली.

''थांबा जरा!'' हिमांशु म्हणाले. ''हे बघा हा माणूस कोण आहे हे आपल्यापैकी कोणालाच माहीत नाही. मला हे प्रकरण जरा वेगळंच वाटतंय. मी आता या साधूमहाराजांचीच मुलाखत घेणार आहे?''

माध्यमप्रमुखालासुद्धा हा ॲप्रोच आवडला. ऋषी वेदप्रकाश यांच्याऐवजी आता एलिचीच मुलाखत सुरू झाली. या मुलाखतीचं लाइव्ह टेलिकास्ट जगभर चालूच होतं. विश्वसमुदायालासुद्धा गोंधळल्यासारखे झाले असावे.

''एलि, तुम्ही परग्रहावरचे म्हणजे नेमक्या कुठल्या ग्रहावरून आला आहात? मंगळ, गुरू, शनि...''

''नाही, यापैकी कुठलाच नाही. मी आलो आहे 'ग्लीझन' या ग्रहावरून. तो पृथ्वीपासून २० प्रकाशवर्षं दूर आहे. तो आमच्या एका ताऱ्याच्या सूर्यमालेत चौथ्या क्रमांकाचा ग्रह आहे.''

''पण तुम्ही आलात कसे?''

''आम्ही टाइम मशीनच्या साहाय्यानं प्रवास करतो. स्थळ आणि काळ निश्चित केला की तिथे आम्ही क्षणार्धात पोहोचतो.''

''तुम्ही हिन्दी आणि संस्कृत अगदी अस्खलित बोलता आहात! ते कोणी आणि केव्हा शिकवलं तुम्हाला?''

''नाही! माझ्या मेंदूत भाषांतराची चीप बसवलेली आहे.''

''आपल्याविषयी सविस्तर सांगाल का! या वाहिनीद्वारा सगळे पृथ्वीवासी जाणून घ्यायला उत्सुक आहेत'.

''हे बघा मी जरा घाईत आहे. टाइम ट्रायव्हल क्लबचं माझं सदस्यत्व रद्द होईल. मग मला कुठल्याही काळात केव्हाही जाता येणार नाही. वेदप्रकाशजी मला ती टाक्याची सुई द्याल का?'' - एलि.

''तुझ्याकडे एक सुई असतांना तुला दुसरी सुई पाहिजेतरी कशाला? माझा तर अजूनसुद्धा तुझ्यावर विश्वास बसत नाहीये. जा! पुन्हा नंतर केव्हातरी ये.'' - वेदप्रकाशजींनी त्याला फटकारलाच.

''त्या विशिष्ट दोन सुयांचीच ऑर्डर आहे म्हणून! मोठ्या प्रयासानं मी ही एक मिळवली आहे इ.पू. ५००च्या काळात जाऊन. भूतकाळात जेवढं मागे जाऊ तेवढे पैसे जास्त भरावे लागतात. मला पुन्हा इथे येणं परवडणार नाही.' - एलि व्याकुळतेने म्हणाला.

वेदप्रकाशजी दाद देत नाही म्हटल्यावर एलिने पवित्राच बदलला.

''माझ्यावर तुमचा विश्वास नाहीयेना, मग ऐका तर!'' - एलि म्हणाला.

''मी आचार्य सुश्रूतांच्या शल्यकर्माचा वापर नंतर पृथ्वीवर कुणी आणि कसा केला याचाही अभ्यास केला

आहे. प्राचीन शल्यकर्म यंत्रांची देवाणघेवाण विविध ग्रहांवर करण्यात मी निष्णात आहे. माझ्या कंपनीनं पाच ग्रहांची जबाबदारी माझ्यावर सोपवली आहे. तो माझा पोटापाण्याचा धंदा आहे. पृथ्वीवर घडलेली घटनाच सांगतो, ऐका.

''१७९३ साली टिपू सुलतान यानं ब्रिटिशांच्या विरुद्ध झालेल्या एका लढाईत ब्रिटिशांकडून लढणाऱ्या चार भारतीय शिपायांना नाक कापण्याची शिक्षा दिली होती. कावासाजी हे एकाचं नाव आणि अन्य तीन शिपाई यांची कापलेली नाकं पुन्हा बसवून देण्यासाठी त्यावेळी असलेल्या ब्रिटिश कमांडरनं महाराष्ट्रातल्या वैद्याला पाचारण करून शल्यकर्माद्वारे तुटलेल्या नाकाचं रोपण आचार्य सुश्रूतांच्या पद्धतीनंच करून घेतल्याचा दाखला १७९३ सालच्या 'मद्रास गॅझेट'मध्ये मिळतो. लंडनच्या 'जंटलमन' मासिकाच्या १७९४ सालच्या ऑक्टोबरच्या अंकात या शल्यकर्माची सविस्तर माहिती प्रसिद्ध झाली. हे वाचून प्रेरित होऊन इंग्लंडचा सर्जन जे. सी. कार्प्यू याने त्याच पद्धतीनं दोन शल्यकर्मं यशस्वीरीत्या पार पाडली. जर्मनीमध्येसुद्धा कार्प्यूच्या साहाय्यानं नाकाची शस्त्रक्रिया पार पडली. याला रायनोप्लास्टी असं म्हणतात. महाराष्ट्रातून ही कला युरोपात गेली आणि तब्बल दोनशे वर्षांनी 'प्लास्टिक सर्जरी' म्हणून पुन्हा भारतात आली ती पाश्चात्त्य शल्यकर्म चिकित्सा म्हणूनच.

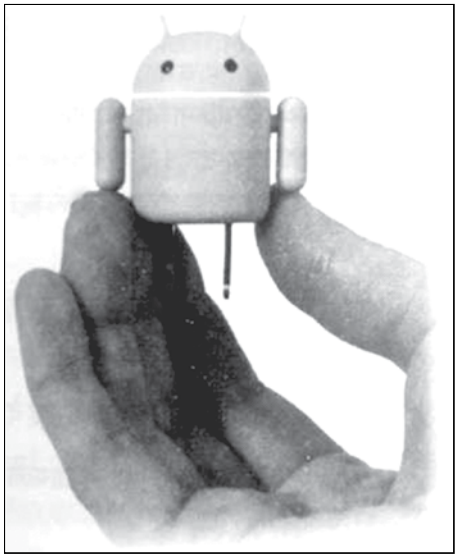
''हा पृथ्वीचा इतिहास माहीत असल्यामुळे पृथ्वीकडून येणाऱ्या लहरी मी नेहमीच तपासत असतो. आपल्या कार्यक्रमाच्या उद्घाटन समारंभाचं प्रसारण सुरू झालं आणि मला सूचना मिळाली. मी तत्काळ टाइम ट्रॅव्हल क्लबकडून वेळ आणि ठिकाण बुक करून घेतलं आणि दुसऱ्या क्षणी वेदभवनाच्या दरवाजाशी येऊन हजर झालो. आता तरी खात्री पटली का?'' – साधूने दिलेली माहिती थक्क करून टाकणारी होती.

आता मात्र वेदप्रकाशजी आणि हिमांशू दोघेही आश्चर्यचकित चेहऱ्याने एलिकडे बघू लागले.

''ठीक आहे मी माझ्या जवळची सुई देतो. किती पैसे देशील?''– वेदप्रकाशजी सौदा करण्यास तयार झाले.

''आता माझ्याजवळ तुला द्यायला पैसे नाहीत. पैशांची अडचण आहे रे! मला आता खूप घई आहे. मी पुन्हा येईन आणि तुझे पैसे देईन.'' – एलि.

''तू मला सुईच्या बदल्यात काहीच देणार नसशील तर मी तरी तुला ती सुई का द्यावी? मी तुझ्यावर विश्वास ठेवू शकत नाही. पुरातन वस्तू किती मौल्यवान असतात हे तुला मी काय सांगणार?'' – वेदप्रकाशजी सुई देण्यास काही तयार होईना.



''थांब, थांब, आहे! तुला देण्यासारखं माझ्याकडे काहीतरी नक्कीच आहे.'' असं म्हणून एलिने आपल्या गळ्यात अडकवलेल्या झोळीत हात घातला आणि एक छोटीशी डबी काढली. ती चपटी डबी जशी त्याने तळहातावर धरली तसा कॅमेरा त्यावर झूम करण्यात आला.

''हे काय आहे?'' – वेदप्रकाश यांनी विचारले.

''हे एक अत्याधुनिक शल्यकर्म यंत्र आहे.'' – एलि उत्तरला.

''हे शल्यकर्म यंत्र आहे? काय आहे बुवा यात विशेष असं?'' – वेदप्रकाश यांनी आश्चर्यकारक मुद्रेने विचारले.

''आमच्या ग्रहावर एका कॅप्सुलच्या साहाय्याने १० वर्षांपूर्वी पहिली सर्जरी केली गेली. त्यासाठी वापरलेली ही खास अँड्रॉइड कॅप्सूल आहे.'' – एलि उत्तरला.

''मला तर यात काहीच विशेष दिसत नाही.''– वेदप्रकाश.

''थांबा मी दाखवतो. ही साधी कॅप्सूल नाही.'' – असे म्हणून एलिने प्रात्यक्षिक दाखवायला सुरुवात केली.

एलिने त्या डबीच्या कडेला असलेले एक सूक्ष्म बटण दबाले आणि त्यातली एक इंच लांबीची कॅप्सूल उभी मधोमध चिरली गेली आणि त्याचे दोन काप हळूहळू वेगळे होऊ लागले, अगदी दरवाजा उघडावा तसे. आणि त्यात अर्धा इंच उंचीचा मानवी आकाराचा कोरीव रोबो दिसू लागला.

''हा रोबो नसून अँड्रॉइड आहे. आमच्या ग्रहावर सगळा कारभार २५ टक्के रोबो आणि ५० टक्के अँड्रॉइडच्या हातात आहे. आणि २५ टक्के माणसं या ७५ टक्के यंत्रांना नियंत्रित करतात.'' – साधू म्हणाला.

''रोबो आणि अँड्रॉइड यात नेमका फरक काय?'' –

हिमांशू आणि वेदप्रकाश यांनी एकदमच विचारले.

'रोबो हे निव्वळ यंत्र असेल तर अँड्रॉइड हा मात्र हुबेहूब माणूस असतो. तो निर्जीव असला तरी माणसाची सगळीच कामं करतो. त्या व्यक्तीच्या व्यवसायाप्रमाणे त्याच्या मेंदूत ज्ञान भरलेलं असतं. डॉक्टर, इंजिनीयर, शिल्पकार, चित्रकार, आर्किटेक्ट ही सगळीच मंडळी आम च्या ग्रहावर अँड्रॉइड प्रकारातलीच आहेत.'' – साधूने फरक स्पष्ट केला.

आता साधूने तेच बटण दोनदा दाबलं आणि अँड्रॉइड तंत्रज्ञानाचा इतिहास पडद्यावर सरकू लागला. आधी त्यांना व्यक्तिमत्त्व नव्हतं. त्या फक्त सिरॅमिकच्या दोन बाहुल्या होत्या. मग त्यांच्यात पुरुष–स्त्री असा भेद करण्यात आला. मग स्त्रीचं सौंदर्य आणि पुरुषाचा पुरुषार्थ स्पष्ट दिसेल अशा अँड्रॉइड्सची निर्मिती झाली. मग हळूहळू त्यांच्या व्यवसायानुसार त्यांच्या मेंदूत ज्ञान भरण्यात आले. नंतर त्यांना स्वावलंबी करण्यात यश आले. इतकेच काय, सध्यातर त्यांना भावनासुद्धा व्यक्त करता येतात!

हा सगळा प्रकार बघून सगळेच मंत्रमुग्ध झाले होते.

''आता या डबीमधला हा पुरुष अँड्रॉइड सर्जन आहे. त्या डबीवरचं बटण तीन वेळा दाबताच हा अँड्रॉइड सर्जरी कशी करतो याचं संपूर्ण प्रात्यक्षिक चलचित्रपटासरखे पडद्यावर दिसत होते.

''रोग्यानं हा अँड्रॉइड तोंडावाटे गिळल्यावर संपूर्ण पचनसंस्थेचे स्कॅनिंग करतो. रक्तात टोचला तर संपूर्ण शरीराचे स्कॅनिंग करतो. कॅन्सरची गाठ शोधून काढतो. आणि रासायनिक कात्र्यांच्या साहाय्याने ती गाठ विरघळून जाते. रक्तवाहिन्यांमधले अडथळे दूर करतो. हाच अँड्रॉइड डोळ्यांतला काचबिंदू आणि रेटिना दुरुस्त करतो. विशिष्ट सूक्ष्मजंतूंचा वापर करून पेशींना सूक्ष्म छिद्र पडतो, सूक्ष्म जखमांना टाके टाकतो. याला 'पिल–सर्ज' असे म्हणतात.

'मग! वेदप्रकाशजी, तुमच्या सुईच्या बदल्यात तुम्हाला हा 'पिल–सर्ज' दिला तर चालेल ना? तुमच्या या संग्रहालयाचं महत्त्व कित्येक पट वाढेल.''

वेदप्रकाश इतके भारावून गेले होते की त्यांच्या ओठांतून शब्दच फुटेना. त्यांनी मानेनेच होकार दिला.

''वेदप्रकाशजी! हा 'पिल–सर्ज' घ्या आणि मला तुमच्याजवळची सुई द्या. माझ्या जवळ आता काही सेकंदच उरले आहेत.''

आपल्या संग्रहालयातली टाक्याच्या सुईची डबी त्यांनी एलिच्या हातावर ठेवली आणि एलिमध्ये फरक पडायला सुरुवात झाली. तो हळूहळू लोप पावू लागला, नष्ट होऊ लागला.

''बाय .... बाय ....'' म्हणता म्हणता एलि विरघळू लागला. सागळाच विश्वसमुदाय एलिला बघता बघता दिसेनासा होत असताना आश्चर्यचकित होऊन बघत होता. सगळेच अनाकलनीय होते.

वेदभवनात एक विलक्षण शांतता पसरली होती. हिमांशू भानावर आले. वेदांगचा कॅमेरामन एलिने दाखवलेल्या प्रात्यक्षिकात इतका गुरफटून गेला होता की शेवटची काही मिनिटं कॅमेरा सुरू करायलाच विसरला होता. संमोहित झालेले ऋषी वेदप्रकाशजी शुद्धीवर आल्यावर त्यांच्या डोक्यात लख्ख प्रकाश पडला होता.

एक परग्रहवासी येतो काय आणि पृथ्वीवासियांशी व्यवहार करून जातो काय?

सारे जग हे बघून स्तिमित झाले होते.

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

आइसोटोप जलशास्त्र (Isotope Hydrology) पाण्याच्या प्रवासाचा संपूर्ण जीवनप्रवास उलगडून दाखवते आणि विविध जलसंपत्तीमधील आणि विशेषतत्त्वाने मौल्यवान भूजल साठ्यांमधील परस्परसंबंध समजून घेण्यास मदत करते. पाण्याच्या अणूंमध्ये उपस्थित असलेल्या स्थिर आणि किरणोत्सर्गी आइसोटोपच्या अभ्यासाद्वारे त्याचा स्रोत, प्रवाह, आणि वय याचा मागोवा घेता येतो. या पद्धतीचा उपयोग करून पावसाचे पाणी जमिनीत कसे झिरपते, भूगर्भातील पाणी किती काळ टिकते, त्याचा नूतनीकरण दर काय आहे, तसेच भूजलाचे नद्यांसोबत असलेले संबंध कसे आहेत, हे सखोलपणे समजून घेता येते. या अभ्यासामुळे जलसंपत्तीच्या शाश्वत व्यवस्थापनासाठी महत्त्वाची माहिती मिळते. भूजलाचा अतिरिक्त उपसा होत असल्यास किंवा ते प्रदूषित होत असल्यास, त्याचे परिणाम आणि उपाय शोधण्यास आइसोटोप जलशास्त्र मदत करते. त्यामुळे नैसर्गिक जलचक्र समजून घेण्यासाठी आणि जलसंधारणासाठी ही एक प्रभावी वैज्ञानिक पद्धती आहे.

मेधा लिमये

भारताच्या लोकसंख्येतील स्थित्यंतर

सध्या जगभर लोकसंख्या या विषयावर विचारमंथन सुरू आहे. या पार्श्वभूमीवर भारतातील या विषयावरील विचाराचा आणि कार्याचा आढावा घेतला असता सर्वप्रथम नाव घ्यावे लागते ते रघुनाथ धोंडो कर्वे यांचे. कर्वे कुटुंब मूळचे कोकणातले. त्यांचा जन्म सन १८८२चा. त्यांनी कोकणात अनेक दरिद्री कुटुंबे अशी पाहिली होती, की ज्यांचे मुख्य उत्पन्न शेतीचे होते आणि बहुतेक कुटुंबांमध्ये खाणारी तोंडे खूप! सन १९०१मध्ये मॅट्रिक झाल्यावर त्यांनी फर्गसन महाविद्यालयात प्रवेश घेतला होता. तेथे वसतिगृहात वास्तव्य असताना इतर विद्यार्थ्यांच्या घरची परिस्थितीही बहुतांश तशीच होती. तेव्हाच त्यांच्या मनात कुटुंबाची आर्थिक परिस्थिती आणि कुटुंबाचा आकार यांचा निकटचा संबंध असल्याचे विचार येऊ लागले. या विषयावरील चिंतनाने त्यांना असेही जाणवू लागले की कुटुंबातील खात्या तोंडांची समस्या ही केवळ त्या त्या कुटुंबांपुरतीच मर्यादित नसून त्या समस्येचा प्रतिकूल परिणाम संपूर्ण भारताच्या समाजजीवनावर होत आहे. भारताच्या प्रगतीच्या मार्गातील तो मोठा अडसर असल्याची जाणीव त्यांच्या मनात दृढ झाली आणि या विषयी जागृती करण्याचा त्यांनी निश्चय केला.

विसाव्या शतकाच्या पूर्वार्धापर्यंत महायुद्धे, साथीचे रोग, पूर, दुष्काळ अशा संकटांना दाद न देता जगाची लोकसंख्या वाढतच होती. त्यामुळे या प्रश्नाची तीव्रता वाढत गेली आणि १९२१ साली अमेरिकेत मार्गारेट सँगर यांनी तर इंग्लंडमध्ये मारी स्टोप्स यांनी या प्रश्नाचे गांभीर्य जाणून चळवळ सुरू केली. त्यामुळे रघुनाथरावांच्या विचारांना बळ मिळाले. त्यांनी भारतात त्याच वेळी संततिनियमनाची चळवळ आपल्या अल्पशक्तिनिशी सुरू केली आणि आयुष्यभर अपार कष्ट करत समाजाचा विरोध पत्करून चालवली. कर्वे यांचे काळाच्या पुढे असणारे विचार तेव्हा अनेकांना पटत नव्हते परंतु ज्या कुटुंबांनी कालांतराने ते समजूनउमजून स्वीकारले त्यांना आपली स्थिती सुधारणे सोपे गेले. आश्चर्य म्हणजे त्यांचे याबद्दलचे मत अत्यंत व्यावहारिक होते. ते म्हणत, लोकसंख्या हे एक राष्ट्रीय संकट असे मानून कोणी ती कमी करण्याचे मनावर घेणार नाही. लोकांना लोकसंख्या कमी करणे हे आपल्या वैयक्तिक हिताचे आहे असे वाटेल, तेव्हाच ते आपणहून ती कमी करतील.

कर्वे यांच्या कार्याची दखल संथगतीने का होईना समाजाकडूनही घेतली जाऊ लागली. १९३०मध्ये संततिनियमनाचा पुरस्कार करणारी संघटना पुण्याला स्थापन झाली. १९३८मध्ये मुंबई विधिमंडळात यासंबंधी एक खाजगी विधेयक मांडण्यात आले, ज्याला डॉ. आंबेडकरांचा पाठिंबा मिळाला. १९५१मध्ये पहिली अखिल भारतीय संततिनियमन परिषद मुंबईत भरली. १९५२मध्ये कर्वे यांचा सत्तरावा वाढदिवस त्यांच्या चाहत्यांनी साजरा केला तेव्हा मुंबई उच्च न्यायालयाचे न्यायाधीश एम. सी. छगला हे अध्यक्ष होते. त्यावेळी त्यांनी कर्वे यांच्याबद्दल गौरवोद्गार काढताना म्हटले, ''संततिनियमनाशिवाय देशाचा अन्नधान्याचा प्रश्न सुटणार नाही. कुटुंबनियोजनाची जोरदार चळवळ हाती घेतल्याखेरीज 'अधिक धान्य पिकवा'सारख्या मोहिमा यशस्वी होणार नाहीत. तीस वर्षांपूर्वी संततिनियमनाचा मंत्र उच्चारून त्याचा प्रसार करण्याचे धैर्य दाखविणाऱ्या व त्यासाठी निष्ठेने प्रयत्न करणाऱ्या त्यांच्यासारख्या व्यक्तीने देशाची फार मोठी सेवा केली आहे.'' पुढे त्याच वर्षी जगात सर्वप्रथम शासकीय पातळीवर कुटुंबनियोजनाचा कार्यक्रम सुरू करणारा देश भारत ठरला. परंतु दुर्दैव असे की कर्व्यांचे १९५३मध्ये निधन झाले

आणि त्यांना सरकारी पातळीवरील या कार्यक्रमात सहभागी होता आले नाही.

कर्वे यांच्यानंतर डॉ. वसंतराव गोवारीकर यांनी लोकसंख्येच्या प्रश्नाचा सांगोपांग विचार करून असे आशावादी अनुमान मांडले होते की २०४० ते २०५० सालात भारतातील लोकसंख्येचे स्थिरीकरण होईल. त्यांनी म्हटले होते, लोकसंख्येचे नियंत्रण एक-दोन वर्षांत होत नसते. लोकसंख्येच्या वाढीची चिंता भारतात १९४० साली सुरू झाली. २०४० साली शंभर वर्षे पूर्ण होतील तेव्हा अनेक दशके केलेल्या प्रयत्नांचे फलित आपल्याला दिसेल. लोकसंख्येचे नियंत्रण चांगल्या प्रकारे झालेले असेल. त्यांच्या मते कमी जन्मदर, वाढते आयुर्मान, आणि कमी मृत्युदर या तिन्ही घटकांमुळे हे साध्य होईल. सुदैवाने या दिशेने वाटचाल होत असल्याचे चित्र आहे आणि कदाचित काही वर्षांचा फरक पडेल; पण ते अनुमान बहुतांशी खरे ठरण्याची सुचिन्हे दिसत आहेत.

सन २०११च्या जनगणना अहवालानुसार भारताची एकूण लोकसंख्या १२१.०८ कोटी होती आणि ही लोकसंख्या जगाच्या एकूण लोकसंख्येच्या १७.५ टक्के होती. लोकसंख्येचा सध्याचा अंदाजे आकडा १४५ कोटी असला तरी लोकसंख्येचा वृद्धिदर निश्चित कमी होत आहे. जन्मदर घटून १.९४ असा झाला आहे आणि तो २०४० पर्यंत १.८ किंवा त्याहूनही खाली येईल. जन्मजात मृत अपत्यांचे प्रमाण दरहजारी २१.७, तर ५ वर्षांखालील बालकांच्या मृत्यूचे प्रमाण दरहजारी २७.१ आहे. अजूनही हे प्रमाण कमी होणे आवश्यक आहे, पण गेल्या शतकापेक्षा यात सुधारणा दिसत आहे. कुटुंबातील मुले जगण्याची खात्री जेव्हा लोकांना पटू लागते तेव्हा जास्त मुले जन्माला घालण्याची आवश्यकता नसून आहेत त्या एकदोन मुलांना चांगले वाढवावे असे त्यांना वाटू लागते. मृत्युदराच्या बाबतीत आपण जागतिक दराच्या जवळपास आहोत आणि तो दर आता फारसा कमी होणार नाही. त्यामुळे पुढील काळ लोकसंख्येच्या स्थिरीकरणाच्या दिशेने वाटचालीचा आहे.

भारतात सरासरी आयुर्मान सध्या ७२.५ वर्षे आहे ही मोठीच प्रगती आहे. देश स्वतंत्र झाला त्या सुमारास भारतातील लोकांचे सरासरी आयुर्मान केवळ ३२ वर्षे होते. त्यामुळे कित्येक कुटुंबांमध्ये आई किंवा वडील यांचे, विशेषतः कमावत्या कुटुंबप्रमुखाचे अकाली निधन होऊन लहान मुलांचे बालपण फार कठीण जाई. अनेक आजारांवर वैद्यकीय उपाय नव्हते. श्रीनिवास रामानुजन, आनंदीबाई जोशी, बाळशास्त्री जांभेकर इत्यादी कितीतरी बुद्धिमान, कर्तृत्ववान माणसे चाळिशीच्या आत मरण पावल्याची उदाहरणे आहेत. आता वाढलेले सरासरी आयुर्मान अनेकांना सत्तर किंवा जास्त वर्षे काम करण्याची क्षमता देत आहे. अगदी ग्रामीण शेतकरी असेल किंवा शहरी भागातील व्यावसायिक असेल तो दीर्घकाळ कार्यक्षम राहून आपले, कुटुंबाचे व राष्ट्राचेही कल्याण साधू शकतो आहे. स्त्रियांच्या शिक्षणात झालेल्या प्रगतीमुळे त्यांनाही रोजगाराच्या संधी उपलब्ध झाल्या आहेत आणि कुटुंब लहान ठेवण्यात, मुलांचे उत्तम पालनपोषण करण्यात त्यांचे योगदान फार मोठे आहे.

भारताचे पहिले राष्ट्रीय लोकसंख्या धोरण १९७६मध्ये जाहीर झाले. त्यामध्ये लग्नाचे किमान वय स्त्रियांसाठी १८ वर्षे आणि पुरुषांसाठी २१ वर्षे करण्याची घोषणा झाली. कुपोषण कमी करणे व स्त्रीसाक्षरता वाढवणे यावर भर देण्यात आला. कुटुंब नियोजनासाठी वित्तीय मदत देण्याचा निर्णय झाला. लोकसंख्येची मूल्ये रुजवण्याचा प्रसार करण्याची सुरुवात झाली आणि सहाव्या योजनेअखेर जन्मदर २५ करण्याचे लक्ष्य ठेवण्यात आले. या धोरणाचे चांगले परिणाम हळूहळू दिसू लागले. दुसरे राष्ट्रीय लोकसंख्या धोरण सन २०००मध्ये घोषित झाले. त्यामध्ये संततिनियमन, आरोग्यविषयक पायाभूत सुविधा, आरोग्य सेवकांची गरज भागवणे, आणि प्रजनन व बालआरोग्य यांसाठी एकात्मिक सेवा पुरवणे हे तातडीचे उद्दिष्ट ठेवण्यात आले. त्यापुढील दीर्घकालीन उद्दिष्ट असे ठरवण्यात आले की सन २०१०पर्यंत एकूण जननदर पुनर्स्थापनेच्या स्तरावर म्हणजेच २.१वर आणणे व यासाठी धोरणात्मक अंमलबजावणी करणे. तसेच, २०४५पर्यंत शाश्वत विकास, शाश्वत आर्थिक वाढ व सामाजिक विकास होईल आणि पर्यावरण सुरक्षित राहील अशा स्तरावर लोकसंख्येचे स्थिरीकरण करणे. म्हणजेच लोकसंख्या मर्यादित राखणे याबरोबरच असलेल्या जनतेच्या जीवनाची गुणवत्ता सुधारणे हे यात अभिप्रेत आहे.

भारताच्या लोकसंख्येचे वर्तमानकालीन आणि भविष्यकालीन विश्लेषण केल्यास पुढील तक्त्यावरून असे दिसते की १५ ते ५९ वर्षे हा जो कार्यकारी वयोगट मानला जातो तो एकूण लोकसंख्येत चांगला आहे. या गटातील व्यक्तींना उत्तम आरोग्य, शिक्षण, कौशल्यविकासाच्या सुविधा मिळाल्या तसेच त्यांनीही झटून काम केले, कामाची गुणवत्ता सतत सुधारली, स्वतःला अद्ययावत ठेवले तर ते स्वतःचे, कुटुंबाचे व पर्यायाने देशाचे भविष्य उज्ज्वल करू शकतात.

सन	एकूण लोकसंख्या	कार्यक्षम लोकसंख्या
२०११	१२१.०९ कोटी	७३.५४ कोटी
२०१६	१२९.११ कोटी	८१.०७ कोटी
२०२१	१३६.३० कोट	८७.५४ कोटी
२०२६	१४२.५९ कोटी	९२.३९ कोटी
२०३१	१४७.८८ कोटी	९६.२१ कोटी
२०३६	१५२.२३ कोटी	९८.८५ कोटी

पर्यावरणाच्या दृष्टीने पाहता पृथ्वीवरचे जमीन, पाणी, हवा, डोंगर हे घटक तसेच वनस्पती, प्राणी या सर्वांचे अस्तित्व परस्परपूरक असते. माणसाप्रमाणेच अन्य सजीवांच्या जीवनाला पोषक अशी संतुलित परिस्थिती राहणे सर्वांच्याच हिताचे आहे. केवळ माणसांची संख्या प्रमाणाबाहेर वाढणे हे संतुलन बिघडवू शकते. लोकसंख्येच्या वाढीमुळे पृथ्वीवरील संसाधनांवर अवाजवी भार येणे धोक्याचे आहे. माणसाच्या अमर्याद गरजांसाठी जंगलतोड, भूजलाचा प्रमाणाबाहेर उपसा, प्राण्यांचे अधिवास नष्ट होणे, कित्येक कीटकांच्या, प्राण्यांच्या, पक्ष्यांच्या प्रजातींचे अस्तित्व धोक्यात येणे इत्यादींमुळे पृथ्वीची आदर्श स्थिती दीर्घकाळ टिकून राहणार नाही असे पर्यावरण तज्ज्ञांना वाटते. लोकसंख्यावाढ आणि मानवी हस्तक्षेप यांमुळे हवा, पाणी, मृदा या घटकांवर परिणाम होऊन मोठ्या प्रमाणावर प्रदूषण होते. औद्योगिकीकरण आणि उपभोक्तावाद यांचे वाढते प्रमाणही नैसर्गिक संसाधनांच्या प्रदूषणाचे मुख्य कारण आहे. परिणामी हवामानातील बदल, पूर, तापमानवाढ, साथीच्या रोगांचा धोका यांमुळे अनिश्चित भविष्याबद्दल चिंता निर्माण होत आहे. त्यामुळे भविष्यात याबद्दलची जागरूकता वाढवणे महत्त्वाचे आहे. भारताला जैवविविधतेचे, मोसमी पावसाचे वरदान लाभलेले आहे. ते टिकवून ठेवण्यासाठी लोकसंख्येवर मर्यादा तर हवीच, पण पर्यावरणीय नैतिकतेचे भान जनतेलाही आले पाहिजे. असाही अनुभव आहे की आर्थिक सुबत्ता चंगळवाद वाढवते. त्याचा परिणाम पर्यावरणासाठी घातक होऊ शकतो.

भारताच्या लोकसंख्येचे येत्या काळातील बदलते चित्र काही फायदे मिळवून देणारे नक्कीच आहे. काही देश असे आहेत जिथला जन्मदर चिंता वाटावी इतका घसरत आहे. आरोग्यसेवा प्रगत झाल्यामुळे जन्माला आलेले उत्तम जगतात आणि पूर्वीपेक्षा जास्त काळ जगतात, त्यामुळे तिथली लोकसंख्या झपाट्याने वृद्ध होत आहे. भारतात ही परिस्थिती येण्यास अजून बराच काळ लागेल. सध्या तरी भारतात तरुण लोकसंख्या चांगली आहे. भारताचे तरुण मनुष्यबळ साऱ्या जगाला विविध सेवा पुरवू शकेल त्यामुळे काळाला अनुरूप कौशल्ये शिकून उत्तम रोजगार मिळवणे अनेकांना शक्य आहे. त्यायोगे कित्येक कुटुंबांची आर्थिक स्थिती उंचावू शकते. भारतातही आज कित्येक नवउद्योजक पुढे येत आहेत. पारंपरिक उद्योगांमध्ये प्रगती आणि नवीन उद्योगांची निर्मिती यांतून देशातील जनतेचे राहणीमान उंचावणे शक्य आहे. शेतीक्षेत्रातही नवीन तंत्रज्ञान येत आहे. असे म्हणतात की शेतीची सुरुवात स्त्रियांनी केली. आज अनेक तरुणी कृषि-महाविद्यालयांमध्ये शिकून शेतीमध्ये करिअरची स्वप्ने पाहत आहेत. शेतीपूरक उद्योग, पशुपालन, दुग्धव्यवसाय यांसाठी पोषक वातावरण देशात तयार झाले तर ग्रामीण भागातही रोजगाराच्या संधी वाढतील.

असा अंदाज आहे, की २०५० सालापर्यंत जगातील निम्म्यापेक्षा जास्त मानवी वस्ती शहरांमध्ये असेल. त्यामुळे शहरांची गुणवत्ता भविष्यात मानवी जीवनाची गुणवत्ता निश्चित करील. भारतही याला अपवाद नसेल. सध्या शेतीवर अवलंबून असलेली ग्रामीण लोकसंख्या अपुरे व अनिश्चित उत्पन्न असल्यामुळे शहरांमध्ये स्थलांतरित होण्याची संधी शोधत असते. त्यामुळे शहरातील नागरिकांना चांगल्या पायाभूत सुविधा पुरवण्याचे मोठे आव्हान शासनापुढे असेल. शहरात स्थलांतर करून येणाऱ्या प्रत्येकाच्या गरजांसाठी पर्यावरणीय शाश्वततेची किंमत मोजावी लागण्याचा धोका असतो. सध्याच्या मोजक्या महानगरांवर असलेला ताण अधिक वाढवणे अशक्य आहे. त्यामुळे मध्यम लोकसंख्या असलेली अधिक शहरे विकसित झाली तर ग्रामीण जनता त्या शहरांमध्ये स्थलांतरित होऊन उपजीविकेचे साधन मिळवू शकेल. एकंदरीत भारताला महासत्ता होण्याच्या वाटचालीत लोकसंख्या हा घटक महत्त्वाची भूमिका बजावील यात शंका नाही.

– डॉ. मेधा श्री. लिमये
medhalimaye@gmail.com

कविता

सुनीता

अंतराळातून पुन्हा परतली
ग्रह ताऱ्यांचा संग सोडूनि
सलाम करतो तव धैर्याला
आणि तुझ्या या पराक्रमाला

जन्ममृत्यूच्या सीमेवरती
नियतीने किती भीती दाविली
पण विज्ञानाची सरशी झाली
सुखरूप पुन्हा तू घरास आली

मानवतेच्या इतिहासातील
थोर क्षण हा असे जाहला
आणि उद्याच्या क्षितिजावरती
नवआशेचा रवी उगवला

अंतराळातील त्या घरातून
अंतरातील या घराशी
प्रवास होता हा जिकिरीचा
जिद्दीने तू पूर्ण केला

नवा अध्याय विज्ञानाचा
नवा आयाम मानवतेचा
श्वास थांबला तुझ्याचसाठी
धर्म, पंथ ना इथे कुणाचा

सुनीता, तू पृथ्वी कन्या
की चांदणी अवकाशाची
सस्मित वदने शुभेच्छा तुला
जोडल्यास भेदाच्या भिंती

खगोलप्रेमी बाबा सुतार
babasutar@rediffmail.com

अरण्यरुदन वसुंधरेचं!

वसुंधरेचं मन रडत असतं तेव्हा
अश्रू दिसतीलच असं नसतं
लपलेले तिचे अश्रू ज्यांना दिसतात
त्यांनाच खरं काय ते कळत असतं!

कचऱ्याच्या ढिगाकडं अलिप्तपणे बघता येतं
ते ढीग असणार असं गृहीतच धरलेलं असतं!
ते ढीग कमी करायला हवेत असं वाटतच नसतं
खरं दुःख तर नेमकं तेच तर असतं!

कचऱ्याच्या ढिगाकडं पाहात विज्ञान खंत करत असतं
विज्ञानाचं खंतावणं अस्वस्थ करत असतं
वसुंधरेच्या डोळ्यांत पाणी आणत असतं
पण कुणालाच काही त्याचं वाटत नसतं!

वृक्षवल्ली सोयरे असायचे दिवस सरले आता
क्राँक्रीटच्या जंगलांचे दिवस आलेत आता
त्या जंगलांमधील निर्जीवता लक्षातच येत नाही कधी
पशुपक्षी नसल्यानं आपलं अडतच नाही कधी

परिसंवाद, कार्यशाळा होतच असतात
समारंभ साजरे तर रोजच होत असतात
पंगतीवर पंगती उठतच असतात
अन्न टाकून देऊन कचऱ्याचे प्रश्न चर्चिले जातात!

प्लास्टिकवर पोटतिडकेनं बोलणारे सारेच असतात
टेबलावर मात्र सर्वत्र प्लास्टिकच्याच बाटल्या असतात
दुधाची पिशवी कापताना कोपरे मातीत मिसळतच राहतात
प्लास्टिकबंदीच्या जाहिराती मात्र जागोजागी झळकत असतात!

वसुंधरेचं रडणं सर्वांनाच दिसत असतं
आसवांची कहाणी सर्वांनाच ठाऊक असते
त्यावर उपाय करण्यासाठी कुणीच तयार नसतं!
कारण वेळ नावाची चीज कुणाकडे नसते!

शरद काळे
sharadkale@gmail.com

कुसुमसुत

ॲल्युमिनियम – एक अष्टपैलू मूलद्रव्य

तिसऱ्या शतकातील चीनमधील लष्करी नेत्या चौचूच्या थडग्यात सापडलेल्या गूढ धातूच्या दागिन्यांचे विश्लेषणात ८५ टक्के ॲल्युमिनियम असल्याचे आढळून आले. ते कसे तयार केले गेले हे एक रहस्य आहे. सन १७००च्या अखेरीस, ॲल्युमिनियम ऑक्साईडमध्ये ह्या क्षारात कोणतातरी धातू असल्याचे ज्ञात होते. त्या क्षाराचे नाव माहीत नव्हते आणि त्या क्षारातून तो धातू वेगळा काढण्याचे सर्व प्रयत्न अयशस्वी झाले होते. हम्फ्री डेव्हीने त्यांच्या तथाकथित 'पृथ्वी'मधून (ऑक्साइड) सोडियम आणि पोटॅशियम काढण्यासाठी विद्युतप्रवाहाचा वापर केला होता, परंतु त्यांच्या पद्धतीने त्याच प्रकारे ॲल्युमिनियम वेगळे झाले नाही. सन १८२५मध्ये डेन्मार्कमधील कोपनहेगन येथील हॅन्स ख्रिश्चन ऑरस्टेड यांनी हे उत्पादन केले आणि त्यांनी पोटॅशियमसह ॲल्युमिनियम क्लोराइड गरम करून ते वेगळे केले. तरीही त्याचा नमुना अशुद्ध होता. सन १८२८मध्ये ही पद्धत परिपूर्ण करण्यासाठी जर्मन रसायनशास्त्रज्ञ फ्रेडरिक वोहलर यांची मदत मागितल्यावर त्यांनी पोटॅशियमऐवजी सोडियम वापरून ॲल्युमिनियम क्लोराइडपासून प्रथमच शुद्ध ॲल्युमिनियम मिळवले.

ॲल्युमिनियम (Al) हा एक रुपेरी-पांढऱ्या रंगाचा, हलका आणि लवचीक धातू आहे. तो पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सर्वाधिक आढळणारा धातू असून, उच्च प्रतिक्रियाशीलता आणि स्वतःभोवती संरक्षणात्मक ऑक्साइड स्तर तयार करण्याच्या क्षमतेसाठी प्रसिद्ध आहे. ॲल्युमिनियम पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील तिसऱ्या क्रमांकाचे मुबलक आढळणारे मूलद्रव्य आहे, पण हा धातू अत्यंत प्रतिक्रियाशील असल्यामुळे नैसर्गिक स्वरूपात आढळत नाही. तो सर्वात हलक्या धातूंपैकी एक आहे. ॲल्युमिनियम लवचीक (ductile) आहे, त्याच्या तारा बनवणे सोपे असते आणि त्याच्या अंगी चांगली विद्युत तसेच उष्णतावाहकता (thermal conductivity) आहे. त्याची घनता लोखंडाच्या (७.९ ग्रॅम/घन सें.मी.) तुलनेत कमी (२.७ ग्रॅम/घन सें.मी.) आहे, कारण त्याचा अणुभार केवळ २७ आहे.

ॲल्युमिनियम हा निसर्गात शुद्ध धातुरूपात आढळत नाही, कारण त्याची रासायनिक सक्रियता जास्त आहे. तो खनिजांमध्ये संयुग स्वरूपात सापडतो, बॉक्साइट ($Al_2O_3 \cdot xH_2O$), फेल्डस्पार, मायका, आणि लेटराइट या सर्व स्रोतांमध्ये ॲल्युमिनियम आढळते,

- खनिज स्वरूप : बॉक्साइट हे ॲल्युमिनियमचे सर्वात महत्त्वाचे धातुक (Ore) आहे.
- किमती खडे : ॲल्युमिनियम ऑक्साइडाची स्फटिक रूपे रुबी आणि निळा नीलमणी (सफायर) म्हणून ओळखले जातात.
- पुरातनकाळातील वापर
    - इ.स.पू. ५००० या काळात मेसोपोटेमियातील लोक ॲल्युमिनियमयुक्त मातीपासून भांडी तयार करत असत.
    - ४००० वर्षांपूर्वी प्राचीन इजिप्शियन आणि बाबिलोनी लोकांनी ॲल्युमिनियमयुक्त संयुगे रसायनशास्त्र आणि औषधांमध्ये वापरली होती.
    - रोमन लेखक प्लिनी याने लुम ($Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$) नावाच्या संयुगाचा उल्लेख केला, जो वस्त्रांवर रंग टिकवण्यासाठी मॉर्डंट म्हणून वापरला जात असे.
    - अठराव्या शतकात, प्रसिद्ध रसायनशास्त्रज्ञ अँटोनी लव्हॉजिए यांनी ॲल्युमिनियम ऑक्साइडपासून धातू मिळू शकतो, असे भाकीत केले होते.

ॲल्युमिनियमची लवचीकता आणि सहज आकार देता येण्याची क्षमता त्याच्या उच्च सममिती आणि FCC (Face-Centered Cubic) जाळीच्या (lattice) उच्च उष्मागतिक स्थैर्य (thermodynamic stability) व उच्च स्टॅकिंग-फॉल्ट ऊर्जा यामुळे आहे. शुद्ध स्वरूपातील ॲल्युमिनियमचा कडकपणा गुणांक (E) केवळ ७० GPa आहे, जो लोखंडाच्या

(२११ GPa) तुलनेत खूपच कमी आहे. त्याचप्रमाणे, त्याचे तन्य सामर्थ्य (tensile strength) फक्त ८० MPa आहे, तर लोखंडासाठी ते ३०० MPa आहे. मात्र, विशिष्ट मॉड्युलस (घनता) गुणांक हा ॲल्युमिनियम, लोखंड, टायटॅनियम आणि मॅग्नेशियमसाठी साधारण समान आहे.

ॲल्युमिनियमचे एक महत्त्वाचे रासायनिक वैशिष्ट्य म्हणजे त्याची ऑक्सिजनशी होणारी अभिक्रिया, जी त्याच्या पृष्ठभागावर घनतेने भरलेली Al_2O_3 स्तर तयार करते. हा स्तर मुख्य धातूचे पर्यावरणीय अभिक्रियांपासून संरक्षण करतो. ॲल्युमिनियमला त्याच्या कमी ताकदीमुळे अभियांत्रिकी (engineering) उपयोगांमध्ये फारसे महत्त्व नाही, पण त्याच्या मिश्रधातूंमध्ये (alloys) सुधारित गुणधर्म आढळतात. हलक्या वजनामुळे, ॲल्युमिनियम मिश्रधातू वाहतूक क्षेत्रात मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात. ॲल्युमिनियम मिश्रधातूंवर सर्वात प्रचलित उष्णता प्रक्रिया म्हणजे पर्जन्य प्रक्रिया (precipitation treatment) आहे. यात अतिसंतृप्त ठोस द्रावणामधून (solid solution) अतिसूक्ष्म कण तयार होतात आणि ते मुख्य जाळीसोबत (matrix phase) सलग असतात. हे कणच मिश्रधातूच्या कडकपणासाठी जबाबदार असतात.

विमानात बसल्यावर बऱ्याच वेळा असे वाटते की आपण ३९००० फुटांवर टिनच्या पेटीत अडकलो आहोत. ज्यांना विमानप्रवासाची भीती वाटत असते (फ्लाइंग-फोबिया) त्यांना असे वाटणे साहजिक आहे, परंतु कदाचित त्यांना हे जाणून दिलासा मिळेल की ही पेटी खरोखर ॲल्युमिनियमची बनलेली असते! ते जंबो जेटमध्ये बसले असतील तर त्यातील बनावटीमध्ये ६६००० किलोपेक्षा जास्त ॲल्युमिनियम असते. विमान बनवण्यासाठी ही जी ॲल्युमिनियमची निवड करण्यात आली त्या निवडीचे कौतुक करण्याची अनेक चांगली कारणे आहेत. शुद्ध ॲल्युमिनियम मऊ आहे. तथापि, तांबे, मॅग्नेशियम आणि जस्त यांसारख्या घटकांसह मिश्रित केल्याने, ह्या हलक्या धातूची ताकद नाटकीयरीत्या वाढते. विमानाला हवेत उडताना गुरुत्वाकर्षणाविरुद्ध उडायचे असते. परिणामी जो धातू विमान बनवण्यासाठी वापरायचा, तो हलका तर असलाच पाहिजे, पण दणकटदेखील असला पाहिजे. लोखंड दणकट असले तरी त्याच्या वजनामुळे ते वापरता येत नाही. शिवाय हवेच्या संपर्कात लोखंड गंजते. त्यामुळे ॲल्युमिनियमचा मिश्रधातू त्यासाठी अगदी योग्य आहे. विमानाच्या पंखांच्या वायुगतिकीय चाप किंवा त्याच्या ट्यूबलर फ्यूजलेजसह विविध आकारांमध्ये हा मिश्रधातू सहजपणे घडवला जाऊ शकतो. हवेशी संपर्क आल्यावरही ॲल्युमिनियम सूक्ष्मदृष्ट्या पातळ ऑक्साइडचा थर बनवतो, त्यामुळे त्याच्या पृष्ठभागाचे गंजण्यापासून संरक्षण होते. ॲल्युमिनियमच्या मिश्रधातूच्या या अतिशय वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्मामुळे फक्त विमानांसाठी नव्हे तर जहाजे, कार, ट्रक, आगगाड्या आणि सायकलींसह इतर अनेक वाहनांमध्ये ॲल्युमिनियम मिश्र धातू सर्रास वापरला जातो यात आश्चर्यकारक काहीच नाही.

वाहतूक उद्योगातील वाढती मागणी लक्षात घेता एक आनंदाची बाब म्हणजे निसर्गाने आपल्याला मोठ्या प्रमाणात ॲल्युमिनियमचे वरदान दिलेले आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील सर्वाधिक आढळणारा धातू म्हणून ॲल्युमिनियम अक्षरशः सर्वत्र आहे. तो धातुरूपात स्वाभाविकरीत्या आढळत नसल्याने आणि ऑक्सिजन व सिलिकॉनसह वेगवेगळ्या खनिजांमध्ये मिश्रित असल्याने, सन १८०८पर्यंत तो अज्ञात राहिला. कॉर्नवॉलमधील रसायनशास्त्रज्ञ सर हंफ्री डेव्ही यांनी या धातूचा शोध लावला आणि त्याचे नाव 'ॲल्युमिनम' असे ठेवले, जे त्याच्या मूळ संयुग 'लम' (तुरटी) वरून आले होते. मात्र, थोड्याच कालावधीत आंतरराष्ट्रीय शुद्ध व उपयोजित रसायनशास्त्र संघटना (IUPC) यांनी 'ium' हा अधिक पारंपरिक प्रत्यय स्वीकारून त्याचे नाव 'ॲल्युमिनियम' असे निश्चित केले. अमेरिकन केमिकल सोसायटीने सन १९२५मध्ये मूळ 'ॲल्युमिनम' ही संज्ञा पुन्हा वापरण्यास सुरुवात केली. परिणामी, सर डेव्ही यांनी ठरवलेल्या नावाचा उच्चार आज ब्रिटिशांऐवजी अमेरिकन लोक अधिक प्रमाणात करतात.

सन १८२५मध्ये, प्रथमच ॲल्युमिनियम वेगळे करण्याचा मान डॅनिश शास्त्रज्ञ हॅन्स ख्रिश्चन ऑरस्टेड यांना मिळाला. त्यांनी आपल्या या शोधाबद्दल असे नमूद केले होते: ह्या धातूच्या तुकड्याचा एक गोळा तयार होतो, त्याचा रंग आणि चमक कथिलासारखे दिसते. हे विशेष आकर्षक वर्णन नव्हते, पण कदाचित आजच्या विमानप्रवाशांच्या संभ्रमाचे स्पष्टीकरण असू शकते. ॲल्युमिनियमला सुवर्णाची झळाळी किंवा चंदेरी चमचम असती, तर कदाचित त्यापासून बनवलेल्या विमानांची भीती कुणाला वाटलेही नसती, उलट आकर्षण वाटले असते! ॲल्युमिनियमला त्याच्या ऑक्साइडपासून वेगळे करणे कठीण होते-कारण सुरुवातीच्या सर्व प्रक्रियांमधून केवळ काही किलो ॲल्युमिनियम मिळत असे. त्यामुळे काही काळासाठी हा धातू सोन्यापेक्षाही अधिक मौल्यवान मानला गेला. सन १८५५च्या पॅरिस प्रदर्शनामध्ये, एका ॲल्युमिनियमच्या पट्टीला राजमुकुटातील दागिन्यांसोबत ठेवण्याचा सन्मान मिळाला. असेही म्हटले जाते की नेपोलियनने आपल्या

सर्वात सन्माननीय अतिथींसाठीच ॲल्युमिनियमच्या भांड्यांचा वापर केला होता. सन १८८६ मध्ये, चार्ल्स मार्टिन हॉल, हा केवळ २२ वर्षीय आणि अत्यंत चिकाटीने काम करणारा एक हौशी शास्त्रज्ञ, ॲल्युमिनियम वेगळे करण्याची आर्थिकदृष्ट्या व्यवहार्य पद्धत शोधून काढणारा पहिला वैज्ञानिक ठरला. आपल्या मोठ्या बहिणीच्या मदतीने, त्याने ॲल्युमिनियम ऑक्साइडला वितळलेल्या सोडियम हेक्साफ्लुओरोअल्युमिनेटमध्ये (क्रायोलाइट) विरघळवले, आणि तीव्र विद्युत-प्रवाहाचा वापर करून ॲल्युमिनियम आणि ऑक्सिजन वेगळे केले. विशेष म्हणजे, त्याच वेळी फ्रेंच वैज्ञानिक पॉल लुई तुसाँ एरू (Paul Louis Toussaint Héroult) यानेही हाच विद्युत-अपघटनाचा शोध लावला. त्यामुळे, दोघांमध्ये पेटंट मिळवण्यासाठी अटलांटिक महासागराच्या दोन्ही बाजूंनी शर्यत सुरू झाली. हॉल-एरू प्रक्रिया (Hall-Héroult Process) म्हणून ओळखली जाणारी त्यांची पद्धत आजही व्यावसायिक स्तरावर ॲल्युमिनियम उत्पादनासाठी मुख्यतः वापरली जाते. आज, कोट्यवधी टन ॲल्युमिनियम या पद्धतीने बॉक्साईट या मुख्य कच्च्या धातूपासून तयार केला जातो. व्यावसायिकरित्या उत्पादित सर्वाधिक ॲल्युमिनियम हॉल-एरू प्रक्रियेद्वारे काढले जाते. या प्रक्रियेत ॲल्युमिनियम ऑक्साईड वितळलेल्या क्रायोलाइटमध्ये विरघळला जातो आणि नंतर इलेक्ट्रोलाइटिकरित्या शुद्ध ॲल्युमिनियम वेगळा केला जातो. ॲल्युमिनियम बनवणे खूप ऊर्जा-केंद्रित आहे. अमेरिकेत निर्माण होणाऱ्या वीजेपैकी ५ टक्के वीज ॲल्युमिनियम उत्पादनात वापरली जाते. तथापि, एकदा शुद्ध स्वरूपात बनवल्यानंतर ते त्वरित खराब होत नाही आणि त्याचे सहजपणे पुनर्नवीनीकरण केले जाऊ शकते, ही जमेची बाजू म्हणावी लागेल.

केवळ वाहतूक उद्योगानेच ॲल्युमिनियमचे फायदे समजून घेतले असे नाही. सन १९००च्या दशकाच्या सुरुवातीस, ॲल्युमिनियमने, विद्युतवाहक तारांसाठी जे तांबे वापरले जात होते, त्याला प्रभावी पर्याय उभा केला. ॲल्युमिनियमची लवचीकता, हलके वजन आणि कमी किंमत, तांब्याच्या तुलनेने त्याच्या कमी असलेल्या वहनक्षमतेची भरपाई करण्यासाठी पुरेशी होती. ॲल्युमिनियम मिश्रधातू हे बांधकाम उद्योगातील आवडता पर्याय आहे, त्याचा वापर क्लॅडिंग, खिडक्या, शटर, दरवाजाच्या चौकटी आणि छतामध्ये होतो. केवळ घर बांधणीत नव्हे तर घराच्या आतदेखील ॲल्युमिनियमचा उपकरणे, भांडी आणि पॅन, भांडी, टीव्ही एरियल आणि फर्निचरमध्ये वावर असतो. पातळ फॉइल म्हणून, ॲल्युमिनियम हे एक पॅकेजिंग मटेरियल आहे जे उत्कृष्टतेने, लवचीक आणि टिकाऊ, पाण्याला अभेद्य आणि रासायनिक हल्ल्याला प्रतिरोधक आहे - थोडक्यात, जीवरक्षक औषध किंवा तुमच्या आवडत्या कँडी बारचे संरक्षण करण्यासाठी तो एक आदर्श धातू आहे. परंतु कदाचित ॲल्युमिनियमचा सर्वांच्या परिचयाचा अवतार म्हणजे विविध पेयांचे ॲल्युमिनियमचे कॅन्स आहेत. प्रत्येक कॅनचा नैसर्गिकरीत्या चकचकीत असलेला पृष्ठभाग उत्पादनाच्या नावासाठी एक आकर्षक पार्श्वभूमी बनतो आणि त्याच्या पातळ भिंती प्रति चौरस इंच ४० किलो दाब सहन करू शकतात (सामान्य कारच्या टायरच्या तीन पट),

ॲल्युमिनियमच्या महत्त्वाच्या गुणधर्मांवर एक दृष्टिक्षेप

- **रासायनिक संकेतन :** l
- **अणुक्रमांक :** १३
- **सामग्री :** पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील सर्वाधिक प्रमाणात आढळणारा धातू (८.१%)
- **दिसायला :** रुपेरी-पांढरा, मऊ आणि लवचीक
- **प्रतिक्रियाशीलता :** अत्यंत प्रतिक्रियाशील; पृष्ठभागावर Al_2O_3ची (ॲल्युमिनियम ऑक्साइड) संरक्षणात्मक थर तयार करतो
- **घनता :** इतर सामान्य धातूंपेक्षा कमी (स्टीलच्या घनतेच्या सुमारे एकतृतीयांश)
- **वाहकता :** उत्तम विद्युत आणि उष्णतावाहक
- **धातुकाम :** शुद्ध ॲल्युमिनियम मऊ आणि कमी मजबुतीचा असतो, परंतु तांबे, मॅग्नेशियम, सिलिकॉन किंवा मँगनीज यांसारख्या इतर धातूंशी मिश्रधातू बनवल्यास त्याचे गुणधर्म सुधारतात.
- ॲल्युमिनियम कधीही स्वच्छ धातूरूपात आढळत नाही; त्याचे संयुगे खडक, वनस्पती आणि प्राण्यांमध्ये आढळतात.
- ॲल्युमिनियम बॉक्साईटसारख्या खनिजांपासून मिळवला जातो.
- ॲल्युमिनियम बोरॉन गटातील एक घटक आहे.

यंत्रसामग्रीच्या कोणत्याही घटकाच्या निर्मितीसाठी विविध पदार्थ आणि मूलद्रव्ये लागतात. वजनाने हलकी सामग्री तिच्या घनतेच्या आधारावर ओळखली जाते. त्यांच्या घनतेचे मान स्टीलच्या घनतेपेक्षा कमी असेल, तर त्यांना हलकी सामग्री म्हणून वर्गीकृत केले जाते, तर स्टीलहून जास्त घनतेच्या सामग्रींना जड सामग्री म्हणून ओळखले जाते. औद्योगिक परिस्थितीत धातू इतर प्रकारच्या सामग्रींवर वर्चस्व गाजवतात. यंत्रसामग्रीच्या घटकाचे वजन कमी करणे आवश्यक असते, तेव्हा हलके धातू वापरण्यास

प्राधान्य दिले जाते. हलक्या धातूंना कमी घनता आणि उच्च शक्ती-ते-वजन गुणोत्तर असते, त्यामुळे ज्या ठिकाणी वजन हा महत्त्वाचा घटक असतो, तिथे त्यांचा वापर केला जातो. हलके धातू वापरण्याचा सर्वात मोठा फायदा म्हणजे उत्पादन किंवा प्रणालीचे वजन कमी करणे, अर्थातच त्यामुळे वाहतूक प्रणालींची इंधन कार्यक्षमता सुधारते आणि प्रदूषण कमी होते. ॲल्युमिनियम हा असाच एक हलका बहुपयोगी धातू आहे, ज्याचा विविध उद्योगांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो. त्याच्या वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्मांमुळे (हलकेपणा, गंज न लागणे आणि उच्च उष्णता चालकता) विविध उत्पादने आणि संरचनांसाठी तो एक आदर्श साहित्य ठरतो.

वाहतूकउद्योगातील उपयोग

ॲल्युमिनियमचा सर्वात महत्त्वाचा उपयोग वाहतूक उद्योगात होतो. हे ऑटोमोबाईल, विमान आणि रेल्वे तयार करण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते. कारण ते हलके आणि मजबूत असल्याने इंधन कार्यक्षमता सुधारते आणि प्रदूषण कमी होते. तसेच, सायकली, बोटी आणि इतर मनोरंजनात्मक वाहने तयार करण्यासाठीही याचा उपयोग केला जातो.

बांधकामउद्योगातील उपयोग

ॲल्युमिनियममचा मोठ्या प्रमाणावर वापर बांधकाम उद्योगात केला जातो. खिडक्या, दरवाजे, बाह्य आच्छादन आणि इतर बांधकाम साहित्य तयार करण्यासाठी हे वापरले जाते. हलके आणि सहज प्रक्रिया करता येण्याजोगे असल्याने ते बांधकामासाठी आदर्श मानले जाते. तसेच, पूल आणि इतर पायाभूत सुविधा प्रकल्पांमध्येही याचा उपयोग केला जातो, कारण ते गंजरोधक असून कठीण हवामानाच्या परिस्थितीत टिकाऊ असते.

पॅकेजिंगउद्योगातील उपयोग

पॅकेजिंग उद्योगामध्ये ॲल्युमिनियमवर मोठ्या प्रमाणावर अवलंबून राहतात. ॲल्युमिनियम कॅन आणि फॉइल खाद्यपदार्थ आणि पेयपदार्थांच्या पॅकेजिंगसाठी वापरले जातात, कारण हे प्रकाश, आर्द्रता आणि हवेपासून उत्तम संरक्षण देते, ज्यामुळे उत्पादनांची गुणवत्तापूर्ण साठवण आणि ताजेपणा टिकून राहतो. तसेच, औषधे, सौंदर्यप्रसाधने आणि इतर वैयक्तिक वापराच्या वस्तूंच्या पॅकेजिंगसाठीही याचा उपयोग होतो.

वीजउद्योगातील उपयोग

ॲल्युमिनियमचा वीज उद्योगात मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो. विद्युत वाहक (कंडक्टर) तयार करण्यासाठी याचा उपयोग होतो, कारण ते उत्तम विद्युतवाहक आहे आणि त्याचे घनत्व कमी आहे. त्यामुळे वीज वाहिन्यांसाठी हे आदर्श ठरते. तसेच, संगणक, स्मार्टफोन, टेलिव्हिजन यांसारख्या इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांच्या निर्मितीसाठीही याचा उपयोग केला जातो, कारण ते हलके असून त्यांची उष्णता नष्ट करण्याची क्षमता उत्तम असते.

इतर उद्योगांमधील उपयोग

ॲल्युमिनियमचा उपयोग एअरोस्पेस, रसायन आणि संरक्षण उद्योगांमध्ये केला जातो. तसेच, स्वयंपाकघरातील भांडी, घरगुती वस्तू आणि यंत्रसामग्री तयार करण्यासाठीही याचा मोठ्या प्रमाणावर उपयोग होतो. व्हॅक्युममध्ये बाष्पीभवन झाल्यावर, ॲल्युमिनियम प्रकाश आणि उष्णता या दोन्हींसाठी अत्यंत परावर्तित आवरण तयार करते. चांदीच्या लेपाप्रमाणे ते खराब होत नाही. या ॲल्युमिनियम कोटिंगचे दुर्बिणीचे आरसे, सजावटीचे कागद, पॅकेजिंग आणि खेळण्यांसह अनेक उपयोग आहेत.

ॲल्युमिनियमची कोणतीही ज्ञात जैविक भूमिका नाही. आपल्या शरीरातील आम्लता (ॲसिडीटी) रोखण्यासाठी ज्या औषधाच्या गोळ्या दिल्या जातात, त्यात शुद्ध ॲल्युमिनियम हायड्रॉक्साइड असते. त्याच्या विद्राव्य + 3 स्वरूपात ते वनस्पतींसाठी विषारी आहे. आम्लयुक्त मृदा पृथ्वीवरील जवळजवळ निम्मी शेतीयोग्य जमीन बनवते आणि आंबटपणामुळे त्यातील खनिजांपासून Al3+च्या उत्सर्जनाला गती मिळते. त्यानंतर पिके Al3+ शोषून घेतात ज्यामुळे कमी उत्पन्न मिळते. आपण आपल्या अन्नासोबत जे ॲल्युमिनियम घेतो ते आपले शरीर काही प्रमाणात शोषून घेते. सरासरीपेक्षा जास्त प्रमाणात ॲल्युमिनियम असलेले खाद्यपदार्थ म्हणजे चहा, प्रक्रिया केलेले चीज, मसूर आणि स्पंज केक. आम्लयुक्त पदार्थ शिजवण्याची क्रिया वगळता ॲल्युमिनियमच्या भांड्यांमध्ये स्वयंपाक केल्याने आपल्या आहारातील त्याचे प्रमाण फारसे वाढत नाही. ज्यांच्या घरी रोजच्या रोज स्वयंपाकात चिंच, लिंबू, आमसूल, दही, ताक किंवा आमचूर वापराचे प्रमाण अधिक असेल, त्यांनी ॲल्युमिनियमच्या भांड्यांमध्ये स्वयंपाक करणे टाळावे.

ॲल्युमिनियम हे नैसर्गिकरीत्या विपुल प्रमाणात आढळणारे मूलद्रव्य आहे, परंतु मानवी शरीरात त्याची कोणतीही महत्त्वाची कार्ये ज्ञात नाहीत. अत्यंत उच्च मात्रेत

ॲल्युमिनियम आहारात आल्यास त्याची तीव्र विषबाधा (acute toxicity) दिसून येते. परंतु घरगुती स्वयंपाकाच्या भांड्यांमध्ये याच्या वापरामुळे दीर्घकालीन ॲल्युमिनियमचा मेंदूच्या विकारांशी असलेल्या संबंधामुळे होणाऱ्या विषबाधेची (chronic toxicity) जाणीव वाढली आहे. ॲल्युमिनियम काही आजारांमध्ये महत्त्वाचा घटक मानला जातो. कॅल्शियम च्या शोषणाशी स्पर्धा करत असल्याने, आहारातील जास्त ॲल्युमिनियममुळे हाडांची खनिजीकरण प्रक्रिया (mineralization) कमी होऊ शकते, ज्यामुळे नवजात शिशूंमध्ये हाडे ठिसूळ होण्याची (osteopenia) समस्या आढळते. तसेच, ॲल्युमिनियम रक्त-मस्तिष्क अडथळ्याच्या (blood-brain barrier) कार्यावर परिणाम करतो आणि मेंदूच्या न्यूरोटॉक्सिसिटीशी (brain neurotoxicity) संबंधित आहे.

इतर धातूंप्रमाणेच, ॲल्युमिनियम विषबाधा मूत्रपिंडाच्या आजाराने ग्रस्त रुग्णांसाठी गंभीर समस्या ठरू शकते. ॲल्युमिनियम असहिष्णुता (intolerance) केवळ त्वचेच्या ॲलर्जी (contact dermatitis) आणि पचनासंबंधी समस्यांचे कारण ठरत नाही, तर नवीन संशोधनानुसार, ॲल्युमिनियम एस्ट्रोजेन रिसेप्टरशी (estrogen receptor) जोडला जातो, मानवी स्तनाच्या कर्करोग पेशींमध्ये (in vitro) अनियंत्रित जनुक अभिव्यक्ती (gene expression) त्यामुळे होऊ शकते. त्यामुळे, अतिशय जास्त प्रमाणातील ॲल्युमिनियम, स्तनाच्या कर्करोगाचा आणि अल्झायमरसारख्या (Alzheimer's disease) न्यूरोलॉजिकल आजारांचा, धोका वाढवू शकतो, अशी शक्यता व्यक्त केली जाते. तथापि, ॲल्युमिनियमचा स्वयंपाकाच्या भांड्यांसाठी वापर सरसकट विषबाधा करतो, असे वैज्ञानिकदृष्ट्या सिद्ध झालेले नाही. तसेच, ॲल्युमिनियम संपर्क थेट आजारांचा धोका वाढवतो का, यावर कोणतीही ठोस वैज्ञानिक एकमताची भूमिका अद्याप वैद्यकीय क्षेत्रात घेतलेली नाही.

जेव्हा औद्योगिक क्रांतीदरम्यान धातू उद्योगाचा विस्तार होऊ लागला तेव्हा वैद्यकीय प्रत्यारोपणासाठी धातूंच्या साहित्याच वापर होऊ लागला. धातूच्या प्रत्यारोपणाच्या विकासामागे प्रामुख्याने हाडे दुरुस्त करण्याच्या गरजा होत्या, विशेषतः लांब हाडांच्या अंतर्गत तुटलेल्या भागाला स्थिर करण्यासाठी. मात्र, लोखंड, सोने किंवा चांदीपासून बनवलेल्या मेरुदंडाच्या तारा आणि हाडे जोडण्यासाठी पिना यासारख्या धातूच्या उपकरणांचे प्रत्यारोपण करण्याचे प्रयत्न सन १८६०च्या दशकात लिस्टर यांच्या निर्जंतुक शस्त्रक्रियेच्या तंत्राचा अवलंब होईपर्यंत यशस्वी ठरले नाहीत. त्यानंतर, हाडांच्या शस्त्रक्रियेत धातूंचा वापर मोठ्या प्रमाणावर होऊ लागला आणि बहुतेक अस्थिरोग विषयक उपकरणांमध्ये (उदाहरणार्थ, हाडांच्या प्लेट, पिना आणि स्क्रू यांसारखी तात्पुरती उपकरणे तसेच सांध्यांच्या संपूर्ण प्रत्यारोपणासारखी कायमस्वरूपी उपकरणे) महत्त्वाची भूमिका बजावू लागल्या.

●

पान ४२ वरून... (सायकल – विज्ञान आणि तंत्रज्ञान – भाग २)

आरसा

सायकलचा आरसा एक साधारण पण अत्यंत उपयोगी घटक आहे, जो सायकल चालवताना मागील आणि बाजूच्या दृष्टीने सुरक्षिततेसाठी वापरला जातो. सायकलला लावलेला आरसा बहिर्वक्र प्रकारचा आरसा असतो. त्यात प्रतिमा मोठी व जवळ दिसते. सायकल चालवताना रस्त्यावर इतर वाहनं किंवा पादचारी येत असू शकतात, आणि त्यांना टाळण्यासाठी किंवा त्यांच्या उपस्थितीची माहिती मिळवण्यासाठी आरसा महत्त्वाचा आहे. सायकलच्या आरशाच्या तंत्रज्ञानाने प्रगती केली आहे, ज्यामुळे तो अधिक सुरक्षित, कार्यक्षम झाला आहे.

सायकल आरशाचे मुख्य कार्य म्हणजे सायकल चालकाला मागील आणि बाजूच्या भागात होणाऱ्या घटनांची माहिती देणे. विशेषत: रस्त्यांवर किंवा सायकल मार्गावर इतर वाहनांच्या किंवा सायकल चालकांच्या उपस्थितीची सूचित करण्यासाठी आरसा उपयोगी पडतो. सायकल चालवताना मागे किंवा बाजूला येणाऱ्या वाहनांचा ट्रॅफिकमध्ये समावेश असतो. आरसा त्यांना सहजपणे पाहण्यास मदत करतो, ज्यामुळे सायकल चालक सुरक्षेसाठी योग्य निर्णय घेऊ शकतो. आरसा वापरून सायकल चालक मागे येणारे सायकल किंवा पादचारी देखील पाहू शकतो, आणि त्यावर प्रतिक्रिया देऊ शकतो. सायकलच्या आरशाच्या वापरामुळे सायकल चालकांना सुरक्षिततेसाठी योग्य निर्णय घेता येतात. विशेषत: रहदारीच्या कोंडीमध्ये किंवा रस्त्यांवर इतर वाहनांपासून बचाव करण्यासाठी आरसा उपयोगी पडतो.

(सदर लेखातील काही माहिती व छायाचित्र माहितीजालावरील स्रोतांतून साभार.)

– डॉ. जयंत वसंत जोशी
jvjoshi2002@yahoo.co.in

नाशिक विभागातील विज्ञानधारा कार्यक्रम २०२५

LiFE
Lifestyle for Environment

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

पिकांमध्ये वैविध्य आणा

Scan the QR Code to know more

moefcc Moefcc moefccgoi moef.gov.in