महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE Lifestyle for Environment

मासिक विज्ञानपुस्तिका

# विज्ञानधारा

डिसेंबर २०२३ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ५२

ग्रंथाली

विज्ञानधारा आणि आरोग्ययात्रा

## विज्ञानजाणिवा वाढवणारी विज्ञानधारा यात्रा

ड्रोन प्रात्यक्षिक करताना अनुपम नेरकर

उत्कृष्ट प्रश्न विचारणाऱ्या विद्यार्थ्यांना 'कुतूहलरत्न' प्रशस्तिपत्र प्रदान करण्यात आले.

# विज्ञानधारा आणि आरोग्ययात्रेची क्षणचित्रे

स्नेहालय इंग्लिश स्कूल

रामचंद्र केशव चितळे माध्यमिक विद्यालय, देवपूर, धुळे

वि. दि. शिंदे हायस्कूल, गडहिंग्लज

भाऊसाहेब फिरोदिया हायस्कूल, अहमदनगर

डॉ. रविन थत्ते यांच्याशी संवाद साधताना डॉ. सतीश नाईक, चिपळूण

डॉ. यश वेलणकर आणि डॉ. साबू, जीवनशैलीविषयी बोलताना, अमरावती

नवनिर्माण हायस्कूल, रत्नागिरी येथील विद्यार्थ्यांचे प्रबोधन करताना डॉ. हेमंत जोशी आणि डॉ. राजेंद्र आगरकर

‘ग्रंथाली’ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

**डिसेंबर २०२३, वर्ष पहिले**
**पुस्तिका सातवी, मूल्य ५० रु.**

संपादक : **शरद काळे**
कार्यकारी संपादक : **अरुण जोशी**
समन्वयक : **सुदेश हिंगलासपूरकर** (विश्वस्त, ग्रंथाली)
मुखपृष्ठ : **ग्रंथाली संगणक विभाग**

कार्यालयीन संपर्क
**कॉम्प्युटर युनिट – योगिता मोरे, अनिरुद्ध गद्रे**
**vidnyangranthali@gmail.com**
**जाहिरात प्रसिद्धी – धनश्री धारप**
**वितरण – किशोर कांबळे, सौमित्र शिंदे**
**डिजिटल एडिटिंग– समीर कदम**

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

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

**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

**डॉ. जयंत वसंत जोशी / ५**
नाभिक – विज्ञान व तंत्रज्ञान

**केशव राजपुरे / ९**
अब्जांश तंत्रज्ञान आणि पुंजकण (कृत्रिम अणू)

**वर्षा केळकर–माने / १४**
जैवतंत्रज्ञानाची कास आणि शाश्वत विकास उद्दिष्टपूर्तीचा ध्यास

**डॉ. वसुधा जोशी / १८**
मौखिक आरोग्य

**डॉ. शर्वरी कुडतरकर / २२**
सागरातील ऊर्जेचे स्रोत

**सायली घाग / २६**
प्राण्यांच्या दंतकथा

**मेधा लिमये / ३१**
स्मरण एका ध्यासपर्वाचे!

**अभय यावलकर / ३४**
सौरऊर्जा क्षेत्राचा विकास आणि आव्हाने

**श्याम तारे / ३७**
मानवाचे अस्तित्व आणि नैसर्गिक मीठचक्र

**डॉ. संगीता गोडबोले / ३९**
बाळाचे संगोपन – भाग २

**प्रियांका बर्डे / ४२**
‘कोलेस्टेरॉलची गोष्ट’ भाग २

**डॉ. राजेंद्र देवपूरकर / ४६**
सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या प्रयोगशाळेत : भाग २

**शरद काळे / ४९**
मुलांनी काय वाचावे?

# संपादकीय...

'विज्ञानधारा' कार्यक्रम सुरू करून एक वर्ष उलटले तर 'विज्ञानधारा' मासिक सुरू करून सहा महिने होऊन गेले. वेळ कधी कुणासाठी थांबत नसतो. केशवसुतांनी 'आला क्षण गेला क्षण' ही कविता लिहून शंभराहून अधिक वर्षे झाली. त्या काळात बरीच स्थित्यंतरे झाली. मराठी शाळा बंद पडत चालल्या आहेत, त्याची खंत वाटणारा वर्गही कमी होत चालला आहे. मराठी वाचकांची संख्या कमी होत चालली आहे. समाजात एकूणच वाचनसंस्कृतीची पीछेहाट चालू असल्याचे दृश्य आपल्या देशात मोठ्या प्रमाणावर दिसते आहे. जपान, जर्मनी, फ्रान्स, चीन, इटली, स्वीडन, स्वित्झर्लंड यांसारख्या प्रगत देशांनी आपल्या भाषेचे स्थान अबाधित राखल्याची उदाहरणे आपल्यासमोर असूनही, मराठी भाषेची अवस्था अशी का होत आहे, हा विचारसुद्धा मागे पडत चालला आहे. सर्वच प्रगत देशांमध्ये वाचनालयांमधील गर्दी कमी होत नाही, पण आपल्याकडे मात्र वाचनालये ओस पडत चालल्याचे लक्षात येते. राज्यकर्ते उदासीन आहेत आणि समाजातील मराठीचे खंदे पुरस्कर्ते कमी होत चालले आहेत. 'विज्ञानधारा' ही मराठीतून विज्ञानप्रसार करण्यासाठी जशी बांधील असलेली विचारधारा आहे, तशीच बांधिलकी जपणाऱ्या काही संस्था अजूनही जिद्दीने हे काम पुढे नेण्याचा प्रयत्न करत आहेत. त्या सर्वांनी आपल्या कामाची गती वाढवण्याची गरज आहे.

'विज्ञानधारा' आणि 'आरोग्ययात्रा' महाराष्ट्रातील विविध जिल्ह्यांमध्ये नेण्याचा एक प्रयोग ग्रंथालीच्या माध्यमातून सध्या सुरू आहे. चिपळूण, रत्नागिरी, नागपूर, चंद्रपूर आणि अमरावती, कऱ्हाड, कोल्हापूर, जळगाव, धुळे, अहमदनगर, नाशिक आणि सांगतेचे नवी मुंबईतील वाशी या बारा जिल्ह्यांमध्ये विविध शाळा आणि महाविद्यालयांमध्ये त्या निमित्ताने विद्यार्थ्यांशी संवाद साधण्याचा प्रयत्न करण्यात आला. बहुतेक ठिकाणी कार्यक्रमांना उत्तम प्रतिसाद लाभला. काही विद्यार्थ्यांच्या मनातले कुतूहल त्यांच्या विविध प्रश्नांमधून लक्षात येत होते. त्याचबरोबर कोविड-१९ मुळे विद्यार्थ्यांच्या ग्रहण आणि आकलनशक्तीवर झालेला परिणामही लक्षात येत होता. जवळजवळ दीड ते दोन वर्षे ऑनलाइन शाळा आणि अभ्यास केल्यामुळे विद्यार्थ्यांच्या एकाग्रतेत नक्कीच मोठा परिणाम झाल्याचे दिसून येत आहे. ऑनलाइन शाळा चालू ठेवून लक्ष केंद्रित करणे मोठ्यांनाही त्रासदायक असते, आणि मुलांच्या बाबतीत तर ते आणखी अवघड असते. त्याशिवाय मोबाइल आणि एकूणच संगणकीय युगात अभ्यास हा विषय काळजीचा बनत चालला आहे असेही लक्षात आले. ज्या विद्यार्थ्यांमध्ये उपजतच आकलनशक्ती आणि ग्रहणक्षमता चांगली आहे, त्यांना यातून मार्ग काढणे सोपे आहे. परंतु शिक्षकांच्या मार्गदर्शनावर अवलंबून असलेला विद्यार्थ्यांच्या मोठ्या संख्येवर, ते मिळू न शकल्यामुळे प्रतिकूल परिणाम झाला आहे. यातून मार्ग काढणे अगदी निकडीचे आहे. राज्य शिक्षण मंडळ संचालनालयाने यात लक्ष घालून उपाययोजना करण्याची नितांत गरज आहे. शिक्षकांसाठीही रिफ्रेशर कोर्ससची आवश्यकता आहे, असे प्रकर्षाने वाटते.

वैज्ञानिक विश्वात काय घडत आहे? 'नेचर' या प्रतिष्ठित वैज्ञानिक नियतकालिकात ५ डिसेंबरच्या अंकात प्रसिद्ध झालेल्या, दोनशेहून अधिक संशोधकांनी संकलित केलेल्या वैज्ञानिक मूल्यांकनानुसार, हवामानबदलामुळे पृथ्वीवरील टिपिंग पॉइंटचे उल्लंघन होण्याचा धोका निर्माण झाला आहे. टिपिंग पॉइंट म्हणजे लक्ष्मणरेषा! ही लक्ष्मणरेषा ओलांडल्याने मानवी उपजीविकेसाठी महत्त्वपूर्ण असलेल्या नैसर्गिक प्रणालींवर अपरिवर्तनीय परिणाम होऊ शकतात, या शास्त्रज्ञांच्या म्हणण्यानुसार या धोक्यांना तोंड देण्याची वेळ निघून चालली आहे, आणि त्यांना रोखण्यासाठी प्रयत्नांना गती देण्याची आवश्यकता आहे. काही शास्त्रज्ञ लक्ष्मणरेषेवर जास्त जोर देण्याचे कारण नाही असे म्हणतात, कारण जोखीम परिभाषित करणे आणि त्यांच्या संभाव्यतेचे मूल्यांकन करणे कठीण असते. काही शास्त्रज्ञांना अशी शंका आहे, की हे धोके वास्तविक तर आहेतच, पण जागतिक तापमान वाढल्यामुळे ते वेगाने वाढत आहेत. हा अहवाल दुबई, संयुक्त अरब अमिराती येथे २८ व्या संयुक्त राष्ट्रांच्या हवामान बदल परिषदेत (उजझ२८) प्रसिद्ध करण्यात आला. या परिषदेत जाहीर केलेले इतर माहितीपट या आव्हानाची व्याप्ती स्पष्ट करतात. शास्त्रज्ञांनी ५ डिसेंबर २०२३ रोजी जाहीर केले की या वर्षीचे जागतिक जीवाश्मइंधनाचे उत्सर्जन अंदाजे ३७ अब्ज टन कार्बन डायऑक्साइडच्या विक्रमी उच्चांकावर पोहोचले आहे. सन २०२२ च्या तुलनेत हे १.१ टक्का अधिक आहे. पॅरिस करारानुसार उत्सर्जन कमी करण्यासाठी राष्ट्रांची सध्याची अपेक्षित उपाययोजना झाली तरी, सन २१०० पर्यंत जागतिक तापमान पूर्व-औद्योगिक पातळीपेक्षा २.५ डिग्री सेल्सिअसवर चढू शकेल. या वर्षी अमेरिकेत आणि युरोपमध्ये कार्बनउत्सर्जनात किंचित घट होत असताना भारत, चीन आणि इतर देशात मात्र त्यात लक्षणीय वाढ झाल्याचे दिसून येत आहे. भारतात ही वाढ ८ टक्क्यांहून अधिक म्हणजे जगातील कोणत्याही देशापेक्षा सर्वाधिक आहे. 'विज्ञानधारा' कार्यक्रमांमधून याविषयी सविस्तर माहिती देण्याचा उपक्रम हाती घेण्यात आलेला आहेच. त्यासाठी सर्वच स्तरांवर प्रयत्न करण्याची गरज आहे.

**– शरद काळे**

sharadkale@gmail.com

डॉ. जयंत वसंत जोशी

# नाभिक - विज्ञान व तंत्रज्ञान

साहित्यरत्न अण्णाभाऊ साठेंची 'दादा न्हावी' नावाची एक कथा आहे. त्या कथेत दादा न्हावी म्हणतो केस वाढवायचे फायदे असते तर न्हावी आणि त्याचा वस्तरा जन्मालाच नसता. हे अगदी खरे आहे. केस वाढवण्याचे काहीही फायदे नाहीत. रोग प्रादुर्भाव टाळण्यासाठी, शरीराची स्वच्छता राखण्यासाठी नियमित केस कापणे आवश्यक आहे. अन्यथा अस्वच्छतेमुळे केसांत उवा-लिखा होणे, कोंडा होणे, जंतुसंसर्ग होणे यांसारख्या बाबी होतात.

पूर्वी न्हावी म्हणजे बहुतेकदा पुरुषांचे केस कापणे, दाढी करणे, केशभूषा इत्यादी मर्यादित सेवा देणारा बारा बलुतेदारांपैकी एक असे. आता त्यात कालसुसंगत बदल होऊन डोक्याची मसाज करणे, केस रंगवणे, केसांचे कोरीवकाम करून वेगवेगळ्या रचना करणे, चेहऱ्यावर वेगवेगळे लेप लावणे इत्यादींची भर पडत गेली. न्हाव्यालाच नापित, नाभिक, वारीक, म्हाली, हजाम असेही शब्द आहेत. कंगवा, कात्री व वस्तरा ही न्हाव्याची प्राथमिक साधने. त्यात आरसा, दाढीचा साबण, दाढीली साबण लावण्याचा ब्रश, केस कापण्यापूर्वी ओले करण्यासाठी पाणी फवारण्याचा फवारा, क्रिम, दाढीनंतर चेहऱ्यावर लावण्याचे द्रव, इत्यादी गोष्टींची त्यात नंतर भर पडत गेली. आता केस कापण्यासाठी व दाढी करण्यासाठी विजेवर किंवा बॅटरीवर चालणारी अनेक साधने उपलब्ध झाली आहेत. पूर्वीच्या काळी जमिनीवर एक पोते किंवा सतरंजीवर गिऱ्हाईकाला बसवून चालणारा हा व्यवसाय आता फिरणाऱ्या खुर्च्या, मागेपुढे आरसे व वातानुकूलित खोली अशा केशकर्तनालयात रूपांतरित झाला आहे.

**वस्तरा**

साधारण चाकू किंवा सूरी यासारख्या असणाऱ्या वस्तरा या साधनाच्या पात्याची लांबी १० ते १५ सेंमी असते. सुरक्षिततेसाठी पाते आवरणात ठेवण्याची व्यवस्था असते. सुरुवातीला लोह, तांबे यांसारख्या धातूंपासून वस्तरे तयार केलेले असत. त्यानंतर मिश्रधातूंपासून ते बनवले जाऊ लागले. वस्तऱ्याचे सरळ, वक्राकार, पाते वेगळे करता येण्याजोगा वस्तरा असे प्रकार आहेत. वस्तरा धारदार असणे आवश्यक असते अन्यथा केस तुटणे, त्वचा कापणे यासारख्या बाबी होतात. धार म्हणजे धातू किंवा मिश्रधातूच्या पातळ पट्टीच्या कडेच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ कमीत कमी करणे. पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ कमी होते तेव्हा चाकू, सुरी, वस्तरा यांसारख्या साधनांवर लावलेल्या अगदी कमी बलामुळेसुद्धा दाब वाढतो व वस्तू, केस सहज कापले जातात. येथे दाब म्हणजे एकक पृष्ठभागावर असलेले बल ही व्याख्या नाभिक नियमित अनाहूतपणे अनुभवत असतो. कारण दाढी करताना किंवा त्वचेच्या अगदी जवळून केस कापताना वस्तऱ्याची धार कमी झाल्याची जाणीव होते तेव्हा वस्तरा चामड्याच्या पट्ट्यावर किंवा विशिष्ट प्रकारच्या दगडावर घासला जातो. हे घासणे म्हणजे धार लावणे म्हणजेच पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ कमी करणे असते.

एकच वस्तरा अनेक व्यक्तींसाठी वापरला जात असल्याने जंतुसंसर्ग टाळण्यासाठी वस्तरा प्रत्येक वेळी निर्जंतुक करणे आवश्यक असते. त्यासाठी वस्तरा प्रत्येक वेळी निर्जंतुकीकरण रसायनाने धुतला जातो. धुण्याची ही प्रक्रिया तितकीशी खात्रीलायक नसल्याने आधुनिक वस्तऱ्यात

प्रत्येक वेळी पाते (ब्लेड) बदलण्याची सोय असते. त्यामुळे आता वस्तऱ्याच्या पात्याला धार न लावता प्रत्येक वेळी जुने पाते काढून नवीन पाते लावले जाते. परिणामी न्हाव्याच्या दुकानात वस्तऱ्याला धार लावण्यासाठी टांगलेले चामड्याचे पट्टे कालबाह्य झाले.

**कात्री**

कात्री दोन धारदार पाती विशिष्ट पद्धतीने जोडून तयार होते. न्हाव्याकडे असलेली कात्री धारदार तर असतेच त्याचबरोबर तिची दोन्ही पाती टोकदारही असतात. कात्री एक

प्रकारची तरफ असते. तरफ म्हणजे एका टेकूभोवती फिरू शकणारी कांब किंवा पट्टी. तरफेमध्ये भार व प्रेरणाबल या दोन महत्त्वाच्या राशी असतात. तरफेचे तीन प्रकार असतात त्यापैकी कात्री पहिल्या प्रकारच्या तरफेच्या तत्त्वावर काम करते. या प्रकारात टेकू हा भार व प्रेरणाबल यांच्या मध्ये असतो. टेकूपासून भाराच्या व प्रेरणाबलाच्या अंतरांना अनुक्रमे भारभुजा व बलभुजा म्हणतात. पहिल्या प्रकारच्या तरफेत बलभुजा ही भारभुजेपेक्षा मोठी असेल तर यांत्रिक फायदा एकापेक्षा मोठा होतो म्हणजेच कमी बल लावून जास्त भार उचलता येतो. कात्री ही संयुक्त तरफ आहे. कारण यात दोन पाती एकत्रपणे पहिल्या प्रकारच्या तरफेप्रमाणे काम करतात. दोन धारदार पात्यांमध्ये लंबरूप केस आल्याने ते कापले जातात. अंगठा आणि तर्जनीच्या साहाय्याने कात्री वापरली जाते.

**केस कापण्याचे यंत्र**

केस कापण्याच्या यंत्राला टेकूच्या एका बाजूस कात्रीच्या पात्यासारखी परंतु लांबीला तुलनेने फारच कमी असलेली अनेक छोटी परस्परांस समांतर असलेली पाती असतात. असे अनेक पाती असलेले दोन संच असतात. या पात्यांची रचना मात्र कात्रीपेक्षा वेगळी असते. यंत्राच्या हातात धरण्याच्या मुठी परस्परांच्या जवळ आणल्यास पात्यांच्या एकमेकांवर असलेल्या संचांची परस्परांस समांतर हालचाल होते. त्यामुळे पात्यांच्या मध्ये येणारे अनेक केस एकाच वेळी समान लांबीत कापता येतात. या यंत्राला प्रेरणाबल लावण्याच्या (हातात पकडण्याच्या) बाजूला दोन मुठींमध्ये एक स्प्रिंग लावलेली असते. या स्प्रिंगमुळे केस कापताना हाताच्या बोटांनी प्रेरणाबल लावल्यामुळे एकमेकांजवळ आलेली पाती बोटांनी लावलेले प्रेरणाबल काढताच परस्परांपासून आपोआपच दूर जातात. त्यामुळे पात्यांचा संच परस्परांपासून दूर करण्यासाठी हाताने स्नायुबल लावावे लागत नाही. या क्रियेत स्प्रिंगला आकुंचन करण्यास बोटांना लावावे लागणारे बल व स्प्रिंगचे प्रसरण होऊन मुठी परस्परांपासून दूर जाणे यात स्प्रिंगचे आकुंचन-प्रसरण गुणधर्म महत्त्वाचे ठरतात.

**दाढीचा साबण व क्रीम**

दाढीचे साबण मुख्यतः पोटॅशियम स्टिअरेट व थोडे सोडियम स्टिअरेट यापासून तयार केलेले असते. या रसायनांमुळे दाढीच्या केसांना ताठरपणा येतो. त्यामुळे ते व्यवस्थित त्वचेच्या अगदी जवळून कापले जातात. त्याचबरोबर त्वचेला मुलायमपणा येण्यासाठी व दाढीचे ब्लेड किंवा वस्तरा इजा न करता सपाईदारपणे दाढीवरून सरकण्यासाठी दाढीच्या साबणांमध्ये टॅलो नावाचा एक घटक

वापरलेला असतो. दाढीच्या काही साबणांमध्ये टॅलोला पर्याय म्हणून पामतेलाचा वापरही केला जातो. दाढी करताना साबण दाढीला सर्वत्र लागावा म्हणून ब्रशने पसरवताना तो फेटला जातो. म्हणजेच घुसळल्यासारखी क्रिया होते. या क्रियेत साबणाचा फेस होतो. साबणाचा फेस होणे व दाढीचे केसांना ताठरता येणे याचा तसा अर्थाअर्थी काहीही संबंध नसतो. परंतु फेसाच्या दृश्य परिणामामुळे मानसिक समाधान होऊन दाढी केल्यानंतर ताजेतवाने वाटते. काही साबण आणि क्रीममध्ये त्वचेला मुलायमपणा येण्यासाठी अल्पप्रमाणात नारळाचे तेल वापरले जाते. दाढीच्या साबणाचीच आधुनिक आवृत्ती म्हणजे दाढीचे क्रीम. क्रीममध्ये द्रव व स्थायू (घन) या पदार्थाच्या दोन अवस्थांचा मिलाप असतो. अपेक्षित

परिणाम साधण्यासाठी द्रवांचा गुणधर्म विष्यंदिता (Viscosity) व स्थायूंचा गुणधर्म स्थितिस्थापकता (Elasticity) या दोन गुणधर्मांचे योग्य ते प्रमाण साधावे लागते. विष्यंदिता अधिक झाल्यास ट्युबला हलकासा जोर लावला तरी क्रीम बाहेर येते व स्थितिस्थापकता अधिक झाल्यास ट्युबला भरपूर जोर लावला तरी क्रीम बाहेर येत नाही. हे साधण्यासाठी क्रीममध्ये काही रासायनिक घटक विशिष्ट प्रमाणात मिसळले जातात. दाढीचे क्रीम वायुकलिल (colloidal) किंवा संपीडित अर्धद्रव (semisolid) रूपातही असते. याची पुढची आवृत्ती म्हणजे दाबाखाली डब्यात भरलेले साबणाच्या रासायनांचे द्रवरूप मिश्रण 'फोम'. हे दाबाखाली असलेले मिश्रण डब्यातून बाहेर सामान्य दाबाला येताना त्याचा फेस होतो व तो तयार फेस दाढीवर फवारला जातो.

**दाढी करण्याचा ब्रश**

पूर्वी दाढी करण्याचा ब्रश प्राण्यांच्या केसांपासून तयार केला जात असे. दाढी करण्याचे आधुनिक ब्रश कृत्रिम तंतूंपासून तयार केले जातात. या तंतूंची लवचीकता, मुलायमपणा, ताठरता, अनेकदा वापरल्यानंतर होणारी त्या तंतूची झीज कमी करणे असे अनेक अपेक्षित गुणधर्म तंतूंमध्ये आणण्यासाठी त्यावर वैज्ञानिक प्रक्रिया केल्या जातात. हा ब्रश पाण्यात बुडवल्यानंतर पाण्याच्या पृष्ठीय ताणामुळे त्याचे केस एकवटले जातात. प्लास्टिकच्या तंतूंपासून असा ब्रश तयार केल्यास हे गुणधर्म त्यात दिसत नाहीत.

**विजेवर चालणारे केस कापण्याचे यंत्र**

हाताच्या बोटांनी कात्री चालवताना बोटांच्या हालचालीनुसार कात्रीची दोन्ही पाती जसे परस्परांच्या जवळ येतात, दूर जातात, पुन्हा जवळ येतात असे पुन्हा पुन्हा होत असते. हीच क्रिया छोट्या मोटारीच्या साहाय्याने विजेवर चालणाऱ्या केस कापण्याच्या यंत्रात घडवून आणली जाते. दहा ते बारा छोटी पाती असलेले दोन संच एकमेकांवर पाती परस्परांना समांतर राहतील अशाप्रकारे ठेवलेले असतात. त्यातील एक संच स्थिर असतो. पात्यांचा दुसरा संच विजेवर चालणाऱ्या मोटारीच्या शाफ्टला जोडलेला असतो. विद्युतपुरवठा दिल्यानंतर विद्युत वस्तऱ्याची मोटार फिरते. यात रचना अशी केलेली असते की मोटारीचा शाफ्ट फिरला

की हलू शकणारा पात्यांचा संच एक ते दीड मिलीमीटर आजूबाजूला हलतो. हलताना दात्यांसारख्या पात्यांच्या संचात जे केस येतात ते कापले जातात. डोक्याच्या त्वचेपासून केस समान लांबीवर कापले जावे यासाठी वेगवगळ्या जाडीच्या कंगवासदृश काही जोडण्या या यंत्राबरोबर येतात. या यंत्रात पुनर्ऊर्जित करता येण्याजोगे बॅटरी सेल असतात. त्यामुळे वीज नसताना या बॅटरीसेलवरही हे यंत्र काही काळ चालू शकते. हे यंत्र विनाव्यत्यय दीर्घकाळ चालण्यासाठी त्याला नियमित तेलपाणी करून, स्वच्छता राखून निगराणी करणे आवश्यक असते. पात्यात केस अडकल्यास फिरण्यास अडथळा आल्याने आतील गिअर व विद्युत मोटारीचा शाफ्ट फिरू शकत नाही. म्हणजेच विद्युत मोटारीवर अधिकचा बोजा येतो व त्यामुळे तिच्या वायंडिंगमधून अधिक विद्युतधार वाहिल्याने विद्युत मोटारमध्ये बिगाड होण्याचा संभव असतो. त्यासाठी पात्याच्या संचांमध्ये अडकलेले केस वेळोवेळी काढून यंत्र स्वच्छ ठेवणे हितकारक असते. तसेच, सुरक्षिततेच्या दृष्टीने बॅटरी सेल ऊर्जित करत असताना यंत्राचा वापर करणे टाळावे. यंत्राची वायर ताणली जाणार नाही, वायर पाण्याच्या संपर्कात येणार नाही, वायर कुठे कापली जाणार नाही या बाबींचीही काळजी घेणे आवश्यक असते.

**विजेवर चालणारे दाढी करण्याचे यंत्र**

विजेवर चालणाऱ्या दाढी करण्याच्या यंत्रासारखीच साधारण या यंत्राची रचना असते. यात विद्युत मोटारच्या शाफ्टला सरळ पात्यांच्या संचाऐवजी स्वतंत्र वर्तुळाकार फिरणाऱ्या तीन पात्यांची रचना केलेली असते. पाते त्वचेला इजा करणार नाही असे

बसवलेले असते. विद्युत मोटारीचा फिरण्याचा वेग नियंत्रित करता येतो. या यंत्रातही पुनर्ऊर्जित करता येण्याजोगे बॅटरी सेल असतात. त्यामुळे वीज नसताना या बॅटरीसेलवरही हे यंत्र काही काळ चालू शकते. हे यंत्र वापरताना साबण वापरण्याची आवश्यकता नसते. तीन-चार मिलीमीटरपेक्षा अधिक वाढलेली दाढी करण्यास हे यंत्र वापरता येत नाही. या यंत्राची पाती छोटी व नाजूक असल्याने त्यात दाढीचे कापलेले केस अडकणार नाही याची काळजी घेणे आवश्यक असते. विजेवर चालणाऱ्या दाढी करण्याच्या यंत्रात सुक्षिततेच्या दृष्टीने जी काळजी घेणे आवश्यक आहे तीच या यंत्रतही घ्यावी.

**तुरटी**

तुरटीचे रासायनिक नाव पोटॅशियम ॲल्युमिनियम सल्फेट. तुरटीत प्रतिजैविक, दाहविरोधी गुणधर्म आहेत. तुरटी जंतुनाशक म्हणून काम करते, त्यामुळे शरीरावर

लावल्यास त्या भागातील जिवाणू नष्ट होतात. तुरटीमध्ये एस्ट्रिंजेंट आणि हेमोस्टॅटिक गुणधर्मही असतात ते जखमा भरण्यास मदत करतात. दाढी केल्यानंतर चेहऱ्यावर होणारी जळजळ थांबवण्यासाठी, कापले गेले असल्यास रक्तस्राव थांबवण्यासाठी, जखम भरण्यासाठी व जंतुसंसर्ग टाळण्यासाठी तुरटी लावली जाते.

**दाढी केल्यानंतर चेहऱ्यावर लावण्याचे द्रव**

आधुनिक काळात तुरटीऐवजी दाढी केल्यानंतर चेहऱ्याची होणारी जळजळ थांबवण्यासाठी 'आफ्टर शेव्ह लोशन' नावाचा द्रव वापरतात. या द्रवामध्ये मोठ्या प्रमाणात अल्कोहोल असते. दाढी केल्यानंतर चेहऱ्यावर लावलेल्या अल्कोहोलचे बाष्पीभवन होण्यासाठी शरीरातून उष्णता वापरली जाते. त्यामुळे चेहऱ्याचे तापमान तात्पुरते कमी होते व चेहऱ्याला थंडाव्याची जाणीव होते. त्याच बरोबर अल्कोहोल जंतूनाशक म्हणूनही काम करते. परंतु अल्कोहोलमुळे चेहऱ्याची त्वचा कोरडी व निस्तेज होते. या कारणास्तव दाढीनंतर आफ्टर शेव्ह लोशन लावतात व त्यानंतर चेहऱ्याची त्वचा ओलसर राहण्यासाठी 'मॉइश्चरायझिंग क्रीम'चाही वापर करतात. त्यामुळे चेहऱ्याचा कोरडेपणा दूर होण्यास मदत होते.

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

ग्रंथाली

**ऊर्जापुराण**

**शशिकांत धारणे**

शशिकांत धारणे यांनी 'ऊर्जापुराण' ह्या पुस्तकात ऊर्जेविषयीच्या सर्व बाबींचा दीडशे पानांत परामर्श घेतला आहे. विशेषत:, भारतातील ऊर्जेविषयीच्या वस्तुस्थितीवर योग्य चर्चा केलेली आहे, हे महत्त्वाचे. हे पुस्तक अतिशय वाचनीय आहे आणि ते तंत्रज्ञानातील सखोल जाण नसलेल्या लोकांनाही समजेल, अशा प्रकारे लिहिलेले आहे. पुस्तक वाचून झाल्यावर ऊर्जेचे महत्त्व, तिची निर्मिती, वापर, त्यांचे पर्यावरणावर आणि आपल्या जीवनावर होणारे परिणाम वाचकांच्या दीर्घकाल लक्षात राहतील.

**– उदय गायतोंडे**

**मूल्य २०० रुपये**
**सवलतीत १२० रुपये**

केशव राजपुरे

# अब्जांश तंत्रज्ञान आणि पुंजकण (कृत्रिम अणू)

सन २०२३ चे रसायनशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक प्रोफेसर मौंगी जी बावेंडी, प्रोफेसर लुई ई ब्रस आणि प्रोफेसर अलेक्सी आय एकिमोव्ह यांना पुंजकण अर्थात क्वांटम डॉट्‌सचा शोध तसेच विकास करण्याच्या संशोधनास जाहीर झाले आहे. या कणांचा वैद्यकीय क्षेत्रात आरोग्यचिकित्सा, निदान, उपचार इत्यादीसाठी उपयोग केला जातो. उदाहरणार्थ, सजीवांच्या शरीरातील पेशींच्या प्रतिमा पाहणे, शरीराच्या विशिष्ट भागात औषध घालणे, कर्करोगावर उपचार करणे इत्यादी अर्धसंवाहक पुंजकण वापरून बनवलेले ईलडी दिवे, तसेच अधिक चांगल्या प्रतीचे दूरचित्रवाणी संच आता बाजारात आलेले आहेत. 'क्वांटम टनेलिंग' या गुणधर्माचा उपयोग क्वांटम टनेलिंग सूक्ष्मदर्शकात तसेच काही विद्युत यंत्रे बनवण्यासाठी करतात. क्वांटम डॉट्‌सची मिती त्यांचे गुणधर्म ठरवते.

रशियन शास्त्रज्ञ एकिमोव्ह ह्यांनी सन १९८० मध्ये पुंजकणांच्या अस्तित्वाचे पहिल्यांदाच निरीक्षण केले होते. याबाबतचा सैद्धांतिक अभ्यास सर्वप्रथम एफ्रोस आणि नंतर ब्रुस ह्या अमेरिकन शास्त्रज्ञाने केला. पुंजकण ह्या शब्दाच्या व्युत्पत्तीचे श्रेय अमेरिकन शास्त्रज्ञ मार्क रीड यांच्याकडे जाते. या लेखामध्ये अब्जांश कण, अब्जांश तंत्रज्ञान आणि पुंजकण याविषयी...

नॅनो टेक्नॉलॉजी अर्थात सूक्ष्मातीत तंत्रविद्या अर्थात अब्जांश तंत्रज्ञान हे नॅनो या शब्दाशी निगडित आहेत. नॅनो म्हणजे एक अब्जांश एवढा भाग आणि नॅनोमीटर म्हणजे मीटरच्या एक अब्जांश भागाएवढी लांबी होय.

विसाव्या शतकात उदयास आलेल्या अब्जांश तंत्रज्ञानामध्ये मानवी जीवनात आणि मानवी जीवनाशी संबंधित विविध क्षेत्रांत आमूलाग्र बदल घडवून आणण्याची क्षमता आहे. या तंत्रज्ञानाने आवर्तसारणीतील मूलद्रव्यांच्या रचना बदलून हवे ते गुणधर्म प्राप्त करणे शक्य झाले आहे. उपकरणांचे आकारमान कमी होईल; परंतु त्याचबरोबर त्यांची उपयुक्तता अनेक पटींनी वाढेल. पण हेच तंत्रज्ञान मानवी मूल्यांच्या विरोधात वापरले तर उद्‌भवणाऱ्या संभाव्य धोक्यांमुळे एक दुधारी शस्त्र बनेल.

ऊन, वारा, पाऊस तसेच धूळ यांचा प्रतिकार करत प्राचीन रंगीत चित्रे कित्येक वर्षे जशीच्या तशी आहेत. रंगावर वातावरणाचा परिणाम न होणे ही अब्जांश पदार्थांची मोठी खासियत आहे त्यामुळे हे रंग तयार करताना अब्जांश कण वापरले असण्याची शक्यता आहे. चीन आणि इजिप्तमधील लोकदेखील प्राचीन काळापासून अतिसूक्ष्म कणांपासून पदार्थ बनवण्यात पारंगत होते. वर्षानुवर्षे चालत आलेली भारतीय आयुर्वेदिक उपचारपद्धती सर्वश्रुत आहे. भस्मामुळे बुद्धी तल्लख राहते आणि प्रकृती चांगली राहते असे सांगितले जाते. सोने, हिरा तसेच पारा या पदार्थापासून तयार केलेली भस्मे

आयुर्वेदिक उपचारात वापरली जातात. त्यांच्या अब्जांश आकारमानामुळेच त्यांस औषधी गुणधर्म लाभले आहेत असे मानले जाते.

पुंजकण हा रेणू आणि राशीमाल यांच्यातील पदार्थाचे

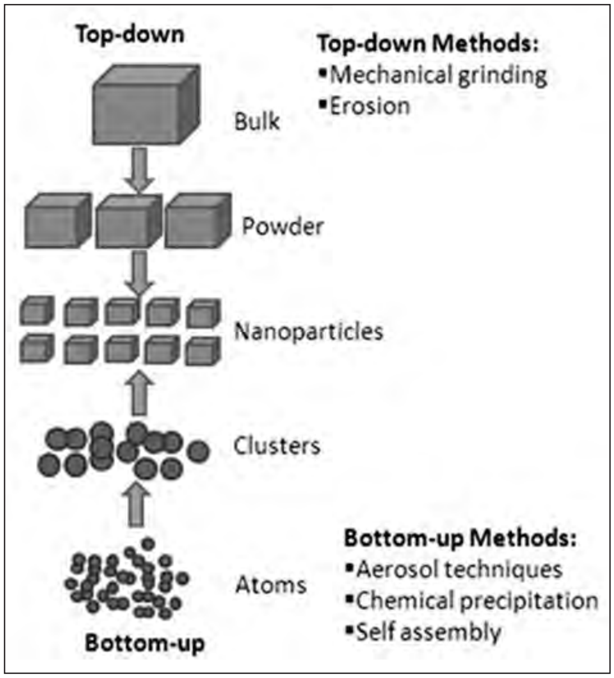
एक नवीन रूप आहे. त्यांची अणुरचना आणि घडण राशीमाल पदार्थांसारखीच असते, परंतु त्यांचे गुणधर्म, कणांचा आकार हा एकच प्राचल (पॅरामीटर) वापरून स्वरमिलाफ केले जाऊ शकतात. उदाहरणार्थ, कॅडमियम सेलेनाईड पुंजकणांचे प्रकाशीय अवशोषण आणि उत्सर्जन प्रकाशीय वर्णपटाच्या जवळजवळ संपूर्ण दृश्य क्षेत्रामध्ये स्वरमिलाफ केले जाऊ शकते. कॅडमियम पुंजकणांचा ऊर्जा बँडगॅप १.८ इलेक्ट्रॉन वोल्ट्स (त्याची राशीमाल किंमत) ते ३ इलेक्ट्रॉन वोल्ट्स (सर्वात लहान पुंजकणांमध्ये त्याची किंमत) या दरम्यान बदलतो म्हणून हे शक्य आहे. पुंजकणांच्या मितीनुसार स्वरमिलाफ येण्याजोग्या इतर भौतिक गुणधर्मांमध्ये रेडॉक्स विभव, वितळणांक आणि घन-घन प्रावस्था संक्रमणे यांचा समावेश होतो.

अब्जांश तंत्रज्ञान अर्थात नॅनो टेक्नॉलॉजी म्हणजे अतिसूक्ष्म, म्हणजे किती सूक्ष्म? तर रक्तपेशीपेक्षाही लहान आकाराच्या पदार्थांशी खेळणे! असे लहान पदार्थ कोणते नियम पाळतात हे शोधणं म्हणजे अब्जांश विज्ञान! 'नॅनो' या ग्रीक शब्दाचा अर्थ लहान किंवा सूक्ष्म असा होतो. तर एक अब्जांश मीटर म्हणजे १ भागिले १ वर ९ शून्ये (१/१०००००००००) इतके मीटर. विभक्त तुटक अणूंची त्रिज्या ३० ते ३०० पिकोमीटर (एक मीटरचा सहस्राब्जांश) किंवा ०.३ आणि ३ अँगस्ट्रॉम दरम्यान असते. म्हणजे अणूची त्रिज्या त्याच्या केंद्रकाच्या त्रिज्या (१-१० फेमटोमीटर)च्या १०,००० पट जास्त असते आणि दृश्य प्रकाशाच्या तरंगलांबीच्या (४००-७०० नॅनोमीटर) १/१००० पेक्षा कमी असते. ढोबळमानाने बोलायचे झाल्यास, अब्जांश कणांमध्ये सुमारे तीन लाख अणू असतील.

A quantum dot is a crystal that often consists of just a few thousand atoms. In terms of size, it has the same relationship to a football as a football has to the size of the Earth.

©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

अब्जांश कण बहुधा पृथ्वीच्या वातावरणात सर्वत्र सापडतात. पृथ्वीचा पृष्ठभाग, पाणी, समुद्राचे पाणी, हिमखंड गाळ, खनिज विहिरी तसेच वातावरणातील कण इत्यादीमध्ये पाहावयास मिळतात. अब्जांश पदार्थ तयार करण्यासाठी सामान्यत: दोन पद्धती वापरतात; 'टॉप डाऊन' आणि 'बॉटम अप'. टॉप डाऊन पद्धतीमध्ये मोठ्या आकाराचा पदार्थ बॉल मिलरमध्ये घर्षण किंवा लिथोग्राफी पद्धतीने अब्जांश आकारापर्यंत सूक्ष्म केला जातो. पिठाच्या चक्कीमध्ये जसे मागणीप्रमाणे धान्याचे वेगवेगळ्या आकारमानाचे कण जसे- पीठ, मैदा किंवा रवा आदी मिळवले जातात, त्याच धर्तीवर 'बॉल मिलर'चा वापर करून अब्जांश कणांची निर्मिती केली जाते. लिथोग्राफीमध्ये पदार्थाला सातत्याने कोरून अब्जांश आकारात आणले जाते. लिथोग्राफीच्या दुसऱ्या पद्धतीमध्ये 'स्क्रीनप्रिंटिंग' तंत्रज्ञानामधील स्टेन्सिलचा वापरून पाहिजे ते कण बनवता येतात. बॉटम अप पद्धतीमध्ये रासायनिक

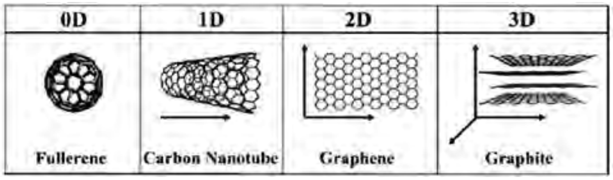



अभिक्रियांचा उपयोग करत अनेक प्रकारचे आणि विविध मितीचे अब्जांश पदार्थ बनवता येतात. पदार्थाच्या द्रावणापासून संप्लवन, तृप्तद्रावण तसेच अवक्षेपण अभिक्रियांद्वारे त्याची अब्जांश स्फटिके मिळवता येतात.

अब्जांश कण तयार करण्यासाठी अत्यंत सोप्या, किफायतशीर आणि कार्यक्षम रासायनिक अभिक्रियांचा वापर करून आता अनेक पद्धती विकसित केल्या गेल्या आहेत. रासायनिक अभिक्रियेत वापरलेले द्रवपदार्थ काढून टाकल्यानंतर, त्यातील पूड विविध कारणांसाठी वापरली जाऊ शकते. यापासून थिन फिल्म म्हणजेच पातळ पापुद्रे तयार होऊ शकतात. अब्जांश कण तयार करण्यात जीवशास्त्रज्ञदेखील मागे नाहीत. पाणी आणि तेल यांचे मिश्रण म्हणजेच मायक्रोइमल्शन, वापरून अब्जांश कण तयार करण्याचे तंत्रज्ञान, मोठ्या प्रमाणावर विकसित केले गेले आहे. जिवाणू, वनस्पतींचे अर्क तसेच डीएनए किंवा प्रथिने

वापरून देखील अब्जांश कण तयार केले जाऊ शकतात. अब्जांश पदार्थनिर्मितीच्या या हरित संश्लेषण पद्धती आहेत.

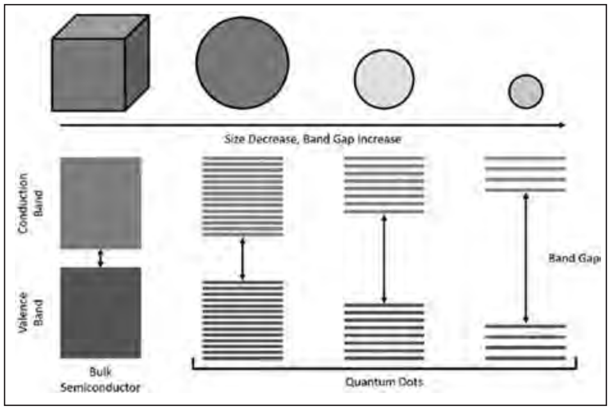
पुंजकणांचा शोध आणि अचूकतेने परंतु तुलनेने सोप्या रासायनिक पद्धतीं वापरून अशा पदार्थांचे संश्लेषण करण्याची क्षमता ही अब्जांश विज्ञान आणि अब्जांश तंत्रज्ञानाच्या विकासातील एक मैलाचा दगड होता.




अब्जांश पदार्थ तयार करताना मितींचाही विचार करावा लागतो. अब्जांश पदार्थात लांबी, रुंदी आणि उंची असल्यास अशा पदार्थांना 'त्रिमितीय' म्हणतात. अब्जांश त्रिमितीय पदार्थामधून एक मिती कमी केली तर द्विमितीचा 'पापुद्रा' तयार होतो तर त्यातून आणखी एक मिती कमी केली तर अब्जांश 'तार' तयार होईल. मात्र तारेचेही तुकडे केल्यास मितीहीन म्हणजेच शून्य मितीचा पुंजकण तयार होईल. अब्जांश कणांचे नळ्या (ट्यूब), तारा (वायर), पापुद्रे (शीट), थर (फिल्म), फूल (फ्लॉवर) असे वेगवेगळे आकार असू शकतात. त्यांचा अब्जांश तंत्रज्ञानात अनेक प्रकारे उपयोग होतो.

अब्जांश पदार्थांच्या गुणधर्मांपैकी त्यांचा आकार आणि मिती हे महत्त्वाचे अभ्यासघटक आहेत. हे माहीत करून घेताना एक गोष्ट लक्षात घेणे आवश्यक आहे, ती म्हणजे, डोळ्यांनी एखादी वस्तू किंवा पदार्थ पाहायचा असेल तर त्याचा आकार निदान १०० मायक्रॉन असावा लागतो. त्यापेक्षा लहान पदार्थ उदाहरणार्थ पेशी, जिवाणू, विषाणू, रेणू, अणू पाहण्यासाठी वेगवेगळे सूक्ष्मदर्शक वापरावे लागतात. अब्जांशकणांचा आकार सर्वसाधारणपणे १ ते १०० नॅनोमीटर दरम्यान असतो. म्हणून या मितीच्या पदार्थांना पाहण्यासाठी परावर्तित किंवा पारदर्शक इलेक्ट्रॉन सूक्ष्दर्शकाची किंवा अणुबल सूक्ष्मदर्शकाची आवश्यकता असते. अब्जांश स्फटिकांचे परिमाण अप्रत्यक्षपणे एक्स-रे डिफ्रॅक्शन पॅटर्नवरून आणि डिबाय शेरर समीकरण वापरूनही मोजले जाते. आपण बहुस्फटिकी आणि अब्जांश पदार्थांच्या क्ष-किरण विवर्तन आलेखांची तुलना केली, तर अब्जांश पदार्थांच्या आलेखांत शिखर विस्तारण अधिक दिसते. यावरूनही आपण अब्जांश पदार्थ तयार झाल्याचा तर्क बांधू शकतो.

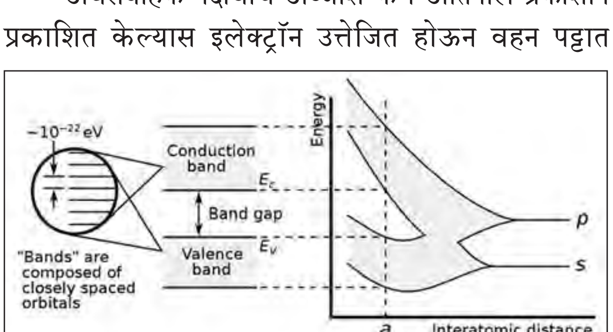
अब्जांश कणांचा पुंजप्रभाव समजून घेणे महत्त्वाचे आहे. कणांचा आकार एका विशिष्ट मूल्यापर्यंत कमी होतो, तेव्हा इनरिको फर्मी पातळीजवळील इलेक्ट्रॉन ऊर्जा पातळी अखंड ऊर्जा पातळीपासून विविक्त ऊर्जा पातळीमध्ये बदलते, म्हणजेच ऊर्जा पातळीचे विभाजन होऊन ऊर्जा बँड गॅपचे रुंदीकरण होते यास पुंजआकार प्रभाव असे म्हणतात. याचा परिणाम पदार्थाच्या गुणधर्मांवर होतो. पदार्थांचा रंग, विद्युत वाहनशक्ती, उष्णता वाहनशक्ती, चुंबकीय शक्ती,




प्रकाश परावर्तनशक्ती, प्रकाश शोषून घेण्याची शक्ती व त्यातून आवाज वाहू देण्याची शक्ती हे सर्व गुणधर्म त्याच्यात असलेल्या कणांच्या मितीवर अवलंबून असतात. हेच अब्जांश पदार्थांच्या नवलाईच्या उपयोगांचे रहस्य आहे.

अब्जांश कण अर्धसंवाहक पदार्थाचे बनले असतील तर त्यांना सेमीकंडक्टर अब्जांशस्फटिक म्हणतात. प्रत्येक घनपदार्थातील इलेक्ट्रॉन संयुजा आणि वहनपट्टा अशा दोन ऊर्जा पातळ्यांमध्ये असतात. या दोन पातळ्यातील अंतरास बँड गॅप अर्थात ऊर्जाअंतर म्हणतात. ते इलेक्ट्रॉन व्होल्ट्स या एककात मोजतात. यादरम्यान ऊर्जापातळ्या अस्तित्वात नसतात. विद्युत सुवाहक पदार्थात हे अंतर शून्य तर दुर्वाहकात हे खूप जास्त असते, तर अर्धसंवाहकात हे अगदी थोडे म्हणजे अंदाजे चार इलेक्ट्रॉन व्होल्ट्सपेक्षा कमी असते. त्यामुळे अर्धसंवाहकास थोडीशी उष्णता अथवा प्रकाशऊर्जा देऊन त्यातून सुवाहकाप्रमाणे इलेक्ट्रॉनचे वहन करता येते.

अर्धसंवाहक पदार्थाचे अब्जांश कण अतिनील प्रकाशाने प्रकाशित केल्यास इलेक्ट्रॉन उत्तेजित होऊन वहन पट्टात

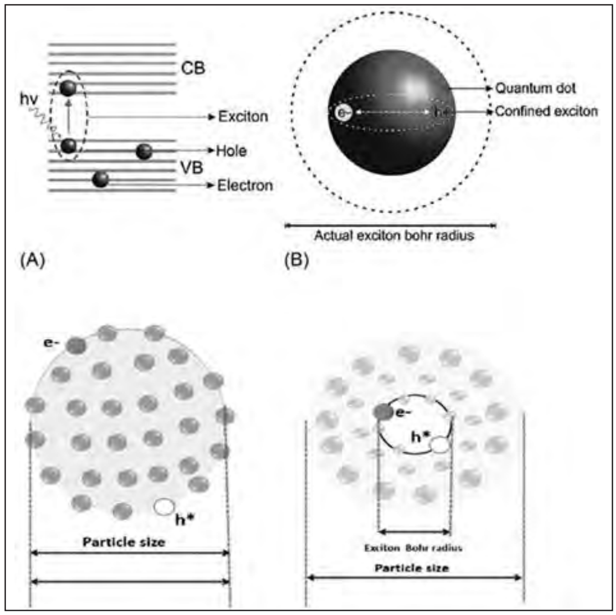


जातात आणि व्युत्तेजनाने परत संयुजा पट्टात येतात. पण या संक्रमणादरम्यान ते पदार्थाच्या बँड गॅप ऊर्जेएवढा प्रकाश उत्सर्जित करतात. त्या पदार्थाचा बँड गॅप कमी असेल तर अब्जांश कण कमी ऊर्जेचे प्रकाशकिरण उत्सर्जित करतील आणि अधिक बॅण्ड गॅप अधिक असेल तर हे कण जादा ऊर्जेचे प्रकाशकिरण उत्सर्जित करतील. त्यामुळे अब्जांश कणाने उत्सर्जित केलेली ऊर्जा ही कणांच्या बँड गॅप ऊर्जेच्या समप्रमाणात तर कणांच्या आकाराच्या व्यस्त प्रमाणात (पुंजप्रभाव) बदलते. सेमीकंडक्टरची बँड गॅप ऊर्जा जुळवून आपण पुंजकणांद्वारे उत्सर्जित होणाऱ्या प्रकाशाचा हवा तो रंग मिळवू शकतो.

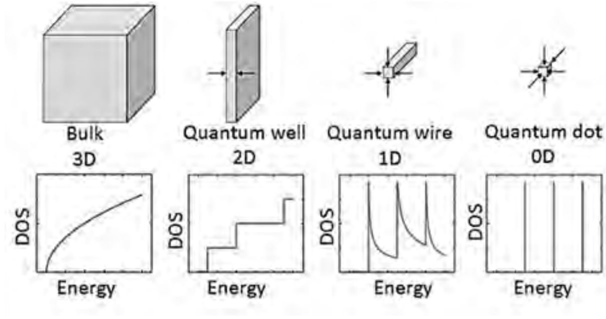
पुंजकण त्यांच्या अद्वितीय प्रकाशकीय गुणधर्मांमुळे मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात, कारण त्यांना प्रकाशित केल्यास ते विशिष्ट तरंगलांबीचा प्रकाश उत्सर्जित करतात. पुंजकणांच्या मिती जुळवून उत्सर्जित प्रकाशाची इच्छित तरंगलांबी मिळवता येते. सर्वात लांब तरंगलांबीचा प्रकाश (लाल रंग) मोठ्या आकाराच्या पुंजकणांद्वारे उत्सर्जित केला जातो तर सर्वात लहान तरंगलांबीचा प्रकाश (निळा रंग) सर्वात लहान पुंजकणांद्वारे उत्सर्जित केला जातो.

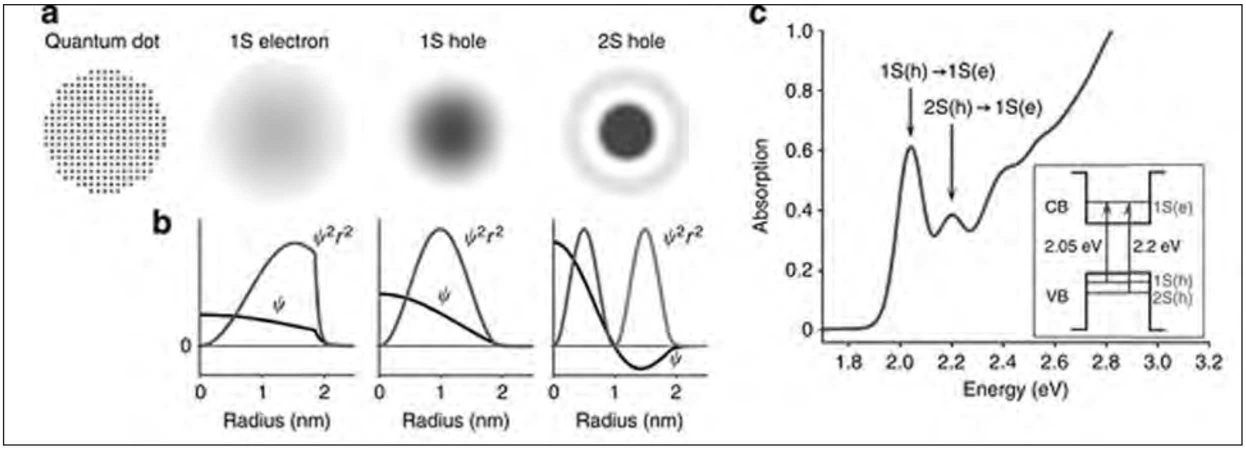
पुंजकणांच्या मुळाशी असलेली मूलभूत सैद्धांतिक संकल्पना 'पेटीमधील मूलकण' समस्या म्हणून ओळखली जाते. जेव्हा इलेक्ट्रॉनसारखा पुंजकण, कणाच्या डी ब्रॉग्ली वस्तू तरंगलांबीशी तुलनीय 'एल' आकार असलेल्या 'पेटी'मध्ये बंदिस्त असतो, तेव्हा तरंगफलाच्या अनुमत आयगेन अवस्था (Eigen state) ऊर्जा एल वर आणि ऊर्जा अंतर Δइ, १/एल^२ वर क्रांतिकत (Critically) अवलंबून असते. पुंजयामिकीच्या (क्वांटम मेकॅनिक्स) अगदी सुरुवातीच्या काळापासून ही संकल्पना अस्तित्वात आहे.

पुंजकणांचे गुणधर्म अर्धसंवाहक आणि विविक्त (Discrete) अणू किंवा रेणू यांच्या दरम्यानचे असतात. अर्धसंवाहक पदार्थांचे पुंजकण एक तर इलेक्ट्रॉन किंवा होलला घट्ट बंदिवान बनवतात. अगदी पुंजयामिकीमधील त्रिमितीय बंदिस्त बॉक्स प्रतिकृतीमधील इलेक्ट्रॉन कणांप्रमाणे! पुंजकणांचे ऊर्जाशोषण आणि उत्सर्जन वैशिष्ट्ये परमाणू वर्णपटाची आठवण करून देणाऱ्या बॉक्स प्रतिकृतीमधील विविक्त ऊर्जा पातळीमधील ऊर्जासंक्रमणांसारखेच असतात. या कारणांमुळे, पुंज कणांना काही वेळा कृत्रिम अणू म्हणून संबोधले जाते. पुंज




कणांमधील इलेक्ट्रॉनचे तरंगफल खऱ्या अणूंप्रमाणेच असतात. असे दोन किंवा अधिक 'अब्जांश कण' एकत्र करून कृत्रिम रेणू तयार केला जाऊ शकतो. कृत्रिम घन-पदार्थ म्हणून संबोधल्या जाणाऱ्या अशा कणांच्या संचाचे अधिजालक अद्वितीय प्रकाशीय आणि इलेक्ट्रॉनिक गुणधर्म दाखवतात.






अर्धसंवाहकाच्या कणाचा आकार कमी केल्याने इलेक्ट्रॉन, होल किंवा एक्सिटॉन तरंगफलाचे त्रिमितीय वितरण मर्यादित करून पदार्थाची इलेक्ट्रॉनिक सौरचना बदलते. इलेक्ट्रॉन होल (धनभारित बिंदू) हे अर्धकण भौतिक कण नसून त्यावरील विद्युतभार इलेक्ट्रॉनच्या विरुद्ध म्हणजे धन असतो. एक्सिटॉन ही चार्जरहित अर्धकण अवस्था ही इलेक्ट्रॉन आणि होलची बांधलेली अवस्था असते जी अण्विक बलाद्वारे एकमेकांकडे आकर्षिले असतात. एक्सिटॉन बोर त्रिज्या म्हणजे अर्धकणाच्या इलेक्ट्रॉन आणि होल जोडीतील अंतर. अर्धसंवाहकाच्या पुंजकणांची मिती एक्सिटॉन बोर त्रिजेएवढी (नॅनोमीटर) असते ज्यात इलेक्ट्रॉनला पुंजबंदिस्त करता येते. अर्धसंवाहकामध्ये ऊर्जापातळीची घनता पदार्थाच्या मितीवर अवलंबून असते. अब्जांश मितीतील विविक्त ऊर्जापातळीमुळे इलेक्ट्रॉनला पुंजबंदिस्त राहावे लागते. आयतन पदार्थांसाठी 'ऊर्जा अवस्थांची घनता' हे एक सातत्यपूर्ण फलन आहे जे दिलेल्या आकारमानासाठी ऊर्जा आणि तरंग सदिशच्या दिलेल्या टप्प्यामध्ये उपलब्ध पुंज अवस्थांचे वर्णन करते. क्वांटित इलेक्ट्रॉनसाठी ऊर्जाअवस्थांची घनता एकलमूल्य येतात.

बंदिस्ततेची व्याप्ती इलेक्ट्रॉन आणि होल वेव्हफंक्शनच्या त्रिमितीय परस्परव्याप्ती आणि त्यांच्यामधील कौलोम्बिक परस्परसंवादांवरदेखील परिणाम करते. त्यांच्या लहान आकारामुळे पृष्ठभाग-ते-घनफळ गुणोत्तर वाढते. परिणामी, त्रिमितीय परस्परसंवादांस खूप जादा जागा उपलब्ध होऊन गुणधर्म सुधारण्यास मदत होते.

आज 'पुंजकण' पुंजयामिकी परिणाम इलेक्ट्रॉनिक संरचनेमध्ये प्रकट होणाऱ्या अब्जांश संरचनेचा संदर्भ देते. ज्यामध्ये पुंजआकार प्रभाव, एकाधिक-पदार्थ परस्परसंवाद (एक्सिटॉनिक प्रावस्था) किंवा उच्च पृष्ठभाग-ते-आकारमान गुणोत्तर जसे की पृष्ठभागावरील अवस्था इलेक्ट्रॉनिक संरचनेवर वर्चस्व करतात. आता हे लक्षात आले आहे की, विद्युत भार वाहकांच्या डी ब्रॉग्ली तरंगलांबीच्या तुलनेत लहान आकाराव्यतिरिक्त, पुंजप्रावस्था संसंजकता लांबी (सामान्यत: अप्रत्यास्थ विकिरणाद्वारे मर्यादित) प्रणालीच्या आकारापेक्षा जास्त असणे आवश्यक असते.

**– प्रा. डॉ. केशव यशवंत राजपुरे**
kyr_phy@unishivaji.ac.in

https://rajpure.blogspot.com/2023/10/qdots.html
(हा लेख माझ्या ब्लॉगवर प्रकाशित झाला आहे)

ग्रंथाली

# विज्ञान-नाटके

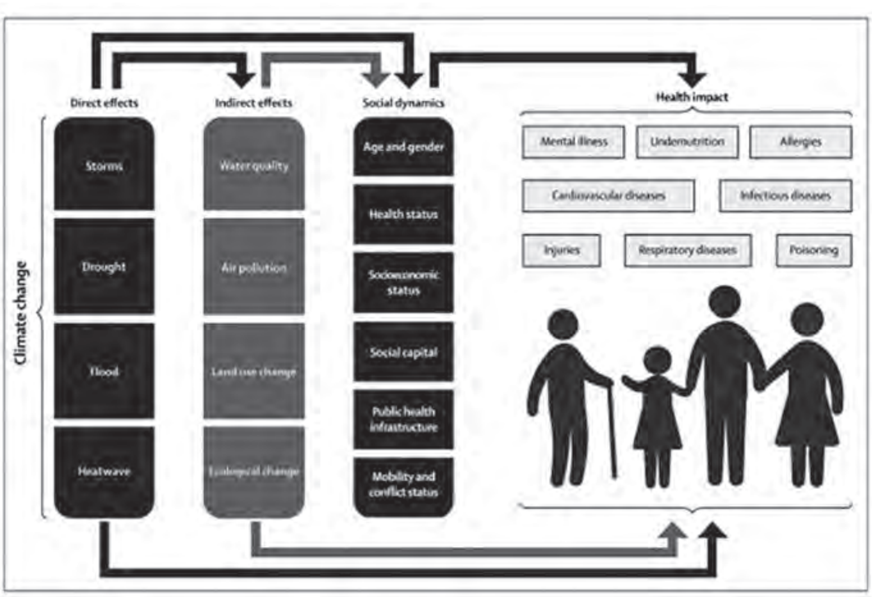
**नंदिनी थत्ते, सुधीर थत्ते**

**मूल्य १०० रुपये • सवलतीत ६० रुपये**

वर्षा केळकर–माने

# जैवतंत्रज्ञानाची कास आणि शाश्वत विकास उद्दिष्टपूर्तीचा ध्यास

आपले आरोग्य चांगले राहायला एका स्वस्थ परिसंस्थेची म्हणजेच healthy ecosystem गरज असते. ह्यामध्ये सजीव आणि निर्जीव सृष्टीचा समावेश असतो. हवामानातील बदल, दुष्काळ, पूर, समुद्राची वाढती पातळी आणि तापमान ह्या सर्वांचा आपल्यावर होणारा प्रत्यक्ष–अप्रत्यक्ष परिणाम पुढील चित्रातून स्पष्ट होतो.




Watts N, (2015). Health and climate change: policy The Lancet, 6736(15)

निसर्गाचा आणि पर्यायाने जैवविविधतेचासुद्धा ऱ्हास होताना आपण बघतो. काही invasive species ह्या dominant होत चालल्या आहेत तर काही दुवे नष्ट होत आहेत. उदाहरणार्थ, मुंबईसारख्या शहरांमध्ये घारी, कबुतरे, खारी, भटकी कुत्री, कावळे इत्यादींचा साम्राज्यामुळे गिधाडे, चिमण्या आणि अशा अन्य प्रजाती हद्दपार होताना दिसत आहेत. ह्या आणि अशा अनेक बदलांचा मानवी आरोग्यावर परिणाम होत आहे. हे चित्र आज अचानक निर्माण झाले नाही, तर औद्योगिक क्रांतीच्या उदयापासून निसर्गाचा हा उतरता आलेख पाहावयास मिळत आहे.

१९८० च्या दशकात जागतिक पातळीवर ह्या बदलांचा गांभीर्याने विचार होऊन शाश्वत विकास ही संकल्पना संयुक्त राष्ट्र संघाच्या पर्यावरण आणि विकास विषयक आयोगाने मांडली.

प्राणी आणि मनुष्यमधला समतोल बिघडल्याने होणारे आजार बळावत चालले आहेत. कोविड-१९, SRS, H1-N1ची उदाहरणे आपण नुकतीच अनुभवली आहेत. २००८ मध्ये, युनायटेड नेशन्स फूड अँड ॲग्रीकल्चर ऑर्गनायझेशन (FO), वर्ल्ड ऑर्गनायझेशन फॉर ॲनिमल हेल्थ (OIE), जागतिक आरोग्य संघटना (WHO), युनायटेड नेशन्स चिल्ड्रन्स फंड, जागतिक बँक आणि संयुक्त राष्ट्रसंघ अशा चार आंतरराष्ट्रीय संस्था एकत्र आल्या आणि 'Contributing to One World, One Health: a strategic Framework for Reducing Risks of Infectious Diseases at the Animal-Human-Ecosystems Interface.' या शीर्षकाचा एक दस्तऐवज तयार केला गेला.

या चिंताजनक समस्यांचा सामना करण्याचा एकमेव

मार्ग म्हणजे आंतरराष्ट्रीय, प्रादेशिक आणि राष्ट्रीय स्तरावर प्रभावी आरोग्य प्रशासनाद्वारे सुसंवादी आणि समन्वयक धोरणे अमलात आणणे.

ह्या दिशेने पाऊल उचलले गेले ते संयुक्त राष्ट्रसंघाने मांडलेल्या शाश्वत विकास ध्येयच्या (United Nations Sustainable Development Goals) १७ लक्षणांमार्गे.

ह्यामध्ये सर्व यूएन सदस्य देशांनी २०३० पर्यंत साध्य करण्याच्या दिशेने कार्य करण्याचे मान्य केले आहे. १७ शाश्वत विकासध्येये व १६९ उद्दिष्टे सप्टेंबर २०१५ मध्ये पार पडलेल्या संयुक्त राष्ट्रांच्या महासभेत १९३ देशांनी मान्य केली.

संयुक्त राष्ट्र संघटनेच्या अंदाजाप्रमाणे जागतिक लोकसंख्या २०५० पर्यंत १०,००० दशलक्ष होईल त्या अनुशंगाने SDG मधल्या धोरणांमध्ये सुधारणा करणे आवश्यक राहील. संशोधन, विकास आणि उद्योग यांमधील गुंतवणूक जैवतंत्रज्ञानाला अधिक सक्षम करेल आणि जगातली मोठी आर्थिक आणि सामाजिक आव्हाने पेलण्यास देशांना सक्षम बनवेल. ह्याचाच अर्थ जैवतंत्रज्ञानाचे SDG मध्ये थेट योगदान राहून २०३०च्या १७ उद्दिष्टांपैकी ११ थेट योगदानाने साध्य होतील.

SDG मधले पहिले उद्दिष्ट गरिबी आणि दुसरे उद्दिष्ट भूक ही पसरस्परावर अवलंबून आहेत असे आपण म्हणू शकतो. जागतिक भूक – अन्नअसुरक्षितता ही विकसनशील देशांमध्ये वारंवार उद्‌भवणारी समस्या आहे. कुपोषण ही उपासमरीची एक वैद्यकीय संज्ञा आहे. अन्न आणि कृषी संघटनेच्या अलीकडील अंदाजानुसार जगभरात ८५४ दशलक्ष लोक कुपोषित आहेत. जगातील ६.६ अब्ज लोकसंख्येपैकी हे प्रमाण १२.६ टक्के आहे. कुपोषित असलेल्या ८५४ दशलक्षांपैकी बरीच मुले विकसनशील देशांमध्ये आहेत. कुपोषण, गोवर आणि मलेरियासह अनेक रोगांचा प्रादुर्भाव वाढवण्यास अप्रत्यक्षपणे कुपोषण कारणीभूत ठरते हे अनेक अभ्यासांमधून सिद्ध झाले आहे. जागतिक भूक आणि कुपोषणाचा सामना करण्यासाठी कृषिजैवतंत्रज्ञान कसे योगदान देऊ शकते ह्याचे एक उदाहरण आपल्याला सांगते. (https://www.un.org/en/chronicle/article/biotechnology-solution-hunger)

संयुक्त राष्ट्र संघाच्या एका अभ्यासानुसार ११८ देशांमध्ये, विशेषतः आफ्रिका आणि दक्षिण-पूर्व आशियातील कमी उत्पन्न गटातील अंदाजे १४० दशलक्ष मुलांमध्ये अ जीवनसत्त्वाची कमतरता आहे आणि त्यामधील अंदाजे पंचवीस ते पन्नास लाख मुले दरवर्षी अंध होतात, त्यातील निम्मी मुले दृष्टी गमावल्यानंतर वर्षभरात दगावतात. हे दारुण चित्र बदलण्यास जैवतंत्रज्ञान मोलाचा वाट उचलू शकते. जैवतंत्रज्ञानाने ह्यावर शोधलेला रामबाण उपाय म्हणजे सोनेरी तांदळाची निर्मिती.

सन १९९० च्या सुमारास जर्मनी आणि स्वित्झर्लंड-मधील संशोधकांनी सोनेरी रंगाच्याा तांदळाची निर्मिती केली. ह्या तांदळामध्ये डॅफोडिल फुलामधील तसेच एका जिवाणूमधली तीन नवीन जनुके वापरली जेणे करून हा तांदूळ Provitamin युक्त होईल. जैवतंत्रज्ञान कंपन्यांनी पेटंट अधिकार माफ केल्यामुळे हा तांदूळ मोठ्या प्रमाणावर वितरणासाठी उपलब्ध अंधत्वावर उपायकारी ठरू शकतो. २०२२ मध्ये बांगलादेश मध्ये ह्या तांदळाच्या लागवडीची, त्यामुळे होणाऱ्या इतर पिकांवरच्या, पशू-पक्षांवरच्या परिणामाची चाचणी घेण्यात आली.

जैवतंत्रज्ञानाचे कुपोषण आणि गरिबी निर्मूलनामधील योगदानाचे दुसरे उदाहरण म्हणजे गेट्स फाऊंडेशनद्वारे वित्तपुरवठा केलेला आणि सार्वजनिक-खाजगी भागीदारीतला The Banana 21 हा अनोखा उपक्रम. ह्यामध्ये भाजीची केळी विकसित केली आहेत, ज्यामध्ये आनुवंशिकदृष्ट्या बदल केल्यामुळे साधारण केळ्यांपेक्षा लोहाचे प्रमाण तिप्पट तर प्रो-व्हिटॅमिन 'ए'चे प्रमाण चौपट करण्यात शास्त्रज्ञांना यश मिळाले आहे. पौष्टिकदृष्ट्या वर्धित केलेली

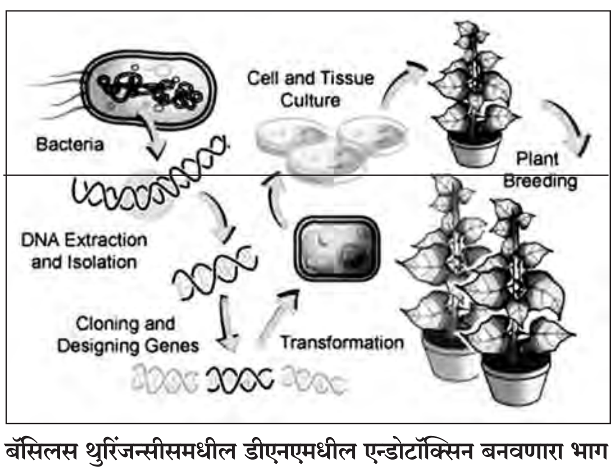
जीएम पिके जगभरातील कुपोषण दूर करण्यास मदत करू शकतात. पण मागच्या लेखामध्ये सांगितल्याप्रमाणे, जिथे अपार क्षमता असते तेथे तितकेच कदाचित जास्त धोकेसुद्धा असू शकतात. त्यामुळे योग्य परीने ह्याच्या दूरगामी संभाव्य धोक्यांचा अभ्यास करून, जनमानसात प्रसार आणि विश्वास निर्माण केला तर आपण कुपोषणवर व त्यामुळे उद्‌भवणाऱ्या आजारांवर मात करू शकू.

सदगमधील गरिबी निर्मूलनासाठी शेतीमध्ये जैवतंत्रज्ञान क्रांती करत आहे. शेतीप्रधान देशांसाठी, गरिबी निर्मूलनाचा उपाय म्हणजे योग्य दर्जाचे बी-बियाणे पुरवणे-वापरणे, निसर्गला हानी न पोहोचवणाऱ्या कीटकनाशक व खतांचा वापर करणे.

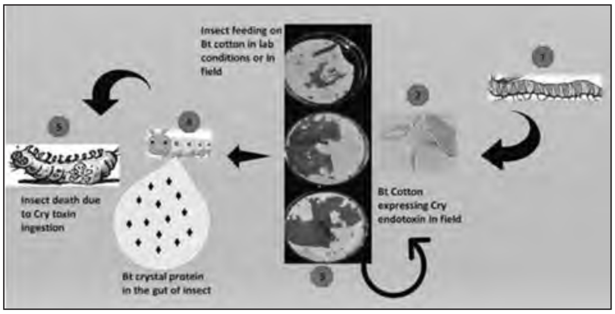
बीटी कापसाबद्दल आपल्या सर्वांना थोडी-अधिक माहीत असेलच. त्याच्या संशोधनापासून वापरापर्यंतचा प्रवास हा मोठा रंजक तितकाच वादग्रस्त आहे. पुढे दिलेल्या चित्रांमधून बीटी बनवण्याची पद्धत व त्याच्या परिणामाचे विश्लेषण केले आहे

परंतु बीटी कापूस हा कायमच वादाच्या केंद्रस्थानी राहिला आहे. बॅसिलस थुरिंगिएन्सिस (बीटी) कपाशीच्या वापराचे अनेक सामाजिक-आर्थिक परिणाम आहेत. बीटी कपाशीच्या अल्पकालीन फायद्याचा शास्त्रज्ञांनी चांगला अभ्यास केला असला तरीही त्याचे दीर्घकालीन परिणाम

अळ्यांनी ग्रस्त साध्य (non-Bt) कापसाची बोन्डे आणि पाने




बॅसिलस थुरिंजन्सीसमधील डीएनएमधील एन्डोटॉक्सिन बनवणारा भाग कापसाच्या डीएनएबरोबर संक्रमित करून बीटी कापूस बनविण्याची पद्धत




बीटी कपाशीवर हल्ला करून पाने खाणाऱ्या अळ्यांची दशा

मात्र वादविवादाचा विषय राहिले आहेत. बीटी कापसाच्या नफ्याच्या शाश्वतीबद्दलचा वाद अजूनही भारतात चर्चेचा विषय आहे.

अलीकडे बांगलादेशमध्ये मात्र बीटी वांग्याचे चांगलेच उत्पादन होताना दिसते. बीटी मक्यानेसुद्धा ब्राझीलमधल्या शेतकऱ्यांना मोठे नुकसान होण्यापासून वाचवले, तर बीटी चवळीवरदेखील घाना, नायजेरियामध्ये संशोधन सुरू आहे. आफ्रिकेमध्ये (WEM-Water Efficient Maize for Africa) उपक्रमाअंतर्गत दुष्काळ-सहिष्णू मका विकसित केला आहे. भारतातसुद्धा ICR च्या (Indian Council for Agricultural Research) अनेक संस्थामध्ये दुष्काळ, कीटक, क्षार प्रतिरोधक पिकांचा विकास केला जात आहे. २०१६ मध्ये, व्हिएतनाममधील शेतकऱ्यांनी ८६००० एकरांवर कीटक-प्रतिरोधक आणि तणनाशक-सहिष्णू मक्याचे पीक घेतले. हे ऋच् वाण वापरल्यामुळे त्यांना १६.५ ते २५ टक्क्यांपर्यंत वाढीव उत्पन्न मिळाल्याची नोंद आहे. GM, किंवा सध्या नवीन आलेली, क्रिस्पर (CRISPR) टेकनॉलॉजी वापरून बदलत्या हवामानाशी मिळतेजुळते घेणारी पिके विकसित केली जात आहेत. भारतामध्ये हल्लीच क्रिस्पर टेकनॉलॉजी वापरून तयार केलेल्या पिकांना (GM Crops) लागणाऱ्या मापदंडातून मुक्त केले आहे. त्यामुळे ह्याचा अधिकाधिक वापर होऊन शेतकऱ्यांना शाश्वत पीक उत्पन्न मिळेल आणि त्यांचे कमीत कमी नुकसान होईल.

जैवतंत्रज्ञानाने उत्पादनांचा साठवण काळ /शेल्फ लाइफ वाढवून अन्नाचा अपव्यय कमी करण्यातही मोलाचा वाट उचलला आहे. दीर्घकाळ टिकणारे बटाटे, टोमॅटो, सफरचंद ही त्याची काही उदाहरणे आहेत.

**शाश्वत विकासाची ३ उद्दिष्टे, मनुष्याचे आरोग्य व कल्याण-**

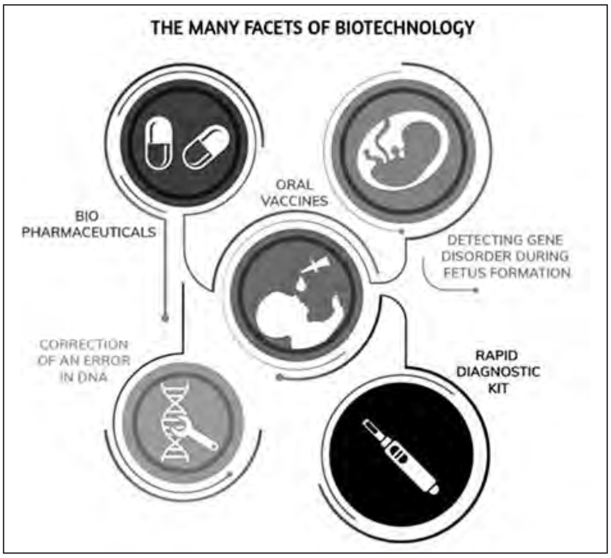
कोविड-१९ मध्ये लावलेल्या शोधांनी काय क्रांती केली हे आता लहानांपासून मोठ्यांपर्यंत सारेच जाणून आहेत. COVID-19 लस आणि उपचारात्मक संशोधन आणि विकास प्रकल्प राबवण्यासाठी ७०% लहान ते मध्यम बायोटेक्नॉलॉजी

कंपन्या जबाबदार होत्या. सरकारी संस्था आणि खाजगी लस उत्पादकांनी (मानव आणि पशुधन या दोन्ही लसीच्या क्षेत्रात) केलेल्या अथक परिश्रमानंमुळे आणि  संशोधनामुळे भारताने साऱ्या जगात मानाचे स्थान पटकावले आहे. कोविड-१९ महामारीच्या काळात आपण अनेक राष्ट्रांना तातडीची लस पोहोचवल्याने आपले जगभर कौतुक झाले.

HIV- एड्सची दहशत आता जैवतंत्रज्ञानाने लावलेल्या शोधनमुळे व औषधनिर्मितीमुळे कमी झाली आहे. एचआयव्हीग्रस्त आईमुळे बाळाला होणारा हा भयंकर रोग आता आटोक्यात आला आहे. पोलिओलसीकरण मोहिमा राबवल्यामुळे, १३ जानेवारी २०२३ रोजी भारतने पोलिओ-मुक्तीची तब्बल १२ वर्षे पूर्ण करून एक मैलाचा दगड पार केला आहे. ह्यामध्ये जेवढा वाटा संशोधन आणि उत्पादनाचा आहे तेवढाच प्रसार आणि प्रचारामुळे होणाऱ्या जागरूकतेचा आहे हे विसरून चालणार नाही. संशोधक, उद्योगपती आणि उद्योग नुसते एकत्र येऊन चालत नाही तर त्याला शासन मान्यतेची आणि तेवढ्याच भक्कम पाठिंब्याची गरज असते. ह्यामध्ये प्रसारमाध्यमांचा वाटा सिंहाचा असतो हे अधोरेखित केले पाहिजे.

सिकलसेल ॲनिमिया, सिस्टिक फायब्रोसिस, मस्क्युलर डिस्ट्रॉफी आणि हंटिंग्टन या रोगांसारख्या अनेक आनुवंशिक रोगांवर जीनोम एडिटिंगमुळे उपचार साध्य होत आहेत. भारत बीओटके, सिरम इन्स्टिट्यूट इत्यादींसारख्या लस निर्माण करणाऱ्या कंपन्यांनी भारताची मान अधिक उंचावली आहे. (https://www.biospectrumindia.com/features/95/22712/indias-vaccine-supremacy.html)

रोगनिदानासाठीच्या चाचण्यांमध्ये अनेक बदल जैवतंत्राज्ञानामुळे शक्य झाले आहेत. जलद आणि अधिक अचूकतेने रोगांचे निदानामुळे डायग्नॉसिस आणि




प्रोग्नॉसिसमध्ये आमूलाग्र बदल झाले आहेत. जगभरातील रुग्णालयंमध्ये बाराशेहून जास्त बायोटेकवर आधारित डायग्नोस्टिक चाचण्या सध्या वापरल्या जात आहेत. ह्यामधील अनेक चाचण्यांसाठी रक्ताचे नमुने किंवा Mouthswab आता वापरले जातात त्यामुळे  अचूक रोग निदानासाठी महागड्या आक्रमक शस्त्रक्रिया करण्याची गरज आता कमी होऊ लागली आहे.

जैवतंत्रज्ञानाने १३ पैकी ३ शाश्वत विकासाच्या उद्दिष्टांत काय आणि कसे बदल घडवले ह्याचा हा अगदी थोडक्यात आढावा. पुढील लेखात आपण उरलेल्या उद्दिष्टांची पूर्ती जवतंत्रज्ञानाने कशी शक्य होते आहे ते पाहू.

**- डॉ. वर्षा केळकर माने**
प्राध्यापक आणि विभागप्रमुख, जैवतंत्रज्ञान विभाग,
मुंबई विद्यापीठ
varshakelkar@hotmail.com

## आदित्य १ मोहिमेविषयी....

गेल्या वर्षी २ सप्टेंबर रोजी प्रक्षेपित केलेले, आदित्य १ यान चार पृथ्वीप्रदक्षिणा करून ट्रान्स-लॅग्रेंजन पॉइंट १ कक्षेत प्रवेश करणार आहे. भारतीय अंतराळ संशोधन संस्था (ISRO) प्रमुख एस सोमनाथ यांनी सांगितले, की भारताची पहिली सौरमोहीम, आदित्य एल-१, ६ जानेवारी रोजी त्याचे गंतव्यस्थान - L1 पॉइंट - गाठण्यासाठी आता सज्ज आहे. त्याच्या अंतिम गंतव्यस्थानावर पोहोचल्यानंतर, हे यान कोणत्याही ग्रहणाशिवाय सूर्य पाहू शकणार आहे. ISRO प्रमुखांनी आधी सांगितले, की अंतराळसंस्थेकडे आदित्य L1 चे इंजिन अतिशय नियंत्रित बर्न असेल जेणेकरून ते हॅलो ऑर्बिट नावाच्या कक्षेत प्रवेश करेल. त्याच्या सर्व सहा पेलोड्सची चाचणी घेण्यात आली आहे आणि ते व्यवस्थित काम करत आहेत. कक्षेत प्रवेशानंतर उपग्रहाचे आतील इलेक्ट्रॉनिक्स अचूकपणे डेटा प्रसारित करण्यासाठी तयार असल्यावर सूर्याकडे कायमचे पाहण्याचे ठरेल. यातून सौर कोरोना आणि मास इजेक्शन आणि अवकाशातील हवामानावर होणारा परिणाम यामध्ये बरेच संबंध सापडतील, अशी अपेक्षा आहे.

डॉ. वसुधा जोशी

# मौखिक आरोग्य

''अरे बापरे! आज चांगलाच उशीर होणार घरी पोहोचायला. कुसुमबाई अजून गेली नसेल, तिलाच सांगते वरणभाताचा कूकर लावायला.'' आणि मी माझ्या घरचा नंबर फिरवला. लँडलाईन फोन यासाठीच तर ठेवला आहे अजून. पण फोन उचलला गेला नाही. ५ मिनिटांनी परत फोन केला. नो रिप्लाय! म्हणजे ही आलीच नाही की काय? माझ्या मनात पाल चुकचुकली. मी माझ्या शेजारणीला फोन केला. आणि काय, माझी शंका खरी ठरली की हो! कुसुमबाई आज कोणाकडेच कामाला गेली नाही. का तर म्हणे रात्रभर तिचा डोळ्याला डोळा लागला नाही, कारण तिची दाढ ठणकत होती. तरी किती वेळा मी तिला सांगितलं होतं की दाताच्या डॉक्टरकडे जा. दुखणं अंगावर काढू नको, पण ऐकत कोण! काहीतरी घरगुती उपाय करायचे, आणि वेळ मारून न्यायची. घरी गेल्यावर आता पसारा आवरण्यातच वेळ जाणार. जेवण कसलं करते मी. असो. म्हणतात ना आलिया भोगासी असावे सादर, देवांवरी भार टाकू नये.

मी, माझी मीटिंग संपल्यावर उद्याची रजा टाकली आणि घराकडे निघाले. जेवणही घरी मागवलं. घरी पोहोचायला ९ वाजले. सगळी कामं, जेवण होईपर्यंत कधी बारा वाजले समजलंच नाही. उद्याची रजा टाकली असली तरी मला जावं लागण्याची शक्यता होतीच. त्यातही उद्या सकाळी कुसुमबाईला दाताच्या डॉक्टरकडे घेऊन जायलाच पाहिजे होतं. ती काही जा सांगून जाणार नाही. आणि तिची सुट्टी मला परवडणार नाही. तिलाच नाही तर तिच्या आजूबाजूच्या सर्व बायकांना तोंडाच्या स्वच्छतेवर धडे द्यायचे हेपण मी ठरवून टाकलं. त्यासाठी मला माझ्या ज्ञानामध्ये भर घालणं गरजेचं होतंच. त्याची सुरुवातही ताबडतोब केली मी.

मौखिक आरोग्य म्हणजे तोंडाचं आरोग्य. मुख म्हणजे तोंड हे माणसाच्या नव्हे तर कोणत्याही सजीव प्राण्याच्या पचनसंस्थेचा पहिला अवयव आहे. ते सुदृढ असेल तरच प्राणी सशक्त राहू शकतो. तोंडातील महत्त्वाचा भाग म्हणजे दात, जीभ आणि हिरड्या. म्हणूनच तोंडाचं आरोग्य राखणं म्हणजेच दात आणि हिरड्या यांचं आरोग्य राखणं, याची सुरुवात बालवयातच करावी लागते. बालपणीचे दात साधारणपणे वयाच्या सहाव्या-सातव्या वर्षी पडून नवीन दात येतात हे खरं असलं तरी दात किडले तर हिरड्यांनाही लागण होण्याची शक्यता नाकारता येत नाही. अशा परिस्थितीत नवीन आलेले दातही किडलेले असू शकतात. म्हणून लहान मुलांना दात येऊ लागले की ते स्वच्छ ठेवण्याची जबाबदारी आई-वडिलांचीच असते. आणि हे काम सोपं नाही. तरीही त्यांना आंजारूनगोंजारून कसलीतरी लालूच दाखवून किंवा दात खराब झाले तर काय होतं ह्याबद्दल सगळं खरं पण मुलांना समजेल अशा पद्धतीनं सांगून त्यांना दात स्वच्छ ठेवायची सवय लावली पाहिजे. एकदा का त्यांना सवय लागली की तुम्ही जिंकलात. हल्ली तर काय लहान मुलांसाठी वेगळी टूथपेस्ट मिळते. ती थोडी पोटात गेली तरी चालते. त्यामुळे हे काम थोडं सोपं झालं आहे. याचा तोटाही आहे. पेस्ट खायला आवडते म्हणून मुलं परत परत दात घासण्याचा हट्ट करतात. तेही योग्य नाही. चॉकलेट किंवा दाताला चिकटणारा पदार्थ खाल्ल्यावर दात घासणं म्हणजेच स्वच्छ करणं गरजेचं आहे. त्याचप्रमाणे कोणत्याही वयात प्रत्येकानं रात्री झोपण्यापूर्वी दात नक्की घासून तोंड स्वच्छ केलंच पाहिजे.

हे दात घासावे म्हणजे दात साफ करावे, टूथपेस्ट आणि टूथब्रश यांच्या जन्मापूर्वी मानव कसे काय दात स्वच्छ ठेवत

होता असेल? टूथ पेस्ट आणि टूथ ब्रश केव्हा अस्तित्वात आले असतील? अंदाजे ६० ते ७० वर्षांपूर्वी भारतात निदान ग्रामीण भागात टूथपेस्ट किंवा टूथब्रश पोहोचले नव्हते. दात घासण्यासाठी राखुंडी वापरली जात असे. ही राखुंडी बनवण्याची विशिष्ट पद्धत होती. शेणी जाळून राख बनवली जात असे. ही राख कुटून चाळणीनं चाळून त्यात मीठ आणि आवळकाठी (सुकवलेल्या आवळ्याची पावडर) घालून राखुंडी तयार केली जात असे. ही राखुंडी बोटांवर घेऊन दात घासायची पद्धत होती. काही वेळा नुसतं मीठही वापरलं जात असे. तसेच कडूलिंब, लिंबू, अवाकेसीआ, आंबा वगैरे झाडांच्या कोवळ्या काटक्या वापरल्या जात असत. ही काटकी चावून चावून त्याचा बनलेला ब्रश दात साफ करण्यासाठी वापरला जात असे. चावताना येणाऱ्या रसामुळे दात स्वच्छ होण्यास मदत होत असे. अशा गावोगावी वेगवेगळ्या पद्धती प्रचलित होत्या. तंबाखू भाजून तो दात घासण्यासाठी वापरण्याचीही पद्धत होती, अजूनही आहे. या भाजलेल्या तंबाखूला मशेरी असे नाव आहे. जगात देशोदेशी अशाच वेगवेगळ्या पद्धती प्रचलित होत्या. इजिप्तशीअन, ग्रीक आणि रोमन लोक, अंड्याच्या वेष्टनाची किंवा बैलाच्या खुराची पावडर किंवा राख दात घासण्यासाठी वापरत असत. कुटलेली हाडं किंवा ऑयस्टर शेल याचाही वापर होत असे. काही देशांत कापडानं दात साफ करण्याची पद्धत होती. झाडांच्या कोवळ्या काटक्या चावून ब्रशसारखा कुंचला बनवून त्यानं दात साफ करण्याचीही पद्धत परदेशात होती. चीनमध्ये औषधी झाडांचाही दात घासण्याच्या पावडरमध्ये उपयोग केला जात असे. अशा प्रकारे वेगवेगळ्या पावडर वापरून दात स्वच्छ करण्याच्या पद्धती जगभर होत्या. त्यानंतर मला आठवत आहे ती माकडछाप दंतमंजनसारखी दंतमंजनं.

सर्वप्रथम १८५० मध्ये डॉ. वॉशिंगटन शेफिल्ड यांनी एक प्रकारचे मलम बनवलं. ते दातांचे डॉक्टर होते. त्यांनी हे दाताना लावण्याचं मलम त्यांच्या पेशंटसाठी बनवलं. त्यामध्ये साबण आणि मिंट होतं, त्यांचे पेशंट सँपल मागत असत. त्यांची मागणी पुरवण्यासाठी त्यांनी मोठ्या प्रमाणावर हे मलम बनवायला सुरुवात केली. आणि ते विकलं जात होतं. सॅम्युअल कोलगेट यांनी १८७३ मध्ये सर्वप्रथम कोलगेट आणि कंपनी या नावानं व्यापारी तत्त्वावर टूथपेस्ट बनवली आणि ही टूथपेस्ट बरणीमध्ये भरून विकली जात होती. एकोणिसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला सॅम्युअल कोलगेटचे वडील विलियम कोलगेट साबण आणि मेणबत्त्या बनवून न्यू यॉर्कमध्ये विकत असत. या टूथपेस्टमध्ये सुधारणा होत गेल्या. सन १९०० च्या सुरुवातीला टूथपेस्टमध्ये दात किडण्यापासून वाचवण्यासाठी फ्लोराइड घालायला सुरुवात झाली. दातांची सेन्सिटिव्हीटी कमी करण्यासाठी किंवा इनॅमल वाचवण्यासाठीसुद्धा काही रसायनं घातली गेली. सुधारणा चालूच होत्या. साबण काढून (१९४५) त्याची जागा सोडियम लॉरिल सल्फेटनं घेतली. त्यानंतरही खूप सुधारणा झाल्या. सध्याच्या टूथपेस्ट वेगवेगळे हेतू डोळ्यांसमोर ठेवून बनवलेल्या आहेत. आपल्याला आवश्यक असेल त्या टूथपेस्टची निवड आपण करू शकतो. दात पांढरेशुभ्र दिसण्यासाठी, सेन्सिटिव्हीटी कमी होण्यासाठी किंवा टारटर, प्लाक बनू नये यासाठी वेगवेगळ्या टूथपेस्ट बाजारात मिळतात. टूथपेस्टची चव आणि वाससुद्धा उत्तम असतात. सध्या अनेक कंपन्यांच्या अनेक प्रकारच्या टूथपेस्ट आणि दंतमंजनं बाजारात मिळतात. प्रत्येकाला गरजेप्रमाणे आणि आवडीप्रमाणे निवड करणं सहज शक्य आहे.

३५०० ते ३००० इसवी सनापूर्वी पासून बॅबिलोनिआ आणि इजिप्तमध्ये लोक झाडाच्या कोवळ्या काठ्या चावून चावून बनलेले ब्रश दात साफ करण्यासाठी वापरत असावेत. थडग्यांमध्ये अशा काठ्या मिळाल्याची नोंद आहे. अंदाजे पंधराव्या शतकामध्ये चिनी लोकांनी पहिला नॅचरल टूथब्रश बनवला असं मानलं जातं. हा ब्रश डुकराच्या मानेचे केस, बांबू किंवा हाडाच्या दांड्यावर चिकटवून/जोडून बनवलेला होता. अशा प्रकारचे ब्रश युरोपमध्येसुद्धा वापरले जात होते. युरोपमध्ये डुकराच्या केसांऐवजी घोड्याचे केस वापरले जात होते. डुकराच्या केसांपेक्षा घोड्याचे केस थोडे नरम असतात म्हणून. युरोपमधे ब्रशऐवजी पक्ष्यांची पिसं वापरण्याची पद्धत होती.

विलियम एडीस यांनी इंग्लंडमध्ये १७८० च्या जवळपास पहिला नवीन डिझाइनचा टूथब्रश बनवला. यांचं हँडल वासरांच्या हाडाचे आणि डुकराचे केस वापरले होते. १८४४ मध्ये पहिला केसांच्या ३ रांगा असलेला ब्रश बनवला गेला. वॅलेस कॅरोथरस यांनी (१९३५) अमेरिकेत डू पॉन्ट या शोध प्रयोगशाळेमध्ये नायलॉनच्या धाग्याचा शोध लावला. तेव्हापासून ब्रश बनवण्यामधील सुधारणेला सुरुवात झाली. १९५० मध्ये नायलॉनचे नरम केस वापरून ब्रश बनवायला सुरुवात झाली. जनतेला हे ब्रश पसंत पडले. आता नायलॉनचे कडक, नरम, अती नरम मुलांसाठी, केस वापरून ब्रश बनवले जात आहेत. आता १९६० सालापासून इलेक्ट्रिक ब्रशही बाजारात आले आहेत. ब्रश बनवणाऱ्या कंपन्याही बऱ्याच आहेत. ब्रशचा आकार, रंग, ब्रशच्या केसांची लांबी, जाडी, रंग, नरमपणा, कडकपणा या सगळ्या गोष्टींचा विचार करून आकर्षक ब्रश बनवले जात आहेत.

आपलं तोंड म्हणजे जिवाणूंची वास्तव्याची जागा आहे. याचा अर्थ असा होतो की प्रत्येक घासाबरोबर आपण हजारो जिवाणूही पोटात ढकलतो. पण त्यामुळे घाबरून जाण्याचं कारण नाही. जिवाणू म्हटलं की ते अपायकारकच असणार अशी एक समजूत झालेली असते. पण तसं नसतं. काही जिवाणू आपल्यासाठी चांगले म्हणजे फायदेशीर असतात. ते आपली मदत करतात. असे जिवाणू आपले दात आणि शरीर सुदृढ ठेवायला मदत करतात. जसे प्रोबायॅटिक जिवाणू आम्ल तयार करून तोंडामध्ये सोडतात आणि दात किडवणाऱ्या जिवाणूपासून आपलं संरक्षण करतात. तसेच इतरही चांगले जिवाणू आहेत जे हिरड्यांना इंफेक्शन करणाऱ्या जिवाणूपासून आपलं संरक्षण करतात. परंतु चांगल्या आणि त्रासदायक जिवाणूंचे प्रमाण व्यस्त होतं, म्हणजेच मदत करणाऱ्या जिवाणूंचं प्रमाण घटतं आणि इजा करणाऱ्या जिवाणूंचं प्रमाण वाढतं तेव्हा त्रास सुरू होतो. याचा परिणाम फक्त दात आणि हिरड्या यांनाच भोगावा लागतो असे नाही तर आपल्या संपूर्ण पचनसंस्थेवर त्याचा परिणाम दिसून येतो. म्हणजेच तोंडाचं आरोग्य ठीक नसेल तर हानिकारक जिवाणूंचं प्रमाण वाढणार आणि प्रत्येक घासाबरोबर मोठ्या प्रमाणावर हे जिवाणू पोटात जाणार. पचनसंस्थेतील इतर अवयवांनाही याचा परिणाम भोगावा लागणार हे उघड आहे. शास्त्रज्ञांनी हा अभ्यास करून असं दाखवून दिलं आहे की तोंडातील वाईट (रोगाला कारणीभूत) जिवाणूंचे संबंध संधिवात, इंफ्लमेटरी बोवेल रोग (IBD) आणि हृदयरोग यांच्याशी आहे. शास्त्रज्ञांना हे दिसून आलं आहे की हिरड्यांचे विकार असलेल्यांच्या पोटाच्या विकारामधेही वाढ होते. पोटाचे विकार जास्त प्रबळ होताना दिसून आले आहेत.

तोंड हा आपल्या पचनसंस्थेचा प्रथम अवयव आहे. अन्नाचं पचन होणं तोंडापासून सुरू होतं. अन्नाचं योग्य प्रकारे चर्वण होण्याकरता सुदृढ दातांची गरज असते. दात किडलेले, पोकळ झालेले असतील तर ते दुखतही असणार. अशा दुखऱ्या सेन्सिटिव्ह दातांनी चर्वण कसं होणार? चर्वण व्यवस्थित होत नसेल तर अन्न पचनामध्ये अडथळे येऊ शकतात. चर्वण चालू असतानाच अन्नामध्ये लाळेतील एन्झाइम मिसळतं आणि पिष्टमय आणि स्निग्ध पदार्थांच्या पचनाला सुरुवात होते. परंतु त्याकरता अन्नाचं दातांनी चर्वण होणं गरजेचं असतं. हे चर्वण चालू असताना इतर एंझाइमची निर्मितीसुद्धा योग्य प्रकारे चालू होण्यास मदत होते. दात सुदृढ नसतील तर अन्नाचं चर्वण योग्य प्रकारे होणार नाही. अन्नाचे मोठे मोठे तुकडे गिळले जातील. एंझाइमचं काम कठीण होईल. त्याचा परिणाम अन्नपचनावर होईल. ते योग्यरीत्या न झाल्यामुळे उद्‌भवणाऱ्या गॅस, बद्धकोष्टता यांसारख्या परिणामाना तोंड द्यावं लागेल.

आपल्या तोंडामध्ये २०० ते ३०० जिवाणूंच्या प्रजाती वास्तव्याला असतात. सगळेच जिवाणू हानिकारक नसतात. त्यातील स्ट्रेप्टोकोकस आणि लॅक्टोबॅसिलस या जिवाणूंच्या अनेक प्रजाती दात किडणं आणि हिरड्यांच्या दुखण्याला कारणीभूत आहेत. स्ट्रेप्टोकोकसच्या काही उतपरिवर्तित (mutant) प्रजाती फ्रॅक्टोज फरमेंट करून आम्ल तयार करतात. त्यामुळे दातांवर आम्लाचा थर तयार होतो. pH ५ पेक्षा खाली जातो तेव्हा दाताच्या पृष्ठभागावरील इनॅमल विरघळायला सुरुवात होते. इनॅमल विरघळायला लागल्यामुळे मिनरलस बाहेर पडतात. दात किडण्याला इथूनच सुरुवात होते. कळायला कठीण असते कारण सुरुवातीला दातांवर सफेद डाग येतात आणि ते नुसत्या डोळ्यांनी दिसत नाहीत. या डागांकडे दुर्लक्ष होणं सहज शक्य आहे. इथे जिवाणूंची संख्या वाढत जाते. पुढे या डागांचं रूपांतर प्लाक आणि दात सडण्यामध्ये होतं. सर्वसामान्यपणे कोणताही पिष्टमय पदार्थ दातांवर राहिला तर दात किडण्यास सुरुवात होते. ह्यावर वेळीच उपाय न झाल्यास जिवाणूंची वाढ झपाट्यानं होते आणि हिरड्यांनाही लागण होते. हिरड्यांना सूज येणं, रक्त येणं असे प्रकार चालू होतात. अशावेळी दातांच्या डॉक्टरकडे जाऊन त्वरित उपचार करून घेणं अत्यंत गरजेचं असते. तसं न केल्यास हे जिवाणू खोलवर हाडापर्यंत जाऊन हाडांनाही लागण होते. दात हलू लागतो आणि पडून जातो. अशा परिस्थितीमध्ये शस्त्रक्रिया हा एकच उपाय असतो. हे काम फारच खर्चीक आणि अर्थातच त्रासदायक असणार यात शंकाच नाही.

ज्यावेळी हिरड्यांना झालेली लागण दुर्लक्षित होते तेव्हा हे जिवाणू मोठ्या प्रमाणावर असतात आणि ते रक्तप्रवाहात प्रवेश करतात. एकदा रक्तप्रवाहात प्रवेश झाल्यावर ते शरीराच्या कोणत्याही अवयवापर्यंत पोहोचू शकतात. हे जिवाणू कोणत्या अवयवांमध्ये कोणत्या प्रकारच्या आजाराला कारणीभूत होऊ शकतात यावर संशोधन चालू आहे. या अभ्यासाच्या आधारे हिरड्यांच्या आजाराबरोबर लठ्ठपणा आणि टाईप २ मधुमेह यांचा संबंध जोडला गेला आहे. आणि आपण हे जाणतोच की लठ्ठपणामुळे इतरही बऱ्याच रोगांचा धोका वाढू शकतो. शास्त्रज्ञांनी उंदरांवर केलेल्या प्रयोगानुसार हिरड्यांचे आजार आणि अल्झायमर यांचा संबंध असण्याची शक्यता वर्तवली जात आहे.

हे सर्व काही टाळले जाऊ शकते, पण केव्हा? आपण आपलं मौखिक आरोग्य उत्तम राखलं तरच दात आणि हिरड्यांच्या आजारापासून दूर राहता येईल. त्यासाठी अगदी सोपे उपाय आहेत. ते असे :

१. दररोज दोन वेळा म्हणजे सकाळी उठल्यावर आणि रात्री झोपण्यापूर्वी फ्लोराइड टूथपेस्टनं दात घासावे.
२. दिवसातून एकदातरी दात फ्लॉस करावे. म्हणजे दोन दातांच्या फटीमधील आणि दातांच्या हिरडीजवळील भागाची सफाई करावी. ही सफाई दोरा, फ्लॉसपिक, जोरात पाणी किंवा हवेनं करू शकतो.
३. दातांच्या डॉक्टरकडून दात आणि हिरड्या नियमित तपासून घ्यावं.
४. जेवणाच्या योग्य वेळा ठरवून समतोल आहार घ्यावा, आणि दरवेळी पाण्यानं तोंड स्वच्छ करावं.
५. धूम्रपान करणाऱ्यांनी ते सोडावं.

हे सर्व उपाय करायला सोपे आहेत आणि त्यापासून होणारा फायदा फार मोठा आहे. आपल्याला दात किडणं आणि पुढचे सगळे धोके टाळता येतील. मला तर वाटतं दुसरीतिसरीच्या मुलांच्या आरोग्य आणि विज्ञान शास्त्र पुस्तकांमध्ये मौखिक आरोग्य हा धडा असावा.

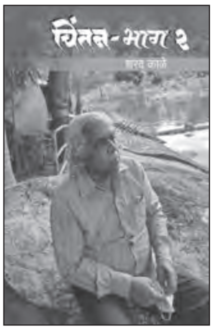
**– डॉ. वसुधा जोशी**

josudha47@gmail.com

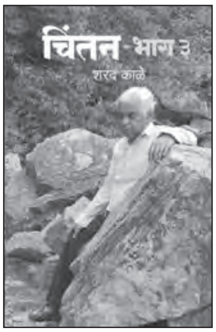

॥ग्रंथाली॥

**विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके**

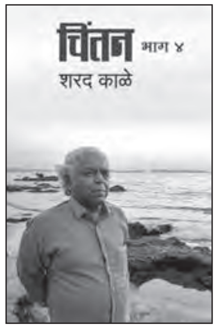
**मूल्य ६०० रु.**
**सवलतीत ३५० रु.**



**मूल्य ७५० रु.**
**सवलतीत ४५० रु.**



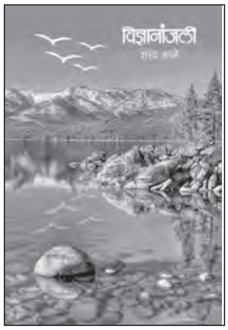
**मूल्य ७५० रु.**
**सवलतीत ४५० रु.**



**मूल्य ५०० रु.**
**सवलतीत ३०० रु.**

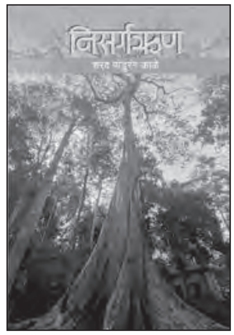
**मूल्य ४०० रु.**
**सवलतीत २५० रु.**

**मूल्य ३५० रु.**
**सवलतीत २१० रु.**



**मूल्य २०० रु.**
**सवलतीत १२० रु.**

**मूल्य १५० रु.**
**सवलतीत ९० रु.**


**मूल्य ३०० रु.**
**सवलतीत १८० रु.**

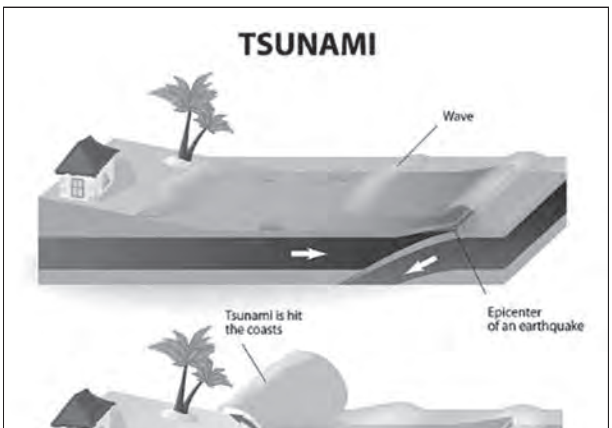
डॉ. शर्वरी कुडतरकर

# सागरातील ऊर्जेचे स्रोत

समुद्रात जाऊन लाटांवर सर्फिंग करायला किंवा सर्फिंग करतानाचे दृश्य पाहायला, पोहायला, मासे पकडायला तुम्हाला आवडत असेल. परंतु या समुद्राच्या लाटांपासून, भरतीओहोटीपासून किंवा समुद्राच्या वेगवेगळ्या प्रवाहापासून तुम्ही ऊर्जानिर्मिती करू शकता हे तुम्हाला माहीत आहे का? सागरात अनेक हालचाली सतत होत असतात. हायड्रो कायनेटिक्स या विभागात या समुद्राच्या नैसर्गिक रीतीने वाहणाऱ्या पाण्यापासून म्हणजेच समुद्राच्या गतीज ऊर्जेपासून आपण वीजनिर्मिती करू शकतो यालाच समुद्रीय अक्षय ऊर्जानिर्मिती असे म्हटले जाते. यामध्ये समुद्राच्या लाटा, भरतीओहोटी व इतर प्रवाह सामावले जातात. या अक्षय ऊर्जेमध्ये अजूनही एक प्रकारच्या ऊर्जेचा समावेश होतो ती म्हणजे जिओ थर्मल एनर्जी, म्हणजेच भूगर्भातील उष्णता. यामध्ये पाण्यातली ऊर्जा वापरून तिचे विजेत रूपांतर केले जाते. या रूपांतरासाठी अतिथंड पाण्याचादेखील वापर करता येतो. या अक्षय ऊर्जे चा वापर आपण करायचा ठरवला तर आपल्यासाठी अनेक पर्याय उपलब्ध आहेत. त्यामुळे अर्ध्यापेक्षा अधिक भारतात आपण विजेचा पुरवठा करू शकू. जोरदार प्रवाहांमध्ये झोतयंत्र किंवा टर्बाइन बसवली जातात व पाण्याच्या प्रवाहामधील गतीचे रूपांतर ऊर्जेत केले जाते. आपण नद्यांवर धरणे बांधून ऊर्जानिर्मिती केलेली आहे काहीशा त्याच स्वरूपात झोतयंत्र नदीजवळच्या खाडीत बसवली जातात दिवसातून दोन वेळा भरती ओहोटीच्या वेगांमुळे ही यंत्रे प्रवाहाच्या गतीचे ऊर्जेत रूपांतर करतात. लाटांमधून ऊर्जानिर्मितीदेखील अशाच काही उपकरणांमधून केली जाते. ही उपकरणे लाटांच्या सततच्या हालचालींबरोबर तरंगत असतात. समुद्राचा जास्तीत जास्त वीस टक्के भाग आपण पाहू शकतो, पण बाकीचा ऐंशी टक्के आपल्या अभ्यासाच्या आवाक्याबाहेरचा आहे. लाखोंच्या वर प्रजातींना निवारा देणारा समुद्र एखाद्या विजेरीप्रमाणे काम करतो, सतत ऊर्जा ग्रहण करतो, सामावून घेतो व पुन्हा ऊर्जेचा विसर्ग करतो.

धरतीप्रमाणे समुद्रातही सूर्य हा सर्वात मोठा ऊर्जेचा स्रोत आहे जो प्रकाश व उष्मा प्रदान करत असतो. सौरऊर्जेमुळे हवा गरम होते व त्यामुळे वाऱ्याची निर्मिती होते. वाऱ्याच्या वाहण्याने समुद्रात लाटा तयार होतात. ह्या लाटा किनाऱ्यावर तसेच किनाऱ्यापासून लांबच्या भागातही तयार होत असतात. वाऱ्याचा वेग प्रचंड प्रमाणात वाढला, जसा वादळात वाढतो, तसतशा मोठमोठाल्या उंच लाटा तयार होतात. त्सुनामी लाटा थोड्याशा वेगळ्या प्रकारच्या लाटा आहेत. समुद्रातल्या भूकंपामुळे, ज्वालामुखीच्या उद्रेकांमुळे त्या तयार होतात.

पृथ्वीच्या स्वतःभोवती फिरण्यामुळे पाण्याचे प्रवाह तयार होतात. काही प्रवाहांची निर्मिती समुद्रतळाच्या



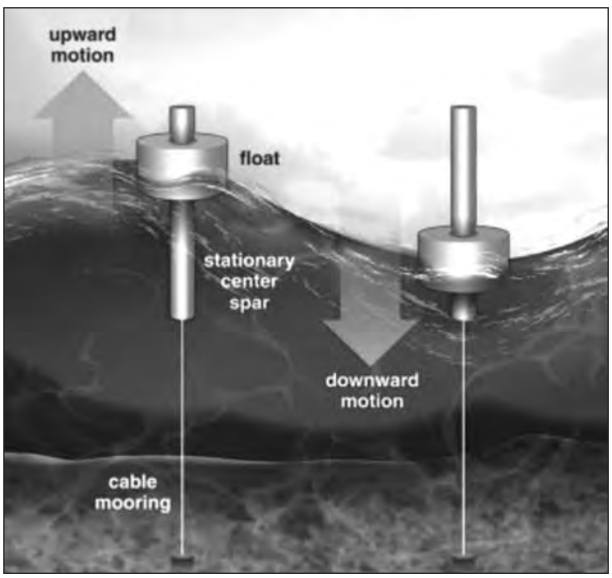
हालचाली किंवा तापमान तसेच क्षारतेतील बदल झाल्यामुळे होते. सागरातील काही प्रवाह प्रचंड शक्तिशाली असतात, काहींना तर वेगवेगळी नावेही दिली गेली आहेत.

गल्फ करंट मेक्सिकोच्या गल्फमधील गरम पाण्यात सुरू होतात व प्रवास करत उत्तर युरोपमध्ये पोहोचतात.

या प्रवासादरम्यान आपल्या प्रवाहामधील उष्मा गल्फ करंट जागोजागी पोहोचवतो. समुद्रतळाच्या वेगवेगळ्या आकारामुळे किनारी भागात लहान लहान प्रवाह तयार होत असतात.

हे प्रवाह पाण्यातल्या प्राणवायूचे तसेच पोषणद्रव्यांचे वहन पृष्ठभागापासून समुद्राच्या आतील भागांमध्ये करतात.

सागरसंपत्ती असा उल्लेख येतो त्यात सागरी प्राणी, वेगवेगळे खनिजपदार्थ जसे सोने, कोबाल्ट, निकेल, तांबे, मीठ, रेती, खनिजतेले, नैसर्गिक इंधनाचे वायू, वेगवेगळी रत्ने आणि पाणी या सर्वांचा समावेश होतो. यामध्ये ९० टक्के वाटा हा खनिजतेल व नैसर्गिक वायू यांचा आहे. सर्वात मोठे खनिजतेलाचे साठे पर्शियन गल्फ, उत्तरेकडील समुद्र, मेक्सिको, ऑस्ट्रेलिया, कॅलिफोर्निया व आर्क्टिक समुद्राच्या किनारी भागांत आढळतात. या खनिजतेलाच्या व वायूंच्या उत्खननासाठी मोठमोठ्या खणकामाच्या उपकरणांची, नवीन तंत्रज्ञानाची आवश्यकता असते. या उपकरणांच्या साहाय्याने तेलविहिरी खोदल्या जातात. दगडी कोळसा, इंधनतेले व नैसर्गिक ऊर्जा वायू या सगळ्यांना आपण जीवाश्मइंधनाचे स्रोत म्हणू शकतो. हजारो वर्षांपूर्वी बराचसा दगडी कोळसा बनलेला आहे. त्यावेळी अस्तित्वात असलेल्या मोठ्या मोठ्या फर्न प्रजातीच्या झाडांच्या अवशेषांचे रूपांतर या कोळशात झाले. पृथ्वीवरील काही भौतिक घटनांनी ही फर्न




झाडे दलदलीमध्ये पडली त्यावर पाणी भरून हे अवशेष पाण्याखाली गेले. लाकडाचे विघटन करण्यासाठी बुरशी ही जास्त कारणीभूत ठरते, पण दलदलीखाली तिला वाढण्यासाठी ऑक्सिजन न मिळाल्याने या दबलेल्या झाडांचे विघटन होऊ शकले नाही आणि दबावामुळे या झाडांच्या अवशेषांचे रूपांतर कोळशात झाले. प्राणीज अवशेषांपासून तेलनिर्मिती तसेच वायुनिर्मिती झाली. क्रूड ऑइल किंवा शुद्धीकरण न केलेले खनिजतेल हे एक मिश्रण असते ज्यात हजारो रसायने असतात. यांना हायड्रोकार्बन असे म्हणतात. यात मिथेन, डांबर, स्फाल्ट, मेण, नाप्थालीन वगैरे घातक रसायने असतात. जगात शंभर कोटींपेक्षा जास्त डॉलरची वार्षिक उलाढाल या खनिजतेल व वायुनिर्मितीमधून होते.

मिथेन क्लाथ्रेट किंवा मिथेन हायड्रेट म्हणजेच मिथेनचा बर्फ किंवा आगीचा बर्फ अशा वेगवेगळ्या नावांनी हा वायू ओळखला जातो. घनस्वरूपात समुद्रतळाशी काही हजारो मीटरवर याचे साठे आढळतात. हा आगीचा बर्फ खूपच मोठ्या प्रमाणात गाळाबरोबर समुद्रतळाशी गाडून गेलेला आहे. बर्फाच्या पिंजऱ्यात अडकलेला हा वायू साधारण १००० ते ५००० गिगाटन एवढा जास्त आहे. शून्यपेक्षा कमी तापमानामध्ये हे मिथेन हायड्रेटचे साठे स्थिर असतात, पण

पाण्याचे किंवा समुद्रतळाचे तापमान वाढल्यास यांचे पाण्याचे बाहेरील आवरण वितळून मिथेन वायू पाण्यात मिसळला जातो या वायूचे सूक्ष्मजीवांकडून ऑक्सिडेशन होते व त्याचे रूपांतर कार्बन डायऑक्साइडमध्ये होते. हरितगृहातील वायू आपण याच वायूंना म्हणतो की नाही? मग विचार करा की जागतिक तापमानवाढीच्या परिणामांमध्ये ही एक अत्यंत ज्वलंत समस्या सागर तळाशी प्रचंड प्रमाणात निर्माण होत आहे जी हवामानबदलासाठीदेखील कारणीभूत आहे. यात काळजीची

गोष्ट ही आहे, की मिथेनच्या कार्बन डायऑक्साइडमधल्या रूपांतरणावेळी ऑक्सिजनचा उपयोग सूक्ष्मजीव करतात त्यामुळे सहाजिकच पाण्यात ऑक्सिजनची कमतरता निर्माण होते. वाढलेल्या कार्बन डायऑक्साइडमुळे नुसतीच तापमान वाढीत भर पडत नाही तर समुद्राच्या आम्लीकरणालाही तो कारणीभूत ठरतो. या ठिकाणी समुद्रजीवांचे जगणे मुश्किल होते व त्यांची संख्या झपाट्याने कमी होते. या मिथेन वायूपासून ऊर्जानिर्मिती करण्यात जपान, चीन, भारत, साऊथ कोरिया व तैवान ही राष्ट्रे अग्रणी आहेत. जर्मनीमध्ये नवीन तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने हा वायू शोषून घेऊन मिळवला जातो यामध्ये पाण्याच्या पिंजऱ्यातला मिथेन काढून घेऊन त्या जागी कार्बन डायऑक्साइड जो औद्योगिक क्षेत्रातला टाकाऊ वायू आहे तो भरला जातो. अशा प्रकारचे प्रयोग अलास्का येथे नॉर्वे व अमेरिकेमार्फत केले जात आहेत.

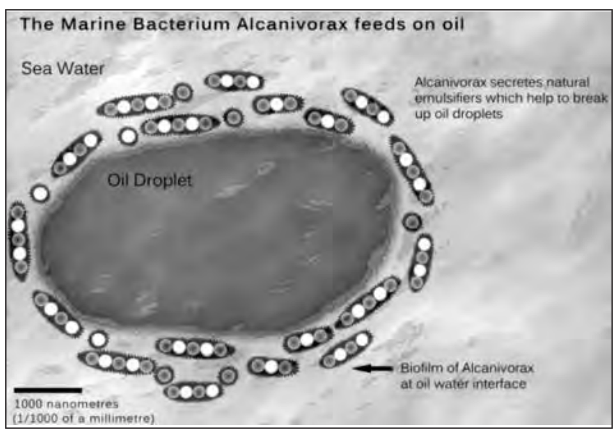
सागरात होणारी तेलगळती ही वेगवेगळ्या प्रकारे होत असते. कधी जहाजांमध्ये इंधन भरत असताना, इंधनांचे बॅरल एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वाहून नेताना, इंधनाच्या पाईपलाइन तुटल्यामुळे, चुकीच्या खाणकामामुळे तर कधी बिघाडामुळे बुडणाऱ्या जहाजांमधून खनिजतेल पाण्यात मिसळले जाते. ही तेलगळती अगदी कुठेही होऊ शकते म्हणजे ज्या ज्या ठिकाणी खनिजतेल खाणकामातून काढले जाते, वाहून नेले जाते किंवा वापरले जाते त्या त्या ठिकाणी तेलगळती होऊ शकते. कमी घनता असल्याने पाण्याच्या पृष्ठभागाशी हे तेल जमा होते व तरंगत राहते. तिथे असणाऱ्या शैवालांवर तसेच समुद्री जीवांवर याचे घातक परिणाम होतात. पक्ष्यांचे पंख चिकटून बसतात व उडता न आल्याने बऱ्याच समस्यांना त्यांना तोंड द्यावे लागते.

बॅरोन एम. जी. आणि त्याच्या सहकाऱ्यांनी एका संशोधनात पिलांपासून हळूहळू वाढत जाणाऱ्या माशांच्या जीवनचक्राचा २००५ सालात अलास्कामध्ये अभ्यास केला, काही ठरावीक प्रमाणात पेट्रोलियमच्या सान्निध्यात आल्यावर या माशांच्या पिलांची वागणूक कशी बदलते याची नोंद घेतली. त्यांनी अभ्यासले की हे मासे विचित्र पोहत आहेत, तोल गेल्यामुळे त्यांच्या हालचालींमध्ये बदल झालेले आहेत. पेट्रोलियम ऑइलमधल्या हायड्रोकार्बनमुळे पेशी आवरणावर भूल दिल्याप्रमाणे परिणाम होतो. सेंट्रल नर्व्हस सिस्टिमचे काम हळूहळू बंद पडत जाते.

काही प्राण्यांच्या बाहेरील आवरणामुळे त्यांना पाण्यावर तरंगता येते तसेच अती थंड प्रदेशात थंडीपासून संरक्षण केले जाते; पण तेलाच्या थरामुळे त्यांची तरंगण्याची क्षमता तसेच नैसर्गिक आवरण नष्ट होते व हायपोथरमिया होऊन ते मरण पावतात. शिंपल्यांमध्ये हे हायड्रोकार्बन जाऊन बसतात व कितीतरी काळ तेथेच साठून राहतात. समुद्रातले बरेचसे सस्तन प्राणी या शिंपल्यांना तसेच ऑईस्टर खाऊन जगतात. पेट्रोलियमचे पचन न झाल्याने त्यांच्या पचनसंस्था बिघडतात. या तेलाच्या थराला समुद्राच्या लाटा किनाऱ्याशी घेऊन येतात, तेथील जैवविविधता असलेल्या भरतीक्षेत्रातील परिसर तेलाने व्यापून जातो. कोरल रीफ किंवा प्रवाळ भित्तिका ह्या बऱ्याच माशांची तसेच इतरही समुद्री जीवांची प्रजननक्षेत्रे आहेत. येथे लहान पिल्ले संरक्षणासाठी आसरा घेतात. लाटांनी वाहून आणलेले तेल बिचाऱ्या लहान जीवांना त्रासदायक ठरते. प्रवाळ प्राणीदेखील मोठ्या प्रमाणावर नष्ट होतात.

ही तेलगळती झाल्याझाल्या लगेचच कोस्ट गार्डच्या मदतीने काढून टाकण्यात आली तर परिणाम कमी होऊ शकतात, पण या दरम्यान बऱ्याच प्राण्यांना आपला जीव गमावावा लागतो.

तेलगळती झाल्यावर एक तरंगणारे कुंपण किंवा बॅरियर ऑइल स्पिल पसरण्यापासून रोखू शकते, अन्यथा समुद्राच्या लाटा व प्रवाह या तेलाला कमी वेळेत दूरवर पोहोचवतात.



## विज्ञानधारा डिसेंबर अंकासाठी बक्षिसपात्र निबंध – चांदा पब्लिक स्कूल, चंद्रपूर

### Waste is not waste it's property

**Atharva Umate**

Dr. Sharad Kale Sir came to our school to spread awareness on environmental issues. He is winner of one of the great honours of our country Padmashri and he is also a well known scientist and developed a biogas plant based on biodegradable waste resources. While interacting with us he said that in the canteen of Tata Institute of Social Sciences in Mumbai, some food was leftover or goes stale but unlike other canteens, this canteen saves it for a biogas plant installed in the backyard to produce biogas which is used to cook fresh food. Thus leftover food provides fuel is really amazing concept. He said leftover food and vegetables residues, fruit peels are not waste but an asset. He also told us about a moneyplant which is sealed in a glass jar for 25 years. It is using the resources in that jar only. The only thing it is taking from outside is sunlight. He told us that old leaves fall in the soil and act as the manure for new leaves. Leaves release some water through transpiration which condense and create effect of rain there. Thus all the requirements of the plant are fulfilled in the jar. By giving this example, he told us that there is nothing called waste in the language of nature. It is a natural cycle. If waste will not form, new product will not take birth. He also gave an example of atom. He said atom is from where both positive and negative energy combine together to form life. He also said about sustainable development programme for balancing this cycle of environment. He explained relationship between the climatic change and impact of human activity. Many students of our school asked questions and I was one of them. He is moving place to place to spread awareness towards the nature. It was really an amazing interactive session for me. He advised us what we can do at our level to stop degradation of the environment. He told us to grind the peels of fruit and vegetable residues in mixer and mix it really well with soil to prepare organic manure at home. We also pledged that we will not waste our food and we will not leave any left over, also we will not call waste as waste. He is really an amazing man.

9th B, Chanda Public School, Chandrapur

बऱ्याचदा काही बोटींमार्फत हे तेल समुद्राच्या पृष्ठभागावरून काढून घेतले जाते. बरेचदा या तेलाला आग लावली जाते व तेल जाळून नष्ट केले जाते. थर विरळ करण्यासाठी ऑईल डिस्परसंट वापरले जातात. तेल खाऊन जगणारे म्हणजेच ऑईल डिग्रेडिंग बॅक्टेरिया यांचादेखील वापर करून तेलाच्या गळतीमुळे होणाऱ्या प्रदूषणाला आपण कमी करू शकतो सूक्ष्म जीवांच्या मदतीने अतिशय प्रभावीपणे हे काम होते आजच्या घडीला यावर फार मोठ्या प्रमाणात संशोधन चालू आहे जेनेटिक इंजिनीयरिंगचा वापर करून संशोधकांनी नवीन नवीन बॅक्टेरिया बनवले आहेत जे प्रभावीपणे कमी वेळेत तेल नष्ट करू शकतात, पण या जीवाश्मतेलाच्या साठ्यातून इंधननिर्मिती करण्यापेक्षा अक्षय ऊर्जास्रोतांकडे आपण वळलो तर मानवासहित अनेक सजीवांचे प्राण वाचतील, नाही का?

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

ग्रंथाली

**शरद काळे यांची नवीन पुस्तके नाट्यातून विज्ञानाकडे भाग १, २ आणि ३**

**मूल्य २०० रु.**
**सवलतीत १२० रु.**

**मूल्य २०० रु.**
**सवलतीत १२० रु.**

**मूल्य ३०० रु.**
**सवलतीत १८० रु.**

सायली घाग

# प्राण्यांच्या दंतकथा

चुलबुल एक मस्तीखोर खार. तिने शेजारच्या खारकाकू त्यांच्या मुलाला बडबडत असलेले ऐकले, 'दाताची कणी करून मी तुला सांगते तरी तू ऐकशील तर शपथ. तुझ्यासाठी आम्ही दाताला अन्न लागू देत नाही आणि दात कोरून पोट भरता येत नाही रे. नीट अभ्यास कर. नीट अभ्यास कर. पण नाही, तुझं मात्र सतत फिदीफिदी चालू. आम्ही तरी काय करणार? आमचेच दात आणि आमचे ओठ. उनाडक्या कमी केल्या असत्यास तर कमी टक्के मिळाले नसते. आता बोल ना दातखिळी बसली काय तुझी?'

असे दातावरून त्या सारख्या बडबडत होत्या. दातांचा आणि कमी टक्के मिळवण्याचा काय संबंध हे काही तिच्या लक्षात काही केल्या येत नव्हते!

तिची आई तिला म्हणाली, 'अग, दात आणि कमी टक्के यांचा काहीही संबंध नाही, पण बोलण्याच्या ओघात त्यांच्या तोंडून दातासंबंधी वाक्प्रचार येऊन गेले, एवढेच!

चुलबुल म्हणाली, 'अग आई, सांगायचं राहिलंच! त्या दिवशी खेळता खेळता चुकून आम्ही राणेकाकांच्या घरात गेलो आणि पाहतो तर काय काकांनी त्यांचे सर्व दात काढून वाटीत ठेवले होते हे कसं काय ग?'

त्यावर आई म्हणाली, 'अग माणसांमध्ये वयोमानापरत्वे त्यांचे सर्व दात पडले की त्यांना अन्न चावता यावे याकरता दातांची कवळी लावली जाते. ती कवळी स्वच्छ करण्यासाठी त्यांनी वाटीत काढून ठेवली असेल.

''सुरुवातीला माणसाच्या लहानपणी माणसांमध्ये दाताचा आकार लहान गोळीसारखा असतो. हळूहळू त्याला परिपूर्ण आकार मिळतो. मानवामध्ये दुधाचे दात व कायमचे दात असे दोन वेळा दात येतात. दुधाच्या दातांची संख्या प्रत्येक जबड्यात दहा-दहा अशी दोन्ही मिळून वीस असते. प्रत्येक जबड्यात ४ पटाशीचे दात, २ सुळे व ४ दाढा असतात. दुधाचे दात वयाच्या सहाव्या महिन्यापासून सुरुवात होऊन २.५-३ वर्षांपर्यंत येतात. त्यातील पटाशीचे दात ८-१३ महिने, सुळे १६-२२ महिने व दाढा २५-३३ महिने या काळात येतात. त्यामुळे बालकाच्या शारीरिक वाढीचे टप्पे ठरवण्यातही दातांचा अभ्यास महत्त्वपूर्ण ठरतो. वयाच्या सातव्या ते अकराव्या वर्षापर्यंत दुधाचे दात आले त्या क्रमानं पडतात व त्या जागी नवीन दात येतात, त्यांना कायमचे दात म्हणतात. सर्वसाधारणपणे बाराव्या वर्षापर्यंत एकूण २८ दात येतात. अठराव्या वर्षी किंवा त्यानंतर वरच्या आणि खालच्या जबड्यात दोन्ही बाजूंस एक-एक अशा एकूण ४ दाढा येतात. त्यांना अक्कलदाढा (Wisdom teeth) म्हणतात. या चार दाढांपैकी एखादी किंवा चारही अजिबात येत नाहीत, म्हणून कायम दातांच्या एकूण संख्येचा उल्लेख २८ ते ३२ करतात. प्रत्येक जबड्यामध्ये ४ पटाशीचे, २ सुळे, ४ उपदाढा (Premolars) व ६ दाढा असे एकूण १६ दात असतात. या दंतपंक्तीमध्ये पटाशीचे दात आणि दाढा यांच्या संख्या क्रमानं मांडल्या तर दुधाच्या दातांचं व कायमच्या दातांचं असं दंतसूत्र मिळतं. हे दंतसूत्र दोन्ही जबड्यांतील उजव्या (कोणत्याही एका) बाजूच्या दातांची रचना दाखवते. सर्व सस्तन प्राण्यांचं वर्गीकरण दंतसूत्रावरून केलेलं असल्यानं वर्गीकरण विज्ञानात दंतसूत्र महत्त्वाचं ठरलं आहे.

''माणूस जो आहार घेतो त्यामधे पिष्टमय पदार्थांचं, साखरेचं प्रमाण जास्त असतं. शाकाहार करा किंवा मांसाहार करा माणूस शिजवलेले अन्न खातो व यात पिष्टमय पदार्थ व साखर  भात-चपाती, ब्रेड, बिस्किटं, केक, निरनिराळी सरबतं, शीतपेयं, चॉकलेट यांमध्ये असतातच असतात.

पूर्वीच्या काळापेक्षा माणसाचा आहार जाडच्याभरडच्या अन्नाकडून जास्त प्रक्रिया केलेल्या अन्नाकडे आलेला आहे. त्यामुळे माणूस अशा अन्नापोटी व साखरेपोटी दंतरोगाला जास्त प्रमाणात व कमी वयापासून बळी पडायला लागल आहे. रानटी प्राण्यांना दंतरोगाला फार कमी प्रमाणात तोंड द्यावं लागतं याचं मुख्य कारण त्यांचा नैसर्गिक आहार. त्यांचं अन्न शिजवलेलं नसल्यानं दंतरोगापासून ते नैसर्गिकरीत्या वाचलेले असतात. दुसरं असं की त्यांचे दात त्यांच्या आयुष्यापेक्षा जास्त जगतात, दुसऱ्या अर्थी त्यांना दंतरोगाला तोंड द्यावं लागत नाही, त्याआधीच त्यांचा जीवनकाल समाप्त होतो. काही प्राण्यांच्या आयुष्यात दातांची सतत वाढ होत असते, उदाहरणार्थ, कृदंत प्रकारातील आपण खार, उंदीर इत्यादी प्राणी – त्यांना या वाढीमुळे दंतरोग होत नाहीत. काही प्राण्यांना आयुष्यभर दातांचे संच नव्यानं येतात. उंदरांनी कुरतडण्यापासून रोखल्यास, त्यांचे दात शेवटी त्यांच्या तोंडाच्या छताला छिद्र करतात. हत्ती, मगर, शार्क त्यांचे दात गळून नवीन दात येत असल्यानं त्यांनाही दंतरोगाची भीती नसते. मगरी तर जबडा वासून बसतात. मग त्यांच्या दातात अडकलेले मांसकण काढून टाकण्याचे काम प्लव्हर प्रकारचे पक्षी करतात. यात त्या पक्षांना अन्न मिळतं व मगरीचे दात आयतेच स्वच्छ होतात. मगरींना एका वेळी जवळपास ६० दात असतात. सर्वात विलक्षण गोष्ट म्हणजे मगरीला त्याच्या आयुष्यात २००० पेक्षा जास्त दात असू शकतात. हे मोठे दात फक्त खाण्यासाठी नाहीत! मादी मगरी त्यांच्या मुलांना हळुवारपणे तोंडात घेऊन जातात. मगरीचे दात लहान पिल्लांना सुरक्षित ठेवतात.

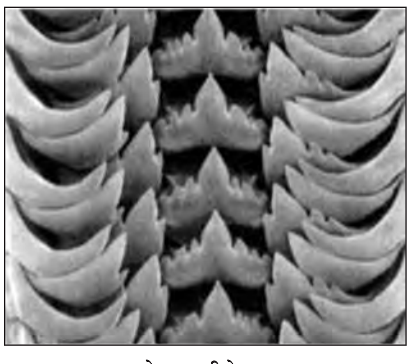
वनस्पती खाणारे दात

''शाकाहारी प्राणी गाय, बैल, शेळी, मेंढी इत्यादी गवत, पाला चघळून खात असतात. या आहारात व खाण्याच्या त्याच्या सवयीमुळे आपोआप त्यांचे दात घासले जाऊन स्वच्छ होत असतात.

वाघ, सिंह आदी मांसाहारी प्राणी कच्चे मांस भक्षण करतात. त्यात पिष्टमय पदार्थ व साखर नसते. याशिवाय त्यांची लाळ पाचनक्रिया सुलभ होण्यासाठी, त्यांच्या दातांवरील एनॅमलचं क्षारीकरण होण्यापासून व पर्यायानं दंतरोगापासून वाचवते. ही काही मला माहित असलेली कारणे आहेत, तरीसुद्धा अन्नकण अडकल्यानं प्राण्यांचेही दात किडू शकतात. प्रसिद्ध शिकारी जीम कॉर्बेटनं नरभक्षक वाघांना ठार केल्यानंतर त्यांची तपासणी केली असता त्याला आढळलं होतं की त्यांपैकी काहींचे सुळे वा एखादा सुळा किडून निखळला होता, हलत होता व त्यामुळे त्यांना नैसर्गिक शिकार करणे शक्य न झाल्यानं ते सुलभ शिकारीकडे वळून नरभक्षक झाले होते. काही हत्तींची दाढ किडल्याची उदाहरणं आहेत. प्राणिसंग्रहालयातील प्राण्यांचे दात किडल्याची उदाहरणं आहेत. तरीही मानवांच्या तुलनेत रानटी प्राण्यांचं दात किडण्याचं प्रमाण नगण्य म्हणावं लागेल.

''सापांना तीक्ष्ण वक्र दात असतात, परंतु ते त्यांची शिकार चावत नाहीत. साप नेहमीच त्यांचं अन्न संपूर्ण गिळतात.विषारी सापांमध्ये दोन मोठे व आतील बाजूस वळलेले विषदंत असतात आणि जबड्यातील इतर दात लहान असतात. ज्यावेळी विषारी साप चावा घेतो, तेव्हा त्याच्या दातांच्या खुणा उमटतात. यांमध्ये विषदंतांचे दोन मोठे खोल व्रण ठळकपणे दिसतात. ज्या वेळी बिनविषारी साप चावतो, त्यावेळी त्याच्या बारीक दातांच्या खुणा उमटलेल्या दिसतात. काही वेळा अशा खुणा अस्पष्ट उमटतात. कारण सापाला दंश करणं व्यवस्थित जमलेलं नसतं. घाईगडबडीत साप दंश करून निघून जातो, त्यावेळी थोड्या खुणा किंवा बारीक ओरखडे उमटलेले दिसतात.

''गोगलगायींचं तोंड डोक्यापेक्षा मोठं नसलं तरी त्यांना आयुष्यभर २५००० पेक्षा जास्त दात असतात. घोडे, उंट, गायी, मेंढ्या आणि शेळ्या हे शाकाहारी (वनस्पती खाणारे) आहेत. त्यांच्याकडे गवत, पानं आणि इतर कठीण वनस्पती चघळण्यासाठी रुंद, सपाट दात असतात. सिंह, वाघ, लांडगे



गोगलगायीचे दात

आणि कोल्हे हे मांसाहारी (मांसभक्षक) आहेत. शिकार पकडण्यासाठी त्यांचे लांब, टोकदार दात असतात आणि मांस कापण्यासाठी तीक्ष्ण दात असतात. घोड्यांच्या वयानुसार, त्यांच्या हिरड्या कमी होतात आणि त्यांचे अधिक दात उघडे होतात, ज्यामुळे ते खरोखर वाढत आहेत असे दिसते.

ब्लू व्हेलचे दात

''ब्ल्यू व्हेलना दात नसतात. ते जगातील सर्वात मोठे सस्तन प्राणी असले तरी, निळे व्हेल फक्त क्रिल नावाची लहान कोळंबी खातात, म्हणून त्यांना दातांची गरज नसते.

''जिराफांना ३२ दात आहेत, माणसाइतकेच! पण... त्यांना फक्त खालचे दात आहेत! जिराफांना वरच्या दातांच्या जागी एक जाड, दाट ऊतक (पेशी) थर असतो, ज्याला दंत पॅड म्हणतात. ते दररोज सुमारे ७० पौंड अन्न खातात जेणेकरून त्या खालच्या दातांना नक्कीच कसरत मिळते.

''बहुतेक माशांत किंचित लांब दात व मुखात आतील बाजूस वक्र झालेले व टोकदार दात ग्रसनीत (घशात) असतात. त्यांचा उपयोग अन्न पकडण्यासाठी व ते काही झालं तरी निसटू नये म्हणून होतो.

''उभयचरांपैकी बेडकांत वरच्या जबड्यात लहान शंक्काकृती दात असतात. सरीसृपात (सरपटत चालणारे) कासवांमध्ये दात नसतात पण श्रृंगमय, कठीण चोच असते.

''सरड्यामध्ये लहानमोठे शंक्काकृती दात असतात. जबडे मिटले असता वरचे व खालचे दात एकाआड एक बरोबर बसतात. हातांची बोटं एकमेकांत गुंतवून मुठी मिटल्या असता बोटं बाहेरच्या बाजूस जशी एकमेकांत गच्च अडकलेली दिसतात तशीच वरील रचना होते. त्यामुळे भक्ष्य सुटून जाऊ शकत तर नाहीच, जबड्यांच्या झटकन व बऱ्याचदा झालेल्या उघडझापीनं त्याचे तुकडे होऊन गिळणं सोपं होतं.

''शार्कचे एक आश्चर्यकारक वैशिष्ट्य म्हणजे त्यांचे दात

शार्कचे दात

सतत वाढवण्याची क्षमता, जे त्यांना त्यांचे दात नेहमी तीक्ष्ण आणि कार्यक्षम ठेवण्यास मदत करतं. एखादा दात तुटतो तेव्हा तो बाहेर पडतो आणि त्याच्या जागी एक नवीन त्वरित वाढतो. शार्क काही दिवसांत किंवा काही तासांत त्यांचे दात बदलू शकतात. त्यांच्या आयुष्यादरम्यान, शार्क हजारो दात गमावू शकतात आणि बदलू शकतात.

''जळू या प्राण्याला ३२ मेंदू असतात. इतकंच नाही तर जळूला ३ जबडे असतात आणि प्रत्येक जबड्याला १०० दात असतात.

''बहुधा दात नसलेला प्राणी सर्वात म्हणजे पक्षी. ते त्यांचं अन्न संपूर्ण गिळतात आणि ते पचवण्यास मदत करण्यासाठी त्यांच्या पोटातील गिझार्डवर अवलंबून असतात. गिझार्ड हा एक अवयव आहे जो लहान दगड आणि इतर

कणांच्या मदतीनं अन्न पीसतो. पक्ष्यांच्या प्रकारावर अवलंबून, त्यांचे आहार खूप वैविध्यपूर्ण आहेत. आफ्रिकन आणि आशियाई दोन्ही हत्तींना एकूण २६ दात असतात ज्यात दोन वरच्या काचेचे (टस्क), १२ प्रीमोलार्स (बाळाच्या दातांसारखे कायमस्वरूपी नसलेले दात) आणि १२ दात असत. आशियाई हत्तींना आफ्रिकन हत्तींपेक्षा लहान दात असतात आणि मादींमध्ये नरापेक्षा लहान दात असतात.

हत्तींचे दात म्हणजे वरच्या जबड्यातील दुसऱ्या इन्सिझरचे बदल. ते ६-१२ महिन्यांच्या वयात दुधाचे दात

बदलतात आणि त्यानंतर सतत वाढतात.

''बहुतेक प्राण्यांप्रमाणे, माकडं त्यांचे दात शस्त्र म्हणून वापरतात. पण हुशार असल्यानं ते त्यांचा वापर मुख्यतः टूलबॉक्स म्हणून करतात. ते काजू फोडण्यासाठी, फांद्यांची साल काढण्यासाठी त्यांचा वापर करतात आणि चिंपांझीच्या बाबतीत, वाळवी पकडण्यासारख्या गोष्टींसाठी त्यांच्या दातांचा वापर करतात. ते दातांनी पिसू (रक्त शोषणारे एक जंतू) मारतात.

''काही संस्कृतींमध्ये, डुकराच्या दात शक्ती, धैर्य आणि क्रूरतेचं प्रतीक म्हणून पाहिलं जातं आणि ते शस्त्रं किंवा शक्ती आणि संरक्षणाशी संबंधित इतर वस्तू

पाणगेंड्याचे दात

सजवण्यासाठी वापरले जातात. काही संस्कृतींमध्ये, डुकरांचे दात संपत्ती आणि समृद्धीशी संबंधित आहेत. उदाहरणार्थ, काही पारंपरिक चिनी संस्कृतींमध्ये, नवविवाहित जोडप्यांना डुकराचे दात सुदैवी आणि उदंड भविष्याचे प्रतीक म्हणून सादर करण्याची प्रथा आहे.

''पाणघोड्याला ३६ दात असतात, जे सरळ असतात! त्यांच्याकडे निसर्गातील सर्वात लांब दात आहेत. हे दात सुमारे ३ फूट लांब आहेत! पाणघोडे बहुतेक त्यांच्या तलवारीसारखा वापर लढाई आणि संरक्षणासाठी करतात. ते सहजपणे धातूचा चावा घेऊ शकतात आणि ते त्यांच्या आकारानं आणि ताकदीनं मासेमारी नौका बुडवतात.

''बीव्हर त्यांच्या अन्नात भरपूर लोह वापरतात, म्हणूनच त्यांचे दात इतके मजबूत असतात. यामुळे त्यांना बांध बनवण्यासाठी, लाकूड कापण्यासाठी आणि खाण्यासाठी सालाचा मऊ भाग मिळवण्यासाठी आवश्यक शक्ती मिळते.

''गायीच्या जबड्यांत ३२ दात असतात. त्यांपैकी खालच्या जबड्यात समोर ८ दात तर मागील बाजूला वरच्या

गायीचे दात

आणि खालच्या जबड्यांत प्रत्येकी १२ दाढा असतात. तिच्या जबड्यांत पटाशीचे दात नसतात. म्हणून गाय डोके हलवून गवत उपटते आणि नंतर दाढांनी चर्वण करते. दाढांवर उंचवटे असल्यामुळे चर्वण करण्यासाठी त्यांचा उपयोग होतो.

''प्लॅटिपस अद्वितीय प्राण्यांपैकी एक असलेला, विष आणि दात नसलेला, अंडी घालणारा सस्तन प्राणी आहे. हे प्राणी फक्त ऑस्ट्रेलियाच्या पश्चिम किनारपट्टीवर आणि टास्मानिया बेटावर आढळते. हे भक्ष्य शोधण्यासाठी इलेक्ट्रोलोकेशन नावाची गोष्ट वापरतात. याचा अर्थ त्यांच्या शरीरात एक सेन्सर असतो जो इतर प्राणी निर्माण करत असलेले विद्युतक्षेत्र शोधू शकतो.

''मुंग्यांना दात असतात. त्यांची विशेष संरचना, त्यांना तांत्रिकदृष्ट्या मॅन्डिबुलर दात म्हणतात कारण ते त्यांच्या तोंडाच्या बाहेर जोडलेले असतात. तुला हे जाणून आश्चर्य वाटेल की मुंग्यांच्या दातांवर जड धातूच्या अणूचा पातळ थर असतो, ज्यामुळे ते अत्यंत मजबूत आणि तीक्ष्ण होतात. काही तंत्रांचा वापर केल्यानंतर शास्त्रज्ञांनी मुंगीचा दात तिच्या जबड्यापासून वेगळा केला. या वेळी तिच्या दातांवर जस्त अणूंचा पातळ थर दिसला. या थरामुळे मुंग्यांचे दात मजबूत

**मुंगीचे दात**

आणि तीक्ष्ण होतात. हा थर ब्लेडच्या काठावर असलेल्या डायमंड फाइलिंगच्या पातळ थरासारखाच आहे.

''लॉब्स्टरचे दात त्यांच्या पोटात असतात. पोट तोंडापासून अगदी थोड्या अंतरावर स्थित आहे आणि अन्न प्रत्यक्षात पोटात चर्वण केलं जातं जे दाढांच्या पृष्ठभागासारखे दिसतात, ज्याला गॅस्ट्रिक मिल म्हणतात. लॉब्स्टर त्यांच्या डोक्याच्या पुढील बाजूस चार लहान अँटेना आणि त्यांचे शरीर झाकणारे लहान संवेदनाक्षम केस वापरून त्यांच्या अन्नाचा वास घेतात. त्यांची वासाची जाणीव खूप सूक्ष्म असते.

''कोळयांना दात नसतात आणि ते त्यांच्या शिकारीला द्रव बनवण्यासाठी विषावर अवलंबून असतात. जेणेकरून त्यांचं पोट, शोषक पोट म्हणून ओळखलं जातं, डायनासोरच्या प्रकारानुसार दातांची संख्या वेगवेगळी होती. ऑर्निथोमिमस आणि गॅलिमिमस यांसारख्या काही डायनासोरांना दात नव्हते. डायरानोसॉरस जातीच्या डायनासोरसला ५० ते ६० घन शंकूच्या आकाराचे दात केळीसारखे मोठे होते. हॅड्रोसॉर, किंवा डक-बिल डायनासोरला सर्वात जास्त दात होते. ९६० दात होते. एखाद्या डायनासोरचा दात तुटला, तर त्या जागी दुसरा लगेच वाढत असे, आजच्या शार्कच्या दातांप्रमाणे.

अँसेरमिमस, गॅलिमिमस, ऑर्निथोमिमस आणि स्ट्रुथिओमिमस अँसेरमिमस, गॅलिमिमस, ऑर्निथोमिमस या डायनासोरना दात नव्हते, परंतु त्यांना चोच होत्या ज्याद्वारे ते वनस्पती आणि कीटक आणि लहान प्राणी खात.''

आज चुलबुलला मुंगी या कीटकापासून डायनासोर या मोठ्या प्राण्यांपर्यंत त्यांच्या दातांविषयी अजबगजब माहिती कळली होती इतक्यात चुलबुलचे बाबा आले. ते चुलबुलला म्हणाले, ''काय तर मग आजचा विषय दात का? दंतकथा, दंतकांती, दंतपंक्ती, दंतवैद्य, दंतभाग्नो (दात पडल्यामुळे होणारा अस्पष्ट शब्दोचार) दंतमंजन, दंतपरीक्षक, दंतातरण (दोन दातांमधील अंतर) दंताळला, (ओठाच्या बाहेर पुढे आलेला दात), दंतोच्चार (दातांपासून होणारा उच्चार) असे दाताशी संबंधित विविध शब्दही शब्दकोशात आहेत बरं का.''

चुलबुल बाबांना म्हणाली, ''बाबा दंतकथा म्हणजे काय हो?''

''तोंडातोंडी चालत आलेली गोष्ट म्हणजे दंतकथा. किंवा एकानं दुसऱ्याला सांगून तयार झालेली काल्पनिक गोष्ट यालासुद्धा दंतकथा म्हणतात. त्यात सामान्यतः मानवी मनोवृत्ती धारण करणारे प्राणी दर्शवतात आणि पद्य किंवा गद्य यामध्ये भाषा वापरतात, लोकांच्या गैरवर्तनाचे आणि वृत्तीचे वर्णन करणाऱ्या कथांमधून संदेश किंवा नैतिक संदेश देतात.''

आज चुलबुलला दातांविषयी बरीच माहिती मिळाली होती. चुलबुलने आपल्या स्वतःच्या दातांची काळजी घेण्याचे वचन बाबांना दिले.

**– सायली घाग**
sayalig2710@gmail.com

## भारतीय अंतराळसंस्थेची घोडदौड

नववर्षाच्या पहिल्याच दिवशी भारतीय अंतराळ संशोधन संस्थेने (ISRO) आंध्र प्रदेशातील श्रीहरीकोटा येथून आपल्या पहिल्या एक्स-रे पोलरीमीटर उपग्रहाचे यशस्वी प्रक्षेपण केले. PSLV-C58 रॉकेटने, त्याच्या साठाव्या मोहिमेवर, प्राथमिक उपग्रहसामग्री XPoSat वाहून नेली, आणि इच्छित पृथ्वीभोवती ६५० किमी कक्षेत हा उपग्रह दाखल झाला. अंतराळ संस्थेने नंतर उपग्रहाच्या कक्षीय प्रवेशाची झलक दाखवणारा व्हिडिओ लोकांना सादर केला आहे. समर्पित ध्रुवीय मिशन लाँच केल्यामुळे, येणाऱ्या लहरींच्या कंपनाची दिशा जाणून घेण्यापासून खगोलीय पिंडांची वैशिष्ट्ये शोधण्याचा प्रयत्न करणारा भारत हा अमेरिकेनंतरचा दुसरा देश आहे. ही मोहीम ब्लॅकहोल, न्यूट्रॉन तारे, सक्रिय आकाशगंगा केंद्रे, पल्सर विंड नेब्युला इत्यादी विविध खगोलीय स्रोतांमधून उत्सर्जनयंत्रणा समजून घेण्यास मदत करेल. यशस्वी प्रक्षेपणानंतर पत्रकारांना संबोधित करताना, इस्रोचे अध्यक्ष एस. सोमनाथ म्हणाले, 'सन २०२४ मध्ये, फक्त १२ महिन्यांत आम्हाला आमच्या लक्ष्यावर किमान १२ मोहिमा करायच्या आहेत. अर्थात हार्डवेअर तयार करण्याच्या आमच्या क्षमतेवर या मोहिमा अवलंबून आहेत. आम्ही किमान १२ ते १४ मोहिमांसाठी तयार आहोत.' अंतराळ संस्थेच्या या मोहिमांना आमच्या मनःपूर्वक शुभेच्छा.

मेधा लिमये

# स्मरण एका ध्यासपर्वाचे!

श्रीनिवास रामानुजन यांचा २२ डिसेंबर हा जन्मदिन आपण सन २०१२ पासून राष्ट्रीय गणितदिन म्हणून साजरा करतो. अवघे ३२ वर्षांचे आयुष्य लाभलेले रामानुजन आयुष्यभर गणिताचा ध्यास घेऊन जगले. गणितदिनानिमित्ताने त्यांना ही स्मरणांजली!

तीव्र ग्रहणशक्ती, स्मरणशक्ती यांच्या जोडीला प्रतिभेची उपजत देणगी लाभलेल्या शांत पण चौकस स्वभावाच्या रामानुजन यांनी जिल्ह्यात सर्वप्रथम येऊन कुंभकोणम येथे प्राथमिक शिक्षण पूर्ण केले. माध्यमिक शाळेत त्यांना गणिताची खरी गोडी लागली व वेगाने ते गणिती कूटप्रश्न सोडवू लागले. शालेय गणिताचा अभ्यासक्रम त्यांच्यासाठी अगदीच सोपा होता. सुदैवाने तेराव्या वर्षीच मित्राकडून मिळालेले जी. एस. कार यांचे 'सिनॉप्सिस ऑफ एलिमेंटरी रिझल्ट्स इन प्युअर अँड अप्लाइड मॅथेमॅटिक्स' हे पुस्तक त्यांच्या बुद्धीला योग्य खाद्य ठरले. त्यांनी त्या पुस्तकातील सर्व सूत्रांच्या सिद्धता मांडून उदाहरणे सोडवली. ती टिपणे 'रामानुजन अय्यंगार नोटबुक' स्वरूपात रामानुजन यांच्या हस्ताक्षरात उपलब्ध आहेत.

माध्यमिक शिक्षण पूर्ण करून शिष्यवृत्तीसह महाविद्यालयात प्रवेशापर्यंत सगळे शिस्तीत झाले. पण सारे लक्ष गणिताकडेच लागलेले असल्याने ते कॉलेजशिक्षणात रमले नाहीत. सुदैवाने त्याच काळात व्ही. रामस्वामी अय्यर यांनी चेन्नईत स्थापन केलेल्या इंडियन मॅथेमॅटिकल सोसायटीच्या जर्नलमध्ये १९१० मध्ये रामानुजन यांचा 'बर्नुली संख्यांचे गुणधर्म' हा पहिला संशोधनलेख प्रकाशित झाला व त्यानंतर १९१२ मध्ये आणखी दोन लेख प्रकाशित झाले. घरची आर्थिक परिस्थिती अगदीच बेताची. त्यामुळे मद्रास पोर्ट ट्रस्टमध्ये कारकुनाची नोकरी पत्करून फावल्या वेळात त्यांनी गणिताचे संशोधन एकांड्या शिलेदाराप्रमाणे चालू ठेवले. मद्रास पोर्ट ट्रस्टचे कमिशनर फ्रान्सिस स्प्रिंग यांनी रामानुजनची गणितातील चमक जाणून अन्य जाणकार प्राध्यापकांच्या मदतीने इंग्लंडमधील गणितज्ञांशी रामानुजनचा पत्रव्यवहार घडवला. केम्ब्रिज विद्यापीठातील प्राध्यापक हार्डी यांनी रामानुजनच्या संशोधनाचे मोल जाणले व त्यांच्या प्रयत्नांनी १९१४ मध्ये एका शिष्यवृत्तीसह रामानुजन इंग्लंडला गेले.

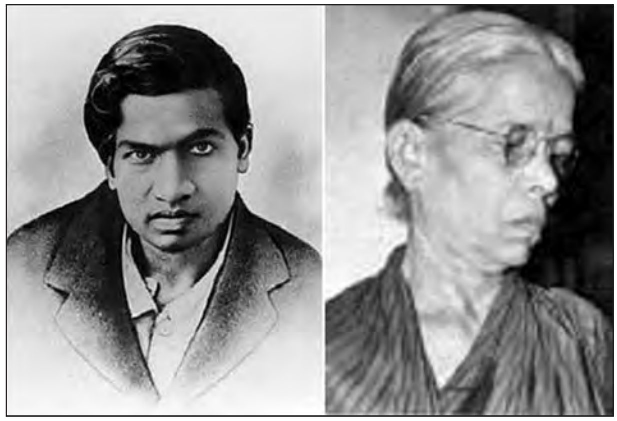
हार्डी-रामानुजन हा मणिकांचनयोग गणितशास्त्रासाठीही उपकारक ठरला. दोघांनी मिळून अनेक गणिती सिद्धांतांवर मौलिक संशोधन करून आंतरराष्ट्रीय नियतकालिकांमधून शोधलेख लिहिले. लिटलवूड यांचीही मदत रामानुजनना मिळाली. त्यामुळे रामानुजनना तेथे पदवी मिळाली, इतकेच नव्हे तर ते FRS म्हणजे रॉयल सोसायटीचे फेलो व ट्रिनिटी कॉलेजचेही फेलो झाले. आपल्या अल्पायुष्यात रामानुजननी ४००० हून अधिक गणिती सूत्रे शोधली. विशेषतः अनंत श्रेढी (Infinite Series), नंबर पार्टिशनिंग, इलिप्टिक फंक्शन, मॉक थीटा फंक्शन्स इत्यादी विषयांवर विशेष संशोधन केले. पाय ह्या अपरिमेय बीजातीत संख्येच्या किमतीच्या जवळ अतिशय जलद जाणाऱ्या काही अनंत श्रेढी (Infinite Series) त्यांनी शोधल्या. सन १९१७ मध्ये त्यांची भेट प्रा. एल. के. रॉजर्स यांच्याशी झाली आणि दोघांच्या चर्चांमधून रॉजर्स-रामानुजन आयडेंटिटीजची निर्मिती झाली. सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ जयंत नारळीकर म्हणतात, Ramanujan's work on highly composite numbers started a whole new line of investigations in the theory of such numbers. त्यांचे संशोधन अत्यंत काटकसरीने वापरलेल्या साध्या वह्यांमध्ये सामावलेले असे. त्यांच्या मृत्यूनंतर

सापडलेल्या तीन वह्या १९५७ मध्ये टाटा इन्स्टिट्यूटने प्रसिद्ध केल्या.

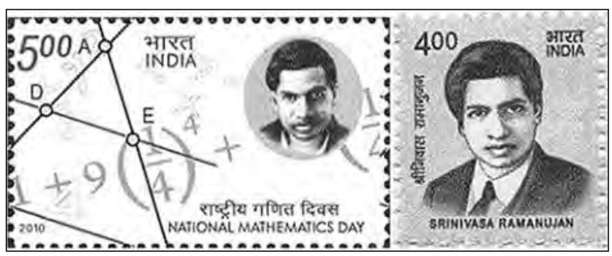
संख्यांच्या गुणधर्मांचे, परस्परसंबंधांचे रामानुजनना विलक्षण आकर्षण! त्यांचा एक किस्सा प्रसिद्ध आहे. रुग्णालयात आजाराने क्षीण होऊन बिछान्यावर पडलेल्या रामानुजनना भेटायला प्रा. हार्डी आले होते. दोन कसलेले गणितीच ते! त्यांचे संभाषण सर्वसामान्यांसारखे थोडेच असणार? हार्डी महाशय म्हणाले, येताना मी ज्या टॅक्सीने आलो तिचा क्रमांक होता १७२९. पुढे त्यांनी म्हटले की हा क्रमांक मला फारसा आकर्षक वाटला नाही. यावर क्षणार्धात रामानुजन म्हणाले, असे कसे? ही तर मोठी मनोवेधक संख्या आहे. बाराचा घन १७२८ अधिक एकचा घन १ आणि दहाचा घन १००० अधिक नऊचा घन ७२९ या दोन्हींची बेरीज १७२९ येते. दोन नैसर्गिक संख्यांच्या घनांच्या बेरजेने दोन प्रकारे लिहिता येणारी ती लहानात लहान पूर्णांकसंख्या आहे. हार्डीही या उत्तराने थक्क झाले.

पंडित नेहरूंनी त्यांच्या 'डिस्कव्हरी ऑफ इंडिया' या सुप्रसिद्ध पुस्तकात लिहिले आहे, Ramanujan's brief life and death are symbolic of conditions in India. रामानुजन आणि पत्नी जानकी यांचा जीवनपट शतकापूर्वीच्या सामाजिक परिस्थितीचे प्रातिनिधिक दर्शन घडवतो. १९०९ साली लग्न झाले तेव्हा रामानुजन होते एकवीस वर्षांचे व पत्नी जानकी केवळ दहा वर्षांची! पतिपत्नींचा सहवास फारसा घडलाच नाही कारण रामानुजन शिक्षण, नोकरी या निमित्ताने १९१० ते १९१३ या काळात मद्रासला एकटेच राहिले व १९१४ मध्ये इंग्लंडला गेले, तेही एकटेच. आजारी अवस्थेत भारतात परतल्यावर पुनर्भेट झाली व अल्पकाळ सहवास झाला. मात्र अखेरच्या आजारपणात जानकीने त्यांची सेवा केली व एकमेव विरंगुळा असलेले आकडेमोडीचे काम त्यांना कागदपेन्सिल देऊन करू दिले. तेव्हा सुट्या कागदांवर लिहिलेली सुमारे ६०० सूत्रे व इंग्लंडहून येताना आणलेल्या वह्या हे सर्व गणितधन जपून जानकीअम्मलनी पतीच्या निधनानंतर मद्रास विद्यापीठाकडे सुपूर्द केले.

अशा असामान्य पतीच्या कार्याच्या छायेत जानकीअम्मलनी ज्या हिमतीने दीर्घायुष्य व्यतीत केले तेही विशेषच. रामानुजन मरण पावल्यानंतर त्यांनी मुंबईला भावाच्या घरी राहून थोडेफार इंग्रजीचे व मुख्यतः शिवणकाम ाचे शिक्षण घेतले. मात्र भावाच्या आश्रयाने त्या कायमच्या राहिल्या नाहीत. पुन्हा कुंभकोणमला येऊन रामानुजनच्या पश्चात मिळालेल्या पेन्शनसह शिवणकाम करून तसेच शिवणकामाचा वर्ग चालवून त्या स्वाभिमानाने जगल्या. काटकसरीने राहून त्यांनी गरजू मुलांना शिक्षणासाठी मदत केली. कुंभकोणमला परतल्यावर त्यांना मदत करणारी एक मैत्रीण दुर्दैवाने मरण पावली तेव्हा त्यांनी तिच्या सात-आठ वर्षांच्या लहान मुलाचा सांभाळ केला. पुढे वाणिज्य शाखेतील पदवीधर होऊन स्टेट बँकेत अधिकारी झालेल्या या मुलाच्या कुटुंबाने या आईला अखेरपर्यंत प्रेमाने सांभाळले. त्या श्री. नारायणन यांच्या घरीच जानकीअम्मलनी वयाच्या ९४ व्या वर्षी शेवटचा श्वास घेतला. दोघांची उपलब्ध छायाचित्रेही विलक्षण आहेत. तरुण रामानुजनचे पासपोर्टसाठी काढले गेलेले, तर जानकीअम्मलचे वृद्ध झाल्यावरच काढले गेलेले!



असामान्य व्यक्ती कार्यामुळे अमर होतात हे खरेच! मृत्युपश्चात रामानुजन यांच्यावर चार टपालतिकिटे निघाली. १९८७ मध्ये जन्मशताब्दीवर्षात जानकीअम्मलनी जपलेल्या एकमेव फोटोवरून त्यांचा अर्धपुतळा बनवण्यात आला. रामानुजनच्या सिद्धांतांवर संशोधन करणारे अमेरिकन



**रामानुजन यांचे कुंभकोणम येथील घर**

**१७२९ ह्या संख्येच्या संदर्भातील ऐतिहासिक संभाषणाचे स्मृतिचिन्ह म्हणून गुड थिंकिंग आणि ब्रिटिश सोसायटी फॉर द हिस्टरी ऑफ मॅथेमॅटिक्स यांच्या संयुक्त निधीतून लावलेला स्मारकफलक.**

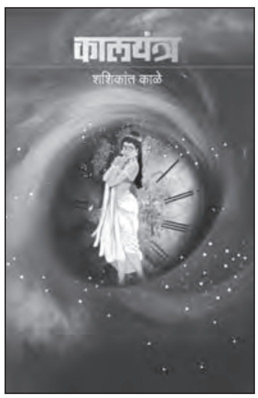
गणिती तेव्हा भारतात आले व त्यांनी व्याख्याने दिली. सन २००५ पासून ३२ वर्षांखालील गणित संशोधकाला SSTR Ramanujan Prize देऊन सन्मानित केले जाते. याचे पहिले मानकरी मंजुल भार्गव आणि कन्नन सौंदरराजन हे ठरले आणि २०२३ चे मानकरी रुइझियांग झांग हे आहेत. हार्डी आणि रामानुजन या दोघांवर आधारित 'A disappearing Number' हे पुरस्कारप्राप्त नाटक एका ब्रिटिश नाटककाराने २००७ मध्ये सादर केले.

देशविदेशातील गणितप्रेमींच्या उपस्थितीत २०१२ ह्या राष्ट्रीय गणितवर्षाचे उद्घाटन तत्कालीन पंतप्रधान डॉ. मनमोहनसिंग यांनी मद्रास विद्यापीठात केले. 'The man who knew infinity' हे रामानुजन यांचे चरित्र लिहिणारे ब्रिटिश लेखक रॉबर्ट कनिगेल हेही या समारंभाला आले होते. त्यांचा सन्मान करताना मनमोहनसिंग म्हणाले, 'The fascinating and inspiring story of Ramanujan needs to be told to the world. I understand that yours is a book that has made Ramanujan well known to the public at large all over the world. नायजेरिया देशातही तेव्हा गणितवर्ष साजरे झाले. कनिगेल यांच्या पुस्तकाच्या आधारे २०१५ मध्ये त्याच नावाचा चित्रपटही निघाला. लंडनमधील २, कोलीनेट रोड, पुटनी येथील रुग्णालयाच्या जागी असलेल्या इमारतीवर हार्डी व रामानुजन या गणितज्ञांच्या १७२९ ह्या संख्येच्या संदर्भातील ऐतिहासिक संभाषणाचे स्मृतिचिन्ह म्हणून २०१७ मध्ये एक पाटी लावण्यात आली. रामानुजनचे चरित्रकार कनिगेल लिहितात, Ramanujan's life can be made to serve as parable for almost any lesson you want to draw from it.'

आज परिस्थिती बरीच अनुकूल आहे, तरुण संशोधकांनी रामानुजन यांच्या चरित्रावरून प्रेरणा घेऊन संशोधनात झोकून देणे हीच रामानुजनना खरी आदरांजली ठरेल.

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

**॥ग्रंथाली॥**




**कालयंत्र**
**शशिकांत धारणे**

विज्ञानकथासंग्रह

**मूल्य ३०० रुपये सवलतीत १८० रुपये**

अभय यावलकर

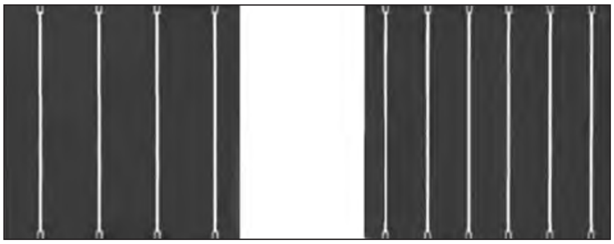
# सौरऊर्जा क्षेत्राचा विकास आणि आव्हाने

मागील अंकात सौर **फोटोव्होल्टिक** सेल याविषयी माहिती आपण जाणून घेतली. हळूहळू सौर उपकरणांचा विस्तार वाढत जाणार हे निश्चित आहे. यासोबतच सौर उपकरणांची मागणी वाढणार असून दीर्घकाळ वापरून झालेले सौर सेल, त्याला जोडून असलेली इतर यंत्रणा त्यांच्या आयुष्याच्या मर्यादांनुसार बदलत राहावे लागणार आहे. अर्थातच भविष्यात कचऱ्याचे स्वरूप काहीसे बदलेल. म्हणजे पुढील काळात यातून काहीसा कचरा निर्माण होणार हे त्रिकाल सत्य आहे. परंतु त्याच्या वापरामुळे कार्बनउत्सर्जन, जागतिक तापमानवाढ आणि ऊर्जास्रोत इत्यादी उपविषयांवर मार्ग निघत असेल तर कचऱ्याचा विषय ही तंत्रज्ञानाचा वापर करून सोडवता येऊ शकेल. ही सर्व आव्हाने पेलण्याची ताकद भारतीय तंत्रज्ञानामध्ये निश्चित आहे, म्हणूनच आज भारतातील सौरऊर्जा क्षेत्र जगात चौथ्या क्रमांकावर आहे. यातूनच सौरऊर्जा क्षेत्र तरुणतरुणींना रोजगाराच्या अनेक संधी उपलब्ध करून देणार आहे.

अन्न शिजवणे ही प्रक्रिया प्रत्येक घरात न चुकता होत असते. शहरात गॅस, मायक्रोवेव्ह, इंडक्शन प्लेट तर खेडेगावात चुलीवर, गॅसचा वापर करून स्वयंपाक केला जात आहे. मात्र या यादीतून एक उपकरण आता पडद्याआड गेले ते म्हणजे केरोसिन स्टोव्ह. हे या ठिकाणी नमूद करण्यामागचा उद्देश म्हणजे गेली ५ दशके हा स्टोव्ह अनेकांनी पहिला, त्याची नवीन प्रारूपे पहिली, पण आजमितीला हा स्टोव्ह गायब होण्यामागचे कारण किती जणांना माहीत आहे? अर्थातच स्टोव्हसाठी लागणारे केरोसिन संपले आणि स्वयंपाकघरातील काकडा, स्टोव्ह पिन गायब झाले. एकेकाळी रेशन कार्डावर महिन्याला २० लिटर केरोसिन मिळत असे. आज दिसेनासे झाले. ही आहे संपुष्टात येणाऱ्या इंधनाची वास्तवता.

यावरून आपण एकच लक्षात घ्यायला हवे की इंधने संपुष्टात येऊ शकतात ही काळ्या दगडावरची रेघ आहे. म्हणूनच भविष्यात चूल किंवा स्वयंपाकाचा गॅस यालादेखील काही पर्याय येऊ शकतात. त्यामुळे बदलत्या काळाप्रमाणे आपल्यालाही बदलावे लागणार आहे हे निश्चित आहे. म्हणूनच सद्य:स्थितीत न संपणारे आणि दीर्घकाळ पुरणारे इंधन कसे मिळवता येईल याचा शोध आपण घेत आहोत. कोळसा, स्वयंपाकाचा गॅस, पेट्रोल, डिझेल ही पारंपरिक इंधने २०४० सालापर्यंत संपुष्ठात येतील असा तज्ज्ञांचा अंदाज आहे. ही इंधने संपुष्टात आली  आणि पर्यायी इंधन उपलब्ध झाले झाले नाही तर! तर अनेक समस्या निर्माण होऊन देशाच्या विकासात अडथळे उभे राहू शकतात. म्हणूनच सौरऊर्जेचा पर्याय उत्तम ठरणार आहे. सौरऊर्जेवर अन्न शिजवणे, पाणी गरम करणे, फळभाज्या, पालेभाज्या वाळवणे, वीजनिर्मिती करणे अशा एक ना अनेक गोष्टी करता येतात, हे आपण पाहिले असून आजमितीला  सौरऊर्जेवर चालणारी सूर्यचूल, सौरबंब, सौरवीज यंत्रणा, सौर वाळवणी यंत्र, सौरपंप इत्यादी उपकरणे बाजारात उपलब्ध झालेली आहेत. या यंत्रणा उष्णता आणि प्रकाशऊर्जेचा वापर करून कार्य करत असतात. घरगुती वापराकरता सूर्यचूल, सौरबंब आणि वीजनिर्मिती करणारी फोटोव्होल्टाइक यंत्रणा उपयोगी ठरत असून सरकार दुर्गम भागाना प्रोत्साहन देण्याच्या दृष्टीने वीजयंत्रणेसाठी अनुदान देत आहे. या यंत्रणा परतावा मिळवून देणाऱ्या असल्याने केलेली गुंतवणूक व्याजासहित परत मिळते. यामुळे आर्थिक फायदा तर होतोच, त्याचबरोबर पर्यावरणाचा ऱ्हासही थांबतो. विशेष म्हणजे यातून होणारे कार्बनउत्सर्जन मोठ्या प्रमाणावर कमी होते. आजमितीला १ किलोग्रॅम कोळशातून २.४०० किलोग्रॅम, एलपीजी गॅसमधून २.३०० किलोग्रॅम इतके कार्बनउत्सर्जन होते. या उत्सर्जनाला थोपवणे कठीण आहे. त्यावर उत्तम

पर्याय म्हणजे पारंपरिक इंधन वापर वेगाने कमी करणे आणि शाश्वत, स्वच्छ पवनऊर्जा, हायड्रोजन गॅस किंवा सौरऊर्जेसारखे नवीन ऊर्जास्रोत वापरणे हेच उपाय असू शकतात. या सर्व नवऊर्जास्रोतांचा वापर सर्वांनाच फायदेशीर ठरणार असून, हा फायदा पैशांत मोजता न येणारा आणि भविष्यातील पिढ्यांसाठी केलेली सामाजिक शाश्वत गुंतवणूक असणार आहे. आज या यंत्रणांचा विकास औद्योगिक क्षेत्रापर्यंत पोचला आहे. त्यामुळे कारखान्यांना बॉयलरसाठी लागणारे गरम पाणी शेफलर तंत्रज्ञानाचा वापर करून मिळवले जात आहे. देशातील अनेक धार्मिक स्थळांनी या तंत्रज्ञानाचा वापर सुरू केला असून भाविकांचे भोजन, अंघोळीचे गरम पाणी सौरऊर्जेवर गरम केल्यामुळे कोट्यवधी रुपयांचे इंधन वर्षभरात वाचत आहे. ही फक्त पैशांची बचत झाली. यातून कार्बन डायऑक्साइड, सल्फर डायऑक्साइड यासारखे



हानिकारक विषारी वायू वातावरणात मिसळणे थांबले. मोठी किंमत मोजूनही हे थांबू शकले नसते. हा झाला अप्रत्यक्ष मिळत असलेला फायदा. उदाहरण माऊंट अबू येथील ब्रह्मकुमारी संस्थानचे देता येईल. येथे दरदिवशी सुमारे २५००० भाविक जेवू शकतील अशी सोय असून शिजणारे सर्व पदार्थ सौरऊर्जेवर तयार केले जातात. यामुळे दिवसाला २०० लिटर डिझेल, १८४ एलपीजी सिलेंडरएवढे इंधन वाचत असून दरदिवशी निर्माण होणारे १.२ टन कार्बनउत्सर्जन थांबवले गेले आहे.

गुंतवणुकीचा परतावा, प्रदूषणातून मुक्तता आणि मुबलक ऊर्जास्रोत असलेली ही वास्तवता लक्षात घेता सौरऊर्जा वापर संपूर्ण विश्वाच्या कल्याणाचा मार्ग आहे. असे असले तरी अजूनही मनात सौरऊर्जा वापराविषयी अनेक शंका आणि आव्हाने आहेत. अर्थात ही सुरुवात असल्याने जनसामान्यात प्रश्न निर्माण होणे अपेक्षित आहेच. सुरुवात केलीच नाही तर प्रश्न सुटणारही नाही, म्हणूनच भारत सरकार अनुदानासारखे पर्याय लोकआकर्षणासाठी वापरत आहे. त्यामुळे सौरऊर्जावापर अनिवार्य होणार असून येणाऱ्या आव्हानांना सामोरे जाण्यासाठी आपण सक्षम आणि साक्षर होणे गरजेचे आहे.

**सौरऊर्जा वापरायची का?**

सौरयंत्रणा पर्यावरणपूरक आहेत हे सर्वांनाच ज्ञात आहे. असे असले तरी नाण्याला दोन बाजू असतात. त्यातील एक बाजू सकारात्मकता दर्शवते तर दुसरी बाजू सकारात्मकता वाढवण्यासाठी जागृत करते. त्यामुळे अनेक प्रश्न समोर येतात आणि जे जे उत्तम ठावे ते ते घेत राहावे या उक्तीप्रमाणे आपण चांगल्या बाजू घेऊन मार्गक्रमण करत असतो. त्यावेळी ही उपकरणे तयार करताना काही प्रदूषण होत असावे का, होत असावे तर किती आणि मग वापरायचे का नाही, असाही विचार करणे आवश्यक आहे.

मनुष्य हा विकसित प्राणी असून त्याला त्याच्या गरजा आणि परिस्थितीची जाणीव झालेली असते. आज समृद्धीच्या जोरावर राहणीमान उंचावलेले असताना आपण नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा किती वापर करतो याची काही उदाहरणे देणे आवश्यक वाटतात. मुंबई, पुणे, नागपूर, औरंगाबाद या चार शहरांप्रमाणे अनेक छोट्या शहरांतही प्रत्येक घरटी एकतरी वाहन आहे. या वाहनाला रोज इंधन लागते या १ लिटर इंधनाच्या ज्वलनामुळे सुमारे ९०० ग्राम एवढा कार्बन डायऑक्साइड आणि इतर वायूचे प्रदूषण होते. याशिवाय हे वाहन तयार होताना लोखंड, ॲल्युमिनियम, तांबे, फायबर असे साहित्य वापरले जाते, ते निसर्गातूनच मिळवलेले असते. यातील बहुतांश भाग पुन्हा पुन्हा वापरता येण्याजोगे म्हणजेच रिसायकल करता येतात. ही नैसर्गिक साधनसंपत्ती वापरात असतानाच पाणीही हजारो लिटर वापरले जाते. आज यातील कोणतीच गोष्ट मानव निर्मित नाही आणि त्यामुळे एका वाहनासाठी ४००० लिटर पाणी, २५-३० किलोवॉट वीज एका वाहननिर्मितीकरता वापरली जाते. शिवाय वर्षाकाठी किमान २०० लिटर डिझेल अथवा पेट्रोल वापरल्यास सुमारे ४५० किलोग्रॅम कार्बन डायऑक्साइडची निर्मिती तर २० वर्षात दहा टन कार्बनउत्सर्जन होते.

आता सौरउपकरणांचा हिशेब बघू. ही उपकरणे तयार करताना निरनिराळे साहित्य लागते. त्यात काच, लाकूड, ॲल्युमिनियम, सिलिकॉन, तांबे, रबर, चांदी, लोखंड इत्यादी सर्व साहित्य म्हणजे पुन्हा पुन्हा वापरता येण्याजोगे साहित्य. कोणतेही साहित्य जळून जाणे अथवा पूर्णपणे संपणे असे होत नाही. म्हणजे २० वर्षांच्या मुदतीनंतर हे सर्व साहित्य वापरता येणार असून त्याचा पुनर्वापर करता येणार आहे. १ किलोवॉट सोलर सेलच्या माध्यमातून ४० ते ४५ ग्रॅम कार्बनउत्सर्जन होते. ते नगण्य असून भविष्यात नवीन तंत्रज्ञानामुळे ते यापेक्षाही कमी अथवा शून्य होईल. राहिला तो किमतीचा प्रश्न. १ किलोवॅट सौरवीजयंत्रणा बसवण्यासाठी अपेक्षित खर्च आहे ७५००० रुपये. वर्षाला २४०० युनिट

वीजनिर्मिती करून २० हजार रुपये प्रतिवर्षी वाचतात तर आयुर्मान २५ वर्षे धरल्यास खर्च वजा जाता ४.२५ लाख रुपये वाचतात. शिवाय तांत्रिक बिघाड सोडता दीर्घकाळ विनाखंडीत सेवा. याप्रमाणेच सौरबंब आणि सोलार कूकरही गुंतवणुकीच्या ८ ते १० पट पैसे वसूल करून देतात. या यंत्रणा स्वतःच्या युक्त्या वापरून वापरल्यास हा फायदा पैशांपेक्षा आनंद मिळवून देणारा ठरतो. कारण यात जे विकत घेता येत नाही ती म्हणजे ‘वेळ’. वेळ वाचतो, पैसे आणि कष्ट वाचतात म्हणूनच सौरऊर्जेला स्वच्छ आणि शाश्वत ऊर्जास्रोत म्हटले आहे.

**सौरऊर्जा क्षेत्रात घडतेय क्रांती**

३० वर्षांपूर्वी सोलर सेलमधून वीजनिर्मिती म्हणजे कुतूहलाचे आणि कठीण वाटत असे. किंमत तर सोन्याच्या किमतीपलीकडची होती. एका वॉटकरता ३५०-४५० रुपये मोजावे लागत होते. म्हणजे १ किलोवॅटकरता किमान ३.५ लाख रुपये. या किमतीत त्याकाळी दोन कार सहज खरेदी करता येत होत्या. आज १ किलोवॅट ऑफ ग्रीड दर्जेदार सौरयंत्रणा ७५ हजार रुपयांत उपलब्ध होत आहेत. असे असले तरी अजून लोकांमध्ये जागरूकता यायला वेळ लागत आहे. एका बाजूला राहणीमान उंचावत असताना सौरउपकरणे वापरण्याची साक्षरता येण्याच्या दृष्टीने अजून प्रयत्न व्हायला हवेत. तांत्रिकदृष्ट्या सेलचे आयुष्य आता वाढले असून ३० वर्षे एवढे आयुष्य झाले आहे. सेलच्या रचनेत फरक झाला असून कार्यक्षमता वाढलेली आहे. पूर्वी ७५-१०० वॉट एवढा मोठा पॅनेल असायचा आज ७०० वॉटचा एकाच पॅनल उपलब्ध झाला आहे. म्हणजे फक्त दोन पॅनलमध्ये एका सर्वसामान्य कुटुंबासाठी असलेली आवश्यक उपकरणे सहज चालू शकतील अशी सोय झाली आहे. तंत्रज्ञान विकसित करण्यात सध्या स्पार्क सोलार कंपनी अग्रेसर आहे. या कंपनीचे पॅनल २८ टक्के इतकी उत्तम कार्यक्षमता देणारे असून भविष्यात इमारतीचे छत सोलर पॅनेलने बनवले जाईल, या छताचा उपयोग ध्वनिप्रदूषण रोखणारा असेल. उष्णतारोधक, पाणी, हवा यापासून संरक्षण करणारे असे छत कंपनी तयार करत आहे.

**भविष्यातील आव्हाने**

आपण सर्वांनीच ग्रामीण अथवा शहरी भागात याचा उपयोग केला पाहिजे. तो प्रत्येकाला शहरात राहूनही करता येणार आहे. फक्त त्यासाठी हवी इच्छाशक्ती. आज आपल्या देशाला उच्चतम काळात २४० गिगावॉट एवढी वीज लागते. आपण २०२३ या वर्षाअखेर सौरवीजनिर्मितीचे ४० गिगावॉटचे लक्ष्य पूर्ण करणार आहोत. त्यामुळे भारत सौरऊजेवर वीजनिर्मिती करणारा जगात चौथ्या क्रमांकावरील देश आहे. मात्र अजूनही ही निर्मिती एकूण वापराच्या एकषष्ठांश इतकी आहे. अजूनही आपण मोठ्या प्रमाणावर सोलार सेल बसवणार असून त्यसाठी प्रयत्न सुरू आहेत. सोलार पॅनेल लावण्यासाठी प्रश्न आहे तो जागेचा. भारतात जागा उपलब्ध असली तरी शेती हा आपला मुख्य व्यवसाय आहे. त्यामुळे पडीक जमिनीचा शोध घेणे, शेतकऱ्यांकडून पडीक जमीन भाडेतत्त्वावर घेणे, घरांची अयोग्य रचना, अपुरी छतव्यवस्था, आर्थिक अस्थिरता, अवास्तव परतावा अपेक्षा, भाडेकरू आणि मालक यातील दरी यामुळे सौरयंत्रणा बसवताना अनेक अडथळे येत आहेत. या अडचणींवरही मात करत आपण पाण्यावर तरंगणारे पॅनल्स बसवले आहेत. तेलंगणा राज्यात पेडापल्ली जिल्ह्यात गोदावरी नदीवर असलेल्या रामगुंडम धरणावर सुमारे २६४० मेगावॉटचा यशस्वी सौरप्रकल्प उभारण्यात आला आहे. यामुळे अनेक फायदे झाले. सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे पाण्याचा बाष्पीभवनाचा वेग मंदावला आणि लाखो लिटर पाणी टिकून राहिले, या पाण्याचा शेतीसाठी उपयोग होऊ लागला. आधी म्हटल्याप्रमाणे शेत जमिनी मिळवण्याचे कष्ट वाचले, पॅनेलवर येणाऱ्या धुळीचे प्रमाण कमी झाले त्यामुळे देखभालखर्च कमी झाला. तरंगते वीजनिर्मिती पॅनेल केंद्र भारतात गुजरात, चंदीगड, केरळ या राज्यांमध्येदेखील झालेले असून भविष्यात नद्या,  कालवे यावरही सोलार पॅनेल बसवून वीजनिर्मिती केली जाणार आहे. भविष्यात घरांवरील छतच नव्हे तर दक्षिणोत्तर भिंतींवर पॅनेलची रचना करण्यात येईल आणि वीजनिर्मिती केली जाईल. वीजउत्पादनाबरोबर नवीन पॅनेलची निर्मितीदेखील सातत्याने करावी लागणार आहे. पॅनेलचे आयुष्य संपेल तशी त्याची कार्यक्षमताही कमी होऊन वीजनिर्मिती कमी होईल, म्हणून निर्मिती सोबतच जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेचे सोलार पॅनेल निर्मिती महत्त्वाची ठरणार आहे. पॅनेलनिर्मितीसोबतच रोजगार निर्मितीही होणार असून पॅनेल बनवणे, आराखडा तयार करणे, प्रत्यक्ष मांडणी करणे, त्याची देखभाल करणे, आयुष्य संपलेले सेल, फुटलेले किंवा नादुरुस्त सेलचा कचरा, इतर भाग वेगळे करून पुनर्निर्मितीसाठी देणे इत्यादी प्रकारचे रोजगार मिळणार असून त्यासाठी बेसिक ॲक्टिव्हिटी सेन्टर फॉर सायन्स अँड सोलर एज्युकेशन हे केंद्र प्रशिक्षण देत आहे. जोपर्यंत सूर्याला मरण नाही तोपर्यंत सौरऊर्जाक्षेत्राला मरण नाही असे न थांबणारे हे बहुआयामी, बलशाली सौरशक्तीक्षेत्र सर्वांनाच शाश्वत विकासाच्या वटवृक्षाखाली ऊर्जा देत राहील यात शंका नाही.

**– अभय यावलकर**
विज्ञान आणि सौरऊर्जा अभ्यासक
rnsolar.777@gmail.com

श्याम तारे

# मानवाचे अस्तित्व आणि नैसर्गिक मीठचक्र

मानवाचे वेगवेगळे उपक्रम पृथ्वीचे तापमान वाढवत आहेत इतकेच नाही तर वन्य प्राण्यांचे आयुष्य धोक्यात आले असून पृथ्वीचा स्वत:भोवती फिरण्याचा आससुद्धा जराजरासा हलतो आहे असे दिसत असताना शास्त्रज्ञांना आपल्या अभ्यासात मानवाचे येथील अस्तित्वच धोक्यात येईल अशी एक घटना आढळली आहे.

पृथ्वी आणि तेथे वस्ती करून राहणारे जीव यांच्यासाठी निसर्गाने आवश्यक अशी चक्रे निर्माण केली. त्यात जलचक्र किंवा हायड्रॉलॉजिकल सायकल, कार्बन सायकल, नत्र म्हणजे नायट्रोजन सायकल आणि प्राणवायू म्हणजे ऑक्सिजन सायकल ही चक्रे येतातच, परंतु त्यातच एक मीठ म्हणजे सॉल्ट सायकलदेखील आहे आणि ते इतर चक्रांप्रमाणेच पृथ्वीवरील जीवनासाठी व्यवस्थित चालणे आवश्यक आहे.

मीठचक्राचा आज जो दृश्य परिणाम आहे तो असा की नदी असो की तलाव की आणखी कोणत्याही प्रकारचा पाण्याचा साठा असो, त्यामध्ये आज मिठाचे प्रमाण वाढलेले दिसते आहे. ताज्या अभ्यासात असे दिसले आहे की हे प्रमाण वाढण्याचे कारण माणसाने सुरू केलेले अनेक उपक्रम आहेत. वीस वर्षांपूर्वीची निरीक्षणे ही केवळ त्या त्या जागीच्या परिस्थितीचा आढावा होता परंतु आज इतके पुरावे मिळाले आणि सिद्ध झाले आहेत की त्यातून हे चक्र जागतिक पातळीवर विस्कळीत झालेले आहे असे म्हणता येईल.

आणखी एक महत्त्वाचे निवेदन असे की या चक्राचा अथवा त्याच्या परिणामाचा संबंध हवामानबदलाशी लावला जाऊ नये. या मीठचक्राला 'मानववंशशास्त्रीय मीठचक्र' असे नाव दिले गेले आहे. मीठ अधिक होण्याचा परिणाम केवळ पाणी खारट होण्यामध्ये झालेला नसून तो जमिनीवरदेखील झाला आहे आणि जमिनी क्षारयुक्त होत चालल्या आहेत. इतकेच नव्हे तर हे मीठ आता हवेतसुद्धा दिसते आहे आणि या सर्वांचा एकूण परिणाम इतर नैसर्गिक चक्रांवरसुद्धा होणार आहे.

प्रगतीला आवश्यक म्हणून माणसाने शेतीला सुरुवात केली. त्यानंतर त्याने जमिनीचा विकास सुरू केला. रस्ते आणि इमारतींची बांधकामे सुरू झाली आणि फोफावली. यामुळे पृथ्वीच्या हवेत, जमिनीत आणि ताज्या पाण्यामध्ये क्षारांचे प्रमाण वाढले आहे. हा अभ्यास 'पृथ्वी आणि पर्यावरण' या विषयांचा आढावा घेणाऱ्या 'नेचर' या विज्ञान नियतकालिकात ३१ ऑक्टोबर २०२३ रोजी प्रसिद्ध झाला आहे. त्यातील एक निष्कर्ष आणि इशारा असा आहे, की माणसाच्या विविध उपक्रमांचा धडाका असाच कायम राहिला तर पृथ्वीचे पर्यावरण आणि येथील रहिवाशांचे आरोग्य 'अस्तित्वालाच धोका' या पातळीवर पोचू शकेल.

यासाठी अभ्यासकांनी भूगर्भातील तसेच जमिनीवरील पाण्यामध्ये असलेल्या मिठाच्या क्षारयुक्त कणांचा अभ्यास केला. त्यात असे आढळले की जागतिक पातळीवर अडीच अब्ज एकर किंवा अमेरिकेच्या आकाराइतकी जमीन ही क्षारयुक्त झालेली आहे. इतकेच नाही तर गेल्या ५० वर्षांत मिठाचा जागतिक उपयोग आणि त्या अनुषंगाने उत्पादन वाढल्यामुळे कोणत्याही पाण्यामधील क्षार वाढलेले आहेत.

पाण्याचे क्षारयुक्त होणे हे केवळ पाणी आणि जमीन यांच्यावरच आघात करत आहे असे नाही. कारण जगाच्या काही भागात तलाव आणि सरोवरे उष्णतेमुळे कोरडी होत आहेत. येथील पाण्याच्या वाफेतून क्षारधूळ वातावरणात जाते आणि बर्फाळ प्रदेशात रस्त्यांवर मिठाचे थर जमलेले

मिठाचे वाढते उत्पादन आणि उपयोग यांच्यामुळे मिठाचा जागतिक पातळीवरील नैसर्गिक समतोल ढासळतो आणि त्याचे परिणाम जीव-भौतिक प्रणालीवर दिसतात. यालाच आपण सामान्यपणे ताज्या पाण्याचे क्षारकरण अथवा सॅलिनेशन म्हणतो. नैसर्गिक मीठ चक्रामध्ये भूगर्भ आणि भूजल यांच्या प्रक्रियांमधून विविध प्रकारचे क्षार पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर येतात. मानववंशशास्त्रज्ञांनी या सर्वांचा विचार करून मानववंशशास्त्रीय मीठचक्र तयार केले आहे. परंतु जागतिक पातळीवर मिठाचे उत्पादन गेल्या शतकात झपाट्याने वाढले आणि परिणामी जलाशयांमधील क्षारांचे प्रमाण वाढले.

अमेरिकेमधील मेरीलँड विद्यापीठाचे प्राध्यापक सुजय कौशल यांनी 'नेचर' या विज्ञान नियतकालिकात हा अभ्यास प्रसिद्ध केला आहे. आपली पृथ्वी एक सजीव आहे असे मानले तर खूप अधिक प्रमाणातील मीठ हे या सजीवाच्या महत्त्वाच्या अवयवांना किंवा पृथ्वीच्या पर्यावरणाला धोका पोचवू शकेल असे प्रा. कौशल म्हणतात. ते पुढे स्पष्ट करतात की पाण्यामधून मीठ वेगळे करण्याची प्रक्रिया ही भरपूर ऊर्जा लागणारी आणि खर्चीक आहे. आणि त्यातून जे खारट पाणी मिळेल ते समुद्रापेक्षाही खारट असल्यामुळे त्याची विल्हेवाट कशी लावायची हा प्रश्न उरणारच आहे.

''वीस वर्षांपूर्वी काही विशिष्ट जागी पाणी खारट असायचे, परंतु आता जागतिक पातळीवर ही समस्या दिसते आहे. आम्ही हे दाखवू शकलो आहोत की पृथ्वीवरील इतर नैसर्गिक चक्रांसारखेच मीठचक्रदेखील महत्त्वाचे असून त्यावर तातडीने विचार करायला हवा. हे चक्र पृथ्वीच्या तळापासून म्हणता येईल इतक्या खोलीपासून वातावरणापर्यंत आहे आणि माणसाच्या विविध उपक्रमांमुळे हे चक्र अस्वस्थ झाले आहे.

''आपण जेव्हा मिठाचा विचार करतो तेव्हा ते साधारणपणे सोडियम क्लोराइड या रासायनिक नावाने ओळखले जाणारे मीठ असते, परंतु आम्ही इतर सर्व प्रकारच्या म्हणजे कॅल्शियम, मॅग्नेशियम आणि पोटॅशियम यांच्यापासून बनणाऱ्या मिठाचाही विचार केला आहे.'' असे प्रा. कौशल म्हणतात.

दिसत आहेत. मिठाचे हे अणू जमीन आणि नद्यांमधील गाळ यांच्यामधून एक रासायनिक मिश्रण तयार करत आहेत. त्याचे परिणाम दिसायला लागले आहेत. एकट्या अमेरिकेत रस्त्यांवरील अशा मिठाचा थर २२ अब्ज किलो वजनाचा होता. हे प्रमाण पाण्यात एकूण विरघळणाऱ्या कक्षांच्या १३.९ टक्के आहे असे दिसले. हे सगळे मीठ आणि क्षार नंतर वाहत्या पाण्यात जाऊन मिसळणार आणि धोका वाढत जाणार आहे. यावार एक उपाय म्हणून काही जागी 'बीट' या फळाचा रस रस्त्यांवर पसरवला जातो. त्यामध्ये क्षार कमी असल्यामुळे रस्त्याच्या पाण्यातील क्षार काही प्रमाणात कमी होतात.

या सर्व धोक्यांचा विचार करून अभ्यासकांनी 'मीठ या पदार्थाच्या सुरक्षित आणि शाश्वत उपयोगाची' एक जागतिक मर्यादा ठरवावी अशी सूचना केली आहे. ते म्हणतात की यापूर्वी आपण कार्बन डायऑक्साइडसाठी अशी एक मर्यादा ठरवली होती. त्यांच्या सूचनेचा सरळ अर्थ असा की आपल्या पाण्यामधील मिठाची सध्या अधिक असलेली आणि वाढती मात्रा हा जगामधील एक दीर्घकालीन धोका आहे असे मानून त्यावर काम केले जायला हवे.

सैद्धांतिक अभ्यासाच्या दृष्टीने पाहिले तर असे दिसेल की मिठाचे स्तर नियंत्रित करणे शक्य आहे, परंतु प्रत्यक्षात ही बाब अतिशय गुंतागुंतीची आहे. याचे कारण असे की मीठ हा पिण्याच्या पाण्यामधील त्याला दूषित करणारा पदार्थ मानला जात नाही. रस्त्यांवर मीठ तयार का होत नाही याचे उत्तर असे की मिठाच्या अणूची त्रिज्या अतिशय कमी असल्यामुळे मिठाचे अणू मातीच्या कणांच्या फटीत सहज बसतात आणि रस्त्यावर मिठाचे स्फटिक होताना दिसत नाहीत असे अभ्यासकांनी स्पष्ट केले आहे.

**– श्याम तारे**
shyamtare@gmail.com

डॉ. संगीता गोडबोले

# बाळाचे संगोपन - भाग २

बाळाचे संगोपन या विषयावरील पहिल्या भागात काही सर्वसामान्य गोष्टींबद्दल माहिती घेतली.

आता त्या बाळाला काही आजार असेल किंवा जन्मतः असणारे काही दोष असतील तेव्हा ते कधी आणि कुठल्या पद्धतीने हाताळावेत याबद्दल प्राथमिक माहिती जाणून घेऊ. अशा वेळेस निर्णय डॉक्टर घेणार असतील तरीही त्यांच्याकडे केव्हा जावे याची माहिती घेऊ.

**इन्वायनल हर्निया आणि हायड्रोसिल...**

मुलांच्या स्क्रोटममध्ये असणाऱ्या पाण्यात काही कारणाने रक्तस्राव झाला तर त्याला हिमॅटोसिल म्हणतात आणि त्यात जंतुसंसर्ग होऊन पू झाला तर पायोसिल म्हणतात.

बाळ झोपले असताना स्क्रोटम नॉर्मल आकाराचे दिसते पण उभे केल्यास ते पाण्याने भरलेल्या पिशवीसारखे दिसू लागत असेल तर डॉक्टरांना दाखवावे. त्यात बऱ्याचदा हर्नियाही असतो.

जन्मलेल्या बाळाच्या बेंबीमधून ते रडताना कधी कधी फुगा आल्यासारखा दिसतो. त्याला umbelical hernia असे म्हणतात.

पोटातील प्रेशर वाढेल तेव्हा म्हणजे बाळ जोरात रडले, सतत खोकले, शौचाला जोर करत असेल तेव्हा असा फुगा दिसतो. बाळ शांत झाले की तो फुगाही बसतो.

बेंबीजवळ असणाऱ्या स्नायूंमधील गॅप असते त्यातून पोटातील अवयव म्हणजे आतडे, आतड्यावरील आवरण असे बाहेर येतात. ही गॅप मोठी असेल तर ते आपोआप परत आत जातात. जो बोटाने आत ढकलता येतो त्याला रिड्युसिबल हर्निया म्हणतात.

परंतु गॅप छोटी असेल तर आतड्याचा भाग बाहेरच राहतो आणि मग तो आत जात नसेल तर त्याचा गळा आवळल्यासारखा होऊन बाहेर येणाऱ्या भागाचा रक्तपुरवठा कमी होतो. अशा अडकून राहिलेल्या हर्नियाला ऑब्स्ट्रक्टेड हर्निया म्हणतात. बाळ अधिकच रडू लागते. ती सर्जिकल इमर्जन्सी होऊन बसते. बाहेर अडकलेल्या भागाचा रक्तपुरवठा खंडित होऊन तो कुजण्याचा, गँगरीन होण्याचा संभव असतो.

हीच कथा इंग्युइनल हर्नियाचीही आहे. म्हणून हर्निया हा 'त्याला काय होतंय' अशा प्रकाराने घेऊ नये. वेळीच डाक्टरांचा सल्ला घ्यावा.

बाळ वर्षाचे होईपर्यंत अम्बेलिक हर्निया बऱ्याचदा छोटा होत होत ती गॅप मिटून पूर्ण बरा होतो, पण त्यावर पैशाचे नाणे ठेवून पोट घट्ट बांधून ठेवण्याचा प्रकार अनेक जण करतात. तसे पोट किती घट्ट बांधावे हेही न कळल्याने. बाळ अजून जास्त त्रासून रडते. उलट्या करते. तेव्हा डाक्टरच्या सल्ल्यावाचून आपण उपचार करत राहू नये.

बाळ जन्मल्यानंतर ती मुलगी असेल तर कधी कधी तिच्या तिसऱ्या-चौथ्या किंवा पाचव्या दिवशी योनीमार्गातून रक्तस्त्राव होतो. मोठ्या स्त्रीला पाळी आल्यासारखाच हा प्रकार असतो. आईच्या हार्मोन्सचा परिणाम बाळाच्या हार्मोन्सवरही होऊन बाईला पाळी येण्यासाठी गोळी दिल्याप्रमाणे हे होऊन एक प्रकारे बाळाला पाळीच येते. हे फक्त एकदाच दोन-तीन दिवस होते. ती जागा स्वच्छ ठेवणे इतकाच उपाय करणे गरजेचे असते.

यात घाबरण्यासारखे काहीही नसून बाळाचे गर्भाशय, ओव्हरीज नीट काम करताहेत आणि योनीमार्गही व्यवस्थित आहे याचाच तो पुरावा असतो. प्रत्येक मुलीची काही विनाकारण पोटाची सोनोग्राफी करून गर्भाशय ओव्हरीज पाहिल्या जात नाहीत. पाळी पंधरा वर्षापर्यंत सुरूच झाली

नाही तर ही तपासणी करतात. मग अशा प्रकारे रक्तस्त्राव झाला तर ती पण काळजी मिटते.

काही मुलींचा योनीमार्ग आवरणाने झाकलेला असतो आणि त्यातून पाळीचे रक्त बाहेर येण्याइतकीही जागा अथवा भोक नसते. त्याला Imperforated Hymen असे म्हणतात. ते लहानपणीच लक्षात आले तर आवश्यक तपासण्या करून अगदी छोट्याशा सर्जरीने तो मार्ग तयार करता येतो. लक्षातच आले नाही तर मात्र दर महिन्याला गर्भाशयातून रक्तस्राव तर होतो पण तो बाहेर येत नाही. ते घाणेरडे रक्त तसेच आत साठून रहाते. याला हिमटोकाल्पस म्हणतात. पोट दुखू लागते. फुगू लागते. त्यावेळी छोटी सर्जरी करून बाहेर काढावे लागते. यासाठी मुलीची एकदा तरी पूर्ण शारीरिक तपासणी लहानपणीच व्हायला हवी.

मुलांच्या (मुलगा) बाबतीत त्यांच्या लिंगाची तपासणी केली असता त्याची पुढील कातडी मागे जात नसेल, ज्याला फायमोसिस म्हणतात, तर एक वर्ष वाट पाहून सर्जरी करावी लागते.

लघवीची धार लांब जात नसेल, बाळाला लघवीसाठी खूप जोर करावा लागत असेल, त्यामुळे वारंवार लघवीचे इन्फेक्शन होत असेल तर लवकर निर्णय घ्यावा लागतो.

कातडी मागे जात असेल तर ती जागा अंघोळी करताना बाकी स्वच्छतेबरोबर स्वच्छ करावी लागते. असे करताना ती कातडी पूर्वस्थितीस आणून ठेवण्याची राहिली तर लिंगाच्या तोंडाशी सूज येऊन अडकून बसते ज्याला पॅराफायमोसिस म्हणतात, आणि मग तीपण एक सर्जिकल इमर्जन्सी होऊन बसते. सुंत्याचे ऑपरेशन ताबडतोब करून बाळाची वेदनेतून सुटका करावी लागते.

आणकी एक महत्त्वाची बाब म्हणजे मुलांना चेन असणारी चड्डी किंवा पँट आत दुसरी छोटी किंवा हनुमान चड्डीशिवाय कधीही घालू नये. चुकून चेन खालीवर करताना लिंगाची कातडी अडकली तर त्याच अवस्थेत हॉस्पिटलमध्ये पळण्याची आणि सर्जरी करण्याची वेळ येते. गोष्ट साधी असली तरी महत्त्वाची आहे.

**बाळाला होणारी फंगल इन्फेक्शन - ओरल थ्रश.** प्रतिकारशक्तीच्या अभावामुळे आणि स्वच्छतेचा अभाव यामुळे फंगल इन्फेक्श होतात.

जिभेवर दिसणारा पांढरा थर, गालाला आतील बाजूला आणि ओठाला आतील बाजूला पांढरे आवरण अथवा छोटे पॅच दिसत असतील; शिवाय ते हाताने, ब्रशने साफ करायला गेल्यास लाल होत असतील किंवा त्यातून रक्त येत असेल तर हे फंगल इन्फेक्शन असते.

त्याकरता पोटात घेण्यासाठी औषध आणि त्या ठिकाणी लावण्यासाठी औषधे दिली जातात. नाळ कापल्यानंतरही कधी कधी तिथे असे इनफेक्शन होते. त्यावरही लावण्यासाठी औषधे दिली जातात.

शरीरावर वेगवेगळ्या ठिकाणी फिकटलेले चट्टे दिसत असतील, गोलसर अशा आकाराचे हे चट्टे अनेकदा शरीराच्या दोन्ही बाजूस साधारण सारख्याच ठिकाणी दिसत असतील, मध्यभागी रॅश कमी होऊन ते पसरत असतील, त्यावर खाज येत असेल तर ते फंगल इन्फेक्शन असते.

त्यावर खाजवून चरे ओढले जाऊन बक्टेरियाही त्यात भर टाकतात आणि ते चिघळत जाते. मिक्स इनफेक्शन होते.

त्यामुळे वेळीच डाक्टरांचा सल्ला घ्यावा.

पावसाळ्यात दमट ओलसर कपडे घालण्यामुळेही हा त्रास होतो. शिवाय असा त्रास असलेल्या व्यक्तींचा निकट सहवास, एकत्रित कपडे धुणे यामुळेही संसर्ग होऊ शकतो.

चड्डी दमट ओली घातली तर जांघेत आणि लघवी-शौचाच्या जागीही हा त्रास होतो. मुलींना योनीमार्गालाही इन्फेक्शन होते. त्यामुळे पूर्ण वाळलेले कपडेच घालावेत.

**संसर्गजन्य आजार**

गोवर ताप येणे, अंगावर साधारणपणे दुसऱ्या तिसऱ्या दिवशी बारीक पुरळ दिसू लागणे, सुरुवातीला मानेवर, मानेच्या खाली, पाठपोट, चेहरा, हातपाय अशा क्रमाने पसरत जाते. लालसर रंगाचे हे पुरळ असून खाजही येते. घसा, तोंडातील टाळूवर काही ठिपके दिसतात ज्यांना Koplik spots म्हणतात. हे पुरळ तीन दिवस येत राहते. मग कमी कमी होत जाते. दरम्यान खोकला, सर्दी, गिळता न येणे असाही त्रास होतो. अशावेळी इतर मुलांशी संपर्क टाळावा. डॉक्टरी सल्ला घ्यावा.

**गालगुंड किंवा गालफुगी**

ताप येणे. सुरुवातीला कानाच्या पाळ्या उंचावल्या-सारख्या दिसून हळूहळू कान आणि घसा यांच्या जॉइन्टवर सूज येणे, गिळण्यास त्रास होणे, कानात दुखणे असा त्रास दिसतो. यावर MMR ची लस आल्यामुळे या आजाराचा प्रादुर्भाव घटला आहे.

**कांजिण्या**

ताप, सर्दी याबरोबरच पाण्याने फुगल्यासारखे छोटे छोटे फोड, त्यांच्या मध्यभागी लालसर तोंड दिसते. शरीरावर अनेक ठिकाणी; तसेच, चेहरा तळहात, बोटे असे कुठेही हे फोड दिसतात. तीन दिवस येत राहतात. काही फुटतात. खाजवले तर खोल होतात. हळूहळू खपली धरतात. मग नाहीसे होतात, पण यातून येणाऱ्या स्रावाचा दुसऱ्यास संपर्क

झाला तर हा आजार इतरांना होतो यावरील लसही उपलब्ध आहे.

याचे दोन डोस घेऊनही कांजिण्या होण्याचे प्रमाण अलीकडे वाढले आहे, पण अत्यंत कमी प्रमाणात असे फोड येतात. ताप येत नाही आणि कांजिण्यांमुळे होणारी इतर गुंतागुंत (complications) वाचते.

शिवाय याचेच जंतू शरीरात त्रास न देता काही वर्षे राहतात अथवा पुन्हा प्रादुर्भाव झाल्यास मोठेपणी नागिणीचा (Herpes) त्रास होतो. म्हणून लस घेणे गरजेचे आहे.

**एन्फ्लूएंझा**

सर्वसामान्यपणे फ्लू म्हणून ओळखला जाणारा आजार. कुठल्याही व्हायरसचा संसर्ग झाला तरी त्याला फ्लू झाला आहे असाच गैरसमज आहे.

तरीही आताशा H1 N1, H1N3 यासारखे शब्द कानावर पडून पडून स्वाईन फ्लू या शब्दाशीही परिचय झाला आहे.

सर्दी, कोरडा खोकला, डोळे लाल होऊन पाणी येणे असे या आजाराचे सामान्यपणे स्वरूप असते

त्यावर औषधोपचार आता उपलब्ध आहेत.

**कान फुटणे (cute or chronic otitis media)**

सर्दीमुळे ते नाकातील इन्फेक्शन नाक आणि कानास जोडणाऱ्या युस्टेशिअन ट्यूबलाही होऊन तिथून कानाच्या आतल्या भागापर्यंत पोहोचते. कानाच्या पडद्यावर प्रेशर येऊन, कान दुखून बाळ खूप रडत राहते.

एक तर ते इन्फेक्शन कमी होऊन पडद्यावरील प्रेशर कमी झाले किंवा पडदा फाटला आणि त्यातून पू अथवा पाण्यासारखा द्रव कानावाटे बाहेर पडू लागला की बाळाचे रडणे कमी होते.

अशा प्रकारे कानाच्या पडद्याला छोटेसेच भोक पडले आणि लवकर उपाययोजना झाली तर ते भरूनही येते. पण, असे वारंवार होत राहिले तर मग मात्र सतत कान गळत राहतो, त्याला वाईट वासही येतो आणि बहिरेपण येते. हा आजार टाळता येऊ शकतो म्हणून सर्दीकडे दुर्लक्ष करणे हितावह नाही हे लक्षात ठेवायला हवे.

शिवाय कानात पाणी जाऊ न देणे, तेल न घालणे, काड्या-पिना घालून कान साफ करण्याचा प्रयत्न करणे, कान कधीच साफ न करता आत अगदी दगडासारखी घट्ट घाण तयार होईपर्यंत वाट पाहणे अशा सर्वसामान्य पण त्रासदायक ठरणाऱ्या सवयी, गैरसमज आणि गैरकृती टाळायला हव्यात.

कानातील मळ मऊ होण्यासाठी ग्लिसरीनयुक्त औषधांचे ड्राप मिळतात, त्यांचा डाक्टरी सल्ल्याने योग्य तो वापर करावा.

बाळाचे संगोपन हा खूप चिंताजनक विषय नसून तो काळजी घेऊन बाळाला वाढवण्याचा विषय आहे.

शेवटी काही साध्या सोप्या लक्षात ठेवण्याच्या गोष्टी-

तुमच्या मुलाचे हात वारंवार धुवा आणि सामायिक खेळणी निर्जंतुक करा. तुमचे मूल पाळणाघरात जात असल्यास, आजारी मुलांबद्दल आणि स्वच्छतेच्या समस्यांबद्दलच्या धोरणांचे बारकाईने पुनरावलोकन करा. तुमचे मूल आजारी पडल्यास, संसर्गकालावधी संपेपर्यंत तुम च्या मुलाला डे-केअरपासून दूर ठेवा आणि इतर मुलांपासून दूर ठेवा. यामुळे तुमच्या मुलाचा त्रास वाचेलच, तसाच आपल्यामुळे दुसऱ्यांना होणारा त्रासही वाचेल.

**- संगीता गोडबोले**
sgodbolejoshi@gmail.com

## काकरापार अणुऊर्जा केंद्रातील चौथे संयंत्र कार्यान्वित

काकरापार अणुऊर्जा प्रकल्पाच्या (के.ए.पी.पी. ४-७०० मेगावॉट) चौथ्या संयंत्राने १७ डिसेंबर २०२३ रोजी पहाटे एक वाजून सतरा मिनिटांनी प्रथमच क्रिटिकॅलिटीचा महत्त्वाचा टप्पा गाठला. म्हणजेच त्यातील नियंत्रित विखंडनसाखळी अभिक्रियेची यशस्वी सुरुवात झाली. अणुऊर्जा नियामक मंडळाच्या (ERB) सर्व अटींची पूर्तता केल्यानंतर हे संयंत्र कार्यान्वित झाले आहे. प्लॅन्ट सिस्टिमच्या सुरक्षिततेचा कठोर आढावा घेतल्यानंतर त्याच्या कार्याला मंजुरी मिळाली आहे. के.ए.पी.पी.-४ ही देशात प्रत्येकी ७०० मेगावॉट क्षमतेच्या सोळा स्वदेशी दाबयुक्त जड पाण्यावर आधारित अणुभट्ट्यांच्या (PHWR) च्या मालिकेतील दुसरी अणुभट्टी आहे.

के.ए.पी.पी. ३ आणि ४ ह्या अणुभट्ट्या (२ X ७०० मेगावॉट) गुजरातच्या सुरत जिल्ह्यातील काकरापार येथे विद्यमान के.ए.पी.पी. १ आणि २ (२ X २२० मेगावॉट) अणुभट्ट्यांच्या शेजारी बनल्या आहेत. या स्वदेशी PHWR मध्ये प्रगत सुरक्षावैशिष्ट्ये आहेत आणि ती जगातील सर्वात सुरक्षित अणुभट्ट्यांपैकी आहेत. या अणुभट्ट्यांची रचना, बांधणी, कार्यान्वयन आणि संचालन NPCIL द्वारे केले जात असताना, उपकरणांचा पुरवठा आणि कराराची अंमलबजावणी भारतीय उद्योग/कंपन्यांनी केली आहे आणि त्यामुळे आत्मनिर्भर भारताच्या भावनेचे ते प्रतिबिंब आहे, असे म्हणावयास हरकत नाही.

प्रियांका बर्डे

# 'कोलेस्टेरॉलची गोष्ट' भाग २

छकुली तिच्या घरी गेल्याने आता तिची बडबड थांबली होती. आजीआजोबांसह सर्वांना आता सुमनकाकूकडून कोलेस्टेरॉलविषयी सविस्तर जाणून घ्यायची उत्सुकता लागली होतीच. सुमनकाकू सर्वांची उत्सुकता ताणत म्हणाली, पाऊस थांबला आहे. ताई येईलच इतक्यात. तिची यायची वेळ झाली आहे. आजोबांचे रिपोर्ट घेऊन बाबाही येईल इतक्यात. तेव्हा सगळी मंडळी आली की सांगते.

अथर्व व अर्णवला आई म्हणाली, ''अथर्व, असं बघ कर्बोदकं व प्रथिनं यांचं अपचयक्रियेत त्यांच्या त्यांच्या 'मोनोमर'मध्ये रूपांतर होतं. आणि मेद पॉलिमरचं मेद मोनोमर होतं. तू ही माहिती बरोबर आहे का बघ बरं!''

अथर्व प्रश्नार्थक उत्कंठतेने म्हणाला, ''काही चुकलं का माझं?''

सुमनने समजावले, ''मेद या मोठ्या रेणूंची छोट्या तेलकट संयुगात मोडतोड केली असं म्हणता येईल, पण त्यांना 'मोनोमर' नाही म्हणू शकत हं. कारण मुळात आधी ट्रायग्लिसरॉलसारख्या स्निग्ध पदार्थाचं रूपांतर चयापचया-दरम्यान मेदाम्लात किंवा स्निग्धाम्लात आणि 'ग्लिसरॉल'मध्ये होतं. स्निग्धाम्ल आणि ग्लिसरॉल ही पॉलिमर नाहीत का?''

एन. सत्यनारायणन यांच्या 'बायोकेमिस्ट्री' या पुस्तकात पाहात अर्णवने अथर्वला समजावले, ''हो बरोबर, अथर्व, हे बघ. ट्रायग्लिसरॉल हेसुद्धा पॉलिमर आहे. तर ग्लिसरॉल हेपण ट्रायमर म्हणजे तीन हायड्रोकार्बनवालं पॉलिमरच आहे. तसंच स्निग्धाम्लं हीसुद्धा मुळातच दोन किंवा त्याहून जास्त हायड्रोकार्बन साखळी असलेली आहेत. म्हणजे तीसुद्धा पॉलिमरच आहेत.''

अथर्व आणि अर्णव दोघांनाही हातात 'विज्ञानधारा'चे पोस्टाने आलेले मासिक वाचण्यास देऊन आजी म्हणाली, ''सुमन, आता थोडा वेळ यांना वाचन करू दे. तूही थोडी विश्रांती घे बघू.'' आणि आजी आवराआवर करू लागली.

आजोबांनी तोपर्यंत इडिएट बॉक्स म्हणजेच टीव्ही सुरू केला. सुमनने थकव्याने थोडा वेळ बसल्याजागीच डोळे मिटले. अथर्व आणि अर्णवही भोवतालच्या शांततेला भंग न करता 'विज्ञानधारा' हे मासिक चाळत होते. आणि कोणाला त्रास न देता जे करता येईल ते उद्योग करत होते.

तितक्यात ताई आली आणि मागोमाग बाबाही आले. घरात पाऊल ठेवताच, ताईने रिमोट हातात घेऊन टीव्ही बंद केला आणि तणतणत म्हणाली, ''कुणाला मुळी आजोबांची काळजी म्हणून नाही. ते काही नाही. आई, तुला आजोबांकडे लक्ष देणं जमत नसेल. तर मीच थांबते घरात कॉलेज बुडवून.''

ताईला मध्येच थांबवत आजी म्हणाली, ''तायडे, अग काय झालं? इतकं तणतणायला. नीट सांग पाहू. अग आजोबांची काळजी घ्यायला मी आहे की घरी. आईसुद्धा तिचं काम सांभाळून घरातल्या सगळ्यांची काळजी घेते.

ताई म्हणाली, ''आजी उद्यापासून घरात 'टोंड' दूध म्हणजे बिना सायीचं दूध आणायचं, बाबा चिकन, मटण, समुद्रातील शंखशिंपले आणणं एकदम बंद. बाबा मागे तुम्ही ते महागडे 'लॉबस्टर' आणलेले होते, ते तसलं समुद्री खाणं संपूर्ण बंद. तळलेलं अरबटचरबट आणि भजी बंद. तेल-तूप आणायचंच नाही. नाही दिली फोडणी आमटीला तरी चालेल.'' बाबा म्हणाले, ''बरोबर आहे. सुमन, आजपासून आजोबांचं पथ्य सांभाळायची जबाबदारी आपल्या सर्वांनाच घ्यावी लागेल बरं. घरातल्या सगळ्यांच्याच जिभेचे चोचले पुरवणं आता बंद. आजोबा, तुम्ही माझ्याबरोबर सकाळ

संध्याकाळ फेरफटका मारायला म्हणजेच चालायला यायचं आहे. सुमन, रिपोर्ट बघ आणि मग आईला आहाराच्या वेळापत्रकानुसार स्वयंपाक काय करायचा ते सांग.''

सुमनताईंच्या हातात बाबांनी 'पॅथेलोजी रिपोर्ट' दिला. अथर्व आणि अर्णवही त्यात डोके खुपसत पाहत होते.

अहवाल पाहून अथर्व आईकडे आणि अर्णवकडे प्रश्नार्थक मुद्रेने पाहू लागला. आजी कुतूहलाने म्हणाली, ''असं काय ग लिहिलंय सुमन त्यात, जरा मला समजेल असं सांग हो.''

अथर्वचे बाबा रागावले होते आणि आपला राग व्यक्त करत म्हणाले, ''अग आई, रिपोर्ट म्हणतो – बाबांचं कोलेस्टेरॉल प्रमाणाबाहेर वाढलं आहे. त्यांनी आता तेलकट खायचं नाही.'' सुमन त्यांना शांत करत म्हणाली, ''अहो, तुम्ही शांत व्हा पाहू. मी बघते तो अहवाल आणि समजावते सगळ्यांना. ताई तूही शांत हो. मी उद्यापासून आठवडाभर घरातूनच 'ऑनलाईन लेक्चर' घेणार आहे. तेव्हा ताई, तू कॉलेज बुडवायची आवश्यकता तूर्तास तरी नाही. अथर्व, अर्णव, आजी, आजोबा हे बघा, मी तुम्हाला समजावते. एकूण म्हणजे 'टोटल कोलेस्टेरॉल' जे १५० ते २००च्या मध्ये असलं पाहिजे ते २१५ मिलीग्रॅम प्रति डेसिलीटरइ वर पोहचलं आहे. म्हणजे आजोबांचं कोलेस्टेरॉल प्रमाणाबाहेर वाढले आहे. कोलेस्टेरॉल हा एक असा पदार्थ आहे जो आपल्या शरीराला अनेक प्रकारे मदत करतो. हा तुमच्या प्रद्रव्य पटल किंवा पेशी पटलाचा एक 'बिल्डिंग ब्लॉक' घटकच आहे. असा हा कोलेस्टेरॉल तुमच्या शरीरात पित्त, संप्रेरक आणि व्हिटॅमिन डीदेखील तयार करतो. तुम्हाला कोलेस्टेरॉलची गरज असते. पण तुमच्या रक्तात तो घटक जास्त प्रमाणात असेल तर तुम्हाला हृदयविकाराचा झटका येण्याचा धोका वाढू शकतो. म्हणून, शरीरातील कोलेस्टेरॉलची पातळी किती हे जाणून घेणं आणि तो निर्देशांक काय सूचित करत आहे, याविषयी जाणून घेणं महत्त्वाचं ठरतं. ते आपण या अहवालाच्या माध्यमातून पाहत आहोत.''

अथर्व उत्सुकतेने म्हणाला, ''कोलेस्टेरॉल नेमकं काय काम करतं?''

सुमनताई, ''आपल्या शरीरात कोलेस्टेरॉल रेणू अनेक महत्त्वाची कामं करत असतात. यात समाविष्ट पहिलं कार्य म्हणजे तुमच्या पेशीला पेशीपटलांसारखे संरक्षणात्मक थर तयार करण्यास मदत करणं. तुमच्या पेशीमध्ये काय काय आत प्रवेश करू शकतं किंवा पेशी सोडून बाहेर जाऊ शकतं हे पेशीपटल म्हणजेच कोलेस्टेरॉल रेणू नियंत्रित करत असतात.''

अर्णव म्हणाला, ''हो मी पाठ्यपुस्तकात वाचले आहे – पेशीपटल हे पेशीभोवती असणारं पातळ, नाजूक व लवचीक आवरण असून पेशीतील घटकांना बाह्य पर्यावरणापासून वेगळं ठेवतं. स्फुरिल मेदाच्या (Phospholipid) दोन थरांमध्ये मिसळलेले प्रथिनांचे रेणू अशी पेशीपटलाची रचना असते. पेशीपटल काही ठरावीक पदार्थांना ये–जा करू देतं, तर काही पदार्थांना अटकाव करतं; म्हणून त्याला निवडक्षम पारपटल (Selective Permiable Membrane) असंही म्हणतात. या गुणधर्मामुळे पाणी, क्षार, ऑक्सिजन असे उपयुक्त रेणू पेशीत प्रवेश करतात. तर कार्बन डायऑक्साइडसारखे टाकाऊ पदार्थ पेशीबाहेर पडतात.

सुमन म्हणाली, ''शाबास अर्णव! हे पेशीपटलातील कोलेस्टेरॉल रचनेमुळे शक्य होतं. या पेशीपटलाला दोन थर असतात. पेशीबाहेरील भागात तसंच पेशीच्या आतील भागात पेशीद्रव्य म्हणजे पाणी आहे. या पाण्याशी दोस्ती असणारे हायड्रोफिलिक टोक हे पेशीद्रव्य व पेशी बाह्यभागाकडे तोंड करून आहे. तर पेशीपटलाच्या स्फुरील मेदाच्या आतील त्याच पेशीपटलाचे शेपूट (म्हणजे दुसरं टोक) हे तेलकट अशा कोलेस्टेरॉलचं बनलेलं असून ते हायड्रोफोबिक आहे. ते पाण्यापासून दूर रहाणारं आहे. ज्यानं पाण्याचा फोबिआ म्हणजे धसका घेतला आहे असा भाग. जो पाण्यापासून स्वतःला दूर लोटतो. ज्यामुळे पाण्याकडे ओढले जाणारे व पाण्यापासून दूर जाणारे पदार्थ पेशी आत व बाहेर नेण्याचं कार्य सुलभ होते. आणि शक्यतो ठरावीक पदार्थच आत घेतले जातात. बाकीचे पेशीपासून दूर राहतात. पेशीच्या द्वारकापालाचं कार्य अशा प्रकारे कोलेस्टेरॉल हाताळतं. आणि ह्याच कोलेस्टेरॉलचं दुसरे कार्य म्हणजे आपल्या यकृतात आल्यावर त्याच्यापासून Bile तयार होतं. म्हणजेच पित्ताशयात पित्त तयार होते. जे आपल्याला अन्न पचवण्यासाठी आवश्यक आहे. आणि तुमच्या शरीरातील विशिष्ट 'हार्मोन' (Hormone) म्हणजे संप्रेरकं (सेक्स हार्मोन्ससह) आणि व्हिटॅमिन डीचं उत्पादन करण्याचं महत्त्वपूर्ण कार्यदेखील ते करत असतं.''

आजोबांनी कोलेस्टेरॉल आवश्यक असते हा मुद्दा पकडून विचारले, ''कोलेस्टेरॉल आवश्यक असेल तर माझ्याकडे किती आहे, याची मी काळजी का करायची?''

अथर्वचे बाबा आजोबांना समजावण्याच्या स्वरात म्हणाले, ''अहो बाबा, तुमच्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी पुरेसं कोलेस्टेरॉल असणं महत्त्वाचे आहे. कोलेस्टेरॉल जास्त झाल्यानं अनेक समस्या निर्माण होतात. उच्च कोलेस्टेरॉल (हायपर लिपिडेमिया) किंवा लिपिड्सचं असामान्य प्रमाण

(डिस्लिपिडेमिया) असलेल्या लोकांमध्ये तुमचा एकदा का समावेश झाला की कोरोनरी धमनी रोगाचा धोका जास्त असतो. आणि बाबा, तुम्हाला आता खूप काळजी घेणं गरजेचं आहे. कारण तुमची कोलेस्टेरॉल पातळी प्रमाणाबाहेर वाढली असून आता तुम्हाला अती कोलेस्टेरॉलमुळे 'हायपर कोलेस्टेरोलेमिया' झाला आहे. त्यात ट्रायग्लिसराइड आणखी वाढलं की हायपरलिपिडेमिया किंवा डिस्लिपिडेमिया होऊ शकतो आणि धमनी काठीण्य म्हणजे हृदयविकार ओढवण्याची स्थिती फार दूर नाही. आपलं शरीर हे प्रमाण आटोक्यात ठेवण्यासाठी आवश्यक असलेलं HDL कोलेस्टेरॉल तयार करते. खरं तर, तुमचं यकृत तुमच्या शरीरातील सर्व कोलेस्टेरॉलपैकी ८० टक्के बनवतं. बाकीचं (ज्याची तुमच्या शरीराला गरज नाही) तुमच्या अन्नातून येतं. सहसा, तुमचं शरीर आवश्यक नसलेलं कोलेस्टेरॉल फिल्टर करू शकतं. परंतु अनेक घटक तुमच्या कोलेस्टेरॉलचं प्रमाण संतुलित ठेवण्याच्या तुमच्या शरीराच्या क्षमतेवर परिणाम करू शकतात. उदाहरणार्थ, कौटुंबिक 'हायपरकोलेस्टेरोलेमिया' सारखी आनुवांशिक परिस्थिती.''

ते बरोबर पण मी असे ऐकले की चांगले व वाईट असे दोन प्रकारचे कोलेस्टेरॉल असते? त्याबद्दल सांग न काकू,'' अर्णव म्हणाला.

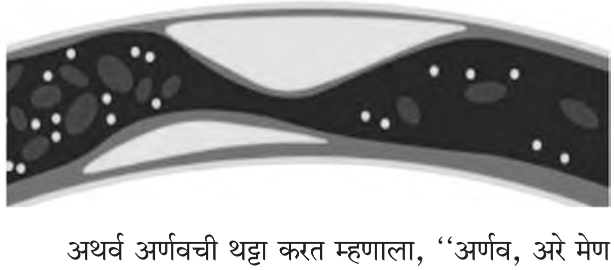
सुमनने सांगितले, ''कोलेस्टेरॉल हा मेणासारखा, चरबीसारखा पदार्थ आहे जो माणसाच्या शरीरात सर्वत्र आढळतो. हा एक प्रकारचा लिपिड म्हणजेच स्निग्धपदार्थ आहे. जो आपल्या शरीरात अनेक आवश्यक कार्यं करतो. लिपिड्स हे असे पदार्थ आहेत जे पाण्यात विरघळत नाहीत. त्यामुळे ते रक्तवाहिन्यांतील मेदस्वरूपात अस्तित्वात असतात. त्यापैकी एच.डी.एल. कोलेस्टेरॉल तुमच्या रक्ताद्वारे प्रवास करत असताना तुमच्या शरीराच्या वेगवेगळ्या भागांमध्ये पोहोचतात ज्यांना त्यांची गरज असते. हे बघा एचडीएलचा फुल फॉर्म आहे हाय डेन्सिटी कोलेस्टेरॉल. त्याची घनता अधिक आहे.''

अथर्वचे लक्ष मधेच अर्णवकडे वेधले गेले व तो म्हणाला, ''अरे अर्णव, किती तेल चोपडून येतोस रे! ते बघ, तू ज्या भिंतीला चिकटून उभा आहेस ना, ती भिंत तेलानं माखली गेली आहे तुझ्या केसांच्या तेलामुळे.''

सुमन- ''अर्णव, अरे तेल कोरड्या भिंतीच्या संपर्कात आलं तर ते भिंतीवर शोषलं जातं. पण अथर्व, मेणबत्तीतील मेण भिंतीच्या संपर्कात आले तर तसं होतं का?''

अर्णव उत्तरला, ''नाही ग, काकू. पण मेणसुद्धा पॅराफिन ऑईल म्हणजे तेलाचंच स्थायुरूप आहे. मग असं का होतं?''

सुमन- ''कारण मेण हे अधिक घनतेचं आहे. इथे मेणाची घनता तेलापेक्षा जास्त. तशीच HDL एच.डी.एल.ची घनता तुलनेने जास्त आहे. ते LDL एल.डी.एल. (लो डेन्सिटी लिपोप्रोटीन) म्हणजे कमी घनतेचं मेद. VLDL वेरी लो डेन्सिटी लिपोप्रोटीन म्हणजे अत्यल्प कमी घनता असलेले मेद. HDL एच.डी.एल. हे LDL व VLDL या दोहोंना रक्तवाहिनीतील प्रवासादरम्यान स्वतःत सामावून घेतं आणि आपली साखळी आणखी वाढवतो. अखेरीस यकृतात स्वत:ला विलीन करतं. आणि असं हा अवाढव्य कोलेस्टेरॉल यकृतात पुढील कार्यात स्वतःपासून पित्त, संप्रेरक (हार्मोन), व जीवनसत्त्व ड या अशा कोलेस्टेरॉलमध्ये रूपांतरित होत असतो. म्हणून एच.डी.एल.ला आपण चांगलं कोलेस्टेरॉल मानतो. तर कमी घनतेचे एल.डी.एल. व व्ही.एल.डी.एल. हे मात्र रक्तवाहिन्यांत विशेषत: धमनीच्या भिंतीवर चिकटतं. जसं अर्णवनं चोपडलेलं तेल. त्यामुळे ते तुलनेनं जास्त असणं वाईट समजलं जातं. एच.डी.एल. पुरेसं नसेल तर त्यांचा निचरा होत नाही. परिणामी धमन्यांची रुंदी रक्तवहनास पुरेशी राहत नाही. यातून एक काळ असा येतो, की धमनीतून रक्त वाहणं शक्यच होत नाही. धमनीकाठीण्य म्हणजे धमन्यांतून रक्तपुरवठा कमी करत अखेरीस रक्तपुरवठा बंद होतो. असं वेगवेगळ्या धमन्यांत होत राहतं. व हळूहळू मेंदूला रक्तपुरवठा, हृदयाला रक्तपुरवठा बंद होऊ शकतो. परिणामी मेंदू, हृदय नीट काम करू शकत नाही. हे प्रकृतीसाठी चांगलं लक्षण नसतं. त्यामुळे कोलेस्टेरॉल वाईट नाही. तुमच्यासाठी त्याच असणं खरं तर अत्यावश्यक आहे. परंतु जास्त कोलेस्टेरॉल हानिकारक असू शकतं. म्हणूनच कोलेस्टेरॉलची कार्ये आणि प्रकारांसहित त्याच्याबद्दल जाणून घेणे महत्त्वाचे आहे. ते कमी करण्यासाठी कशी किंवा कोणती कारवाई करावी, हे जाणून घ्यावं. त्यानुसार पथ्यपाणी करावं, व्यायाम करावा असं हे समजून घेऊन वागण्यातच ज्याचं त्याचं सार्थक आहे.''



अथर्व अर्णवची थट्टा करत म्हणाला, ''अर्णव, अरे मेण लावत जा डोक्याला.''

अर्णव म्हणाला, ''अरे नाही रे टेकणार भिंतीला पुन्हा कधी!''

सुमन रागावून म्हणाली, ''अथर्व, आगाऊपणा पुरे. आणि हो अंड खातानासुद्धा उकडलेलंच आणि पिवळा भाग सोडून बरं का?'' असं म्हणत आर्जीना घेऊन स्वयंपाकघरात गेली.

येथे अर्णवने हसत अथर्वचा निरोप घेतला.

अथर्व आता कधी ताईच्या मदतीने; आजोबांनी आहारात काय घ्यायचे याचा चार्ट तयार करून भिंतीवरील फळ्यावर रोज लिहून काढतो. तर आजोबांवर पाळतही (छकुलीच्या मदतीने) ठेवतो आहे. तसेच, अथर्वचे बाबा व आजोबा व्यायाम दररोज एकत्र करतात.

तुम्हीही आता घरच्यांची काळजी घ्या बरं. आणि हो स्वतःचीही!

**– प्रियांका बर्डे**
goregaokarab.priyanka85@gmail.com

## विज्ञान एकांकिका स्पर्धा २०२४

समाजात असलेला विज्ञानदृष्टीचा अभाव दूर करण्यासाठी आणि शालेय विद्यार्थ्यांच्या विज्ञानविषयक आकलनात मदत करण्याच्या हेतूने 'ग्रंथाली'मार्फत २८ फेब्रुवारी २०२४ रोजी दुसरी राज्यस्तरीय विज्ञान एकांकिका स्पर्धा घेण्यात येणार आहे. शिक्षणप्रणालीतील त्रुटी दूर करण्यासाठी प्रणालीच्या चौकटीत राहूनच त्या त्रुटी दूर करायच्या असतात ह्याची जाणीव ठेवून, 'विज्ञानधारा' माध्यमातून समाजप्रबोधन करताना, समाजात विज्ञानमूल्ये रुजवण्यासाठी विज्ञान एकांकिकांची ही स्पर्धा म्हणजे एका वेगळ्या दिशेने केलेला प्रयत्न आहे, शिक्षक–विद्यार्थी संवाद हा या एकांकिकांचा गाभा आहे. या संवादांमधून विज्ञानाचे विविध पैलू वाचकांसमोर उलगडत जावेत अशी अपेक्षा आहे. त्यासाठी द्विस्तरीय विज्ञान एकांकिका स्पर्धा घेण्यात याव्यात अशी एक कल्पना आहे. यासाठी विभागीय पातळीवर प्रतिसाद मिळणे गरजेचे आहे. ह्या स्पर्धेचा पहिला स्तर नागपूर, कोल्हापूर, नाशिक आणि रत्नागिरी केंद्रांवर तर दुसरा स्तर मुंबईत २८ फेब्रुवारी २०२४ या विज्ञानदिनी घेण्यात येईल.

या विज्ञान एकांकिका स्पर्धा डोळ्यांसमोर ठेवूनच 'नाट्यातून विज्ञानाकडे' ही मालिका प्रसिद्ध करण्याचा संकल्प केला होता. गेल्या वर्षी स्पर्धा आयोजित करताना, बऱ्याच शाळांनी अशा प्रकारची स्क्रिप्ट कुठे मिळतील असे विचारले होते. त्यावरून ही मालिका लिहायचे ठरवले. वेळ कमी असल्यामुळे गेल्या वर्षी १६ एकांकिका असलेली एक पुस्तिका प्रसिद्ध केली व त्यावरच ती स्पर्धा पार पडली होती. सन २०२४ मध्ये विज्ञानदिनी घेण्यात येणाऱ्या ह्या स्पर्धेसाठी आता ७० एकांकिका या शरद काळेलिखित 'नाट्यातून विज्ञानाकडे' या तीन भागांमधून शाळांसमोर ठेवत आहोत. डॉ. सुधीर थत्ते आणि नंदिनी थत्तेलिखीत १० एकांकिका असलेली विज्ञान नाटिका ही पुस्तिकाही 'ग्रंथाली'तर्फे नुकतीच प्रकाशित करण्यात आली आहे. यात आणखीही भर घालण्याचा प्रयत्न राहीलच. एकांकिका स्पर्धेसाठी नाट्यातून विज्ञानाकडे या मालिकेतून विविध विषयांवर लिहिलेल्या एकांकिकाच सादर कराव्यात असा आग्रह अजिबात नाही. शिक्षकांनी त्यांच्या शाळेतर्फे सादर होणाऱ्या एकांकिकांचे स्क्रिप्ट स्वतः लिहिले तर त्याचे स्वागतच होईल. ग्रंथाली प्रकाशित विज्ञान एकांकिकांच्या मालिकेतील एकांकिका, विज्ञान एकांकिकांच्या स्पर्धेत सादर करायची असेल तर त्यासाठी परवानगीची आवश्यकता नाही. फक्त स्पर्धेत या मालिकेतील स्क्रिप्ट वापरले जाणार असेल, तर तसा स्पष्ट उल्लेख प्रवेश अर्जात असावा. ह्या एकांकिका सादर करताना नेपथ्य, रंगभूषा वगैरेंची आवश्यकता नाही. स्पर्धेत भाग घेणाऱ्या विद्यार्थ्यांनी शाळेच्या गणवेशात ही एकांकिका सादर केली तरी चालेल. एकांकिकेतील शिक्षकांची भूमिका विद्यार्थ्यांनी केली तरी चालेल किंवा शिक्षकांनी केली तरी चालेल. एकांकिका सादर करताना शालेय साहित्याचा वापर केला तर त्याला आयोजकांची हरकत राहाणार नाही. विज्ञानधारा एकांकिका स्पर्धेतच विज्ञान एकांकिका सादर कराव्यात असे नसून शाळांच्या वार्षिक कार्यक्रमांमध्ये किंवा सार्वजनिक कार्यक्रमांमध्येही या विज्ञान एकांकिकांचे सादरीकरण व्हावे अशी अपेक्षा आहे. त्यामुळे समाजात विज्ञान दृष्टिकोन रुजवण्याच्या प्रयत्नांना नक्कीच गती येईल. जनजागृती कार्यक्रमांमध्ये पथनाट्यांसारखे कार्यक्रम करताना ह्या एकांकिकांचा चांगला उपयोग होऊ शकेल असा विश्वास वाटतो. या स्पर्धांमध्ये भाग घेण्यासाठी आणि इतर काही चौकशी करायची असेल तर vidnyangranthali@gmail.com या ईमेलवर करावी.

डॉ. राजेंद्र देवपूरकर

# सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या प्रयोगशाळेत : भाग २

मागील भागामध्ये आपण प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शक, सूक्ष्म दर्शकातून सूक्ष्मजीवांची पाहणी, रंगद्रव्ये वापरून ख्रिश्चन ग्रॅम पद्धतीने सूक्ष्मजीवांची पाहणी, **निर्जंतुकीकरण** (Sterilisation), जिवाणूसंवर्धन ह्याविषयी माहिती घेतली. प्रयोगशाळेतील जिवाणूंच्या मोजमापासंबंधी, त्यांच्या गणनेसंबंधी माहिती करून घेऊया.

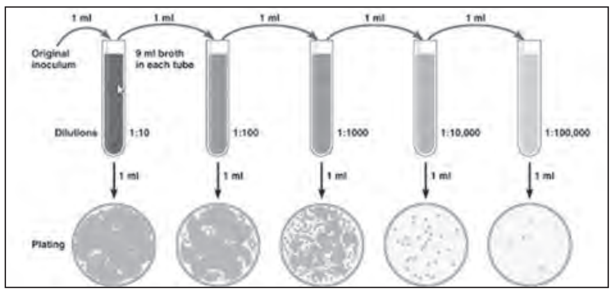
जिवाणूंची गणना म्हणजे संख्या मोजणे. साधारणतः दोन कारणांसाठी आवश्यक असते. एक, जिवाणू असलेले उत्पादन जसे की जिवाणू खत किंवा प्रोबायोटिक ह्यामध्ये उपयुक्त जिवाणू असतात. त्यांची संख्या आवश्यक तेवढी आहे की नाही हे ठरवणे जरुरीचे असते. दोन, पाणी किंवा खाद्यपदार्थामध्ये जिवाणूंची संख्या शून्य अथवा मर्यादित असणे गरजेचे असते. ती तशी आहे हे पाहण्यासाठी गणनेची गरज असते.

**जिवाणूंची कॉलनी**

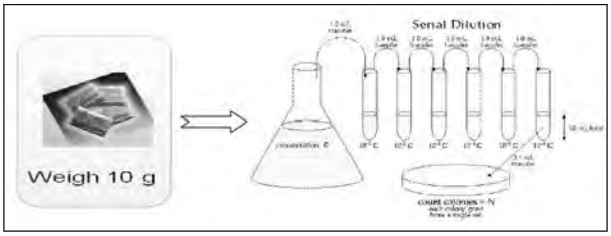
द्रव (Broth ) किंवा घन (Agar) माध्यमे वापरून जिवाणूंचे संवर्धन करतात. द्रव माध्यमामध्ये जिवाणूंची वाढ झाली असता माध्यम दुधाळ किंवा गढूळ (Turbid ) दिसते, तर घन माध्यमावर जिवाणूंची वाढ आपल्या डोळ्यास दिसेल अशी ठिपक्याच्या आकाराच्या 'कॉलनी' स्वरूपात येते हेही आपण मागील भागात पाहिले आहे. एकेकटा जिवाणू अगारच्या पृष्ठभागावर वाढतो तेव्हा दर १०- ते ३० मिनिटाने एकाचे दोन जिवाणू होतात. एका जिवाणूंपासून दर दहा मिनिटांनी दोन अशी वाढ झाली तर २४ तासांत $२^{१४४}$= सुमारे $१०^{४३}$ एवढे जिवाणू निर्माण होतात आणि घट्ट पृष्टभागावर ते सर्व एकत्रच राहिल्याने त्यांची आपल्या डोळ्यांना दिसेल अशी ठिपक्याच्या आकाराची कॉलनी तयार होते. अर्थात **अगार** माध्यमावर कॉलनी येण्यासाठी २४ ते ४८ तास लागतात.

**जिवाणूंची संख्या कशी ठरवतात?**

येथे मुद्दाम लक्षात घ्यायचे आहे की एक कॉलनी ही २४ तासांपूर्वी घन माध्यमावर पडलेल्या एका जिवाणूपासून आलेली आहे. प्रत्यक्ष कॉलोनीमधील जिवाणूंची संख्या प्रचंड मोठी आहे. आपल्याला कॉलोनीची संख्या मोजून माध्यमावर पडलेल्या जिवाणूंची संख्या कळणार आहे. अर्थात तपासणीचा नमुना घन माध्यमावर टाकताना अशी काळजी घ्यावी लागते की कॉलनीची संख्या मोजण्यास अडचण येणार नाही. शिवाय दोन जिवाणू अगदी जवळजवळ वाढले तर दोन स्वतंत्र कॉलनीऐवजी एकच कॉलनी येईल आणि जिवाणूगणती चुकेल. ह्यासाठी आपल्याकडील नमुन्याचे १०, १००, १००० असे $१०^{७}$ पट (किंवा त्याहून अधिक पट) विरळीकरण (Dilution) करून घेतात आणि असे विरळीकरण केलेले द्रव नेमके ०.१ एमएल किंवा १.० एमएल असे घन माध्यमावर टाकतात. मग आलेल्या कॉलनीची संख्या मोजून त्याला विरळीकरणाच्या पटीने गुणून जिवांची संख्या ठरवता येते. (आकृती)




विरळीकरणासाठी ०.८५% NaCl द्रावण (अर्थात निर्जंतुक केलेले) प्रत्येक परीक्षानळीमध्ये ९.० एमएल ह्याप्रमाणे वापरून साखळीपद्धतीने दहाच्या पटीत विरळीकरण




करतात. काही नमुने उदाहरणार्थ, माती, खवा असे असतील तर त्याचे प्रथमतः ठरावीक वजनाचा नमुना १०० एमएल निर्जंतुक NaCl द्रावणामध्ये टाकून द्रव नमुना तयार करतात

सर्व साहित्य जसे की माध्यम, पेट्री प्लेट, NaCl द्रावण, परीक्षा नळ्या इत्यादी निर्जंतुक करून वापरावे लागते. याशिवाय **अगार** जेली पेट्री प्लेटमध्ये टाकणे, विरळीकरणासाठी द्रव एका परीक्षानळीमधून काढून दुसऱ्या परीक्षानळीमध्ये टाकणे, द्रव पेट्री प्लेटमधील घट्ट माध्यमावर टाकून तो तेथे पसरवणे ह्या सर्व क्रिया निर्जंतुक वातावरणाम ध्ये करतात. प्रयोगशाळेतील गॅस बर्नरच्या ज्योतीभोवतीचा साधारण १० ते १५ सेंमी परिसर निर्जंतुक असतो. त्यामुळे ही सर्व क्रिया बर्नरच्या आसपासच केली जाते.

### जिवाणूंची संख्या ठरण्याची आकडेमोड

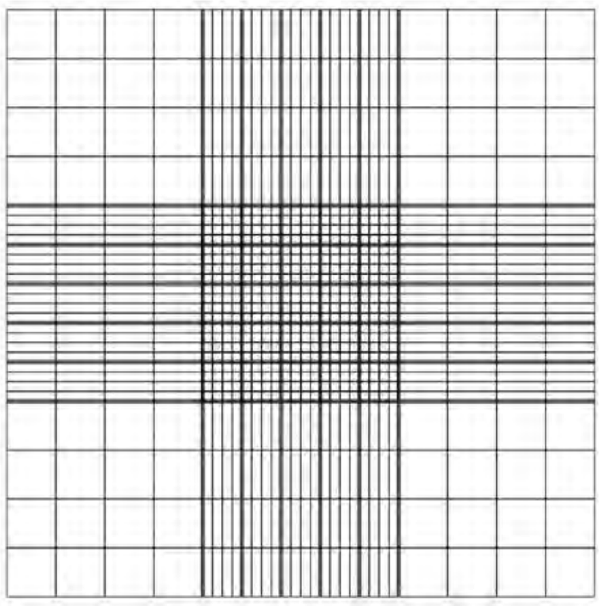
ही आकडेमोड अगदी सोपी आणि सहज असते. ती पाहूया.

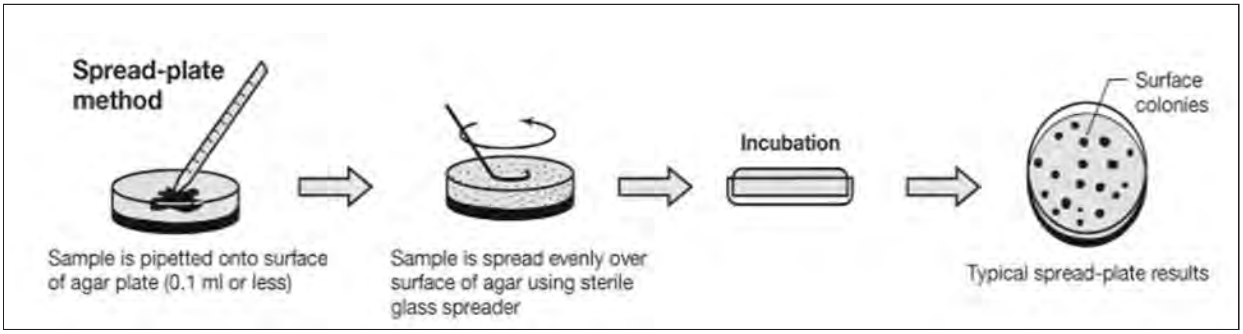
समजा, १०$^{५}$ विरळीकरण द्राव १ एमएल प्रत्येकी असा ३ पेट्री प्लेटमध्ये टाकला असता ४७, ५० आणि ५३ कॉलनी आल्या आहेत. म्हणजे सरासरी कॉलनी संख्या ५० झाली. म्हणजे १०$^{५}$ विरळीकरण द्रवाच्या एका एमएलमध्ये ५० जिवाणू आहेत. म्हणजे १०$^{५}$ ने गुणून मूळच्या विरळीकरणापूर्वीच्या द्रवात ५० x १०$^{५}$ प्रति मिलीलिटर अशी जिवाणूंची संख्या होईल.

सुपीक मातीमध्ये साधारणपणे जिवाणूंची संख्या १०$^{६}$ ते १०$^{९}$ प्रति ग्रॅम असते. जैविक खतामध्ये (Biofertiliser) ५ x १०$^{७}$ ते २ x १०$^{८}$ प्रति ग्रॅम असावी लागते. जिवाणूंची संख्या कमी असेल तर जिवाणूखत कमी दर्जाचे आहे. अशा पद्धतीने केलेली गणना ही जिवाणूंची जिवाणूच्या पोषक माध्यमावर कॉलनी देणाऱ्या म्हणजे स्वतःचे विभाजन पद्धतीने पुनरुत्पादन करणाऱ्या जिवाणूंची गणना होय. ह्या गणनेसाठी २४ ते ४८ तासच कालावधी लागतो, पोषण माध्यम, निर्जंतुकीकरण लागते. सूक्ष्मदर्शकाच्या मदतीनेही जिवाणूंची गणना करता येते. ह्या गणनेस काही मिनिटांचा वेळ लागतो. त्या गणनेसंबधी माहिती घेऊया.

### सूक्ष्मदर्शकाच्या मदतीने जिवाणूंची गणना

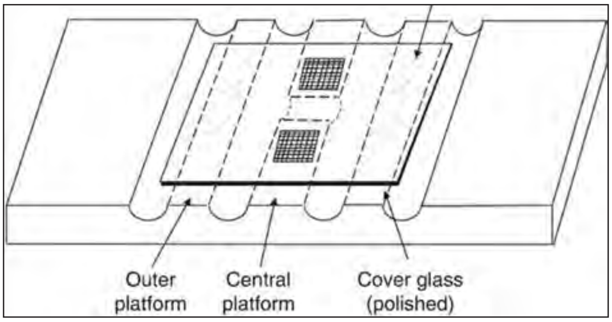
ही गणना करण्यासाठी एका विशिष्ट काचपट्टीची (glass slide) गरज असते. तिला 'न्यूबर चेंबर' (Neubauer chamber) असे म्हणतात. ही काचपट्टी ३० x ७० एमएम अशी आयाताकृतीची असते आणि तिची जाडी ५ एमएम इतकी असते. सूक्ष्मदर्शकाखाली जिवाणू पाहण्यासाठी नेहमी वापरल्या जाणाऱ्या काचपट्टीची लांबी-रुंदी एवढीच असली तरी तिची जाडी फार तर १-२ एमएमच असते. (आकृती)





ह्या काचपट्टीवर १ एमएम x १ एमएम आणि खोली ०.१ एमएम अशा मापाचे कोरीव खड्डे असतात. आकृतीमध्ये आपणाला असे एकूण ५ चौकोन दिसतील. एक मध्यभागी आणि चार त्याच्या चार कोपऱ्यांपाशी. कोपऱ्यांच्या चारही चौकोनांमध्ये आपणास १६ चौकोन तर मधील चौकोनात १६ चौकोन आणि त्या प्रत्येकामध्ये ४, असे ६४ चौकोन दिसतील. मधील ६४ वाला आणि कोपऱ्यातील १६ वाला म्हणजेच १ एमएम x १ एमएम आणि खोली ०.१ एमएम अशा मापाचे कोरीव खड्डे होय. (हे सर्व चौकोन इत्यादी अर्थातच आपल्याला सूक्ष्मदर्शकातूनच दिसतात.) १ सीएम x १ सीएम x १ सीएमचे आकारमान (volume) १ एमएल असतो. १ एमएम म्हणजे ०.१ ला आणि ०.१ एमएम म्हणजे ०.०१ ला. आता समजून घ्या की १ एमएम x १ एमएम आणि खोली ०.१ एमएम ह्या मापाच्या खड्ड्यात ०.०००१ एमएल ($१०^{-४}$ एमएल) द्राव मावतो. 'न्यूबर चेंबर'ची ही रचना समजली तर जिवाणूंची गणना आपल्या सहज लक्षात येईल.

ह्या 'न्यूबर चेंबर' पट्टीवर आपण ज्या द्रवातील जिवाणू मोजायचे आहेत तो द्राव टाकतो. ह्यासाठी 'न्यूबर चेंबर' पट्टीवर अत्यंत पातळ (सुमारे अर्धा एमएल जाड) अशी 'कव्हर स्लिप' ठेवतो आणि मग ह्या दोहोंच्या मधील जागेतून




द्रव सोडतो. द्रव सोडून झाल्यावर 'न्यूबर चेंबर' आपण सूक्ष्मदर्शकाखाली पाहून जिवाणू मोजतो.

पाच खड्ड्यांपैकी मधला ६४ बारीक बारीक चौकोन जिवाणूंच्या गणनेसाठी वापरतात. आता ह्या ६४ छोट्या छोट्या चौकोनांमध्ये मिळून ५७ जिवाणू दिसत असतील तर त्याचा अर्थ ०.०००१ एमएलमध्ये ५७ जिवाणू म्हणजेच ५७ x $१०^{४}$ इतके जिवाणू प्रति मिलीलिटर आहेत.

पुढील लेखामध्ये आपण पिण्याच्या पाण्याची जिवाणू तपासणी कशी करतात ह्यासंबंधी माहिती घेऊ.

**– डॉ. राजेंद्र देवपूरकर**
writetodeopurkar@gmail.com

## कृत्रिम बुद्धिमत्ता स्वतः आणखी बुद्धिमान बनेल का?

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) सुपरइंटेलिजन्स अचानक विकसित होईल, किंवा शास्त्रज्ञांना तिचा पत्ता लागण्यापूर्वी ती आलेली असेल, अशी चिन्हे दिसू लागली आहेत. चॅटजीपीटीसारख्या भाषेच्या मोठमोठ्या मॉडेलच्या वाढीसह अलीकडेच या प्रश्नाकडे बरेच लक्ष वेधले गेले आहे. त्यांचा आकार वाढल्यामुळे त्यांनी मोठ्या प्रमाणात नवीन क्षमता प्राप्त केल्या आहेत. यातील काही निष्कर्ष आश्चर्यकारक असून ते अनपेक्षित निर्मितीकडे बोट दाखवतात. यात AI मॉडेल तीक्ष्ण आणि अप्रत्याशित मार्गाने बुद्धिमत्ता प्राप्त करतात. परंतु काही संशोधक या प्रकरणांना मृगजळ असे संबोधतात. त्यांच्या मते नावीन्यपूर्ण क्षमता अनपेक्षित रीतीने निर्माण होत नसून हळूहळू तयार होतात. भाषेच्या मोठ्या मॉडेलना सामान्यत: प्रचंड प्रमाणात मजकूर किंवा इतर माहिती वापरून प्रशिक्षित केले जाते, ज्याचा वापर ते पुढे काय होईल याचा अंदाज घेऊन वास्तववादी उत्तरे निर्माण करण्यासाठी वापरतात. भाषेचे भाषांतर करणे, गणिताच्या समस्या सोडवणे आणि कविता किंवा संगणक कोड लिहिणे या गोष्टी ही मॉडेल सहज करतात. काही मॉडेलमध्ये शंभर अब्जांहून अधिक ट्यून करण्यायोग्य पॅरामीटर आहेत. काही संशोधकांना शंका आहे की ही साधने अखेरीस स्वतःच कृत्रिम सामान्य बुद्धिमत्ता (AGI) प्राप्त करतील, बहुतेक कामांमध्ये मानवाप्रमाणेच परिणाम देतील आणि लवकरच त्या मर्यादाही ओलांडतील!

# मुलांनी काय वाचावे?

शरद काळे

## ट्वेन्टी थाऊजंड लीग अंडर द सी

'ट्वेन्टी थाऊजंड लीग अंडर द सी'चे लेखक ज्युल्स व्हर्न यांचा जन्म सन १८२८ मध्ये फ्रान्समधील नॅन्टेस येथे झाला. कुटुंबातील पाच मुलांपैकी ते सर्वात मोठे होते. त्यांना लहानपणापासून प्रवास करत दूरच्या ठिकाणी जाण्याचे खूप आकर्षण होते. अचूक वैज्ञानिक तपशील आणि गणित यात त्यांना रुची होती. त्यांच्या विविध विज्ञान कथांमधून त्याची प्रचिती येते. त्यांना अनेकदा विज्ञानकथेचे जनक म्हणून संबोधले जाते, त्यांच्या अनेक विज्ञानकथा भविष्यातील विज्ञानशोधांचा पाया ठरल्या आहेत. विज्ञानाला मनोरंजक करण्यासाठी ते ओळखले जातात. त्यांनी या विज्ञानकथांमधून अनेक भविष्यवादी कल्पना लिहिल्या आहेत. १८८६पासून १९०५ मध्ये त्यांच्या मृत्यूपर्यंत, त्यांनी शोध आणि शोधाच्या कथा लिहिणे थांबवले आणि बेजबाबदार शास्त्रज्ञांनी आणलेल्या तंत्रज्ञानाच्या धोक्यांचा शोध घेणाऱ्या कथा लिहिण्यास सुरुवात केली.

'ट्वेन्टी थाऊजंड लीग अंडर द सी' ही तीन फ्रेंच माणसांच्या आयुष्यात घडलेली एक विलक्षण काल्पनिक विज्ञानकथा आहे. प्रोफेसर पियरे ॲरोनॅक्स, त्यांचा नोकर कॉन्सेल आणि कॅप्टन नेड ही ती तीन माणसे! कधीही न पाहिलेल्या पाणबुडीवर हे कथानक घडते. त्या पाणबुडीचे नाव नॉटिलस असे असते. या नॉटिलसच्या बाबतीत बऱ्याच अफवा पसरलेल्या असतात. नॉटिलसला समुद्रातील अक्राळविक्राळ प्राणी समजले जाते. कुणी त्याला राक्षस म्हणतात. या रहस्यमय प्राण्याचा किंवा वस्तूचा शोध जगभर सुरू होतो.

अशाच एका या रहस्यमय पाणबुडीच्या शोधमोहिमेत नौदलाच्या अब्राहम लिंकन नावाच्या फ्रिगेटवर प्रोफेसर पियरे ॲरोनॅक्स, त्यांचा नोकर कॉन्सेल आणि कॅप्टन नेड सामील होतात. समुद्रात त्यांना तो महाकाय प्राणी दिसतो व ते त्याची शिकार करण्यासाठी फ्रिगेटमधून त्याच्या मागे लागतात. प्रोफेसर पियरे ॲरोनॅक्स, त्याचा विश्वासू नोकर कॉन्सेल आणि मास्टर हार्पूनर, नेड लँड हे या प्राण्याच्या शिकारीसाठी समुद्रात फिरत असताना कमांडर फॅरागुटच्या आदेशामुळे अडचणीत सापडतात. शेवटी त्यांची फ्रिगेट त्या प्रचंड श्वापदाला अडखळल्यानंतर, प्रोफेसर पियरे ॲरोनॅक्स जहाजातून बाहेर भरसमुद्रात फेकले जातात आणि कॉन्सेल त्यांच्या संरक्षणासाठी त्यांच्या मागे उडी मारतो. जहाज परत जात असताना ते दोघे ते गाठू शकत नाहीत! ते खुल्या समुद्रात पोहत राहतात. अनेक तास पोहल्यानंतर, त्यांना नेड लँड सापडतो. तोही जहाजातून फेकला गेलेला असतो. त्यांना सुदैवाने एक तरंगती वस्तू दिसते, त्यावर ते बसतात व विश्रांती घेऊ लागतात! त्या वस्तूची पाहणी करताना त्यांच्या लक्षात येते, की ते ज्या तरंगत्या वस्तूवर बसले होते, त्याच्या शोधातच ते निघाले होते. पण, तो अक्राळविक्राळ प्राणी नसून अभेद्य धातूपासून बनवलेले पाणबुडीचे जलयान असल्याचे त्यांना समजते. तेवढ्यात त्या जलयानाचा लोखंडी दरवाजा उघडला जाऊन खालच्या लोकांच्या नजरेला ते पडतात. आता सुटकेची आशा नसते! मोठ्या गोंधळानंतर, तिघांना जलयानात नेले जाते, जिथे त्यांना एका खोलीत बंद केले जाते. अखेरीस दोन माणसे त्यांना भेट देतात. प्रोफेसर त्यांची परिस्थिती त्यांना विविध भाषांमधून संवाद साधत सांगण्याचा प्रयत्न करत असताना, ती माणसे मात्र त्यांची कोणतीही भाषा बोलत नाहीत. आणि त्यांच्या मागे दरवाजा बंद करून अदृश्य होतात.

काही वेळाने एक खलाशी या तिघांना जेवण देण्यासाठी येतो आणि जेवल्यानंतर ते सर्व गाढ झोपतात. ते जागे होतात तेव्हा त्यांना दिवसाची वेळ माहीत नसते, परंतु ते भुकेले आणि अस्वस्थ असतात. पुन्हा तोच खलाशी दुसऱ्या जेवणासह परत येतो. तो स्वतःची ओळख कॅप्टन निमो म्हणून करून देतो आणि त्यांना सांगतो की ते तिघे त्याच्या पाणबुडीवर, नॉटिलसवर आहेत. त्याला फ्रेंच व इंग्रजी उत्तम प्रकारे बोलता येत असते. तो त्यांना सर्व जलयानात फिरवतो व तेथील सोयी पाहून प्रोफेसर आश्चर्यचकित होतात. त्या जलयानात एक सुंदर वाचनालय असते. ते पाहून प्रोफेसर खुश होतात.

त्या पाणबुडीत वाफेच्या शक्तीवर चालणाऱ्या जनित्रातून बॅटरी स्रोत वापरले जात असतात. ही पाणबुडी ७० मीटर (२३० फूट) लांबीची आणि चिलखतांनी बांधलेली असते आणि कोणतेही जहाज बुडवण्यास सक्षम असते. तिथे १२००० खंडांचे सुसज्ज वाचनालय आणि लिओनार्डो दा विंची, टिटियन आणि राफेल यांच्या ऐतिहासिक कलाकृतींनी सजलेले एक दालन असते. कॅप्टन निमो त्यांना त्या पाणबुडीवर कुठेही फिरण्याला मनाई करत नाही. परंतु त्यांना मरेपर्यंत पाणबुडी कधीही सोडता येणार नाही असे सांगतो! नॉटिलसवर असलेल्या अवंते-गार्डे वॉटरक्राफ्टवर बसून, ते मानवाने यापूर्वी कधीही न पाहिलेल्या महासागराखाली असलेल्या जीवसृष्टीचे निरीक्षण करतात व विविध ठिकाणांचा शोध घेतात. प्रोफेसर ॲरोनॅक्स हे सागरी जीवशास्त्रज्ञ असतात, त्यामुळे त्यांच्यासाठी ही मोठीच पर्वणी असते. त्यांनी कधी कल्पनाही केली नसेल अशा प्रकारे पाण्याखालील जीवनाचा अभ्यास करण्याची संधी त्यांना या प्रवासात मिळते. ते वर्णन लेखक ज्युल्स व्हर्न यांनी अप्रतिम केले आहे. ज्युल्स व्हर्न यांनी या कथेतील तपशिलांची अचूकता सुनिश्चित करण्यासाठी सागरी अभियांत्रिकी, सागरी जीवन, ठिकठिकाणचे मासे, आणि वाफेच्या शक्तीवर चालणाऱ्या जहाजांच्या बांधकामावर संशोधन करण्यासाठी बराच काळ व्यतीत केला होता. म्हणजेच 'ट्वेन्टी थाऊजंड लीग अंडर द सी' ही विज्ञान कादंबरी अभ्यासपूर्ण तर आहेच, शिवाय तरल कल्पनाशक्तीची द्योतक आहे.

पुस्तक वाचत आपण जसजसे पुढे जातो, तसतशी उत्कंठा वाढत जाते. ह्या जलयानातील माणसे पाण्याखाली शिकार करतात, शार्कशी लढतात, अटलांटिसशी सामना करतात आणि राक्षसी स्क्विडशी लढतात. नंतर कॅप्टन निमोच्या मानवी जगापासून स्वतःला वेगळे करण्याच्या हेतूबद्दल एक धक्कादायक शोध लागल्यानंतर, हे तीन मित्र पाणबुडी महासागराच्या पृष्ठभागावर आलेली असताना ती पुन्हा खाली जाण्यापूर्वी निसटले पाहिजे असे ठरवून तशी सुटका करण्यात यश मिळवतात. आपल्या कुटुंबाच्या मृत्यूसाठी जबाबदार असलेल्या देशाचे जहाज बुडवल्यानंतर, कॅप्टन निमो उन्मादित तर आहेच, पण सतत अस्वस्थ असतो. तो त्याचा विवेक हरवून बसतो. भूतकाळात त्याच्यावर अत्याचार करणाऱ्यांइतकाच तो असभ्य असतो. त्या जुलमी लोकांप्रमाणे, तो जगावर श्रेष्ठत्व मिळवण्यासाठी प्रगत तंत्रज्ञानावर अवलंबून राहून तसा प्रयत्न करत राहतो. कित्येक दिवस त्याची नॉटिलस सागराच्या पृष्ठभागाच्या खाली फिरत राहते, फक्त हवेसाठी ती कधीमधी वर येते. अखेरीस नॉटिलस नॉर्वेजियन किनाऱ्यावरून एका प्रचंड भोवऱ्यात (व्हर्लपूल) खाली ओढली जाऊन समुद्राच्या तळाशी जाते व पुन्हा ती कधीही कुणाला दिसत नाही.

ही कादंबरी मुलांनी योग्य वयात वाचली आणि त्यावर चिंतन केले तर त्यांच्या कल्पनाशक्तीला नक्कीच प्रोत्साहन मिळेल. सुमारे दीडशे वर्षांपूर्वी पाणबुडी अगदी प्राथमिक अवस्थेत असताना जुल्स व्हर्न यांनी या नॉटिलसची जी कल्पना केली आहे ती विलक्षण तर आहेच, शिवाय विचारही करायला लावणारी आहे. त्यासाठी लागणारी ऊर्जा म्हणजे विद्युतघट होते व या विद्युतघटांना भारित करण्यासाठी वाफेवर चालणारी जनित्रे व्हर्न यांनी कल्पिली होती! उत्तर ध्रुवावरून जाताना त्यांची पाणबुडी एका मोठ्या हिमनगात अडकून पडते, त्यावेळी जी आणीबाणीची परिस्थिती निर्माण होते, तिला ते सर्व जण विलक्षण धैर्याने तोंड देतात, तो प्रसंग अंगावर काटा आणतो. तसेच, महासागरांच्या तळाशी केलेल्या सफरी तेथील विलक्षण सृष्टीची ओळख करून देतात. आज विज्ञान खूप पुढे गेले आहे. त्यातून लागणाऱ्या शोधांमुळे व्हर्न यांनी वर्णन केलेल्या काल्पनिक जीवसृष्टीचे वर्णन प्रत्यक्षात तंतोतंत लागू पडते असे दिसून आले आहे. महासागरात, पृथ्वीवरील जीवसृष्टीतील ८० टक्के भाग असतो असे जे म्हणतात, त्याची थोडी ओळख या कादंबरीतून होते. लहान वयात ती ओळख झाली तर त्याचा पुढील आयुष्यात नक्कीच सकारात्मक परिणाम होऊ शकेल. या कादंबरीतून मनुष्यस्वभावाच्या विविध छटांची होणारी ओळखदेखील अतिशय महत्त्वाची आहे. विशेषतः कॅप्टन निमो हे जे विलक्षण पात्र ज्युल्स व्हर्न यांनी रंगवले आहे, ते विचार करण्यास उद्युक्त करणारे आहे. प्रोफेसर ॲरोनॅक्स यांची ज्ञानलालसा आणि नेडलँड याची साहसी वृत्ती आणि प्रोफेसरांचा विश्वासू नोकर याची त्यांच्यावर असलेली निष्ठा यांचे सुंदर वर्णन ज्युल्स व्हर्न यांच्या लेखणीतून उतरले आहे. या कादंबरीवर आधारित 'नॉटिलस' हा सुंदर चित्रपटही आला होता. त्यातील 'नॉटिलस' हीदेखील दिग्दर्शकाची कमाल होती. सन १९५६ मध्ये अमेरिकन नौदलाने पहिली आण्विक पाणबुडी निर्माण करून तिचे नाव 'नॉटिलस' असेच ठेवले होते. त्या पाणबुडीने सन १९५९मध्ये उत्तर ध्रुवाखालून प्रवास करून इतिहास घडवला होता. सुमारे पाच लाख मैलांचा प्रवास करून ही पाणबुडी निवृत्त करण्यात आली. तिचे रूपांतर अमेरिकेतील कनेक्टिकट राज्यात ग्रॉटन येथे नाविक संग्रहालयात करण्यात आले आहे. हे संग्रहालय विनामूल्य पाहता येते. ते पाहताना ज्युल्स व्हर्न यांच्याविषयीचा आदर शतगुणित होतो.

●

# विज्ञानधारा आणि आरोग्ययात्रेची क्षणचित्रे

शरद काळे यांच्या पुस्तकाचे प्रकाशन

पोस्टरप्रदर्शनाचे उद्घाटन– अशी शंभर पोस्टर प्रत्येक ठिकाणी मांडली होती.

डॉ. हेमंत जोशी आणि डॉ. राजेंद्र आगरकर यांचे आरोग्यविषयक मार्गदर्शन

चिपळूण येथील परिसंवादात बोलताना डॉ. सतीश नाईक

सुधीर थत्ते आणि नंदिनी थत्ते यांच्या विद्यार्थ्यांशी विज्ञानगप्पा

शरद काळे कचराव्यवस्थापनाची पाहणी करताना

शरद काळे यांची विद्यार्थ्यांच्या अभ्यासिकेला भेट

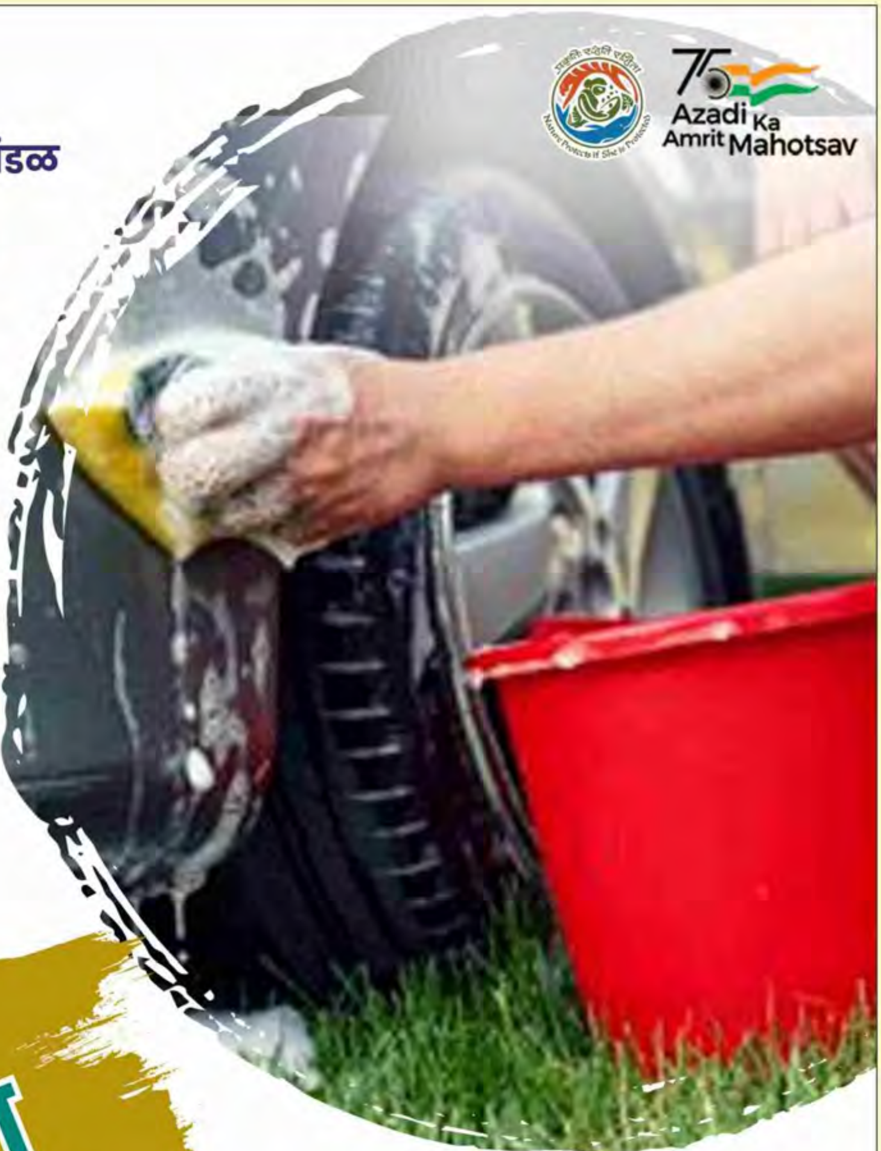
भाऊसाहेब फिरोदिया हायस्कूलमधील विद्यार्थिनीला 'कुतूहलरत्न' प्रशस्तिपत्र देताना

महाराष्ट्र

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

Azadi Ka Amrit Mahotsav



पाणी
वाचवा
#ChooseLiFE

झाडांना
पाणी देण्यासाठी,
फरशी/वाहने
स्वच्छ करण्यासाठी
पाईपऐवजी
बादली वापरा.

Scan the QR Code
to know more

moefcc Moefcc moefccgoi moef.gov.in