महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE Lifestyle for Environment

।। कचरामुक्त वसुंधरा ।।

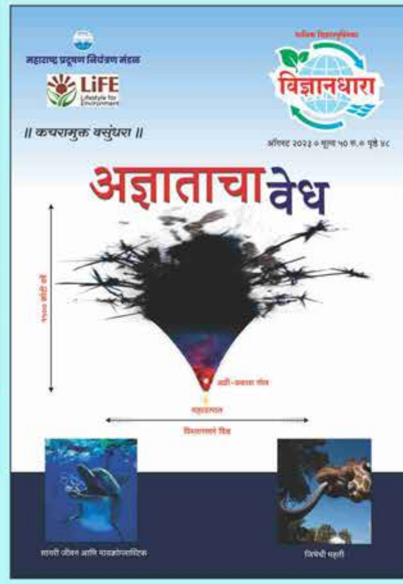
मासिक विज्ञानपुस्तिका

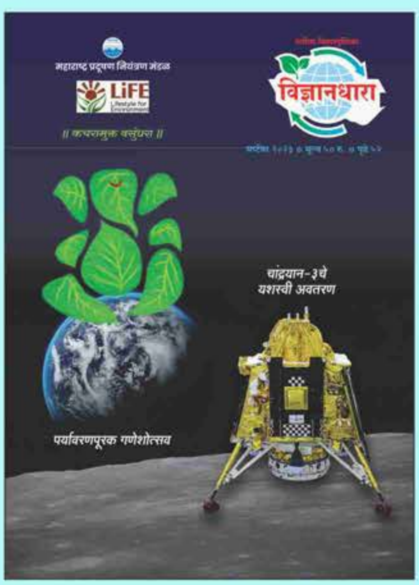
विज्ञानधारा

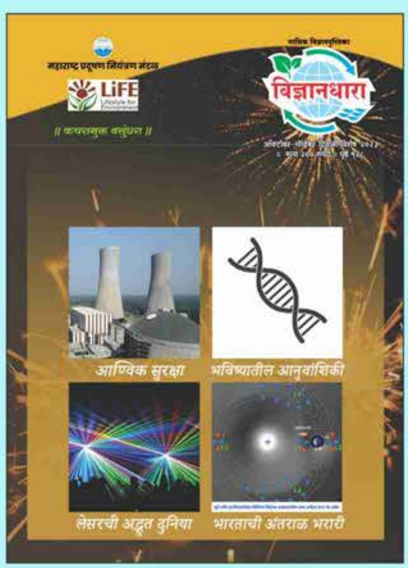
जुलै २०२४ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ४८

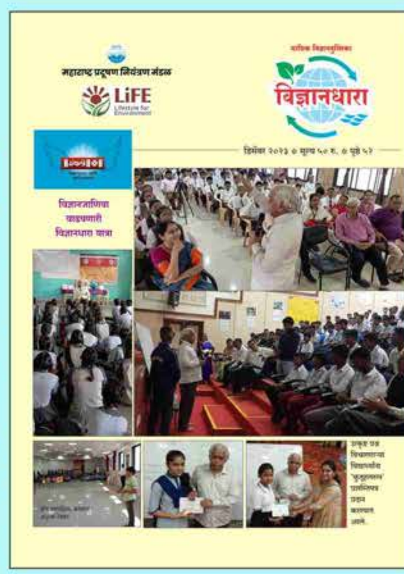
प्लास्टिकच्या अनियंत्रित वापरामुळे दोनशे वीस दशलक्ष वर्षांपूर्वी निर्माण झालेल्या कासवांसारख्या जीवांचे जीवन धोक्यात आले आहे.

‘विज्ञानधारा’चे पहिल्या वर्षात प्रसिद्ध झालेले अंक









‘ग्रंथाली’ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

जुलै २०२४, वर्ष दुसरे
पुस्तिका दुसरी, 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.

BHIM UPI
SCAN & PAY
GRANTHALI

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

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

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

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

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

अनुक्रम

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ५
सोनारकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - २

डॉ. राजेंद्र देवपूरकर / ९
पिण्याचे पाणी : सूक्ष्मजीवांची तपासणी

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / १३
कासवांचे संरक्षण व संवर्धन

डॉ. स्वाती बापट / १६
माझे आरोग्य, माझी जबाबदारी

डॉ. मेधा लिमये / २०
गोडी गणिताची, शिडी प्रगतीची

आनंद घारे / २३
पंपपुराण भाग-१

नरेंद्र गोळे / २६
छंदशास्त्र

कुसुमसुत / ३०
अजिबात बोअरिंग नसलेले बोरॉन

डॉ. वसुधा जोशी / ३३
ओझोन थर

डॉ. तेजस्विनी देसाई / ३६
घराचे एनर्जी ऑडिट

आनंद घैसास / ४०
दूरचे पाहताना...

शरद काळे / ४३
ॲनिमल फार्म

संपादकीय...

नमस्कार. जुलै २०२४ चा विज्ञानधारा अंक वाचकांच्या हाती देतांना आनंद होत आहे. देशात मान्सूनचे आगमन झाले आहे. वेधशाळेने यावर्षी मान्सूनचे प्रमाण समाधानकारक असेल अशी भविष्यवाणी केली आहे. ती विज्ञानावर आधारित असल्यामुळे खरी ठरावी अशी अपेक्षा आहे. पावसाच्या आगमनाबरोबर हवेतील उकाडा कमी होईल आणि लोकांना थोडा दिलासा मिळेल. यावर्षी योग्यवेळी आणि योग्य प्रमाणात पाऊस बरसेल अशी अपेक्षा करू या.

५ जूनला पर्यावरणदिन साजरा झाला. परंतु आपल्या देशासमोर पर्यावरणप्रदूषण हा मोठा प्रश्न आहे. निःसंशयपणे, भारतातील सर्वात गंभीर पर्यावरणीय समस्यांपैकी एक म्हणजे वायुप्रदूषण. सन २०२१च्या जागतिक वायुगुणवत्ता अहवालानुसार, जगातील १०० सर्वाधिक प्रदूषित शहरांपैकी ६३ शहरे भारतात आहेत, नवी दिल्ली हे जगातील सर्वात खराब हवेच्या गुणवत्तेसह राजधानीचे नाव आहे! आपल्या देशातील ४८ टक्के शहरांमध्ये २०२१ जागतिक आरोग्य संघटनेच्या हवा गुणवत्ता मार्गदर्शक पातळीपेक्षा दहा पट जास्त आहे. वाहनांचे उत्सर्जन, औद्योगिक कचरा, स्वयंपाकाचा धूर, बांधकाम क्षेत्र, शेतातील पिकांचा टाकाऊ भाग जाळणे आणि वीजनिर्मिती हे भारतातील वायुप्रदूषणाचे सर्वात मोठे स्रोत आहेत. प्रचंड विद्युतीकरणामुळे कोळसा, तेल आणि वायूवर देशाचे अवलंबित्व हे जगातील तिसरे सर्वात मोठे प्रदूषक बनते, ज्यामुळे दरवर्षी वातावरणात २.६५ अब्ज मेट्रिक टन कार्बनचे उत्सर्जन होते. कोव्हिड १९ जागतिक महामारीत सर्वच व्यवहार ठप्प झाल्यामुळे काही काळ तरी वातावरण स्वच्छ झाले होते. पण त्यानंतर गेल्या तीन वर्षांत प्रदूषण वाढतच चालले आहे. आता तर जगातील सर्वात प्रदूषित राष्ट्रांच्या यादीत बांगलादेशानंतर आपला दुसरा क्रमांक आहे, ही खचितच आपल्यासाठी लाजिरवाणी बाब आहे. देशाचे आरोग्य त्यामुळे कमालीचे धोक्यात येत आहे.

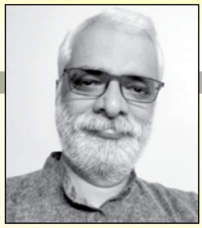
भारतातील सर्वात गंभीर पर्यावरणीय समस्यांपैकी जलप्रदूषणदेखील आहे. आपल्या देशाने अलीकडच्या काही वर्षांमध्ये अभूतपूर्व शहरी विस्तार आणि आर्थिक वाढ अनुभवली आहे. तथापि, त्यासाठी प्रचंड पर्यावरणीय किंमत मोजावी लागली आहे. हवेच्या व्यतिरिक्त, देशातील जलसाठे अत्यंत प्रदूषित झाले आहेत, सुमारे ७० टक्के भूपृष्ठीय पाणी वापरासाठी अयोग्य असल्याचा अंदाज आहे. नद्या आणि तलावांमध्ये कच्चे सांडपाणी, गाळ आणि कचरा बेकायदेशीरपणे टाकल्याने पाणी गंभीरपणे दूषित होत आहे.. दररोज, तब्बल ४ कोटी लिटर सांडपाणी नद्या आणि इतर जलस्रोतांमध्ये जाते. पुरेशा पायाभूत सुविधांच्या कमतरतेमुळे केवळ आंशिक स्वरूपात शुद्धीकरणप्रक्रिया केली जाते. भारतासारख्या मध्यम उत्पन्न असलेल्या देशांमध्ये, जलप्रदूषणामुळे जीडीपी वाढीच्या निम्म्यापर्यंत नुकसान होऊ शकते, असे जागतिक बँकेच्या अहवालात सुचवण्यात आले आहे. आर्थिक क्षेत्रावर परिणाम करण्याबरोबरच, सुमारे ४ कोटी भारतीयांना टायफॉइड, कॉलरा आणि हिपॅटायटीस यांसारख्या जलजन्य रोगांनी ग्रासले जाते आणि दरवर्षी सुमारे ४ लाख लोक मृत्युमुखी पडतात,

इंटरगव्हर्नमेंटल पॅनेल ऑन क्लायमेट चेंजनुसार (IPCC), हवामानसंकटाच्या परिणामांसाठी भारताला सर्वाधिक किंमत मोजावी लागणार आहे. अचानक येणारे पूर आणि व्यापक वणव्यासारख्या तीव्र हवामानाच्या घटनांव्यतिरिक्त, देशाला अनेकदा उष्णतेच्या लाटांना आणि दुष्काळी परिस्थितीला तोंड द्यावे लागत आहे. त्याचा दृश्य परिणाम म्हणजे पाण्याचे स्रोत कोरडे होतात आणि शेतीची उत्पादकता कमी होते. मार्च २०२२पासून – जो गेल्या १२० वर्षांतील सर्वात उष्ण आणि कोरडा महिना नोंदवला गेला होता – उत्तर-पश्चिम प्रदेश प्रदीर्घ काळ विक्रमी उष्णतेचा सामना करत आहेत. सलग अनेक दिवस, नागरिकांना ४०अंश सेल्सिअसच्या पुढे गेलेल्या तापमानाचा फटका बसला, तर काही भागात जमिनीच्या पृष्ठभागाचे तापमान ६० अंश सेल्सियसपर्यंत पोहोचले. ही अभूतपूर्व उष्णतेची लाट हवामानबदलाचे दृश्य स्वरूप आहे. आहे.

भारतातील गंभीर पर्यावरणीय समस्यांपैकी आणखी एक कचरादेखील आहे. जवळपास १४१ कोटी म्हणजे जगातील पहिल्या क्रमांकाची लोकसंख्या आपली आहे. येथे दरवर्षी २८ कोटी टन कचरा तयार होतो ह्यात आश्चर्यकारक काहीच नाही. तज्ज्ञांचा अंदाज आहे की सन २०३०पर्यंत कचऱ्याचे प्रमाण ४० कोटी टनांपर्यंत पोहोचण्याची शक्यता आहे. भारताच्या जलद शहरीकरणामुळे कचराव्यवस्थापन अत्यंत आव्हानात्मक बनले आहे. सध्या, एकूण गोळा केलेल्या कचऱ्यापैकी सुमारे ५ टक्के पुनर्वापर केला जातो, १८ टक्के कंपोस्ट केला जातो आणि उर्वरित कचरा लँडफिल साइटवर टाकला जातो. भारतातील पर्यावरणीय समस्यांच्या यादीतील शेवटची पण तितकीच महत्त्वाची समस्या म्हणजे जैवविविधतेची होत असलेली हानी ही आहे. देशात चार प्रमुख जैवविधता हॉट स्पॉट आहेत. हिमालय, पश्चिम घाट, सुंदरबन, निकोबार बेटांसह) आणि इंडो-बर्मा प्रदेश हे ते चार प्रदेश असून त्यांना मानवी हस्तक्षेपामुळे त्रास होत आहे.

ह्या समस्यांवर मात करणे सोपे नाही, याचे भान ठेवायला हवे.

– **शरद काळे**
sharadkale@gmail.com



डॉ. जयंत वसंत जोशी

सोनारकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - २

केडीएम सोने

शुद्ध सोने हा धातू तुलनेने मऊ असल्याने त्याला आकार देणे, त्यावर कोरीवकाम, नक्षीकाम करणे सोपे जाते परंतु त्याचा तो आकार, ते नक्षीकाम टिकवून ठेवण्यासाठी त्याला कठीणपणा असणेही आवश्यक आहे. त्यासाठी त्यात आवश्यकतेप्रमाणे काही अन्य धातू विशिष्ट प्रमाणात मिसळले जातात. दागिने बनवण्यासाठी सोने आणि तांब्याच्या मिश्र धातूंचा वापर लोकप्रिय होता. मिश्रधातू तयार करण्यासाठी ६०% सोने आणि ४०% तांब्याचे प्रमाण वापरले जात असे. त्याचा एक मोठा तोटा होता तो म्हणजे त्यात सोन्याचे प्रमाण कमी होते. तसेच सोन्याच्या दागिन्यांना डाग देण्यासाठी सोन्यापेक्षा कमी विलयबिंदू असलेल्या धातू किंवा मिश्र धातूची आवश्यकता असते. काही दागिन्यांमध्ये क्लिष्ट नक्षीकाम असते, ते तयार करण्यासाठी कौशल्य आवश्यक असते.

कॅडमिअम या धातूचा विलयबिंदू सोन्यापेक्षा कमी असल्याने त्याचा उपयोग हे गुणधर्म मिळवण्यासाठी केला जाऊ लागला. केडीएम हे सोने आणि कॅडमिअम या धातूंपासून तयार केलेला मिश्रधातू आहे. केडीएममध्ये ९२% सोने आणि ८% कॅडमिअम असते. सोने आणि तांबे यांच्या मिश्रधातू पेक्षा सोने आणि कॅडमिअम या मिश्रधातूत सोन्याचे प्रमाण अधिक असते. यामुळेच मध्यंतरीच्या काळात केडीएम प्रकारच्या सोन्याची मागणी मोठ्या प्रमाणावर वाढली होती परंतु अलीकडच्या काळात सोने व कॅडमिअमचा मिश्रधातू विवादास्पद ठरल्याने आणि हे दागिने तयार करणारे कारागीर व दागिने वापरकर्ते यांच्या आरोग्यविषयक काही दुष्परिणाम लक्षात आल्याने भारत सरकारने त्यावर बंदी घातली आहे.

सोनाराची हत्यारे

कात्र्या, पकडी आणि चिमटे

सोनारकामातील बहुतेक हत्यारे लोहार किंवा अन्य धातूकाम करणाऱ्या कारागीरांच्या हत्यारांचीच छोटी आवृत्ती असते. सोनारकामात वापरल्या जाणाऱ्या सोने, चांदी यासारख्या तुलनेने मऊ धातूंच्या बारीक तारा किंवा पातळ पत्रे कापण्याच्या कात्र्या यंत्रशास्त्रातील 'पाचर व तरफ' या साध्या यंत्रांच्या प्रकारांवर आधारित असतात. दोन्ही पाती पाचर प्रकारचे साधे यंत्र असतात तसेच या कात्र्यांमध्ये तरफेचा पहिला प्रकार असतो. म्हणजेच भार (कापणारी पाती) व हाताने लावलेले बल हे टेकूच्या विरुद्ध बाजूला असतात. आवश्यकतेप्रमाणे त्यांची पाती सपाट किंवा निमुळती असतात. काही कात्र्यांना एक पाते व दुसऱ्या भागाची मूठ यांना जोडणारी एक स्प्रिंग असते. कापण्यासाठी हाताने बल लावले की स्प्रिंग ताणली जाते. कापणे झाले की हाताने लावलेले बल काढून घेताच स्प्रिंग आकुंचन पावते व पाते बल न लावता एकमेकापासून आपोआपच बाजूला होतात. काही कात्र्यांच्या मुठीच्या दोन भागांमध्ये एक पोलादाची लवचीक वक्र पट्टी

जोडलेली असते. कापण्यासाठी मूठ दाबली की पोलादी पट्टी थोडी सरळ होते. मुठीवर हाताने लावलेले बल काढून घेताच वक्र पोलादी पट्टी पुन्हा तिचे मूळ (वक्र) आकार धारण करते व पाती परस्परांपासून दूर होतात. पक्कड, निमुळती पक्कड तरफेच्या पहिल्या प्रकारातच मोडतात. सोनारकाम करणाऱ्या कारागीरांकडून अंगठा आणि त्याच्या शेजारचे बोट (तर्जनी) या दोन बोटांचा वापर करून बारीक वस्तू उचलण्यासाठी काही चिमटे वापरले जातात. ते तरफेच्या तिसऱ्या प्रकारात मोडतात. म्हणजेच भार (वस्तू पकडण्याची टोके) व टेकू यांच्या मध्ये बोटांनी बल लावले जाते.

फुंकनळी

सोने, चांदीचे दागिने उजळवणे, धातू वितळवणे, डाग देणे यासाठी त्याचे तापमान वाढवावे लागते. त्यासाठी गरम करण्याची वस्तू अर्धवट जळालेल्या कोळशावर किंवा वितळवण्याचे धातू पोर्सिलिनच्या (चिनीमाती) मुशीत ठेवून त्यावर दिव्याची ज्योत फुंकनळीच्या सहाय्याने वळविली जाते. फुंकनळी पितळेची निमुळती नळी असते. तिचे छिद्र अतिशय बारीक असते. नळीच्या पत्राची जाडी जास्त असल्याने फुंकनळी सहजी वाकत नाही. त्या नळीतून सलग, नियंत्रित, दीर्घकाळ फुंकर मारणे हे सरावाने जमते. फुंकनळीने फुंकर मारल्याने हवेच्या झोताबरोबर ज्योतीत प्राणवायूचे प्रमाण वाढते. त्यामुळे ज्योत अधिक प्रखर होते व धातूच्या वितळबिंदूपर्यंतचे तापमान सहज गाठता येते. पोर्सिलिनचा विलय बिंदू सोने, चांदी यापेक्षा फार जास्त असतो.

ऐरण

ऐरण पोलादी असते. ऐरणीच्या वरच्या बाजूचा रुंद पृष्ठभाग साधारण १० सेंटिमीटर X १० सेंटिमीटर व तळाकडील भाग निमुळता असतो. काम करत असताना कारागीराकडून रुंद भागावर हातोडीने पुन्हा पुन्हा आघात केले जातात. त्या आघातांमुळे ऐरणीचा निमुळता भाग जमिनीत हळूहळू खाली जाऊ शकतो. तसे होऊ नये म्हणून ऐरण एका रुंद लाकडी ठोकळ्यात रुतवलेली असते. आघात केल्यावर जे बल ऐरणीच्या पोलादी भागावर लागते ते लाकडी ठोकळ्याच्या रुंद पृष्ठभागामुळे विभागले जाते. म्हणजेच आघातामुळे निर्माण झालेला परिणामी दाब कमी होतो.

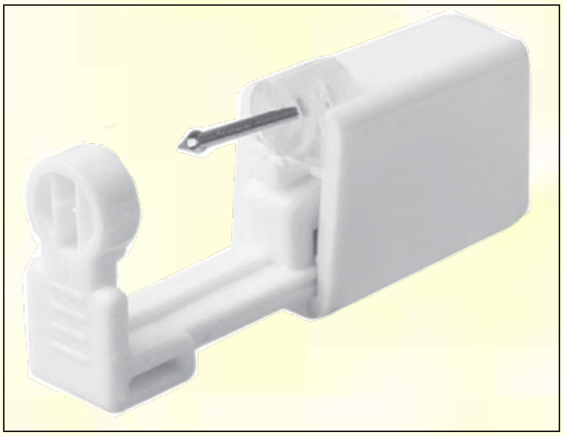
हातोडी

सोनाराची हातोडी लोहार किंवा अन्य कारागीर वापरतात त्या तुलनेने छोटी असते. हातोडीच्या माथ्याचा भाग पोलादी धातूचा असतो. सोनाराच्या हातोडीचा पोलादी भाग ५० ते ६० ग्रॅम असतो व त्यास १५ ते २० सेंटिमीटर लांबीची लाकडी मूठ असते. पोलादी टोकाचा एक भाग सपाट असतो व दुसरा भाग निमुळता (पाचर) आकाराचा असतो. पाचर हा साध्या यंत्रातील एक यंत्रांचा एक प्रकार आहे. नाजूक काम करायचे असल्याने कारागीराचे आघातावर नियंत्रण असणे आवश्यक असते. त्यासाठी अलगत आघात करायचा असल्यास पोलादी भागाजवळ होतोडी पकडली जाते, तर जोराने आघात करायचा असल्यास लाकडी मुठीच्या टोकाजवळ पकडली जाते.

नाक–कान टोचण्याचे यंत्र

पारंपरिक पद्धतीने नाक-कान टोचण्यासाठी सोने, चांदी किंवा तांब्याच्या तारेला कात्रीने तिरका काप घेऊन (पाचरी सारखा आकार देऊन) नाक-कानाला सोनार हाताने ती टोकदार तार अपेक्षित ठिकाणी टोचतात. या पद्धतीत तुलनेने अचूकता कमी असते तसेच त्वचेला छिद्र पडल्याने आवश्यक ती स्वच्छता व खबरदारी न घेतल्यास टोचलेल्या ठिकाणी जखम होऊन तेथे जंतुसंसर्ग होण्याचीही शक्यता असते.

तंत्रज्ञानातील प्रगतीमुळे आता नाक-कान टोचण्यासाठी यंत्रे विकसित करण्यात आली आहेत. त्यापैकी एका प्रकारचे यंत्र साधारण काड्यापेटीच्या आकाराचे असते. त्यात सुईसारखा भाग नाक किंवा कान जेथे टोचायचे आहे त्याच्या वरच्या बाजूला असतो व खालच्या बाजूने आधार देण्याची व्यवस्था असते. आधाराला स्प्रिंग जोडलेली असते. हा आधार व सुईमध्ये नाकाला/कानाला जेथे टोचायचे आहे तो भाग येईल असे पकडून सुई असलेला भाग दाबला की परस्परांच्या जवळ येतात व अपेक्षित ठिकाणी नाक/कानास छिद्र पडते. प्रत्येक वेळी निर्जंतुक केलेली सुई वापरल्याने जंतुसंसर्ग होण्याची शक्यता कमी असते.



नाक-कान टोचण्याच्या यंत्रांच्या दुसऱ्या प्रकारामध्ये बंदुकीसारख्या रचनेत सुई एका स्प्रिंगमार्फत धातूच्या दट्ट्याला जोडलेली असते. ही सर्व यंत्रणा बंदुकीसारखी मुठीत पकडता येते. दट्ट्या मागे ओढला की स्प्रिंग दाबली जाते व चापामुळे त्या दाबलेल्या स्थितीतच राहते. दट्ट्याला जोडलेला चाप ओढला की दाबलेली असलेली स्प्रिंग सटकते व वेगाने तिचा विस्तार होतो. कांबेला जोडलेली सुई झटक्याने नाक/कान टोचण्याच्या ठिकाणी पुढे सरकते व त्या ठिकाणी छिद्र पडते.

सोनिकेटर

दागिने नियमित वापरले तर त्यावर धूळ बसते, नक्षीकामात मळ अडकतो. परिणामी दागिण्यांची चमक कमी होते. यामुळे नियमित वापरले जाणारे दागिने ठरावीक कालावधीनंतर उजळवले जातात. नवीन तंत्रज्ञानाचा वापर करून दागिन्यात अडकलेली धूळ व मळ सोनिकेटर नावाच्या उपकरणाचा वापर करून काढतात. सोनिकेटर हे उपकरण श्रवणातीत (अल्ट्रासोनिक वेव्हस) ध्वनिलहरींचा वापर करते.

सोनिकेटरची कार्यप्रणाली

सोनिकेटरमध्ये ट्रान्सड्युसर, शोधक व विद्युतपुरवठा यंत्रणा हे मुख्य भाग असतात.

ट्रान्सड्युसर हे साधन एका प्रकारच्या विद्युतघटकाचे

रूपांतरण दुसऱ्या प्रकारच्या विद्युतघटकात करते. सोनिकेटरमध्ये वापरलेला ट्रान्सड्युसर विद्युतउर्जेचे श्रवणातीत ध्वनिलहरींमध्ये रूपांतरण करतो.

विद्युतपुरवठा यंत्रणेकडून विद्युतउर्जा ट्रान्सड्युसरला दिली जाते. ट्रान्सड्युसर ही उर्जा श्रवणातीत ध्वनिलहरींमध्ये बदलतो. ट्रान्सड्युसरमधून तयार झालेल्या श्रवणातीत ध्वनिलहरी शोधकाद्वारे भांड्यातील द्रव्यामध्ये पाठवल्या जातात. श्रवणातीत ध्वनिलहरी द्रव्यामध्ये प्रसारित झाल्यावर, उच्च दाब आणि कमी दाबाच्या चक्रांमुळे द्रव्यात छोटेछोटे बुडबुडे तयार होतात. हे बुडबुडे फुगून फुटतात, ज्यामुळे द्रव्यात तीव्र ऊर्जा उत्पन्न होते. या प्रक्रियेस कॅव्हिटेशन म्हणतात. कॅव्हिटेशनमुळे उत्पन्न झालेली ऊर्जा द्रव्यातील कणांचे विभाजन करते त्यांना मोकळे करते. द्रव म्हणून बहुतेक ठिकाणी उर्ध्वपातन पद्धतीने शुद्ध केलेले, कोणतेही क्षार नसलेले पाणी वापरले जाते. काही उपकरणांमध्ये पाण्याचे तापमान नियंत्रित पद्धतीने कमी-जास्त करण्याची व्यवस्थाही असते.

सोनिकेटरचा उपयोग संशोधन आणि औद्योगिक प्रक्रियांमध्येही विविध प्रकारे केला जातो. श्रवणातीत ध्वनिलहरींच्या मदतीने द्रव्यामध्ये तीव्र ऊर्जा निर्माण करून प्रयोगशाळेतील संशोधनार्थ असलेले नमुने स्वच्छ केले जातात, प्रयोगशाळेतील विविध प्रक्रिया अधिक कार्यक्षम बनवल्या जातात.

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

ग्रंथाली

आरोग्याचे डोही

डॉ. उज्ज्वला दळवी

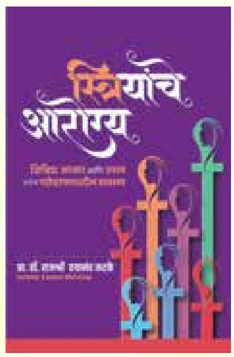
आरोग्याची काळजी घेण्यासाठी शरीराचीही सर्वांगीण माहिती असणं आवश्यक असतं. तसंच आसपासच्या परिस्थितीचा, सद्यस्थितीत पर्यावरणाचा, कसा परिणाम होतो हेही जाणून घेणं गरजेचं असतं. ते समजावून सांगायची उपयुक्त कामगिरी डॉ. उज्ज्वला दळवी यांनी 'आरोग्याचे डोही' या ग्रंथामार्फत केली आहे. त्यासाठी त्यांनी वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून तर्कशुद्ध मांडणी केली आहे.

– डॉ. बाळ फोंडके

मूल्य ४५० रुपये । सवलतीत २८० रुपये

स्त्रियांचे आरोग्य

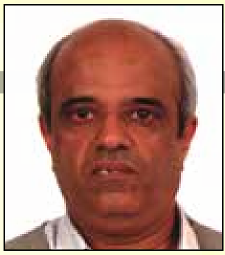
प्रा. डॉ. राजश्री दयानंद कटके



'स्त्रियांचे आरोग्य' या पुस्तकामध्ये तरुणपणीचे प्रश्न, गरोदरपणातील समस्या, स्त्रियांना होणारे आजार, रजोनिवृत्ती व स्त्रियांचे कुटुंबातील स्थान असे सहा भाग यात आहेत. वृद्धपणी स्त्रियांची रजोनिवृत्ती होते, या काळात मधुमेह, उच्च रक्तदाब, थायरॉइड, तसेच स्तनाचा कर्करोग, गर्भाशयाच्या मुखाचा कर्करोग आदी आजार आणि उपचार यांचे विवेचन डॉ. राजश्री कटके यांनी या पुस्तकात केले आहे.

– डॉ. तात्यासाहेब लहाने

मूल्य २०० रुपये । सवलतीत १२० रुपये



डॉ. राजेंद्र देवपूरकर

पिण्याचे पाणी : सूक्ष्मजीवांची तपासणी

मागील काही लेखांमध्ये आपण सूक्ष्मजीव म्हणजे काय, त्यांचा प्रयोगशाळेत अभ्यास कसा करतात ह्या प्राथमिक वर्षांपासून जनुकीय अभियांत्रिकी (Genetic Engineering) ह्यासंबंधी बरीच माहिती घेतली. सूक्ष्मजीव हे आपणास होणाऱ्या संसर्गजन्य आजारांचे कारण असले तरी एकूण सूक्ष्मजीवांपैकी अत्यंत अल्प असे रोगकारक आहेत आणि बहुसंख्य तर उपयोगी आहेत ह्याकडे मुद्दाम लक्ष वेधण्याचा प्रयत्न ह्यापूर्वीच्या लेखात केला होता.

अर्थात उपद्रव करणाऱ्यांबद्दल आपण अधिक सजग राहतो आणि असंख्य प्रकारे आपल्या उपयोगी सूक्ष्मजीवांना एकप्रकारे गृहीत धरून राहतो. हेही खरे की कोणताही उपद्रव टाळण्यासाठी उपद्रवाच्या कारणमीमांसामध्ये जाऊन त्याचा अभ्यास अधिक प्राधान्याने केला जातो. सूक्ष्मजीवांमुळे होणारा उपद्रव ह्याला अपवाद कसा ठरणार? असो. कोरोनासारख्या महामारीला तोंड देता देता काय काय अनुभवायला लागले हे आठवले तर उपद्रवी सूक्ष्मजीवांबद्दल सावध राहणे हे सर्वार्थाने आवश्यक आहे हेही मान्य करावेच लागेल.

आपल्या आरोग्यास धोका निर्माण करणाऱ्या जिवाणूंचा आपल्याला प्रादुर्भाव प्रामुख्याने हवा, पाणी, अन्न ह्या माध्यमातून होतो. ह्याशिवाय रुग्णाशी प्रत्यक्ष संपर्क, त्याने हाताळलेल्या वस्तू (Fomites) ह्याद्वारेही रोगजंतूंचा प्रसार होतो. कोरोना महामारीवर नियंत्रण आणताना विलगीकरण (Distancing) आणि निर्जंतुकीकरण (Disinfection) हे उपाय परिणामकारक ठरले ह्याचा आपण सर्वानीच अनुभव घेतला आहे. कोरोनाच्या साथीमध्ये आपण सर्वांनीच काटेकोर दक्षता घेतली हे ठीकच झाले. परंतु ह्या दक्षतेची सवय लागून सामान्य माणसाच्या दैनंदिन व्यवहारात काही ठळक आणि कायमस्वरूपी बदल झाले आहेत का हा एक स्वतंत्र विषयच होईल.

पाण्यावाटे पसरणारे आजार

खरं तर आपल्यापैकी सगळ्यांनाच अगदी शालेय शिक्षणापासून 'पाण्यावाटे पसरणारे आजार' ह्यासंबंधी बऱ्यापैकी माहिती असते. पिण्यासाठी योग्य पाणी मिळत नसल्यामुळे, विशेषतः विकसनशील देशात, दर वर्षी लक्षावधी लोक अनेक आजारांनी बाधित होतात.. पाण्यावाटे होणारा अतिसार (डायरिया) हे ५ ते ७ वर्षांखालील बालकांमधील मृत्यूचे एक मोठे प्रमुख कारण आहे. अशुद्ध पाण्यावाटे जिवाणू (बॅक्टेरिया), विषाणू (व्हायरस) आणि आदिजीव (प्रोटोझोआ) ह्या वर्गातील रोगजंतूचा प्रसार होतो. टायफॉईड, कॉलरा, आमांश, कावीळ, पोलिओ आतड्याचा दाह अतिसार असे रोग पाण्यावाटे पसरतात. पिण्यासाठी योग्य असे शुद्ध पाणी आणि त्याचबरोबर वैयक्तिक स्वच्छतेचे पालन ह्या दोन साध्या उपाययोजनांनी ह्या रोगांचे निर्मूलन होऊ शकेल. गेल्या दोन ते तीन दशकांमध्ये ह्या दिशेने खरोखरच चांगले प्रयत्न झालेले आहेत. तरीसुद्धा विकसित देश वगळता इतर देशांमध्ये ह्यासंबंधी अजूनही काम करण्याची आवश्यकता आहे. जागतिक लोकसंख्येच्या सुमारे २५ टक्के लोक अजूनही पुरेसे पाणी उपलब्ध नाही अश्या परिस्थितीमध्ये आहेत. जागतिक लोकसंख्या आठ लक्ष आहे आणि साधारणतः दीड लक्ष लोकांना अजूनही दूषित पाणी प्यावे लागत लागत आहे.

पिण्याच्या पाण्यासंबंधी सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या दृष्टीने काही मानके आहेत का हे पाहू. अर्थातच पिण्याच्या पाण्यामध्ये रोगजिवाणू नसावेत. पिण्याच्या पाण्याची तशी तपासणी करावी लागेल असे प्रथमदर्शनी वाटणे साहजिक आहे. मात्र

असा रोगजंतूंचा पाण्यामध्ये शोध घेणे हे अनेक कारणांमुळे अव्यवहार्य आणि बऱ्याच अंशी चुकीचे ठरते. त्याची काही कारणे :

१) रोगजंतू पाण्यामध्ये आहेत किंवा नाहीत ही तपासणी करण्यासाठी अजूनही २४ तास ते ४८ तासांचा अवधी लागतो. (त्वरित तपासणीसाठी नवीन तंत्रे विकसित झाली आहेत, नव्याने होताही आहेत; पण अजूनही ती प्रायोगिक आहेत). तपासणीच्या ह्या ४८ तासांत लोक पाणी पिणार नाहीत का? त्यामुळे प्रयोगशाळेचा अहवाल येईपर्यंत लोकांमध्ये रोगजंतूंचा प्रादुर्भाव झालेला असेल.

उदाहरणावरून समजून घेऊ. संततधार पावसामुळे नदी-नाल्यातील पाण्याची पातळी वाढते आहे आणि ते पाणी राहण्याच्या वस्तीमध्ये शिरण्याची शक्यता दिसते आहे. मग खबरदारीचा इशारा नागरिकांना पाणी वस्तीत शिरण्यापूर्वीच द्यावयास हवा ना. पोलिसांची गाडी इशारा देत आहे आणि या गाडीच्याच मागे पाण्याचा लोंढा येत आहे असा इशारा देऊन काय उपयोग. पाणी गावात शिरण्याची शक्यता जाहीर करायची आहे; पाणी गावात आले आहे हे जाहीर करणे हा मार्ग नव्हे. वर सांगितल्याप्रमाणे रोगजंतूंचीच तपासणी म्हणजे थोडासा असाच प्रकार होतो आहे. ह्या उदाहरणाप्रमाणे पिण्याच्या पाण्यात रोगजंतू येण्यापूर्वीच ते येण्याची शक्यता आहे किंवा नाही ह्यासंबंधी पाणी-तपासणी करणे अधिक सयुक्तिक आहे.

२) आधी सांगितल्याप्रमाणे पोलिओ, कावीळ ह्या रोगांचे विषाणू आणि कॉलरा, टायफॉइड रोगांचे जिवाणू असे ७-८ विविध रोगजंतूंचा पाण्यावाटे प्रसार होतो. पाण्याच्या नमुन्याची ह्या सगळ्यांसाठी तपासणी करणे हे शक्य नसते कारण प्रत्येक रोगजंतू तपासण्यासाठीची पद्धत आणि तंत्र निराळे असते; विषाणूंची तपासणी तर सोपीही नसते. पिण्याच्या पाण्याची नियमित तपासणी करायची असते अशा वेळी विषाणूंसाठी तपासणी PCR सारखे खर्चीक तंत्र वापरून करणे अव्यवहार्य ठरते.

मलप्रदूषण निर्देशक जिवाणू

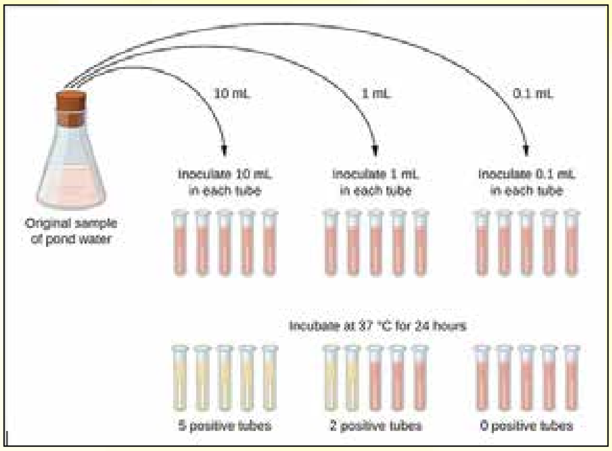
पिण्याच्या पाण्यात रोगजंतू येण्यापूर्वीच ते येण्याची शक्यता आहे किंवा नाही ह्यासंबंधी पाणी-तपासणी करणे अधिक सयुक्तिक आहे असे विवेचन आपण ह्यापूर्वी केले आहे. अशी केवळ शक्यता सांगता येणे शक्य असते ते कसे ते पाहू.

प्रथम लक्षात घेऊ की पाण्यावाटे रोगप्रसार करणारे रोगजंतू, मग ते विषाणू असोत वा जिवाणू असोत, पाण्यामध्ये येतात तरी कोठून? पोलिओ, कावीळ, कॉलरा, टायफॉइड ह्यापैकी कोणत्याही आजाराने मनुष्य बाधित होतो तेव्हा रोगजंतूंची वाढ ही त्या रुग्णाच्या आतड्यामध्येच होत असते. आणि अशा रुग्णाच्या मलाद्वारेच हे रोगांचे जिवाणू/विषाणू त्याच्या शरीराबाहेर पडत असतात. अशा विष्टेचा पाण्याशी संपर्क येतो तेव्हा ते पाणी रोगजंतूंनी दूषित होते. महत्त्वाचा मुद्दा हाच की पाणी आणि मल ह्यांचा संपर्क होतो आहे ही धोक्याची सूचना म्हणून वापरता येते आणि तेसुद्धा रोगजंतू पाण्यात येण्यापूर्वीच. आता ही धोक्याची सूचना आपल्याला कशी मिळते ते पाहू.

आपल्या सर्वांच्या आतड्यामध्ये ईश्करीशिया कोलाय ह्या नावाचा जिवाणू कायमस्वरूपी राहात असतो. ह्या जिवाणूसंबंधी प्रमुख बाबी लक्षात घेणे जरुरीचे आहे. १) ह्या जिवाणूंमुळे आपणाला सहसा कोणताही आजार होत नाही. उलट त्यांच्यामार्फत आपणाला काही जीवनसत्त्वांचा पुरवठा होतो. त्यांचे आपल्या आतड्यातील वास्तव्य आपल्या आरोग्यासाठी आवश्यक असते. २) त्यांची आतड्यातील संख्या फार मोठी असते. मोठ्या आतड्यातील एक ग्रॅम मलामध्ये $१०^{८}$ ते $१०^{१२}$ (१००,०००,००० ते १०००,०००,०००,०००) एवढी त्यांची संख्या असते. ३) निरोगी माणसाच्या मलाद्वारे हे जिवाणू बाहेर पडतात. पाण्याचा मलाशी संपर्क येत असेल तर त्या पाण्यात ईश्करीशिया कोलाय हे जिवाणू आढळतात. प्रत्यक्ष हा जिवाणू रोगकारक नाही, पण तो पाण्यात आढळणे म्हणजे पाण्याचा कोठेतरी विष्टेशी किंवा मलाशी संपर्क येत आहे हे नक्की.

म्हणूनच ह्या जिवाणूला मल-प्रदूषण निर्देशक जिवाणू-(faecal pollution indicator) असे मानतात. ईश्करीशिया कोलाय हा निर्देशक जिवाणू आणि पाण्यावाटे रोग करणारे रोगजंतू दोन्ही पाण्यामध्ये मलाद्वारेच येत असल्यामुळे पाण्याची कोणच्याही एका विशिष्ट रोगजंतूसाठी तपासणी करावी लागत नाही.

अधिकतम संभाव्य संख्या तंत्र (Most Probable Number Technique, MPN) : मल-प्रदूषण निर्देशक जिवाणूच्या पाण्यातील प्रमाणावरून पाण्याची प्रतवारी केली जाते. ह्या जिवाणूंची संख्या जरा निराळ्या अशा संख्याशास्त्रातील संभावनातत्त्वावर आधारलेल्या प्रयोगाने ठरवली जाते. (सूक्ष्मजीवशास्त्रामध्ये जिवाणूंची संख्या कॉलनी संख्या तंत्र वापरून काढण्याची पद्धत असते. इथे जिवाणूंच्या संख्येचा colony forming unit असा उल्लेख करतात. परंतु खूप नमुने



आकृती क्र. १

तपासण्यासाठी ही पद्धत गैरसोयीची असते.) अधिकतम संभाव्य संख्या म्हणजे MPN ही पद्धत कमी साहित्य आणि कमी वेळ लागणारी असल्याने थोड्या वेळात जास्त नमुने (samples) तपासण्यासाठी खूपच उपयुक्त असते. आकृतीमध्ये MPN ही पद्धत दाखवली आहे. जिवाणू आहेत किंवा नाही हे तपासण्यासाठी आकृती क्र. १ मध्ये दर्शवल्याप्रमाणे १५ परीक्षानलिकामध्ये लॅक्टोज शर्करा, ॲसिडनिर्मिती दाखवणारा दर्शक (acid indicator) असलेले द्रवमाध्यम मॅकॉन्की (MacConkey broth) घेतले जाते. प्रत्येक परीक्षानलिकेमध्ये १० मि.ली. एवढे माध्यम घेतात. जिवाणूंनी शर्करेपासून तयार केलेला वायू पकडण्यासाठी प्रत्येक परीक्षानलिकेमध्ये उलटी टाकलेली एक छोटी नलिका (Durham tube) असते. हे सर्व १२१ सेंटिग्रेड तपमानाला १५ मिनिटे निर्जंतुक केले जाते. (प्रयोगामध्ये जिवाणू वाढवण्याचे माध्यम, सर्व साहित्य जसे की pipettes, petri plates, glass rod इ. निर्जंतुक करून वापरणे अत्यंत जरुरीचे असते; पूर्वीचे विज्ञानधारा अंकामध्ये हे सविस्तर लिहिले आहेच.)

ह्या १५ नलिकांचे प्रत्येकी ५ असे ते ३ गट केले जातात. एका गटातील प्रत्येक परीक्षानळीमधील द्रवमाध्यमात दहा मि.ली. पाणी (तपासणीसाठीचा नमुना), दुसऱ्या गटात तेच पाणी पण प्रत्येक नळीत एक मिलिलीटर आणि तिसऱ्या गटातील प्रत्येक नळीत एकदशांश मिलिलीटर पाण्याचा नमुना टाकला जातो. दहा मि.ली. पाणी ज्या गटात टाकतात त्या गटातील परीक्षानळ्यांमध्ये दुप्पट संहितेचे मॅकॉन्की द्रव माध्यम घेतात. मग ह्या सर्व परीक्षा नळ्या जिवाणूच्या वाढीसाठी पोषक ३७ सेंटिग्रेड तापमानास २४ ते ४८ तास ठेवण्यात येतात. नंतर ॲसिड (द्रव माध्यमाचा बदललेला रंग पाहून) आणि Durham tubeमधील वायू पाहून ++ve नमुने ओळखले जातात. आपण १० मिली लिटर १.० मिली लिटर आणि ०.१ मिली लिटर नमुने ५ वेळा तपासात आहोत हे लक्षात घ्या. नमुन्यामध्ये जिवाणूंची संख्या खूप कमी असेल तर ०.१ मिली लिटरच्या ५ परीक्षा नळ्यांमधील ++ve ची संख्या कमी येईल ती क्रमक्रमाने, १.० मिली लिटर आणि १० मिली लिटरसाठी जास्त असते. पाचच्या प्रत्येक संचातील ++ ve आलेल्या परीक्षानळ्यांची संख्याची नोंद घेतली जाते. आकृती २ मध्ये मॅकक्रॅडी तक्ता दाखवला आहे. तक्त्यामध्ये पाहून जिवाणूंची संख्या समजते. परंतु ही संख्या म्हणजे मल-प्रदूषण निर्देशक जीवाणूचीच असते असे समजण्यामध्ये एक अडचण आहे. ती अशी की दर्शक जीवाणूंसदृश असे पण प्रत्यक्ष मानवी विष्टेशी संबंध नसलेले जिवाणू ह्या परीक्षेमध्ये मल-प्रदूषण निर्देशक जीवाणूसारखाच ++ ve निकाल देतात (ह्यांना मल-प्रदूषण निर्देशक जीवाणूचे सगेसोयरे म्हणून coliform असे संबोधतात.) ह्यामुळे ह्या परीक्षेला 'अनुमानित परीक्षा' (Presumptive test) आणि जिवाणूसंख्येला अनुमानित कोलिफॉर्मची संख्या असे समजतात. मग नक्की मानवाच्या विष्टेशी संबंधित मल-प्रदूषण निर्देशक जिवाणू आणि त्यांची गणना कशी करतात हा प्रश्न उपस्थित होईल. मानवी मल-प्रदूषण निर्देशक जिवाणू आणि सगेसोयरे कोलिफॉर्म ह्यांच्यामध्ये एक सूक्ष्म पण उपयुक्त फरक असतो. तो असा, की मानवी मल-प्रदूषण निर्देशक जिवाणू ४५ सेंटिग्रेड तापमानास वाढू शकतो आणि शर्करेपासून ॲसिड आणि डरहम नळीमध्ये वायू तयार करतो पण सगेसोयरे कोलिफॉर्म हे काम फक्त ३७ सेंटिग्रेड तापमानासच करतात. नेमका हाच फरक वापरून निश्चिती चाचणी करता येते. अनुमानित चाचणीमध्ये ++ve आलेल्या परीक्षानळीमधील एक थेंब नवीन म्हणजे न वापरलेल्या निर्जंतूक द्रवमाध्यमात टाकून यांना ४५ सेंटिग्रेड तापमानास २४ तास ठेवायचे आणि मग ॲसिड आणि

प्रतवारी	संभाव्य संख्या तंत्र निर्देशांक	पाण्याची प्रत
अ	०	कमी धोकादायक
ब	१-१०	कमी धोकादायक
क	११-१००	धोकादायक पातळीकडे झुकलेले
ड	१००-१००००	प्रदूषणाची धोकादायक पातळी
इ	> १०००	प्रदूषणाची अति धोकादायक पातळी

तक्ता १

Number of tubes giving positive reaction out of			MPN Index per 100 mL	Number of tubes giving positive reaction out of			MPN Index per 100 mL
5 undiluted samples (dilution factor-1)	5 dilutions of 10 (dilution factor-10)	5 dilutions of 100 (dilution factor-100)		5 undiluted samples (dilution factor-1)	5 dilutions of 10 (dilution factor-10)	5 dilutions of 100 (dilution factor-100)	
0	0	0	< 2	4	2	1	26
0	0	1	2	4	3	0	27
0	1	0	2	4	3	1	33
0	2	0	4	4	4	0	34
1	0	0	2	5	0	0	23
1	0	1	4	5	0	1	30
1	1	0	4	5	0	2	40
1	1	1	6	5	1	0	30
1	2	0	6	5	1	1	50
2	0	0	4	5	1	2	60
2	0	1	7	5	2	0	50
2	1	0	7	5	2	1	70
2	1	1	9	5	2	2	90
2	2	0	9	5	3	0	80
2	3	0	12	5	3	1	110
3	0	0	8	5	3	2	140
3	0	1	11	5	3	3	170
3	1	0	11	5	4	0	130
3	1	1	14	5	4	1	170
3	2	0	14	5	4	2	220
3	2	1	17	5	4	3	280
4	0	0	13	5	4	4	350
4	0	1	17	5	5	0	240
4	1	0	17	5	5	1	300
4	1	1	21	5	5	2	500
4	1	1	26	5	5	3	900
4	2	0	22	5	5	4	1600
				5	5	5	≥ 1600

आकृती २

वायू तयार होतो आहे का ते निरीक्षण नोंदवायचे. त्यावरून अनुमानित चाचणीमधील किती निश्चितपणे मल-प्रदूषण निर्देशक जिवाणूमुळे ++ve आहेत ते समजेल. मागील पानावरील तक्ता १ मध्ये 'अनुमानित कोलिफॉर्म १०० मिलीलिटर पाण्यात' ह्यावर आधारित पाण्याची प्रतवारी दाखवली आहे.

अनुमानित चाचणीप्रमाणे १० अनुमानित कोलिफॉर्म १०० मिलीलिटर पाण्यात ह्या प्रमाणापर्यंत पाणी धोकादायक नाही, पण निश्चित चाचणीप्रमाणे १ निश्चित कोलिफॉर्म १०० मिलीलिटर पाण्यात असणे म्हणजे पाणी पिण्यास धोकादायक होय.

मल-प्रदूषण निर्देशक जिवाणू म्हणून स्ट्रेप्टोकॉकस फिकॅलिस, क्लोस्ट्रिडियम वेलचाय अशाही जिवाणूंचा वापर करता येऊ शकतो. हेही जिवाणू आपल्या आतड्यामधील रहिवासी आहेत.

– डॉ. राजेंद्र देवपूरकर
writetodeopurkar@gmail.com

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

कासवांचे संरक्षण व संवर्धन

या लेखात आपण समुद्री कासवांविषयी जाणून घेणार आहोत. सरीसृप वर्गात येणारी ही कासवे तीन प्रकारची असतात. एक म्हणजे जमिनीवर राहणारी (tortoise), दुसरी समुद्रात राहणारी (turtles) आणि तिसरी खाडीत किंवा गोड्या पाण्यात राहणारी (terrapins) कासवे. राहणीमानानुसार त्यांच्या शरीररचनेतही बदल झालेले असतात. दीर्घायुष्याचे वरदान लाभलेली कासवे खरोखरच एक कुतूहलाचा विषय ठरतात. कासव हे दृढतेचे, निष्ठेचे व तपाचे प्रतीक आहे. Testudines या ऑर्डरमध्ये कासवांच्या साधारण ३०० जाती आढळतात. घट्ट ढालीसारखे कवच असलेले हे प्राणी, वनस्पती किंवा लहान प्राणी खाऊन जगतात. कासवे शाकाहारी, मांसाहारी किंवा सर्व भक्षी असतात. त्यांच्या तोंडात दात नसतात पण मजबूत टणक अशी चोच असते जिच्या साहाय्याने ते कठीण पदार्थ तोडून, तुकडे करून खाऊ शकतात.

एवढे दीर्घायुष्य असलेली ही कासवे का बरे धोक्यात आलेली आहेत? यांच्या संरक्षणाची व संवर्धनाची एवढी गरज का बरे निर्माण झाली असावी? यांची उत्तरे शोधण्याआधी आपण कासवांचे महत्त्व थोडक्यात जाणून घेऊ. उत्क्रांती ही फार सावकाश होत जाणारी घटना आहे. कित्येक शतके निघून जातात प्राण्यांमध्ये शारीरिक बदल घडून यायला, कारण सभोवतालच्या परिस्थितीशी सामना करत त्यांना जीवनाची लढाई जिंकायची असते. सर्व्हायवल ऑफ द फिटेस्ट (survival of the fittest) किंवा सेल्फिश जीनच्या (selfish gene) थेअरीप्रमाणे जे बदल जगण्यासाठी योग्य आहेत ते बदल शरीरात होत जातात व गुणसूत्रांद्वारे पुढल्या पिढ्यांमध्ये हस्तांतरित होतात. (पाठवले जातात.) हजारो वर्षांपासून बदलत्या पृथ्वीतलावर आणि बहुतेक सर्वच महासागरात राहत आलेली ही कासवे आपल्या पर्यावरणामध्ये अनेक भूमिका बजावतात. कधी ते शिकारी असतात, कधी स्वतः शिकार बनतात, कधी प्रतिस्पर्धी बनतात तर कधी स्वतःच्या पाठीवर, पोटावर काही ठराविक प्राण्यांना राहायला जागा देऊन त्यांचे यजमान (होस्ट) बनतात. सागरात बऱ्याच जातीची लव्हाळी वाढतात. त्यांची वाढ जास्त झाली की सूर्यप्रकाशाचे तळाच्या भागात पोहोचणे कठीण असते. कासवे या लव्हाळ्यांना खाऊन त्यांचे प्रमाण नियंत्रित ठेवतात. हॉक्सबिल कासवे मऊ स्पंजना खातात, स्पंज हे त्यांचे आवडते खाद्य आहे. वेगवेगळ्या कठीण प्रवाळांच्या बेटांवर स्पंज मोठ्या प्रमाणात वाढतात पण यांचीदेखील संख्या जास्त झाली की प्रवाळ प्राण्यांच्या वाढीवर परिणाम होतो. त्यामुळे हजारो सागरी प्राण्यांचे आश्रयस्थान असलेली प्रवाळ परिसंस्था संतुलित ठेवण्याचे काम कासवे करतात. लेदर बॅक नावाची कासवे मुख्यत्वे जेलीफिश खातात. जेलीफिश नावाचे प्राणी माशांची तरंगणारी अंडी व माशांच्या लहान पिल्लांना खाऊन टाकतात. हे जेलीफिश वाढत गेले तर मासे संख्येने आपोआपच कमी होतात. मात्र लेदर बॅक कासवे जेलीफिश खाऊन त्यांची संख्या नियंत्रित ठेवतात.

लॉगर हेड कासवे कवचधारी प्राण्यांना खाऊन त्यांची अतिरिक्त वाढत जाणारी संख्या कमी करतात. या कासवांचे नैसर्गिक शिकारी म्हणजे कोल्हे, शार्क, मासे, मुंगसे, कुत्रे, गिधाडे, साप वगैरे प्राणी आहेत, जे त्यांची अंडी व लहान पिल्ले यांना मारून खातात.

दोनशे वीस दशलक्ष वर्षांपासून म्हणजेच Triassic काळाच्या उत्तरार्धापासून कासवांचे अस्तित्व पृथ्वीतलावर आहे. डायनासोर, मगरी व कासवांचे वंशज एकच आहेत. म्हणजे उत्क्रांतीच्या काळात एकाच वंशापासून हे तिघेही विकसित झाले आहेत. पाठीच्या बरगड्या आतल्या बाजूने

कासवाच्या पिल्लाचा सागराकडील प्रवास

कासवाचे घरटे

जेलीफिश समजून प्लास्टिक खाताना कासव

मासे पकडण्याच्या जाळ्यात अडकलेले कासव

गोल वाकून पाठीचे कवच बनले गेले. पोटाकडच्या व पाठीकडच्या अवयवांना संरक्षण देण्याकरता कासवांच्या कवचाची निर्मिती झाली आहे. या बरगड्या सपाट होत जाऊन, मग एकत्र येऊन एकसंध असे कवच बनत गेले. मधोमध पाठीचा कणा सामावला गेला. (याला एक अपवाद आहे तो लेदर बॅक टर्टलचा. याचे कवच अर्धवट हाडांचे बनलेले आहे व जास्त भाग घट्ट अशा तेलकट कातडीने बनलेला आहे.) दात निघून जाऊन त्या जागी कठीण मजबूत अशी चोच तयार झाली जी त्यांच्या डोक्याचा पुढे आलेला भाग आहे. अगदी जुरासिक काळाच्या पूर्वार्धापासून आतापर्यंत यांच्या शरीररचनेत अगदीच नगण्य बदल झाला आहे. ते जुरासिक काळात जसे होते अगदी तसेच आताही आहेत. शिकार्यांपासून वाचण्याकरता व सभोवतालच्या कठोर पर्यावरणापासून सुरक्षेकरता या कवचाचा उपयोग कासवे करतात. सभोवतालची परिस्थिती असुरक्षित वाटते तेव्हा आपले डोके, पुढचे-मागचे पाय व शेपटी कवचाच्या आत ओढून घेतले जातात. इतर सरीसृप वर्गात येणारी ही कासवे एक्झोथर्म्स (exotherms) आहेत. म्हणजेच स्वतःच्या शरीराचे तापमान भोवतालच्या पाण्याच्या किंवा हवेच्या तापमानानुसार ते बदलतात यालाच शीत रक्ताचे प्राणी असेही म्हणतात.

दिवसा ऊन खात बसलेली कासवे तुम्ही पाहिली असतील. कोमट पाण्यात उतरल्यावर शरीराचे तापमान हे सारखेच असावे म्हणून शरीराचे तापमान वाढवण्याकरता ते उन्हात बास्किंग किंवा सूर्यअंघोळ करतात. ऊर्जा वाचवण्याकरता काही कासवे तर दर नऊ मिनिटांनी एकदा श्वास घेतात व आपल्या शरीरात होणाऱ्या चयापचयाच्या क्रिया लांबवतात. यांच्या काही जातींमध्ये पायाची बोटे पडद्यांनी जोडली जाऊन पायांचा उपयोग पाण्यात वल्ह्यासारखा केला जातो. काही कासवांमध्ये तर त्यांच्या पायांचे रूपांतर पूर्णपणे एखाद्या वल्ह्यासारखेच झालेले असते.

अशा या समुद्री कासवांच्या सध्या फक्त सात जाती शिल्लक राहिलेले आहेत.

ग्रीन टर्टल, लॉगर हेड टर्टल, केम्प्स रिडली टर्टल, ऑलिव्ह रिडली टर्टल, हॉक्स बिल टर्टल, फ्लॅट बॅक टर्टल आणि लेदर बॅक टर्टल अशी त्यांची नावे आहेत. जगभरातल्या बहुतेक सर्वच महासागरांत यांचे अस्तित्व आहे. यांचे अन्न मिळवण्याचे क्षेत्र व घरटी बनवण्याचे क्षेत्र मात्र एकमेकांपासून फारच लांब असते. मोठ्या अंतराचे स्थलांतर करत कासवे अंडी देण्यासाठी ठरावीक किनाऱ्यावर येतात. जमिनीवरच्या कासवांपेक्षा समुद्रातल्या कासवांच्या रक्तामध्ये हिमोग्लोबिनचे तसेच लाल रक्तपेशींचे प्रमाण जास्त आहे. मायोग्लोबिन नावाचे प्रथिनदेखील यांच्या स्नायूंमध्ये जास्त प्रमाणात असते. मोठी फुफ्फुसे त्यांना भरपूर ऑक्सिजन साठवण्यासाठी मदत करतात. जेणेकरून फक्त एका श्वासात ते तासभर पाण्याखाली आरामात पोहू शकतात. अन्नाचे ऊर्जेत रूपांतर करण्याकरता ऑक्सिजनशिवायचे म्हणजेच अनएअरोबिक (anaerobic) श्वसन ही कासवे करू शकतात. काही कासवांमध्ये पाण्यातला ऑक्सिजन शोषून घेण्याकरता कल्ल्यांसदृश अवयव विकसित झाले आहेत. शरीरात गेलेले अतिरिक्त मीठ बाहेर काढून टाकण्याकरता कासवांना मीठ ग्रंथी (salt gland) असतात. त्या डोळ्यांजवळ किंवा बहुतेक वेळा नाकाजवळ असतात. म्हणजे मगरीचे अश्रू जसे दिसतात अगदी तसेच यांचेही अश्रू म्हणजे नको असलेले क्षार बाहेर पडताना दिसतात. हे त्यांचे खरोखरचे रडणे नसून मिठाचे प्रमाण संतुलित ठेवण्याकरता (salt balancing) केली जाणारी क्रिया आहे.

आपल्या डोळ्यांत cone cells व rod cells असतात. कासवांच्या डोळ्यात rod cells मात्र जास्त प्रमाणात असतात. त्यामुळे त्यांना रात्रीचे कमी प्रकाशातही चांगले दिसते. म्हणजेच अल्ट्राव्हायोलेट किरणांपासून इन्फ्रारेड किरणांपर्यंत त्यांची दिसण्याची क्षमता आहे. आपण मात्र visible spectrum म्हणजेच सात रंगांचे विश्व पाहू शकतो तर कासवे त्या पलीकडचेही जग पाहू शकतात. हत्तींच्या भल्या मोठ्या डोक्यात त्यांच्या रस्त्यांचे नकाशे अगदी अचूक कोरले गेलेले असतात तसेच काहीसे कासवांमध्येही आहे. यांच्याही डोक्यात त्यांच्या घरटे बांधायच्या जागी येण्याचे व जाण्याचे

मार्ग अगदी अचूक कोरलेले असतात. म्हणूनच ही कासवे ठरावीक किनाऱ्यावरच येऊन आपली अंडी देतात. मादी कासव एकावेळी दीडशे ते दोनशे अंडी देते. किनाऱ्यावर योग्य जागा पाहून ही कासवे एक खड्डा खणतात व त्यात अंडी घालतात. खड्डा लगेचच बुजवतात आणि अंडी उबवण्याकरता सोडून देऊन आपण मात्र लगेचच आल्या मार्गी निघून जातात. ५० ते १२० दिवसांच्या कालावधीत (वेगवेगळ्या जातीनुसार अवलंबित कालावधी) अंड्यातून पिल्ले बाहेर पडतात व समुद्राच्या दिशेने चालू लागतात. हा त्यांचा प्रवास फारच मजेशीर आणि बघण्यासारखा असतो पण तितकाच अनेक धोक्यांनी वेढलेला असतो. त्यांच्या या सागरापर्यंतच्या प्रवासात त्यांना पकडून खाणारे शिकारी टपलेले असतात. कोल्हे, कुत्रे, समुद्र-पक्षी, साप यांसारखे प्राणी कासवांच्या पिलांना लगेचच खाऊन टाकतात.

फारच कमी कासवांची पिल्ले आपल्या या प्रवासात यशस्वी होतात. घरट्यात अंडी घातल्यावर अंड्यातली पिल्ले भोवतालच्या तापमानानुसार नर किंवा मादी बनतात. घरट्याचे तापमान जास्त असेल तर ते मेल हार्मोन स्रवून नर कासवे जन्माला येतात तर कमी तापमानात माद्या जन्मतात. तापमानात फारच तफावत झाली तर मात्र अंडी खराब होतात. अंड्यातून बाहेर पडून पुढे वर्षभराचा प्रवास शंभरातले एखादे कासव यशस्वीरीत्या करते. तोपर्यंत त्याचे कवच कठीण बनलेले नसते, एका वर्षानंतर हळूहळू पाठीवरची आणि पोटाकडची ढाल घट्ट बनत जाते. आपल्या देशात अनेक ठिकाणी टर्टल फेस्टिवल किंवा कासवांची जत्रा भरली जाते. वनविभागातर्फे व अनेक कासव मित्रांतर्फे कासवांच्या अंड्यांना शोधून त्यांचे संवर्धन करून पिलांना समुद्रात सोडेपर्यंत त्यांची योग्य काळजी घेतली जाते. हे सारे प्रयत्न सोपे तर नक्कीच नाहीत पण कित्येक संवेदनशील कासव मित्रांकडून हे प्रयत्न केले जात आहेत, जेणेकरून IUCANच्या red list मध्ये आलेली ही कासवे वाचतील, त्यांची निसर्गातली संख्या वाढेल व हजारो वर्षांपूर्वीचा हा जिवंत ठेवा आपल्याला जपता येईल. IUCAN red list म्हणजेच अशा प्राण्यांची यादी की जे दुर्मिळ व नामशेष होत चालले आहेत. एकेकाळी असंख्य असलेले काही प्राणी आता मात्र संख्येने फार कमी आहे त्यातच कासव हा प्राणी येतो. कासवांच्या कवचासाठी, मांसासाठी यांची शिकार केली जाते. तसेच मच्छीमारांच्या जाळ्यात बाय- कॅच म्हणजेच नको असलेले प्राणी म्हणून हे अडकतात. त्यात प्लास्टिक पोल्युशन आलेच. जेलीफिश म्हणून प्लास्टिक पिशव्या खाऊन ही कासवे मरत आहेत. काही कासवांच्या नाकात तर प्लास्टिकच्या नळ्या गेल्याने त्यांचा मृत्यू ओढवलेला आहे. यांच्या शरीरात असलेल्या चरबीचा उपयोग बऱ्याच सौंदर्यप्रसाधनात केला जातो. त्यासाठीदेखील कासवांची शिकार केली जाते. त्यात ग्लोबल वॉर्मिंग, बदलते हवामान यामुळे त्यांच्या विणीच्या हंगामातही बदल झालेले आहेत.

कासवांची संख्या जगभरातून एवढी झपाट्याने कमी होत चालली आहे, की त्यांना वाचवायचे प्रत्येक लहान-मोठे प्रयत्न त्यांना त्यांचे पृथ्वीवरचे अस्तित्व टिकवण्याकरता मदत करतील. संशोधकांचा असा अंदाज आहे की जगभरात हजारोंच्या वर कासवे चुकून माशांच्या जाळ्यात सापडतात व मरतात. CIFT (Central Institute of Fisheries Technology) या शासकीय संस्थेमार्फत टर्टल रेस्क्यू नेट (जाळे) बनवले आहे. ज्यात एखादे कासव सापडले तर ते सहज स्वतःच जाळ्याबाहेर पडू शकेल. त्यासाठी जाळे कापायची गरज नाही. परंतु सगळेच मच्छीमार अशी जाळी वापरत नाहीत. सरकारने थोडे पुढे येऊन यावर असा तोडगा काढला आहे की, एखाद्या मच्छीमाराच्या जाळ्यात आलेले कासव त्याने आपले जाळे कापून लगेच पाण्यात सोडले तर त्याला नुकसान भरपाई मिळू शकते आणि कासवांचाही जीव वाचतो. SWOT (The State of the World's Sea Turtle program) हा उपक्रम २००३मध्ये ओशनिक सोसायटीच्या वतीने अनेक जागतिक संस्थांशी संलग्न होऊन कार्यान्वित केला गेला आहे. या संस्थेतर्फे कासवांच्या संवर्धनाकरता होत असणाऱ्या सर्व प्रयत्नांची एकत्रित नोंद ठेवली जाते व प्रसारित केली जाते. ही माहिती सतत नोंदवली जाते व लोकांच्या माहिती करता उपलब्ध करून दिली जाते. कित्येक संशोधकांना आपल्या अभ्यासाकरता या SWOT database उपयोग होत असतो. कासवां बद्दल जनजागृती व्हावी म्हणून सर्वच स्तरांवर प्रयत्न चालू आहेत. Indian Turtle Conservation Action Network (ITCAN) या संस्थेने कूर्म ॲप (KURM app) बनवले आहे जे एकूण २९ प्रकारच्या कासवांची माहिती देते. त्याचबरोबर २३ मे हा दिवस जागतिक कासव दिवस म्हणून ओळखला जातो. सरकारच्या प्रयत्नांसोबत स्थानिकांचे प्रयत्नदेखील महत्त्वाचे आहेत. कासवांच्या अंड्यांचे संरक्षण करून त्यापासून पिल्ले तयार होईपर्यंत व ती पुन्हा सागरात जाईपर्यंत आपण प्रयत्न करतच आहोत, त्यापुढेदेखील या सागरी प्राण्यांना मुक्त जगता यावे यासाठी प्रदूषण व अनियंत्रित मासेमारी कमी करून सागरी प्राण्यांच्या नैसर्गिक परिसंस्था जशा प्रवाळ बेटे, कांदळवने यांचे जतन करणे आवश्यक आहे.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

भाग-२

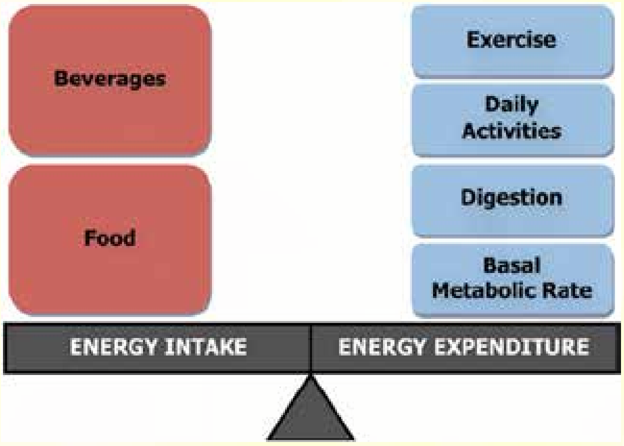
डॉ. स्वाती बापट

माझे आरोग्य, माझी जबाबदारी

एकविसाव्या शतकात भारतीयांच्या होणाऱ्या मृत्यूंपैकी जवळपास ६० ते ६५ टक्के मृत्यू हे असंसर्गजन्य व्याधींमुळे होतात, हे मागच्या महिन्यातील लेखामधे आपण पाहिले. मधुमेह, उच्च रक्तदाब, रक्तवाहिन्यांशी संबंधित आजार, कर्करोग, पक्षाघात असे हे असंसर्गजन्य आजार होण्यामागे, अमुक एकच घटक नव्हे तर अनेक घटक कारणीभूत ठरतात. त्यातले काही घटक बदलणे आपल्या हातात नसते. मात्र, आपल्या जीवनशैलीशी निगडित असलेले काही घटक आपण निश्चित बदलू शकतो. ते घटक बदलण्याच्या दृष्टीने आपण पावले उचलली तर, काहीअंशी तरी, अशा असंसर्गजन्य आजारांना आपल्यापासून बऱ्याच काळासाठी दूर ठेवता येते, हेही आपण समजून घेतले पाहिजे. त्याकरता आपल्या जीवनशैलीमध्ये काही गोष्टींचा अंतर्भाव असणे आवश्यक आहे. आरोग्यदायी आहार, योग्य प्रमाणात व नियमित व्यायाम, व्यसनमुक्ती, वजनावर नियंत्रण आणि ताणतणावाचे नियोजन, अशा योग्य वर्तणुकीमुळे हे आजार टाळता येऊ शकतात. भारतीय जनतेला या आजारांपासून वाचवण्यासाठी, केंद्र सरकारचे आरोग्यखाते राष्ट्रीय पातळीवर काही प्रकल्प राबवते. अशा प्रकल्पांमध्ये आरोग्यसंवर्धन, प्राथमिक प्रतिबंध, त्वरित रोगनिदान आणि योग्य उपचार, असे मार्ग अवलंबले जातात. असे असले तरी आपल्या देशाची लोकसंख्या लक्षात घेता, सरकारी यंत्रणा अपुरी पडते ही वस्तुस्थिती आहे. त्यामुळेच प्रत्येक नागरिकाने 'माझे आरोग्य ही माझी जबाबदारी आहे' असे ठरवून, आपापल्या वैयक्तिक पातळीवर आरोग्यमय जीवनशैलीचा अवलंब करणे आवश्यक आहे. बदलता येऊ शकणाऱ्या घटकांपैकी, 'शरीराचे वजन' या घटकाबाबत योग्य शास्त्रीय माहिती या महिन्याच्या लेखामधून आपण घेणार आहोत.

आपले वजन कशामुळे वाढते, स्थिर कसे राहू शकते, आणि कमी कसे होते, हे समजण्यासाठी एक सोपे समीकरण मांडले गेले आहे. हे समीकरण सहजी समजावे याकरता एका तराजूच्या आकृतीचा वापर केला जातो. (आकृती क्रमांक-१) या तराजूच्या एका तागडीमध्ये आपल्या शरीराला मिळणारी ऊर्जा दाखवलेली असते, तर दुसऱ्या तागडीमध्ये आपल्या शरीरातून वेगवेगळ्या मार्गांनी खर्च होत असलेली ऊर्जा दाखवलेली असते. आपल्या एकूण आहारातून, (म्हणजेच सर्व खाद्यपदार्थ व पाण्याव्यतिरिक्त इतर सर्व पेये) जी ऊर्जा (energy) आपल्याला मिळत असते, ती ऊर्जा म्हणजेच या तराजूच्या डाव्या तागडीमधील वजन. आता उजव्या तागडीचा, म्हणजेच आपल्या शरीरातून खर्च होणाऱ्या ऊर्जेचा विचार करूया. आपल्या शरीरातील काही ऊर्जा आपण जाणीवपूर्वक करत असलेल्या हालचालींमुळे खर्च होते. परंतु, काही ऊर्जा आपल्या नकळत खर्ची पडत असते. आपण जाणीवपूर्वक केलेल्या हालचालींमुळे आपली ऊर्जा खर्च पडण्याचे दोन मार्ग आहेत. एक म्हणजे, दैनंदिन कामानिमित्त बसणे-उठणे-चालणे अशा सहजी हालचालींमधे खर्ची पडणारी ऊर्जा, आणि दुसरा म्हणजे मुद्दाम केलेल्या व्यायामामुळे खर्ची पडणारी ऊर्जा. आपल्या नकळत खर्च होत असलेल्या ऊर्जेचेही दोन प्रकार आहेत. त्यापैकी एक म्हणजे, खाल्लेले अन्न पचन करण्यासाठी खर्ची पडणारी ऊर्जा, आणि दुसरा प्रकार म्हणजे आपण पूर्णपणे विश्रांती घेत असतानाही शरीराचे किमान कामकाज (म्हणजे श्वसन, हृदयाचे व इतर स्नायूंचे स्पंदन, रक्ताभिसरण, मेंदूतील घडामोडी इत्यादी) चालू ठेवण्यासाठी काही ठरावीक दरामध्ये खर्ची पडणारी ऊर्जा. या ठरावीक दराला, 'किमान चयापचय दर' किंवा Basal Metabolic Rate, (BMR) असे म्हटले जाते. एकूण

ऊर्जा खर्च होण्याचे हे चार मार्ग तराजूच्या उजव्या तागडीमध्ये दाखवलेले आहेत. वयाच्या कुठल्याही टप्प्यावर असताना, अन्न व पेयांमधून आपल्याला जितकी ऊर्जा मिळते आणि त्यातली किती ऊर्जा वरील चार कारणांसाठी खर्ची पडते, यावर आपले वजन स्थिर राहणार, वाढणार का कमी होणार हे ठरते.



आकृती क्रमांक १

तागडीच्या आकृतीवरून आपल्याला लक्षात आले असेलच, की शरीरामध्ये ऊर्जेची आवक आणि शरीरातून ऊर्जेची जावक या दोन्ही बाबींचा तौलनिक विचार होणे गरजेचे असते. ठरावीक काळात आपल्या शरीरात जितकी ऊर्जा येत असते त्यामानाने, त्या काळामध्ये कमी ऊर्जा खर्च होत असेल तर त्या स्थितीला positive energy balance (शरीरात ऊर्जा जास्त होणे) असे संबोधले जाते. सातत्याने काही काळासाठी, शरीरात positive energy balance होत राहिला तर त्या व्यक्तीचे वजन वाढत जाऊ शकते. (आकृती क्रमांक-२ पाहा). याउलट, काही ठरावीक काळात, शरीरामध्ये येत असलेल्या ऊर्जेच्या मानाने त्या काळात जर जास्त ऊर्जा खर्ची पडली, तर त्या स्थितीला negative energy balance (शरीरात ऊर्जा कमी होणे) असे संबोधले जाते. सातत्याने काही काळ असा negative energy balance होत राहिला तर व्यक्तीचे वजन कमी होत जाते (पुन्हा आकृती क्रमांक-२ पाहा). अर्थात दोन्हीपैकी कुठल्याही प्रकारचा लक्षणीय फरक वजनामध्ये दिसून येण्यासाठी काही काळ जावा लागतो. म्हणूनच वजनाच्या काट्यावर रोज उभे राहून वजन बघणे योग्य नव्हे. आठवडा-दोन आठवड्यांच्या अंतराने वजन तपासून बघितले तर तो फरक खात्रीशीर कळू शकतो. तसेच, वजनामध्ये काही फरक पडला आहे की नाही, हे अचूक तपासण्यासाठी सातत्याने एकाच काट्यावर वजन बघणे आवश्यक असते. तसेच, वजनकाटा नेहमी योग्य वजन दाखवत आहे की नाही याबाबत प्रमाणित केला गेलेला (well calibrated) असावा.

आकृती क्रमांक २

शरीराच्या वजनाविषयी बोलत असताना, शरीरातल्या कोणकोणत्या घटकांमुळे आपले वजन ठरते, हे पाहणे आवश्यक आहे. आपल्या शरीराच्या एकूण वजनामधे मुख्यत्वेकरून हाडांचे, स्नायूंचे, चरबीचे आणि यकृत, हृदय, मेंदू अशा इतर अवयवांचे मिळून एकत्रित वजन अंतर्भूत असते. सर्वसाधारणतः, आपल्या शरीरातील हाडांचे आणि स्नायूंचे वजन वाढल्यामुळे आपले एकूण वजन वाढले, तर ते आरोग्याच्या दृष्टीने चांगले समजले जाते. आपल्या शरीरामधे योग्य प्रमाणात चरबी असणे हेही आरोग्याच्या दृष्टीने चांगले असते. परंतु, शरीरातील चरबी जरुरीपेक्षा जास्त वाढली आणि त्या वाढलेल्या चरबीमुळे आपले वजन वाढले, तर ते आपल्या आरोग्याच्या दृष्टीने अतिशय घातक असते. त्यामुळेच एखाद्या व्यक्तीचे वजन प्रमाणात आहे की प्रमाणाबाहेर आहे, हे ठरवताना त्या व्यक्तीच्या शरीरात प्रमाणाबाहेर जास्त चरबी आहे काय, याचा विचार केला जातो व ते तपासले जाते. तसेच, ती चरबी शरीरातील कोणत्या भागामध्ये जमा झालेली आहे, हेही तपासले जाते. आधुनिक वैद्यकीय शास्त्रानुसार, एखाद्या व्यक्तीच्या शरीरात प्रमाणापेक्षा जास्त चरबी असेल तर ती व्यक्ती स्थूल आहे, (overweight) असे समजले जाते. एखाद्या व्यक्तीच्या शरीरात प्रमाणापेक्षा खूपच जास्त चरबी किंवा मेद असेल तर ती व्यक्ती अतिस्थूल (obese) आहे असे म्हटले जाते. स्थूलपणाचा व अतिस्थूलपणाचा आपल्या एकूण आरोग्यावर घातक परिणाम होऊ शकतो. स्थूल आणि अतिस्थूलपणामुळे मधुमेह, हृदयरोग, हाडांचे आजार, उच्च रक्तदाब, श्वसनाचे आजार, यकृताचे आजार व काही प्रकारचे कर्करोग होण्याची

शक्यता वाढते. तसेच झोपेवर आणि आपल्या शरीराच्या हालचालींवरही विपरीत परिणाम होऊ शकतो व काही व्यक्तींमध्ये वंध्यत्वही येऊ शकते. आपले आरोग्य उत्तम राखायचे असेल तर आपल्या शरीरातील मेद नियंत्रित ठेवणे हे अत्यावश्यक आहे.

मूल जन्मल्यापासून पुढे शरीराचे वजन कसे कसे वाढत जाते हे आपण समजून घेऊ या. जन्मापासून पुढे १८-२० वर्षे वयापर्यंत आपल्या शरीराची खूप वेगाने वाढ होत असते. हाडांची लांबी व घनता वाढत असते, स्नायू लांब व बळकट होत जातात. याचबरोबर शरीरातल्या इतर अवयवांचीही वाढ होत असते. परिणामस्वरूप आपले वजन व उंची तर वाढत जातेच, त्याबरोबरच, डोक्याचा आणि छातीचा घेर, हात-पायांची लांबी, अशी संपूर्ण शरीराची वाढ, एका ठरावीक पद्धतीने होत राहते. पहिल्या वर्षांमध्ये बाळाचे वजन वाढण्याचा दर खूपच जास्त असतो. एक वर्ष वयाच्या एखाद्या बाळाचे वजन, त्या बाळाच्या जन्मावेळी असलेल्या वजनाच्या तिप्पट झालेले असते. त्यानंतर पौगंडावस्थेमध्ये येईपर्यंत, म्हणजे जवळपास १०-१२ वर्षे वयापर्यंत, मुलांच्या व मुलींच्या शारीरिक वाढीमधे फारसा फरक नसतो. या काळामधे, सर्वच मुला-मुलींचे वजन, वर्षाला दीड ते दोन किलो या दराने वाढत जाते. पौगंडावस्थेत आल्यावर मात्र मुला-मुलींच्या वजनामध्ये आणि उंचीमधे फार झपाट्याने वाढ व्हायला सुरुवात होते. पौगंडावस्थेमधे मुलींमधे होणारी वाढ, इस्ट्रोजेन (eostrogen) नावाच्या संप्रेरकांमुळे (harmone) होत असते. तर मुलांमधे होणारी वाढ ही टेस्टोस्टोरॉन (testosteron) नावाच्या संप्रेरकांमुळे (hormone) होत असते. पौगंडावस्थेतमधे मुलींची शारीरिक वाढ आणि मुलांची शारीरिक वाढ यामध्ये बराच फरक असतो. या काळात मुला-मुलींच्या लैंगिक अवयवांचीही वाढ होत असते. एकाच वयाच्या मुलांची व मुलींची तुलना केल्यास असे दिसेल की मुलींमध्ये पौगंडावस्था लवकर सुरू होते. त्यामुळे या अवस्थेमध्ये होणारी त्यांची वाढदेखील लवकर सुरू होते व लवकर थांबतेही. मुलींची पौगंडावस्था त्यांच्या वयाच्या सुमारे अकराव्या-बाराव्या वर्षांपासून चालू होऊन सुमारे पंधराव्या-सोळाव्या वर्षांपर्यंत संपते. तर मुलांची पौगंडावस्था त्यांच्या वयाच्या तेराव्या ते चौदाव्या वर्षांपासून सुरू होऊन सुमारे अठरा ते विसाव्या वर्षापर्यंत संपते. त्यामुळे वयाच्या १२ ते १६ वर्षे या काळामध्ये मुलींचे वजन सरासरी १६ किलो वाढते. तर १३ ते २० वर्षे या काळामध्ये मुलांचे सरासरी वजन सुमरे २० किलोपर्यंत वाढते. या वयामध्ये वजनाबरोबरच मुला-मुलींची उंचीही झपाट्याने वाढत असते. सर्वसाधारणपणे, वयाच्या १२ ते १६ वर्षे या काळामध्ये मुलींची उंची सरासरी ३० सेंटिमीटरनी आणि वयाच्या १३ ते २० वर्षे या काळामधे मुलांची उंची सरासरी ४५ सेंटिमीटरनी वाढते. साधारणतः, मुलींच्या अठरा वर्षे वयापर्यंत आणि मुलांच्या वीस वर्षे वयापर्यंत, त्यांच्या शरीराची पूर्ण वाढ झालेली असते.

पौगंडावस्थेत मुला-मुलींच्या होणाऱ्या शारीरिक वाढीच्या वेगामध्ये जसा फरक असतो तसाच, त्यांची हाडे, स्नायू व शरीरातील चरबीच्या वाढीमध्येही जाणवण्यासारखा फरक असतो. सर्वसाधारणतः, मुलींच्या मानाने मुलांच्या स्नायूंचे आकारमान व वजन जास्त असते आणि म्हणूनच त्याचे स्नायू जास्त बळकट असतात. तसेच, सर्वसाधारणतः मुलींच्या मानाने मुलांची हाडे वजनाने, लांबी-रुंदीने जास्त असून ती अधिक मजबूतही असतात. पौगंडावस्थेमध्ये, मुलांच्या तुलनेत, मुलींच्या शरीरामधे अधिक चरबी साठते. मुलींच्या शरीरामध्ये साठणारी चरबी मुख्यत्वेकरून त्यांच्या स्तनांमधे, नितंबाभोवती आणि मांड्यावर साठते व मुलींच्या शरीराला गोलाई येते. तर मुलांच्या शरीरामधे मुलींच्या मानाने बरीच कमी चरबी साठते. मुलांच्या शरीरामध्ये साठणारी चरबी मुख्यत्वेकरून त्यांच्या कंबरेभोवती साठते. पौगंडावस्थेमधे मुला-मुलींच्या शरीरातील हाडांची, स्नायूंची आणि चरबीची वाढ वेगवेगळ्या पद्धतीने होत असल्याने, या काळानंतर मुले, म्हणजेच पुरुष, उंच आणि सडपातळ दिसतात, तर मुली, म्हणजेच स्त्रिया सामान्यतः पुरुषांच्या मानाने उंचीला कमी, पण अंगाला गोलाई असलेल्या दिसतात.

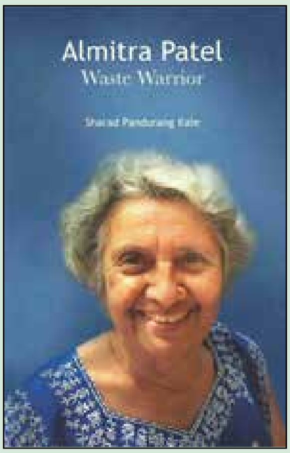
पौगंडावस्था संपून गेल्यावर मात्र स्त्रियांच्या आणि पुरुषांच्या हाडांचे आणि स्नायूंचे वजन काही काळासाठी स्थिरावते. म्हणजेच वीस ते तीस वयोगटातील व्यक्तींमध्ये, सर्वसाधारपणे हाडांचे आणि स्नायूंचे वजन फारसे वाढत नाही आणि वेगाने घटतही नाही. तसेच या वयोगटातील स्त्रियांनी आणि पुरुषांनी आहार नियंत्रित ठेवला तर त्यांच्या शरीरातील चरबीदेखील फारशी वाढत नाही. परंतु वयाच्या तिशीनंतर स्त्री व पुरुषांमधेही हाडांची आणि स्नायूंची झीज हळूहळू सुरू होते. हाडांची आणि स्नायूंची झीज झाल्यामुळे, त्यांचे वजन थोडयाफार प्रमाणात घटायला सुरुवात होते. आधुनिक वैद्यकीय शास्त्रानुसार, हाडांची झीज होण्याच्या क्रियेला Osteopenia, आणि स्नायूंची झीज होण्याच्या क्रियेला Sarcopenia, अशी नावे आहेत. वयाची तिशी उलटल्यानंतर, पुरुषांच्या तुलनेत स्त्रियांमध्ये हाडांचे आणि स्नायूंचे वजन अधिक वेगाने घटायला सुरुवात होते. या

काळात एखाद्या व्यक्तीचे वजन स्थिर राहिलेले असले तरीही त्यांच्या शरीरातील चरबीची टक्केवारी वाढलेली असते. सर्वसामान्य व्यक्तींमध्ये वयाच्या तिशीनंतर जे वजन वाढते ते शरीरातली मेद वाढल्यामुळे वाढले आहे, असे मानले जाते. अर्थात एखादी व्यक्ती वयाच्या विशीनंतरही सातत्याने भरपूर व्यायाम करत राहिली तर त्या व्यक्तीच्या हाडांची आणि स्नायूंची झीज खूप कमी प्रमाणात होते. आणि एखाद्याने खूप मजबूत व्यायाम सुरू ठेवला, तर त्या व्यक्तीचे स्नायू व हाडे अधिकाधिक बळकट होऊन त्यांचे वजन वाढूही शकते. शरीरसौष्ठव वाढवण्यासाठी विशेष व्यायाम करणाऱ्या व्यक्ती किंवा कुस्तीगीर यांचे स्नायू, त्यांच्या वयाच्या विशीनंतरही अधिकाधिक बळकट होत जातात व हाडांची घनताही वाढत जाते. म्हणूनच, अशा व्यक्तीच्या वयाच्या विशीनंतरही, हाडांचे आणि स्नायूंचे वजन वाढत जाते. अशा व्यक्तींचे वाढलेले वजन हे त्यांच्या बळकट होत जाणाऱ्या स्नायू व हाडांच्या वजनामुळे वाढलेले असते, मेदामुळे नव्हे. परंतु अशा व्यक्ती अपवादानेच आढळतात. त्यामुळे, सर्वसामान्य व्यक्तींमध्ये, वयाच्या तिशीनंतर वाढणारे वजन, हे त्यांच्या शरीरामध्ये साठत जाणाऱ्या चरबीचे वजन असते असेच गृहीत धरले जाते. तीस ते पस्तीस वर्षे वयोगटातील बायकांमध्ये, गर्भारपणामुळे आणखीच जास्त वजन वाढते. तिशीनंतर पुरुषांच्या तुलनेत, बायकांच्या हाडांचे आणि स्नायूंचे वजन तर वेगाने कमी होत असतेच, पण गर्भारपणामधे त्यांच्या शरीरात चरबीदेखील जास्त साठते. म्हणूनच, तिशीमधल्या पुरुषांच्या तुलनेने, तिशीमधल्या स्त्रियांचे वजन वाढण्याचे प्रमाण जास्त दिसून येते.

शरीरामध्ये प्रमाणापेक्षा जास्त मेद किंवा चरबी साठणे, हे वयाच्या कुठल्याही टप्प्यावर होऊ शकते. आरोग्यावर त्याचे दुष्परिणामही होत असतात. वयाच्या वेगवेगळ्या टप्प्यांवर आपल्या शरीरात चरबीची साठवण कशी होते याबद्दलची चर्चा आपण पुढील लेखामध्ये करू.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

ग्रंथाली



Almitra Patel
Waste Warrior

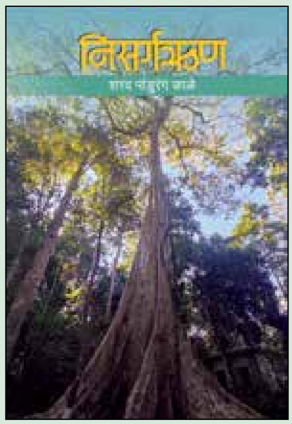
Sharad Kale

मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

आयुष्यभर शाश्वत मूल्ये जपणाऱ्या आणि त्यासाठी झगडणाऱ्या अल्मित्रा पटेल यांचे हे इंग्रजी भाषेतील चरित्र. अल्मित्रांची प्रेरणादायी जीवनकथा समाजातील विविध स्तरांवर पोहोचवणे हाही एक महत्त्वाचा उद्देश त्यात आहे. घनकचराव्यवस्थापनात त्यांचे व्यवस्थापन आणि योगदान प्रेरणादायी आहे.

निसर्गऋण

शरद काळे



मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये

निसर्गऋण या संकल्पनेच्या तांत्रिक बाबींची ओळख करून देण्याबरोबरच अशा प्रकारच्या जाणिवा तरुणमंडळींच्या मनात बिंबविण्यासाठी लागणारी तार्किक बैठक हे पुस्तक निश्चितपणे निर्माण करू शकेल याची मला खात्री वाटते. डॉक्टर काळे यांची निसर्गऋणाच्या परतफेडीबद्दल असलेली सामाजिक बांधिलकी आणि जनमानसात निसर्गऋणाबद्दल जागरूकता निर्माण करण्यासाठी चालू असलेल्या अखंड प्रयत्नांना माझ्या शुभेच्छा.

– अनिल काकोडकर

डॉ. मेधा लिमये

गोडी गणिताची, शिडी प्रगतीची

प्राचीन संस्कृतींपासून मोजणी, आकडेमोड, मापन यांच्या मार्गाने विकसित झालेल्या गणितशास्त्राचे महत्त्व व्यक्ती आणि समाज यांच्या व्यवहारांमध्ये सातत्याने मानले गेले आहे. गणिताची तर्कशुद्ध सैद्धान्तिक चौकट युक्लिडच्या ‘एलिमेंट्स’ या ग्रंथापासून प्रचलित झाली. सोळाव्या शतकापासून विज्ञानातील नवीन संशोधनाशी गणित जास्त प्रमाणात जोडले गेले आणि आज तर ही सांगड अधिक दृढ झालेली आहे. महान गणिती कार्ल फ्रेडरिक गॉस यांच्या मते गणित म्हणजे विज्ञानाची राणी! गणितासाठी गणित अशा ध्येयाने शुद्ध गणिताचाही अभ्यास होत असतो व शुद्ध गणितातील शोधांचा कालांतराने अनेक ज्ञानशाखांमध्ये वापर होऊ लागतो. त्यामुळे STEM : Science, Technology, Engineering, Mathematics (विज्ञान-तंत्रज्ञान-अभियांत्रिकी-गणित) ही चौकडी विशेषतः शिक्षणक्षेत्रात जगभर मान्यता पावत आहे.

नवे शैक्षणिक वर्ष नुकतेच सुरू झाले आहे. विद्यार्थी उत्साहाने शाळेत वरच्या वर्गात रमत आहेत. कुतूहलाने हाताळून झालेल्या नव्याकोऱ्या पाठ्यपुस्तकांचे अंतरंग शिक्षकांच्या मदतीने समजून घेत पुढे जाण्याची सुरुवातही झाली आहे. आधीच्या ज्ञानाची उजळणी करून, प्रत्येक विषयाची वाढलेली व्याप्ती जाणून अभ्यासाची आखणी करण्याची शिस्त पहिल्यापासून राखली तर शिक्षण मजेत होते. पहिली ते दहावी इयत्तेपर्यंत अनिवार्य असलेले दोन विषय म्हणजे भाषा आणि गणित. कोणत्याही इतर विषयांचे ज्ञान मिळवण्यासाठी भाषा हे माध्यम असते त्यामुळे भाषेची उत्तम जाण आवश्यक असते. तसेच गणितही आवश्यक आहे. याचे कारण नेहमीच्या व्यवहारातील सामान्यत: कुठलेच क्षेत्र गणितापासून अलिप्त नाही. विज्ञानाची कोणतीही शाखा असो किंवा वाणिज्य, कला, स्थापत्य असो, सर्वच शाखांच्या शिक्षणात गणिताची मदत लागतेच. म्हणून शाळेतच या विषयाची गोडी लागली तर पुढील प्रगतीची शिडी चढणे सोपे होते.

शालेय शिक्षण घेणारे विद्यार्थी गणिताच्या संदर्भात ढोबळपणे तीन गटांत मोडतात. एक गट असतो, ज्यांना अभ्यास करताना, परीक्षा देताना गणित विषय अवघड वाटतो. भोलानाथ उद्या आहे गणिताचा पेपर, पोटात माझ्या कळ येऊन दुखेल का रे ढोपर? अशी गणिताची भीती त्यांच्या मनात निर्माण होते आणि मग गणिताचा उल्लेखसुद्धा गणोबा असा केला जातो, जणू तो एखादा वाघोबा आहे! याचे मुख्य कारण म्हणजे गणित हा मन लावून समजून घेण्याचा विषय आहे. केवळ स्मरणशक्तीच्या आधारावर याचा पेपर सोडवता येत नाही. गणितात अनेक सूत्रे, चिन्हे, आकडेमोडी, आकृत्या, आलेख असतात. गणिती परिभाषा, तर्कशुद्ध विचार, काटेकोरपणा व अचूकता अशा गोष्टी आवश्यक असतात. त्यांची नीट समज व्हावी लागते. मोठ्या वर्गात जावे तशा अनेक अमूर्त संकल्पना येतात. तेव्हा गणिताची ही अमूर्तता आणि भक्कम तार्किक चौकट कठीण वाटते. शिक्षणातले सगळेच विषय तसे क्रमबद्ध म्हणजे मागील इयत्तेत शिकलेल्या घटकांवर आधारलेले असले तरी गणितात ही क्रमबद्धता अधिक महत्त्वाची असते. कित्येक साध्या संकल्पना प्राथमिक शाळेत पक्क्या झाल्या नाहीत तर माध्यमिक व उच्च माध्यमिक स्तरावर अध्ययन अवघड होते. मग गणिताबद्दलची अढी अधिकच वाढते.

दुसऱ्या गटातील विद्यार्थी सर्वसामान्यपणे चांगल्या बौद्धिक क्षमतेचे आणि मनःपूर्वक सर्वच विषयांचा अभ्यास

करणारे असतात. गणिताची इतकी भीती त्यांना वाटत नाही आणि त्यांना परीक्षेत चांगले गुणही मिळतात. परंतु त्या विद्यार्थ्यांना पुस्तकी अध्ययनात गणिताचे उपयोग समजत नाहीत किंवा गणितात खास रस निर्माण होत नाही. मग गणित हा यांत्रिक, रुक्ष विषय आहे, तेव्हा केवळ परीक्षेत चांगले गुण मिळाले की झाले, अशी समजूत होते. पुढे जाऊन गणिताचे विशेष पैलू जाणून घ्यावेत अशी ओढ त्यांना वाटत नाही. परंतु मूलभूत गणिताची शालेय स्तरावरील पक्की झालेली बैठक त्यांना उच्च शिक्षणात किंवा पुढील कार्यक्षेत्रात प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष मदत करते.

तिसऱ्या गटातील काही प्रज्ञावान विद्यार्थी असेही असतात ज्यांना गणिताची गोडी लागते, आव्हानात्मक गणिती प्रश्न सोडवण्यात ते रमतात, एखाद्या कूटप्रश्नावर ते कित्येक तास विचार करू शकतात. 'नेमके आणि अचूक' हा गणिताचा मूलमंत्र त्यांना जाणता येतो आणि पुढे प्रत्येक क्षेत्रात त्यांना तो उपयुक्त ठरतो. गणित विषय त्यांना मेंदूसाठी उत्तम व्यायाम वाटतो, तर्कशुद्ध विचार करायची सवय लावतो आणि एखादी समस्या सोडवण्याची पद्धतशीर प्रक्रिया शिकवतो. असे विद्यार्थी गणित ऑलिम्पियाड किंवा अन्य उच्च अभ्यासक्रमांच्या प्रवेश परीक्षांमधील गणितालाही सामोरे जातात व यशही मिळवतात. ज्या कार्यक्षेत्रात ते जातात तिथेही तर्कशुद्ध पद्धत वापरून निर्णय घेणे, काटेकोर कार्यपद्धतीचे नियोजन करणे, पद्धतशीर अंमलबजावणी करणे, संख्याशास्त्रीय प्रतिमाने वापरून आढावा घेणे, प्रकल्पाचे तपशील व्यवस्थितपणे जतन करणे इत्यादी कामांमध्ये गणिताचे साहाय्य अवश्य घेतात.

त्यामुळे अशा सर्व प्रकारच्या विद्यार्थ्यांना गणिताची गोडी लावून त्यांच्यात आत्मविश्वास निर्माण करणे हे शालेय शिक्षकांपुढे मोठेच आव्हान आहे. अनुभवजन्य गणित शिक्षण हा यावरचा प्रभावी उपाय आहे. यासाठी अध्यापनात खेळ, गोष्टी, कोडी, प्रतिकृती, कागदकाम, जादूचे चौरस, गणिताचा इतिहास यांचा समावेश उपयुक्त ठरतो. गणिताचा इतर विषयांशी असलेला सहसंबंध, गणिताच्या स्पर्धापरीक्षांचे महत्त्व या गोष्टी शाळेतच पटल्या तर मुले अवधानपूर्वक गणित शिकतील. सध्याच्या युगात नवनवीन ऑनलाइन शिक्षण साधनसामग्री वापरून अध्यापन-अध्ययन पाठ्यपुस्तकापलिकडे नेणे शक्य आहे. त्यामुळे कमी खर्चात गणित शिक्षण सर्वदूर पोहोचवता येईल. शाळेच्या एकाच वर्गात वरील तीनही प्रकारची मुले असल्यामुळे शिक्षकांना शिकवताना कसरत करावी लागते. प्रत्येकाची आकलनशक्ती वेगळी असते. ठरावीक कालावधीत अभ्यासक्रम पूर्ण करताना गणितात विशेष रुची असलेल्या मुलांच्या बुद्धीला खाद्य असे काही आव्हानात्मक प्रश्न देणे किंवा गणिताचा उच्च शिक्षणात कसा उपयोग आहे हे पटवून देण्यास वेळ मिळत नाही. यासाठी गणित विषयासाठी शाळांना पूरक ठरेल असे काम करणाऱ्या काही संस्था आहेत त्यांचा परिचय उपयुक्त होईल.

बृहन्मुंबई गणित अध्यापक मंडळ, मुंबई ही संस्था इयत्ता पाचवी व आठवी इयत्तांच्या मुलांसाठी गणित संबोध परीक्षा आयोजित करते. ही स्पर्धात्मक परीक्षा नसून शालेय वर्षाच्या सुरुवातीला होणारी एक निदानात्मक चाचणी असते. आधीच्या इयत्तांमधील गणिती संबोध किती प्रमाणात पक्के झाले आहेत ते समजण्यासाठी सर्वच मुलांसाठी ही परीक्षा उपयोगी आहे. परीक्षेचे स्वरूप सोपे बहुपर्यायी पन्नास प्रश्न असे असते आणि विद्यार्थ्यांसाठी त्यांची शाळा हेच केंद्र असते. परीक्षेच्या निकालात प्रत्येक विद्यार्थ्याची कोणती उत्तरे चुकली म्हणजेच त्याचे कोणते संबोध कच्चे आहेत हे नमूद केलेले असते. निकालाचा अभ्यास करून शिक्षकांना आपल्या विद्यार्थ्यांचे ते संबोध पक्के करण्यासाठी प्रयत्न करता येतात.

त्याशिवाय हे मंडळ गणितात विशेष रुची असणाऱ्या मुलांसाठी ज्युनिअर व सीनिअर अशा दोन गटांमध्ये प्रश्नमंजूषा स्पर्धा घेते. मुंबई, पुणे व नाशिक येथील गणित मंडळे संयुक्तपणे गणित प्रभुत्व ही एक महत्त्वाची स्पर्धापरीक्षा दोन स्तरांवर घेतात. या परीक्षेचे वेगळेपण असे की विद्यार्थ्यांना खुलासेवार उत्तरे लिहावी लागतात. मंडळाच्या या व अन्य सर्व उपक्रमांची माहिती www.mumbaiganitmandal.com या संकेतस्थळावर वेळोवेळी उपलब्ध होते.

BRIHANMUMBAI
GANIT ADHYAPAK MANDAL

जगप्रसिद्ध भारतीय गणिती श्रीराम अभ्यंकर यांच्या प्रेरणेने सुरू झालेली पुणे येथील 'भास्कराचार्य प्रतिष्ठान' ही संस्था प्रामुख्याने उच्च गणितासाठी कार्यरत आहे. परंतु लहान वयातच मुलांमधील विशेष प्रज्ञा ओळखणे, प्रख्यात गणितज्ञांचे मार्गदर्शन मिळवून देणे, गणितातील मूलभूत संकल्पनांचा पाया मजबूत करून गणित संशोधनात कारकीर्द घडवण्यासाठी पोषक वातावरण उपलब्ध करून देणे या उद्देशाने तेथे शालेय मुलांसाठीही कार्य चालते. गणित प्रज्ञाशोध परीक्षा, ऑलिम्पियाड स्पर्धापरीक्षा पूर्वतयारी, शिक्षक प्रशिक्षण, उद्योगांसाठी उपयोजित गणिताचे संशोधन इत्यादी उपक्रम ही संस्था करते. संस्थेच्या www.bprim.org. या संकेतस्थळावर सर्व माहिती मिळते.

होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र

गणित ऑलिम्पियाड किंवा तत्सम इतर स्पर्धापरीक्षांचा मूळ हेतू विद्यार्थ्यांमधे गणिताबद्दल प्रेम आणि उत्साह वृद्धिंगत करणे हा आहे. आंतरराष्ट्रीय स्तरावरील गणित ऑलिम्पियाड स्पर्धापरीक्षा हे विद्यार्थ्यांसाठी एक मोठे बौद्धिक आव्हानच समजले जाते. ऑलिम्पियाडच्या परीक्षेमध्ये मर्यादित वेळात अतिशय कठीण प्रश्न सोडवायचे असतात. अशा परीक्षांमधील प्रश्न सोडवण्याची तंत्रे माहीत करून देण्यासाठी प्रशिक्षण खूप

मुंबई आंतरराष्ट्रीय गणित ऑलिम्पियाडचे बोधचिन्ह

महत्त्वाचे आहे. भारतीय विद्यार्थ्यांसाठी सर्व विज्ञान आणि गणित ऑलिम्पियाड स्पर्धापरीक्षांसाठी होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र, मुंबई (www.hbcse.tifr.res.in) हे एकमेव अधिकृत समन्वयन केंद्र असून ते पाच टप्प्यांत निवड आणि प्रशिक्षण करते.

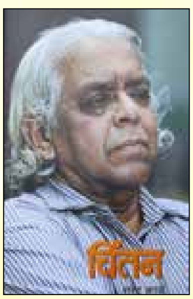
पुढे जाऊन गणित विषयात उज्ज्वल कारकीर्द करू इच्छिणाऱ्या विद्यार्थ्यांना प्रगत संशोधनाकरिता प्रोत्साहन देण्यासाठी पुरेशी शिष्यवृत्ती आणि साधन-सुविधांनी युक्त पूरक वातावरण उपलब्ध करून देण्याच्या उद्देशाने विविध संस्था भारतात विकसित केल्या गेल्या आहेत. उदाहरणार्थ, आयआयटी आणि आयसर ह्या संस्था, चेन्नई गणितीय संस्था (सीएमआय), प्रयागराज येथील 'हरीश-चंद्र संशोधन संस्था', कोलकाता येथील भारतीय सांख्यिकी संस्थान. या संस्थांचे अभ्यासक्रम जगभर मान्यताप्राप्त आहेत. अशा अग्रगण्य संस्थांच्या पाठबळामुळे कित्येक गुणी भारतीय विद्यार्थी शुद्ध व उपयोजित गणिताच्या क्षेत्रात जागतिक स्तरावर भरीव कामगिरी करत आहेत. त्यामुळे विद्यार्थी पालक, शिक्षक यांनी ह्या संस्थांची माहिती मिळवून प्रगतीची वाटचाल करावी.

– डॉ. मेधा श्री. लिमये

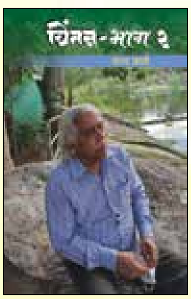
medhalimaye@gmail.com

ग्रंथाली

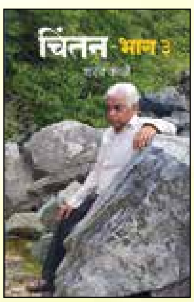
शरद काळे यांची विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके



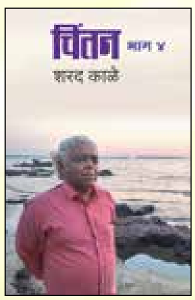
मूल्य ६०० रु.
सवलतीत ३५० रु.



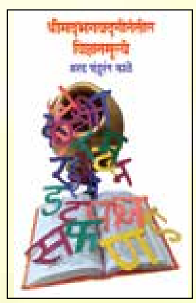
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



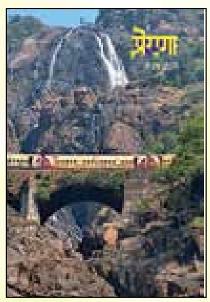
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



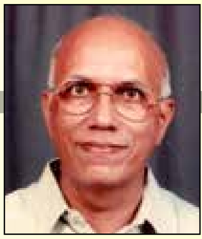
मूल्य ५०० रु.
सवलतीत ३०० रु.



मूल्य ४०० रु.
सवलतीत २५० रु.



मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.



आनंद घारे

पंपपुराण भाग - १

आजकालच्या सुखसोयींमध्ये ज्या तांत्रिक सुधारणांनी मोठी भर घातली आहे त्यात पंपांचा किती मोठा वाटा आहे हे कदाचित लक्षात येत नसले तरीही पंप हा शब्द बहुतेक लोकांच्या ओळखीचा असतो. तीन पिढ्यांपूर्वीच्या काळात घरातले पाणी भरणे आणि शेतातल्या पिकांना पाणी देणे ही रोज करायची कष्टाची कामे असायची. नदी, तलाव, विहिरींमधले पाणी आज नळामधून आपल्या घरात येते आणि शेतकऱ्यांना सहजपणे पिकांना पाणी देता येते ते पंपांमुळे शक्य झाले आहे. वाहनांमध्ये इंधन भरण्यासाठी आपण पेट्रोल पंपावर जातो. अत्यावश्यक असलेली वीज निर्माण करणारी केंद्रे आणि औषधे, साखर, रंग, रसायने आदींचे कारखाने यांमधली काही मुख्य कामे पंपांच्या आधारावरच चालवली जात असतात म्हणून आपल्याला त्या गोष्टी मिळतात.

पंप हे एक मशीन किंवा उपकरण आहे, ज्याचा वापर द्रव किंवा वायूला एका विशिष्ट दिशेने प्रवाहित करण्यास भाग पाडण्यासाठी केला जातो. अशी पंपाची व्याख्या आहे. पण हे काम निरनिराळ्या उद्देशाने निरनिराळ्या प्रकारे केले जाते. त्यानुसार पंपांचे अनेक प्रकार आहेत, त्यातल्या काही मुख्य प्रकारांची ओळख करून देण्याचा प्रयत्न या लेखात केला आहे. या विषयाची मोठी व्याप्ती पाहता ती माहिती पुढील अंकातून क्रमश: दिली जाईल.

मी लहानपणी पाहिलेले पंप

१. केरोसिनचा पंप

त्या काळात रॉकेल, केरोसिन किंवा घासलेट ही एक घरातली अत्यावश्यक बाब असायची. ते तेल चार गॅलनच्या टिनाच्या चौकोनी डब्यातून घरी आणले जात असे. एका पंपाचा उपयोग करून ते रॉकेल त्या डब्यातून उपसून एका उभ्या बाटलीत काढले जात असे आणि त्या बाटलीतून ते रोजच्या उपयोगासाठी वापरले जात असे. या पंपाची रचना अगदी साधी सोपी असते. पत्र्याच्या एका उभ्या नळकांडीच्या तळाला एक पत्र्याची चकती बसवून त्यात एक भोक ठेवलेले असते. त्या पंपाच्या आत एक दट्ट्या असतो. एका बारीकशा सळीच्या तळाला एक पत्र्याची चकती जोडून तो तयार केलेला असतो. चिमटीत पकडून धरण्यासाठी ती सळी वरच्या टोकाला वाकवलेली असते. पंपाच्या वरच्या बाजूला एक तोटी बसवलेली असते. पंपाने वर खेचलेले तेल या तोटीतून बाहेर पडते.

डब्यातून रॉकेल काढण्यासाठी चित्रात दाखवल्याप्रमाणे डब्याच्या शेजारी बाटली ठेवून तिच्या तोंडावर नरसाळे बसवले जाते. डब्याच्या वरच्या बाजूच्या एका कोपऱ्यात असलेल्या लहानशा तोंडावरील झाकण उघडून तो पंप त्यातून आत सोडला की त्या पंपाच्या नळकांडीच्या तळाशी असलेल्या भोकामधून डब्यातले तेल पंपात शिरते. हाताने दट्ट्या वर उचलल्यावर त्याला जोडलेल्या चकतीच्या वर असलेला रॉकेलचा स्तंभ वर उचलला जातो आणि तोटीमधून ते तेल नरसाळ्यात पडून बाटलीत जाते. चकती आणि नळकांडे यामधील बारीक पोकळीतून ते या वेळी हळूहळू खाली पडत असते. परंतु दट्ट्या झटक्यात ओढल्याने बरेचसे रॉकेल त्याच्यासोबत वर उचलून बाहेर काढता येते. तो सावकाशपणे ओढला तर मात्र सगळे रॉकेल बाजूने खाली पडून जाईल आणि तोटीमधून नरसाळ्यात काहीच येणार नाही. त्यामुळे तेल बाहेर काढताना हाताला झटके देणे आवश्यक असते. डब्यातील रॉकेलची पातळी जसजशी खाली जात जाईल तसतसे त्याचे दर स्ट्रोकमध्ये पंपातून बाहेर पडण्याचे प्रमाण कमी होत जाते.

दट्ट्या खाली ढकलताना मात्र याच्या उलट परिस्थिती असते. तो झटक्यात खाली ढकलला तर नळकांड्यामधील

रॉकेलचा त्याला विरोध होतो आणि तो मोडून काढण्यासाठी जास्त जोर लावला तर पंपाच्या दट्ट्याची सळी वाकण्याचा किंवा तिला जोडलेली चकती निसटण्याचा धोका असतो. त्यामुळे तो जरा जपून खाली ढकलायचा आणि झटक्यात वर ओढायचा अशा प्रकारचे थोडे कौशल्य या कामात लागते.

२. स्टोव्हचा पंप

आमच्या घरात असलेला दुसरा पंप हा घरातल्या प्रायमस स्टोव्हचा एक भाग होता. या प्रायमस स्टोव्हमध्ये चित्रात दाखवल्याप्रमाणे एक पितळेची टाकी असते. तिच्यात रॉकेल भरायचे. त्या टाकीच्या मधोमध असलेल्या उभ्या नळीतून ते तेल वर येऊन तिच्या तोंडाशी बसवलेल्या नॉझल्समधून त्याचा फवारा पसरतो. त्या रॉकेलचे बाष्पीभवन होऊन तो फवारा पेट घेतो आणि रॉकेलचे पूर्ण ज्वलन होऊन तीव्र ऊष्णता देणाऱ्या ज्वाला त्यातून निघतात. टाकीला जोडलेल्या तीन उभ्या सळ्यांवर एक तबकडी ठेवलेली असते. त्या तबकडीवर स्वयंपाकाचे भांडे ठेवले जाते. टाकीतले रॉकेलला नळीतून वर चढवण्यासाठी टाकीतल्या रॉकेलवर हवेचा दाब दिला जातो. हवेचा दाब जितका जास्त असेल तितक्या प्रमाणात रॉकेल वर ढकलले जाते आणि त्या प्रमाणात ती ज्वाला प्रखर होते.

टाकीतल्या हवेचा दाब वाढवण्यासाठी पंपाचा उपयोग केला जातो. या पंपातसुद्धा एक लहानसा सिलिंडर (नळकांडे) आणि त्यात मागे पुढे सरकणारा पिस्टन (दट्ट्या) असतो. त्या दट्ट्याच्या तोंडाशी चामड्याचा खोलगट आकाराचा वायसर (वॉशर) बसवलेला असतो आणि सिलिंडरच्या दुसऱ्या टोकाला फक्त आतल्या बाजूला उघडणारी झडप (व्हॉल्व्ह) असते. पिस्टन बाहेर ओढताना बाहेरील हवा वायसरच्या बाहेरच्या बाजूने सिलिंडरमध्ये खेचली जाते आणि पिस्टन पुढे ढकलताना खोलगट आकाराचा वॉशर सिलिंडरला घट्ट दाबला

आकृती १

जातो. त्यामुळे आतली हवा बाहेर पडू शकत नाही आणि तिचा दाब वाढत जातो. तो टाकीमधील हवेच्या दाबापेक्षा जास्त होतो त्यानंतर व्हॉल्ह उघडून जास्त दाबाची हवा टाकीत जाऊन तेथील हवेचा दाब अधिक वाढवते. अशा प्रकारे टाकीमधील हवेचा दाब वाढवून स्टोव्हची आच वाढवली जाते. स्टोव्हची आच कमी करायची असेल तर टाकीमधील हवेचा दाब कमी करण्यासाठी एक चावी ठेवलेली असते. ती थोडी सैल करताच आतली थोडी हवा बाहेर पडून तिचा दाब कमी होतो. स्टोव्हमधील रॉकेल जळून नष्ट होत जाते तसतशी टाकीतली रिकामी जागा वाढत जाते आणि त्यामुळे तिच्यात असलेल्या हवेचा दाब कमी होतो. व्हॉल्व्ह आणि चावीमधून सूक्ष्म प्रमाणात हवा बाहेर पडूनसुद्धा तिचा दाब कमी होत असतो. त्यामुळे जळत असलेल्या स्टोव्हला अधूनमधून पंप मारावा लागतो.

३. सायकलमध्ये हवा भरायचा पंप

स्टोव्हची आग प्रखर करणे आणि सायकलच्या चाकांना टणक बनवणे हे दोन अगदी वेगवेगळे उपयोग आहेत. परंतु वातावरणामधील हवेला एका बंदिस्त जागेत कोंबून तिचा दाब वाढवणे हे या दोन्ही पंपांचे समान उद्दिष्ट असते. त्यामुळे त्यांची रचना आणि कार्यपद्धती या दोन्हींमध्ये साम्य आहे. स्टोव्हचा पंप जेमतेम बोटभर असतो आणि तोसुद्धा टाकीच्या आत बसवलेला असल्यामुळे त्याच्या दट्ट्याचे बारके टोक तेवढेच बाहेरून दिसते. त्याला चिमटीत पकडून तो पंप हळूहळू मारायचा असतो. सायकलचा पंप चांगला हातभर लांब आणि मनगटाएवढा रुंद असतो, शिवाय त्याला रबराच्या नळीचे दोन हात लांब शेपूट जोडलेले असते. त्या पंपाच्या स्टँडवर दोन्ही पाय भक्कमपणे रोवून उभे राहिल्यावर दोन्ही हातांनी त्या पंपाचा दांडा जोर लावून वर-खाली करत सायकलमध्ये हवा भरायची असते.

स्टोव्हचा पंप आडवा असतो आणि सायकलीच्या चाकात म्हणजे तिच्या टायरच्या आतील रबरी ट्यूबमध्ये हवा भरणारा पंप उभा धरून त्याचा उपयोग करतात. एवढा फरक सोडला तर सिलिंडर, पिस्टन, वॉशर वगैरे त्याचे भाग स्टोव्हच्या पंपासारखेच पण मोठ्या आकाराचे असतात. चाकात भरलेली हवा पंपात परत येऊ नये यासाठी आवश्यक असलेली झडप सायकलच्या चाकाच्या ट्यूबलाच जोडलेली असते. ट्यूबमध्ये हवा भरण्यासाठी पंपाची नळी त्या व्हॉल्व्हला जोडतात. पंपाचा दांडा वर ओढताना आजूबाजूची हवा सिलिंडरमध्ये शिरते आणि तो खाली दाबला की त्या हवेचा दाब वाढतो आणि व्हॉल्व्ह उघडून ती हवा सायकलच्या ट्यूबमध्ये भरली जाते. हवा भरून पंपाची नळी

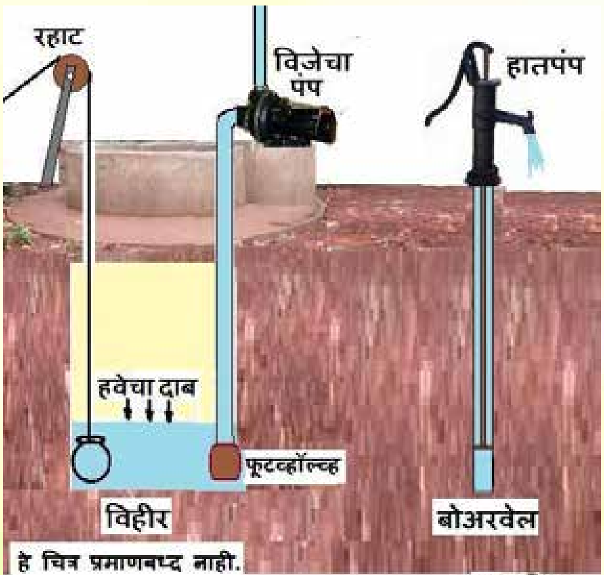
बाजूला केल्यानंतर तो व्हॉल्व्ह आतील हवेला एकदम बाहेर जाऊ देत नाही. परंतु ती सूक्ष्म प्रमाणात हळूहळू लीक होते आणि तिचा दाब कमी होत जातो. त्यामुळे पुन्हा पंप मारून तो दाब वाढवावा लागतो.

आजकाल स्वयंचलित वाहनांच्या चाकांमध्ये हवा भरण्यासाठी पेट्रोल पंपांवर वेगळे यंत्र बसवलेले असते. त्याला पंप न म्हणता कॉंप्रेसर म्हणतात. यातही एक गंमत आहे. बंदिस्त जागेतल्या हवेचा दाब वाढवण्यासाठी त्यात आणखी हवेला कोंबणारे यंत्र कॉंप्रेसर या नावाने ओळखले जाते, पण बंदिस्त जागेत आधीपासून असलेली हवा बाहेर काढून तिथे निर्वात पोकळी करायची असेल तर त्यासाठी वेगळे यंत्र लागते आणि त्याला व्हॅक्युम पंप असे संबोधतात.

४. विहिरीमधून पाणी उपसणारे पंप

पारंपरिक पद्धतीच्या आडातून पाणी काढण्यासाठी दोरीच्या एका टोकाला एक घागर बांधून ती पाण्यात सोडतात. रहाटाचे चाक फिरवून त्या दोरीला वर ओढताना ती भरलेली घागर पाण्याबाहेर उचलून घेतली जाते. लहानशा हातपंपासाठी मोठी विहीर खोदण्याची गरज नसते. जिथे जमिनीखाली भरपूर पाणी असते अशा जागी पुरेसे खोलवर खणून एक उभा पाइप त्यात गाडतात आणि त्यावर हातपंप बसवतात. या पंपाची रचना बरीचशी रॉकेलच्या पंपासारखीच असते. त्या पंपांमध्येही एका नळकांडीमध्ये (सिलिंडरमध्ये) वरखाली करणारा दट्ट्या (पिस्टन) असतो. त्याचे हँडल एका तरफेमार्फत पिस्टनला जोडलेले असते. ते हँडल खाली ओढले की पिस्टन पाण्याला उचलून घेत वर येतो आणि ते पाणी तोटीतून बाहेर पडते.

पाणी उपसण्यासाठी विहिरींवर बसवलेल्या यांत्रिक



आकृती २

पंपांमध्ये एक विशिष्ट आकाराचे पात्र (चेंबर) असते आणि त्याच्या आतले इंपेलर नावाचे एक गोल गोल फिरणारे चक्र पाण्याला पंपाबाहेर ढकलते. या प्रकारच्या पंपाला सेंट्रिफ्युगल पंप म्हणतात. पूर्वीच्या काळी हे पंप डिझेल इंजिनाला जोडलेले असत. वीजपुरवठा उपलब्ध झाल्यानंतर पंपांना इलेक्ट्रिक मोटारी जोडल्या गेल्या. या पंपाला एका बाजूने जोडलेला लांबलचक पाइप विहिरीत खोलवर नेऊन सोडतात आणि दुसऱ्या बाजूचा पाइप एका उथळ हौदात सोडून ठेवतात. पंपाला जोडलेले इंजिन किंवा मोटार सुरू केली की विहिरीतले पाणी वर येऊन त्या हौदामध्ये बदाबदा कोसळू लागते. तिथून पुढे पाटांमधून वळवत ते पिकांना दिले जाते.

चित्रात दाखवल्याप्रमाणे पंपाला जोडलेला पाइप पाण्यात खोलवर बुडवला जातो, त्याच्या तळाशी एक फूटव्हॉल्व्ह बसवतात. ही झडप फक्त आतल्या बाजूला उघडते. ती विहिरीतल्या पाण्याला पाइपात शिरू देते, पण पाइपात असलेल्या पाण्याच्या वजनानेच ती घट्ट मिटते आणि आतील पाण्याला विहिरीत परत जाऊ देत नाही. नवा पंप बसवल्यानंतर आधी त्याला जोडलेला पाइप आणि पंपाचे पात्र (चेंबर) पाण्याने पूर्णपणे भरतात. त्यानंतर पंपाची मोटार सुरू करताच इंपेलरच्या केंद्रभागी असलेले पाणी वेगाने बाहेर फेकले जाते. त्यामुळे त्या ठिकाणी निर्वात पोकळी निर्माण होते. या वेळी वातावरणातील हवेचा दाब विहिरीमधील पाण्याला ढकलून फूटव्हॉल्व्हला उघडतो. त्यामुळे पाणी पाइपात शिरून वर चढते आणि पंपात तयार झालेली निर्वात पोकळी भरून काढते. वातावरणाचा हा दाब सुमारे दहा मीटर उंच पाण्याचा स्तंभ तोलून धरू शकेल इतका असतो. पण, फूटव्हॉल्व्ह उघडण्यासाठी लागणारा जोर, पाण्याच्या प्रवाहाला घर्षणामुळे होणारा विरोध, वातावरणाच्या दाबात वेळोवेळी होत असलेला बदल वगैरेंचा विचार करता प्रत्यक्षात विहिरीतले पाणी सुमारे सात-आठ मीटरपर्यंत सहजपणे वर चढू शकते आणि पंपातून त्याचा प्रवाह सुरळीत चालत राहतो. मात्र पंप सुरू करण्यापूर्वी त्याचे केसिंग आणि सक्शन पाइप यांचे पाण्याने भरलेले असणे आवश्यक असते. ते नसले तर आधी भरून घ्यावे लागतात. याला प्रायमिंग म्हणतात. हे सुलभ रितीने करण्यासाठी पाण्याची वेगळी व्यवस्था केलेली असते.

शेती आणि कारखाने यांमध्ये सगळीकडे मुख्यतः सेंट्रिफ्युगल प्रकारचे पंप असतात. त्या पंपांची रचना, वैशिष्ट्ये, उपयोग वगैरेवरील अधिक तपशीलवार तांत्रिक माहिती पुढील भागांमध्ये. (क्रमशः)

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com

नरेंद्र गोळे

छंदशास्त्र

वेद हा जगातील सर्वात पहिला ग्रंथ आहे. ऋग्वेद, यजुर्वेद, सामवेद आणि अथर्ववेद या चार वेदांत तो विभाजित आहे. तो किती पुरातन आहे याचे परिपूर्ण निदान आजवर झालेले नाही. मात्र निर्माण झाला तेव्हापासून आजवर, मौखिक गुरुशिष्यपरंपरेतून, पिढ्यान्‌पिढ्या अंतरण होत होत तो आपल्यापर्यंत पोहोचलेला आहे. वेदाची रचना, मजकूर शाश्वतशुद्ध राहावा याकरताची त्यातील काव्यकौशल्ये आणि अंतरणांतूनही पाठभेद उद्‌भवू नयेत याकरता रुजवलेल्या पठणपद्धती, हा चिरकालीन अभ्यासाचा विषय राहिलेला आहे. या सर्व कौशल्यांचे विवरणही वेदांग म्हटल्या जाणाऱ्या सहा ग्रंथांतून दिलेले आहे. शिक्षा, कल्प, निरुक्त, व्याकरण, छंद आणि ज्योतिष हे ते ग्रंथ आहेत.

वागावे जगती कसे कथतसे तो 'धर्म' आहे खरा
सांगे 'धर्म' खरा 'श्रुती'मधुन जो तो 'वेद' जाणा असे।
आले ज्ञान खरे 'श्रुतीं'त कधि ते कोणीहि ना जाणती
आले ज्ञान 'श्रुतीं'तुनी 'स्मृति'त ते 'पाठांतरे' त्यापुढे।।१।।
'वेदां'चे निजरूप काय असते? कैसा असे 'धर्म' तो?
आदीअंत अनुभवास नसतो ही संपदा आगमी।
सत्याचे वदते स्वरूप, निरुपे विज्ञान सारे खरे
घ्या हो घ्या समजून 'वेद' सगळे शास्त्रार्थ ते नेमके।।२।।

भारतीय संस्कृतीत १४-विद्या आणि ६४-कलांचा उल्लेख नेहमीच येत असतो. चार वेद- ऋग्वेद, यजुर्वेद, सामवेद, अथर्ववेद; सहा वेदांगे- शिक्षा, कल्प, निरुक्त, व्याकरण, ज्योतिष, छंदशास्त्र आणि चार शास्त्रे- न्यायशास्त्र, मीमांसाशास्त्र, पुराणे आणि धर्मशास्त्र; मिळूनच आपल्या चौदा विद्या होत असतात. यातील अखेरची चार शास्त्रे व त्यांच्या उपशास्त्रांच्या अभ्यासात सारे विश्व लागलेले असते. मात्र वेद व वेदांगांचा अभ्यास केवळ भारतातच निरंतर सुरू असतो.

मानवी अनुभवाचे सार पुढील पिढ्यांना अवगत करून द्यायचे, तर त्याच्या विवरणाकरता भाषा लागते. भाषेच्या मुळाक्षरांना वर्ण म्हणतात. मात्र वेदनिर्मितीच्या काळात भाषा ही लिखित नसे. म्हणजे मानवी कंठातून निर्माण होऊ शकणाऱ्या मूळ स्वतंत्र उच्चारांना वर्ण म्हणत. कानाने ऐकून त्यापासून जो बोध होत असे त्यालाच श्रुतबोध किंवा 'श्रुती' असे म्हणत. ऐकण्याऐकवण्याच्या अत्यंत प्रगत तंत्रातूनच आपल्याकडे संस्कृत भाषेचा विकास झाला. त्यामुळे वर्णोच्चारांना अतीव महत्त्व असे. वयाच्या सहाव्या वर्षापर्यंत मुलांना वर्णोच्चाराचे शिक्षण दिले जात असे. या शास्त्रालाच पहिले वेदांग म्हणजे -शिक्षा- म्हणतात. मग वयाच्या आठव्या वर्षी उपनयन संस्कार करून ज्ञानार्जनार्थ गुरुगृही जाण्यास मनुष्य तयार होत असे. संस्कृत भाषेचे वर्णन महाभारतात पुढीलप्रमाणे केलेले आहे.

अनादिनिधना नित्या वागुत्सृष्टा स्वयम्भुवा।
आदौ वेदमयी दिव्या यतः सर्वाः प्रवृत्तयः।।
- शांतिपर्व अध्याय-२३२.२४.
आदीअंतविना नित्या, दिली बोली स्वयंभुवे।
आद्य वेदमयी भाषा, जिने सारेच प्रेरित।। - अनुष्टुप्

पक्ष्यांना निरनिराळे वैशिष्ट्यपूर्ण आवाज काढण्याचे कोण शिकवतो? मानवांना जन्मतः रडायला कोण शिकवतो? हे ध्वनी आपोआपच उमटत असतात. त्याची प्रेरणा स्वयंभूवच असते. त्याचप्रमाणे सर्वात आधी प्रकटलेली स्वयंभूव मानवी भाषा संस्कृत आहे. ही संस्कृत भाषा, आपल्या जाणिवा इतिहासात पोहोचतात, त्याहीपूर्वीपासून अस्तित्वात आहे. तेव्हापासूनच तिच्यात वेद विद्यमान आहेत. ती वेदमयी आहे. तिच्याद्वारेच व्यक्त होण्याकरता या विश्वातील सारेच लोक प्रेरित आहेत. मानवी कंठातून उमटू शकणाऱ्या एकूण

सर्वच ध्वनींना वर्ण किंवा मूळ अक्षरे म्हटले जाते. वर्ण हे भाषेचे सर्वात लहान एकक असतात. संस्कृत मुळाक्षरे ६४ आहेत. परंपरेनुसार असे मानले जाते, की सनक आदी सिद्धांच्या ईप्सितांच्या पूर्ततेकरता नटराज महेश्वराने आपल्या 'नृत्ता[१]'च्या समाप्तीप्रसंगी डमरूचे १४ नाद केले. त्यातून १४ ध्वनिसूत्रे[२] पाणिनींना प्राप्त झाली. त्यांच्या विघटनाद्वारे पाणिनींनी वर्णमाला निर्माण केली. त्यातील बावीस स्वर; ऱ्हस्व, दीर्घ आणि प्लुत कालावधीत[३] उच्चारले जातात. ती सारीच कहाणी 'संस्कृत मुळाक्षरे ६४ आहेत[४]' या लेखात शब्दबद्ध केलेली आहे.

मूळ संस्कृत श्लोक

नृत्तावसाने नटराजराजो ननाद ढक्कां नवपञ्चवारम् ।
उद्धर्तुकामः सनकादिसिद्धानेतद् विमर्शे शिवसूत्रजालम् ।।
– उपजाती

नृत्ताअखेरी नटराजियाने चौदा निनादे डमरू ध्वनीने ।
सिद्धांस ईप्सीत मिळो म्हणोनी निर्माण केले शिवसूत्रजाळे।।
– इंद्रवज्रा

'कल्प' हे दुसरे वेदांग आहे. जीवनात वागावे कसे हे या संस्कारांतून शिकवले जात असे. या संस्कारांनाच कल्प म्हणतात. यज्ञविधींचे नियम (श्रौतसूत्रे)[५], सामाजिक वर्तनाचे नियम (धर्मसूत्रे), गृहस्थाश्रमात पाळावयाचे नियम (गृह्यसूत्रे) आणि यज्ञवेदींच्या मोजमापनाकरताचे नियम (शुल्बसूत्रे) अशा चार प्रकारांत हे विभागलेले असे. यांनाच 'स्मृती' असेही म्हणतात.

तिसरे वेदांग म्हणजे 'व्याकरण'. वर्णांपासून शब्द, शब्दांपासून वाक्ये आणि वाक्यांपासून वर्णने तयार करण्याचे नियम म्हणजे व्याकरण. पाणिनींनी अष्टाध्यायी नावाच्या आठ अध्यायांच्या ग्रंथात संस्कृत भाषेचे व्याकरण पहिल्यांदा तयार केले.

चवथे वेदांग म्हणजे 'निरुक्त'. यास्काचार्यांनी निरुक्ताची रचना केली. 'निघण्टू' नामक वैदिक शब्दकोशावरील भाष्य म्हणजे निरुक्त होय.

मजकूर शाश्वतशुद्ध राहावा याकरताची त्यातील काव्यकौशल्ये 'छंद' या वेदांगात वर्णिलेली आहेत. पिंगलऋषींनी 'छंदशास्त्रा'ची रचना केलेली आहे.

मानवी अनुभवलेखनात येणारे कालगणनेबाबतचे संदर्भ शास्त्रशुद्ध खगोलविज्ञानावर आधारलेले असावेत याकरता निर्माण झालेले वेदांग म्हणजे 'ज्योतिष'. हीच जगातील पहिली ज्ञात कालगणना आहे.

या सहाही वेदांगांत एक वेदांग आहे पिंगलऋषींनी रचलेले छंदशास्त्र. छंद. आपल्या संस्कृतीतील अनुभवाचे लेखनसार वृत्तबद्ध काव्यांत संग्रहित करून मौखिक परंपरेने हजारो वर्षे सांभाळण्यात आपल्याला जे देदीप्यमान यश लाभलेले आहे ना, ते केवळ छंदशास्त्राच्या अभ्यासानेच साध्य झालेले आहे. त्यामुळे छंदांना वेदपुरुषाचे पायच म्हटले जात असते. तत्संबंधी मूळ संस्कृत श्लोक असे आहेत–

छन्दः पादौ तु वेदस्य हस्तौ कल्पोऽथपठ्यते ।
ज्योतिषामयनं चक्षुः निरुक्तं श्रोत्रमुच्यते ।।
शिक्षा घ्राणं तु वेदस्य मुखं व्याकरणं स्मृतम्।
तस्मात्सांगमधीत्यैव ब्रम्हलोके महीयते ।।

म्हणजे

वेदांचे पाय हे 'छंद', 'कल्प'च हात सांगती।
वेदांचे नेत्र 'ज्योतिष', 'निरुक्त' कान सांगती।।
घ्राणेंद्रिय असे 'शिक्षा', 'व्याकरण' असे मुख।
आकळता सहा अंगे, लाभे सौख्य अलौकिक।।

छंद हे, वेदमंत्रांचे योग्य उच्चारण करण्यास उपयुक्त असलेले वेदांग आहे. वेदांत ७ प्रमुख छंद वापरले गेलेले आहेत. त्यांना वैदिक छंद म्हणतात.

वैदिक छंद

१. गायत्री छंद : ८ अक्षरांचे ३ चरण
२. अनुष्टुप छंद : ८ अक्षरांचे ४ चरण (पाचवे–लघू; सहावे–गुरू, सातवे–२,४ लघू, १,३ गुरू)
३. त्रिष्टुप छंद : ११ अक्षरांचे ४ चरण (पाचवे लघू, सहावे गुरू)
४. बृहती छंद
५. जगती छंद
६. पंक्ति छंद
७. उष्णिक छंद

लौकिक छंद

वेदकाळानंतर रामायण व महाभारत हे आपले इतिहास ग्रथित करण्यात आले. यांतही बहुतकरून अनुष्टप छंदाचाच वापर केलेला आहे. मात्र त्यादरम्यान इतरही अनेक छंद उदयास आले. ते लौकिक छंद म्हणून ओळखले जातात. मराठीत आपण त्यांना अक्षरगणवृत्ते म्हणतो. १ ते २६ अक्षरांची १३,१२,१७,००० वृत्ते[६] संस्कृत भाषेत वर्णिलेली आहेत. एक अक्षराचे वृत्त 'श्री' हे आहे. मात्र ८ ते २१ अक्षरांची वृत्ते सर्वाधिक लोकप्रिय आहेत. ८ अक्षरांचे सर्वाधिक वापरले गेलेले वृत्त आहे अनुष्टुप आणि २१

अक्षरांचे वृत्त आहे स्रग्धरा.

युनान, मिस्र, रोमा सब मिट गये जहाँ से।
कुछ बात हैं की हस्ती मिटती नहीं हमारी।।
– डॉ. महंमद अल्लामा इक्बाल, १९०५

मराठी अनुवाद
ग्रीकी, इजिप्ती, रोमन, कुणीही टिकू न शकले।
आहो विशेष म्हणुनी, आम्ही टिकून आहो।।

सर्व पुरातन संस्कृतींत आपली हिंदवी संस्कृती टिकून राहिली आहे. ग्रीक, इजिप्त आणि रोम येथील इतर संस्कृती लयास गेल्या, मात्र आपण टिकून आहोत. कारण आपल्या अनुभवाच्या नोंदी कागदपत्रांवर नव्हे तर, वृत्त-छंदांत बांधून मौखिक परंपरेने अत्यंत काळजीपूर्वक, हजारो वर्षे सातत्याने सांभाळण्यात आल्या. आपले वेद, उपनिषदे, पुराणे; रामायण, महाभारत यांसारखे इतिहासग्रंथ आणि सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे आपले अष्टांग योगशास्त्र; सूत्रबद्ध, वृत्तबद्ध, छंदबद्ध करून मौखिक परंपरेने साठवले गेले. छंद म्हणजे नाद. लयबद्ध ध्वनी. छंदाचा दुसरा अर्थ म्हणजे पिसे. खूळ. वेड. याड. कमीत कमी शब्दांत जास्तीत जास्त अर्थ सामावणे म्हणजे काव्यलेखन. काव्यात लिहिलेले आपल्या पूर्वसुरींचे अनुभव, लक्षात राहायला, पाठांतराला सोपे ठरले. काळाच्या ओघास पुरून उरले. मात्र काव्य छंदबद्ध करण्याचे 'छंदशास्त्र' आपण विसरत चाललो आहोत.

प्रत्येकी तीन तीन अक्षरांचे आठ गण तयार करून त्यांची लयबद्ध आविष्करणे केली जातात त्यांना वृत्ते (किंवा अक्षरगणवृत्ते) म्हणतात. अक्षर-गण-वृत्ते म्हणजे लघू-गुरू अक्षरांचे साचेबद्ध आणि व्याकरणनिष्ठ आविष्कार असतात. अक्षरगणवृत्तात लघू म्हणजे ऱ्हस्व उच्चार होणारी अक्षरे आणि गुरू म्हणजे दीर्घ उच्चार होणारी अक्षरे असतात. त्यांचा क्रम, रचनेतल्या प्रत्येक ओळीत पाळण्याचा नियम आहे. अक्षरगणवृत्तबद्ध कवितेच्या एका कडव्यात चार ओळी असतात. एका ओळीतील सर्व अक्षरांचे तीन तीन अक्षरांचे गट पाडायचे. प्रत्येक गटाचा एक गण असतो. मात्र, अक्षरगणवृत्तात बांधलेल्या कवितांच्या ओळींत तीनच्या पटीत न बसणारी अक्षरेही कधी कधी असतात. अशा वेळी शेवटी अधिकतम दोन अक्षरे उरतील. लघू अक्षर उरल्यास त्याचा गण ल आणि गुरू अक्षर उरल्यास त्याचा गण ग धरावा. गण म्हणजे तीन अक्षरांचा एक गट असतो. असे एकूण आठ गण आहेत. त्यातील गणांची नावे आणि गणांतील लघुगुरूक्रम पुढील सारणीत दिलेले आहेत. गणितातील द्विमान (बायनरी) संख्यालेखन पद्धतीचा शोधही पिंगलऋषींनीच लावलेला असल्याने, छंदशास्त्रातील त्यांच्या कौशल्यास, गणिती विद्वत्तेचीही अपूर्व जोड मिळालेली आहे.

अक्र	गण	लघुगुरूक्रम	द्विमान	चिन्हांकित
१	य	यमाचा	०११	-ऽऽ
२	र	राधिका	१०१	ऽ – ऽ
३	त	ताराप	११०	ऽऽ –
४	न	नमन	०००	– – –
५	भ	भास्कर	१००	ऽ – –
६	ज	जनास	०१०	– ऽ –
७	स	समरा	००१	– – ऽ
८	म	मानावा	१११	ऽ ऽ ऽ

थोडक्यात काय तर द्विमान गणितातील ००० ते १११ असे हे आठ संयोग आहेत. ० = लघू, १ = गुरू. अक्षरगणांची मांडणी, पारंपारिक यरतनभजसम अशी न करता (०००, ००१, ०१०, ०११, १००, १०१, ११०, १११) अशा प्रकारे नव्या वैज्ञानिक पद्धतीने केल्यास, हीच किल्ली न सजय भरतम अशी मांडता येईल. (००० ते १११) याचा अर्थ 'भारत (कधीही) विजयी होणार नाही' असा निघतो. म्हणूनच कदाचित, पारंपारिक मांडणी यरतनभजसम अशी करत असावेत.

अनुष्टुप छंद म्हणजे अष्टाक्षरी

अनुष्टुप छंद अथवा वृत्त म्हणजे अष्टाक्षरी चार चरणांचे काव्य. यालाच श्लोक असेही म्हणतात. यात केवळ ३२ अक्षरे असतात. रामरक्षेतील बरेचसे काव्य याच छंदात लिहिले गेले आहे. श्लोकाच्या प्रत्येक चरणातील आठ अक्षरांमध्ये पाचवे ऱ्हस्व (लघू), सहावे अक्षर दीर्घ (गुरू), सातवे अक्षर पहिल्या व तिसऱ्या चरणांत दीर्घ (गुरू) असते, तर दुसऱ्या व चवथ्या चरणांत ऱ्हस्व (लघू) असते. अनुष्टुप अष्टाक्षर-नियत आहे, तरी त्यातील अर्ध्या भागात लघुगुरुत्वाचा विचार करावा लागतो, पण अर्ध्या भागात तो तसा करावा लागत नाही, तसेच त्याचे लक्षणवर्णन मात्रामापनानेही करता येत नाही.

उदाहरणार्थ :
यत्र योगेश्वरः कृष्णो यत्र पार्थ धनुर्धरः।
तत्र श्रीर्विजयो भूतिर्ध्रुवा नीतिर्मतिर्मम।। गीता-१८-७८

हा भगवद्गीतेचा अखेरचा श्लोक आहे. संजय यात

धृतराष्ट्राला असे सांगत आहेत, की जिथे योगेश्वर कृष्ण आहे, जिथे धनुर्धर पार्थ आहे, त्या पक्षालाच समृद्धी आणि विजय लाभणार असे माझी नीतिमत्ता गृहीत धरते आहे. केवळ ३२ शब्दांतही नाही, तर केवळ ३२ अक्षरांत, जो आशय सामावलेला असतो तो कमालीचा सघन असतो. म्हणूनच संस्कृत वाङ्मयात, अनुष्टुप छंदातच सर्वाधिक साहित्य लिहिले गेलेले आहे. गीतेतील सर्व श्लोक अनुष्टुप छंदात आहेत. अपवाद केवळ काही श्लोकांचा आहे. ते मात्र इंद्रवज्रा या ११ अक्षरे एका चरणात असलेल्या चार चरणांचे श्लोक आहेत. उदाहरणार्थ,

वासांसि जीर्णानि यथा विहाय, नवानि गृह्णाति नरोऽपराणि।
तथा शरीराणि विहाय जीर्णां, अन्यानि संयाति नवानि देहि।।
– इंद्रवज्रा

म्हणजे, जुनी झालेली वस्त्रे आपण जशी टाकून देतो, त्याचप्रमाणे आत्मा जीर्ण झालेले शरीर सोडून देऊन नव्या देहात प्रवेश करत असतो. विदलन म्हणजेच अणुविभाजन कसे होते हे 'श्रवणाभरण' वृत्तात वर्णिलेले आपल्याला https://youtu.be/ysgfXB2gZ-I?si=X9y6RClZuBZ3yršI या दुव्यावर ऐकता येईल. २३ x ४ = ९२ अक्षरांत अणुविभाजन कसे होते ती सारीच कहाणी यात वर्णिता आलेली आहे. आज एकविसाव्या शतकातही कमीतकमी शब्दांत किंबहुना अक्षरांत, अधिकाधिक मजकूर सांगणाऱ्या भाषेला कमालीचे मोल आहे. त्यामुळे संस्कृत भाषाच सर्व वर्तमान भाषांत सर्वाधिक अर्थवाही आहे. वेदांत दडलेले हे भाषाविज्ञान केवळ अपूर्वच नव्हे, तर एकमेवाद्वितीय आहे. याचा आपल्याला अभिमान वाटला पाहिजे.

संदर्भ

१. दशरूपकानुसार नृत्त आणि नृत्य यांत फरक असतो. नृत्त ताल आणि लय यांवर आश्रित असते, तर नृत्य भावावरच आश्रित असते. https://sanskritdocuments.org/articles/pANini_aur_bhAShAvigyAn.docx

2. Maheshwar Sutras Achyut Karve Phonology – https://www.youtube.com/watch?v=yGy7f4WhKjU

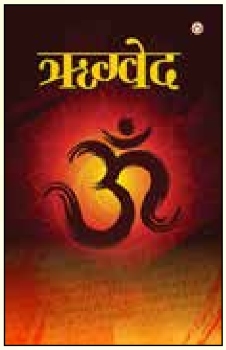
३. सरासरीने पुरुषाची हृदयस्पंदने मिनिटाला ७२ तर स्त्रियांची हृदयस्पंदने मिनिटाला ८४ या दरांनी होत असतात. त्यानुसार पाहिले तर एका हृदयस्पंदनास (अंगुष्टमुळाशी मोजलेल्या नाडीच्या ठोक्यास) पुरुषास ६०/७२=०.८३ सेकंद तर स्त्रियांना ६०/८४= ०.७१ सेकंद इतका वेळ लागत असतो. त्यामुळे पुरुष आणि स्त्री अनुक्रमे ०.८३ सेकंद आणि ०.७१ सेकंदांत एक सुटा वर्णोच्चार करू शकतात. यालाच ऱ्हस्व उच्चारण कालावधी म्हणतात. याच्या दुप्पट कालावधी दीर्घ वर्णोच्चारणास लागत असतो, तर प्लुत वर्णोच्चारणास याच्या तिप्पट कालावधी लागत असतो.

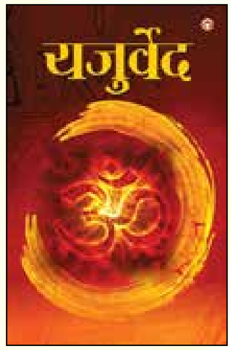
४. 'संस्कृत मुळाक्षरे ६४ आहेत.' https://nvgole.blogspot.com/2021/05/blog-post_24.html

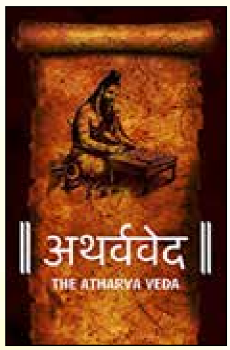
५. सूत्र म्हणजे कमीत कमी अक्षरांत जास्तीत जास्त आशय व्यक्त करण्याची पद्धत.

६. संदर्भ : एन.सी.ई.आर.टी. १२-वी 'शाश्वती द्वितीयो भागः' छंदोविलास भूमिका व्हिडिओ, निवेदक प्रा. राजेन्द्र मिश्रा, समन्वयक डॉ. के. सी. त्रिपाठी, डॉ. रंजित बेहरा (एकूण १५.१२ मिनिटांच्या व्हिडिओमध्ये ९.४९ मिनिटांवर हा उल्लेख आहे.) https://www.youtube.com/watch?v=5pzs0jbdBDA.

– नरेंद्र गोळे
nvgole@gmail.com







अजिबात बोअरिंग नसलेले बोरॉन

कुसुमसुत

बोरॉन ह्या मूलद्रव्यच्या नावाचे मूळ अरेबिक भाषेत बुराक (buraq) शब्दात आहे. बोरॅक्स पावडरसाठी बुराक शब्द वापरला जात असे. बोरॉन हे धातूचे गुणधर्म असूनही अधातू असलेले असे मूलद्रव्य आहे. ह्याला इंग्रजीमध्ये मेटॅलॉइड असे म्हणतात. म्हणजे धातू आणि अधातू यांच्या सीमारेषेवर असलेले हे मूलद्रव्य आहे. हे मूलद्रव्य अर्धवाहकांमध्ये (सेमीकंडक्टर) वापरतात, विविध इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये वापरले जाणारे हे मूलद्रव्य आहे. शतकानुशतके बोरॅक्सचा एकमेव स्रोत, $Na_2B_2O_5(OH)_4$, तिबेटमधील यामडोक चो सरोवरात स्फटिकीय साठ्यांच्या स्वरूपात आहे. सोनार सोने शुद्ध करताना बोरॅक्सचा वापर फ्लक्स म्हणून करतात. सन १८०८मध्ये, पॅरिसमध्ये संशोधन कार्य करणारे लुई-जोसेफ गे-लुसाक आणि लुई-जॅक थेनार्ड आणि लंडनमधील सर हम्फ्री डेव्ही यांनी एकाच वेळी पण स्वतंत्रपणे पोटॅशियम धातूसह बोरॅक्स गरम करून बोरॉन वेगळे केले. दोघांनाही अगदी शुद्ध मूलद्रव्य मिळाले नव्हते. हेन्री मॉइसन यांनी सन १८९२मध्ये शुद्ध प्रकारचे बोरॉन वेगळे केले. अखेरीस, अमेरिकेमधील विनथ्रोब यांनी त्याच सुमारास बोरॉन क्लोराइडचे (BCl_3) बाष्प आणि हायड्रोजन यांचे मिश्रण स्पार्क करून पूर्णपणे शुद्ध स्वरूपात बोरॉन मिळवले.

बोरॉन सहसा तपकिरी, आकारहीन घन म्हणून वेगळे केले जाते. बोरॉन या मूलद्रव्यामध्ये काहीतरी खास मनोरंजक आहे असे वाटत नाही. परंतु आपण बोरॉनच्या काही साध्या संयुगांचा विचार केला तर त्याची वैशिष्ट्यपूर्ण बाजू अनपेक्षितपणे समोर येऊ लागते. उदाहरणार्थ, बोरॉन नायट्राइडचा विचार करा. आवर्तसारणीत अगदी सुरुवातीला ५व्या आणि ७व्या क्रमांकावरील असलेले हे दोन घटक आहेत, म्हणजे अतिशय हलकी मूलद्रव्ये म्हणून त्यांच्याकडे पाहिले जाते. परंतु सहाव्या क्रमांकावर असलेल्या कार्बनच्या बहुरूपत्व दर्शवणाऱ्या, अतिशय कठीण हिऱ्याप्रमाणे किंवा अतिशय मऊ असलेल्या ग्रॅफाइटप्रमाणे रचनाबद्ध रेणू ते बांधू शकतात. त्यानंतर बोरॉन ट्रायफ्लोराइड हे संयुग पाहिले तर हे सिड किंवा प्रोटॉन प्रदान करू शकणारा पदार्थ म्हणून वर्गीकृत केला गेला होता, परंतु BF_3 हे इतिहासतील लुईस सिड आहे, ज्यामध्ये प्रोटॉन दिसत नाही! तरीही इलेक्ट्रॉन्सच्या एकट्या जोड्यांशी समन्वय साधण्यास हा रेणू सक्षम असतो, ज्यामुळे ते उत्प्रेरक म्हणून काम करू शकते. हे रसायनशास्त्र शक्य होते कारण बोरॉनला खरोखरच दोन बाजू आहेत. ते बाह्यकक्षेतील तीन इलेक्ट्रॉन वापरून तीन अणूंसह तीन बंध तयार करतेच, परंतु या अवस्थेतही, ८ इलेक्ट्रॉनची दुसरी मुख्य कक्षा पूर्ण करण्यासाठी सहजपणे अतिरिक्त बंधही तयार करतात. परंतु बोरॉन असे करते, तेव्हा ते त्यावर नकारात्मक शुल्क घेते! त्याचे एक बंधन गमावून ते तटस्थता परत मिळवू शकते. म्हणजे खरोखर बोरॉनचे व्यक्तिमत्त्व दुहेरी किंवा द्विधारी असते.

बोरॉनचा वितळण्याचा बिंदू १९३८ अंश सेल्सियस असून उत्कलनत्तबिंदू ४२४६ अंश सेल्सियस आहे. बोरॉन हा एक नैसर्गिक घटक असून तो खडकांमध्ये आणि मातीमध्ये आढळतो. आवर्तसारणीत याचा मूलद्रव्य क्रमांक किंवा अणुक्रमांक ५ असून त्याच्या केंद्रकात ५ प्रोटॉन व ६ न्यूट्रॉन असतात तर केंद्रकाभोवती दोन कक्षांमध्ये दोन व तीन असे एकूण ५ इलेक्ट्रॉन असतात. बोरॉनची दोन स्थिर समस्थानिके असून एकाच्या अणूमध्ये ६ न्यूट्रॉन (बी-६) तर दुसऱ्याच्या अणुमध्ये ५ न्यूट्रॉन असतात (बी-५). यांचे नैसर्गिक प्रमाण ४:१ असते. म्हणजे दर पाच अणूंमध्ये चार बी-६चे असतील तर एक अणू बी-५चा असेल. आवर्तपदार्थसारणीच्या दुसऱ्या ओळीत व १३व्या गटात असलेले हे मूलद्रव्य या गटातील एकमेव अधातू आहे. तेराव्या गटाला बोरॉन कुटुंब (फॅमिली) असे संबोधले जाते.

या कुटुंबात जी इतर धातू मूलद्रव्ये आहेत त्यात ॲल्युमिनियम, गॅलियम, इंडियम आणि थालियम ही मूलद्रव्ये असून त्यांच्या प्रत्येकाच्या बाह्यकक्षेत तीन इलेक्ट्रॉन असतात.

बोरॉनच्या अणूमध्ये पाच इलेक्ट्रॉन असतात. पहिल्या कक्षेत दोन व दुसऱ्या कक्षेत तीन इलेक्ट्रॉन असतात. दुसऱ्या कक्षेला दोन उपकक्षा असून त्या 2s आणि 2p म्हणून ओळखल्या जातात. त्यातील 22sमध्ये दोन इलेक्ट्रॉन असतात. उरलेला इलेक्ट्रॉन हा 2p कक्षेत फिरत असतो. P कक्षा जास्तीत जास्त सहा इलेक्ट्रॉन्स सामावून घेऊ शकते. पण बोरॉन अणूत पाचच इलेक्ट्रॉन असल्यामुळे p कक्षेत एकच इलेक्ट्रॉन उरतो. त्यामुळे त्या कक्षेत इलेक्ट्रॉनची कमतरता असते. बोरॉनचे अनेक प्रकार आहेत, त्यापैकी सर्वात सामान्य म्हणजे बोरॉनची एक गडद पावडर असते. तिच्यावर ऑक्सिजन, पाणी, आम्ल आणि क्षारांवर यांची क्रिया होत नाही. धातूंशी बोरॉनची आंतरक्रिया होऊन बोराइड तयार होतात. सामान्य तापमानात बोरॉन हा विद्युतविरोधक असतो, परंतु उच्च तापमानात तो चांगला विद्युतवाहक बनतो.

बोरॉनचे आर्थिकदृष्ट्या सर्वात महत्त्वाचे संयुग म्हणजे सोडियम टेट्राबोरेट डेकाहायड्रेट $Na_2B_4O_7$ L $10H_2O$, किंवा बोरॅक्स असून त्याचा वापर फायबरग्लास आणि सोडियम पर्बोरेट ब्लीच यांना विद्युतविरोधक बनवण्यासाठी केला जातो. बोरिक ॲसिड हे कापड उत्पादनांमध्ये वापरले जाणारे एक म हत्त्वाचे संयुग आहे. बोरॉनची संयुगे सेंद्रिय संश्लेषणात, विशिष्ट प्रकारच्या चष्म्याच्या निर्मितीमध्ये आणि लाकूडसंरक्षक म्हणून वापरली जातात. बोरॉन फिलामेंटचा वापर त्यांच्या उच्च-शक्ती आणि हलक्या वजनामुळे प्रगत एअरोस्पेस स्ट्रक्चरसाठी केला जातो. बोरॅक्सचा सुरुवातीचा वापर पेर्बोरेट हा ब्लिचिंग एजंट बनवण्यासाठी होतो, एकेकाळी घरगुती डिटर्जंटमध्ये मोठ्या प्रमाणावर हा ब्लिचिंग पदार्थ वापरला जात असे. बोरॉन संयुगेदेखील अन्नसंरक्षकांच्या रूपात घरात वापरले जातात.

बोरॉन निसर्गात मूलद्रव्याच्या स्वरूपात उपलब्ध होत नाही. हे बोरॅक्स, बोरिक ॲसिड, कर्नाइट, युलेक्साइट, कोलमॅनाइट आणि बोरेट्समध्ये एकत्रितपणे आढळते. व्हल्कॅनिक स्प्रिंगच्या पाण्यात कधीतरी बोरिक ॲसिड असते. अमेरिका, तिबेट, चिली आणि तुर्कीमध्ये बोरेट्सचे उत्खनन केले जाते, जागतिक उत्पादन दरवर्षी सुमारे २० लाख टन होते.

बोरॉन एक अधातू आहे कारण त्यात इतर अधातूंप्रती विशेष आकर्षण नाही. त्यात व्हॅलेन्सी इलेक्ट्रॉन नसतो आणि इतर घटकांसह हे मूलद्रव्य कोव्हॅलंट म्हणजे सहसंयोजक बंध तयार करत नाही. बोरॉन हा मेटॅलॉइड आहे, याचा अर्थ असा पदार्थ आहे ज्यामध्ये धातूचे काही गुणधर्म तसेच अधातूंचे काही गुणधर्म आहेत. बोरॉन हा धातू नसला तरी त्यात काही गुणधर्म आहेत जी धातूची वैशिष्ट्ये आहेत. बोरॉन क्रिस्टल मोठे रेणू बनवू शकतात जे सर्व समान आकाराचे असतात. त्याचा वितळण्याचा बिंदू कमी असतो आणि त्यावर आपण वाजवले तर धातूचा आवाज त्यातून येतो. धातूच्या मिश्रधातूंना अधिक मजबूत बनवण्यासाठी त्यात बोरॉन मिसळलेले असते.

फळे आणि भाजीपाला, पाणी, हवा आणि उपभोग्य उत्पादनांद्वारे मानवांना बोरॉनचा संसर्ग होऊ शकतो. शरीराला गरज असते. नियमितपणे २ मिलीग्रॅम आणि एकूण १८ मिलीग्रॅम शरीराबाहेर असते. लोक मोठ्या प्रमाणात बोरॉनयुक्त अन्न खातात, तेव्हा त्यांच्या शरीरातील बोरॉनची पातळी वाढू शकते त्यामुळे आरोग्य समस्या उद्भवू शकतात. बोरॉन पोट, यकृत, मूत्रपिंड आणि मेंदूला या विविध अवयवांमध्ये साचू आणि शेवटी मृत्यूला कारणीभूत ठरू शकते. थोड्या प्रमाणात बोरॉनच्या संपर्कात आल्यावर नाक, घसा किंवा डोळे यांची जळजळ होऊ शकते. चुकून एखाद्या व्यक्तीच्या शरीरात चुकून ५ ग्रॅम किंवा अधिक बोरिक ॲसिड खाण्यात आले, तर ती व्यक्ती आजारी पडू शकते. २० ग्रॅम किंवा त्याहून अधिक बोरिक पावडर एकावेळी पोटात गेली, तर मृत्यू येऊ शकतो. मासे किंवा मांस खाल्ल्याने आपल्या शरीरात बोरॉनचे प्रमाण वाढत नाही, कारण बोरॉन प्राण्यांच्या उतींमध्ये जमा होत नाही.

बोरॉनचे पर्यावरणीय परिणाम

बोरॉन हे असे एक मूलद्रव्य आहे जे पर्यावरणात प्रामुख्याने नैसर्गिक प्रक्रियेद्वारे निर्माण होते.

बोरॉन नैसर्गिकरित्या वातावरणात हवा, माती आणि पाण्यात त्याची किंवा त्याच्या क्षारांची जी झीज होते त्यातून बोरॉन सूक्ष्म प्रमाणात वातावरणात मिसळते. भूगर्भातील पाण्यामध्येही हे अगदी सूक्ष्म प्रमाणात होऊ शकते. काच तयार करताना, ऊर्जेसाठी कोळशाचे ज्वलन होताना, तसेच तांबे वितळवून शुद्ध करताना आणि खतांच्या निर्मितीत ज्या रासायनिक क्रिया होतात त्यातून पर्यावरणात बोरॉन मुक्त होत राहतो. मानवी क्रियाकल्पांमधून मुक्त झालेल्या बोरॉनचे प्रमाण नैसर्गिक मार्गांनी पर्यावरणात येणाऱ्या प्रमाणापेक्षा कमी असते.

हवा आणि पिण्याच्या पाण्याद्वारे बोरॉनचा पर्यावरणात प्रादुर्भाव होण्याची शक्यता फारशी नसते, परंतु बोरॉन उद्योगांम ध्ये कामाच्या ठिकाणी बोरॉन किंवा बोरेट असलेल्या धुळीतून पर्यावरणात मिसळण्याचा धोका असतो. सौंदर्यप्रसाधने आणि साबण पावडर व तत्सम पदार्थांमधूनही बोरॉन पर्यावरणात

मिसळू शकते.

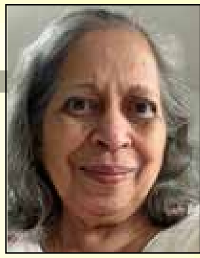
झाडे जमिनीतून बोरॉन शोषून घेतात आणि शाकाहारी प्राण्यांच्या माध्यमातून ते अन्नसाखळीत जमा होते. बोरॉन प्राण्यांच्या उतींमध्ये सूक्ष्म प्रमाणात आढळले आहे, मात्र ते मोठ्या प्रमाणावर साचत राहण्याची शक्यता नसते.

प्राणी अन्न किंवा पिण्याच्या पाण्याद्वारे तुलनेने दीर्घ कालावधीत मोठ्या प्रमाणात बोरॉन शोषून घेतात तेव्हा नर पुनरुत्पादक अवयवांवर परिणाम होतो. जनावरांना गर्भधारणेदरम्यान बोरॉनचा सामना करावा लागतो तेव्हा त्यांच्या संततीत जन्मजात दोष तरी असतात, किंवा त्यांच्या विकासास विलंब होऊ शकतो. शिवाय, जनावरांना बोरॉनमध्ये श्वास घेताना नाकाचा त्रास होण्याची शक्यता असते. रासायनिक खते जिथे वापरली जातात, त्या शेतांवरील प्राण्यांना हा धोका अधिक असतो.

शरीराला आंशिक स्वरूपात लागणारे खनिज बोरॉन हे चयापचय क्रियांमध्ये वैविध्यपूर्ण आणि महत्त्वपूर्ण भूमिका असलेले सूक्ष्म पोषक आहे. वनस्पती, प्राणी आणि मानवी आरोग्यासाठी ते अतिशय आवश्यक आहे आणि अलीकडील संशोधनानुसार, पृथ्वीवरील जीवनाच्या उत्क्रांतीसाठी आवश्यक आहे. बोरॉन हे एक महत्त्वाचे आंशिक खनिज असल्याचे सिद्ध झाले आहे. बोरॉनचे उपयोग असे आहेत–

१. हाडांच्या वाढीसाठी आणि देखभालीसाठी आवश्यक आहे.
२. जखमेच्या उपचारांमध्ये मोठ्या प्रमाणात सुधारणा होते.
३. इस्ट्रोजेन, टेस्टोस्टेरॉन आणि व्हिटॅमिन डीच्या शरीराच्या वापरावर फायदेशीरपणे परिणाम करते.
४. मॅग्नेशियमचे शरीरातील शोषकता वाढवते.
५. दाहक बायोमार्करची पातळी कमी करते, उदाहरणार्थ, उच्च-संवेदनशीलता C-प्रतिक्रियाशील प्रोटीन (hs-CRP) आणि ट्युमर नेक्रोसिस फॅक्टर **μ** (TNF-**μ**)
६. अँटिऑक्सिडंट एन्झाइमचे स्तर वाढवते, उदाहरणार्थ, सुपरऑक्साइड डिसम्युटेस (एस.ओ.डी.), कॅटालेज आणि ग्लूटाथिओन पेरोक्सिडेज
७. कीटकनाशक-प्रेरित ऑक्सिडेटिव्ह तणाव आणि हेवी-मेटल विषारीपणापासून संरक्षण करते.
८. मेंदूची विद्युतक्रिया, संज्ञानात्मक कार्यप्रदर्शन आणि वृद्धांसाठी अल्पकालीन स्मृती सुधारते.
९. एस- डिनोसील मेथिओनिन (SAM-e) आणि निकोटीनॅमाईड डेनिन डाय न्युक्लिओटाईडसारख्या (NAD+) मुख्य जैव-रेणूंच्या निर्मितीवर आणि क्रियाकलापांवर प्रभाव टाकतो.
१०. प्रोस्टेट, गर्भाशय ग्रीवा आणि फुफ्फुसाचे कर्करोग आणि एकाधिक आणि नॉन-हॉजकिन्स लिम्फोमा यासारख्या अनेक कर्करोगांमध्ये प्रतिबंधात्मक आणि उपचारात्मक प्रभाव प्रदर्शित केले आहेत;
११. पारंपारिक केमोथेरप्यूटिक एजंट्सचे प्रतिकूल परिणाम कमी करण्यात मदत करू शकतात.
१२. अमोर्फस बोरॉनचा वापर रॉकेट इंधन प्रज्वलक म्हणून आणि पायरोटेक्निक फ्लेअर्समध्ये केला जातो. हे फ्लेअर्सला एक विशिष्ट हिरवा रंग देते.
१३. बोरॉनची सर्वात महत्त्वाची संयुगे म्हणजे बोरिक (किंवा बोरासिक) आम्ल, बोरॅक्स (सोडियम बोरेट) आणि बोरिक ऑक्साइड. हे डोळ्याचे थेंब, सौम्य अँटीसेप्टिक्स, वॉशिंग पावडर आणि टाइल ग्लेझमध्ये आढळू शकतात. बोरॅक्सचा वापर ब्लीच बनवण्यासाठी आणि अन्न संरक्षक म्हणून केला जात असे.
१४. बोरिक ऑक्साइडचा वापर बोरोसिलिकेट ग्लासच्या (पायरेक्स) निर्मितीमध्येदेखील केला जातो. त्यामुळे काच कठीण आणि उष्णताप्रतिरोधक बनते. बोरोसिलिकेट ग्लासपासून फायबरग्लास कापड आणि विद्युतरोधक बनवले जातात.
१५. सोडियम ऑक्टाबोरेट हे ज्वालारोधक आहे.
१६. बोरॉन -१० हे समस्थानिक न्यूट्रॉन शोषक आहे. अणुभट्टीमधील साखळीची प्रक्रिया नियंत्रित करण्यासाठी बोरॉनच्या कांड्या वापरतात.
१७. कॅरम खेळताना बोर्डवर बोरिक पावडर टाकतात, ती बोरॅक्सच असते. त्यामुळे बोर्ड गुळगुळीत होऊन सोंगट्या आणि बोर्डमधील घर्षण कमी होऊन त्यांची हालचाल अलगदपणे होण्यास मदत होते.

आजपर्यंत केलेल्या असंख्य अभ्यासांपैकी कोणत्याही अभ्यासात बोरॉनचे फायदेशीर परिणाम ३ मिलीग्राम प्रतिदिनपेक्षा कमी घेतल्यास दिसून येत नाहीत. बोरॉनसाठी अंदाजे सरासरी आवश्यकता (अॅसेंशियल अॅव्हरेज रिक्वायरमेन्ट) किंवा आहारातील संदर्भ सेवन (डायेटरी रेफरन्स इंडेक्स) ठरवण्यात आले नाहीत. १८ वर्षांच्या वरील वयोगटातील व्यक्तींसाठी फक्त २० मिलीग्राम प्रतिदिन ही उच्च सेवन पातळी आहे. फायदे दर्शवणाऱ्या लेखांच्या मोठ्या संख्येच्या तुलनेत बोरॉनमुळे हानी दर्शवणाऱ्या अभ्यासांची संख्या अगदीच कमी आहे, फळे आणि भाज्या नसलेला आहार घेत असलेल्या किंवा ऑस्टियोपेनियाचा धोका असलेल्या किंवा ग्रस्त असलेल्या कोणत्याही व्यक्तीसाठी ३ मिलीग्रॅम प्रतिदिन बोरॉन दिले पाहिजे. ●



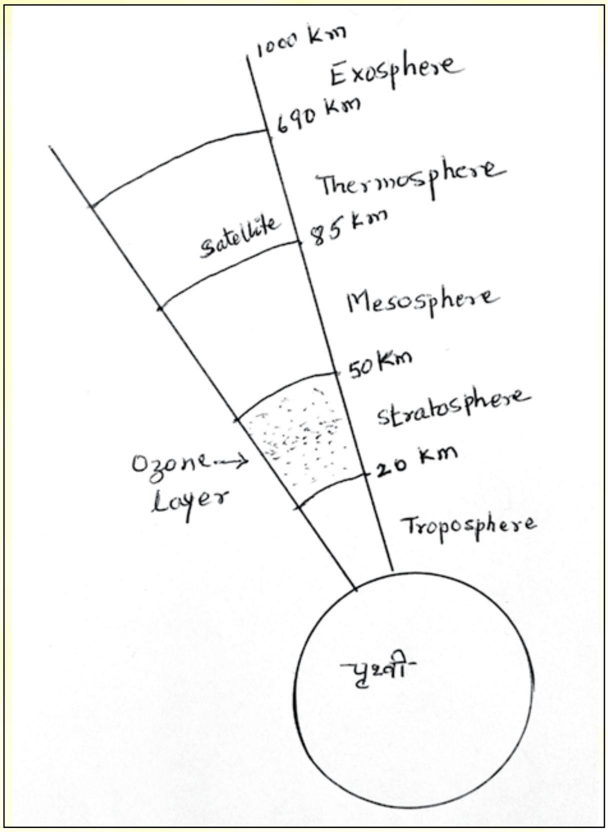
डॉ. वसुधा जोशी

ओझोन थर

पृथ्वीवर सर्वत्र हवेचे आवरण आहे. ही हवा म्हणजे वायूंचे मिश्रण आहे. हवेमधील वायूंचे प्रमाण बदलत असते. यालाच वातावरण म्हटले जाते. पृथ्वीवरील हे वातावरण पाच थरांचे बनलेले आहे. पहिला थर ट्रोपोस्फिअर. हा थर समुद्रसपाटीपासून अंदाजे २० किलोमीटरपर्यंत पसरलेला आहे. अमेरिकेच्या नासाच्या मते तो १२ किलोमीटर आहे. हे थर नक्की किती उंचीवर व किती उंचीचे आहेत यामध्ये मतैक्य नाही. कारण एक थर संपला की दुसरा थर चालू होतो असे काही नसते. त्यामुळे अचूक मापन करणे कठीण आहे. हा थर मिश्र वायूंनी बनलेला आहे. हे वायू मुख्यत्वे नायट्रोजन, प्राणवायू (ऑक्सिजन), कार्बन डायआक्साइड इत्यादी होत. समुद्रसपाटीपासून आपण वर वर जातो तशी हवा विरळ होत जाते. हेलिकॉप्टर आणि लहान विमाने या थरामधून भ्रमण करतात. त्यातील दुसरा थर स्ट्राटोस्फिअर. हा थर समुद्रसपाटीपासून वर अंदाजे २० किलोमीटर ते ५० किलोमीटरपर्यंत मानला जातो. हा थर ओझोन या वायूचा थर आहे. म्हणजेच हा ओझोन थर पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून अंदाजे २० किलोमीटरच्या वर ५० किलोमिटरपर्यंत पसरलेला आहे. हा थर नायट्रोजन, प्राणवायू आणि ओझोन यांनी बनलेला आहे. प्राणवायूचे प्रमाण फारच कमी आहे. या थरामध्ये जसजसे वर जातो म्हणजे पृथ्वीपासून दूर जातो तसे तपमान वाढत जाते. याचे कारण म्हणजे सूर्यापासून निघणारे अल्ट्राव्हायोलेट किरण आणि ओझोन रेणू यामधे होणारी रिॲक्शन. सर्व साधारणपणे हे तपमान -५१ ते -१५ डिग्री सेल्सियस एवढे असते. मोठी विमाने या थराच्या सुरुवातीच्या भागातून भ्रमण करतात. या थराच्या वरचा थर आहे मेसोस्फिअर, हा थर समुद्रसपाटीपासून अंदाजे ५० ते ८५ किलोमीटरमध्ये पसरलेला आहे. या थरामध्ये तपमान -९० डिग्री सेल्सियसच्या जवळपास असते. या थरामधून सॅटेलाईट भ्रमण करतात. या थराचा फारसा अभ्यास झालेला नाही. कारण हा अभ्यास करणे अवघड आहे. या थराच्या वरचा थर आहे थर्मोस्फिअर. हा थर अंदाजे ८५ किलोमीटरच्या वर सुरू होतो. हा थर प्राणवायू, नायट्रोजन आणि हेलियम यांनी बनलेला आहे. हा थर विरळ वायूचा आहे. प्राणवायू फार कमी प्रमाणात असतो. सूर्यापासून येणारे अल्ट्राव्हायोलेट किरण आणि एक्स-रे काही प्रमाणात येथे शोषून घेतले जातात. इंटरनॅशनल स्पेस स्टेशन याच थरातून पृथ्वीभोवती भ्रमण करते. इथून वरती १००० किलोमीटरपर्यंत एक्झोस्फिअर हा थर आहे . हा थर हायड्रोजन आणि हेलियम परमाणूनी बनलेला आहे. सूर्यापासून निघणारे किरण पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचेपर्यंत या सर्व थरांमधून गाळले

जातात आणि नंतर पृथ्वीवर पोहोचतात. आकृती १ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे हे ५ थर आहेत. सूर्यापासून निघणारे किरण हे वेगवेगळी तरंगलांबी (wavelength) असलेलल्या किरणांचे मिश्रण आहे. हे मिश्रण तीन गटांमध्ये विभागले जाते. हे गट आहेत अल्ट्राव्हायोलेट किरण, व्हिजिबल लाईट आणि इन्फ्रारेड किरण.

दुसरा थर स्ट्राटोस्फिअर म्हणजे ओझोनचा थर. हा थर आपल्यासाठी फार महत्त्वाचा आहे. या थराची क्षमता सूर्या पासून निघणाऱ्या अल्ट्राव्हायोलेट किरण शोषून घेण्याची आहे. सूर्यापासून निघणारे ९७ ते ९९ टक्के अल्ट्राव्हायोलेट किरण हा ओझोनचा थर शोषून घेतो. हे अल्ट्राव्हायोलेट किरण मानव व इतर सर्व प्राण्यांना घातक आहेत. शरीरावर यांचे वाईट परिणाम होतात. हा ओझोन थर जर पातळ होत गेला तर UV rays जास्त प्रमाणात पृथ्वीवर येतील आणि त्याचे वाईट परिणाम मानवाला भोगावे लागतील.



आकृती १ : पृथ्वी आणि वातावरण

अल्ट्राव्हायोलेट किरणाचे परिणाम

हे किरण ज्या प्रमाणात माणसाच्या शरिरावर पडतील त्या प्रमाणात परिणाम व त्यामुळे होणाऱ्या रोगांची तीव्रता दिसून येईल. हे किरण चामडीचे रोग, उन्हामुळे कातडी जळणे, कॅन्सर, मोतीबिंदू, अकाली वृद्धत्व आणि रोगप्रतिकारशक्ती कमी होणे इत्यादी रोगांना कारणीभूत होऊ शकतात. त्याचप्रमाणे इतर सजीव प्राण्यांवरसुद्धा या किरणांचा परिणाम होऊ शकतो. चामडीचा आणि डोळ्यांचा कॅन्सर या प्राण्यांना होण्याची शक्यता जास्त प्रमाणात आहे. या किरणांचा परिणाम झाडांची वाढ व फुले फळे येणे यावरही होऊ शकतो. पर्यायाने जंगलेसुद्धा कमजोर व निर्जीव होण्याची शक्यता नाकारता येत नाही.

या किरणांचा पाण्यामध्ये राहणाऱ्या किंवा जगणाऱ्या आणि वाढणाऱ्या वनस्पतीवरही घातक परिणाम होईल. या वनस्पती, वनस्पती गटातल्या अत्यंत प्राथमिक अशा आहेत. या वनस्पतींना फायटोप्लांकटोनस असे इंग्रजी नाव आहे. या वनस्पती सागरामध्ये वाढतात. प्रवाहाबरोबर वाहत सर्वत्र पसरतात. सागरातील अगदी प्राथमिक प्राण्यांचे या वनस्पती म्हणजे अन्न आहे. या प्राण्यांना झुप्लांकटोनस नाव आहे. हे झुप्लांकटोनस आणि फायटोप्लांकटोनस सागरातील प्राण्यांचे अन्न आहे. दुसरी अत्यंत महत्त्वाची कामगिरी फायटोप्लांकटोनस करतात ती म्हणजे फोटोसिंथेसीस. फायटोप्लांकटोनसमध्ये हरित द्रव्य असते. सूर्यप्रकाशामध्ये कार्बन डायऑक्साइड शोषून घेतात आणि हरितद्रव्याच्या साहाय्याने आपले अन्न बनवतात. या क्रियेमधे प्राणवायू हवेमध्ये सोडतात. पृथ्वीवरील एकूण प्राणवायूपैकी ५० टक्के प्राणवायू या वनस्पतींनी निर्माण केलेला आहे. अल्ट्राव्हायोलेट किरणचा घातक परिणाम या प्लांकटोनसवर होऊन त्यांचे प्रमाण घटू शकते. पर्यायाने सागरी प्राण्यांच्या अन्नामध्ये घट होईल. त्यामुळे सागरी प्राण्यांची उपासमार होईल. त्याचप्रमाणे प्राणवायूच्या निर्मितीमध्येसुद्धा घट होईल. आणि या सगळ्यांचा परिणाम मानवालाच भोगावा लागेल.

ओझोनवायूचा थर विरळ होऊ लागला किंवा या थराला भोक पडले तर मानवाला भयंकर परिणामांना सामोरे जावे लागेल. असे होऊ नये यासाठी प्रयत्न करणे अत्यंत गरजेचे आहे. पृथ्वीवरील बऱ्याच देशांच्या सरकारांनी वेगवेगळे प्रकल्प हाती घेतलेले आहेत. ज्यायोगे ओझोनचा थर विरळ होण्यापासून वाचू शकेल. त्याचबरोबर प्रत्येक व्यक्तीचीही जबाबदारी आहे की ओझोनच्या थरावर परिणाम होईल असे कृत्य न करणे. म्हणजेच ज्या पदार्थामुळे (रासायनिक पदार्थ) ओझोनचा थर विरळ होऊ शकतो असे पदार्थ वापरातून वगळणे. आता हे पदार्थ कोणते ते पाहू या.

ओझोनच्या थरात घट

ओझोनचा थर विरळ होऊ लागला आहे ही काळजी करण्यासारखी गोष्ट आहे नक्कीच. शास्त्रज्ञांनी अंटार्क्टिकाच्या वर प्रथम ओझोनचा थराला छिद्र पडलेले पाहिले. म्हणजेच अंटार्क्टिकाच्या वर काही भागामध्ये ओझोनचा थर काही प्रमाणात विरळ झालेला दिसला. ओझोनचा थर विरळ होण्याचे मुख्य कारण म्हणजे वातावरणातील क्लोरिनचे (Cl_2) किंवा ब्रोमिनचे (Br_2) रेणू. या रेणूंचा ओझोन (O_3) रेणूंबरोबर संयोग होऊन ओझोन रेणू नष्ट होतात. क्लोरिनचा १ रेणू १००,००० ओझोन रेणू नष्ट करू शकतो. ओझोन रेणू नष्ट होण्याची क्रिया ओझोन रेणू बनण्याच्या क्रियेपेक्षा कितीतरी पट जलद आहे. काही पदार्थ असे आहेत की त्यांचा संबंध अल्ट्राव्हायोलेट किरण बरोबर आला तर त्यातून क्लोरिन, ब्रोमिनचे रेणू बाहेर पडतात आणि हे रेणू ओझोनचे रेणू नष्ट करतात.

ओझोनचा थर विरळ करणारे पदार्थ (ODS)

हे रासायनिक पदार्थ आहेत. या पदार्थांमधून क्लोरिन किंवा ब्रोमीन वायू बाहेर पडतात. CFCs, halons, कार्बन टेट्राक्लोराईडस, क्लोरोफॉर्म, हायड्रोफ्ल्युरोकार्बन इत्यादी ओझोन डीप्लीटिंग सबस्टन्सेस (ODS - Ozone Depleting Substances पदार्थ आहेत. हे ODS निर्माण होतात आपल्या रोजच्या वापरातील मशिनमधून. हे रासायनिक घटक ट्रोपोस्फिअरमध्ये स्थिर असतात. परंतु स्ट्राटोस्फिअरमध्ये गेल्यावर अल्ट्राव्हायोलेट किरणामुळे त्यांचे विघटन होते आणि क्लोरिनचे रेणू मोकळे होतात. ODS निर्माण करणारी मशीन आहेत आपल्या रोजच्या वापरातील. जसे रेफ्रिजिरेटर, वातानुकूल उपकरणे (AC) अग्निशमन उपकरणे, फवारे, स्वच्छतेसाठी वापरली जाणारी रसायने इत्यादी. तसेच द्रावक जे फेव्हिकॉलसारखा चिकटवण्यासाठी वापरले जाणारे पदार्थ बनवण्यासाठी वापरले जातात ते. काही नैसर्गिक आपत्तीही ओझोनचा थर विरळ होण्यासाठी कारणीभूत आहेत. जसे सौरबिंदू स्ट्राटोस्फेरीक वारे आणि ज्वालामुखी. या नैसर्गिक आपत्तींवर मानवाकडे काहीही उपाय नाही हे खरे आहे. परंतु ज्या रासायनिक पदार्थांची निर्मिती आपण थांबवू शकतो ती थांबवली पाहिजेच. तसे प्रयत्न चालू आहेतच.

उपाययोजना

ओझोन थर विरळ होत जाऊ नये म्हणून प्रत्येक व्यक्तीने काळजी घेणे गरजेचे आहे. त्यासाठी **ODS** ची निर्मिती टाळली पाहिजे.

१. रेफ्रिजरेटर, आणि एसीमध्ये CFCs चा वापर न करणे.
२. अग्निशामक उपकरणामध्ये हॅलोनचा वापर न करणे.
३. वाहने कमी प्रमाणात वापरणे कारण त्यामधून बाहेर सोडले जाणारे वायू **ODS** सारखेच आहेत.
४. स्वच्छतेसाठी वापरले जाणारे रासायनिक पदार्थसुद्धा क्लोरिन आणि ब्रोमिन हवेमध्ये सोडतात आणि पर्यायाने ओझोनचा थर विरळ होण्यास कारणीभूत ठरतात. म्हणून ही रसायने वापरणे टाळावे. नैसर्गिक पदार्थ वापरून स्वच्छता करावी.
५. नायट्रस ऑक्साइडचा वापर टाळावा.

– डॉ. वसुधा जोशी
josudha47@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.

डॉ. तेजस्विनी देसाई

घराचे एनर्जी ऑडिट

'रिंकल अच्छे है', वैज्ञानिक आणि औद्योगिक अनुसंधान परिषद या संस्थेने हा उपक्रम सुरू केला. या संस्थेच्या सर्व प्रयोगशाळांमधील सर्व कर्मचारी, विद्यार्थ्यांनी दर सोमवारी इस्त्री न केलेले कपडे वापरायचे, असा हा उपक्रम. सर्वसाधारणपणे एक इस्त्री ११०० वॅट इतकी ऊर्जा वापरते. एक तास इस्त्री वापरली तर एक किलोपेक्षा अधिक कार्बन डायऑक्साइड वायू उत्सर्जित होतो. या छोट्याशा कृतीतून हे उत्सर्जन टाळून पर्यावरण संवर्धनाला हातभार लागेल, हा या उपक्रमाचा उद्देश. मनात विचार आला, प्रत्येक व्यक्ती किती ऊर्जा खर्च करते याचा हिशेब व्हायला हवा. ५ जून हा जागतिक पर्यावरणदिन. या निमित्ताने या विषयावरही चर्चा व्हावी म्हणून हा लेखप्रपंच.

माझे मन चार वर्षे मागे गेले. सन २०२०मध्ये कोरोनाचा प्रादुर्भाव झाला. हा संसर्ग आटोक्यात आणण्यासाठी काही उपाययोजना करण्यात आल्या. यापैकीच एक म्हणजे टाळेबंदी. २४ मार्च २०२० रोजी भारतात टाळेबंदी लागू केली गेली आणि जनजीवन ठप्प झाले. खरे तर जीवन ठप्प झालेच नव्हते. फक्त माणसाच्या मुक्त संचारावर बंधन आले होते. 'Work from home' या नव्या संकल्पनेचा उदय झाला. आधुनिक संपर्कसाधने आणि आभासी तंत्राद्वारे सगळेच एकमेकांशी जोडले होते. शिक्षणक्षेत्रही मागे नव्हते. स्वतःचे व्हिडिओ बनवून विद्यार्थ्यांना देण्याची जबाबदारी आम्हा प्राध्यापकांवर आली. प्राध्यापकांसाठी अनिवार्य असणारे काही कार्यक्रमही केले. पुणे येथील एका अभियांत्रिकी महाविद्यालयाने आयोजित केलेला चार आठवड्यांचा 'International FDP on Environment and Sustainability' अभ्यासक्रम मी पूर्ण केला. या कार्यक्रमांतर्गत आम्हाला पर्यावरण, ऊर्जेचा वापर, हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन या विषयांवर व्हिडिओ बनवायचा होता. यासाठी मी 'घरगुती ऊर्जावापर आणि त्यातून होणारे हरितवायूंचे उत्सर्जन' हा विषय निवडला. या विषयाचा अभ्यास करताना असे दिसून आले की ऊर्जाक्षेत्रामुळे होणारे प्रदूषण सर्वात जास्त आहे. त्यातही विद्युतऊर्जा आणि औष्णिक ऊर्जेचा वापर सर्वाधिक आहे. भारतामध्ये ७७ टक्के विद्युतनिर्मिती औष्णिक विद्युतकेंद्रातून होते, जेथे इंधन म्हणून दगडी कोळसा वापरला जातो. भारतातील उत्सर्जन घटक (Emission factor – एक युनिट ऊर्जानिर्मितीप्रक्रियेतून होणारे हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन) 0.82 kg/kWh इतका आहे. हरितगृहवायूच्या उत्सर्जनामध्ये भारताचा तिसरा क्रमांक लागतो. हरितगृहवायूच्या उत्सर्जनाचा विचार औद्योगिक, दळणवळण, घरगुती आणि इतर अशा चार विभागांमध्ये करावा लागतो. भारतातील दिल्ली, कोलकाता, बेंगळुरू, हैदराबाद, चेन्नई अशा निरनिराळ्या शहरांतून गोळा केलेल्या विदेतून आश्चर्यकारक बाब समोर आली. २० ते ४० टक्के कार्बनउत्सर्जन घरगुती वापरातून होते. मग मी ठरवलं, माझ्या स्वतःच्या घरातील ऊर्जावापराचे परीक्षण करावे. यासाठी गुगलची फार मोठी मदत झाली. विविध प्रकारच्या इंधनांमधून होणाऱ्या कार्बनउत्सर्जनाच्या किमती गुगलवरून मिळवल्या.

पेट्रोलमुळे होणारे कार्बनउत्सर्जन 2.31 kg/lit

एलपीजीमुळे होणारे उत्सर्जन 1.8 kg/lit.

ही सूत्रे वापरून मी आकडेमोड केली. निकाल फारच धक्कादायक होता आणि माझ्याविषयीच्या माझ्या कल्पनांचा बुरुज धाडकन ढासळला. मी स्वतःला पर्यावरणवादी समजत होते. मी पाणी, ऊर्जा निगुतीने वापरते असा आपला माझा समज. साधारण एक किलोमीटर अंतरसाठी मी गाडी वापरत नाही. आम्ही दोघे मिळून वॉटर हीटर फक्त पंधरा मिनिटे

वापरतो. सायंकाळी उशिरात उशिरा दिवा लावायचा तोही आवश्यकतेप्रमाणे एक किंवा दोन खोल्यांमध्ये, असा आमचा दंडक आहे. आमचे एक स्नेही सायंकाळी सहा वाजल्यापासून बंगल्यातील सर्व खोल्यांतील दिवे चालू ठेवतात. घरी कुठेही अंधार असू नये, लक्ष्मी घरी येते, अशी त्यांची श्रद्धा(?). स्वयंप्रकाशमान भगवंताला कृत्रिम प्रकाशाची गरज का भासावी, हा प्रश्न अगदीच गैरवाजवी! तर माझ्या घरातून होणारे कार्बनउत्सर्जन कमीच असणार अशी माझी खात्री, नव्हे, फाजील आत्मविश्वास होता.

दोन दिवस मी पूर्ण घरातील सर्व उपकरणांचे (त्यांची क्षमता, दिवसाकाठी वापरलेला वेळ) बारकाईने निरीक्षण केले. घरापासून कॉलेजपर्यंत अंतर, इतरवेळी होणारा गाडीचा सरासरी वापर, वॉटर हीटर, एलईडी बल्ब व ट्यूब, पंखे यांची संख्या व वापराचा वेळ यांच्या नोंदी ठेवल्या. या सर्व उपकरणांनी खर्च केलेल्या ऊर्जेचा हिशेब केला आणि वरील सूत्रे वापरून कार्बनउत्सर्जन काढले. माझ्या घराचा विद्युत–ऊर्जेचा वापर ५ युनिटपेक्षा जास्त होता. याचबरोबर एलपीजी, गाडी यांचा विचार करता आमच्या घराचे कार्बनउत्सर्जन दरदिवशी दरडोई ५.९ किलोग्रॅम इतके भरले. ही आकडेमोड अगदीच ढोबळ आहे. यामध्ये मिक्सर, इस्त्री, मोबाइल, लॅपटॉप अशा उपकरणांचा विचार केलेला नाही. माझा इस्त्रीचा वापर नगण्य आहे. 'रिंकल अच्छे है', हे सूत्र मी आधीच स्वीकारले आहे. परंतु त्यास पर्यावरणीय जाणिवेपेक्षा माझा आळस कारणीभूत आहे, हे कबूल करावे लागेल. याचबरोबर सकाळी उठल्यापासून आपण अनेक वस्तू वापरत असतो. टूथपेस्ट, ब्रश, साबण, इतर सौंदर्यप्रसाधने, कपडे, भांडी, धनधान्य, खाद्यतेल, खेळणी, बॅग, कागद, पेन, पेन्सिल, औषधे, फर्निचर, विविध उपकरणे, इत्यादी. ही यादी न संपणारी आहे. यातील प्रत्येक वस्तूच्या निर्मितीसाठी प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा खर्च केलेली आहे. याचबरोबर कामानिमित्त किंवा सहल म्हणून केलेला प्रवास, या सर्व बाबींचा विचार करून वरील गणित सोडवले असता येणारे उत्तर धक्कादायक आणि तितकेच धोकादायक असेल. त्यातच समाजमाध्यम नावाचे एक खेळणे आपल्या हातात आले आहे. क्षणार्धात जगातील कुठल्याही व्यक्तीशी आपण जोडले जातो. आपल्याला व्यक्त व्हायला व्यासपीठ मिळाले, तेही मोफत. त्यामुळे आपल्यासमवेत असलेल्या आपल्या नात्याच्या चालत्याबोलत्या व्यक्तीशी न बोलता या आभासी जगात आपण आपली संवादाची भूक भागवतो. व्हॉट्सॲप, फेसबुकवर संदेश पाठवायला, ब्लॉग लिहायला आपल्याला खूप आवडते. ही माध्यमे अगदी मोफत सेवा देतात. पण 'Nothing is free in this world' या उक्तीप्रमाणे त्याची किंमत तर आपण देत असतोच, त्याचबरोबर त्याची फार मोठी किंमत या पृथ्वीला द्यावी लागते. सध्याच्या घडीला जगभरात तीन अब्ज लोक व्हॉट्सॲप वापरतात आणि ही संख्या वाढतच आहे. एका संख्याशास्त्रीय गणितानुसार दररोज शंभर अब्ज संदेशांची देवाणघेवाण होते. एक व्यक्ती सरासरी दररोज ३३.५ मिनिटे इतका वेळ व्हॉट्सॲपचा वापर करते. या वापरकर्त्यांमध्ये भारत प्रथम क्रमांकावर आहे. सकाळी उठल्याबरोबर 'शुभ सकाळ' हा संदेश पाठवल्याखेरीज आपली सकाळ शुभ होत नाही. व्हॉट्सॲपवर अनेक गट असतात आणि एका गटामध्ये शेकडो सभासद असतात. यापैकी कित्येक सभासदांना आपण ओळखतदेखील नसतो. शुभेच्छा आणि श्रद्धांजलीच्या संदेशांनी हे गट भरून वाहत असतात. कुणालाही शुभेच्छा देणं वाईट नाही. पण यामध्ये भावनेपेक्षा यांत्रिकता असते आणि आपण गटातून वेगळे पाडले जाऊ (FOMO - Fear of missing out) ही मानसिकता असते. या संदेशांच्या देवाणघेवाणीतून ऊर्जेचा प्रचंड प्रमाणात अपव्यय होतो. ऊर्जेचा व्यय संदेशाच्या स्वरूपावर अवलंबून असतो. साध्या शब्दरूपी संदेशापेक्षा चित्रमय संदेशासाठी जास्त ऊर्जा लागते. हा संदेश कंपन्याच तयार करतात, कारण त्यांना ग्राहकाचा डेटापॅक खर्ची पाडायचा असतो, ज्याची किंमत तुम्ही आधीच चुकवलेली असते. व्हॉट्सॲपबरोबरच इंस्टाग्राम, फेसबुक, यूट्यूब, टिकटॉक, पिंटरेस्ट अशी अनेक माध्यमे आहेत. ही सर्व माध्यमे वापरण्यासाठी ऊर्जा आवश्यक असते. ही ऊर्जा अत्यल्प असते असे मानले, तरी कोट्यवधी लोकांनी सर्व प्रकारच्या माध्यमांवर खर्च केलेल्या ऊर्जेचा विचार करता हा आकडा प्रचंड मोठा येऊ शकतो. ग्लोबल सिटिझन सर्व्हेनुसार या माध्यमांद्वारे होणारे कार्बन उत्सर्जन पुढीलप्रमाणे आहे,

टिकटॉक–२.६३ ग्रॅम/मिनिट, पिंटरेस्ट–१.३ ग्रॅम/मिनिट, युट्युब–०.४६ ग्रॅम/मिनिट, फेसबुक–०.७९ ग्रॅम/मिनिट, इंस्टाग्राम–१.०५ ग्रॅम/मिनिट, ट्वीटर–०.६० ग्रॅम/मिनिट.

एका सर्वेक्षणानुसार दहा माध्यमे प्रत्येकी पाच मिनिटांसाठी प्रतिदिन वापरली, तर वर्षाकाठी वीस किलोग्रॅम इतका कार्बन डायॉक्साइड उत्सर्जित होतो. एक व्यक्ती दररोज सरासरी १४५ मिनिटे समाजमाध्यमांवर व्यतीत करते. म्हणजे १४५ मिनिटे यूट्यूब पाहिले असे गृहीत धरले तर ६६.७ (०.४६ X १४५) ग्रॅम इतके उत्सर्जन होईल. असे अब्जावधी वापरकर्ते आहेत. इंटरनेटमुळे माहितीचा खजिना आपल्याला खुला झाला, पण या खजिन्यातून माहिती काढतानासुद्धा ऊर्जा लागतेच आणि जिथे जिथे ऊर्जा लागते तिथे कार्बन

उत्सर्जन हे आलेच. म्हणून आपल्याला नेमकी कोणती माहिती हवी आहे हे माहीत असायला हवे आणि त्याप्रमाणे या खजिन्यातून माहिती खणून काढताना शब्दांची योग्य किल्ली द्यायला हवी, नाहीतर तिसराच खजिना खुला होतो आणि नको तो फाफटपसारा आपल्यासमोर येतो आणि आपला वेळ आणि ऊर्जा दोन्ही वाया जातात. आणखी एक पथ्य आपण पाळू शकतो, नव्या शब्दाचा अर्थ पाहण्यासाठी हाताशी आहे म्हणून गुगलचा वापर न करता शब्दकोश वापरावा.

आधुनिक तंत्रज्ञानामुळे आपले जीवन सुसह्य झाले आहे. आपली कितीतरी दैनंदिन कामे आपण यंत्रांकरवी करून घेतो. साहजिकच आपले जीवनमान उंचावले आहे. परंतु याला जोड मिळाली ती चंगळवादाची. गरज आणि चैन यातील सीमारेषा धूसर बनत आहे. आजची चैन उद्याची गरज बनते. ऊर्जा आणि इतर नैसर्गिक साधन संपत्तीचा ऱ्हास होत आहे. परिणामी तापमानवाढ, महासागराच्या पातळीतील वाढ यांचा सामना आपल्याला करावा लागत आहे. औद्योगिकीकरणानंतर प्रत्येक दशकात तापमानात सरासरी ०.०६ सेल्सियस इतकी वाढ झाली. १९८२नंतर ती तिप्पट होऊन ०.२ सेल्सियस इतकी झाली. सन २०२३चे सरासरी तापमान विसाव्या शतकाच्या सरासरी तापमानापेक्षा १.१८० सेल्सियसने जास्त तर औद्योगिकीकरणपूर्व तापमानापेक्षा १.३५ सेल्सियसने जास्त होते. २०१५च्या पॅरीस करारानुसार ही जागतिक तापमान औद्योगिकीकरणपूर्व तापमानाच्या २ सेल्सियसच्या वर वाढू नये यासाठी पाठपुरावा करायचा. तसेच ही वाढ १.५ सेल्सियसवर रोखण्यासाठी प्रयत्न करायचा. ही वाढ १.५ सेल्सियसपेक्षा जास्त झाली, तर उष्णतेच्या लाटा, तीव्र दुष्काळ, महापूर अशा नैसर्गिक आपत्तींची मालिकाच निर्माण होईल आणि त्याचा अनुभव आपण सध्या घेत आहोत. यासाठी २०३०पर्यंत हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन ४३ टक्क्यांनी घटले पाहिजे. ही जबाबदारी फक्त राष्ट्रप्रमुखांची किंवा प्रत्येक राष्ट्रातील सरकारची नाही तर प्रत्येक व्यक्तीची आहे. या पृथ्वीवरील एक रहिवासी म्हणून या पृथ्वीचे आणि या पृथ्वीवर वास करणाऱ्या सजीवसृष्टीचे रक्षण आणि जतन करण्याची जबाबदारी प्रत्येकाची आहे. प्रत्येक व्यक्तीने हवामानबदल रोखण्यासाठी आपला खारीचा वाटा उचलला तर आणि तरच भावी पिढ्या तग धरू शकतील.

आता यावर उपाय काय? घड्याळाचे काटे उलटे फिरवणे शक्य नाही. आपण अशा टप्प्यावर उभे आहोत की इथून मागे फिरणे शक्य नाही. आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर अनिवार्य आहे. परंतु त्यावर नियंत्रण ठेवणे आपल्याला शक्य आहे. आपल्याला आपल्या घराचे ऑडिट अगदी काटेकोरपणे नसले तरी ढोबळ मानाने करता येईल. आधी सांगितल्याप्रमाणे केवळ ऊर्जावापराचे परीक्षण नाही तर, घरातील प्रत्येक वस्तूचे ऑडिट करून त्यानुसार नियोजन करता येईल. कारण वापरातील प्रत्येक वस्तू नैसर्गिक संसाधने आणि ऊर्जा वापरून बनवली आहे. टूथपेस्ट, साबणापासून कपड्यांपर्यंत प्रत्येक वस्तू निगुतीने वापरायला हवी. आपल्याकडे जास्त पैसे असू शकतात, पण नैसर्गिक संसाधने आणि ऊर्जेचा साठा मर्यादित आहे. पैशांची उधळपट्टी म्हणजेच संसाधनांची उधळपट्टी आणि ती आपल्याला परवडणार नाही. आपण एखादी वस्तू गरजेपेक्षा जास्त प्रमाणात वापरतो तेव्हा आपण नकळत पर्यावरणाला धोका पोहोचवत असतो. दैनंदिन जीवनातील प्रत्येक वस्तूचा जास्तीत जास्त उपयोग करून घेऊन अपव्यय टाळला पाहिजे. रोज नवीन तंत्रज्ञान विकसित होत आहे. यातूनच ऊर्जाबचत करणारी नवीन उपकरणे (उदाहरणार्थ, एनर्जी स्टार प्रमाणित रेफ्रिजरेटर) बाजारात उपलब्ध होत आहेत. ही उपकरणे ऊर्जा बचत करतात म्हणून बरेच जण ही उपकरणे खरेदी करतात. परंतु घरातील उपकरण चालू स्थितीत असताना नव्या तंत्रज्ञानाचे उपकरण खरेदी करणे, हा योग्य मार्ग नव्हे. कोणत्याही वस्तूचा पर्यावरणीय दृष्टिकोनातून विचार करताना, त्या वस्तूच्या संपूर्ण जीवनक्रमाचा विचार करावा लागतो. त्या वस्तूचे कार्बन फूटप्रिंट काढताना, त्या वस्तूच्या निर्मितीसाठी लागणारा कच्चा माल, निर्मितीसाठी होणारा ऊर्जा व इतर खर्च,

वाहतूक, ती वस्तू प्रत्यक्ष वापरत असताना खर्च होणारी ऊर्जा आणि शेवटी त्या वस्तूची योग्य तऱ्हेने विल्हेवाट या सर्व पायऱ्यांचा विचार करावा लागतो. नवी वस्तू बाजारात आल्यानंतर लगेच जुन्या वस्तू बदलण्याच्या आपल्या हव्यासामुळे मोठ्या प्रमाणात कचरानिर्मिती होऊन ती एक गंभीर समस्या बनली आहे. आपल्या घरातून कमीत कमी कचरा निर्माण होईल याची काळजी घेऊन त्याचे सुव्यवस्थापन केले, तरी पर्यावरण संवर्धनास बरीच मदत होईल. पाणी हेसुद्धा नैसर्गिक संसाधन आहे. त्याचा वापर जपूनच करायला हवा. पूर्वी पाणी साठवणुकीसाठी हौद असायचा आणि पाणी मग आणि बादलीतून वापरले जायचे. शहरातील मोठमोठ्या इमारतींमध्ये सोय म्हणून घरात प्रत्येक ठिकाणी पाण्याचा नळ दिलेला असतो आणि या नळाला २४ x ७ पाणी उपलब्ध असते. पाणी हवंय, नळ सोडा, अशी सवय आपल्याला लागली आहे. अंघोळीसाठी बादलीऐवजी शॉवर वापरला जातो. त्यातून पाण्याचा प्रचंड प्रमाणात अपव्यय होतो. मी केलेल्या प्रयोगानुसार थेट नळाचे पाणी वापरण्याऐवजी बदली आणि मगाचा वापर केल्यास ६० ते ७० टक्के पाण्याची बचत होते. पाण्याचे दुर्भिक्ष तर आहेच, शिवाय नळाद्वारे आपल्या घरापर्यंत पाणी आणण्यासाठी प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा आणि नैसर्गिक संसाधने वापरली जातात, त्याचाही विचार करायला हवा. प्लास्टिकचा वापर टाळणे, कापडी पिशवी वापरणे अशा छोट्या कृतीतून बऱ्याच गोष्टी साध्य होतात. आपल्या जीवनशैलीतही बदल करायला हवा. जे काम सहजपणे मानवी ऊर्जा वापरून करणे शक्य आहे, त्यासाठी यंत्राचा वापर करू नये. शक्य तेथे पायी प्रवास केल्यास इंधनबचत तर होईलच, शिवाय आरोग्य चांगले राहण्यास मदत होईल. दूरच्या अंतरासाठी सार्वजनिक वाहतूकव्यवस्थेचा वापर करावा. आपल्या आहारातूनही कार्बनउत्सर्जन होत असते. शाकाहारापेक्षा मांसाहारातून होणारे उत्सर्जन जास्त आहे. मांसाहारातून होणारे उत्सर्जन शाकाहाराच्या १.८ पट जास्त असते. १४.५ टक्के हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन पशुधन आणि पोल्ट्री उद्योगातून होते. मानवाने शेती व इतर उद्योगांसाठी प्रचंड प्रमाणात जंगलतोड केली. गेल्या दहा हजार वर्षांत एकतृतीयांश जंगलाचा ऱ्हास झाला आहे. जंगलतोड करून त्या जमिनीचा वापर पशुपालनासाठी केला. एक किलो मटण तयार होण्यासाठी दहा किलो धान्याची गरज असते. तसेच, या प्राण्याच्या विष्ठेतून मिथेन वायू बाहेर पडतो जो कार्बन डायॉक्साइडपेक्षाही जास्त घातक आहे.

या सर्व बाबींचा विचार करून आपल्या घराचे एनर्जी ऑडिट नियमितपणे केल्यास, कार्बनउत्सर्जन रोखण्यासाठी नियोजन करणे सोपे जाईल. नैसर्गिक संसाधनांवर पुढच्या पिढीचा आपल्याइतकाच अधिकार आहे आणि त्यांच्यासाठी ती राखून ठेवणे ही आपली जबाबदारी आहे. आपली एक छोटी कृतीसुद्धा निसर्गसंवर्धनाच्या दिशेने टाकलेले एक मोठे पाऊल ठरेल.

– डॉ. तेजस्विनी देसाई
tejaswinidesai1970@gmail.com

आनंद घैसास

दूरचे पाहताना...

विश्वाची निर्मिती एका महास्फोटासारख्या नैसर्गिक उत्क्रांतीतून झाली असे सामान्यत: मानले जाते. तरीही यातून आज आपण आहोत, तसे कसे झालो हा प्रश्न मनात तसाच राहतो. कारण या संपूर्ण उत्क्रांतीचे म्हणावे तसे सारे पुरावे काही हाती सापडत नाहीत. आपल्याला आजपर्यंत माहीत झाले आहेत तेवढेच मूलद्रव्याचे प्रकार या विश्वात अस्तित्वात आहेत की इतर काही आहेत, जे अजून माहीत झालेले नाहीत? आपण या विश्वात खरेच एकटे आहोत काय? हे विश्व चालताय तरी कसे? नक्की काय काय घडताय? ते तसेच का आणि केव्हा घडत जाताय? यांची उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न प्राचीनकाळापासून आजपर्यंत सुरूच आहे.

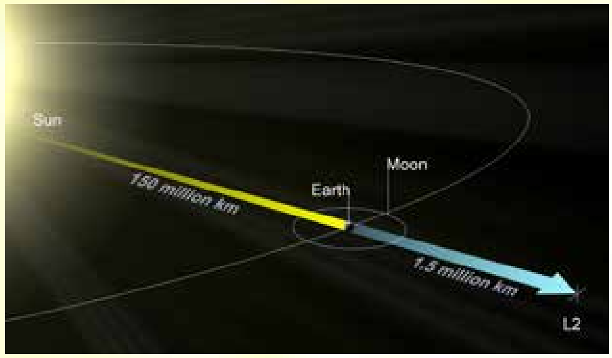
आपण आज विज्ञानाला तंत्रज्ञानाची जोड देऊन संशोधनाची वेगवेगळी शिखरे गाठू असे मनोमन ठरवतो. यातलेच एक साधन म्हणजे गेल्या काही वर्षांपूर्वी अवकाशात प्रस्थापित केलेली 'जेम्स वेब' नावाची परावर्ती दुर्बीण. पृथ्वीवरून निरीक्षणे घेताना येणारे वातावरणीय अडथळे जसे अवकाशात त्रास देणे शक्य नसते, तसेच या दुर्बिणीवर कायम स्वरूपात लावलेली सौरछत्री त्यावर पडणारा सूर्यप्रकाश कायमचा झाकते, तिला सतत सावलीत ठेवते. सूर्यप्रकाशाने येणारा गरमपणाही दूर ठेवला गेल्याने, याच्या परावर्ती आरशांवर येणारा दूरच्या ताऱ्यांचा मंद प्रकाश असणारी प्रारणे नोंदण्यासाठी हे तंत्र फारच उपयुक्त ठरते. दुर्बिणीच्या परावर्ती संग्राहकाचा, आरशाचा मोठा आकार, प्रारणे अधिक प्रमाणात गोळा करण्यास मदत करतात, तसेच सामान्य सीमा पार करून अधिक विभेदन क्षमतेने, अधिक दूरच्या वस्तूंच्या काटेकोर स्पष्ट प्रतिमा मिळवण्यास मदत होते. अर्थातच अधिक दूरचे पाहणे ही दुर्बीण शक्य करते.

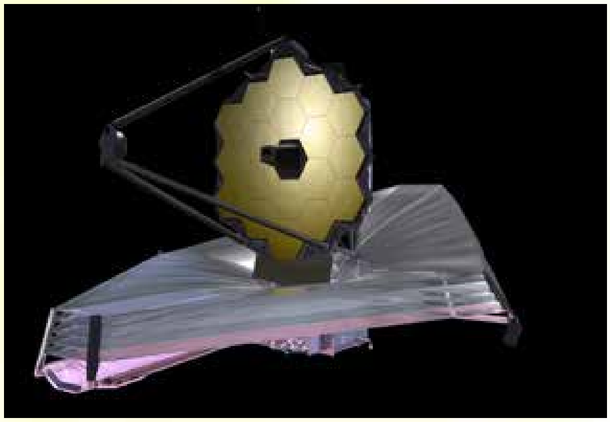
अवकाशात पाहताना, जेवढ्या दूरवरची वस्तू, तेवढी ती अधिक भूतकाळातली असते, हे साधे तत्त्वज्ञान. पाहा हं, चंद्राकडे पाहताना तो आपल्यापासून सुमारे सव्वा सेकंद अंतरावर आहे. म्हणजे त्याचा प्रकाश आपल्यापर्यंत पोहोचण्यास सव्वा सेकंद लागतो. प्रकाशाचा वेग सेकंदाला सुमारे ३ लाख किलोमीटर, तर चंद्र सरासरी ३ लाख ८२ हजार पाचशे किलोमीटर. सूर्य सुमारे साडेआठ मिनिटांपूर्वी कसा होता ते आपल्याला आता दिसत असते, तर सूर्यानंतरचा सर्वात जवळचा ठळक तारा, मित्र किंवा अल्फा सेंटॉरी हा साडेचार वर्षांपूर्वी कसा होता ते आपण आता दुर्बिणीतून पाहत असतो, तेव्हा दिसत असते. अशा रितीने अवकाशातली सर्वात जवळची आपल्या आकाशगंगेप्रमाणे असणारी दीर्घिका देवयानी किंवा अँड्रोमिडा ही साधारणत: बावीस लाख वर्षांपूर्वी कशी होती ते आपल्याला आता दिसत असते. हे सारे सांगायचे कारण म्हणजे आपली सामान्य डोळ्यांची क्षमता एवढा दूरचा भूतकाळ पाहण्याची आहे. नुसत्या डोळ्यांनी निरभ्र आकाशात आपण देवयानी नुसत्या डोळ्यांनी पाहू शकतो.

अवकाशीय जेम्स वेब दुर्बिणीची क्षमता मात्र याच्या कित्येक पट जास्त आहे. इतकी, की आपल्या विश्वनिर्मितीच्या नंतरच्या सुमारे काही अब्ज वर्षांच्या कालावधीतल्या वस्तू आपण आता या दुर्बिणीने पाहू शकतो. जे आता प्रथमच साध्य झाले आहे. गेल्या दोन ते तीन वर्षांमध्ये या दुर्बिणीने काय काय पाहिले आणि त्यातून खगोलवैज्ञानिक दृष्टिकोनातून कोणती माहिती हाती आली त्याचा एक आढावा घेण्याचा हा एक प्रयत्न आहे.

या दुर्बिणीसंबंधी थोडी माहिती आधी पाहू. २५ डिसेंबर २०२१ रोजी अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्याच्या वेळेनुसार सकाळी ७ वाजून २० मिनिटांनी 'फ्रेंच गियाना'तील 'कौराऊ' येथून

(हा प्रदेश दक्षिण अमेरिकेच्या उत्तरपूर्व किनाऱ्यावर आहे.) 'जेम्स वेब दुर्बिणी'चे 'एरियन ५' या अग्निबाणाच्या द्वारे प्रक्षेपण केले गेले. सुमारे ६ महिन्यांच्या अवधीत ही दुर्बीण प्रवास करत तिच्या नियोजित जागी कार्यरत झाली. या जागेला सूर्य आणि पृथ्वीच्या संदर्भात अवकाशातील 'लॅग्रेंजियन बिंदू क्र.२' असे म्हटले जाते. नेहमीच सूर्याच्या विरुद्ध दिशेला, पृथ्वीपासून सुमारे १.५ दशलक्ष किलोमीटरवर हा बिंदू येतो. पृथ्वीसोबतच ही जागा सूर्याभोवती फेरी मारत असते. या जागेवरून अवकाशात तिच्यासमोर साधारण ५० अंशांच्या पट्ट्यात येणाऱ्या कोणत्याही दिशेच्या वस्तूंकडे जेम्स वेब दुर्बीण पाहू शकते.





जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपचे वस्तुमान हबल स्पेस टेलिस्कोपच्या जवळपास निम्मे आहे. मात्र आकाराने ती बरीच मोठी आहे. वेबमध्ये ६.५ मीटर (२१ फूट) व्यासाचा सोन्याचा लेप दिलेला बेरिलियमचा प्राथमिक आरसा आहे, जो १८ स्वतंत्र षटकोनी आरशांनी बनलेला आहे. आरशाचे पॉलिश केलेले क्षेत्र २६.३ वर्गमीटर (२८३ वर्गफूट) आहे, ज्यापैकी ०.९ वर्गमीटर (९.७ वर्गफूट) दुय्यम संग्राहकाच्या जोडणीच्या मधे येण्याने थोडेसे अस्पष्ट केले आहे, त्यामुळे एकूण संकलनक्षेत्र २५.४ वर्गमीटर (२७३ वर्गफूट) धरणे, उपयुक्त ठरते. हबलच्या २.४ मीटर (७.९ फूट) व्यासाच्या आरशाच्या संकलनक्षेत्रापेक्षा हे सहापट मोठे आहे, ज्याचे संकलनक्षेत्र ४.० वर्गमीटर (४३ चौरस फूट) आहे. अवरक्त प्रारणांची परावर्तकता प्रदान करण्यासाठी यातल्या आरशाला सोन्याचा लेप लावलेला आहे आणि टिकाऊपणासाठी हे काचेच्या पातळ थराने झाकलेले आहे.

वेब प्रामुख्याने समीप-अवरक्त (निअर इन्फ्रारेड) खगोलशास्त्रासाठी रचना केलेली दुर्बीण आहे, परंतु त्यात वापरल्या जाणाऱ्या उपकरणावर अवलंबून केशरी आणि लाल दृश्यमान प्रकाश, तसेच मध्य-अवरक्त प्रारणेदेखील ती पाहू शकते. त्यामुळे वेब दुर्बीण हबलपेक्षा १०० पट अधिक अंधूक वस्तू शोधू शकते आणि विश्वाच्या इतिहासात खूप पूर्वीच्या अर्थात दूरच्या वस्तू, ज्यांची ताम्रसृती (रेडशिफ्ट) $z = 20$ (बिग बँगनंतर सुमारे १८० दशलक्ष वर्षे वैश्विक काळानुसार) आहे त्या यात येऊ शकतात. तुलनेसाठी, सर्वात जुने तारे $z = 30$ आणि $z = 20$ (१००-१८० दशलक्ष वर्षे वैश्विक काळ) दरम्यान तयार झाल्याचे मानले जाते, आणि पहिल्या आकाशगंगा ताम्रसृती $z = 15$च्या (सुमारे २७० दशलक्ष वर्षे वैश्विक काळ) आसपास तयार झाल्या असतील असा सध्याचा अंदाज आहे. हबल अगदी सुरुवातीच्या, विश्वाच्या पुनर्आयनीकरणापेक्षा (रिआयनायझेशन) जास्त मागे, म्हणजे $z = 11.1$ ताम्रसृतीहून अधिक ताम्रसृतीचा काळ (GN-z11 आकाशगंगा, ४०० दशलक्ष वर्षे वैश्विक काळ) पाहू शकत नाही.

पुढील काही बाबी लक्षात घ्याव्या लागतील की रचनेतील अनेक कारणांमुळे वेब दुर्बीण समीप ते मध्य-अवरक्त प्रारणांवर अधिक प्राधान्य देते. त्याची ही प्रमुख कारणे-

उच्च-ताम्रसृती (अगदी समीप आणि दूरच्या ताम्रसृती) असणाऱ्या वस्तूंचे दृश्यमान उत्सर्जन हे अवरक्त प्रारणांमध्ये नेहमी स्थलांतरित होते आणि म्हणूनच त्यांचा प्रकाश केवळ ताम्रसृतीच्या खगोलशास्त्राद्वारे पाहिला जाऊ शकतो;

अवरक्त प्रकाश दृश्यमान प्रकाशापेक्षा धुळीच्या ढगांमधून अधिक सहजपणे जातो;

अवशिष्ट धुळीची तबकडी (डेब्रिज डिस्क) आणि ग्रहांसारख्या थंड वस्तू अवरक्त प्रारणांमध्ये सर्वात अधिक प्रमाणात प्रारणे उत्सर्जित करतात.

११ जुलै २०२२ रोजी संध्याकाळी या दुर्बिणीने घेतलेली पहिली प्रतिमा प्रसिद्ध केली गेली. ती समीप-अवरक्त प्रारणांच्या माध्यमातून घेतलेली SMCS 0723 या दीर्घिका समूहाची होती. आजपर्यंत अतीशय खोलवर असणाऱ्या या जागेपर्यंत कोणतेही साधन गेलेले नव्हते आणि तिथली एवढी

अप्रतिम स्पष्ट प्रतिमा मिळालेली नव्हती. लगेचच दुसऱ्या दिवशी सकाळी त्याच प्रतिमा चांगल्या रंगीत प्रकारात प्रसिद्ध झाल्या आणि लागोपाठ आणखी चार ठिकाणांच्या प्रतिमा त्याचसोबत प्रकाशित करण्यात आल्या.

एकूण पाच प्रतिमा पहिल्या निरीक्षणांमधून मिळाल्या होत्या, ज्यांना या दुर्बिणीच्या 'फर्स्ट लाइट' प्रतिमा म्हणून ओळखल्या जातात. यामध्ये

१. शफरी (व्होलान्स) या तारकासमूहातील 'सदर्न मासिव्ह क्लस्टर सर्व्हे' SMCS या नावाने आणि जे०७२३.३-७३२७ या क्रमांकाने ओळखली जाणारी ही जागा म्हणजे अनेक दीर्घिकांचा एक समूह आहे. जो हबल, चंद्रा, प्लँक या दुर्बिणींमधूनही पाहिला गेला होता. पृथ्वीपासून सुमारे ४ अब्ज प्रकाशवर्षे दूर असणारा हा समूह सुमारे १३.१ अब्ज वर्षांपूर्वीचा असू शकतो असे याच्या ताम्रसृतीवरून लक्षात येत आहे. यात असणाऱ्या दीर्घिकांमुळे गुरुत्वीय भिंगांचा परिणामही दिसून येत आहे, तसेच आधीच्या निरीक्षणांपेक्षा अधिक स्पष्ट आणि काटेकोर अशी प्रतिमा यात प्राप्त झालेली दिसून येते. हे जसे अवरक्त प्रारणांमुळे शक्य झाले आहे; तसेच, यात वर्णपटीय विश्लेषणाचीही जोड यात दिलेली आहे.

२. नौकातल तारकासमूहात 'इटा करीनी' किंवा 'एनजीसी ३३७२' म्हणून ओळखला जाणारा एक मोठ्या ताऱ्याच्या स्फोटासोबतच असणारा तेजोमेघ आहे. या तेजोमेघातील एका भागातील नवतारे तयार होणाऱ्या जागा आणि त्यांच्या क्रियाकलापातून तयार होणाऱ्या विविध घटना या प्रतिमेत दिसून येतात.

३. जटायू (फिनिक्स) या तारकासमूहात 'वास्प ९६ बी' या सूर्याप्रमाणे असणाऱ्या ताऱ्याभोवती ३.४ दिवसांत एक फेरी मारणारा आणि सुमारे गुरू ग्रहाएवढे आकारमान असणारा एक परग्रह आहे. आपल्यापासून सुमारे ११२० प्रकाशवर्षे दूर असणाऱ्या या 'वास्प ९६ बी' परग्रहाचे निरीक्षण करून त्याच्या वातावरणात असणाऱ्या पाणी, कार्बन मोनोक्साइड, आणि इतर पदार्थांचा शोध त्याच्या वर्णपटीय विश्लेषणातून या निरीक्षणाद्वारे घेतला गेला.

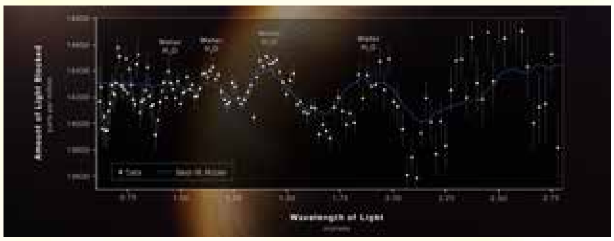
४. दक्षिण कंकण तेजोमेघ - पृथ्वीपासून सुमारे २५०० प्रकाशवर्षे दूर असणाऱ्या एका ताऱ्याच्या अंतानंतर त्याने अवकाशात भिरकावलेल्या वायू आणि धूलिकणांचे कंकणाच्या आकारात तेजोमेघात झालेले रूपांतर यात पाहायला मिळते.

५. 'महाअश्व' (पेगॅसस) या तारकासमूहातील आपल्यापासून सुमारे २९० दशलक्ष प्रकाशवर्षे अंतरावर असणाऱ्या पाच दीर्घिकांचा हा एक समूह आहे. यातली एक दीर्घिका सोडता, बाकीच्या चार दीर्घिका चक्क एकमेकींना भिडत आहेत. काही

१

२

३



४

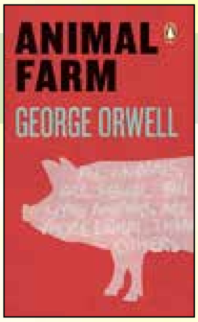
५

काळानंतर त्या कदाचित एकमेकींमध्ये सामावूनही जातील. परंतु हे होत असताना त्यांच्या मधल्या आंतरतारकीय द्रव्यातून वायूचे होणारे चलन, उद्रेक आणि नवतारे निर्मिती हे येथे दिसून येत आहे.

या पहिल्या पाच प्रतिमांच्या नंतर आजपर्यंत काय काय हाती लागले आणि ते कोणत्या उपकरणांद्वारे हे आपण पुढील लेखात पाहू.

- आनंद घैसास

anandghaisas@gmail.com



मुलांनी काय वाचावे?

शरद काळे

ॲनिमल फार्म

जॉर्ज ऑर्वेल यांची 'ॲनिमल फार्म' ही एक आकर्षक आणि कालातीत अशी रूपककथा आहे. ही कादंबरी प्रथम सन १९४६ मध्ये लंडन येथे प्रकाशित झाली होती. या कथेतून ते निरंकुश सत्ता, त्यातून पसरणारा भ्रष्टाचार, दुबळ्या वर्गावर होणारे अत्याचार आणि त्याविरुद्ध क्रांतीच्या मार्गातील अडचणींचा शोध घेण्याचा प्रयत्न करतात. रशियन क्रांती आणि त्यानंतरच्या सोव्हिएत युनियनच्या उदयाभोवतीच्या घटनांवर विडंबनभाष्य करणारी ही कादंबरी एका शेतावर आधारीत मानववंशीय नसलेल्या पण त्याच्यासारखा विचार करणाऱ्या प्राण्यांचा वापर करते.

सन १९४०च्या दशकात, मॅनोर फार्मचे मालक, मिस्टर जोन्स, त्यांच्या कर्जासंबंधी चर्चा करण्यासाठी शेजारच्या फार्म मालकाला म्हणजे पिल्किंग्टनला भोजनासाठी आमंत्रित करतात. ओल्ड मेजर हा एक बक्षीसविजेता डुक्कर असतो आणि मॅनोर शेतावरच्या प्राण्यांना तो त्याच रात्री सभेसाठी एकत्र करतो. त्यात ओल्ड मेजर स्पष्ट करतो की मानव हा त्यांचा मुख्य शत्रू आहे आणि ते मानवजातीचा पाडाव करू शकतात. मॅनोर फार्म ते प्राणी स्वतःसाठी ताब्यात घेऊ शकतात. शेतावरील प्राण्यांमध्ये असंतोष असतोच, त्यांचे नेतृत्व हा ओल्ड मेजर करतो. ओल्ड मेजरचे प्राणिमत ढवळून काढणारे त्या सभेतील भाषण हे बंडखोरीचे उत्प्रेरक बनते आणि प्राण्यांना मानवी अत्याचारापासून मुक्त समाजाची कल्पना करण्यास उद्युक्त करते. तो त्यांना त्याच्या एका स्वप्नाविषयी सांगतो या स्वप्नात सर्व प्राणी एकत्र राहतात आणि कुणीही त्यांच्यावर अत्याचार करत नाही किंवा नियंत्रण ठेवत नाहीत. तो प्राण्यांना सांगतो की त्यांनी अशा नंदनवनासाठी कार्य केले पाहिजे आणि त्यांना इंग्लंडचे प्राणी (बीस्ट्स ऑफ इंग्लंड) हे गाणे शिकवतो, त्याच्या स्वप्नातील दूरदृष्टीचे ते गीतात्मक वर्णन असते. प्राणी मोठ्या उत्साहाने मेजरच्या या क्रांतिकारी भाषणाचे स्वागत करतात. त्या बैठकीनंतर फक्त तीन रात्री तो जिवंत असतो. तो मरण पावतो, तेव्हा तीन तरुण डुक्कर – स्नोबॉल, नेपोलियन आणि स्क्वेलर एकत्र येऊन ओल्ड मेजरची क्रांतीची मुख्य तत्त्वे प्राणिवाद नावाच्या तत्त्वज्ञानाच्या रूपात तयार करतात. यामुळे फार्मचे मालक मिस्टर जोन्स यांच्याविरुद्ध बंडाची स्थिती निर्माण होते, एके रात्री उशिरा, शेतावरील सर्व जनावरे शेताचे मालक जोन्सचा लढाईत पराभव करतात आणि त्याला त्या जमिनीवरून पळवून लावतात. शेताच्या मालमत्तेचे ॲनिमल फार्म असे नामकरण करून मेजरचे स्वप्न पूर्ण करण्यासाठी स्वतःला निमल फार्मसाठी समर्पित करण्याची प्रतिज्ञा करतात. घोडागाडीचा उमदा घोडा बॉक्सर विशिष्ट आवेशाने स्वतःला या कारणासाठी समर्पित करतो, शेतीच्या समृद्धीसाठी आपले प्रचंड सामर्थ्य वचनबद्ध राहील, असे तो जाहीर करतो आणि मी अधिक परिश्रम करीन ही प्रतिज्ञा करतो.

सुरुवातीला, प्राणी त्यांच्या नवीन समाजाचा पाया म्हणून सात कलमे असलेली आज्ञावली (सेव्हन कमांडमेंट्स) घोषित करतात, त्यात सर्व प्राण्यांमध्ये समानतेवर जोर देतात. ती सात कलमे अशी –

१. दोन पायांवर चालणारे सारे जण आपले शत्रू आहेत.
२. जे कोणी चार पायांवर चालते, किंवा ज्यांना पंख आहेत, ते आपले मित्र आहेत.
३. कोणत्याही प्राण्याने कधीही कपडे घालू नयेत.
४. कोणत्याही प्राण्याने कधीही पलंगावर झोपू नये.
५. कोणत्याही प्राण्याने कधीच दारू पिऊ नये.
६. कोणताही प्राणी इतर कोणत्याही प्राण्याला मारणार नाही. सर्व प्राणी समान आहेत.

त्यांच्यातील दोन डुकरे, स्नोबॉल आणि नेपोलियन प्रभावी नेते म्हणून उदयास येतात, स्नोबॉलकडे शिक्षण आणि तांत्रिक प्रगतीची जबाबदारी येते, तर नेपोलियन फार्मची ताकद कशी वाढवता येईल त्यावर लक्ष केंद्रित करतो. ॲनिमल फार्म भरभराटीला येऊ लागतो. स्नोबॉल प्राण्यांना वाचायला शिकवण्याचे काम करतो आणि नेपोलियन कुत्र्याच्या लहान पिल्लांचा एक गट घेऊन त्यांना प्राणिवादाच्या कलमांचे शिक्षण देतो. मिस्टर जोन्स त्याचे शेत घेण्यासाठी परत येतात, तेव्हा जनावरे त्यांचा पुन्हा पराभव करतात. ही जी लढाई होते, ती गोठ्याची लढाई म्हणून ओळखली जाऊ लगते आणि लढाईतील त्यांच्या विजयाचे प्रतीक म्हणून शेतकऱ्याची बंदूक ते ताब्यात घेतात. हळूहळू सत्तेसाठी नेपोलियन आणि स्नोबॉल या दोघांमध्ये रस्सीखेच सुरू होते. ते प्रत्येक बाबतीत एकमेकांवर कुरघोडी करण्याचा प्रयत्न करतात. जसजसा काळ पुढे सरकत जातो,

तसतशी डुकरे मूळ आदर्शांपासून विचलित होऊ लागतात. सात कलमांमध्ये सूक्ष्म वाटणारे पण खोलवर अर्थ असलेले बदल होतात आणि डुकरे हळूहळू मानवासारखी वागू लागतात. फार्महाऊसचा कब्जा घेऊन ते इतर मानवांशी व्यापार करतात. एकेकाळचा समतावादी आदर्श समाज हरवतो आणि त्यात त्याच जुलमी राजवटीचे प्रतिबिंब जाणवू लागते, जिच्या विरोधात त्यांनी सुरुवातीला बंड केलेले असते.

नेपोलियन आणि स्नोबॉल ॲनिमल फार्मच्या भविष्याबद्दल अधिकाधिक भांडू लागतात आणि ते इतर प्राण्यांवर प्रभाव टाकण्यासाठी एकमेकांशी संघर्ष करू लागतात. थोडक्यात सत्तेसाठी त्यांच्यात सुंदोपसुंदी सुरू होते. स्नोबॉल वीजनिर्मिती करणारी पवनचक्की बांधण्याची योजना आखतो, पण नेपोलियन मात्र या योजनेला ठाम विरोध करतो, कारण ती स्नोबॉलने आणलेली असते! प्रकल्प हाती घ्यायचा की नाही यावर मत देण्यासाठी झालेल्या बैठकीत, स्नोबॉल एक उत्कट भाषण करतो. नेपोलियनने थोडासा प्रतिवाद करतो आणि तो एक विचित्र आवाज काढतो. त्या इशाऱ्यावर नेपोलियनच्या अधिकाराखाली मोठी झालेली नऊ हल्लेखोर कुत्री बैठक चालू असते, त्या खळ्यात घुसतात आणि शेतातून स्नोबॉलचा पाठलाग करून त्याला पळवून लावतात. नेपोलियन आता ॲनिमल फार्मचे नेतृत्व स्वीकारतो आणि घोषित करतो की यापुढे बैठकाच होणार नाहीत! तेव्हापासून, तो ठामपणे सांगतो, की शेतावरच्या प्रत्येक प्राण्याच्या भल्यासाठी डुकरेच सर्व निर्णय घेतील.

नेपोलियन निरंकुश सत्ताधारी होतो. तो आता पवनचक्कीबद्दल आपले मत त्वरित बदलतो आणि प्राणी, विशेषतः बॉक्सर घोडा ते पूर्ण करण्यासाठी त्याची सर्व शक्ती समर्पित करतो. एके दिवशी, वादळानंतर, प्राण्यांना पवनचक्की कोसळलेली दिसते. ॲनिमल फार्मच्या परिसरातील मानवी शेतकरी स्मगली सांगतो की प्राण्यांनी पवनचक्कीचे बांधकाम निकृष्ट केले होते, त्यासाठी भिंती खूप पातळ बांधल्या होत्या. परंतु नेपोलियनचा दावा असतो की स्नोबॉल पवनचक्कीची तोडफोड करण्यासाठी शेतात परत आला होता! हे तथाकथित बंड मोडण्यासाठी तो कठोर उपाययोजना करतो. स्नोबॉलच्या महान कटात कथितपणे भाग घेतलेले विविध प्राणी, म्हणजे जे नेपोलियनच्या निर्विवाद नेतृत्वाला विरोध करत असतात, त्यांना त्याच्या पाळीव आणि शिक्षित कुत्र्यांच्या हल्ल्यात झटपट मृत्यूला सामोरे जावे लागते. त्याचे नेतृत्व निर्विवादपणे स्वीकारले जाते, कारण आता त्याशिवाय पर्यायच उरलेला नसतो! बॉक्सर घोड्याने आणखी एक म्हण प्रचारात आणली असते, नेपोलियन नेहमीच बरोबर असतो! नेपोलियन स्नोबॉलला खलनायक बनवण्यासाठी इतिहासाचे पुनर्लेखन करतो, स्वतःच्या सत्तेसाठी विस्तारवाद स्वीकारतो. म्हणजेच नेपोलियनदेखील अधिकाधिक माणसाप्रमाणे वागू लागतो. पलंगावर झोपणे, व्हिस्की पिणे आणि शेजारच्या शेतकऱ्यांशी व्यापार करणे हे आता त्याच्या प्रणालीत बसते. मूळ प्राणिवादी तत्त्वांनी अशा प्रकारच्या गोष्टींना सक्त मनाई केलेली होती हे तो सोयीस्करपणे विसरतो. नेपोलियनचा प्रचारक, स्क्वेलर, इतर प्राण्यांशी वागताना नेपोलियनच्या प्रत्येक कृतीचे समर्थन करतो, त्यांना खात्री देतो की नेपोलियन हा एक महान नेता आहे आणि सर्वांसाठी जीवन सुंदर बनवत आहे. सामान्य प्राणी कडाक्याच्या थंडीत राहात असले, वेळप्रसंगी भुकेले असले तरीही त्यांनी जास्त काम करणे किती जरुरीचे आहे, हे त्यांना तो सातत्याने पढवत राहतो. सर्व प्राणी समानच आहेत, पण काही अधिक समान आहेत. (All animals are equal, but some are more equal) ही ह्या कादंबरीची मध्यवर्ती कल्पना आहे. जागतिक सत्ताकारणात नेमके हेच सर्वत्र दिसून येते.

कादंबरीमध्ये वैयक्तिक फायद्यासाठी कायद्यांमध्ये फेरफार, सत्ताधाऱ्यांसाठी अनुकूल प्रचार आणि आदर्शांची सोयीस्कर विकृती या गोष्टींवर लेखकाने कुशलतेने प्रकाश टाकला आहे. डुकरांच्या कृतींचे समर्थन करण्यात आणि चुकीच्या किंवा खोट्या माहितीद्वारे परिस्थितीवर नियंत्रण राखण्यात स्क्वेलर हे प्रेरक डुकराचे पात्र अतिशय महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. डुकरांच्या धूर्त वक्तृत्वाने भारलेले प्राणी स्वतःला एक विरोधाभासी परिस्थितीत हरवतात. तिथे त्यांना मुक्त करण्यासाठी त्यांच्यावर अत्याचार केले जातात! पवनचक्की ही तांत्रिक प्रगतीचे प्रतीक आणि स्नोबॉल आणि नेपोलियन यांच्यातील वादाचा मुद्दा बनते. स्नोबॉलला हद्दपार केल्यानंतर, नेपोलियन पवनचक्कीच्या बांधकामाचे श्रेय घेतो परंतु प्राण्यांच्या कल्याणाऐवजी त्याच्या आरामासाठी वापरण्यावर भर देतो. पवनचक्कीचा मानवाने केलेला नाश, ॲनिमल फार्मवर रुजलेली हेराफेरी आणि विश्वासघात आणखी स्पष्ट होत जातो.

बाहेरील जगाला ॲनिमल फार्मच्या परिवर्तनाची जाणीव होत असते, परंतु सत्ताधारी डुकरे भीती निर्माण करत प्रचाराद्वारे त्यावर नियंत्रण ठेवतात. एकेकाळची क्रांतिकारी तत्त्वे नष्ट झालेली असतात आणि डुकरांची मानवांशी होत असलेली युती स्पष्ट होते, कारण ते संयुक्त व्यवसायात गुंततात आणि मानवी दुर्गुण सहजपणे त्यांच्या अंगवळणी पडू लागतात आणि डुकरे उघडपणे मानवांशी सहयोग करतात. हा कादंबरीचा कळसाध्याय म्हणावा लागेल. मूळ आदर्शांचा हा धडधडीत घोर विश्वासघात आहे. सर्व प्राणी समान आहेत, परंतु काही प्राणी इतरांपेक्षा अधिक समान आहेत, हे अंतिम कलम ॲनिमल फार्ममध्ये पसरलेल्या अराजकतेचे आणि भ्रष्टाचाराचे प्रतीक आहे. डुकरांच्या परिवर्तनाचे साक्षीदार असलेल्या प्राण्यांना हे समजते की अत्याचाराचे चक्र नष्ट होण्याऐवजी तसेच आहे, फक्त सुकाणूधारक बदलले आहेत!

ॲनिमल फार्मचा शेजारी शेतकरी मिस्टर फ्रेडरिक लाकूड व्यवहारात नेपोलियनची फसवणूक करतो आणि नंतर शेतावर हल्ला करतो आणि मोठ्या खर्चाने पुन्हा बांधलेल्या पवनचक्कीवर

डायनामाइट वापरून ती जमीनदोस्त करतो. पवनचक्की पाडल्यानंतर, एक खडतर युद्ध होते, ज्या दरम्यान बॉक्सरला मोठ्या जखमा होतात. जनावरे शेतकऱ्यांचा नाश करतात, पण बॉक्सरच्या दुखापतीमुळे तो कमकुवत होतो. तो पुढे पवनचक्कीवर काम करताना पडतो, तेव्हा त्याला जाणवते की त्याची अंतिम वेळ जवळ आली आहे. एके दिवशी, बॉक्सर कुठेच सापडत नाही. स्क्वेलरच्या म्हणण्यानुसार बॉक्सर इस्पितळात शांतपणे मृत पावला आहे, लढाईतील त्याच्या शौर्याचे जाहीर कौतुक करायला तो विसरत नाही! प्रत्यक्षात, नेपोलियनने व्हिस्कीसाठी पैसे मिळवण्यासाठी आपला सर्वात निष्ठावान, एके काळी शक्तिमान असलेला आणि सतत साथीला असलेला हा घोडा त्याच्या चरबीसाठी एका गोंद कारखानदाराला विकलेला असतो!

डुकरांमध्ये राजकीय शक्ती एकत्र झाल्यामुळे प्राण्यांचे स्वातंत्र्य आणि समानतेचे स्वप्न भंग पावते तेव्हा ॲनिमल फार्मचा मध्यवर्ती संघर्ष उद्‌भवतो. प्राण्यांचे मूळ उद्दिष्ट पहिल्या प्रकरणात ओल्ड मेजरच्या शिकवणीत आणि विशेषत: इंग्लंडचे प्राणी या गाण्यामध्ये व्यक्त केले गेले आहे, जे ॲनिमल फार्मचे गाणे बनलेले असते. कादंबरीच्या सुरुवातीला, मॅनोर फार्मचा मालक शेतकरी मिस्टर जोन्स, प्राणी उपाशी असताना स्वत:ला तोशीस लागू देत नाही, तो सत्तेचे प्रतीक आहे. मिस्टर जोन्सविरुद्ध बंड केल्यावर प्राणी सहज जिंकतात आणि परिणामी आपण राजकीय सत्तेवर मात केली आहे असे समजण्याची चूक करतात. प्रत्यक्षात त्यांनी राजकीय सत्ता ताब्यात घेऊ शकणाऱ्या एका प्रकारावर मात केली आहे.

दुसऱ्या प्रकरणाच्या शेवटी नेपोलियन गायींचे दूध चोरतो, तेव्हा तो सत्तेचे प्रतीक बनलेला असतो. डुकरांचे वाढते सामर्थ्य व वाढती सत्ता आणि इतर प्राण्यांचा होत असलेला वाढता भ्रमनिरास दर्शवते की त्यांचे ध्येय साध्य झालेले नाही. डुकरे आणि विशेषतः नेपोलियन तीन मार्गांनी राजकीय सत्तेला मूर्तरूप देत असतो. प्रथम, तो स्वत:साठी शेतातील अधिकाधिक संसाधनांवर कब्जा प्रस्थापित करतो. त्याची सुरुवात दूध आणि सफरचंद चोरून होते! व्हिस्कीसारख्या मानवी चैनीच्या गोष्टी विकत घेण्यासाठी प्राणी त्यांची उत्पादने विकू लागतात. त्याचा दुसरा मार्ग म्हणजे, डुकरे अधिक हिंसक बनतात, नेपोलियन त्यासाठी कुत्रापोलिसदलाचा वापर करतो. विरोधकांना फाशी देण्याचे आदेश देतो. आणि तिसरा मार्ग म्हणजे फक्त डुकरांना सत्य काय आहे हे ठरवण्याची शक्ती आहे हे इतर प्राण्यांच्या मनावर ठसवले जाते. स्क्वेलर प्राणिवादाची कलमे आणि गोठ्याच्या लढाईची कथा बदलतो. दरम्यान, प्राण्यांना हळूहळू हे समजू लागते की त्यांचे जीवन बंडाच्या आधी होते त्यापेक्षा चांगले नाही. पूर्वी जोन्स सामर्थ्यशाली होता, आता डुकरे सामर्थ्यवान बनली! हाच कायदेशीर तो फरक झाला.

कादंबरीचा कळस सातव्या प्रकरणात येतो. नेपोलियन कोंबडीची अंडी विकण्याचा निर्णय घेतो. कोंबड्यांना समजते की ही डुकरे त्यांचे विरोधक आहेत आणि त्या बंड करतात. त्यांची बंडखोरी क्रूरपणे चिरडली जाते आणि कोंबड्यांना फाशी दिली जाते. बॉक्सर हे एकमेव असे पात्र उरते की जे अजूनही स्वातंत्र्य मिळवता येईल या आशेवर आहे. ओल्ड मेजरने ठरवलेले हे उद्दिष्ट साध्य करण्यासाठी त्याने अथक परिश्रम केले आहेत, बॉक्सरला एक दिवस विशेष कुरणात निवृत्त होण्याची आणि शांतपणे उरलेले दिवस काढण्याची आशा असते. तथापि, त्याला एक दिवस निवृत्त होण्याची वेळ येते तेव्हा त्याला विकले जाते आणि मारले जाते. बॉक्सरचा विश्वासघात त्या क्षणाला अधोरेखित करतो ज्यामध्ये नेपोलियनची राजकीय ताकद प्राण्यांचा पूर्णपणे पराभव करते.

ॲनिमल फार्ममध्ये वर्षांमागून वर्षे जातात, आणि डुकरे अधिकाधिक माणसांसारखी बनतात. ते आता दोन पायांवर चालत असतात, त्यांच्या हातात चाबूक असतो आणि ते चक्क कपडे घालतात. कालांतराने, प्राणिवादाची सुरुवातीची सात कलमे, ज्यांना सेव्हन कमांडमेंट्स म्हणून ओळखले जात होते आणि कोठाराच्या बाजूला कोरलेली असतात, त्यातील फक्त सर्व प्राणी समान आहेत, परंतु काही प्राणी इतरांपेक्षा अधिक समान आहेत हेच एक कलम आणि तेही बदललेल्या स्वरूपात उरते. नेपोलियन एका रात्रीच्या जेवणात मिस्टर पिल्किंग्टन नावाच्या मानवी शेतकऱ्याचे मनोरंजन करतो आणि मानव आणि प्राणी या दोन्ही समुदायांमधील श्रमिक वर्गाविरुद्ध मानवी शेतकऱ्यांशी मैत्री करण्याचा त्याचा हेतू जाहीर करतो. ॲनिमल फार्मचे नाव बदलून पुन्हा मूळ मॅनोर फार्म असे नाव तो ठेवतो आणि हे शीर्षक कसे योग्य आहे याची भलावण करण्यास तो विसरत नाही. फार्महाऊसच्या खिडकीतून उच्चभ्रू लोकांची मेजवानी पाहणाऱ्या शेतावरच्या सामान्य प्राण्यांना आतल्या गर्दीत, डुकरे कोणती आणि माणसे कोणती हे ओळखता येत नाही!

संपूर्ण कथनात जॉर्ज ऑर्वेल कुशलतेने निरंकुश राजवटींच्या ढोंगीपणावर टीका करतात. ज्या डुकरांनी सुरुवातीला समानतेची मागणी केलेली असते, ते त्यांनी पराभूत केलेल्या अत्याचारी मानवांपेक्षा वेगळे वागूच शकत नाहीत! निष्ठा आणि प्रचारामुळे आंधळे झालेले कामगारवर्गीय प्राणी, बिघडत चाललेली परिस्थिती सहन करत राहातात आणि शक्तीच्या गतिशीलतेचे कठोर वास्तव प्रकट करतात. ही कादंबरी जनतेची निष्क्रियता आणि अज्ञान यावर प्रकाश टाकते, त्याचे प्रतीक म्हणजे बॉक्सर हा एक निष्ठावान आणि ताकदवान घोडा आहे. तो शेतीसाठी अथक परिश्रम करतो. त्याचे फार्मसाठी पूर्ण समर्पण असूनही शेवटी त्याला मारून त्याची चरबी काढण्यासाठी गोंद कारखान्यात पाठवले जाते जेव्हा तो उपयोगी पडणार नसतो! सत्तेत असलेल्या लोकांची कृतघ्नता आणि उदासीनता यातून विदारकपणे प्रतिबिंबित होते. ऑर्वेलचा मार्मिक निष्कर्ष वाचकाला सत्तेच्या

भ्रष्ट प्रभावाचे आणि दडपशाहीच्या चक्रीय स्वरूपाचे गहन प्रतिबिंब दाखवून विचार करण्यास प्रवृत्त करत राहतो. 'ॲनिमल फार्म' ही निरंकुशतावादावर केलेली कालातीत टीका म्हणून ताठ मानेने उभी असलेली कलाकृती आहे. वैयक्तिक फायद्यासाठी उदात्त आदर्श कसे पायदळी तुडवले जाऊ शकतात आणि विकृत केले जाऊ शकतात हे ती प्रभावीपणे दर्शवते. रूपक, प्रतीकात्मकता आणि ज्वलंत पात्रांचा ऑर्वेलचा वापर कादंबरीला मानवी आणि निरपेक्ष शक्तीच्या शोधात अंतर्भूत असलेल्या धोक्यांचा कंदील दाखवतो. कादंबरीच्या यशाचे नेमके गमक हेच आहे. शिक्षक आणि विद्यार्थ्यांबरोबरच, सामान्य वाचकांसाठीही ही कादंबरी महत्त्वाची आहे.

ॲनिमल फार्म कादंबरीवर आधारीत चित्रपटांच्या दोन आवृत्त्या आहेत, एक सन १९५४मध्ये प्रकाशित झाली तर दुसरी सन १९९९मध्ये प्रकाशित झाली होती. सन १९५४मध्ये वितरीत झालेल्या 'ॲनिमल फार्म' चित्रपटासाठी जॉर्ज ऑरवेल यांच्या पत्नी सोनिया ऑरवेल यांच्याकडून हक्क विकत घेणाऱ्या सी.आय.ए.ने चित्रपटाच्या निर्मितीचे प्रायोजकत्व केले होते. त्यावेळी सोव्हिएत युनियन आणि अमेरिकेतील शीतयुद्ध जोरात सुरू होते. त्यामुळे ह्या चित्रपटातून सोव्हिएत युनियनच्या साम्यवादी राजवटीवर टीका करण्याची ही सुवर्णसंधी होती, व ती सी.आय.ए.ने अचूकपणे साधली!

कादंबरीच्या सुरुवातीच्या काळातील वादविवाद आणि विरोधाला न जुमानता, 'ॲनिमल फार्म' हा साहित्यिक कलेचा कालातीत नमुना असल्याचे सिद्ध झाले आहे. त्यातून अनियंत्रित शक्तीचे धोके आणि त्यातून उद्भवू शकणाऱ्या भ्रष्टाचारावर प्रकाश पडतो. त्याची निरंकुशतावादाची टीका आणि बंडखोर प्राण्यांच्या गटाच्या वेषाखाली स्टॅलिनवादी रशियाचे प्रतीकात्मक चित्रण आजच्या राजकीय वातावरणात प्रतिध्वनित होत आहे. जगभरातील विविध प्रकारच्या सरकारच्या उदयामुळे, ऑर्वेलची उत्कृष्ट कृती कोणत्याही प्रकारच्या राजकीय हेराफेरी किंवा प्रचाराविरुद्ध सजगतेच्या महत्त्वाची जाणीव करून देणारी आहे. या आधुनिक युगातही, ॲनिमल फार्म अजूनही राजकीय विचारसरणीच्या संभाव्य तोट्यांबद्दल शिक्षित आणि जागरूकता निर्माण करण्यासाठी एक शक्तिशाली अशी कादंबरी आहे. तिची कालातीत प्रासंगिकता ऑर्वेलच्या मानवी स्वभावाची आणि सामाजिक संरचनांबद्दलची सखोल आणि चपखल समज दर्शवते.

थोडक्यात सांगायचे तर या कालातीत कादंबरीत, ऑर्वेलने रशियातील स्टॅलिनवादाचा उदय आणि प्रसार कुशलतेने मांडला आहे. त्यांच्या कल्पनेतून आलेले इंग्लंडमधील मॅनोर फार्मचे रूपक अगदी प्रभावशाली ठरले आहे. सुरुवातीला सुधारित, न्याय्य समाजाच्या उत्कट इच्छेने प्रेरित होऊन, शेतातील प्राणी जोन्स यांना पदच्युत करतात आणि मॅनोर फार्मला ॲनिमल फार्म असे नाव देतात. तरीही, समानता आणि बंधुत्वाच्या उदात्त तत्त्वांनी आच्छादलेली त्यांची सर्वसमावेशक व सहिष्णू दृष्टी हळूहळू सत्तेच्या कपटी लालसेला बळी पडते. नेपोलियन, हेराफेरी करणारा डुक्कर, बनून परिस्थितीवर नियंत्रण ठेवतो, पद्धतशीरपणे ॲनिमल फार्मच्या आदर्शांचा पाया कमकुवत करतो. सत्ता-प्रेरित भ्रष्टाचाराची लाट पसरते आणि दडपशाहीचे चक्र पुन्हा सुरू होते. हळुहळू पण निश्चितपणे, निमल फार्मचा दर्शनी डोलारा कोसळू लागतो आणि त्याच्यात दडलेला मॅनोर फार्म उघडा पडतो. यावेळी मिस्टर जोन्स नाही तर नेपोलियन त्याचे फायदे उकळतो, अशा प्रकारे निरंकुश शासनाच्या दुःखद पुनरुत्थानाचे चित्रण करण्यात ऑर्वेल कमालीचे यशस्वी झाले आहेत, असेच म्हटले पाहिजे. वाचणार ना मग हे सुंदर पुस्तक, मंडळी?

●

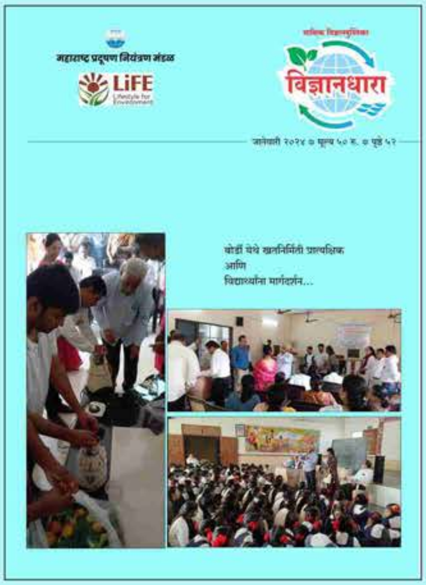
स्वार्थ नेई विनाशाकडे!

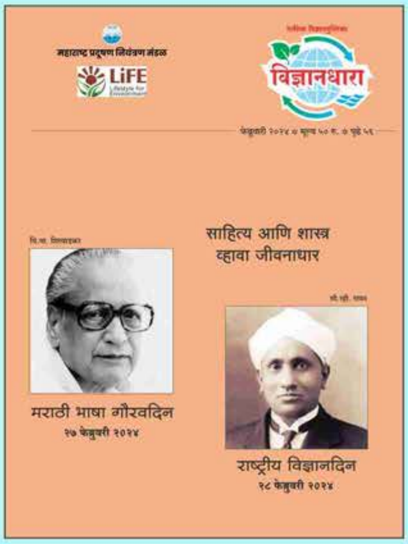
हे हवे, ते हवे, आणि सारे मलाच हवे!
जग हे किती असे हो विलक्षण
कळते परी वळत नाही हेच खरे
हव्यासातच बीजे नाशाची तेच खरे!
धावतोय कसे उर फुटेस्तोवरी!
निसर्ग भोवतीचा कसा दिसत नाही?
साद त्याची ऐकूच येत नाही
संपत्तीच्या कैफात ती विरून जात आहे!

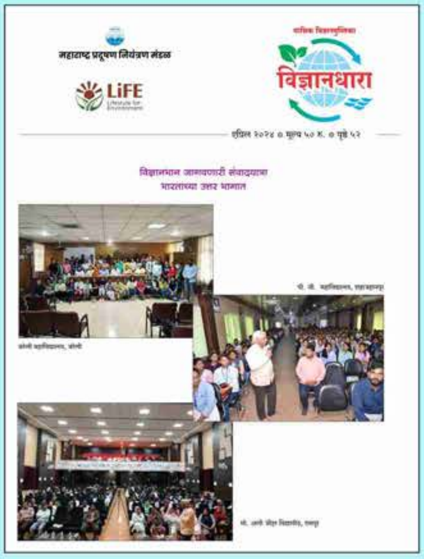
फुललेली फुले खुणावत असतीलही
पक्ष्यांची किलबिल होत असेलही
लक्ष लक्ष चांदण्या चमकत असतीलही
हृदयातील तारा छेडल्याच जात नाहीत!
कुठेतरी कर्कश स्वर उमटताहेत
विश्वसंगीत बेताल होत आहे
सावध हो मानवा, सावध हो
हव्यास तुझा मुळावर घाव घालीत आहे!

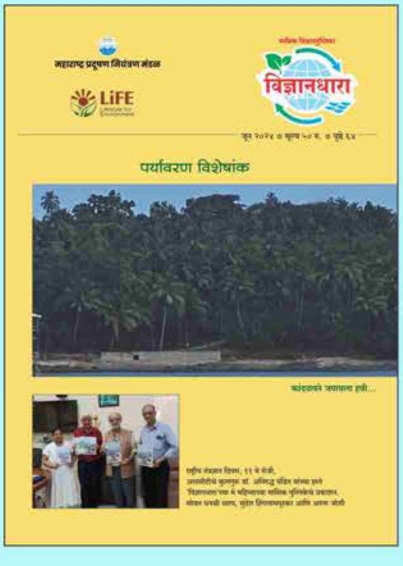
– शरद काळे

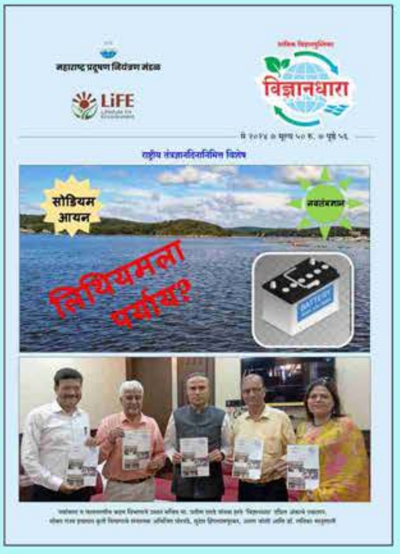
‘विज्ञानधारा’चे पहिल्या वर्षात प्रसिद्ध झालेले अंक











महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

पर्यावरणपूरक जीवनशैली राखा

हँडल असलेल्या किंवा नसलेल्या सर्व प्लास्टिक पिशव्यांचे उत्पादन, वितरण, साठवणूक आणि वापरावर बंदी आहे

Scan the QR Code
to know more

moefcc Moefcc moefccgoi moef.gov.in