

शैक्षणिक संदर्भ

नाही चंद्रमा नभात

अशी वेळ खरंच आली तर?
म्हणजे चंद्र आपल्याला दिसत नाही
एवढेच नाही तर पृथ्वीभोवती कुठेही
अस्तित्वातच नाही असे जर झाले
तर त्याचा आपल्यावर, आपल्या
आयुष्यावर आणि आपल्या पृथ्वीवर
काय परिणाम होईल?

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



नवे प्रकल्प

शाळा सुरू झाल्या, नवे विषय शिकवायला सुरुवात झाली. आता या वर्षी कोणते प्रकल्प करायचे असा विचार तुमच्या मनात घोळत असेल. मग छोट्या छोट्या प्रयोगातून नाविन्यपूर्ण प्रकल्प करायला संदर्भमधले लेख तुम्हाला नक्की मदत करतील. आणि हे प्रकल्प करताना तुम्हाला खूप मजाही येईल. यासाठी उपयोगी लेख आहेत- अरेच्चा, हे असे आहे तर! बाटलीतला ढग, चवदार भाताची गोष्ट आणि उसळणारे चेंडू.

याखेरीज मधल्या पानावर - हे करून पहा.

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, सजीवनी कुलकर्णी,
अमलेंदू सोमण, यशश्री पुणेकर.

विश्वस्त :

नागेश मोने, नीलिमा सहस्रबुद्धे,
प्रियदर्शिनी कर्वे, मीना कर्वे,
संजीवनी कुलकर्णी, विनय कुलकर्णी,
रामचंद्र हणबर, गिरीश गोखले.

साहाय्य :

ज्योती देशपांडे.

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ, मांडणी, छपाई :

रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ८२

जून-जुलै २०१३

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा.लि.

प्लॉट नं. ६, एकता पार्क को.ऑप.हौ.सोसा.

निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,

लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४

फोन : २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com

web-site : sandarbhociety.org

पोस्टेजसहित वार्षिक वर्गणी : ₹ २००/-

अंकाची किंमत : ₹ ३०/-

एकलव्य, होशंगाबाद यांच्या सहयोगाने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.

● शिक्षण ही किती आवश्यक बाब आहे हे सांगायला नको. पण शिक्षणाबरोबर 'शहाणपण' आपोआप येत नाही असं लेखकानं दाखवून दिलं आहे. आणि ते शहाणपण न आल्यामुळे उच्चशिक्षित लोकांनी काय गोंधळ घालून ठेवलेत तेही मांडलं आहे. शिक्षणाचे फायदे हवे असतील, तर हे नक्कीच लक्षात घ्यायला हवं आणि त्यावर उपाय शोधायला हवेत. (लेख वाचा पान ६२ वर)

● 'गणित विषय माझ्या नावडीचा' असं अगदी लहान मुलापासून मोठ्या माणसांपर्यंत कुणाकुणाला वाटतं... अंकगणित, बीजगणित, भूमिती, संख्याशास्त्र किती ते प्रकार... कशाला ते शिकायचं... कितीतरी प्रश्न! पण आपल्या आजूबाजूला पसरलेल्या सर्व घटना प्रसंगांमध्ये रुजलेले गणित आणि आजच्या प्रगतीमध्ये गणिताचा सहभाग कसा दिसून येतो हे जाणून घेणे वेधक आहे. (लेख वाचा पान २० वर)



ऊर्जा अक्षय्य असली तरी ऊर्जा स्रोत मात्र नष्ट होत चालले आहेत. कोणता ऊर्जास्रोत कोणत्या सुविधांच्या पूर्ततेसाठी किती प्रमाणात वापरायचा, हे कसे ठरवायचे? उपलब्ध ऊर्जा स्रोत, भविष्यातली त्यांची उपलब्धता, त्यांच्या वापराचे आजचे आणि उद्याचे तंत्रज्ञान यावर आधारित नियोजन कसे करता येईल याबद्दल वाचूया 'भारतासाठी ऊर्जा सुरक्षितता' या लेखमालेत. (लेख पान १६वर)

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ८२

- चंद्र नष्ट झाला तर - लॅरी ओहेनलॉन, अनु. अमलेंदु सोमण २
-  अरेच्या! हे असं आहे तर! भाग-५ - शशी बेडेकर ५
- सावधान! वृद्धत्व येत आहे - अम्बरीश सोनी अनु. गो.ल. लोंढे ९
- भारतासाठी ऊर्जा सुरक्षितता - प्रियदर्शिनी कर्वे १६
-  गणित उद्यानात फेरफटका - भाग ३ - नागेश मोने २०
- नदी-विकास - शांती वैद्य २७
- ध्वनी - भाग ६ - अतुल फडके ३४
-  हे करून पहा ३९
-  उसळणारे चेंडू - किरण बर्वे ४३
- मातीपासून विटा - राम थत्ते ४६
- जिकडे तिकडे चोहीकडे - दर्शन गणिताचेच घडे
डॉ. सदाशिव देव ५०
- बाटलीतला ढग - प्रतिनिधी ५८
- शिक्षण कशासाठी? - डेव्हिड ऑरॅ अनु. मीना आगटे ६२
- चवदार भाताची गोष्ट - अनिल गोरे ७०
-  वडपौर्णिमा - एक नवा दृष्टिकोन - विनय र.र. ७७
-  हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

चंद्र नष्ट झाला तर?

लेखक : लॅरी ओहेनलॉन
अनुवाद : अमलेंद्र सोमण

आज मला कोणीतरी एक प्रश्न विचारला-जर चंद्र नष्ट झाला तर काय होईल? मी म्हटलं मला आता ठाऊक नाही, पण मग विचारात पडलो, खरंच काय होईल बरं?

मनात येणारी पहिली गोष्ट म्हणजे चंद्र नष्ट कशांमुळे होईल?

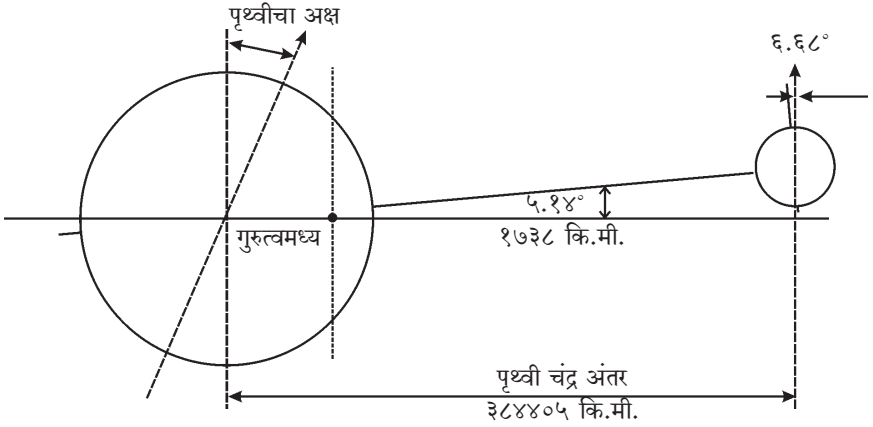
जर एखादा यमरूपी तारा आदळल्यामुळे त्याच्या ठिकच्या झाल्या, पण ते तुकडे एकत्रित राहून त्याच कक्षेत फिरत राहिले तर बहुधा काहीच फरक होणार नाही. कारण वस्तुमान तेच राहिल्यामुळे गुरुत्वाकर्षण अखंड चंद्राइतकेच राहील.

आता रात्री चंद्राच्या कला दिसणार नाहीत, तर चंद्रापेक्षाही अधिक तेजाने चमकणारा एक ढग दिसेल, कारण प्रत्येक तुकडा सूर्याचे किरण परावर्तित करेल. कित्येक

खगोलशास्त्रज्ञ अतिशय नाराज होतील! रात्रीच्या निबिड अंधारात जसा ताऱ्यांचा अभ्यास करता येतो, तसं आता शक्य होणार नाही.

मात्र जर एखाद्या ताऱ्याने चंद्र खेचून नेला तर पृथ्वीवर कार्य करणारं चंद्राचं गुरुत्वाकर्षण शिल्लक राहणार नाही. मग सागराची भरती आणि ओहोटी कायमची विसरायची आणि भरती आहोटीचे तक्ते फेकून द्यायचे.

पण तसंही नाही, समुद्राला भरती आणि ओहोटी येत राहतीलच, पण त्या येतील



पृथ्वी चंद्र प्रणालीचा गुरुत्वमध्य पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखाली १७३० कि.मी. वर आहे. हा मध्य केंद्रस्थानी ठेवून चंद्र पृथ्वीभोवती फिरत असतो.

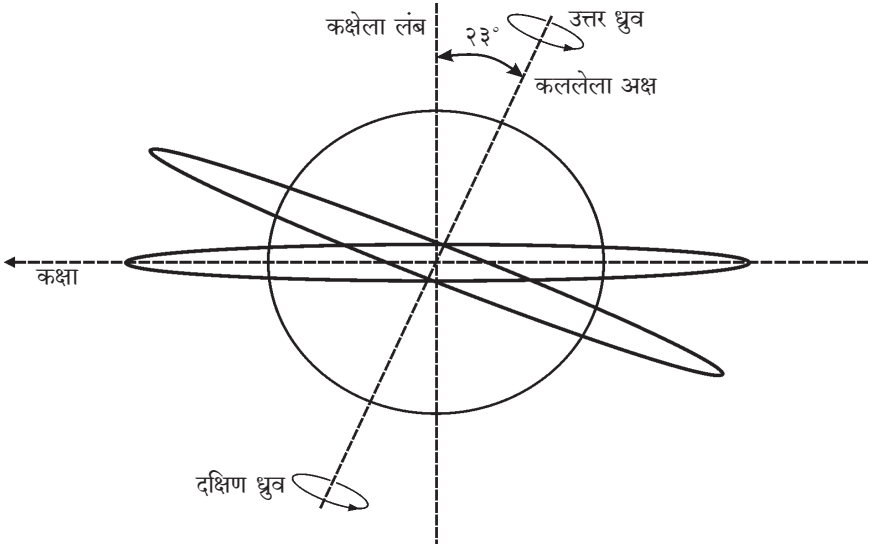
सूर्यामुळे! मग कदाचित जगभर सर्वत्र दररोज स्थानिक वेळेला मध्यान्ही भरती येईल आणि मच्छिमाराना याचा नक्की आनंद होईल याची मला खात्री वाटते.

भरतीच्या वेळी पृथ्वीच्या घन भागावर देखील परिणाम होतो. शेवटी पृथ्वी आणि चंद्र या एकत्रित प्रणालीच्या गुरुत्वमध्याभोवती ते दोघे फिरत असतात. चंद्र नष्ट झाला तर गुरुत्वमध्याची जागा बदलेल, आणि कदाचित पृथ्वीच्या पोटात गुरगुर सुरू होईल. मग भूकंप होतील, काही ज्वालामुखी जागृत होतील आणि असंच काहीतरी घडायला लागेल. पण फार काळजीचं कारण नाही - मुंबई किंवा कलकत्ता अशी शहरं समुद्रात बुडाली असं काही होणार नाही.

अधिक काळजीची गोष्ट दीर्घ कालावधीनंतर जाणवेल. सूर्याच्या

गुरुत्वाकर्षणामुळे पृथ्वीचा अक्ष भोवत्याप्रमाणे डोलत असतो. सध्याच्या काळात हा अक्ष अत्यंत धीम्या गतीने सुमारे २६,००० वर्षांत एक फेरी पूर्ण करतो. या डोलण्यामुळे पृथ्वीचा अक्ष सतत ध्रुव ताऱ्याकडे रोखलेला राहू शकत नाही. तज्ञांचं मत असं आहे की यात चंद्र एका शॉक-अॅब्सॉर्बर सारखं काम करतो-म्हणजे हे डोलणं हाताबाहेर जाऊ देत नाही.

त्यामुळे चंद्र नसेल तर कदाचित पृथ्वीचं डोलणं अगदीच हाताबाहेर जाईल-म्हणजे मंगळासारखं-सध्याच्या २२ ते २५ अंशापासून अगदी ० ते ८५ अंशापर्यंत जाऊ शकेल. अक्षाचा कल ० अंश असेल तर ऋतू राहणार नाहीत आणि अक्ष जर ८५ अंशाने कललेला असेल तर पृथ्वी एका कडेला लवंडल्यासारखी राहिल, तसं झालं तर तुलनेनं सध्याची जागतिक तापमान वाढ



(ग्लोबल वार्मिंग) अत्यंत सुखद म्हणावी लागेल असे ऋतू होतील!

अर्थात सुदैवाने या डोलण्याचे परिणाम ताबडतोब दिसणार नाहीत. ० ते ८५ अंश व परत ० अंशाच्या प्रवासाला काही दशलक्ष

वर्षे लागतील असं समजायला हरकत नाही.

तोवर या चंद्राच्या नष्ट / अदृश्य होण्याच्या विविध परिणामांचा अभ्यास करण्यात आपण दंग असू-इतर प्राण्यांवर काय परिणाम होतील, संगीत, काव्य आणि छायाचित्रणाचं चंद्राच्या अनुपस्थितीत कसं होणार? कुणी सांगावं, सारी जीवसृष्टी तरी शिल्लक राहते की नाही?

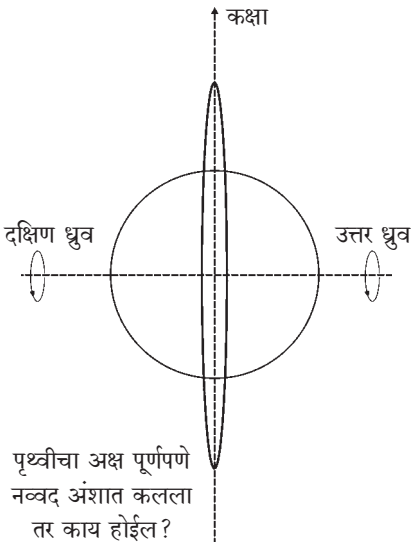
अर्थात कोण्या परग्रहावरील जीवांनी जर चंद्र नष्ट केला, तर हा अभ्यास करण्यासाठी आपण तरी शिल्लक राहतो की नाही कोण जाणे? मग आणखी एक प्रश्न मनात उभा राहतो-त्यांनी असं का करावं?



news.discovery.com वरून साभार.

लेखक : लॅरी ओहेनलॉन

अनुवाद : अमलेंदु सोमण



पृथ्वीचा अक्ष पूर्णपणे नव्वद अंशात कलला तर काय होईल?

अरेच्या! हे असं आहे तर!

भाग ५

लेखक : शशी बेडेकर

एक दिवस संध्याकाळी आम्ही दोन तीन कुटुंबं आणि त्यांची पाच-सहा मुलं गप्पा करण्यासाठी जमलो होतो. मी सर्वासमोर एक वाईन प्यायचा ग्लास टेबलावर ठेवला. तो पाण्याने पूर्ण काठोकाठ भरला आणि सगळ्यांना प्रश्न विचारला या पाण्याने पूर्ण भरलेल्या ग्लासमध्ये पाणी बाहेर न सांडता किती टाचण्या मावू शकतील ?

प्रश्न ऐकल्यावर पहिल्यांदा कोणाचा विश्वासच बसेना, पूर्ण भरलेल्या ग्लासात एक टाचणीही मावणार नाही असं उत्तर त्यांच्या चेहऱ्यावर दिसलं. काहींच्या चेहऱ्यावर माझ्या डोक्याबद्दल शंका वाटू लागल्याची लक्षणं दिसली. तरी मी पुन्हा तोच प्रश्न विचारल्यावर 'यात काहीतरी गोम आहे' असं त्यांच्या लक्षात आलं. त्यांनी उत्तरं द्यायला सुरुवात केली. अंदाजेच उत्तर द्यायचं असल्यानं एक, पाच, बारा, सत्तावीस, चाळीस, सत्तर, शंभर अशी उत्तरं मिळाली.

शेवटी प्रत्यक्ष प्रयोगच करून पहायचं ठरलं. टेबलावरच्या ग्लासखाली एक ताटली

ठेवली. पाण्याने ग्लास पूर्ण भरलेला होताच. दोन बोटात टाचणी धरून, पाण्याच्या पातळीला लंबरूप अशी ग्लासात सोडू लागलो.

एकेक करून मी शंभर टाचण्या पाण्यात टाकल्या, पण पाण्याचा एकही थेंब ग्लासाच्या बाहेर पडला नाही. मी पुन्हा टाचण्या टाकायला सुरुवात केली, जवळजवळ चारशे टाचण्या ग्लासात टाकल्या. पाणी जराही बाहेर पडले नाही. पण ग्लासमधील पाण्याचा थोडा



फुगवटा तयार झालेला दिसला, आणि यातच या प्रश्नाचे उत्तर दडलेले आहे.

टाचण्या टाकल्यावर पाण्याचा गोल फुगवटा तयार होतो आणि पाणी सांडत नाही. (पृष्ठीय ताण असतोच) एखादी वस्तू द्रवात बुडवल्यास ती आपल्या आकारमानाइतका द्रव बाजूस सारते, या नियमाने ग्लासाच्या कडेला पाण्याचा फुगवटा तयार झालेला आढळून येतो.

एका टाचणीचे आकारमान आणि पाण्याच्या फुगवट्याचे आकारमान काढून त्यांची तुलना केली तर फुगवट्याचे आकारमान किती पट जास्त आहे म्हणजेच त्यात किती टाचण्या मावतील या प्रश्नाचे उत्तर आपल्याला मिळू शकेल.

अंदाजाने आपण थोडी आकडेमोड करू आणि आकारमानांची तुलना करू.

समजा टाचणीची लांबी $h = 25$ मि.मी. आणि व्यास $d = \frac{1}{2}$ मि.मी. आहे असे मानू तर या लहानश्या दंडगोलाचे आकारमान $\pi d^2 h \div 4$ या सूत्राने 5 मि.मी^३ इतके मिळेल. टाचणीच्या एका टोकाला असलेल्या गोळ्याचे आकारमान $.5$ मि.मी^३ मानू म्हणून एका टाचणीचे घनफळ $= 5.5$ मि.मी^३

ग्लासच्या कडेवर फुगलेल्या पाण्याचे आकारमान काढू. समजा,

ग्लासाचा व्यास $= d = 9$ cm $= 90$ मि.मी. म्हणून त्या वर्तुळाचे क्षेत्रफळ πR^2 या सूत्राने साधारणपणे 6400 मि.मी.^२

इतके येईल. फुगवट्याची ग्लासच्या कडेपासून उंची $= h = 1$ मि.मी. मानल्यास फुगलेल्या पाण्याचे घनफळ (आकारमान) साधारण 6400 मि.मी.^३ इतके येईल. याला एका टाचणीच्या आकारमानाने भागले तर अंदाजे उत्तर 1200 असे येईल, म्हणजेच तुम्हाला प्रश्नाच्या उत्तराचा अंदाज आला ना!

पाण्याने पूर्ण भरलेल्या ग्लासात पाणी न सांडता 1000 पेक्षा जास्त टाचण्या मावू शकतील.

समजलं ना छोट्या प्रश्नाचं मोठं उत्तर!

आता दुसरा छोटा प्रश्न,

पॅरीस येथे असलेल्या आयफेल टॉवरची उंची किती? असा प्रश्न समजा मी विचारला तर त्याची उंची (300 मीटर) सांगण्यापूर्वी तुम्हाला कोणता ऋतू आहे हे माहिती असायला हवे नाही का? कारण उष्णतेमुळे धातूंचे प्रसरण होते आणि थंड हवेत त्यांचे आकुंचन होते हा गुणधर्म आपल्याला माहित आहे.

त्यामुळे इतका प्रचंड उंच असलेल्या आयफेल टॉवरची उंची सर्व ऋतूत सारखी असणार नाही, हे आता तुमच्या लक्षात आलंच असणार.

घनरूप, द्रवरूप आणि वायुरूप या तिन्ही पदार्थांवर उष्णतेचा परिणाम होतोच, म्हणजे त्यांचे प्रसरण होते.

धातुरूप पदार्थांना उष्णता दिल्यास प्रसरण होते. (या साठीच रेल्वेचे रूळ एकापुढे एक जोडताना त्यांत फट ठेवली जाते. जर

फट ठेवली नाही तर उन्हाळ्यात प्रसरण पावण्यासाठी जागा मिळणार नाही आणि रूळ वेडेवाकडे होतील). प्रयोग शाळेत प्रयोग केला तेव्हा ३०० मी. लांब स्टील रॉडचे तापमान १°सेंटीग्रेडने वाढवले तर त्याचे ३ मि.मी. इतके प्रसरण होते असे आढळून आले. आयफेल टॉवरसुद्धा स्टीलचा बनवलेला असल्याने आपल्याला वरील

प्रयोगाचा आधार घेऊन त्या टॉवरची उंची ठरवता येईल.

पॅरीसमध्ये उन्हाळ्यात जास्तीत जास्त तापमान ४०°सें. इतके असते, पावसाळ्यात तापमान १०°सें. पर्यंत खाली येते आणि हिवाळ्यातील तापमान ०°सें. पर्यंत असते.

थोडक्यात तापमानातील फरक हा ४०° इतका असल्याने आयफेल टॉवरची उंची

$$४० \times ३ \text{ मि.मी.} =$$

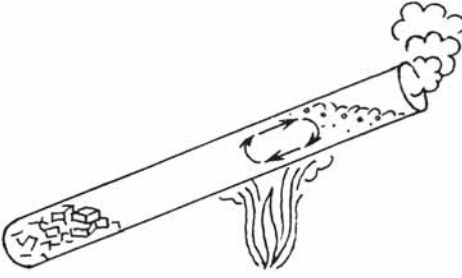
$$१२० \text{ मि.मी.} = १२$$

सें.मी. इतकी, ऋतुमाना-प्रमाणे कमी जास्त होईल असे योग्य उत्तर आपण देऊ शकतो.

प्रत्यक्ष टॉवरची उंची मोजण्याचा प्रयत्न केला गेला तेव्हा टॉवर तापमानातील बदलाला संवेदनशील असल्याचे आढळून आले. आता काहींच्या मनात विचार आला असेल की इतका मोठा टॉवर तापमानाने उंच, लहान होतो तर टॉवर मोजण्यासाठी वापरलेल्या तारेवर तापमानाचा परिणाम नाही का होणार ?

तुमच्या डोक्यातली शंका १००% बरोबर





एक जाड काचेची (बोरोसिल) परीक्षानळी घेऊन त्यात थंड पाणी भरा. एका बर्फाच्या तुकड्याला लोखंडी खिळा बांधून परीक्षा नळीत टाका म्हणजे बर्फाचा तुकडा पाण्यात बुडेल (बर्फाची घनता पाण्याच्या घनतेपेक्षा कमी त्यामुळे तो पाण्यावर तरंगतो) आता परीक्षानळीला आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे उष्णता द्या. थोड्याच वेळात पाणी उकळताना दिसेल आणि परीक्षानळीत बर्फही न वितळता तसाच असलेला दिसेल.

आहे आणि अशा शंका तुमच्या डोक्यात वारंवार यायला हव्यात! तरंच तुम्ही विज्ञानाचे विद्यार्थी आहात असं म्हणता येईल!

टॉवरची उंची मोजण्यासाठी खास निकेल आणि स्टील यांच्या मिश्रणापासून बनवलेली तार वापरली जाते, कारण या तारेवर तापमानाच्या बदलाचा कोणताही परिणाम होत नाही. ही तार जणू Invariable अशी आहे. आणि गंमत म्हणजे या तारेला 'इनव्हर' Invar असे म्हणतात.

परवा सहज बोलताना मी म्हणालो, 'उकळत्या पाण्यात बर्फ न वितळता राहू शकतो हे तुम्हाला माहित आहे का?'

सगळे गप्प होऊन माझ्याकडे बघू लागले. उकळत्या पाण्याचे तापमान 100° सें. तर बर्फाचे -4° सें. असे असताना हे कसे शक्य असेल असा तुमचा विचार असला, तरी हे एका विशिष्ट प्रकारे शक्य आहे. मी सांगतो मग तुम्हालाही सहज जमेल.

द्रवातील उष्णतेचे वहन आणि पदार्थाचे गुणधर्म यावर या घटनेतील गंमत दडलेली आहे.

परीक्षानळीच्या तळाचे पाणी थंड असून फक्त वरचे पाणीच उकळत असते. परीक्षानळीतील वरच्या थरातील पाण्याला उष्णता मिळाल्याने ते गरम होते. गरम झाल्याने ते प्रसरण पावते. थंड पाण्यापेक्षा हलके असल्याने ते आणि पाण्याच्या पृष्ठभागाच्या पातळीत येते. पाण्यात उष्णतेचे अभिसरण चक्र तयार होते. पाणी उष्णतेचे दुर्वाहक असल्याने तळाचे पाणी गरम होत नाही, पण वरचे पाणी उकळू लागते.

आता परीक्षानळीच्या एका टोकाला थंड बर्फ तर दुसऱ्या टोकाला उकळते पाणी हे तुम्हाला दिसू शकते.



या. इ. पेरिलमन यांच्या 'फिजिक्स कॅन बी फन' या पुस्तकातून साधार.

अनुवाद : शशी वेडेकर, निवृत्त मुख्याध्यापक.

सावधान! वृद्धत्व येत आहे!

लेखक : अम्बरीश सोनी

अनुवाद : गो.ल. लोंढे



आमच्या चौकस शंकासुराच्या मनात नेहमीच काहीतरी अजब शंका येत असतात. आज त्याने विचारले, माणसे म्हातारी का होतात? त्यांचं म्हातारपण थांबवता येईल का?

जीव म्हातारे का होतात, हा प्रश्न अगदी पूर्वापार लोकांच्या मनात घर करून राहिला आहे. वेगवेगळ्या काळातील लोकांनी आपापल्या परीने या प्रश्नाचे उत्तर शोधण्याचा प्रयत्नही केला आहे. आज आपण विशेषतः मानवाच्या वृद्धापकाळाविषयी विचार करू.

प्रथम माणसाच्या वयोमानानुसार कोणकोणत्या अवस्था येत असतात त्याची ओळख करून घेऊ. माणसाची युवावस्था (तारुण्य) याबद्दल अनेक लोकांची अनेक मते आहेत. बहुतेक सर्व वैज्ञानिकांच्या मते वयाच्या तेराव्या वर्षापासून विसाव्या वर्षापर्यंत किशोरावस्था असते. आणि विसाव्या पासून चाळिसाव्या वर्षापर्यंत युवावस्था असते.

बाळ जन्माला येते तेव्हा सुरुवातीला त्याचे वजन फक्त काही किलोग्रॅम असते. दिसामासाने ते मोठे होत जाते. वय वाढण्याची

क्रिया त्याला हळूहळू किशोर, युवा आणि वृद्धावस्थेकडे नेत असते.

वृद्धावस्था कशी ओळखायची?

माणसाचे वय वाढल्याची कितीतरी आंतरलक्षणे व बाह्यलक्षणे असतात. आंतरलक्षणांपैकी काही प्रमुख लक्षणे अशी-

- १) हृदयाची काम करण्याची क्षमता दिवसेंदिवस कमी होऊ लागते.
- २) ऑक्सिजन धरून ठेवण्याची रक्ताची क्षमता कमी होऊ लागते.
- ३) अस्थिमज्जेत असणाऱ्या तांबड्या पेशींची निर्मिती कमी प्रमाणात होते.
- ४) ऑक्सिजन धरून ठेवण्याची फुफ्फुसांची क्षमता कमी होऊ लागते.
- ५) जिभेवरील रुचिकलिकांची संख्या कमी होते.
- ६) शरीरात स्रवणाऱ्या पाचक रसांचे प्रमाण कमी होते.

७) दृष्टी आणि स्मरणशक्ती अधू होती.

८) झोपेच्या प्रमाणातही बदल होतो.

अर्थात प्रत्येकाच्या प्रकृतीनुसार या लक्षणांमध्ये कमीजास्तपणा आढळतो. ही सर्व लक्षणे प्रत्येक माणसाला वेगवेगळ्या तऱ्हेने लागू पडतात. हीच लक्षणे जवळजवळ कोणत्याही प्रकारचे आजार चालू असताना देखील उद्भवतात. पण आपण येथे वय वाढल्यामुळे उद्भवणाऱ्या लक्षणांचा विचार करित आहोत.

वय वाढले असे स्पष्टपणे सांगणारी काही बाह्यलक्षणे अशी आहेत -

१) शरीरावरची त्वचा ढिली पडते. त्यामुळे त्वचेवर सुरकुत्या दिसू लागतात.

२) हाडे आकसतात.

३) कमरेत बाक येतो त्यामुळे शरीर पुढच्या बाजूने झुकते.

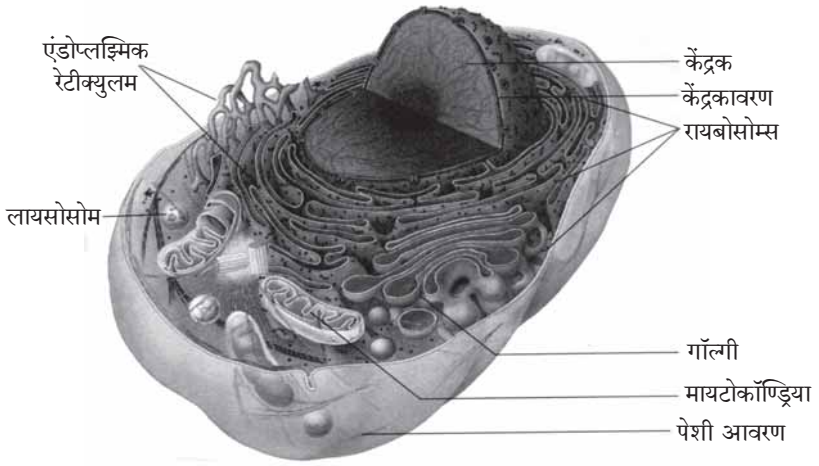


या सर्व बाह्यलक्षणांना पृथ्वीचे गुरुत्वीय बलच कारणीभूत आहे. पृथ्वी प्रत्येक वस्तूला स्वतःकडे आकर्षून घेते म्हणजे त्यात आपली त्वचा व हाडे आलीच! जोपर्यंत आपण तरुण असतो तोपर्यंत आपण पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध दिशेने ताठ उभे राहू शकतो. तसेच आपली त्वचाही शरीराशी घट्टपणे निगडीत राहू देऊ शकतो. पण वाढत्या वयाबरोबर आपले शरीर आणि शरीरातील अवयव क्षीण होत जातात. बालपणी किंवा युवावस्थेत असताना आपण पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाला जितका विरोध करू शकत होतो, तितका विरोध वृद्धावस्थेत करता येत नाही. आता प्रश्न असा उत्पन्न होतो की वाढत्या वयानुसार शरीराचे अवयव कमजोर का होतात?

जीवनाचा एकमेव आधार: पेशी

आपल्या शरीराच्या रचनेचा मूळ आधार म्हणजे पेशीच आहेत. पेशी इतक्या सूक्ष्म असतात की त्या साध्या डोळ्यांनी दिसू शकत नाहीत. अशा सूक्ष्म पेशींनीच आपले शरीर बनलेले आहे. आपल्या शरीरात तऱ्हेतऱ्हेच्या पेशी असतात. रक्तात पेशी असतात, केसात असतात, त्वचेच्याही पेशी असतात. शरीराच्या प्रत्येक अवयवात वेगवेगळ्या प्रकारच्या पेशी असतात.

निरनिराळ्या अवयवातील निरनिराळ्या प्रकारच्या पेशी आणि त्यांचे भाग आपापली कामे नेहमीच नियमितपणे व व्यवस्थितपणे करित असतात त्यामुळेच आपल्या शरीराचे



पेशीचे अंतर्ग दखवणारे प्रारूप

सर्व व्यवहार सुरळितपणे चालू असतात.

बालपणापासून युवावस्थेच्या दरम्यान जेव्हा आपल्या शरीराचा विकास होत असतो. त्या काळात आपल्या शरीरात भरपूर प्रमाणात नवीन पेशी निर्माण होत असतात. नवनिर्मित पेशी पुन्हा त्याच प्रकारच्या पेशी जास्त वेगाने व भरपूर प्रमाणात निर्माण करतात. पेशी निर्मितीची ही क्रिया वारंवार होत राहते. कधीकधी या पेशी आजारी पडतात तर कधीकधी त्या काम करणेच सोडून देतात, म्हणजेच मरतात. पण त्याबद्दल काळजी करण्याची मुळीच जरूर नाही. कारण जुन्या पेशी मरण्याची व तसल्याच नवीन पेशी निर्माण होण्याची क्रिया आपल्या शरीरात नेहमी चालू असते. जुन्या पेशी मेल्यामुळे उत्पन्न झालेली उणीव नव्या पेशी अगदी सहज व अगदी लवकर भरून काढतात. त्वचेच्या पेशींबद्दल पाहायचे तर त्यांचा

जीवनकाल फक्त काही आठवड्यांचाच असतो. त्यानंतर त्या पेशी आपल्या अंगावरील मळासारख्या केव्हा गळून पडतात याचा आपल्याला पत्ता नसतो. त्यांच्या जागी नवनिर्मित पेशी कार्यरत झालेल्या असतात.

परंतु जसजसे आपले वय वाढत जाते तसतशी शरीरात नवीन पेशी निर्माण होण्याची पूर्वीची क्षमता कमी होत जाते. नवीन पेशीवाचून आपले शरीर कमजोर होऊ लागते. मांसपेशी आणि अस्थिपेशींची संख्या पूर्वीच्या वेगाने वाढत नाही आणि दुखण्या पेशींमध्ये सुधारणा होण्याचा वेगही तरुणपणात जेवढा होतो तेवढा उतारवयात राहणे शक्य होत नाही. नवीन पेशी निर्माण होण्याचा वेग उतारवयात कमी होतो म्हणूनच वयस्कर माणसे आजारी पडली तर त्यांना आजारातून बरे होण्यास तरुणांच्या मानाने जास्त दिवस लागतात.

म्हणजेच वय जास्त वाढू लागले की शरीराच्या समस्याही वाढू लागतात. तरुणपणी शरीरात नवीन पेशी निर्माण होण्याचा वेग जास्त असतो व दुखऱ्या पेशींची पडझड वेगाने भरून निघते. जेव्हा पेशींच्या विभाजनाचा वेग भरपूर असतो तोपर्यंत आपण तरुण असतो. तरुणपणात आपल्या जीवनाचा डोलारा सर्व प्रकारच्या पेशींच्या आधाराने व कर्तृत्वाने भक्कमपणे उभा असतो. पुढे तो आधार हळूहळू ढासळू लागतो व वृद्धत्वाची लक्षणे दिसू लागतात. वृद्धत्वाकडे वाटचाल होण्याचे महत्त्वाचे आणि एकमेव कारण म्हणजे या सर्व पेशींच.

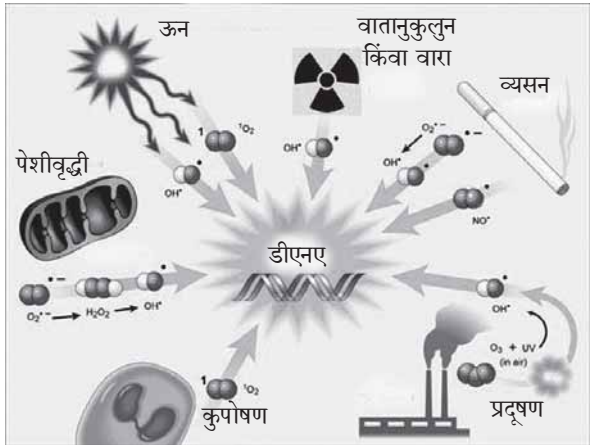
आता आपल्याला हे जाणून घ्यायचे आहे की पेशींची कार्यप्रणाली व क्षमता यात अशा प्रकारे बदल का घडतात? दुसऱ्या शब्दात असे म्हणता येईल की पेशींच्या कार्यक्षमतेत व पेशींच्या विभाजनात आणि दुखऱ्या पेशींमध्ये सुधारणा होण्याच्या क्षमतेत घट का आणि कोणत्या कारणांनी घडून येते?

तसे तर वय वाढले हे समजावून देण्याचे तीनशेपेक्षा जास्त सिद्धांत आज अस्तित्वात आहेत. परंतु आजकाल चर्चेत असलेल्या दोन सिद्धांतांच्या आधाराने हे समजून घेण्याचा आपण प्रयत्न करून पाहणार आहोत.

फ्री रॅडिकल्स सिद्धांत

वयोवाढीच्या संदर्भात जे जैविक सिद्धांत गेल्या काही दशकात मांडले गेले त्यापैकी फ्री रॅडिकल्स सिद्धांत फार प्रभावी ठरला.

वास्तविक पाहता फ्री रॅडिकल्स पेशीमध्येच तयार होत असतात आणि हा ऑक्सिडेशनचा परिणाम आहे. पेशींमध्ये असलेल्या मायटोकॉण्ड्रीयामध्ये काही क्रिया होत असतात. त्यामुळे अशी काही रसायने तयार होतात की त्यांचा उपयोग ऊर्जा मिळविण्यासाठी पेशींना करता येतो. मायटोकॉण्ड्रीयामध्ये होणारी ही चयापचय क्रिया मुक्त इलेक्ट्रॉन्सच्या देवघेवींवर आधारलेली असते. हे मुक्त इलेक्ट्रॉन्स प्रथम ऑक्सिजनला येऊन मिळतात. नंतर ऑक्सिजनचा हायड्रोजनबरोबर संयोग होतो त्यामुळे पाणी तयार होते व ऊर्जा मुक्त होते. यालाच ऑक्सिडेशन असे म्हणतात. परंतु या प्रक्रियेला कधीकधी मधूनच अडथळा



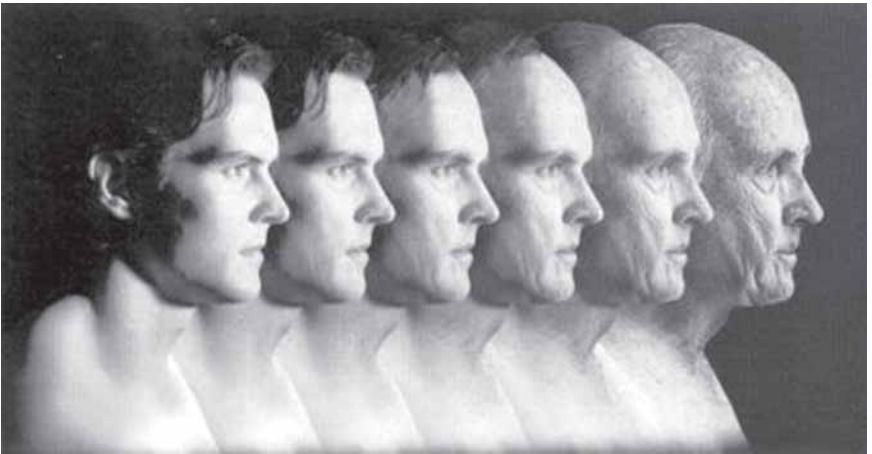
फ्री रॅडिकल्सची निर्मिती

येतो. कित्येक वेळा हे इलेक्ट्रॉन्स ऑक्सिजनच्या संपर्कात येण्याऐवजी ऑक्सिजनच्या वेगळ्याच अणू प्रकाराच्या संपर्कात येतात. त्यामुळे असा एक अणू बनतो की त्यात एक जादा इलेक्ट्रॉन असतो. त्या जादा इलेक्ट्रॉनला 'फ्री रॅडिकल' असे म्हणतात. उदाहरणार्थ हायड्रॉक्सिल सुपर ऑक्साईड आणि पेरॉक्साईड. अशा प्रकारच्या सर्व पदार्थांच्या समूहाला ROS हे समूहवाचक नाव दिलेले आहे. (ROS म्हणजे रिअॅक्टिव्ह ऑक्सिजनस्पेसिज) ROS हे अतिशय सक्रिय असतात. त्यांच्या वाटेत येणाऱ्या नत्रयुक्त, स्निग्ध, आरएनए किंवा डीएनए अशा कोणत्याही पदार्थांला ते घायाळ करू शकतात. इतकेच नव्हे तर एखाद्या पेशीला सुद्धा निष्क्रिय बनवतात.

फ्री रॅडिकल्सच्या निर्मितीमुळे आपले खाणेपिणे, वातावरणाचे प्रदूषण व आपल्या जीवनप्रणालीवर सुद्धा परिणाम होतो.

आनुवंशिक कारणे

वय वाढण्याची काही आनुवंशिक कारणे असतील, असं समजून त्या वेळच्या वैज्ञानिकांनी पेशीचे वय वाढण्याचा काही आनुवंशिक संबंध आहे काय, हे शोधण्याचा प्रयत्न केला. पेशीत असणारा गुणसूत्रे हा घटक आनुवंशिकतेला जबाबदार असतो. पेशीत आढळणाऱ्या डीएनए व प्रथिने एकत्र येऊन गुणसूत्र तयार होते. गुणसूत्राच्या डीएनए या अंशातच जीवाची सर्व (जैविक) माहिती दडलेली असते. गुणसूत्राच्या एका टोकाला झाकणाप्रमाणे टिलोमियर नावाचे आवरण असते. प्रत्येक पेशी स्वतःसारखीच एक पेशी बनवत असते किंवा असे म्हणता येईल की पेशींचे लागोपाठ विभाजन होत असते व अनेक पेशी तयार होत असतात. प्रत्येक विभाजनानंतर टिलोमियरचा आकार लहान लहान होत जातो. प्लॉस्टिकचे बूच जसे पुन्हापुन्हा वापरल्याने झिजते, त्याचप्रमाणे



तारुण्याचा झरा

काळ कोणासाठी थांबत नाही असं म्हटलं जातं. हे सत्य आहे पण काळ प्रत्येकासाठी सारख्याच गतीनं जात नाही हेही खरं. विशेषतः वृद्धत्वाच्या बाबतीत आपल्याला याचा प्रत्यय येतो. शास्त्रज्ञांच्या मते प्रत्येक व्यक्तीनुसार वेगवेगळ्या पेशींच्या वाढीचा वेग वेगवेगळा असतो. त्यामुळे काळानुसार वय आणि जैविक यात फरक असतो. शारीरिक दृष्ट्या पाहता एखादी व्यक्ती ४० वर्षांची वाटू शकते पण ती काळानुसार ५० वर्षांची असेल. म्हणजे ती वयापेक्षा लहान वाटते. याउलट एखादी व्यक्ती ५० वर्षांची असूनही ५८-६० वर्षांची म्हणजेच वयापेक्षा जास्त वाटू शकते. असं का होतं याचं वैज्ञानिक कारण अजून पूर्ण उलगडलेलं नाही. पण काही सामाजिक कारणं देता येतात.

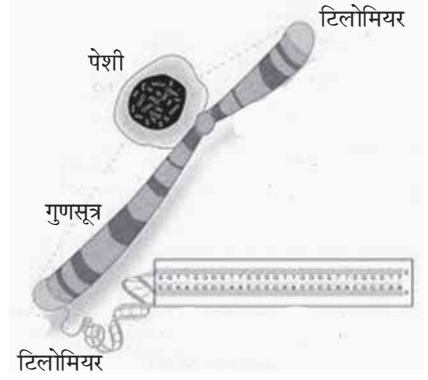


वातावरण, जीवनशैली, ताणतणाव, जीवनातील चढउतार, सुखदुःख, व्यायामाची सवय किंवा व्यसनं या सर्वांचा पेशींच्या वृद्धीदरावर परिणाम होतो. एकाच वयाच्या खेड्यात आणि शहरात राहणाऱ्या दोन व्यक्तींमध्ये हा फरक सहज जाणवतो. पण प्रत्येकालाच तरुण दिसण्याची इच्छा मात्र असते. जवळजवळ प्रत्येक देशात एकदा तरी अशी वदंता उठत असे की तेथे कोण्या एका जमान्यात लोक वृद्ध होतच नव्हते. ते नेहमी तरुणच असायचे. अशाच एका वदंतेनुसार त्यावेळी कोठेतरी एक 'युवाझरा' होता, त्या झऱ्याच्या पाण्याचा एखाद्या माणसाने एक घोट जरी घेतला तरी तो तत्काळ सुंदर आणि तरुण दिसू लागे. प्रत्येक देशात आणि प्रत्येक काळात लोकांना युवावस्थेत कायम राहणेच आवडत असते, याचा या वदंता म्हणजे एक पुरावाच आहे. आजच्या काळातही युवावस्थेचा तो झरा सौंदर्यप्रसाधने आणि सौंदर्य वाढविण्यासाठी कराव्या लागणाऱ्या शस्त्रक्रियांच्या रूपाने अस्तित्वात आहे. या आधुनिक झऱ्यांमुळे आजच्या मानवाला तरुणपणाचा भास उत्पन्न करता येतो.

टिलोमियर दरवेळी घासला जातो. सतत होणाऱ्या घर्षणाने तो लहान आणि कमजोर होत जातो आणि त्याबरोबरच नवीन पेशी निर्माण होण्याची व पेशींचे विभाजन होण्याची शक्यता व क्षमता कमी कमी होऊ लागते. नवीन पेशी तयार होत नाहीत त्यामुळे शरीरातील दुखऱ्या व पडजड झालेल्या पेशींमध्ये सुधारणा होण्याची क्रिया लहानपणी आणि युवावस्थेत जितक्या जलद गतीने होत होती, तशी आता होत नाही. वयोमान खूप वाढल्यावर शरीर कमजोर होण्याचे हेच एकमेव कारण आहे.

टिलोमियर : पेशींचे घड्याळ

वृद्धावस्थेच्या अधिक अभ्यासावरून असे आढळले की जास्त वयस्कर लोकांच्या पेशीच्या टिलोमियरचा आकार अपेक्षेपेक्षा लहान होता. जणू काही टिलोमियर हे आपल्या शरीरातील पेशींचे घड्याळच आहे. पेशींचे घड्याळ या अर्थाने म्हणायचे की टिलोमियर कमजोर होत चालल्यामुळे आपल्याला पेशींचे वाढते वय व त्यांची कमी होणारी कार्यक्षमता याचा अंदाज येतो आणि त्याबरोबरच शरीराला आलेला कमजोरपणा



आपल्याला वृद्धत्वाच्या वाटेकडे घेऊन जातो. दुसऱ्या दृष्टिकोनातून या घटनेकडे पाहिले तर वेगाने वाढणाऱ्या वयावर टिलोमियरच्या साहाय्याने ताबा मिळवता येणे भविष्यकाळात शक्य आहे. याच्याही पुढे जाऊन असे म्हणता

येईल की आपले वयोमान आपल्याला परत मागे वळवता येईल (म्हणजे संपलेली युवावस्था परत चालू करता येईल). पण यासाठी टिलोमियरमध्ये काही सुधारणा कराव्या लागतील, टिलोमियरमध्ये सुधारणा करण्यास जबाबदार असणारी वितंचके कदाचित भावी काळात

युवाज्ञेच्याची उणीवही भरून काढतील. येथपर्यंत सर्व विचार सिद्धांत रूपांने मांडले गेले आहेत अजूनही त्याविषयी अभ्यास चालू आहे.

हिंदीशैक्षणिक संदर्भ अंक ८५ मधून साभार.

लेखक - अम्बरीश सोनी, संदर्भ टीममध्ये सहभागी

अनुवाद - गो.ल. लॉडे, निवृत्त प्राचार्य

भारतासाठी ऊर्जा सुरक्षितता

लेखांक १

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

ऊर्जेची उपलब्धता हा सध्या वादाचा आणि चर्चेचा मुद्दा बनला आहे. स्वयंपाकाच्या गॅसच्या वाढत्या किमती आणि दर महिन्याला बदलणाऱ्या पेट्रोल आणि डिझेलच्या किमतींनी मध्यमवर्गीयांच्या मासिक अंदाजपत्रकाची एकीकडे वाट लावली आहे, तर विजेच्या टंचाईची झळ बसून शेतकरी व छोटे उद्योजक हैराण झालेले आहेत. वीजनिर्मिती प्रकल्पांबद्दल चालू असलेल्या वादांनी स्थानिक आणि राष्ट्रीय राजकारणही ढवळून निघते आहे.

आपण विज्ञानाच्या अभ्यासक्रमात ऊर्जेबाबत जे काही शिकतो - शिकवतो, त्यात कधीही आपल्याच आजुबाजूच्या या वास्तवाचे प्रतिबिंब पडलेले दिसत नाही, हा आपल्या अभ्यासक्रमाच्या रचनेतला दोष आहे. खरे तर देशाला ऊर्जा सुरक्षिततेकडे नेणारी वैज्ञानिक दृष्टी विद्यार्थ्यांपर्यंत पोहोचवण्याची संधी अभ्यासक्रम रचनाकारांनी वाया घालवली आहे, असेच म्हणावे लागेल. या लेखमालेद्वारे अभ्यासक्रमातील ही त्रुटी दूर करण्याचा प्रयत्न करत आहे. आपल्या प्रतिक्रिया व सूचना जरूर कळवाव्यात.

पदार्थविज्ञानात आपण ऊर्जेच्या रूपांबद्दल दिसणारी रूपे आहेत - उष्णता, गतिज ऊर्जा शिकतो आणि ऊर्जा अक्षय्यतेचा नियमही आणि प्रकाश किंवा सर्वच प्रकारची

आपल्याला माहित असतो. ऊर्जेची रूपे, ऊर्जेचे स्रोत आणि ऊर्जा सुविधा या वेगवेगळ्या गोष्टी आहेत, हे सर्वप्रथम आपण लक्षात घेतले पाहिजे. ऊर्जेची निसर्गात



विद्युतचुंबकीय प्रारणे, पेट्रोल, डिझेल, वीज वगैरे सर्व ऊर्जेचे वाहक किंवा स्रोत आहेत. या स्रोतांपासून आपण आपल्याला पाहिजे त्या

रूपातील ऊर्जा मिळवू शकतो. उदा. विजेचा प्रवाह वापरून आपण स्वयंपाकासाठी विजेची शेगडी चालवतो, म्हणजे उष्णता मिळवतो. विजेवर पंप चालवून आपण पाणी जमिनीवरून गचीवरच्या टाकीपर्यंत चढवतो, म्हणजे गतिज ऊर्जा मिळवतो. विजेचा वापर करून आपण दिवे पेटवतो, म्हणजे प्रकाश ऊर्जा मिळवतो. यामध्ये स्वयंपाक करणे, पाणी वरच्या टाकीत चढवणे, अंधारात प्रकाश मिळवणे, या सर्व ऊर्जा सुविधा आहेत, ऊर्जेचा वापर करून आपण साध्य केलेली आपली कामे आहेत.

मग आता विचार करा पेट्रोल हा ऊर्जेचा स्रोत आहे. पण नुसते पेट्रोल जवळ असेल, तर आपण पुण्याहून मुंबईला जाऊ शकतो का? पेट्रोलवर चालणारे वाहनही आपल्याकडे असेल, तरच हा प्रवास करणे आपल्याला शक्य होईल. आपल्या वाहनाला डिझेल लागत असेल, तर फुकट पेट्रोल मिळाले तरी आपले काम होणार नाही. म्हणजेच आपली गरज पुण्याहून मुंबईला जाता येणे ही आहे, पेट्रोल ही आपली गरज नाही. पेट्रोलच्या वापराखेरीज हा प्रवास करण्याचा इतर काही पर्याय उपलब्ध असेल, तरी आपले काम भागणार आहे. त्याच्याही पुढे जाऊन विचार करूया - आपल्याला पुण्याहून मुंबईला नेमके कशासाठी जायचे आहे? गेट वे ऑफ इंडिया बघण्यासाठी जायचे असेल, तर प्रवासाला पर्याय नाही, पण एखाद्या व्यक्तीला भेटण्यासाठी जायचे असेल, तर

कदाचित फोन किंवा इंटरनेटच्या वापरानेही काम होऊ शकेल, प्रत्यक्ष प्रवास करण्याची गरजही पडणार नाही. थोडक्यात म्हणजे आपल्याला हवी असलेली ऊर्जा सुविधा मिळवण्यासाठी तंत्रज्ञानाचे कोणकोणते पर्याय उपलब्ध आहेत, आणि त्यांचे फायदे तोटे काय, हे लक्षात घेणेही आवश्यक आहे.

सर्वात महत्त्वाचा मुद्दा म्हणजे, ऊर्जा अक्षय्य असली, तरी ऊर्जेचे स्रोत अक्षय्य नाहीत! आपण एखादा ऊर्जा स्रोत आपली एखादी ऊर्जा सुविधेची गरज भागवण्यासाठी वापरतो, तेव्हा त्यातील काही भाग त्यावेळी आपल्या दृष्टीने बिनकामाच्या अशा ऊर्जेच्या रूपात रूपांतरित होतो आणि आपले कोणतेही काम न भागवता, आपल्या हातातून निसटून जातो. या साऱ्या प्रक्रियेत जेवढा ऊर्जा स्रोत आपण वापरतो, तो संपून जातो. संगणकामध्ये एक पंखा असतो, हे तुम्हाला माहित असेल. विजेचा वापर करून जेव्हा संगणकाचे काम चालवले जाते, तेव्हा काही अंशी विजेपासून उष्णता तयार होते. या उष्णतेमुळे तापमान वाढून आतील नाजूक विद्युतमंडळांचे नुकसान होऊ नये यासाठी पंखा चालवावा लागतो. संगणकात अशी नको असलेली उष्णता निर्माण झाली नाही, तर विजेची बचत होईल. पण तसे प्रत्यक्ष घडत नाही कारण, पदार्थविज्ञानाच्या नियमांनुसार, ऊर्जा स्रोतांपासून ऊर्जा सुविधा मिळवण्याचे कोणतेही तंत्रज्ञान शंभर टक्के कार्यक्षमतेने काम करू शकत नाही. आपली

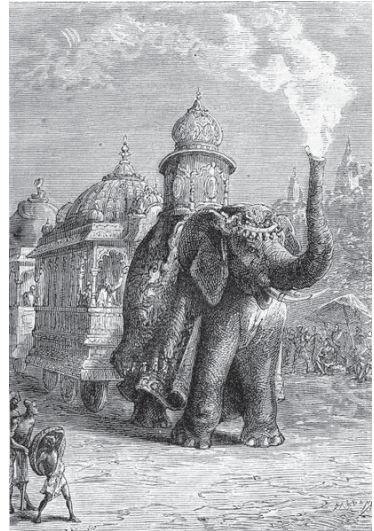
गरज भागवताना काही ना काही प्रमाणात ऊर्जा स्रोत वाया जातातच. ऊर्जा स्रोत अक्षय्य नसतील आणि रूपांतराच्या प्रत्येक प्रक्रियेत काही प्रमाणात वाया जाणार असतील, तर जास्तीत जास्त कार्यक्षम तंत्रज्ञान वापरणे एवढाच एक पर्याय आपल्या हातात राहतो. अर्थातच तांत्रिक संशोधनात वेगवेगळ्या तंत्रज्ञानांची कार्यक्षमता वाढवणे हे सर्वात महत्त्वाचे उद्दिष्ट असायला हवे.

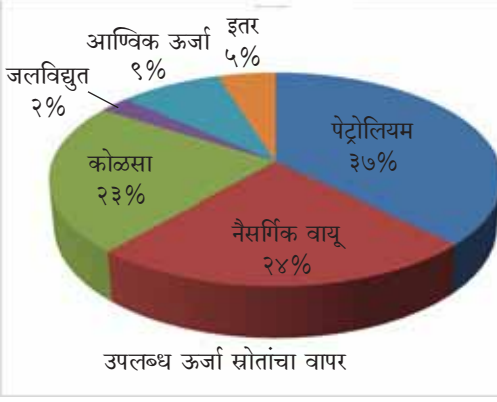
या सर्व गोष्टी लक्षात घेऊन आपण विचार करू लागलो, तर आपल्या लक्षात येईल की आपल्या देशाला दरवर्षी अमुक अमुक इतक्या मेगावॉट विजेची गरज आहे. किंवा अमुक अमुक दशलक्ष टन तेलाची गरज आहे, ही विधाने अपुरी आहेत. या आकडेमोडी करताना काय गृहीतके वापरली आहेत, कोणता ऊर्जा स्रोत कोणत्या ऊर्जा सुविधांच्या पूर्ततेसाठी प्राधान्यक्रमाने

ऊर्जा - विज्ञानापलीकडे

१८८० साली ज्यूल व्हर्न या प्रसिद्ध फ्रेंच लेखकाची एक कादंबरी प्रसिद्ध झाली. तिचे नाव होते, वाफेचे घर.

कादंबरी प्रसिद्ध झाली त्या सुमारास वाफेवर चालणारी वाहने युरोपातील रस्त्यांवर दिसू लागली होती. त्यावेळच्या क्रांतीकारीच म्हणायला हवे अशा वाफेच्या इंजिनाच्या वैज्ञानिक शोधाचे प्रतिबिंब लोकप्रिय माध्यमांमध्ये न पडते तरच नवल. ही कादंबरी याचेच एक उदाहरण आहे. कादंबरीचे नायक आहेत काही ब्रिटीश अधिकारी. हे लोक भारतात प्रवास करतात आणि त्यासाठी त्यांनी वापरलेले वाहन आहे, वाफेवर चालणाऱ्या यांत्रिक हत्तीने ओढले जाणारे एक घर! कादंबरीचा कालावधी १८५७ च्या बंडानंतरचा आहे. या बंडाच्या प्रमुख सूत्रधारांमध्ये नानासाहेब पेशवे एक होते आणि बंड अपयशी ठरल्यानंतर ते गायब झाले. या कादंबरीत ज्यूल व्हर्नने नानासाहेब पेशव्यांचे पात्र रेखाटले आहे आणि त्यांच्या शेवटाची कल्पित कथा रंगवली आहे. अर्थात कादंबरी युरोपियन दृष्टिकोनातून असल्यामुळे कथानकातील ब्रिटीश अधिकारी नायक तर नानासाहेब पेशवे खलनायक आहेत. एका युरोपियन लेखकाच्या नजरेतून १९व्या शतकातल्या भारताचे दर्शन घडते, हे या कादंबरीचे आणखी एक वैशिष्ट्य.





अणुऊर्जा वापरायची, की सौरऊर्जा वापरायची, की कोळसाच वापरत राहायचे की आणखी काही नवे तंत्रज्ञान वापरायचे, ही चर्चा देशभर चालू आहे. पण आपल्या आजच्या एकूण ऊर्जा वापरात विजेचा वाटा किती आहे, हे तुम्हाला माहित आहे? आपल्या आजच्या एकूण ऊर्जा वापरात

वापरण्याचे ठरवले आहे, त्यासाठी काय प्रकारच्या तंत्रज्ञानाची उपलब्धता गृहीत धरली आहे, भविष्यात तंत्रज्ञानाची कार्यक्षमता वाढण्याबाबत काय अंदाज बांधलेले आहेत, ही माहिती जोवर समोर येत नाही, तोवर ही आकडेवारी बिनकामाची आहे. आपल्याला सुखी समाजजीवन जगण्यासाठी कोणत्या ऊर्जा सुविधांची किती प्रमाणात गरज आहे, हा खरा कळीचा मुद्दा आहे. मग उपलब्ध ऊर्जा स्रोत आणि त्यांच्या वापराचे - उपलब्ध आणि भविष्यात येऊ घातलेले तंत्रज्ञान - यातल्या कोणत्या गरजा किती अंशी पूर्ण करू शकतात, हा पुढचा प्रश्न होईल.

शेवटी विचार करण्यासारखी एक आकडेवारी - आज वीजनिर्मितीसाठी

विजेचा वाटा आहे फक्त १६ टक्के. अर्थात विजेची उपलब्धता वाढली की विजेचा वापरही वाढणार, यात शंका नाही. पण जगातल्या सर्वात विकसित देशांतही देशातल्या एकूण ऊर्जावापरात विजेचा वाटा ४०-४५ टक्क्यांपेक्षा जास्त नाही. आपली विजेपेक्षाही मोठी गरज आहे, ती इंधनांची. वीजनिर्मितीचे अनेक पर्याय आज आपल्या पुढे आहेत, वेळप्रसंगी आपण इंधनांचा वापर करून वीज तयार करू शकतो. पण खनिज इंधनांना पर्याय काय, या प्रश्नाचे अजूनही समाधानकारक उत्तर मिळत नाही, ही खरी चिंता करण्याची बाब आहे.

पुढच्या लेखात आपण आपल्या देशात आज वापरात असलेल्या इंधनांची आजची आणि भविष्यातील उपलब्धता (गरज नव्हे!) काय आहे, याचा विचार करू.



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, समुचित एनव्हायरोटेक संस्थेच्या संचालक. फोन : ९८२२५५८७४३

गणित उद्यानात फेरफटका

भाग - ३

लेखक : नागेश मोने

- जानकी - सर, येऊ का ?
- सर - या. या. जानकी, गंधार. मी वाट पाहतोच आहे. आपल्या गणित उद्यानात इतकी फुलं फुलली आहेत की कोणकोणती दाखवू तुम्हाला असं मला होतं. आणि विशेष म्हणजे ती कोमेजत नाहीत!
- गंधार - सर, समसंख्या, विषमसंख्या, वर्गसंख्या, घनसंख्या, त्रिकोणीसंख्या अशा कितीतरी प्रकारच्या संख्या आपण पाहिल्या. म्हणजे तुमच्या शब्दांत संख्याफुलं. पण असे किती प्रकार आहेत ?
- सर - गंधार, तसं सांगणं कठीण नव्हे अशक्यच आहे. आपल्या नेहमीच्या मूळ संख्याचं पाहाना. गणिताच्या अभ्यासकांना या नेहमी आव्हान देणाऱ्या ठरल्या आहेत.
- जानकी - म्हणजे सर ?
- सर - म्हणजे त्यांच्या संदर्भात इतकं संशोधन सतत चाललेलं असतं की बोलूच नका. कोणतीही संख्या मूळसंख्यांच्या गुणाकाराच्या रूपात लिहिता येते हे तुम्हाला ठाऊक आहे. नुसत्या या मुद्यावरून सुद्धा संख्येच्या विभाजकांची एकूण संख्या आपण काढू शकतो. कसे ते या फेरफटक्यात आपल्याला कळेलच.
- गंधार - सर, मूळ संख्यांबद्दल सांगा ना काही.
- सर - हो सांगतो ना. $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \dots 1$. ही अशी 12 पासून क्रमाक्रमाने 1 ने कमी कमी करत एक संख्या बनविली आहे. ही मूळसंख्या आहे!
- जानकी - पण कसं ठरवायचं सर असं, का भागत बसायचं आपण.
- सर - अलीकडे संगणकाचा वापर करून मोठमोठ्या संख्या मूळसंख्या आहेत का ते ठरवतात. युक्लिडने मूळसंख्या अनंत आहेत असं दाखवून दिलंय.
- गंधार - सर, आम्हालाही त्यांचे म्हणणे सांगा .

- सर - सोपं आहे. पहिल्या दोन मूळसंख्या आहेत २ आणि ३. त्यांच्या गुणाकारात १ मिळवा. उत्तर येईल ७. ७ ही २, ३ या मूळसंख्यांपेक्षा मोठी मूळसंख्या आहे. संख्या घेतल्या २, ३ व ५. त्यांच्या गुणाकारात म्हणजे ३० मध्ये १ मिळवला की उत्तर आले ३१. ३१ ही मोठी मूळसंख्या आहे २, ३, ५ पेक्षा. म्हणजे प्रत्येकवेळी मोठी मूळसंख्या मिळते आहेच.
- गंधार - समजलं सर आम्हाला.
- सर - छान. १० पर्यंत २, ३, ५ आणि ७ या चार मूळसंख्या आहेत. १०० पर्यंत ४० मिळायला हव्यात या हिशोबाने पण आहते २५.
- जानकी - हो सर, चौथीच्या शिष्यवृत्ती परीक्षेत असतो प्रश्न असला. आता याच हिशोबाने १००० पर्यंत २५० मूळ संख्या व्हायला हव्यात पण कमी होत असणार !
- सर - जानकी, बरोबर आहे तुझा अंदाज. १००० पर्यंत मूळ संख्यांची संख्या १६८ आहे. इथं ५०० पर्यंतच्या मूळसंख्या नोंदवल्या आहेत. मागच्या फेरफटक्यात आपण पाहिले होते १ ते ९ पर्यंतचे सर्व अंक एकेकदा वापरून तयार होणारी संख्या मूळ असणार नाही. आहे नं लक्षात?
- गंधार - हो सर. त्यातील सर्व अंकांची बेरीज ४५ येते आणि ४५ ला ९ ने भाग जातो म्हणजे संख्या मूळसंख्या राहणार कशी?
- सर - बरोबर गंधार. पण १ ते ९ पर्यंतचे अंक वापरून तयार होणारी ९८७६५४३१ ही मोठी मूळसंख्या आहे.
- जानकी - सर, पण यात २ नाहीत वापरलेले.
- गंधार - आणि सर, शून्यही नाहीत यात.
- सर - बरोबर आहे दोघांचे हे. पण शून्य वापरूनही ९८७६५४१०३ अशी मूळसंख्या मिळते बरंका. विषय सुरू आहे म्हणून सांगतो १३ मधील अंकांची अदलाबदल केली की ३१ मिळतात. १३ व ३१ दोन्हीही मूळसंख्या. १७ आणि ७१ दोन्हीही मूळसंख्या!
- गंधार - सर ३७ आणि ७३ देखील तसेच होताहेत.
- सर - बरोबर गंधार
- जानकी - सर १३, १७, ३७, ३९ अशा १०० पर्यंतच्या संख्या आहेत या.

- सर - जानकी बरोबर आहे तुझं. आता आणखी सांगतो ११३ या संख्येतील अंकांनी क्रमाने म्हणजे चक्रीय पद्धतीने जर आपण १३११ ३११ अशा संख्या तयार केल्या तर त्यादेखील मूळसंख्या आहेत. १९७ ही मूळसंख्या आहे. या संख्येबद्दलही अशीच कृती करा.
- गंधार - म्हणजे सर ९७१, ७१९ याप्रमाणे ना.
- सर - हो, हो, तर या सुद्धा मूळसंख्या आहेत.
- जानकी - पण सर, लोक हे शोधतात कसं?
- सर - जानकी काही लोक हौशी असतात. अंकांशी खेळत बसणे त्यांना आवडते. त्यातूनच असं मजेशीर, सर्वांना आनंद देणारं असं त्यांना सापडतं. तुम्हालाही मी कापरेकर सरांच्या संख्येबद्दल सांगणार आहे.
- गंधार - सर मूळ संख्यांची चाळणी शिकलोय आम्ही.
- सर - हो छान आहे ती. सर्वांत मोठी मूळसंख्या शोधण्याचा प्रयत्न सतत सुरू आहे. आपल्याला प्रश्न पडतो का म्हणून हा खटाटोप करायचा? मोठमोठ्या गणितींच्या दृष्टीनेही यात महत्त्वाचे असे काही नाही. पण तुम्हाला आश्चर्य वाटेल काही जणांनी असल्या कामाला मोठमोठी पारितोषिके ठेवली आहेत. अर्थात आपल्याला समजेल अशी खूप मौजमजा आहे यात. आता उदाहरणार्थ २३० व २३१ या दोनसंख्या घ्या.
- जानकी - पण सर २३० आणि २३१ मूळसंख्या नाहीयेत.
- सर - होय जानकी. पण एक तर खरं. या क्रमानं येणाऱ्या संख्या आहेत. क्रमागत संख्या म्हणतात यांना. तो शब्द जाऊ द्या. पण २३० चे २, ५, २३ असे मूळ अवयव आहेत आणि २३१ चे ३, ७, ११ असे दोन्ही संख्यांच्या मूळ अवयवांची संख्या ३ च आहे. मूळच्या संख्याही क्रमाने. संख्यांची, अशा अटी पाळणारी ही लहानात लहान जोडी आहे.
- गंधार - सर १२ चे २, २, ३ आणि १८ चे ३, ३, २ असे तीन तीन अवयव आहेतच की !
- जानकी - गंधार, १२ व १८ क्रमाने येणाऱ्या कुठे आहेत?
- गंधार - हो खरेच की !
- सर - क्रमाने येणाऱ्या १३०९, १३१० आणि १३११ या तीन संख्या अशा आहेत की त्यांच्याही मूळ अवयवांची संख्या तीनच आहे !

- गंधार - मजाच आहे सर. आम्ही कशाला विचार केलाय याचा? घ्या संख्या, काढा मूळ अवयव असलंच करत बसायचे.
- सर - तुम्हाला सांगतो, आपण गट क्रमाने अंक लिहिले जसे १, १२, १२३, १२३४, १२३४५, याप्रमाणे तर अशा पहिल्या १३५०० संख्यात एकही संख्या मूळसंख्या नाही!
- जानकी - त्याच्यापुढे आढळतात का?
- सर - ते शोधायला अजून वाव आहे. साधं उदाहरण देतो तुम्हाला. २ पेक्षा मोठी कोणतीही समसंख्या दोन मूळसंख्यांच्या बेरजेने दाखविता येते असा अंदाज आहे. गोल्डबाख या रशियन गणितीने हा मांडलाय. २५० वर्ष झाली पण हा अंदाज अद्याप खोटा ठरला नाहीये. उदा. $८ = ३ + ५$, $१० = ५ + ५$ याप्रमाणे. गोल्डबाखचा अंदाज विषम संख्यांबाबत नेहमी उपयोगाचा नाहीये. उदा. २३ ही संख्या दोन मूळसंख्यांच्या बेरजेने नाही दाखवता येत.
- जानकी - भन्नट आहे हे सगळं.
- सर - हो तर! १ वर सोळा शून्ये देऊन तयार होणाऱ्या संख्येच्या ६ पटीपर्यंतच्या संख्यांपर्यंत या अंदाजाचा पडताळा संगणकाने घेतलाय तो खरा ठरलाय पण अजूनही हा अंदाजच आहे.
- गंधार - ऐकताना भारी वाटतं.
- सर - हं, किती साधा अंदाज आहे हा. पण अद्याप त्याचं खरं-खोटपण कायमस्वरूपी नाही नक्की झालं. गणितात सुटलेल्या प्रश्नांपेक्षा न सुटलेले प्रश्नच अधिक आहेत बहुधा.
- जानकी - सर हा तुमचा 'अंदाज' आहे नं!
- सर - जानकी मोठ्या चतुराईनं बोलायला लागलीय की !
- गंधार - सर, कापरेकरांच्या संख्येबद्दल सांगणार आहात ना!
- सर - हो तर पण त्या अगोदर आणखी काही विचार करूया की! मी सुरुवातीला म्हटलं त्याप्रमाणे कोणतीही संख्या, मूळ अवयवांच्या गुणाकाराच्या रूपात मांडता येते त्याबद्दल. म्हणजे २० हे २ आणि ५ च्याच गुणाकाराने दाखविता येतात. ६३ बद्दल सांगा पाहू.
- गंधार - सर, $३ \times ३ \times ७$ होतील.

- जानकी - म्हणजे $3^2 \times 7$ असं म्हणता येईल.
- सर - बरोबर जानकी. म्हणजे $3^2 \times 7^1$ असंही म्हणता येईल. 63 ला कोणकोणत्या संख्येनं भाग जातो?
- गंधार - 63 ला $1, 3, 7, 9, 21, 63$ यांनी.
- सर - म्हणजे भाजकांची संख्या झाली 6 . आणखी एखादी संख्या घेऊया. 100 च्या.
- जानकी - 100 म्हणजे $2^2 \times 5^2$ होईल.
- सर - बरोबर. 100 च्या भाजकांची संख्या लिहा. किती आहेत?
- गंधार - $1, 2, 4, 5, 10, 20, 25, 50, 100$, सर 9 आहेत.
- सर - 63 चे एकूण भाजक 6 , 100 चे एकूण भाजक 9 . तर एखाद्या संख्येच्या भाजकांची एकूण संख्या कशी काढायची?
- जानकी - संख्या लहान असेल तर यादी करून पाहता येईल. पण संख्या मोठी झाली की मात्र प्रश्न पडेल.
- सर - त्यासाठी गणितींनी एक सूत्रच शोधलंय. मगाचंच उदाहरण घेऊया 63 चं. $63 = 3^2 \times 7^1$ यात $(2 + 1)$ त्याला $(1 + 1)$ ने गुणायचं म्हणजे 3 ला 2 नं गुणायचं उत्तर 6 . तसंच 100 साठी $2^2 \times 5^2$ मधली प्रत्येक घातांकात 1 मिळवा व गुणाकार करा. म्हणजे $3 \times 3 = 9$ भाजक येणार. आता 48 साठी सांगा पाहू.
- गंधार - $48 = 16 \times 3$ म्हणजे $2^4 \times 3^1$.
- सर - छान. चला पुढे.
- जानकी - म्हणजे $(4 + 1)(1 + 1)$ म्हणजे भाजकांची संख्या 10 असेल.
- सर - बरोबर जानकी, चला खात्री करा.
- गंधार - $1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 48$. दहा आहेत सर.
- सर - वा! काय, फेरफटक्यात बरंच काही मिळायला लागलं ना?
- जानकी - सर, पूर्वी आम्ही नुसतंच भागत बसायचो. पण असला विचार नव्हता मनात आला.
- सर - मी देखील तुम्हा मुलांना शिकवायला लागलो तेव्हाच अधिक शिकू शकलो.

मग हे वाच, ते वाच, याचं ऐक, त्याचं ऐक असं करत करत इथपर्यंत पोहोचलो.

- जानकी - सर, मूळसंख्या शोधायच्या तर भागाकार करता आला पाहिजे. शाळेत २, ३, ४, ५, ९ यांच्या कसोट्या सांगतात. काही वेळा ६, ८, ११ यांच्याही कसोट्या सांगतात पण ७ ची कसोटी, १३ ची कसोटी अशा कसोट्या करतात कशा?
- सर - जानकी, चांगला प्रश्न आहे तुझा. पुढच्या जाऊदे पण ७ ची कसोटी सांगतो तुम्हाला. संख्येतील एककस्थानच्या अंकाची दुप्पट, राहिलेल्या संख्येतून वजा करावयाची असं करत जायचं. बाकी जर का शून्य अथवा ± ७ आली की भाग जाणार नक्की.
- गंधार - सर, उदाहरण घेऊनच सांगता का?
- सर - चालेल. समजा ६३, ३ ची दुप्पट ६ ही दशकस्थानच्या ६ मधून वजा केली की शून्य राहतात. मग ६३ ला ७ ने भाग जाणारच. समजा २६४ ही संख्या आहे. ४ ची दुप्पट ८ ही २६ मधून वजा केली की १८ राहतात. १८ ला काही ७ ने भाग जात नाही म्हणून २६४ ला ७ ने भाग जात नाही. तुम्ही ६५१ साठी प्रयत्न करा.
- गंधार - १ची दुप्पट दोन आणि ६५ मधून २ वजा केले की ६३ मिळतात. ६३ ला ७ ने भाग जातो म्हणून ६५१ ला ७ ने भाग जातोच.
- सर - बरोबर गंधार. ७ ने भाग घालविण्याची आणखी एक कसोटी सांगतो तुम्हाला. सांगू?
- गंधार - हो सांगा सर. सोपी आहे नं.
- सर - अर्थातच. उदाहरण घेऊया. ४७१ साठी पाहूया. ४ ची ३पट करा. आले १२. १२ मध्ये ७ मिळवा झाले १९. १९ ला ७ ने भागल्यावर बाकी राहिली ५. ५ ची ३ पट करून त्यात १ मिळवा. उत्तर आले १६. १६ ला ७ ने भाग जातो का? नाही. म्हणून ४७१ ला ७ ने भाग जात नाही. तुम्ही ६५१ साठी प्रयत्न करा पाहू.
- जानकी - ६ ची ३ पट १८, त्यात ५ मिळविले झाले २३, २३ ला ७ ने भागले की उरतात २ त्याची ३ पट म्हणजे ६ आणि ६ मध्ये १ मिळवून आलेल्या ७ ला ७ ने पूर्ण भाग जातोच आहे!

- सर - वा! जानकी अभिनंदन!
- गंधार - सर, कापरेकरांची संख्या?
- सर - हो. हो. लगेच सांगतो. कापरेकर म्हणून एक माध्यमिक शिक्षक होते. नाशिकच्या जवळ देवळाली नावाच्या गावात त्यांनी खूप निरनिराळ्या संख्या शोधल्या आहेत. ६१७४ ही अशीच जगप्रसिद्ध संख्या. सर्व अंक समान नसणारी कोणतीही एक चार अंकी संख्या घ्या. संख्येतील अंकांच्या साह्याने मोठ्यात मोठी व लहानात लहान संख्या तयार करा. त्यातील फरक काढा. पुन्हा वरील क्रिया करा. एकवेळ अशी येतेच की आपल्याला ६१७४ ही संख्या मिळतेच मिळते.
- जानकी - पण असं करायचं किती वेळा.
- गंधार - सरळ आहे ६१७४ मिळेपर्यंत.
- सर - गंधार, तसं नाही. कापरेकरांनी याचं उत्तर शोधलं आहे. जास्तीत जास्त ७ वेळा करावं लागतं असं.
- जानकी - सर, ६१७४ पासूनच विचार करूया.
- गंधार - चालेल.
- जानकी - ७८४१ मधून १४६७ वजा करूया. अरेच्या ६१७४ लगेच मिळाले !
- सर - वा! कापरेकरांनी तर आणखी एक मजा सांगितली आहे. ४२० चा फरक म्हणतात ते. म्हणजे पहिला अंक ९ त्यातून ४ वजा करून मिळणारे ५ हा दुसरा अंक, त्यातून २ वजा करून मिळणारे ३ हा तिसरा अंक व शेवट तोच. म्हणजे संख्या ९५३३ होणार. यावर वरील क्रिया केली की ६१७४ लगेचच मिळतात!
- जानकी - सर असं तीन अंकी, चार अंकी, पाच अंकी असं साऱ्या संख्यांबाबत होणार ना?
- सर - हो, करून पहा. प्रत्येक वेळी स्थिरांक वेगळा मिळतोच. चला आता या पुढच्या आठवड्यात आणखी फेरफटका मारूया या गणित उद्यानात!
- गंधार - चालेल सर. नमस्ते सर.
- सर - नमस्ते

लेखक : नागेश मोने, कांतीलाल शहा प्रशाला सांगली येथे मुख्याध्यापक, विज्ञान आणि गणित विषयक लेखन करतात.

नदी-विकास

विकासकामांचे पर्यावरणावर होणारे परिणाम
व त्यांचे मूल्यमापन

लेखक : शांती वैद्य

मानवी जीवन अधिकाधिक आरामदायी आणि आनंददायी होण्यासाठी विज्ञानाच्या अनेक शोधांची खूपच मदत झाली आहे. अत्यावश्यक अशा नैसर्गिक स्रोतांचे योग्य उपयोजन करून मानवाने त्यात भर टाकली आहे. नदीच्या वाहत्या पाण्यावर धरणे बांधून अडवलेल्या पाण्याच्या उंचीचा फायदा घेऊन वीजनिर्मिती करणे हे उपयोजन एव्हाना आपल्या सर्वांच्या चांगलेच ओळखीचेही झाले आहे. अशा धरणप्रकल्पांमुळे विजेशिवाय इतर फायदेही मिळतात. जसे, पाण्याची बारमाही उपलब्धता. ही घरगुती वापर, शेती, कारखाने या सर्वांसाठीच गरजेची असते. या प्रकल्पांमुळे पूर-नियंत्रणही साधते. स्वातंत्र्यानंतर लगेचच राबवलेल्या पंचवार्षिक योजनांमधून देशभर अनेक धरण प्रकल्प बांधले गेले. त्यातले काही पूर्ण होऊन तर ४० वर्षांपेक्षाही अधिक वर्षे झाली.

आता पुन्हा एकदा अशा प्रकल्पांमधून मिळणाऱ्या फायद्या-तोट्याचा हिशेब लावायला हवा. विशेषतः अशा प्रकल्पांमुळे

पर्यावरणावर पडणाऱ्या प्रभावाचे मोजमाप करायला हवे असा विचार गेल्या २०-२५ वर्षांत पुढे आला. पूर्वी अशा प्रकल्पांबाबत ढोबळ मानाने ते बनवण्यासाठी येणारा अंदाजित खर्च, त्याला लागणाऱ्या तंत्रज्ञानाची उपलब्धता अशी मोजमापे केली जात. त्याला खर्च : फायदा गुणोत्तर म्हटले जाई. इ.स. १९७६-७७ मध्ये योजना आयोगाने विज्ञान-तंत्रज्ञान विभागातर्फे अशा प्रकल्पांचा पर्यावरणीय दृष्टिकोनातून अधिक अभ्यास आणि शक्य ती मोजमापे करायचे ठरवले. १९८२ पासून ज्यात जनतेचा पैसा गुंतवला जातो अशा सार्वजनिक क्षेत्रातील सर्वच प्रकल्पांना अशा तऱ्हेचे मोजमाप करणे आवश्यक केले गेले.

तामिळनाडूतील सायलेंट व्हॅली प्रकल्पाचा अभ्यास अशा तऱ्हेने प्रथम केला गेला. त्यात असे आढळून आले की त्या क्षेत्रात सापडणाऱ्या विशिष्ट जैवविविधतेचा न्हास होण्याचा धोका नियोजित प्रकल्पातून संभवतो. म्हणून १९८५ मध्ये हा प्रकल्प करू नये असा निर्णय घेण्यात आला.

तेव्हापासून प्रकल्पवादी आणि पर्यावरणवादी असे तटही पडले. मात्र वैज्ञानिक दृष्टिकोनाला अनुसरून अशा प्रकल्पांच्या फायद्या-तोट्याचे मोजमाप करण्याच्या पद्धतीत भारतात हळूहळू सुधारणा होत गेली. पर्यावरण संरक्षण कायदा १९८६ साली पास केला गेला. त्यानुसार 'नदी घाटी / नदी खोरे प्रकल्पांच्या पर्यावरणीय प्रभावांचे' मोजमाप करण्यासाठी काही मार्गदर्शक सूचना निश्चित झाल्या. त्यानंतर गेली सुमारे २५ वर्षे अशा मोजमाप पद्धतीत सतत सुधारणा होते आहे.

एक तर, कोणत्याही विज्ञान विषयाच्या अभ्यासात जसे मोजमापाचे महत्त्व आहे, तेच यालाही लागू आहे. मात्र परिणामांचे

मोजमाप करणे काहीसे जटील आहे. कारण पर्यावरणाचे सर्व घटक एकमेकांना बांधलेले असतात, काहीच सुटे-सुटे नसते. नदी खोऱ्याशिवाय रस्ते आणि पूल बांधणी, खाणकाम, समुद्रातील बांधकामे, औष्णिक किंवा अणुऊर्जा प्रकल्प यांनाही हे मोजमाप आवश्यक आहे. नैसर्गिक स्रोतांचा जपून वापर केला तर पर्यावरणाला धक्का न लावता किंवा कमीत कमी नुकसान सोसून शाश्वत विकास साधता येतो आणि पर्यावरण स्नेही पद्धतीनेही मानवाचे कल्याण होऊ शकते; हा विचार या मोजमाप खटाटोपातून ठळक होतो.

नदी प्रकल्पांमुळे होणाऱ्या पर्यावरणीय प्रभावांचा अभ्यास करताना कोणत्या तांत्रिक बाबी विचारात घेतात याचा आपण इथे



ढोबळमानाने आढावा घेऊ. प्रकल्पामधे अंतर्भूत असलेल्या आर्थिक बाबींची चर्चा इथे केलेली नाही. प्रकल्पाच्या सुयोग्यतेचे मोजमाप करताना विचारात घेतले जाणारे काही मुद्दे असे -

१. पर्यावरण आणि परिसंस्था : काही परिसरात अतिविशिष्ट अशी झाडे, वनस्पती, प्राणी इ. असतात. इतरत्र ती सापडत नाहीत. विकास कामात त्यांची हानी म्हणजे जैवविविधतेचे नुकसान ठरते. प्रत्येक जाती-प्रजाती मधील जीव हे निसर्गचक्राचा एक महत्त्वाचा भाग असतात, अशा वेळी त्या जातींचे इतरत्र स्थलांतर आणि पुनर्वसन असे मार्गही अनुसरता येतात. उदा. हिमालयीन टापूमध्ये काही ठिकाणी अतिविशिष्ट परिस्थिती आहे. जंगलातील ठरावीक मार्गाने जाण्याचा अनेक प्राणिसमूहांचा परिपाठ असतो. ते मार्ग प्रकल्पाखाली गेले किंवा प्रकल्पामुळे अडवले गेले तर वन्यप्राणी

गोंधळून जातात, असे प्रभाव नक्कीच टाळले जाऊ शकतात.

२. भूशास्त्रीय - भूकंपीय परिस्थिती : जमिनीत खोलवर काही ठिकाणी पोकळ्या/भेगा असतात त्यांना भूभ्रंश म्हणतात. अशा ठिकाणी आधीपासूनच भूकंपासाठी अनुकूलता असते. धरण प्रकल्पांमुळे अशा टापूत भूकंप होतात का किंवा वाढतात का याविषयी गेल्या २५ वर्षात खूपच अभ्यास केला गेला. त्यातून दिसते की केवळ धरण जलाशयामुळे भूकंप होतात असे निःसंदिग्धपणे म्हणणे शक्य नाही, पण त्यापासून भूकंपीय अनुकूलतेत भर पडते असे मानणारा एक गट आहेच. प्रकल्प प्रभावांच्या अभ्यासात हाही मुद्दा विचारात घेतला जातो. आधीपासूनच भूकंपासाठी संवेदनशील असलेल्या टापूत अशा प्रकल्पांना हिरवा कंदील मिळत नाही.

हिमालयीन टापू हा अनेक ठिकाणी सैल





गाळाचे सापळे

स्तरित खडकांचा आहे. त्यामुळे तेथे वेगात वाहणाऱ्या नद्यांमध्ये गाळाचे प्रमाण खूपच असते. पर्वतीय उतारांमुळे या नद्यांवर वीजनिर्मिती करण्यासाठी अनुकूलताही आहे. पण गाळाच्या प्रचंड प्रमाणामुळे असे पाणी वीजनिर्मिती संचाचे नुकसान करू शकते. तसेच गाळाने धरणे भरून जाऊ शकतात. त्यामुळे गाळाच्या प्रमाणाचे मोजमाप, धरणाचा आकार यांचा योग्य मेळ बसला तरच प्रकल्प शक्य होतो. विशिष्ट तंत्रज्ञानाने जलाशयाच्या वरच्या बाजूला खोलगट भाग करतात. त्यामुळे प्रवाह काहीसा संध होतो आणि वाहून येणारा गाळ खाली बसण्यास मदत होते, परिणामी नितळ पाणी वीजनिर्मिती संचाकडे वळवता येते. यांना गाळाचे सापळे (sediment traps) म्हणतात.

मध्य व दक्षिण भारतात नियोजित प्रकल्पाची जागा योग्य आहे का हे

तपासण्यासाठी तेथील जमिनीचा उंच - सखलपणा विचारात घेतला जातो. नदीकाठाने बराच भाग सखल असेल तर धरण बांधल्यानंतर जलाशयाचे पाणी बरेच लांबवर पसरते. अर्थातच बुडित क्षेत्र जास्त, मात्र त्या मानाने साठा कमी मिळतो. शिवाय पुनर्वसनाचे काम वाढू शकते.

३. बुडित क्षेत्र आणि आवश्यक पुनर्वसन
: धरण प्रकल्पांमध्ये एक मोठा जलाशय किंवा सरोवर तयार होणार असते. अशा वेळी त्या नदीच्या काठाजवळ खूप वस्ती असेल तर तितक्या लोकांना पर्यायी जागा, व्यवसायाचे साधन इ. प्रकारे पुनर्वसित करणे आवश्यक असते. हे करण्यासाठी पुरेशी जागा तसेच संसाधनांची उपलब्धता या गोष्टी महत्त्वाच्या असतात. हे सर्व समाधानकारकपणे तसेच कायदेशीरदृष्ट्या होऊ शकणे महत्त्वाचे असते. अन्यथा असा



प्रकल्प सामाजिक दृष्ट्या शक्य होत नाही.

४. पाणी, येणारे आणि जाणारे : विशिष्ट प्रदेशात पडणारे पर्जन्यमान मोजलेले असते. हिमालयीन नद्यांमध्ये उन्हाळ्यात बर्फ वितळून येणाऱ्या पाणलोटाने प्रमाणही वर्षानुवर्षे मोजलेले असते. धरणाचा आकार, प्रकार, व्याप्ती ही तेथील पाणलोटाला पुरेशी असावी लागते. त्यासाठी सुयोग्य असे धरणाचे डिझाईन अनुभवी तंत्रज्ञ करतात. धरणभिंतीमुळे पाण्याचा खूप मोठा साठा अडवलेला असतो. अशा वेळी अनपेक्षितपणे जास्त पाऊस झाला तर आधीचा साठा आणि पावसाचा पाणलोट मिळून खालच्या भागात पूर परिस्थिती निर्माण होते. अर्थात पावसाचे ठराविक मान ओलांडले तरच असे होते. अन्यथा, अडवलेले पाणी नंतरच्या कोरड्या

महिन्यांमध्ये सर्वच प्रकारच्या कामांसाठी उपयोगी पडते. प्रकल्प होण्याआधी वारंवार येणाऱ्या पुरालाही अशा प्रकल्पांमुळे आळा बसतो.

५. पाण्याची गुणवत्ता : धरणामुळे एका प्रवाही जलसंस्थेचे साठा - जलसंस्थेत परिवर्तन होते. नदीचा प्रवाही खळखळाट कमी होतो, यामुळे हवेतील प्राणवायू पाण्यात मिसळण्याची क्रिया मंदावते. आसपासच्या वाड्या-वस्त्या, शेते, शिवारे, कारखाने यातून येणारे सांडपाणी मात्र पूर्ववत येतच राहते. त्यामुळे नदीतील नैसर्गिक शुद्धिकरण प्रक्रिया जलाशय बनल्यावर मंदावते. कारण त्या पाण्यात विरघळलेला प्राणवायू हा वाहून आलेल्या जैव प्रदूषकांचे विघटन करण्यास कमी पडतो.

जलाशयाला येथून मिळणारे प्रवाह आणि मुख्य नदीतून येणारा प्रवाह तसेच जलाशयातून पाणी सोडले जाणे, उचलले जाणे या क्रियांमुळे जलाशयातील पाण्याची काही प्रमाणात घुसळण होते; पण ती नदीच्या तुलनेने कमीच असते. मंद प्रवाही जलाशय परिसंस्थेत शैवाल इ. ची वाढ होण्यास अधिक अनुकूलता असते. कारण काही सूक्ष्म वनस्पती तेथे वाढू शकत नाहीत. आवश्यक पोषकद्रव्ये (नायट्रोजन आणि फॉस्फरस) असतील तर केवळ पाण्याचा वेग कमी झाल्याने शैवालांची लक्षणीय वाढ होते. पर्यायाने पाण्याची गुणवत्ता खालावते.

काही प्रकल्पांच्या बाबतीत बारमाही पाण्याची निकड भागवण्यासाठी वरीलपैकी

काही बाबतीत तडजोड करून प्रकल्प पूर्ण केला जाऊ शकतो. मात्र स्वीकारलेल्या तडजोडी आणि त्यातून मिळणारा फायदा याचा ताळा जमवावा लागतो. आणि त्याचे वस्तुनिष्ठ आकलन होण्यासाठी गरज असते ती मोजमापांची. त्यामुळे प्रकल्पपूर्व स्थितीची कल्पना येण्यासाठी अनेक पाहण्या/मोजमापे करावी लागतात. हल्ली त्यासाठी संगणकाच्या मदतीने गणितीय प्रतिमानन (मॉडेल) वापरले जाते. यात नैसर्गिक प्रक्रियांची (मिसळण, जैव रासायनिक क्रिया) गणिती भाषेत मांडणी केलेली असते. त्यामुळे प्रकल्पोत्तर परिस्थितीची कल्पना अधिक चांगली येऊ शकते. त्यातून प्रकल्पांमुळे होणाऱ्या प्रभावाचे मोजमाप शक्य तितके अचूक होऊ शकते.

पर्यावरणावरील प्रभावाचे मूल्यमापन : एका काल्पनिक नदी-प्रकल्पाचे उदाहरण

मूल्यमापनासाठी एक ढोबळ आराखडा बनवतात. त्यानुसार खालील बाबी करतात.

1. मूल्यमापनाच्या कामाची व्याप्ती आणि क्षेत्र ठरवून घ्यायचे.
2. ह्या क्षेत्रात वर उल्लेख केलेल्यापैकी कोणकोणत्या घटकांवर कितपत परिणाम होण्याची शक्यता आहे त्याची यादी करायची. उदा. मानवी वस्ती, दुर्मिळ वनस्पती, प्राणी-कीटक इ. सांस्कृतिक वारसा, जमीन, पाणी, हवामान, भूरचना वगैरे घटकांतील आंतरसंबंधामुळे काही विशेष प्रभावांची शक्यता असेल तर त्याचाही यादीत समावेश करायचा.
3. यादीत आलेले काही परिणाम चांगले (धन) तर काही वाईट (ऋण) किंवा क्रमशः फायदेशीर आणि हानिकारक असतील त्यांचे ढोबळमानाने श्रेणी/आकड्यात मोजमाप करायचे.
4. कोणत्याही प्रकल्पात फक्त फायदेशीर प्रभाव असेल हे अशक्य असते. मात्र हानिकारक घटकांचा प्रभाव कमीत कमी होईल अशा पर्यावरण-स्नेही उपायांची योजना नक्कीच करता येते. अशा योजनांचे अनेक पर्याय शोधून तयार करायचे. त्यातील उत्तम पर्याय तारतम्याने निवडायचा.

५. उपाययोजना विचारात घेऊन प्रकल्पामुळे होणारा परिणाम कितपत गंभीर आहे, तो चालवूनही प्रकल्प प्रत्यक्षात आणणे कितपत योग्य आहे यावर निर्णय अवलंबून असतो.

अ) कामाची व्याप्ती- क्षेत्र हे साधारणपणे प्रकल्पाच्या संकल्पित जागेच्या वर पाणलोट क्षेत्राच्या दिशेने काही कि. मी. तसेच खाली काही कि.मी. असे निश्चित करतात. पाणलोट क्षेत्रात होणाऱ्या/संभवणाऱ्या बाबी प्रभाव क्षेत्र ठरवण्यात महत्त्वाच्या असतात. उदा. मोठ्या प्रमाणावर उपनगर सदृश्य मेगासिटी किंवा सहल स्थळ इ. कामे जल सिंचन प्रकल्पावर खूप प्रभाव करणारी असतात. त्यामुळे भूचरणा आणि संकल्पित प्रकल्पाच्या खालच्या बाजूस असणारा नदीचा प्रवाह ह्यावर विपरित परिणाम होत असतो. हे लक्षात घेऊन ठरवलेल्या क्षेत्रात प्रकल्प पूर्ण झाल्यावरही अंदाजित बदलांचे निरीक्षण, निश्चित पाहणीद्वारा करण्याची योजना केलेली असते.

ब) वर उल्लेख केलेल्या घटकांची नोंद करून त्या त्या घटकाचे नमुने गोळा करून प्रकल्पपूर्व परिस्थिति नोंदली जाते. विशेषतः माती आणि पाणी ह्या घटकांची प्रत नोंदली जाते. त्यांची भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणवैशिष्ट्ये अभ्यासली जातात. हे नमुने गोळा करण्यासाठी अभ्यास क्षेत्रात विशिष्ट जागा ठरवल्या जातात. प्रकल्पानंतरही विशिष्ट काळापर्यंत नमुने तपासण्याचे काम केले जाते.

क) प्रभावित होण्याची शक्यता असणारे घटक कोणते आणि प्रभाव कोणत्या प्रकारचा असेल ह्याचे अंदाज बांधलेले असतात. उदा. आसपास कारखाने, शेती, मानवी वस्ती असेल तर त्यातून येणारे सांडपाणी कसे व किती असेल, ते मुख्य नदीला मिळताना उपनद्या, नाले, ओढे यातील पाण्यासह मिळेल का? त्यातून किती पाणी व गाळ वाहून आणला जाईल वगैरे.

ड) हानिकारक प्रभावांची तीव्रता कमी करण्यासाठीच्या योजना - उदा. जलविद्युत प्रकल्पात वाहत्या नदीचे साचलेल्या जलाशयात रूपांतर होते. खळखळट कमी झाल्याने ऑक्सिजन पाण्यात मिसळणे कमी होऊ शकते. त्यामुळे प्रदूषण सामावून घेण्याची क्षमता कमी होते. अशावेळी प्रदूषकांवर/सांडपाण्यावर प्रक्रिया करण्याचे संयंत्र बसवून ही तूट भरून काढता येते. पाणलोट क्षेत्रात झाडे लावून त्या क्षेत्रातून माती गाळ धुवून येण्याची शक्यता कमी करता येते.

सामाजिक, आर्थिक, तांत्रिक बाबींमध्येही हानिकारक प्रभावांची भरपाई करण्यासाठी विस्तृत अशीच योजना बनवावी लागते. त्यामुळे उत्तम व्यवस्थापन पद्धती वापरून धन प्रभावांचे वजन वाढते. अशाच प्रकल्पांना मान्यता मिळू शकते, अन्यथा नाही!



लेखक : शांती वैद्य, केंद्रीय जल आणि ऊर्जा संशोधन केंद्रात कार्यरत.



ध्वनी

भाग ६

लेखक : अतुल फडके

आवर्त (Harmonics) म्हणजे काय हे आपण या पूर्वी पाहिले आहेच. त्याची थोडी उजळणी करू.

ताणलेली तार कंप पावू लागली की त्यातून विशिष्ट ध्वनी ऐकू येतो. हा ध्वनी म्हणजे अनेक कंपनसंख्यांच्या ध्वनींचे मिश्रण असते. या मिश्रणात एक मूळ कंपनसंख्येचा ध्वनी आणि या मूळ कंपनसंख्येच्या पटीतील (दुप्पट, तिप्पट... इत्यादि) कंपनसंख्येचे ध्वनी असतात. मूळ कंपनसंख्या तारेची लांबी, घनता, जाडी आणि तारेवरील ताण या गोष्टींवर अवलंबून असते हे आपण मागे पाहिलेच आहे. ही मूळ कंपनसंख्या जर 'क्ष' असेल तर या कंपनसंख्येच्या पटीतील म्हणजेच २क्ष, ३क्ष, ४क्ष, ५क्ष... या कंपनांचे ध्वनीसुद्धा याच तारेतून निर्माण होतात. यांनाच आवर्त असे म्हणतात.

जी गोष्ट तारेची, तीच बासरीची किंवा खरं तर सर्वच वाद्यांची आणि गाणाऱ्यांच्या आवाजाची. सर्वच सांगीतिक ध्वनी हे आवर्तांच्या मिश्रणातूनच तयार झालेले

असतात. ज्या ध्वनीत आवर्तांचे प्रमाण जास्त असते अशा ध्वनीला संगीताच्या भाषेत 'जवारीदार आवाज' असे म्हटले जाते.

भारतीय अभिजात संगीतात सप्तक रचना करताना या बाबीचा विचार केलेला दिसतो. भारतीय सप्तक हे आवर्तांवर आधारलेले आहे. कसे ते आता पाहू.

सप्तक हे सर्व प्रकारच्या संगीताचा आधार आहे. सप्तकाची रचना समजावून घेणे संगीत समजण्यासाठी फायद्याचे ठरेल. सप्तक या शब्दात अभिप्रेत असल्याप्रमाणे सप्तकात सात शुद्ध स्वर असतात. षड्ज किंवा 'सा' हा सप्तकाचा आधार स्वर आहे. बाकीच्या सहा स्वरांचे 'सा' बरोबर नेमके नाते आहे. 'सा' चे स्थान म्हणजेच त्या स्वराची कंपनसंख्या ठरल्यानंतर बाकीच्या स्वरांचे स्थान म्हणजेच त्या स्वरांची कंपनसंख्या पक्की होते. याच अर्थाने 'सा' हा इतर स्वरांचा 'जनक' आहे. 'Natural harmonic scale' किंवा 'नैसर्गिक आवर्ती सप्तकात' 'सा' ची

स्वर	कंपनसंख्या	कंपने/प्रती सेकंद
सा	१	१००
रे	९/८	११२.५
ग	५/४	१२५
म	४/३	१३३.३
प	३/२	१५०
ध	५/३	१६६.६
नी	१५/८	१८७.५
सा	२ (वरचा सा)	२००

मूळ कंपनसंख्या =	१०० Hz
२ रा आवर्त =	२०० Hz
३ रा आवर्त =	३०० Hz
४ था आवर्त =	४०० Hz
५ वा आवर्त =	५०० Hz

कंपनसंख्या १ मानल्यास 'रे' पासून वरच्या सप्तकातील 'सा' यातील संबंध खाली दाखविल्याप्रमाणे असतो. त्याचप्रमाणे 'सा' ची कंपनसंख्या १०० Hz (१०० कंपने प्रती सेकंद) असल्यास बाकीच्या स्वरांची मधील कंपनसंख्या अनुक्रमे तक्त्यात दाखविली आहे.

या सप्तकाचे वैशिष्ट्य हे की 'प' हा 'सा' च्या दीडपट तर वरच्या सप्तकातील 'सा' दुप्पट असतो. सा पासून प पर्यंत ५ स्वर येतात. त्यातली मधला स्वर ग. त्याची कंपनसंख्या 'प'च्या निम्मी म्हणजेच १२५ येते. पण सा रे ग म प ध नी सा यातील प्रत्येक स्वरांची कंपनसंख्या ही समान अंतरावर नाही. प्रत्येक स्वर हा वेगळ्या अंतरावरील कंपनसंख्या दर्शवतो आणि हे भारतीय सप्तकाचे वैशिष्ट्य आहे. जगभरातील अनेक सप्तकात ही बाब आढळते. पण महत्त्वाची गोष्ट अशी की ९/८, ५/४,... ही गुणोत्तरे आली कुठून? हे जाणून घेण्यासाठी आवर्त म्हणजे काय आणि त्याचा सप्तक रचनेशी काय संबंध आहे हे समजावून

घेऊ. हिशोबाच्या सोईसाठी मूळ कंपनसंख्या १०० Hz मानल्यास आवर्तांची कंपनसंख्या काय येते ते तक्त्यात दाखविले आहे.

१०० Hz चा स्वर आणि त्याच्या दुपटीचा म्हणजेच २०० Hz चा स्वर हे एकमेकात पूर्णपणे मिसळून जातात. हे दोन्ही स्वर श्रवणेंद्रियात एकाच प्रकारची संवेदना निर्माण करतात त्यामुळे तीव्रता सोडल्यास ते एकमेकांसारखेच जाणवतात. १०० Hz चा स्वर 'सा' मानल्यास २०० Hz च्या स्वराला वरच्या पट्टीतील म्हणजेच वरच्या सप्तकातील 'सा' म्हटले जाते. या 'सा'ला सोयीसाठी आपण 'सां' असे संबोधू. 'सां' पासून पुढील सप्तक सुरू होते. जर 'सा' पासून सुरू होणाऱ्या सप्तकाला 'मध्यसप्तक' मानले तर 'सां' पासून सुरू होणाऱ्या सप्तकाला 'तार सप्तक' असे म्हणतात, आणि ५० Hz पासून सुरू होणाऱ्या सप्तकाला 'मंद्र सप्तक' असे म्हणतात. तार सप्तकाच्या वर अतीतारसप्तक असते तर मंद्र सप्तकाच्या खालच्या सप्तकाला अतीमंद्रसप्तक असे म्हणतात.

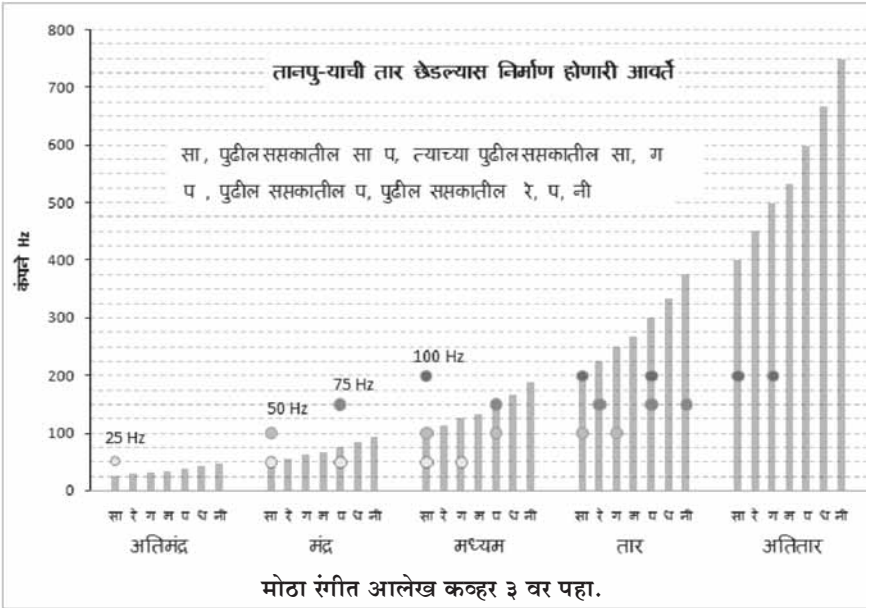
आता असा विचार करा की तानपुऱ्यावरील एक तार आपण ५० Hz ला म्हणजेच मंद्र सप्तकातील सा ला लावली. ही तार छेडल्यावर या तारेतून ५० Hz च्या

बरोबरीने या स्वराचे प्रामुख्याने पहिले पाच आवर्तसुद्धा निर्माण होतात. याचाच अर्थ असा की ५० Hz सा मध्ये १०० Hz, १५० Hz, २०० Hz आणि २५० Hz या कंपनसंख्येचे स्वरही अंगभूतपणे सामावलेले असतात. यांपैकी १०० Hz, चा स्वर म्हणजे मध्यसप्तकातील सा तर २०० Hz, चा स्वर म्हणजे तारसप्तकातील सा असतो. त्याचप्रमाणे १५० Hz हा मध्यसप्तकातील प असतो. २५० Hz चा स्वर तारसप्तकात येतो, या स्वराला तारसप्तकातील गंधार म्हणजेच तार ग म्हणतात.

या विवेचनावरून तुमच्या लक्षात आले असेल की एखादी तार छेडल्यानंतर त्या तारेतून एक मूळ स्वर आणि त्याच्या बरोबरीने दुसऱ्या आणि तिसऱ्या पट्टीतील स्वर, त्या

स्वराचा दुसऱ्या पट्टीतील दीड पट्टीचा स्वर म्हणजेच त्या स्वराचा दुसऱ्या पट्टीतील पंचम आणि तिसऱ्या पट्टीतील सव्वा पट्टीचा स्वर म्हणजेच त्या स्वराचा तिसऱ्या पट्टीतील गंधार यांच्या मिश्रणाने तयार झालेला मिश्र ध्वनी आपल्या कानावर पडतो. या आवाजात सा-ग-प या स्वरांचे मिश्रण असते. हे मिश्रण नैसर्गिक असून सप्तक रचनेत अत्यंत मूलभूत आहे. गणिती स्वरूपात सांगायचे तर सा-ग-प चे प्रमाण १ : ५ / ४ : ३ / २ किंवा १ : १.२५ : १.५० असे आहे.

आता एखाद्या सप्तकातील सा सोडून दुसऱ्या एखाद्या स्वराचा गंधार म्हणजे काय ते पाहू. उदाहरणार्थ प चा ग म्हणजे काय? प हा सा धरला तर त्यापासून तिसरा स्वर हा त्याचा ग - या सप्तकातील सा च्या



स्वर	कंपनसंख्येचे गुणोत्तर	लांबीचे गुणोत्तर	तारेची लांबी
सा	२:३	१ : १	१००.०
रे	९ : ८	८ : ९	८८.९
ग	५ : ४	४ : ५	८०.०
म	४ : ३	३ : ४	७५.०
प	३ : २	२ : ३	६६.७
ध	५ : ३	३ : ५	६०.०
नी	१५ : ८	८ : १५	५३.३
सां	२ : १	१ : २	५०.०

दीडपट प आहे म्हणजेच प = सा × ३/२.
 प चा ग म्हणजे प × ५/४. किंवा
 सा × ३/२. × ५/४ थोडक्यात
 प चा ग = सा × १५/८. आता प चा ग
 म्हणजे प पासून (प धरून) तिसरा स्वर. तो
 येतो नी. म्हणून नी = सा × १५/८.

याचप्रमाणे प चा प म्हणजे,

प × ३/२ = सा × ३/२ × ३/२ =
 सा × ९/४. हा स्वर म्हणजे वरच्या
 सप्तकातील रे. या स्वराचा निम्मा स्वर किंवा
 आधीच्या सप्तकातील रे. तो येतो
 सा × ९/८.

सा पासून रे ग प नी आणि वरच्या
 सप्तकातील सा या स्वरांची स्थाने कशी

ठरतात ते आपण पाहिले. आता म चे स्थान
 कसे ठरविले ते पाहू. वरच्या सप्तकातील
 सा हा खालच्या सप्तकातील ज्या स्वराचा
 पंचम म्हणजेच प आहे असा स्वर तो म.
 म्हणजेच म हा सा धरल्यास त्यापासून येणारा
 पाचवा स्वर त्याचा प म्हणून म चा प हा
 वरच्या सप्तकातील सा येतो.

दुसऱ्या भाषेत सांगायचे तर

म × ३/२ = सा × २. या वरून
 तुमच्या लक्षात येईल की,

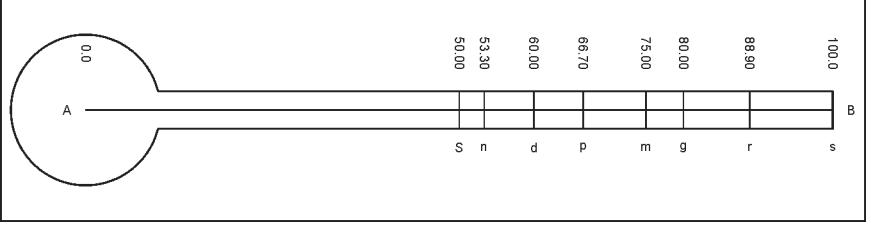
म = सा × ४/३. (मध्यम असा का
 ठरविला हा स्वतंत्र लेखाचा विषय आहे.).
 या म पासून (म धरून) ध हा तिसरा स्वर
 आहे. अर्थात ध म्हणजे म चा ग.

आता म चा ग म्हणजे,

म × ५/४ = सा × ४/३ × ५/४.
 अर्थात ध = सा × ५/३.

वरील सर्व विवेचनावरून आता तुमच्या
 लक्षात आले असेल की सप्तकातील सात
 शुद्ध स्वरांच्या कंपनसंख्येचे सा बरोबर काय
 नाते आहे. हे तानपुऱ्यावर तपासून पाहता
 येईल का? सप्तकातील हे गणित नैसर्गिक





आहे. कंपन-संख्येच्या अभ्यासातून ते शोधून काढले आहे. या गणिताच्या आकलनामुळे स्वरातील कंपनांचा एकमेकांशी असलेला भाव जास्त चांगल्या रितीने समजून घेता येतो.

तुम्हाला आठवत असेल की मागील एका भागात आपण तारेची लांबी आणि कंपनसंख्या यांच्यातील नाते काय आहे ते पाहिले. कंपनसंख्या तारेच्या लांबीच्या व्यस्त प्रमाणात बदलते. लांबी कमी केल्यावर कंपनसंख्या वाढते. सा आणि रे या दोन स्वरात कंपनसंख्येचे नाते आपण वर पाहिल्याप्रमाणे $१:९/८$ असे आहे. तारेच्या लांबीचे प्रमाण कंपनसंख्येच्या व्यस्त प्रमाणात असल्यामुळे सा आणि रे मधील लांबीचे प्रमाण $१ : ८/९$ असे असेल. याचाच अर्थ असा की सा साठी तारेची लांबी १०० सें.मी. घेतल्यास रे साठी ती ८८.९ (सुमारे) असावी लागेल. याच पद्धतीने इतर स्वरांसाठी घ्याव्या लागणाऱ्या तारेच्या लांबीचे प्रमाण काढता येईल. दिलेल्या तक्त्यात स्वर, त्याचे साच्या कंपनसंख्येशी आणि लांबीशी गुणोत्तर तसेच तारेची लांबी दिलेली आहे.

तानपुऱ्याच्या तारेची लांबी १०० सें.मी. पेक्षा वेगळी असेल तर लांबीच्या गुणोत्तराचा

उपयोग करून लांबीचे गणित परत करता येईल. काढलेल्या लांबींचा वापर करून तानपुऱ्याच्या दांडीवर तारेखाली खुणा करून स्वरांची स्थाने ठरविता येतील. आकृती मध्ये खुणा कशा करायच्या ते दाखविले आहे. खुणेपाशी तारेवर लोखंडी पट्टी ठेवून तार छेडल्यास किंवा तार छेडून खुणेपाशी तारेवर पट्टी आणल्यास हवा तो स्वर वाजविता येईल.

पण तानपुऱ्यात तर चारच तारा असतात आणि त्या प सा सा सा, नि सा सा सा किंवा म सा सा सा या स्वरांवर लावतात. कारण तानपुरा हा गायनाच्या साथीला वापरला जातो. पण सतार किंवा वीणेवर मात्र स्वतंत्र वादन केलं जातं. त्यासाठी स्वरांच्या जागा या पद्धतीने ठरवल्या जातात. त्या त्या जागेवर दाब देऊन कंपने निर्माण केली की तो स्वर ऐकू येतो. अशा स्वरावलींच्या आकृतीबंधातूनच कर्णमधुर संगीत निर्माण होतं.

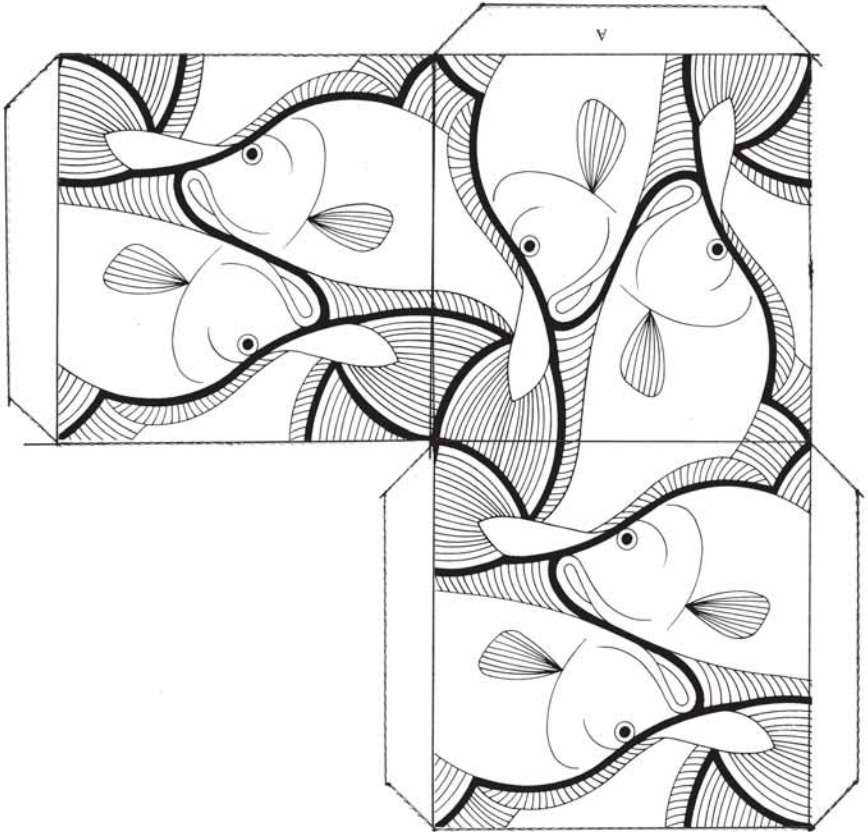


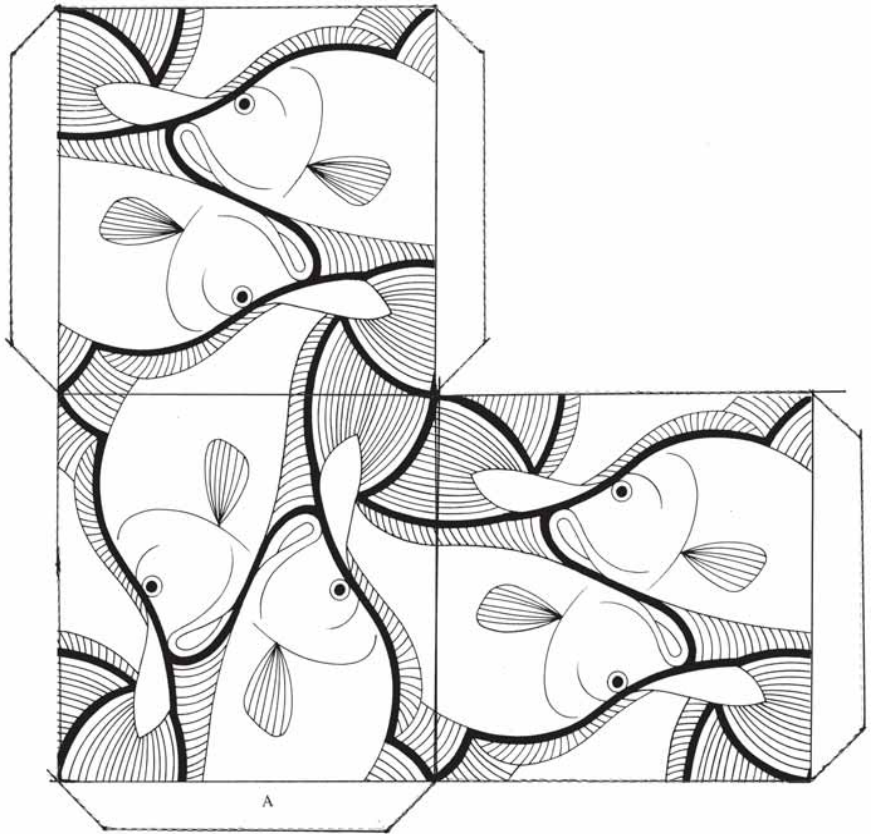
लेखक : अतुल फडके, भौतिकशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक. संगीतातील आणि बासरीतील विज्ञान या विषयी संशोधन करत आहेत.

E-mail : atulbphadke@gmail.com

हे करून पहा

पुढील दोन पानांवर दिलेली चित्रे त्यांच्या बाहेरील रेखांवर व्यवस्थित कापून घ्या. योग्य ठिकाणी आतल्या बाजूला दुमडून आणि जोडून घ्या. घनाचे दोन भाग तुम्हाला मिळतील. हे दोन्ही भाग एकमेकांना जोडल्यास पूर्ण चित्र असलेला घन तयार होईल. वाटलं तर आधी चित्रं रंगवून घ्या आणि मग घन जोडा. जर्मन शास्त्रज्ञ एम.सी. ईशर यांनी अशा अनेक कलाकृती निर्माण केल्या आहेत. पुढील काही अंकामधून आपण त्यातील काही बनवायला शिकू.





आमची संग्राह्य पुस्तके



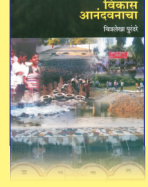
शांतारामा



ज्वाला आणि फुले



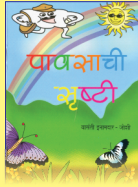
माती जागवील त्याला मत



विकास आनंदवनाचा



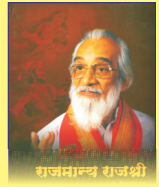
गांधीगिरी



पावसाची सृष्टी



निरंकुशाची रोजनिशी



राजमान्य राजश्री



लग्नीवगुणी



मी आणि माझ्या भूमिका



आधी बीज एकले



आठव मैफलींचा



मोठी माणसं



एक होतं माकड



इस्पिकची राणी

६० ६० ६० ६० ६० कोणत्याही पुस्तकासाठी संपर्क 'साधा' ०३ ०३ ०३ ०३ ०३



रसिक साहित्य प्रा. लि. ☎ : ०२०-२४४५११२९

email : rasiksahitya@vsnl.com | www.erasik.com

उसळणारे चेंडू

लेखक : किरण बर्वे

अगदी लहानपणापासून आपण सगळेच चेंडूशी खेळ करत आलो आहोत. मोठेपणी सुद्धा मला चेंडू दिसला रे दिसला की त्याचे दोन चार टप्पे पाडल्याशिवाय चैन पडत नाही. कुठलाही चेंडू असू दे, उचलून खाली फेकावा, वर आला की पकडून परत खाली टाकावा, खूप मजा येते. ह्या चेंडूंची मोठी गंमत असते, वेगवेगळ्या चेंडूंसाठी हा खेळ वेगवेगळा होतो. रबरी चेंडू खाली टाकला की तो जितका वर येतो तितका प्लॉस्टिकचा येतो असे नाही. म्हणजे रबरी चेंडूशी खेळताना आणि प्लॉस्टिकचा चेंडू खेळताना, चेंडू किती वर येईल याचा अंदाज वेगळा वेगळा.

तुम्ही हेही बघितले असेल. एकदा माझ्या मुलाने, रबीने शिसाळी (ball bearings) आणली. खाली टाकून त्यांना पकडायला गेलो तर ती बेटी खूपच उंच उडाली. रबी, मिहिर, आभा सर्वांनाच कुतूहल वाटले. आम्ही असे ठरवले की ह्याचा अजून अभ्यास करायचा.

आम्ही वेगवेगळे चेंडू जमवले. उदा. रबरी, प्लॉस्टिक, धातूचे, टेनिस, टेबलटेनिस, क्रिकेट, फूटबॉल इ. एकापाठोपाठ हे चेंडू जमिनीवर टाकले. प्रत्येक चेंडू वेगवेगळा उसळला, वेगवेगळ्या उंचीपर्यंत पोचला. ह्याची निरीक्षणे केली आणि ती नोंदवली. कोणता चेंडू सर्वात उंच उसळला आणि सर्वात कमी कोणता उसळला ह्याचा तक्ता केला आम्हाला बरे वाटले.

चेंडू	किती उंच उसळला
रबरी	
प्लॉस्टिक	
धातूचे	
टेनिस	
टेबलटेनिस	
क्रिकेट	
फूटबॉल	

तेवढ्यात मिहिरला प्रश्न पडला की कदाचित चेंडू वेगवेगळ्या उंचीवरून टाकले

असतील त्यामुळे चेंडू किती उसळतात ह्याच्या क्रमात बदल होऊ शकतील. एकच चेंडू वेगवेगळ्या उंचीवरून टाकला की तो कमी जास्त उसळतो. म्हणून परत हा खेळ खेळणे आले. पण कोणीही कंटाळा केला नाही आमच्यात जो संशोधक शिरला होता तो स्वस्थ बसून देत नव्हता. प्रश्न पडला की चेंडू एकाच उंचीवरून टाकला हे कसे ठरवणार. मग असे ठरले कोणा एकाच्या कमरेपासून चेंडू सोडायचा. तसे केल्यावर काही चेंडूंचे उसळणे इतके जवळजवळचे आले की त्यांच्यात क्रम कसा लावणार? म्हणजे नीट मोजायला हवे. आमच्या ह्या खेळाला नेमकेपणा यायला हवा. त्या दिवशी काही ठरले नाही. दुसऱ्या दिवशी भेटायचे ठरले.

मी मुलांना फक्त सुचवायचे काम करत होतो मात्र निर्णय त्यांनीच घेतले. माझे पटले ते केले, नाही पटले तेथे आपले आपण मार्ग काढले. सर्व जण विचार करून आले. चर्चा झाली आणि ठरले की एक मीटरची



पट्टी आणायची. ती बरोबर जमिनीशी काटकोन करेल अशी ठेवायची आणि एक मीटर वरून चेंडू सोडायचा तो किती उसळला हे नोंदवून ठेवायचे.

एका चेंडूसाठी एकदाच वरील प्रयोग करण्यापेक्षा पाचदा करावा. आलेल्या उत्तरांची सरासरी काढायची. ही सरासरी त्या चेंडूसाठी उसळी असे ठरवले. सर्व चेंडू साठी त्यांच्या त्यांच्या उसळ्या काढणे हा पुढचा टप्पा.



चेंडू	उसळी					सरासरी
	१	२	३	४	५	
शिसाळे						
रबरी छोटा						
टेनिस						
क्रिकेट						
फूटबॉल						

हळूहळू पण निश्चित दिशेने आमची वाटचाल सुरू झाली. निरीक्षणे जमा झाली. त्यांचे तक्ते मुलांनी केले. तक्ते वाचणे थोडे कठीण वाटले तेव्हा त्यांनीच आलेख काढायचे ठरवले. प्रत्येक चेंडूसाठी तो किती उसळी घेतो ह्याची गुणोत्तरे सुद्धा मांडली. आता त्यांचे समाधान झाले.

रबरी चेंडू	उसळी
लहान (५ सें.मी. व्यास)	
मध्यम (१० सें.मी. व्यास)	
मोठा (१५ सें.मी. व्यास)	

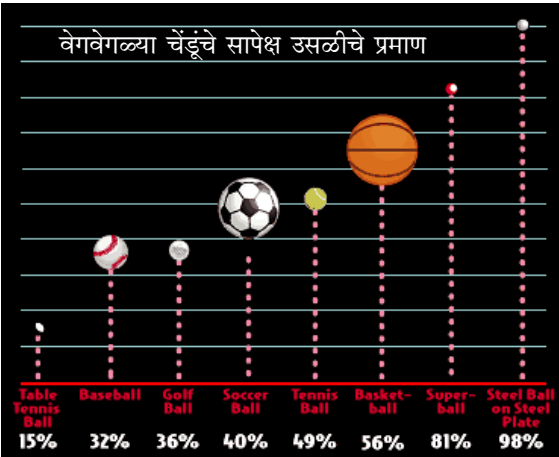
रवी, मिहिर आणि आभाने आपण जे केले ते शिक्षकांना सांगितले. ते कौतुक करून म्हणाले तुम्ही चांगला प्रकल्प केला आहे. अजून थोडे प्रयोग करा आणि नीट लिहा चांगल्या पद्धतीने मांडा की झाले.

पुढील प्रयोग करण्यासाठी सरांनी प्रश्न विचारला की आता तुम्ही घेतलेले काही चेंडू वेगवेगळ्या आकाराचे होते. लहान रबरी चेंडू आणि मोठा रबरी चेंडू साठी उसळी सारखीच असेल का वेगवेगळी असेल ?

रवी, मिहिर आणि आभाने हे प्रयोग केले सरांच्या मदतीने त्यांची चांगली सर्वांना समजेल अशी मांडणी केली. एवढेच नव्हे तर पदार्थाच्या कुठल्या गुणधर्मांमुळे उसळी वेगवेगळी होते आणि टेनिस बॉलची क्रिकेट मॅच आणि खरी मॅच ह्यात फरक का आणि कोणता पडतो अशा प्रश्नांची उत्तरे ही शोधली.

तुम्हीसुद्धा हा प्रकल्प नक्की करून पहा. खेळापरी खेळ आणि खेळातून, निरीक्षणातून शिक्षण. खूप मजा येईल, नक्कीच.

चेंडूची उसळी तो कशापासून बनवला आहे, त्यावर अवलंबून असते. टप्पा टाकताना चेंडू गुरुत्वाकर्षणामुळे जमिनीकडे खेचला जातो. तो जमिनीवर आपटल्यावर त्यातील गतिज



उर्जेमुळे पुन्हा उसळतो. या ऊर्जेमुळे चेंडू ज्या पदार्थाचा बनलेला असतो त्यातील अणूंची काही ठिकाणी गुंडाळी होते तर काही ठिकाणी ते पसरले जातात. प्रत्येक पदार्थात हे वेगवेगळ्या तऱ्हेने होते. म्हणून प्रत्येक चेंडूची उसळी वेगवेगळी असते.

लेखक : किरण बर्वे, गणित शिकवण्याची आवड मो. : ९४२३०१२०३४

मातीपासून विटा

लेखक : राम थत्ते



बांधकामासाठी विटा वापरणे ही गोष्ट फार पूर्वीपासून चालत आलेली आहे. दगडाच्या वापरापेक्षा विटांचा वापर हा सर्वसामान्यांच्या आवाक्यातला ठरला. विटा तयार करताना त्याचा आकार मात्र वेळोवेळी बदलत गेलेला आढळतो.

उत्खननात सापडलेल्या विटांवरून त्या त्या संस्कृतीचा काळ पुराण वस्तुसंशोधकांना सहजगत्या ठरविता येतो.

हरप्पा आणि मोहेंजोदारो येथे सापडलेल्या विटांचा आकार २।। फूट १५ इंच असा होता. तो काळ इ.स.पू. २५०० वर्षे असा होता. कार्बन डेटिंग व बाकीच्या गोष्टींवरून हा काळ ओळखता येतो. तदनंतर सातवाहनकालीन विटा इ.स.पू. २०० ते इ.स. २०० विटाचा आकार हा १८"×९"×३" होता. क्षत्रप कालीन विटांचा आकार १५"×७।।"×३" हा होता. मुसलमानांच्या आक्रमणानंतर, विटांचा आकार ९" × ६" × १" असा होता.

नंतरच्या ब्रिटीश कालीन विटांचा आकार ज्याला टेबल ब्रिक म्हणतात, तो ९"×४।।"×३" असा होता. सध्या त्याच आकाराच्या किंवा २।। जाडीच्या विटा असतात. अत्याधुनिक पद्धतीच्या विटांचा आकार ९" × ६" × ३" असा आहे. तेव्हा विटांच्या आकारावरून आपल्याला त्यांच्या निर्मितीचा काळ समजू शकतो.

विटा करण्याचा व्यवसाय सध्यातर खूपच मोठ्या प्रमाणावर चाललेला आहे. पूर्वी नदीच्या काठावरच विटा करून तेथेच विटांची भट्टी लावण्यात येत असे. अजूनही ती परंपरा आहेच. परंतु सध्या ट्रकने विटांची वाहतूक करावी लागते, त्यामुळे आता महामार्गाच्या बाजूलाच ट्रकने माती आणून, कूपनलिकेचे पाणी वापरून, तेथेच विटा करून भट्ट्यापण तेथेच लावतात. १ ते १।। लाख विटांची भट्टी एकावेळी लावता येते.

विटांकरिता लागणारी माती ही परीक्षण करूनच घ्यावी लागते. मातीची आकार्यता (plasticity) ही तीमध्ये मिसळलेल्या

पाण्यावर अवलंबून असते. काळ्या जमिनीतील माती ही चिक्कण बनविण्यासाठी ४५% पाणी लागते. त्यामुळे त्या मातीचे वाळवल्यानंतर आकुंचन खूप होते म्हणून ती माती चालत नाही. ज्या मातीमध्ये २५% ते ३०% पाणी मिसळून चिक्कणपणा येतो तीच माती योग्य ठरते. जास्त आकार्य असू दे मातीमध्ये जळालेली राख मिसळून, २५% ते ३०% पाणी मिसळून काम करता येते.

१०० ग्राम मातीमध्ये २५-३०% पाणी मिसळून चिक्कण करतात. तिची एक पट्टी करून तिच्यावर १०० मि.मी. ची रेघ ओढली तर ती पट्टी वाळवल्यानंतर ती १०% ते १५% च आकुंचन पावली (म्हणजेच ८५ ते ९० मि.मी.) असली तर ती माती विटा बनविण्यासाठी योग्य ठरते.

बी.एस.एस. (ब्रिटीश स्टँडर्ड स्पेसिफिकेशन) व आय.एस.एस. (इंडियन स्टँडर्ड स्पेसिफिकेशन) प्रमाणे विटांमध्ये २५ ते ३०% सच्छिद्रता लागते. कारण इंग्लंडमध्ये पाऊस हा सततच असल्याने घरामध्ये असलेली आर्द्रता बाहेर जावी व बाहेरील गरम हवा आत येण्यासाठी सच्छिद्रता आवश्यक असते. याच विटांना बाहेरून किंवा आतून प्लॅस्टर केले तर या गोष्टी निरुपयोगी ठरतात. ला कर्बुझिए नावाच्या आर्किटेक्टने चंदिगड हे संपूर्ण शहर वसवले. त्यामधील ऑफिसेस, मार्केट, चौक, रस्ते, इमारती हे सर्व काम त्यांनी आरेखित केले. सिमेंटमध्ये काम करत असताना सर्व ठिकाणी आधारासाठी वापरलेल्या पत्र्यांचे सेंटारिंग अतिशय सुबकपणे



केल्यामुळे सिमेंट स्लॉब्स, छते, खांब वगैरेना कुठेही वरून प्लॅस्टारिंग केलेले नाही. जेथे वीटकाम केलेले आहे तेथे देखील कुठेही प्लॅस्टर केलेले नाही त्यामुळे विटांच्या भुज्या, लालसर रंगाच्या सर्व इमारती चांगल्या दिसतात. तेथे वापरात आलेल्या विटासुद्धा त्यांनी कटाक्षाने चांगल्या पद्धतीने बनवलेल्या होत्या.

फायरींग झाल्यानंतर मातीतील साध्या

Fe₇ म्हणजेच लोहत्वाचे परिवर्तन फेरिक ऑक्साईडमध्ये होते, त्यामुळे विटांना लोभसवाणा लाल रंग प्राप्त होतो. २५ ते ३०% सच्छिद्रता मिळविण्यासाठी पुष्कळ ठिकाणी मातीमध्ये तांदुळाचे तूस वा गवताची बारीक कुट्टी वापरतात.

विटा करण्यासाठी लाकडी साचा करावा लागतो. सागवानी लाकडाचा अर्धा इंच जाडीच्या फळ्यांचा साचा बनवतात.

वीटभट्टी

विटांचीच २' जाडीची भिंत चोहोबाजूने वरील बाजूने आत झुकलेली ठेवावी लागते. या चारी बाजूच्या भिंती सर्व विटा रचून झाल्यानंतर करण्यात येतात. सर्वप्रथम कडाउ विटांची अदमासे सोळा फूट लांब अशी रचना

करतात. ६ इंचा वर पुन्हा कडाउ विटांची रांग करतात नंतर जवळजवळ तीन फूट लांबीचा थर पालथ्या व कडाउ विटांचा थर असे ३ फूट उंचीचे थर झाले की त्यावर ७'' जाडीचा कोळशाचा थर त्यावर पुन्हा ३ फूट उंचीचे विटांचे थर त्यावर ५'' जाडीचा



कोळश्याचा थर त्यावर पुन्हा ३ फूट विटांचा थर त्यावर २'' कोळशाचा थर. त्यावर पुन्हा तीन फुटांचा विटांचा थर. हे थर करीत असताना सर्व बाजूंनी कलत्या विटांचे थर करून ती भट्टी तयार होते. हे सर्व झाल्यानंतर तुरकाट्या वा लाकडाच्या ढलप्या सर्वांत खाली असलेल्या ६'' × १६'' लांबीच्या पोकळीत हलके हलके इंधन जाळून ते सरकवून ३ ते ४ तास भट्टी पेटवावी लागते. खाली दिलेल्या आगीला मोठे लोखंडी लांब गजाचे ८ फूटाचे फावडे घेऊन सरकवावे लागते. या बाहेरून दिलेल्या आगीमुळे कोळश्याचा पहिला थर पेटतो. तो धगधगला की तो वर पसरवलेल्या कोळश्याच्या थरांना पेटवतो.



साचा



साच्यांच्या वरील काठावर काठ आपटल्यानंतर खराब होऊ नये म्हणून लोखंडाचे अँगल वापरतात. साचा करत असताना विटा भाजल्यावर त्यात होणारे आकुंचन विचारात घेऊन वाढ करावी लागते.

विटांच्या साच्यामध्ये बारीक रेती घालून ती सर्व ठिकाणी फिरवून घेतात. मग रिकाम्या साच्यात मातीचा गोळा आपटला जातो व नंतर लाकडी किंवा स्टीलची पट्टी साच्यांवर ओढून जास्तीची माती काढली जाते. नंतर साचा जमिनीवर उपडा केल्यानंतर वीट जमिनीवर टेकली गेल्यानंतर साचा अलगद वर उचलला जातो. एक माणूस सकाळी आठ पासून बारापर्यंत सहजगत्या १००० विटा बनवू शकतो. शेजारीशेजारीच विटा थापल्यानंतर त्या सर्व विटा उन्हात वाळवण्यात येतात. विटा वाळल्यानंतर त्यांची

भट्टी लावण्यात येते.

साधारण ६-७ दिवस भट्टी पेटण्यास लागतात. आग वरपर्यंत पोहोचली की भट्टीवर राख पसरवून भट्टी बंद करावी लागते. एका भट्टीतून निदान ६,१४,४०० विटा सहज निघतात.

या विटांव्यतिरिक्त फेसिंग ब्रिक्स म्हणून प्रकार आहे. कॅंपौंडवॉल सुंदर दिसण्याकरिता ९” x ४।।” या आकारात व १/२” जाडीच्या हँडप्रेसमध्ये काढून त्या पण भट्टीत भाजता येतात.

मध्यपूर्वेमध्ये वा इजिप्तमध्ये उन्हामध्ये वाळविलेल्या (Sun dried brick) विटा वापरतात. पाऊस जास्त नसल्यामुळे व वरून त्या विटांना प्लॅस्टरिंग केल्यामुळे त्या चालू शकतात. आपल्याकडे कुडाच्या भिंती अशाच असतात.



लेखक : राम थत्ते, शिल्पकार; पॉटरी क्षेत्रात डिझायनर म्हणून २० वर्षे काम. दहा वर्षे मंगलोरी कौलांचा कारखाना चालवलेला आहे.

जिकडे तिकडे चोहिकडे । दर्शन गणिताचेच घडे ॥

लेखक : सदाशिव गजानन देव

आपल्या आयुष्यात गणिताच्या शिक्षणाची सुरुवात अगदी लहानपणी होते व हे शिक्षण शालेय अभ्यासक्रमात प्रतिवर्षी प्रगत होत जाते. त्यानंतर क्रमाने गणित शिकणाऱ्या विद्यार्थ्यांची संख्या कमी होत जाते. गणिताच्या या शिक्षण उपक्रमात आपल्याला क्रमिक पाठ्यपुस्तकाशिवाय अन्य प्रकारची पुस्तके उपलब्ध होत नाहीत. याच अभ्यासक्रमात गणित विषय महत्त्वाचा आहे असं वारंवार सांगितले जाते पण गणिताचे महत्त्व काय आहे? याविषयीचा उहापोह क्वचितच केला जातो. व्यवहारात, उद्योगधंद्यात, अन्य शाखांत गणिताचा उपयोग खूप वेळा केला जातो असे नेहमी सांगितले जाते. व्यवहारात गणित कोठे उपयोजित होते ते अनुभवाने लक्षात येते पण अन्य ज्ञानक्षेत्रात गणिताचा नेमका उपयोग कोठे होतो ते मात्र लक्षात आणून दिले जात नाही.

प्राचीन काळी भारतीय शास्त्रज्ञांनी गणित ज्ञानक्षेत्रात खूप मोठी भर घातली. गणिताच्या इतिहासात ही माहिती नमूद केली आहे. पण ही परंपरा परकीय आक्रमणे व अंतर्गत मतभेद या कारणांनी खंडित झाली. स्वातंत्र्यानंतर नवीन व्यवस्था कार्यरत झाल्या

आहेत. पण प्रगतीचा टप्पा गाठण्यासाठी भारतीयांना खूपच प्रयत्नशील व्हावे लागणार आहे.

उच्च गणित म्हणजे काय ?

काही वर्षांपूर्वीचा एक अनुभव येथे नमूद करतो. योगायोगाने मला पीएच.डी. ही संशोधनातील पदवी मिळाली व नंतर मी कॅनडा देशातील एका विद्यापीठात प्राध्यापक म्हणून नोकरी केली. तेथून परत आल्यावर मी माझ्या खेडेगावी गेलो व शाळेतील गणिताच्या शिक्षकांना भेटण्यासाठी त्यांच्या घरी गेलो. गप्पांच्या ओघात ते म्हणाले की 'तुम्ही उच्च गणिताच्या अभ्यासात नेमके काय शिकता व काय शिकवता? अरे, आम्ही शाळेत ३० पर्यंतचे पाढे शिकलो व आयुष्यभर ते शिकवले. आता तू पीएच.डी. झालास म्हणजे तुझे १००० अंकांच्या पुढे पाढे पण पाठ झालेले असणार?' यावर मी त्यांना म्हटले की, 'खरेतर आता मी शाळेत शिकलेले ३० पर्यंतचे पाढे विसरू लागलो आहे.' पण मी त्यांना गणितात सुरू असलेल्या प्रगतीची माहिती दिली व म्हटले की मी नुकतेच 'मधुमेहासंबंधी गणितीय समीकरणे' (Mathematical

Equation of Diabetis) या विषयावर एक व्याख्यान दिले. हे ऐकताना त्यांचे विस्फारलेले डोळे मला अजूनही आठवतात.

प्राथमिक स्वरूपाच्या गणितात आपण अंकांची बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार आणि भागाकार या कृतींवर आधारित असलेले गणित शिकतो. आजही अनेकांची समजूत अशी आहे की हा अभ्यासक्रम पूर्ण झाला की गणिताचा अभ्यास तेथेच संपला! त्यांच्या या समजूतीला ते स्वतः जबाबदार नसतात कारण त्यांना प्रगत अभ्यास शिकण्याची संधी उपलब्ध झालेली नसते. हळूहळू ही परिस्थिती बदलत आहे हे खरेच आहे. काही वर्षांपूर्वी भारतातील शकुंतलादेवी या महिला, अंकगणितातील अनेक गुंतागुंतीच्या कृती अतिवेगाने करित असत. त्यामुळे त्यांना अनेक जागतिक सन्मानही प्राप्त झाले. संगणकापेक्षा अधिक गतीने या कृती त्या सहजपणे पार पाडत असत. उपस्थित असणारे त्यांचे श्रोते त्यांच्या बुद्धिसामर्थ्यावर थक्क होऊन जात. पण त्यांना जेष्ठ गणिती म्हणून गणितक्षेत्रात मात्र मान्यता मिळालेली नाही. पण २० व्या शतकातील श्रीनिवास रामानुजन यांचेही अंककृतींवर प्रभुत्व होते व त्याबरोबरच त्यांनी उच्च गणितात ४००० शोध लावले. या शतकातील ते जागतिक कीर्तीचे गणितशास्त्रज्ञ म्हणून ओळखले गेले. २०१२ साली त्यांच्या जयंतीचे १२५ वे वर्ष सर्व जगात सन्मानाने भव्य प्रमाणात साजरे झाले.

आपल्या जीवनाला स्पर्श करणाऱ्या अगर समाजात घडणाऱ्या अनेक घटना गणित विषयाशी संबंधित असतात. काही उदाहरणातून हे विधान स्पष्ट करता येईल.

सकाळी वाफाळलेला चहा घेताना काही माणसे वृत्तपत्र वाचतात. चहा हळूहळू थंड होत जातो कारण चहाचे तापमान कमी होत जाते. याचा असाही अर्थ आहे की चहातील तापमान क्रमाने कमी होत जाते. हा वेग व्यवहारात कोणीही मोजत नाही हे खरेच! पण वेग म्हटले की कलनशास्त्र (calculus) आलेच! चहा थंड होत

असताना $\frac{dT}{dt}$ मोजता येऊ शकते. जर एखादे महत्त्वाचे उकळणारे रसायन प्रयोग शाळेत क्रमाने थंड करायचे असेल तर मात्र या कृतीकडे पूर्ण लक्ष ठेवणे गरजेचे असतेच.

या कृतीतील $\frac{dT}{dt}$ = Rate of change of temperature (तापमान बदलाचा दर) नेमके ठरवावे लागते.

आपल्याला ताप आला की क्रोसिनची गोळी घेण्याचे ठरवतो. या औषधामुळे शरीराचे तापमान क्रमाक्रमाने उतरत जाते.

शरीराचे तापमान कमी करण्याचा वेग

हा औषधनिर्मिती तज्ञांना ठरवावा लागतो. हा वेग अंदाजाने किंवा प्रयत्न प्रमादपद्धतीने (trial and error) म्हणजे चुकत माकत या पद्धतीने ठरवणे धोक्याचे ठरते. सर्व प्रकारच्या औषधनिर्मिती प्रक्रियेत गणित

विषयाचा स्पर्श असतो हे या उदाहरणातून लक्षात येते.

आजारी पडले की डॉक्टरांचा सल्ला घेणे आवश्यक ठरते. आताशा डॉक्टर केवळ शरीर तपासणी करून औषधोपचाराचा सल्ला देत नाहीत. शरीरातील काही घटकांच्या, प्रयोगशाळेत तपासण्या करून घेण्याचा सल्ला देतात. या तपासण्या तेथे जाऊन करून घ्याव्या लागतात व तेथील चाचण्यांचा एक अहवाल नंतर आपल्याला मिळतो. या अहवालांचे आपण निरीक्षण करावे. त्यामध्ये अनेक संख्या दिलेल्या असतात. काही आलेख (ग्राफ) असतात. आपले डॉक्टर १-२ मिनिटांच्या कालावधीत हा अहवाल वाचतात व औषधोपचार सुचवतात.

आता असा विचार करू या, प्रयोगशाळेत या चाचण्या १-२ तास अगोदर किंवा नंतर झाल्या असल्या तर अहवाल तंतोतंत पहिल्या अहवालासारखाच असेल का वेगळा असेल? या प्रश्नांचे उत्तर असे असेल की दोन्ही अहवालात काही फरक पडलेला असेल कारण मधील १-२ तासांच्या फरकात शारीरिक फरक झालेले असतात. याचा असा अर्थ काढावा लागेल की शरीरातील रासायनिक प्रक्रिया सतत चालू असतात व आलेले निर्देशक अंक काही फरकाने का होईना सतत बदलत असतात. हे अंक बदलण्याची घटना गणितीय असते. आता काही रोगांचा गणितीय अभ्यास झालेला आहे, तर काही डॉक्टर संगणकाचा

उपयोग करून रोगनिदान करतात. अर्थात असा उपयोग गणितीय अभ्यासाशिवाय शक्य नसतो. तात्पर्य हेच की मानवी शरीर गणितीय कृतींचा, घटनांचा एक मोठा साठा आहे. यापैकी काही घटक माहीत झालेले आहेत. उदाहरणार्थ : ठरावीक अंतराने अन्नपचन होते व ठरावीक वेळाने भूक लागते. निद्रेचे तसेच आहे. मधुमेह झालेल्या माणसाने गोड पदार्थ खाल्ले की त्याची रक्तशर्करा वाढते. क्रोसिनची गोळी घेतली तर ताप उतरतो. अशी अनेक उदाहरणे देता येतील. आता मेडिकल शिक्षणासाठी गणित विषयाच्या अभ्यासाची गरज काय? असे कोणी म्हणू शकणार नाही. आता 'मेडिकल टेक्नॉलॉजी' असा पदवीचा अभ्यासक्रम शिकवण्याची वेळ आली आहे. खरे तर, अगदी सामान्य वाटणाऱ्या घटनांना गणितीय स्पर्श असतो. खाली आणखी उदाहरण दिले आहे.

काही कारणाने मला अमेरिकेत एकट्याने राहण्याचा प्रसंग आला. या काळात मी स्वतःच घरी स्वयंपाक करित असे. यासाठी पोळी करण्याचा मी प्रयत्न केला. पूर्वी मला रोज अगदी वर्तुळाकार आकाराची व अन्वस्त (Parabolic) आकारात फुगलेली पोळी खाण्याची सवय लागलेली. पण तिथे, असा फुलका करणे मला जमेना. पोळी अनेक ठिकाणी करपू लागली. पोळीचा नकाशा बदलणे मी समजू शकलो पण करपलेली पोणी खाणे आवडेना. पोळी का करपते या मुद्यावर मी बराच वेळ विचार

केला. त्याला मुख्यतः तीन कारणे असावीत असे लक्षात आले ती अशी,

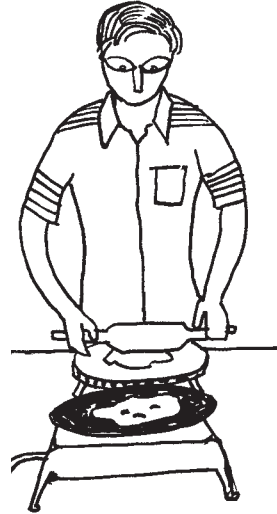
- १) कणकेचे कण सारख्या आकाराचे नाहीत.
- २) गॅसवर ठेवलेला तवा एकसारख्या (Uniform) जाडीच्या धातूचा तयार केलेला नाही.
- ३) गॅसची उष्णता तव्याच्या तळावर समप्रमाणात पोचत नाही. आणखीही काही कारणे असतील.

कणिक साध्या चककीवर दळलेली असेल तर पिठाचे कण सारखे नसतात. लोहाराच्या भट्टीत तयार झालेला तवा एकसारखा जाडीचा व धातूद्रव्याचा (Uniform) असणे शक्य नाही. गॅसच्या ज्वाला समप्रमाणात नसतात, सर्व घटकांची मला जाणीव झाली. नंतर माझ्या लक्षात आले की हा प्रश्न गणितातील तापमान वितरण (Temperature distributions) या व्यापक विषयातील आहे. वर नोंदलेल्या तीनही अडचणीवर मात करण्यासाठी घराघरातील बायकांनी सोपी युक्ती शोधली आहे. त्या हाताची पाचही बोटे पोळीवर ठेवून पोळी फिरवत राहतात व पोळी करपण्यापासून वाचवतात. आता बाजारात संगणकाच्या मदतीने बनविलेले (computer tested) तवे मिळतात. महाग असतात एवढेच!

गणितस्वरूप असलेल्या अनेक प्रमेयांचे दर्शन आपण करित असलेल्या,

पाहत अगर अनुभवत असलेल्या घटनांमध्ये व घटकांमध्ये दडलेले असते. उदाहरणार्थ : प्रत्येकाच्या घरात स्वयंपाकाची विविध आकाराची व घाटांची भांडी असतात. या प्रत्येक भांड्याला भूमितीचा आकार लाभलेला असतो. शाळांतून आपल्याला भूमितीचे काही ठरावीक प्रकार (त्रिकोन, चौकोन, चौरस, वर्तुळ, इ.) लक्षात येतात. घरातील भांड्यांच्या आकाराच्या माध्यमातून भूमितीचे विविध प्रकार लक्षात येतील. घरातील प्रत्येक वस्तूलाच एक आकार असतो व तो भूमितीच्या विविध आकार स्वरूपात असतो.

लहानपणी उन्हाळ्याची सुट्टी झाली की आम्ही गावाबाहेर कच्चे आंबे झाडावरून पाडण्यासाठी जात असू. दगड मारून फळ खाली पाडणे हे आन्धानात्मक वाटत असे. आमच्यापैकी एक-दोघे नेम मारण्यात पटाईत



होते. माझा दगड आंब्याच्या खालून किंवा वरून जात असे. पण असा दगड मारण्याचा प्रयत्न चालू ठेवला की यश मिळत असे. गणिताच्या भाषेत, हातातील दगड आंब्याकडे फेकला की एक अन्वस्त स्वरूपाचे projectile तयार होत असते. योग्य ठिकाणी उभे रहाणे, आवश्यक त्या आकाराचा व वजनाचा दगड घेऊन तो इच्छित दिशेला खांद्यातील स्नायूंना आवश्यक ती शक्ती देऊन फेकणे या कृतीने फळ खाली पडत असे. आपण येथे करत असलेल्या कृती गणित स्वरूप आहेत. खरे तर control system या नावाचा अतिशय प्रगत गणित अभ्यासक्रम या कृतीमधूनच संपन्न झाला आहे. दोन देशांतील संघर्ष टोकाला गेला की एकमेकांची लढावू विमाने पाडण्याची स्पर्धा सुरू होते. या कृतींमध्ये वर नोंदलेली प्राथमिक क्रिया समाविष्ट असते.

उत्तम जोपासलेल्या बागेत मुलांना घेऊन गेले तर गणिताचे दर्शन विविध प्रकाराने होते. झाडांच्या पानांना, फुलांना, फळांना भूमितीय आकार असतो. विविध रंगांच्या पार्श्वभूमीवर हा आकार खुलून दिसतो. या सर्व आकारातून सौंदर्याचे दर्शनही घडते. एखाद्या अक्षाच्या दोन्ही बाजूला असलेले समानतातत्व या सौंदर्याचे दर्शन घडवते. झाडाची उंची, फांद्या या काही गणितीय तत्वांच्या पार्श्वभूमीवर वाढलेल्या असतात. फांद्यांची संख्या, वाढण्याच्या दिशा, उपफांद्या, त्यावर उमललेली पाने, त्यांची



संख्या, त्यांच्या उगवण्याच्या दिशा, आकार ही झाडांची रचनाकृती ही निसर्ग नियोजित असते. याचाच अर्थ असा की, ती गणितीय नियमांतून निर्माण झालेली असते. आता हा विषय जैवगणित (Bio-mathematics) या नावाने ओळखला जातो. याचाच आणखी एक प्रगत अभ्यासक्रम जैव-माहिती तंत्रज्ञान (Bio-informatics) या नावाने पुढे येत आहे.

वर केलेल्या विवेचनात गणितीय संकल्पना गुंतलेल्या आहेत हे सहज लक्षात येते. आणखीही अशी उदाहरणे देता येतील. खरे तर, प्रत्येकजण स्वतःच्या अनुभवातून अशी उदाहरणे नक्कीच देऊ शकेल. गणित विषयाची प्रगती साधण्याची ही प्राथमिक स्वरूपाची सुरुवात आहे. एखाद्या घटनेला गणित भाषेचा अंतिम स्पर्श होणे ही शेवटची पायरी असते. जगात १९व्या शतकात जनगणना वा शिरगणती सुरू झाली.

माहितीच्या या साठ्यात अनेक गणितीय संकल्पना दडल्याचे लक्षात आले. अनेक शास्त्रज्ञांच्या परिश्रमातून २० व्या शतकाच्या उत्तरार्धात लोकसंख्येच्या गतिशीलतेचा (Population dynamics) अभ्यास हा विषय निर्माण झाला व तो विषय आता खूपच विस्तारित झाला आहे. सरकारी निर्णय आता या शास्त्राच्या आधाराने घेतले जातात. उदाहरण घ्यायचे झाल्यास कुटुंब नियोजनासंबंधी सरकारने इ.स. २००० पर्यंत किती प्रगती करायची याचे धोरण ठरवले होते. पण गोवा राज्यात सरकारची ही अपेक्षा इ.स. १९८० मध्येच साध्य झाली. परिणामी काही काळातच या प्रदेशातील प्रसूतिगृहे तोट्यात जाऊ लागली. नंतर ३-४ वर्षांनी नवीन बालशाळा निर्माण होणे मंदावले. तर आणखी २-३ वर्षांनी प्राथमिक शाळांची वर्ग उपस्थिती ढासळू लागली. काही वर्षांनी अशा शाळा बंद करण्याचा सरकारी निर्णय झाला. हे उदाहरण येथे थोडक्यात दिले आहे. पंचवार्षिक योजना आखताना, आता देशातील निरनिराळ्या वयोगटात किती लोकसंख्या येते हे लक्षात घेणे आवश्यक ठरते व त्यावर सरकारी धोरणे आखणे आवश्यक वाटू लागले. आता शिरगणती हा विषय व्यापक झाला आहे. देशातील निरनिराळ्या प्रकारच्या गुरांची गणती, झाडांची गणती, निरनिराळ्या रोगग्रस्तांची गणती, अशा विविध प्रकारची गणती केली जाते. अर्थव्यवस्थेतील खाली नोंदलेले

उदाहरण सर्वांशी संबंधित आहे म्हणून ते येथे समाविष्ट केले आहे.

एका नोटेची घोडदौड

समजा की तुम्ही सकाळी ६ वाजता दूधविक्री केंद्रातून १०० रु.ची नोट देऊन दूध खरेदी केले. या केंद्राच्या विक्रेत्याने ७ वाजता ती नोट मुलाची शाळेतील फी भरण्यासाठी वापरली. ८ वाजता शाळेच्या लिपिकाने ती नोट शाळेच्या कामासाठी शिपायाकडे दिली. त्याने ९ वाजता शाळेसाठी दुकानातून सामानाची खरेदी केली. दुकानदाराने १० वाजता ती नोट वापरून काही औषधे खरेदी केली.

या पद्धतीने त्या नोटेच्या चलनातून रात्री १२ वाजेपर्यंत प्रत्येक तासाला एक याप्रमाणे १८ कामे पार पाडली. खरे तर या नोटेला मिळालेला हा वेग वाढवून १८ पेक्षाही जास्त कामे पार पाडता आली असती. अखेरीला आर्थिक गरजा भागवण्यासाठी चलन निर्माण झाले आहे. म्हणूनच तर या कृतीला 'चलन' हे नाव पडले. याचा असाही अर्थ होतो की देशातील प्रत्येक नोट अशीच गतीने फिरू लागली तर लोकांची तुंबलेली विविध कामे झपाट्याने पार पडतील व समाजातील अडचणीही कमी होतील. त्यामुळेच देशाची आर्थिक घडी काही प्रमाणात चलनवेगावर अवलंबून आहे. या वेगाला जोड म्हणून सरकार म्युच्युअल फंड, शेअर मार्केट, ठेवीवरील वाढीव व्याज, अशा योजनांतून प्रवेग (acceleration) निर्माण



करते. जे सरकार आर्थिक व्यवहाराला वेग आणि प्रवेग देऊ शकते त्यांच्याकडून देशाची अनेक कामे पार पडतात. यालाच आपण vibrant economy असे म्हणतो. एखाद्या माणसाने १००००.ची ही नोट खिशातच ठेवली तर त्या नोटेचा वेग शून्य होतो व तेवढ्या मर्यादेपर्यंत समाजाची कामे रखडतात. त्यामुळे प्रत्येक नोटेने दौडले पाहिजे असा आग्रह अर्थतज्ञ धरतात.

गेल्या काही वर्षात Financial mathematics हा प्रगत अभ्यासक्रम काही उच्च शिक्षण संस्थांतून शिकवला जातो. Economics या विषयातून Econometrics हा विषय अभ्यासला

जाऊ लागला. हा नवीन विषय आता पुढे आला आहे.

आधुनिक गणितातील बहुतेक प्रगत शाखांचे मूळ प्राथमिक अंकगणित, भूमिती किंवा सर्वसामान्य अनुभव यात दडलेले आहे. अगदी सुरवातीच्या शिक्षणात या विषयाच्या संकल्पना रेखीव व स्पष्ट झालेल्या असतील तर गणित विषयाबद्दल आकर्षण निर्माण होईल. या विषयाबद्दल विद्यार्थ्यांना वाटणारी भीती बरीच कमी होत जाईल. एक लक्षात ठेवले पाहिजे की गणित विषयाच्या जाणिवा अगदी लहान वयातच मनात रुजलेल्या असतात. प्रयोगांती असे लक्षात आले आहे की, १ महिना वयाचे मूल गणित संकल्पनेला साद देऊ शकते.

गणिताच्या अभ्यासाच्या सोईसाठी प्रगत गणितात दोन प्रवाह मानले गेले आहेत. विशुद्ध अथवा मूलभूत गणित (Pure mathematics) व उपयोजित गणित (Applied mathematics). या विभागांची उल्लेख अनेक प्रसंगी केला जातो. मूलभूत गणितात संकल्पनेचा अभ्यास, प्रगत भूमितीचा अभ्यास, अमूर्त (Abstract) स्वरूपाचे गणितातील विषय, 'अनंत' या

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का ?

sandarbhociety.org

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

संख्येचाच अभ्यास असे विषय अंतर्भूत आहेत. तर उपयोजित गणितात Statistics, Dynamics, Hydrostatic, hydrodynamics, अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञान विषयांतून निर्माण झालेले गणित अशा कितीतरी विषयांचा अभ्यास होतो. आता जवळजवळ सर्वच ज्ञानशाखांना गणित विषयाची गरज भासते. नृत्य, सौंदर्यशास्त्र (Aesthetics), भाषाविज्ञान (Linguistics), अशा विषयांनाही आता या विषयाची अर्थपूर्ण जोड मिळाली आहे. गणित विषय मूलभूत गणिताच्या संदर्भात सार्वभौम मानला जातो तर उपयोजित विषयासाठी ते सेवकाची भूमिका बजावते. एक मुद्दा मात्र स्पष्ट केला पाहिजे की गणित सेवकाची भूमिका पार पाडत असताना त्या त्या विषयांतून गुंतलेल्या गणितीय संकल्पना मूलभूत गणितात आणून सोडते व तेथे आणखी पुष्ट होऊन मूळ विषयात दडलेले अनेक संकेत आशय प्रकाशात आणते व अधिक सेवाभावी ठरते. जेष्ठ शास्त्रज्ञ अल्बर्ट आइन्स्टाइन म्हणतात.

The more and more mathematics becomes pure, it is less and less applicable and more and more it becomes

applicable to the real-world situations, it is less and less pure.

संगणकाचा शोध व नंतर त्याचा वापर वाढल्यानंतर गणिताच्या कक्षा (Frontiers of mathematics) आता खूपच रुंदावल्या आहेत. Numerical computation, super computer education यासारख्या विषयांमधून गणिताचा उपयोजित भाग विलक्षण श्रीमंत झाला आहे. आतापर्यंत सर्व भौतिक (material) विषयातून गणिताचा उपयोग व्यापकपणे होत आहे. पण काही काळानंतर अभौतिक (non-material) ज्ञानशाखांत (उदाहरणार्थ - अध्यात्म, जिज्ञासा, आवेश) या क्षेत्रातूनही प्रगत गणिताचा सहभाग असणे सुरू होईल. गणिताच्या प्रगतीत आपण सर्वजण सहप्रवासी आहोत. शिक्षकाच्या भूमिकेतून हा विषय नवीन पिढीपर्यंत पोचवणे ही आपली जबाबदारी आहे. काहीजण हा विषय श्रीमंत, संपन्न करण्याच्या उद्योगातही गुंतलेले आहेत. या विश्वात दडलेली अनेक गुपिते या विषयाच्या माध्यमातून प्रकाशमान होणार आहेत. परतत्त्वाचा स्पर्श झालेल्या या विषयाचा आपण सर्वजण आनंद घेऊ शकतो.



लेखक : डॉ. सदाशिव देव, उच्च गणित विषयाचे प्राध्यापक, संशोधक, मार्गदर्शक आहेत. याविषयातील अनेक ग्रंथ देशविदेशात प्रसिद्ध आहेत. M. : 9881158225



बाटलीतला ढग

एक शीतपेयाची रिकामी बाटली घेऊन त्यात पंपाने हवा भरली तर एक पांढरा, जाडसर ढग निर्माण होतो - असं सांगितलं तर तुम्हाला पटेल का? नाहीतर आपण करूनच बघूया.

यासाठी एक शीतपेयाची रिकामी बाटली लागेल. औषधाच्या दुकानातून रबिंग अल्कोहोल (isopropyl alcohol) किंवा मेथिलेटेड स्पिरिट लागेल. (हा प्रयोग लहान मुलांनी मोठ्या लोकांच्या देखरेखीखाली करावा).



फुटबॉल, बास्केटबॉल किंवा इतर बॉलमध्ये हवा भरण्याचा पंप आहे का तुमच्याकडे? नाहीतर सायकलमध्ये हवा भरण्याचा पंपही वापरता येईल.



तुम्हाला जुन्या टायरटचूबचा एक व्हॉल्व्हपण लागेल. बाटलीच्या गळ्याशी तो बसवा. रबरी बुचाला मध्यभागी भोक पाडून हा व्हॉल्व्ह बसवता येईल. त्याच्यावर एक चिकटपट्टी

किंवा खळ लावून बाटलीचा गळा पूर्ण सीलबंद करा.

सीलबंद करण्याआधी बाटलीत १०-२० मि.ली. रबिंग अल्कोहोल किंवा स्पिरिट घाला. ही द्रव्यं हाताळताना मोठं कोणीतरी बरोबर आहे ना ?



आता बाटली वर खाली, बाजूला अशी हलवा. म्हणजे आतील द्रव्याच्या बाष्पीभवनाला चालना मिळेल.

आता आपला पंप बाटलीच्या तोंडावरील बुचाला लावून टाका. बाटलीत पंपाने हवा भरा, अगदी बाटली पूर्ण भरलीय असं वाटेपर्यंत हवा भरत रहा.



आता हळूच पंप काढून घ्या म्हणजे बाटलीतला हवेचा दाब अचानक झटकन खाली येईल. बाटलीत आता एक दाट अपारदर्शक पांढरा ढग तयार झाल्याचं दिसेल.

बाटली थोडीशी हलवून किंवा दाबून या ढगाची वर्तुळं तुम्ही बाहेर काढू शकता. आहे ना गंमत ?



नेमकं काय होतं ?

तुम्हाला माहितीय ना, जास्त दाब असेल तर हवा स्वच्छ असते पण कमी दाब असेल तेव्हा ढग तर येतातच शिवाय पाऊसही

पडतो. आपला बाटलीतला ढग आपल्याला याबद्दलच सांगेल. पाण्याप्रमाणेच अल्कोहोलचीसुद्धा बाष्पीभवनामुळे अदृश्य वाफ होते. सांद्रीभवनाने ते पुन्हा द्रवरूपात



ढग बाटलीत असतानाच पुन्हा हवा भरली तर काय होईल? करून पहा. बाटलीतला ढग तुमच्या डोळ्यादेखत अदृश्य होईल. हवा पुन्हा स्वच्छ!

येते. हवेच्या माध्यमात या प्रक्रियेने द्रवाचे छोटे छोटे थेंब तयार होतात. त्यालाच आपण ढग (किंवा धुकं) म्हणतो. जेव्हा बाटलीच्या आतील तापमान आणि हवेचा दाब स्थिर असतो तेव्हा विशेष काहीच घडत नाही. जेव्हा आपण त्यात पंपाने हवा भरू लागतो तेव्हा बाटलीच्या आत हवेचा दाब वाढू लागतो. पंप काढल्याने हवेचा दाब अचानक कमी होतो आणि आश्चर्यकारक रित्या ढग निर्माण होतो.

तुम्हाला आठवतंय का? सायकल किंवा कारच्या टायरमध्ये हवा भरताना हवेचा दाब आणि तापमान वाढतं. पंप आणि व्हॉल्व्ह दोन्ही गरम झाल्याचा अनुभव तुम्ही घेतला असेल. दुसरी एक गोष्ट तुम्हाला माहिती असेल. जेव्हा आपण शरीरावर स्प्रे मारतो तेव्हा आपल्याला गार वाटतं. स्प्रे मारताना बाटलीतला दाब वाढलेला असतो. दाबलेला वायू जास्त दाबाकडून बाहेरच्या कमी दाबाकडे फेकला जातो. त्यामुळे तापमान एकदम कमी होऊन द्रव गार होतो. म्हणजेच

हवेचा दाब वाढल्याने तापमान वाढते आणि दाब कमी झाल्याने तापमान कमी होते. अजून एक गोष्ट म्हणजे शीतपेयाच्या रिकाम्या बाटलीत पंपाने हवा भरल्याने आतला दाब आणि तापमान वाढते. त्यामुळे अल्कोहोलच्या बाष्पीभवनाचे प्रमाण वाढते. हवेचा दाब अचानक कमी झाल्याने तापमान आश्चर्यकारकपणे झरकन कमी होते आणि वाफेचे सांद्रीभवन होऊन छोटे छोटे थेंब तयार होतात. हा प्रत्येक थेंब प्रकाशाचे परावर्तन करतो त्यामुळे पांढरा दाट ढग तयार होतो. पुन्हा पंपाने हवा भरली की तापमान वाढते आणि थेंबांचे बाष्पीभवन होऊन हवा स्वच्छ होते.

ज्या भूभागावर हवेचा दाब जास्त असेल तिथे हवा स्वच्छ असणार. हवेचे तापमानही जास्त असणार. आकाश निरभ्र राहणार. पण जेव्हा कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होतो तेव्हा अनुकूल परिस्थितीत हवा थंड होते, त्यातील वाफेचे ढग बनतात आणि पाऊस पडतो.



शिक्षण कशासाठी?

आधुनिक शिक्षणसंदर्भातल्या सहा गैरसमजूती व
त्यांच्याऐवजी सहा नवीन सूत्रे

लेखक : डेविड ऑर्र ● अनुवाद : मीना आगटे

आपण उच्च शिक्षण घेतो, तेव्हा चांगल्यासाठीच घेतो. निदान तशी आपली समजूत असते. परंतु पर्यावरण शिक्षक डेविड ऑर्र यांनी आपल्याला आठवण करून दिली आहे की अनेक बाबतीत शिक्षणामुळे दैत्यच निर्माण झालेले आहेत. १९९० साली अर्कान्सस् युनिव्हर्सिटीच्या पदवीदान समारंभाच्या वेळी त्यांनी दिलेल्या भाषणातून हे स्फुट घेतले आहे. यावरून अशी चर्चा सुरू झाली की अशी भाषणे कॉलेज शिक्षणाच्या सुरुवातीस देण्याऐवजी शेवटी का देतात?

जर पृथ्वीवरील आजचा दिवस नमुन्यादाखल घेतला तर मानवाच्या नियोजन अभावामुळे आणि लोकसंख्यावाढीमुळे आजच्या दिवसात ११६ चौरस मैलांच्या परिसरातील पर्जन्यवनांची हानी होईल म्हणजेच एक एकर जमीन एका सेकंदात नाहीशी होईल, शिवाय ७२ चौरस मैलांच्या परिसराचे वाळवंट होईल. ४० ते १०० प्रकारच्या प्रजाती नष्ट होतील. आता हे कोणालाही माहीत नाही की ४० प्रजाती का १०० प्रजाती ! आज जनसंख्येत २५०,००० माणसांची भर पडेल आणि आपण २,७०० टन क्लोरोफ्लुरोकार्बन व १५० लाख टन कार्बन अवकाशात सोडू. आज रात्री पृथ्वीचे तापमान जरा वाढेल, पाणी जास्त आम्लधर्मी होईल आणि फाटक्या पर्यावरणाच्या अजूनच चिंध्या होतील.

वास्तव भयंकर आहे. आपला भविष्यकाळ, आरोग्य, समृद्धी सारं काही धोक्यात आहे. कारण मुळामधे निसर्गव्यवस्था, तिचं सौंदर्य, वैविध्य, स्थैर्य धोक्यात आलेलं आहे.

या सर्व परिस्थितीस माणसाचे अज्ञान नव्हे तर सर्व क्षेत्रातील उच्च विद्याविभूषित पदवीधारक पी.एच.डी. धारक यांचेच कर्तृत्व कारणीभूत आहे. हे पूर्वीदेखील घडलेलं आहे. सर्वांत जास्त उच्चशिक्षित असलेल्या जर्मनीमध्येच महायुद्धाच्या काळात वंशसंहार केले गेले.

मानवाचा क्रूरपणा शिक्षणामुळे का थांबला नाही बरं? त्यांच्या शिक्षणात कोणत्या उणिवा होत्या?

त्यांनी मूल्यांऐवजी सिद्धांतांना महत्त्व दिले. माणसांपेक्षा त्यांना संकल्पना

महत्त्वाच्या वाटल्या. जाणिवांपेक्षा तथ्ये, प्रश्नांपेक्षा उत्तरे, सदसद्विवेकबुद्धीपेक्षा विचारसरणी अन् कार्यक्षमतेवरच त्यांचे लक्ष होते.

निसर्गाकडे बघण्याच्या आपल्या दृष्टीतही हाच दोष आहे. आजतागायत जे लोक या ग्रहावर जास्तीत जास्त टिकाव धरून राहिले, त्यांना लिहिता-वाचता येत नव्हतं, माझं म्हणणं एवढंच आहे की शिक्षणामुळे सुसंस्कृतपणा, दूरदर्शीपणा किंवा शहाणपणा मिळतोच असं नाही, उलट त्या विशिष्ट प्रकारच्या शिक्षणामुळे आपल्या विविध समस्या वाढतात. हा वाद अज्ञानाची बाजू घेण्यासाठी नाहीये तर मला असे म्हणायचे आहे की शिक्षणाच्या उपयुक्ततेचे मापन हे खरी मानवी वागणूक आणि मानवाच्या टिकाऊ अस्तित्वावरून करायला हवे. आता आपल्यासमोर काही प्रश्न एवढ्या मोठ्या प्रमाणात उभे राहिले आहेत की फक्त शिक्षण नव्हे तर 'विशिष्ट जाणिवांचे शिक्षण'च आपल्याला तारू शकेल.

निर्दोष मार्ग पण मूर्ख ध्येये

समकालीन संस्कृती व शिक्षण यांचा ताळमेळ कुठे चुकला, या विषयीची दृष्टी साहित्यात काही प्रमाणात मिळते - ख्रिस्टोफर मार्लो चा 'फाऊस्ट' - ज्याने ज्ञान आणि सत्तेच्या बदल्यात स्वतःचा आत्मा देऊन टाकला, मेरी शेलीचा 'डॉ. फ्रॅंकेन्स्टाईन' - ज्याने स्वनिर्मितीची जबाबदारी नाकारली, हर्मन मेल्वीलचा कॅप्टन अहाब जो म्हणतो



- 'माझे सर्व मार्ग निर्दोष आहेत परंतु माझे हेतू व उद्देश मूर्ख आहेत.' या सर्व पात्रांमधून आपल्याला जाणवते ती निसर्गावर वर्चस्व गाजवण्याची आधुनिक वृत्ती ! आधुनिक शिक्षणाची पायाभूत तत्त्वे म्हणून अशाच काही गोष्टी डोळे झाकून स्वीकारल्या जातात, त्यापैकी सहा गोष्टींचा उल्लेख मी इथे करणार आहे.

पहिली समजूत आहे - अज्ञान ही दूर करता येण्याजोगी समस्या आहे.

खरं तर अज्ञान ही समस्या पूर्णपणे सोडवता येणं शक्यच नाही. तो मानवी विश्वाचा, परिस्थितीचा अविभाज्य घटक आहे.

जसजशी ज्ञानाची पातळी वाढत जाते तसतशी अज्ञानाची देखील पातळी बदलत जाते पण ते नष्ट होत नाही. एक उदाहरण

पाहूया. १९३० पर्यंत सीएफसी म्हणजे क्लोरोफ्लुरोकार्बनचा शोध लागलेला नव्हता. १९७० पर्यंत ही चीज कशाशी खातात असं कुणी विचारतदेखील नसे. पण १९९० च्या सुमारास कळून चुकलं की जगभरातील वातावरणातला ओझोन स्तर या सीएफसीमुळे पातळ होत गेला आहे.

सीएफसीच्या शोधाबरोबर ज्ञानाचा विस्तार तर झाला, पण त्याच्याच हातात हात घालून एकूण अज्ञानही विस्तारलं.

दुसरी समजूत अशी आहे की पुरेशी माहिती व तंत्रज्ञान असेल तर संपूर्ण विश्वाचे व्यवस्थापन आपण करू शकतो. 'विश्वव्यवस्थापन' - ऐकायला छान वाटतं. यात डिजिटल माहिती, संगणक, बटणं व तबकड्या याविषयी आपल्याला वाटणाऱ्या आकर्षणालाही आवाहन असते. पण पृथ्वी आणि तिच्यावरील जीवन इतकं गुंतागुंतीचं आहे की त्याचं व्यवस्थापन मानवाला खऱ्या अर्थानं कधीही करता येणार नाही. अजून अगदी वरवरच्या मातीच्या थराची देखील संपूर्ण माहिती जैवशास्त्राला नाही. मग व्यापक जैवावरणाशी असलेलं त्याचं नातं कसं माहीत असणार?

आपण कोणत्या गोष्टींचं व्यवस्थापन करू शकतो - तर मानवी आकांक्षा, अर्थकारण, राजकारण व समाजकारण. पण राजकारण, नैतिकता, सदाचार, साधी अक्लदेखील जे मार्ग सुचवते, त्यातले गैरसोयीचे मार्ग टाळण्याकडेच आपलं लक्ष असतं. पृथ्वीवर

जी मर्यादित साधनसंपत्ती आहे, त्यातूनच आपल्या सर्व गरजा भागतील असं पाहणं सोपं आहे. ते सोडून आपल्या इच्छा अमर्याद वाढू द्यायच्या आणि त्यासाठी 'विश्वव्यवस्थापन' करायला पहायचं! हा तर मूर्खपणा आहे!

तिसरी समजूत अशी आहे की ज्ञानाची वृद्धी होत आहे आणि ओघानेच मानवाचा चांगुलपणा वाढत आहे.

माहितीचा विस्फोट घडत आहे अर्थात वाढीव नोंदी, वाढीव शब्द आणि वाढीव पृष्ठे. पण हा विस्फोट म्हणजे ज्ञान आणि शहाणपणा यांची वाढ नव्हे! याचे मोजमाप होऊच शकत नाही. खरंतर असं म्हणता येईल की काही ज्ञान अर्जित होत आहे. त्याचबरोबर काही वेगळ्या पद्धतीचे ज्ञान नष्टही होत आहे.

आता प्रणाली विज्ञान, वर्गीकरण विज्ञान, पक्षिविज्ञान या विषयातले तज्ज्ञ विद्यापीठातसुद्धा नेमले जात नाहीत. आता आण्विक जीवशास्त्र, अनुवंशशास्त्र यांची चलती आहे. हे दोन विषय आकर्षक असले तरी त्यांना जास्त महत्त्वाची संशोधन क्षेत्रे असं काही म्हणता येणार नाही. जमिनीच्या आरोग्याविषयी देखील आपल्याला फार कमी आस्था आहे.

काही विशिष्ट क्षेत्रातील ज्ञानच नव्हे तर आपण स्थानिक ज्ञान विसरत चाललो आहोत. बॅरी लोपेझच्या शब्दात 'मला अशी जाणीव होऊ लागली आहे की काहीतरी

अनाकलनीयच नव्हे तर धोकादायक घडत आहे. दरवर्षी परिसराची माहिती असणाऱ्या लोकांची संख्या रोडावत चालली आहे. ग्रामीण लोक शहराकडे जाऊ लागले आहेत. त्यामुळे वैयक्तिक आणि स्थानिक ज्ञान - ज्यातून स्थानिक भूगोल तयार होतो, ज्या ज्ञानावर एखादा देश उभा रहातो, ते नष्ट होण्याच्या मार्गावर आहे. आणि हे फार भयावह आणि अस्थिरतेची भावना आणणारे आहे.'

माहितीलाच ज्ञान समजण्याच्या गोंधळात एक मोठी गल्लत अशी आहे की 'शिक्षण माणसाला चांगलं बनवतं' असं समजणं. पण माणसाचं शिकणं हे कधी संपत नाही. आणि नुसतं शिकत गेलं म्हणून कोणी नीतीवान बनत नाही. आपल्या अति विकासामुळे सर्वांत जास्त धोका सदसद्विवेकालाच उत्पन्न झालाय. मर्त्य लोकावर चांगलं टिकून राहण्यासाठी जे ज्ञान हवं आहे त्याच्याच बाबतीत आपण उदासीन होत चाललो आहोत.

चौथी गैरसमजूत 'आपण इथे ज्याची मोडतोड केली आहे ते सर्व पुन्हा सहज दुरुस्त होईल' - ही समजूत आपल्याला उच्च शिक्षणाने दिली आहे.

आधुनिक अभ्यासक्रमात आपण जगभराच्या ज्ञानाचे विषय व उपविषयांमध्ये तुकडे केले आहेत. परिणामतः १२, १६ किंवा २० वर्षांच्या शैक्षणिक कालावधीनंतरही विद्यार्थ्यांना या जगाच्या

एकात्मिक स्वरूपाचे व्यापक दृष्टीने आकलन झालेले नसतेच. त्याचा त्यांच्या वैयक्तिक जीवनावर व जागतिक स्तरावर खूप मोठा परिणाम होतो. उदा. दरवर्षी जे अर्थशास्त्रज्ञ शिकून बाहेर पडतात त्यांना पर्यावरणाचे मूलभूत ज्ञानही नसते. त्यामुळे राष्ट्रीय वार्षिक ताळेबंदामध्ये सकल राष्ट्रीय उत्पन्नामधून त्यावर्षी झालेले जीवावरणाचे नुकसान - मातीची झीज, पाण्यात व हवेत मिसळलेले विषारी पदार्थ - यामुळे होणारी वजावट केली जात नाही. त्यामुळे मणभर गव्हाची राष्ट्रीय संपत्तीत भर पडते, पण गव्हाच्या उत्पन्नामुळे तीन मण माती नष्ट झाल्याचा हिशोब आपल्याकडे नसतो. या अपूर्ण शिक्षणामुळे आपण स्वतःचीच फसगत करतो आणि 'आपण कितीतरी श्रीमंत आहोत' अशी समजूत करून घेतो.

पाचवी समजूत अशी आहे की उच्चशिक्षण म्हणजे सतत वरवर जाण्याचे आणि यश मिळवण्याचे साधन.

'अत्यंत काळजीपूर्वक तयार केलेली कृत्रिम कोडी सोडविण्याखेरीज ज्यांना काहीही येत नाही अशा लोकांची पैदास' असे उच्चशिक्षणाबद्दल म्हटले गेले आहे.

तथाकथित 'यशस्वी' होऊन काहीही साधत नाही. त्यापेक्षा या जगात वेगळ्या लोकांची गरज आहे. इथे शांतता प्रस्थापित करायला हवी आहे, लोकांचं आरोग्य सुधारायला हवं आहे, लोकांना कथा सांगणारे, त्यांची उद्ध्वस्त आयुष्यं रूळावर

आणणारे, त्यांच्यावर स्नेह करणारे लोक हवे आहेत. जागोजागी चांगलं आयुष्य जगून दाखवणारे, माणुसकी जपणारे, जग जरा अधिक चांगलं - राहण्याजोगं बनवणारे धैर्यवान, नीतीवान लोक हवे आहेत. आपल्याकडे ज्याला 'यश' म्हणतात, त्याचा या सगळ्याशी काही संबंध नाही !

आणि शेवटी, **सहावी समजूत** आहे की आपली संस्कृती म्हणजे मानवी सामर्थ्याचे अत्युच्च शिखर आहे. फक्त आपणच अत्याधुनिक तंत्रज्ञानी आणि प्रगतिशील आहोत. ही सांस्कृतिक मगरुरी दाखवते की आपण इतिहास व मानवशास्त्र नीटसं शिकलोच नाही. सध्या असं मानलं जातं की आपण शीतयुद्ध जिंकलो; अर्थात भांडवलशाहीनं साम्यवादावर विजय मिळवला. कमी उत्पादन व चढ्या किंमतीमुळे साम्यवाद अयशस्वी झाला. मी म्हणतो, भांडवलशाहीसुद्धा अपयशी ठरली आहे कारण उत्पादन जास्त होऊनही मोजक्यांना वाटप झाले आहे. शिवाय त्याची प्रचंड किंमत आपल्या मुलाबाळांना, नातवंडांना भरायला लागणार आहे.

साम्यवादाची विरक्त नैतिकता माणसांना झेपली नाही. पण भांडवलवादाने तर नैतिकता मारूनच टाकली आहे. अविचारी जाहिरातदार व नेते वर्णन करतात तसं हे जग आनंदी नव्हे. काही थोडक्या विलासी श्रीमंतासाठी भरपूर संपत्ती व उरलेल्या वाढत्या दीनदुबळ्या गरिबांसाठी अतोनात दारिद्र्य

असं जग आपण तयार केलं आहे. सर्वांत वाईट म्हणजे रस्त्यावर विक्षिप्त, बेभान हिंसाचार, भयानक विषमता आणि अत्यंत हलाखीची परिस्थिती अशा एका ढासळणाऱ्या संस्कृतीत आपण जगत आहोत. 'हॉलिस्टिक रिव्ह्यू' चे संपादक रॉन मिलर यांच्या शब्दात सांगायचे तर -

'आपली संस्कृती उदात्त व उत्तम मानवी संवेदनांना उत्तेजन देत नाही. दूरदृष्टी, कल्पनाशक्ती, खरे सौंदर्य आणि आध्यात्मिक संवेदनशीलता, हळुवारपणा, दानत, करुणा या कोणत्याही भावनांना आपण प्रोत्साहन देत नाही. विसाव्या शतकात जग आर्थिक, तांत्रिक व सांख्यिक दृष्टीने, प्रेमळ व जीवनदायी अशा मानवी आत्म्याचा राक्षसी नाश करीत आहे.'

शिक्षण कशासाठी हवे

मानवाचे अस्तित्व या पृथ्वीवर टिकून रहावे या एकाच हेतूने मी शिक्षणासंदर्भात सहा सूत्रे सूचित करतो -

प्रथमतः सर्व शिक्षण हे पर्यावरण शिक्षणच आहे. अर्थात जे विषय घेतले जातात, त्यातून हे सूचित होत असतं की आपण कशाचा भाग आहोत किंवा जे विषय बाजूला टाकले जातात, त्यातून सांगितलं जातं की कोणता भाग आपल्या विश्वातच धरू नये. उदा. अर्थशास्त्र शिकवताना औष्णिक गतिशास्त्राचा (Thermodynamics) किंवा परिस्थिती विज्ञानाचा (ecology) संदर्भ न घेता शिकवणे म्हणजे

‘अर्थशास्त्राचा या दोन्हीशी काहीही संबंध नाही, ही दोन्ही शास्त्रे वेगळी आहेत’ असेच शिकवणे आहे. हे संपूर्णतः चुकीचे आहे, पण ही चूक सर्व अभ्यासक्रमातून दिसून येते.

दुसरं सत्र

शिक्षणाचे ध्येय विषयवस्तूमधील नैपुण्य नसून स्वतःच्या व्यक्तिमत्त्वावर, आकांक्षेवर ताबा मिळवणे असे आहे. विषयवस्तू फक्त माध्यम आहे. ज्याप्रमाणे पाषाणातून शिल्पनिर्मिती करताना छिन्नी व हातोड्याचा उपयोग केला जातो, तसेच स्वतःला घडवण्यासाठी संकल्पना व ज्ञानाचा उपयोग करायला हवा. पण काय साधन आहे आणि काय साध्य या गोंधळात शिक्षणाचं ध्येय हरवतं. फक्त तंत्रज्ञान, माहिती, तथ्ये, पद्धती – विद्यार्थ्यांच्या डोक्यात कोंबल्या जातात. त्याचा उपयोग काय हा विचारच आपण करत नाही.

तिसरं सत्र

मला सांगावंसं वाटते की जगात ज्ञान योग्य तऱ्हेने वापरण्याची जबाबदारी ही त्या त्या माणसाचीच असते. समकालीन संशोधनाचे राक्षसी कर्तृत्व मेरी शेलीच्या फाऊस्टमधून आधीच दाखवून दिलं गेलंलं आहे. तंत्रज्ञान व त्याच्या वापरामुळे होणाऱ्या राक्षसी परिणामांची जबाबदारी कोणीही घेत नाही, तशी अपेक्षाही केली जात नाही! चेर्नोबिलची दुर्घटना, ओझोनचा थर नष्ट होणं, समुद्रात झालेले तेल उत्सर्जन या सर्व दुर्घटना केवळ अशा बेजबाबदार वापरामुळेच झाल्या.

शेवटी असं वाटतं की ज्ञानालाही मर्यादा हवी. अवाढव्य आणि धोकादायक घटना घडवण्याचं ज्ञान आपल्याकडे आहे, परंतु त्यांचे दुष्परिणाम टाळण्याची जबाबदारी आपल्याला घेता येत नाही.

चौथं सत्र

ज्या ज्ञानाचा परिणाम प्रत्यक्ष लोकांसाठी आणि समाजासाठी होत नाही तोपर्यंत त्याला ज्ञान म्हणता येणार नाही. यंमसूटाऊन, ओहायो येथील समाजाचे फार मोठे नुकसान आर्थिक निर्गुंतवणुकीमुळे झाले. या घटनेत फायद्याची खरेदी, कर सवलती, फिरते भांडवल या नावाखाली, एखादी आक्रमक सेना करू शकणार नाही, एवढे नुकसान झाले. एका अमेरिकन शहराचा नायनाट झाला. त्याबद्दल हे निर्गुंतवणुकीचे निर्णय घेणाऱ्या उच्चशिक्षितांना काहीही शिक्षा होणार नव्हती. केवळ एका तळटीपेच्या जोरावर (अटी लागू!!) त्यांची सुटका झाली.

पण समाजाच्या पातळीवर अशी नुसती तळटीप देऊन भागत नाही. इतर समस्यांचाही विचार करावा लागतो – उदा. बेरोजगारी, गुन्हेगारी, घटस्फोटांचे वाढते प्रमाण, दारूसारखी व्यसने, बालकांवर अत्याचार, गमावलेली गुंतवणूक आणि बरबाद झालेली आयुष्ये! यांचाही विचार समाजाला या तळटीपेबरोबर करावा लागतो. यावरून कळतं की व्यवस्थापनशास्त्र व अर्थशास्त्र विभागात चांगल्या सामाजिक व्यवस्थेचं मूल्य शिकवलं जात नाही. तिथला कोता विध्वंसक,

आर्थिक शहाणपणा शेवटी उपयुक्त ठरत नाही. जिथे फक्त कार्यक्षमता आणि सार काढणं किंवा सामान्य नियम बनवणं महत्त्वाचं मानलं; त्याची मानवी किंमत किती द्यायला लागते ते तिथं शिकवलं जात नाही.

पाचवं सूत्र

हे मुलांच्या डोळ्यापुढे आदर्श उदाहरण ठेवण्याबद्दलच आहे. चांगल्या शिक्षणासाठी आज अत्यावश्यक झालेली गोष्ट म्हणजे डोळ्यापुढे आदर्श म्हणून ठेवता येतील असे प्राध्यापक-शिक्षक; जे विचारी आणि प्रामाणिक आहेत, ज्यांच्याकडून सचोटी, आस्था शिकून घ्यावी, असे शिक्षक. शिवाय ज्या संस्थांमध्ये मुलं शिकणार, त्या संस्थादेखील त्यांच्या संपूर्ण कामामध्ये आदर्श तत्त्वांचं पालन करणाऱ्या हव्यात. आज जेव्हा संस्था एका बाजूला जागतिक जबाबदारीविषयी बोलतात आणि दुसऱ्या बाजूला बाजारामध्ये अत्यंत बेजबाबदारपणे गुंतवणूक करतात, तेव्हा त्यातून प्रत्यक्षात पोकाळ दिखाव्याचे, ढोंगीपणाचे धडे मिळतात; शेवटी मुलांच्या पदरात निराशाच येते.

सहावं सूत्र

सरतेशेवटी मी असे नमूद करतो की शिक्षणाची प्रक्रिया एखाद्या विशिष्ट विषयामधील आशयाइतकीच महत्त्वाची आहे. व्याख्यानाच्या रूपात शिकवलेले विषय निष्क्रियता आणतात. शिक्षण हे चार भिंतींच्या आत, वास्तव जगापासून वेगळं

घडतं असा आभास निर्माण होतो. जीवशास्त्राच्या वर्गात बेडूक कापताना निसर्गाविषयी शिकता येतं असं कोणी म्हणणारही नाही. विद्यापीठाच्या चौकटीतील शिक्षण निष्क्रियता, एकांगी विचार, कृत्रिमता, स्वतःचं वर्चस्व प्रस्थापित करणं अशा गोष्टींना बळकटी देतं. मला एवढंच म्हणायचं आहे की मुलं अभ्यासक्रमापलीकडच्या विविध गोष्टी सूक्ष्म निरीक्षणातून शिकत असतात.

विद्यापीठांसाठी उपक्रम

पृथ्वीतलावर मानवाचं अस्तित्व टिकण्याच्या दृष्टीने शिक्षणाचा विचार केला, तर त्याचे मूल्यमापन कसं करता येईल- याविषयी मला चार सूचना द्याव्याशा वाटतात

१) जसं शिक्षक म्हणून व्याख्यानं देता, तसंच महाविद्यालयाच्या परिसरात संवाद, चर्चासत्रं सुरू करा - 'महाविद्यालयातील चार वर्षांचे पदवी शिक्षण त्यांना या ग्रहावरील चांगले रहिवासी बनवते की भटके विध्वंसक व्यावसायिक? हे महाविद्यालय टिकाऊ प्रादेशिक अर्थव्यवस्था वाढवण्यास हातभार लावते की कार्यक्षमतेच्या नावाने सर्वनाशाची पद्धत शिकवते?' असे विषय चर्चेला घेऊ शकता.

२) येथे कोणत्या संसाधनांची वाढ होते? - अन्न, ऊर्जा, पाणी, वस्तू की कचरा? शिक्षक व विद्यार्थ्यांनी एकत्रितपणे विहिरी, खाणी, शेते, कुरणे व जंगले, जी परिसराला पुरवठा करतात त्यांचा

अभ्यास करावा. कचऱ्याची विल्हेवाट कुठे, कशी लावली जाते त्याचीही तपासणी करावी. अर्थात एक अशी प्रक्रिया सुरू झाली पाहिजे की संस्थेच्या क्रयशक्तीचा उपयोग पर्यावरणाचा ऱ्हास रोखण्यासाठी करता येईल. कार्बनडायऑक्साईडचे कमी उत्सर्जन, विषारी वस्तूंचा कमी वापर, ऊर्जेचा कार्यक्षम वापर, सौर ऊर्जेचा वापर, टिकाऊ स्थानिक अर्थव्यवस्था उभी करणे, दीर्घकालीन खर्चावर मर्यादा इत्यादी. अशा योजनांद्वारे इतर संस्थांसाठी एक आदर्श उभा राहिल. या अभ्यासाचे निकष नेहमीच्या अभ्यासक्रमात गुंफायला हवेत. सभा, व्याख्याने, संशोधनातून, वेगवेगळ्या अभ्यासक्रमांमधून वापरायला हवेत. जोपर्यंत विद्यार्थ्यांना विविध संसाधनांचे स्रोत, त्यांचा योग्य वापर, योग्य विल्हेवाट याबद्दल माहीत होत नाही आणि वास्तवातल्या खऱ्या समस्यांवर खरे उपाय शोधून काढता येत नाहीत, तोपर्यंत त्यांना पदवी मिळू नये.

३) केलेल्या गुंतवणुकीची पुनर्तपासणी व्हायला हवी. गुंतवणुकीचा उपयोग

सर्वसामान्य जनतेच्या भल्यासाठीच होतो का? त्या कंपनीचा जागतिक पातळीवर उपयुक्त ठरणारी कामे, जबाबदार पद्धतीने करतात का? यातील काही भाग स्थानिक ऊर्जास्रोत वाढवण्यासाठी उपयोगात आणता येईल का? संपूर्ण प्रदेशात टिकाऊ व्यवस्थेचा विस्तार यामुळे होऊ शकेल का?

४) सरते शेवटी मी असे मांडतो की तुम्ही तुमच्या विद्यार्थ्यांसाठी पर्यावरण साक्षरतेचे ध्येय ठरवा. कोणत्याही विद्यार्थ्याला पायाभूत पर्यावरणाची माहिती असल्याशिवाय (या किंवा इतर कोणत्याही शैक्षणिक संस्थेतून) त्याला पदवी मिळणार नाही.

संपूर्ण पर्यावरणीय व्यवस्थेच्या चक्राचे आपण फक्त दाते (cogs) आहोत. पर्यावरणीय चक्राच्या गतीला साथ दिली तर आपले मानसिक व भौतिक धन अपरिमित काळापर्यंत वाढत राहिल पण जर आपण पर्यावरणाच्या गतीचा अंदाज घेतला नाही, त्यांचा नाश केला, तर शेवटी आपण धुळीस मिळाल्याशिवाय राहणार नाही. जर शिक्षणाने आपल्याला एवढेही समजले नाही, तर शिक्षण हवे कशासाठी?



लेखक : डेव्हिड ऑरॅ, पर्यावरणाचे ज्येष्ठ अध्यापक, पर्यावरण विषयक विपुल लेखन, बायोनिअर्स पारितोषिकासह अनेक पुरस्कारांचे मानकरी, १९९६ मध्ये उत्तर अमेरिकेतील ऑबेर्लिन कॉलेज येथे ग्रीनेस्ट इमारतीची उभारणी.

अनुवाद : मीना आगटे, फोन : ९७६७५६८३९९

चवदार भाताची गोष्ट

लेखक : अनिल गोरे

सानिकाचा सातवीचा निकाल लागला. तिला चांगले यश मिळाले. निकालानंतर मामाच्या गावाला जायचे नक्की झाले होते. चार दिवसानंतर बाबांनी सानिका, तिचा अमेय दादा आणि तिच्या आईला मामाच्या गावी नेऊन सोडले आणि ते शहरात परत आले. मामाच्या गावाला पळसाची खूप झाडे होती. म्हणून गावाचे नाव पळसगाव पडले होते. मामाकडे पोचायला रात्रीचे आठ वाजले. सर्वांना खूप भूक लागली होती. आजीने त्यांना गरम गरम वरणभात आणि लिंबाचे लोणचे वाढले. आजीकडचा भात सानिकाला नेहेमीच आवडे. तसा भात तिच्या शहरातील घरी तिला कधीच मिळत नसे. आईला आजीसारखा भात करता येत नाही आणि आजीला मात्र छान भात करता येतो असे तिचे मत होते.

पळसगावला आल्यावर शेतात हुंदडणे, गावातील मुलामुलींशी खेळणे यात १५ दिवस कसे निघून गेले ते सानिकाला आणि दादाला कळलेच नाही. या सर्व धमालीला थालीपीठ, हुरडा, दही, लोणी, लाडू, खोबऱ्याच्या वड्यांची जोड होतीच! राजांचा राजा म्हणजे फळांचा राजा आंबा

सकाळ, दुपार, संध्याकाळ मुलांच्या सेवेला हजर होता. एक दिवस सकाळी सानिकाला गावात प्रत्येक ठिकाणी रंगीबेरंगी पताका लावलेल्या दिसल्या. “सगळीकडे पताका कशाला लावल्यात?” असे सानिकाने आईला विचारले. आईने सांगितले “येत्या रविवारी गावची जत्रा आहे.”

जत्रेत खूप गर्दी असते. खाऊची व खेळण्यांची खूप दुकाने असतात, हे सानिकाला माहीत होते. जत्रेतल्या महाप्रसादाचे जेवण फारच चविष्ट असते, हेही तिला माहीत होते. मागील वर्षीच्या महाप्रसादाची चव तिच्या जिभेवर अजून रेंगाळत होती. रविवारी जत्रेत पुन्हा भरपूर मजा करायला मिळणार या विचाराने सानिकाला आनंद झाला. जत्रेच्या दिवशी सकाळी अंधोळ करून घरचे सगळे ग्रामदेवतेच्या मंदिरात गेले. सर्वांनी रांगेत उभे राहून दर्शन घेतले. दर्शन झाल्यावर सानिका, दादा, आई, आजी, मामा आणि मामी असे सगळेजण जत्रेत फिरू लागले. चक्रीपाळणा, फिरते घोडे, तंबूतील चित्रपट हे सगळे संध्याकाळी सुरू होणार असल्याने मंडळींनी जत्रेतल्या दुकानांकडे मोर्चा

वळवला. रंगीबेरंगी मणी, माळा, बाहुल्या, खेळणी अशा सर्व प्रकारच्या वस्तू आणि निरनिराळ्या खाऊने भरलेली बरीच दुकाने जत्रेत होती.

जत्रेतील प्रत्येक वस्तू घेण्याचा सानिकाला मोह होत असला तरी प्रत्येक वस्तू घेणे शक्य नव्हते. जरी प्रत्येक वस्तू घेता आली नाही तरी आई दोघा मुलांना प्रत्येक वस्तूची जमेल तितकी माहिती दरवर्षी देत असे. सानिकाची आई विज्ञान पदवीधर होती आणि एका संशोधन संस्थेत काम करत होती. जत्रेत वस्तू बघताना, त्या वस्तू कोणत्या पदार्थांनी बनल्या, कोणत्या प्रक्रियेने निर्माण झाल्या याची माहिती ती मुलांना देत असे. जत्रेतील वस्तू आणि खेळणी बनवण्यासाठी दरवर्षी काही नवे पदार्थ वापरलेले आढळत. ग्रामीण भागातील, खूप मोठ्या पदव्या न मिळवलेले कारागीर स्वतःच्या विचाराने नवनवीन शास्त्रीय संकल्पना कशा वापरतात हे जाणून घेण्यात सानिकाच्या आईला रस होता. आईच्या या सवयीमुळे मुलांना दरवर्षीच्या जत्रेत काही नवीन वस्तू आणि भरपूर नवीन, शास्त्रीय माहिती मिळत असे.

जत्रेतल्या त्या तात्पुरत्या बाजारात फिरताना वेळ कसा गेला ते कोणालाच कळले नाही. भुकेने पोटात कावळे ओरडत असल्याची पहिली जाणीव सानिकाला झाली. भूक लागल्यामुळे तिचा वस्तू बघण्यातला रस संपला. जत्रेतल्या जेवणाची

खास चव आठवून तिने सर्वांना मंदिराकडे ओढून नेले. महाप्रसाद वाटपाला सुरुवात झाली होती. एका ठिकाणी पळसाच्या हिरवट पानापासून बनलेल्या पत्रावळी आणि द्रोण ठेवलेले होते. प्रत्येकाने एक पत्रावळ आणि दोन द्रोण घेतले आणि ते सर्वजण रांगेत उभे राहिले. भात, पोळ्या, बुंदी, आमरस, रस्सा भाजी, भजी, पापड, लोणचे असा महाप्रसादाचा बेत होता. सानिकाला जेवण खूपच आवडले. भात आणि रस्सा भाजी तर तिने आणखी दोनदा वाढून आणली.

महाप्रसादातली भात भाजी खाताना, “आई, तुला अशी भाजी आणि असा भात कधीच का करता येत नाही?” असा प्रश्न तिने आईला तीनदा विचारला.

इतका वेळ गप्प बसून जेवणावर लक्ष देणाऱ्या मामीने सानिकाला तिच्या प्रश्नाचे उत्तर दिले. मामी म्हणाली, “चुलीवर केलेल्या स्वैपाकालाच अशी चव येते. घरी वायूच्या शोगडीवर शिजूमध्ये (कुकर) केलेल्या स्वैपाकाला अशी चव येत नाही.”

“दोन्हीकडे पदार्थ आगीच्याच मदतीने शिजतो ना? मग चवीत वेगळेपणा का येतो?” सानिका आणि अमेयदादा दोघांनी एकदमच विचारले.

आजी म्हणाली, “झाल्या यांच्या चौकशा सुरू! असे का आणि तसेच का? अगोदर नीट जेवा आणि मग घरी गेल्यावर तुमच्या शास्त्रज्ञ आईचे डोके खा ! चवीत वेगळेपण का असते ते ती तुम्हाला सांगेल.”

मामाही सानिकाच्या आईला म्हणाला, “ताई, जत्रेतल्या जेवणाची चव घरच्या जेवणापेक्षा छान आणि वेगळी असते हे सर्वांना नेहेमीच जाणवते. याला काही कारण असेल तर ते तू आम्हाला सर्वांनाच समजावून सांग.”

सानिकाची आई म्हणाली, “बरं बाबा, सांगेन मी याचे कारण ! पण आत्ता नाही. आत्ता जेवण जास्त झाल्याने डोळ्यावर झोप येते आहे. अगोदर घरी जाऊन झोप काढू. संध्याकाळी पुन्हा जत्रेत फिरायचे आहे. मी तुम्हाला उद्या काय ते सांगेन.”

घरी विश्रांती घेऊन सर्वजण संध्याकाळी जत्रेत हिंडले. उंच गेल्यावर पोटात खड्डा पाडणाऱ्या चक्री पाळण्यात सगळे बसले. जादूचे प्रयोग पाहिले. भुताच्या वाड्यात जाऊन बाहेर आले. विजेवरच्या छोट्या चारचाकीत बसले. छऱ्याच्या बंदुकीने नेम धरून फुगे फोडले. सानिका थकून पेंगायला लागल्यावर सर्वजण घरी आले. दुसऱ्या दिवशी सकाळची न्याहारी झाल्यावर सानिकाला आठवले की, आई आपल्याला चवीतील वेगळेपणाचे कारण सांगणार आहे. तिने आईला आठवण करून दिली. बाहेरच्या मोठ्या खोलीत सगळेजण सानिकाच्या आईचे भाषण ऐकायला जमले. सानिकाच्या आईने सांगायला सुरुवात केली.

ती म्हणाली, “सर्व अन्नपदार्थात भरपूर पाणी, थोडे घन पदार्थ आणि त्या-त्या पदार्थांचा स्वाद निर्माण करणारे घटक

असतात. त्यातील घन पदार्थांचे कण एखाद्या चिकट बंधक पदार्थाने आसपासच्या कणांशी बांधलेले असतात आणि स्वादकारक घटक त्यात विखुरलेले असतात. पदार्थ शिजताना पदार्थात पाणी शिरते. आकार वाढतो, स्वाद बदलतो आणि पदार्थ पचनाच्या दृष्टीने हलके होतात.”

सानिकाच्या आईने पुढे सांगितले, “शहरात आपण शिजूमध्ये दाबाखाली भात तसेच भाजी शिजवतो. शहरात स्वयंपाकाचा वायू वापरतात. तो वेगाने जळतो आणि कमी वेळात अधिक उष्णता निर्माण होते. याला मोठी आच म्हणतात. शिजूमध्ये कमी वेळात, अधिक दाबाखाली पदार्थ शिजवले जातात. या उलट चुलीवर स्वयंपाक करताना लाकडांचे स्वयंपाकाच्या वायूपेक्षा कमी वेगाने ज्वलन होते. धुराचे प्रमाण मोठे असल्याने तेवढ्याच वेळात पदार्थांला कमी उष्णता मिळते. याला कमी आच म्हणतात.”

अमेयने मध्येच विचारले, “आच कमी - जास्त झाल्यामुळे चवीत वेगळेपणा का येतो?”

आई म्हणाली, “जगातील प्रत्येक पदार्थ हा रसायन आहे. उष्णता, दाब यांचा प्रत्येक रसायनावर काही ना काही परिणाम होतो. पदार्थ शिजताना त्यात भौतिक आणि रासायनिक बदल होतात. या बदलांपैकी रासायनिक बदलांचा वेग कमी - जास्त झाला तर त्यातून निर्माण होणारे घटकही बदलतात. चुलीवरील स्वयंपाकाच्या वेळी

ते बदल कमी वेगाने घडतात.”

मामीने तिचा तर्क सांगितला, “बदलांचा वेग कमी जास्त झाला की शिजणाऱ्या पदार्थात पाणी शिरण्याचा वेगही बदलत असेल. पाणी शिरण्याचे प्रमाण बदलून पदार्थाचा पोत बदलत असेल.”

सानिकाची आई पुढे म्हणाली, “बरोबर ! पण फक्त पोत बदलत नाही तर स्वादकारक घटकांत होणारे बदलही कमी-जास्त होतात आणि त्यामुळे चवीत वेगळेपण आढळते.”

मामा म्हणाला, “चुलीवरच्या स्वयंपाकामुळे चव अधिक चांगली लागत असली तरी स्वयंपाक करणाऱ्याला धुराचा त्रास होतो. गावात आता कमी झाडे उरली आहेत, त्यातील काही जळणासाठी तोडावी लागतात. हे काही चांगले नाही. आपोआप पडलेल्या फाटीचा वापर करणे वेगळे आणि झाडे तोडणे वेगळे. वर्षातून एक दिवस जत्रेतील छान चवीचे जेवण मिळते त्यावर समाधान माना.”

जत्रेतील जेवण आणि आजीकडचा भात अधिक चांगल्या चवीचा का वाटतो, हे सानिकाला समजले.

आई पुढे म्हणाली, “नुसत्या चवीचा विचार करून उपयोग नाही. जत्रेत लाकडाच्या चुलीवर केलेला स्वयंपाक मोठ्या आणि उघड्या पातेल्यांमध्ये किंवा कढ्यांमध्ये करतात. या पद्धतीत शिजणाऱ्या पदार्थांमधील जीवनसत्वे बाहेर पडणाऱ्या

वाफेबरोबर निघून जातात. शिजूच्या आत शिजवलेल्या पदार्थातून ती निघून जात नाहीत तर आपल्याला मिळतात.”

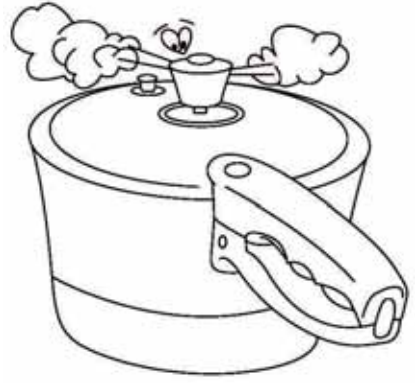
सानिका, अमेय, मामा, मामी आणि आजी या सर्वांच्या मनातील शंका फिटल्या. आईचे भाषण संपले, हे पाहून सानिका आणि अमेय खेळायला बाहेर सटकले. बाकी सर्वजण आपापल्या कामाला लागले.

काही दिवसांनी सानिका, अमेय आणि आई त्यांच्या शहरातील घरी परत आले. इतर सगळेजण चवीतील वेगळेपणाचा विषय विसरून गेले तरी सानिकाच्या डोक्यात ती सर्व माहिती फेर धरून नाचत होती. तीव्र आचेवर कमी वेळात शिजणाऱ्या पदार्थांपेक्षा मंद आचेवर थोडा अधिक वेळ शिजणारा पदार्थ अधिक चांगल्या चवीचा लागतो, हे तिला अनुभवाने कळले होते. पुढच्या वर्षी पुढच्या इयत्तेची शाळा चालू झाल्यावर घरातील सर्वांची नेहेमीप्रमाणे वेळेची शर्यत सुरू झाली. सानिकाच्या आईला बढती मिळाली होती आणि त्यामुळे काम थोडे वाढले होते. कामाला जाताना कधीकधी तिची घाई होत असे. सानिकाही थोडी मोठी झाली असल्याने तिने सानिकाला भाताचा शिजू लावायला शिकवले. एखादेवेळी आईला घाई असेल तर आई कामाला गेल्यावर काही वेळाने भाताचा शिजू लावायची कामगिरी सानिका करत असे. भात शिजवण्याचे तंत्र सानिकाला चांगले जमू लागले. हे पाहून आईने हळूहळू ती

जबाबदारी कायमची सानिकावर सोपविली.

शिजूमध्ये भात शिजायला लावल्यावर तीन शिजूचा झाल्या की शेगडी बंद करायची हे आईने सानिकाला शिकवले होते. दोन महिने रोज भात नीट शिजल्यावर सानिकाचा आत्मविश्वास वाढला. आजीसारखा भात शिजवण्याचा विचार सानिकाच्या डोक्यात खूप दिवसांपासून घोळत होता. एके दिवशी सानिकाने स्वतःपुरता भात करताना नवा प्रयोग करायचे ठरवले. त्या दिवशी तिने दोन शिजूचा झाल्यावर शेगडी बंद केली. त्या दिवशी भात थोडा कच्चा राहिला. तो कच्चा भात स्वतः खाऊन टाकला आणि इतरांसाठी जास्त शिजूचा भात करून ठेवला. त्यानंतर अनेक वेळा तिने प्रयोग केले. तांदूळ आणि पाण्याचे प्रमाण वेगवेगळे घेऊन, शेगडीची ज्योत कमी अधिक करून, तिने वेगवेगळ्या चवीचा भात शिजवला. प्रत्येक प्रयोगाच्या वेळी जसा झाला असेल तसा भात स्वतः खाल्ला. प्रत्येक प्रयोगाच्या वेळी भाताच्या चवीत थोडा बदल असला तरी पळसगावच्या जत्रेसारखा भात मात्र तिला शिजवता येईना ! पुढे दिवाळीची सुट्टी लागल्यावर भात शिजवताना दादाही घरी असल्याने सानिकाचे शास्त्रीय प्रयोग काही काळ थांबले.

दिवाळीचा फराळ, फटाके, दिवाळी अंक आणि पाहुणे या गडबडीत ती हा विषय विसरून गेली. दिवाळीच्या सुमाराला थंडी वाढू लागली म्हणून तिच्या बाबांनी तिला



लोकरीचे उबदार, नवीन कपडे आणले. लोकरीचे कपडे घातल्याने आपल्या शरीरातील उष्णता बाहेर जात नाही. थोडी उष्णता बाहेर गेली तरी अगदी कमी प्रमाणात तसेच कमी वेगाने जाते असे तिने एका दिवाळी अंकात वाचले. लोकरीच्या कापडाचा हा गुण वाचून तिच्या मनात एक कल्पना चमकली. ती कल्पना विसरून जाऊ नये, म्हणून तिने सामान्य विज्ञान विषयाच्या वहीत मागच्या पानावर ती कल्पना लिहून ठेवली. दिवाळी संपल्यावर या नवीन कल्पनेचा उपयोग करायचा असे तिने ठरवून टाकले. दिवाळी संपल्यावर पाहुणे आपापल्या घरी गेले. सानिका, अमेय, आई आणि बाबा कोल्हापूरची सहल करून आले. दिवाळीची सुट्टी संपून शाळा सुरू झाल्याच्या पहिल्याच दिवशी सानिकाने जाहीर केले की, यापुढे रोज तीच नेहेमीप्रमाणे भात शिजवणार आहे. घरातील सर्वांनी टाळ्या वाजवून तिचा प्रस्ताव मान्य केला.

त्या दिवशी सानिकाने अगोदर स्वतःपुरता भात शिजवायला घेतला. तिची एक जुनी लोकरीची बंडी होती. ती बंडी खुर्चीवर काढून ठेवली. शिज्जूमध्ये पाणी घातले. त्यावर नेहेमीप्रमाणे एक चकती ठेवली. एका छोट्या पातेल्यात स्वतःपुरते तांदूळ आणि त्याला पुरेसे पाणी घेतले. ते पातेले शिज्जूमध्ये ठेवून तिने शिज्जूचे हवाबंद झाकण नीट बसवले. सर्व तयारी झाल्यावर शोगडी पेटवून शिज्जू त्यावर ठेवला. स्वयंपाकाच्या ओट्याजवळ उभे राहून ती शिज्जूचे नीट निरीक्षण करत थांबली. गेल्या अनेक महिन्यांच्या अनुभवानुसार तिला

माहीत होते की, पहिली शिड्डी होण्यापूर्वी वाफेचा दाब बराच वाढलेला असतो आणि फुस-फुस आवाज येतो. त्या दिवशी तसा फुस-फुस आवाज येऊ लागल्यावर पहिली शिड्डी होईल असे तिला जेव्हा वाटले तेव्हा पहिली शिड्डी होण्यापूर्वीच तिने शोगडी बंद केली. शोगडी बंद केल्यावर तिने लोकरीची बंडी शिज्जूच्या भोवती गुंडाळली आणि बंडीचा थोडा भाग शिज्जूच्या झाकणाच्या वरील भागावर दाबून ठेवला. सुमारे अर्धा तास ती तशाच स्थितीत उभी राहिली. अर्ध्या तासानंतर तिने शिज्जूचा अंदाज घेतला. शिज्जू आता पहिल्यापेक्षा कमी गरम लागत होता.

तिने झाकणावरचा बंडीचा भाग बाजूला केला आणि बंडीचा उरलेला भाग होता तसाच गुंडाळलेल्या स्थितीत ठेवला. आणखी अर्ध्या तासाने तिने बंडी पूर्णपणे बाजूला काढून घेतली.

काही वेळाने शिज्जू पुरेसा थंड झाल्यावर तिने त्याचे झाकण उघडले. भाताच्या भांड्यातून एका चमच्याने थोडा भात काढून तिने खाल्ला आणि तिला खूप आनंद झाला. हा भात अगदी आजीसारखा किंवा पळसगावच्या महाप्रसादासारखा झाला होता. तिचा उत्साह वाढला. तिने इतरांसाठी आणखी भात शिजायला लावला. पहिली शिड्डी



होण्यापूर्वी शोगडी बंद केली. लोकरीची बंडी पहिल्यासारखी पुन्हा गुंडाळली. त्या बंडीला ठिकठिकाणी चिमटे लावून ती अभ्यासाला बसली. पाऊण तासाने तिने बंडी काढून ठेवली. आपले जेवण करून ती शाळेत गेली. दुपारी अमेय येऊन जेवला तेव्हा त्यालाही भाताच्या चवीतील बदल जाणवला. संध्याकाळी सर्वजण एकत्र जेवायला बसले तेव्हा चवीतील बदल सगळ्यांना जाणवला. सर्वांनी सानिकाचे कौतुक केले. जेवण झाल्यावर सानिकाने सर्वांना आपल्या प्रयोगाची माहिती दिली. सगळ्यांना खूप आश्चर्य वाटले आणि त्यांनी सानिकाचे खूप कौतुक केले.

अमेय म्हणाला, “सानिका, तू कमी वेळात अधिक वेगाने उष्णता देण्याऐवजी अधिक वेळ कमी वेगाने उष्णता देण्याचा प्रयोग यशस्वी केला आहेस ! तू केवढा मोठा शोध लावला आहेस याची तुला कल्पना नाही. या पद्धतीने पदार्थाची चव तर वाढेलच, पण जगातले सर्व शिजू पहिल्या शिड्डीपूर्वी बंद झाले तर रोज प्रचंड प्रमाणात इंधन वाचेल.”

सानिकाच्या आईने सांगितले, “या पद्धतीने होणारा लाभ फक्त चव आणि इंधन यापुरताच नाही तर आपण बंद शिजू वापरत असल्याने पदार्थाची चव सुधारत असतानाच

त्यांच्यातील जीवनसत्वेही टिकून राहतील, हवेत उडून जाणार नाहीत. मी आता अधिक शास्त्रीय पद्धतीने याचा अभ्यास करीन.”

पुढील काही महिन्यात सानिकाने भात, वरण यासाठी तर तिच्या आईने भाज्यांसाठी याच पद्धतीचा उपयोग केला. स्वयंपाकाच्या वायूची जी टाकी त्यांना पूर्वी दर तेवीस दिवसांनी बदलावी लागे ती आता त्यांना एकोणतीस दिवस पुरू लागली. तिच्या आईने या पद्धतीवर आणखी संशोधन केले. किती आकाराच्या शिजूसाठी शोगडीची ज्योत किती ठेवावी. किती वेळ उष्णता द्यावी याचे प्रमाण निश्चित केले. सानिकाने शाळेच्या स्नेह संमेलनात, विज्ञान कार्यशाळेत, प्रकल्प स्पर्धेत आपला हा प्रयोग सादर केला. सानिकाला त्या वर्षीची जिल्हा, राज्य आणि देश पातळीवरील अनेक महत्त्वाची पारितोषिके मिळाली. सानिकाचे बाबा एका वसतिगृहाच्या संस्थेचे सभासद होते. तिथे ही पद्धत वापरल्याने खूप बचत झाली. त्या वसतिगृहाला स्वयंपाकाच्या वायूच्या एकोणतीस टाक्या दर महिन्याला लागत होत्या. त्या ऐवजी फक्त तेवीस टाक्या पुरेशा ठरू लागल्या.

दरवर्षी आजीच्या गावाला जत्रेला जायचे आणि काहीतरी नवीन शिकून यायचे असा सानिका आणि अमेयने निर्धारच केला.



लेखक : अनिल गोरे, मराठीतून गणित आणि विज्ञान शिक्षणासाठी कार्यरत. समर्थ मराठी संस्थेचे संस्थापक. मो. ९४२२००१६७१

महाराष्ट्रात हिंदू धर्मियात ज्येष्ठ पौर्णिमेला सुवासिनीनी वडाच्या झाडाची पूजा करायची रीत आहे. सती सावित्रीने आपला पती सत्यवान याचे प्राणहरण करायला आलेल्या यमाकडून आपल्या पतीचे प्राण परत मिळवले अशी आख्यायिका आहे.. सावित्रीने आपल्या - निष्ठा, चिकाटी आणि हुशारीने यमालाही त्याच्याच शब्दात पकडून त्याला त्याचे प्राणहरणाचे काम खंडित करायला लावून सत्यवानाचे प्राण परत करायला लावले होते. ज्या झाडाखाली हे सारे नाट्य घडले ते झाड वडाचे होते. वडाच्या झाडाची पूजा करून सावित्रीची निष्ठा, चिकाटी आणि हुशारी आपल्याकडेही

येईल असे मानून सुवासिनी पूजा करतात.

काही जण या कथेला नवा अर्थ देत यातून पर्यावरणाशी असलेले मानवाचे नाते जोपासण्याचा दिवस म्हणून या दिवसाकडे पाहा असे सांगतात.

आयुर्वेदात वडाचा विस्तार आणि आयुष्यमान पाहून त्यात आयुष्य आणि आरोग्य रक्षणाचे गुण मोठे असल्याचे म्हटले आहे. या वृक्षाच्या सान्निध्यामुळे सत्यवानचे आयुष्य वाढले असा एक तर्क वापरतात.

पर्यावरणाची जाणीव राहणे ही सर्वच प्राणिमात्रांच्या अस्तित्वासाठी आवश्यक गोष्ट आहे. प्रचंड वृक्षतोड करून आणि मनमानी पद्धतीने डोंगरांवर बांधकामे, रस्ते आणि धरणे

वडपौर्णिमा - एक नवा दृष्टिकोन



बांधली की ढगफुटी सहन करण्याची पर्यावरणाची क्षमता कशी कमी होते याचे एक दर्शन १७-१८ जूनच्या उत्तराखंडमधील प्रसंगातून तसेच त्या आधीच्या कात्रज बोगद्याजवळ पावसाच्या मान्याने धुपलेल्या हमरस्त्याच्या प्रसंगावरून आपल्या लक्षात आली असेल. हे प्रसंग यंदाच्या पावसाळ्यात आणखीही घडण्याची शक्यता आहे.

वडपौर्णिमेच्या निमित्ताने सुवासिनींनीच नव्हे तर सर्वच स्त्री-पुरुष-मुले-मुली यांनी आपल्या जगण्याचे वनस्पती सृष्टीशी असलेले धागे पुन्हा सांधत या पावसाळ्याचा वापर केला पाहिजे.

नष्टप्राय झालेली वृक्षराजी एका रात्रीत पुन्हा उभी राहणार नाही. त्यासाठी एक एक झाड लावत गेलं पाहिजे. ते टिकेल असं बघितलं पाहिजे. अनेकांनी एकाच वेळी जिथे जिथे शक्य आहे त्या अनेक ठिकाणांहून हे काम केलं पाहिजे. अनेकजण ते आज करतात त्यांना साथ दिली पाहिजे.

या बरोबर रोज घरबसल्या करता येईल असा एक उपक्रम वडाशी जोडलेला आहे. हे एक व्रत आहे. त्यात थोडे कष्ट आहेत. पण आपल्या, आपल्या घराच्या, शेजाऱ्यांच्या, गल्लीच्या, गावाच्या - शहराच्या, शहराशेजारच्या गावांच्या, देशाच्या, मानवी समाजाच्या आणि निसर्गाच्या भल्यासाठी हे काम आपण करायलाच हवे.

वडाच्या झाडाखालची दोन मूठ माती

घरी आणा. एक मोठी कुंडी किंवा टोपली किंवा खोकं घ्या. त्यात थोडं गवत टाका, त्यावर आपल्या घरातला ओला कचरा टाका. आणि वडाखालची माती विरजण म्हणून त्याच्यावर टाका. वडाखालच्या मातीत अब्जावधी जीवाणू असतात. तेही आपल्या जगण्यासाठी वृक्षांइतकेच महत्त्वाचे आहेत. आपण ज्याला ओला कचरा म्हणतो तो कचरा हे जीवाणू कुजवतात. (खरं तर या कचऱ्याला 'कुज्य' कचरा म्हटलं पाहिजे.)

आपला कचरा काळवंडला की समजावं - आपण बरोबर मार्गावर आहोत त्याचं खत बनत आहे. आता त्यात रोज आपला 'कुज्य' कचरा जिरवायला हरकत नाही.

हे सेंद्रिय खत वनस्पतींना उपयोगी आहे. शिवाय या खतनिर्मितीसाठी इंधनही लागत नाही आणि त्याच्या निर्मितीत प्रदूषणही होत नाही. ते विस्तारीत भागावर तयार झाल्याने त्याला वहन-वितरण करण्यासाठी थोडाच खर्च येईल. काही जण हा पैसा मिळवण्याचा उद्योग म्हणूनही करू शकतील.

तर चला वडपौर्णिमे निमित्तानं आपण 'उद्योजक' होऊ. कचऱ्यातून धन - धान्य - आरोग्य - आणि दीर्घायुष्य मिळवायला लागू.



लेखक : विनय र.र., निवृत्त प्राध्यापक, मराठी विज्ञान परिषदेत कार्यरत.

शैक्षणिक
संदर्भ

- वार्षिक वर्गणी रु. २००/-
संदर्भ सोसायटीच्या नावे बँक ड्राफ्ट / मनिऑर्डरने पाठवावेत.
- आधीच्या वर्षाचे निवडक अंक उपलब्ध.
शाळा, ग्रंथालये आणि विज्ञान शिक्षकांसाठी
सवलतीच्या किंमतीत पाठवू.
- अंक १ ते ६० पर्यंतचा
३५ अंकांचा संच रु. ५००/-
- अंक ६० ते ८० मधील निवडक
पंधरा अंकांचा संच रु. ३००/-

हे संच पोस्टाने पाठवण्याचा खर्च संदर्भ सोसायटी करेल.
त्वरित मागणी नोंदवावी.

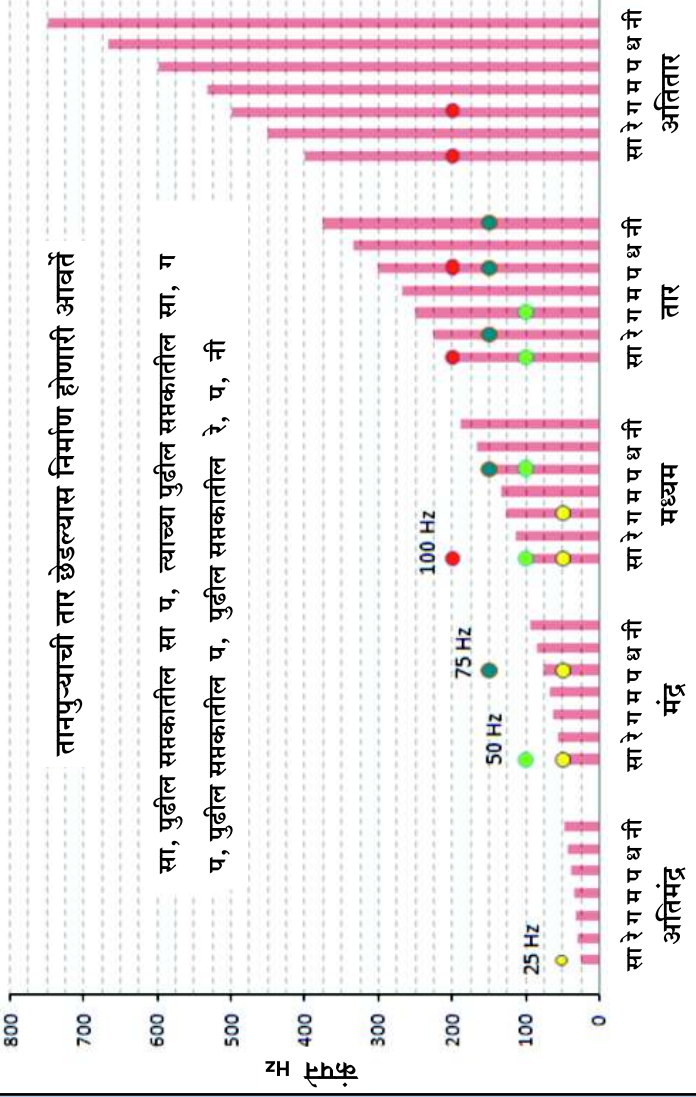
नमुना अंकासाठी संदर्भची वेबसाईट पहावी.
www.sandarbhociety.org

-
- संदर्भ, १) द्वारा पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,
संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.
- २) द्वारा समुचित एन्हायरोटेक प्रा.लि.
फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क को. ऑप. हौसिंग सोसायटी, निर्मिती शोरूमच्या मागे,
अभिनव शाळेशेजारी, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४
फोन : २५४६०१३८ वेळ : १२.३० ते ४.



तानपुऱ्याची तार छेडल्यास निर्माण होणारी आवर्ते

सा, पुढील सप्तकातील सा प, त्याच्या पुढील सप्तकातील सा, ग
प, पुढील सप्तकातील प, पुढील सप्तकातील रे, प, नी



सा रे ग म प ध नी - सात स्वरांच्या सप्तकातून अद्भुत संगीत सृष्टी निर्माण होते. खालचं सप्तक, वरचं सप्तक म्हणजे नेमकं काय? यांचा एकमेकांशी काय संबंध आहे? हे सारं विज्ञानाच्या भिंगातून कसं दिसतं? याबद्दल आणि सप्तक या पायाभूत कल्पनेविषयी जाणून घेऊ या, या वेळच्या 'ध्वनी- भाग ६' या लेखात.

शैक्षणिक संदर्भ : जून - जुलै २०१३ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्त्रबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.



नदी-विकास : नदीचं पाणी अडवून धरण कशासाठी बांधायचं ?
सगळ्यांना नियमित पाणी मिळावं, शेतीला वर्षभर पाणी
मिळावं, विद्युतनिर्मिती करता यावी, पुरावर नियंत्रण ठेवता यावं
वगैरे... या सगळ्या चांगल्या गोष्टींबरोबरच धरणामुळे पाणलोट
क्षेत्रात मोठ्या प्रमाणावर बदल होतात, सामाजिक प्रश्न उभे
राहतात आणि पर्यावरणाला धोका उत्पन्न होऊ शकतो. या
सगळ्याचं मूल्यमापन कसं करतात याबद्दल जाणून घेऊ या.