

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०११

शैक्षणिक

# प्रदर्श

अंक ७२

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

तपपूर्ती  
विशेषांक

शैक्षणिक संदर्भचा हा तपपूर्ती विशेषांक वाचकांच्या हातात देताना आम्हाला मनापासून आनंद होतो आहे. या सर्व काळात आमचे लेखक, अनुवादक, वर्गणीदार, देणगीदार आणि जाहिरातदार यांनी अनमोल साथ दिली. त्या साथीच्याच बळावर हा प्रवास शक्य झाला. या सर्व सुहृदांचे मनःपूर्वक आभार.

पुणे येथे संपन्न होणाऱ्या ४६ व्या मराठी विज्ञान अधिवेशनामध्ये प्रकाशन समारंभ होतो आहे, अनेक विज्ञानप्रेमीपर्यंत हे द्वैमासिक पोचते आहे त्याचे आम्हाला समाधान आहे.

संदर्भ गट

ही झुंड कोणाची? आणि ही चाललीये तरी कुणीकडे  
लेख वाचा पान ३ वर



शैक्षणिक

# संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी  
अंक ७२ ऑक्टो.-नोव्हें. २०११

तपपूर्ती विशेषांक किंमत रु. ५०/-

पालकनीती परिवारासाठी निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

**विश्वस्त :**

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

**संपादक :**

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे  
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी,  
अमलेंदु सोमण, यशश्री पुणेकर.

**व्यवस्थापन :**

ज्योती देशपांडे

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ, मांडणी, छपाई :

रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

या अंकाची किंमत : रु. ५०/-

इतर अंकाची किंमत रु. ३०/-

**मुखपृष्ठाबद्दल**

मुखपृष्ठावर आयरीन चक्रीवादळाच छायाचित्र. मागच्या बाजूला या चक्रीवादळाचा मार्ग दाखवणारा नकाशा. अधिक माहितीसाठी वाचा उष्ण कटिबंधातील आवर्त हा लेख पान नं. १७ वर.

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

संपर्क : संदर्भ, द्वारा समुचित एन्हायरोटेक प्रा.लि.

फ्लॉट 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.

# अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ७२

- ईलची अद्भुत सफर ..... ३
  - लाटा मोजा रे सागरी ..... ११
  - उष्ण कटिबंधातील आवर्त ..... १७
  -  पाय म्हणजे काय? .... २९
  - शिट्या का मोजायच्या? ..... ३७
  - उत्क्रांतीवादाला वैज्ञानिक पाया आहे का? ..... ४१
  -  फुग्याला हवी साबणाची साथ ..... ४६
  -  पहाडावरची थंडी ..... ५५
  - शाश्वत विकासाची बेटे ..... ५९
  - वाघुळ प्रेम डोनाचं आणि घायपातीचं ..... ६५
  -  आपल्याला दिसतं तरी कसं ..... ७१
  - मोगल आणि राजपूत कला ..... ८१
  - आमची शाळा ..... ८९
  - आयुकाचे विज्ञान प्रसार कार्यक्रम ..... ९९
  - मुलांशी मैत्रीचे नाते ..... १०५
  - गाठीचा मासा ..... ११३
-  हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

# ईलची अद्भुत

## सफर

लेखक : अरविंद गुप्ते

अनुवाद : वैशाली डोंगरे



किं त्येक सजीवांचे अनेक प्रकारचे जीवनव्यवहार आपल्याला आश्चर्यचकित करणारे असतात. उदा. स्थलांतर करणारे पक्षी दरवर्षी, रस्ता न चुकता, हजारो कि.मी. प्रवास करतात. मधमाश्या, वाळवीसारख्या कीटकांची विशिष्ट समाजरचना असते आणि त्या रचनेनुसार असणारे नियम काटेकोरपणे पाळले जातात. मधमाश्यांच्या पोळ्यामधील एकेका षट्कोनी घराची प्रत्येक बाजू जणू एखाद्या लघुत्तम मापन असलेल्या पट्टीने मोजून बनवलेली असावी असं वाटतं. सजीवांचं अशा प्रकारचं वर्तन त्यांच्या बुद्धिमत्तेमुळे नसतं तर ती त्यांची सहज प्रवृत्ती असते. असंच आश्चर्यचकित करणारं उदाहरण ईल माशांचं असतं. ईल जातीचे मासे जगभरात सर्वत्र आढळतात. त्यांचं शरीर सापाप्रमाणे लांब असतं आणि शरीरावर छोटे खवले असतात. बऱ्याच काळापूर्वीपर्यंत त्यांना एक प्रकारचा सापच समजत असत.

युरोपच्या नदी-नाल्यात आढळणाऱ्या

ह्या 'ईल' माशांचं जीवशास्त्रीय नाव *Anguilla anguilla* आहे. दरवर्षी लाखोंच्या संख्येनं हे मासे समुद्राच्या दिशेने प्रवास करतात. युरोपमधल्या लोकांना हे मासे प्रवास करतात हे तर ठाऊक होतं; पण इतक्या मोठ्या संख्येनं ते कुठं जातात आणि तरीही त्यांची संख्या तेवढीच कशी राहते हे समजत नव्हतं. ग्रीक द्रष्टे, विचारवंत अॅरिस्टॉटल यांना जीवशास्त्रासह अनेक विषयात रस होता. त्यांनी या माशांचं निरीक्षण आणि अभ्यास करून असा निष्कर्ष काढला की ईल (फलनाशिवाय) चिखलातून आपोआप निर्माण होणारा सजीव आहे! अॅरिस्टॉटल यांचा हा निष्कर्ष चुकीचा असूनही ईलच्या जीवनचक्राविषयी काहीही माहिती नसल्याने लोकांनी त्यावर विश्वास ठेवला. १७७७ मध्ये इटलीचे जीवशास्त्रज्ञ कार्लो मेडिनी यांनी ईलच्या शरीराचं विच्छेदन केलं, त्याची पुनरुत्पादन संस्था पाहिली, त्यावरून ईल हा मासा आहे अशा निष्कर्षापर्यंत ते आले.



## लेप्टोसिफॅलस

जेव्हा प्रौढ ईल मासे जेव्हा समुद्राच्या दिशेन जातात तेव्हा काही चपट्या आकाराचे मासे समुद्रातून किनाऱ्याकडे जातात असंही दिसून



आलं होतं. माशांच्या या प्रजातीला *Leptocephalus brevirostris* असं नावं दिलं गेलं. म्हणजे चपट्या डोक्याचा, छोट्या नाकाचा. १८९३ साली इटलीच्या जीवशास्त्रज्ञ गियोवानी बटिस्टा ग्रासी यांना असंही दिसून आलं की या चपट्या माशांचं हळूहळू प्रौढ ईलमध्ये रूपांतर होतं. हे चपटे मासे ही माशांची वेगळी प्रजाती नसून ईलची एक जीवनावस्था असते, हे कळल्यावरही त्यांना लेप्टोसिफॅलसच म्हटलं जातं.

काही जातीचे मासे नदी, तलावाच्या गोड्या पाण्यात असतात तर काही जाती समुद्राच्या खाऱ्या पाण्यात. समुद्रात खाऱ्या पाण्यात राहणाऱ्या माशांना जर गोड्या पाण्यात सोडलं तर ते मरून जातात. परंतु ईलसारखे काही मासे याला अपवाद आहेत. ते खाऱ्या व गोड्या दोन्ही पाण्यात जिवंत राहू शकतात. मात्र याचा अर्थ असा नाही की ईल मनाला येईल

तेव्हा समुद्रातून नदीत किंवा नदीतून समुद्रात जाऊ शकतात. प्रजनन काळात ईलच्या शरीरात असे बदल घडून येतात की पाण्यातील मिठाचं प्रमाण बदललं तरी ते त्यात तग धरू शकतात.

प्रजननासाठी ईल मासे समुद्रात जातात हे तर लक्षात आलं परंतु ते कुठे जातात हे अजूनही कोडंच होतं. हे कोडं सोडवण्याचं आव्हान पेललं डेन्मार्कचे शास्त्रज्ञ योहानेस श्मिट यांनी. त्यांनी १९०४ पासून सतत अटलांटिक महासागरात शोधमोहिमा काढल्या. त्यांच्या पथकांमधले संशोधक युरोपच्या किनाऱ्यावरून पश्चिमेला अमेरिकेकडे जाताना लेप्टोसिफॅलस पिल्लांचे नमुने गोळा करत. त्यांच्या मापांच्या नोंदी करत पुढे जात. अखेर युरोपच्या किनाऱ्यापासून ५-६ हजार कि.मी. आणि



अमेरिकेच्या किनाऱ्यापासून २ हजार कि.मी. अंतरावर त्यांना सर्वात लहान लेप्टोसिफॅलस पिल्लं सापडली. त्यामुळे असं लक्षात आलं की ईलच्या प्रजननाचं ठिकाण तिथंच जवळपास कुठेतरी होतं. अटलांटिक समुद्राच्या या हजारो कि.मी. क्षेत्रफळात 'सरगासम' नावाचं समुद्री शैवाल पसरलेलं आहे. म्हणून या भागाला सरगासो समुद्र म्हटलं जातं.

### सरगासो समुद्र

अटलांटिक महासागराच्या सर्वात खोल भागात जवळजवळ २० लाख वर्ग कि.मी. क्षेत्रफळाच्या परिसरात सरगासम नावाचं समुद्री शैवाल पसरलेलं आहे. या शैवालाला मुळं नसतात. हवा भरलेल्या छोट्या छोट्या पोकळ्यांमुळे हे शैवाल पाण्यावर तरंगत राहतं. या शैवालावर अनेक प्रकारच्या सजीवांचं पोषण होतं. हे सजीव दुसरीकडे कुठेही आढळत नाहीत.

सरगासो समुद्राच्या उत्तरेला गल्फ स्ट्रीम हा गरम पाण्याचा प्रवाह पश्चिमेकडून पूर्वेकडे वाहतो आणि दक्षिणेला कॅनरी प्रवाह पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहतो. हे दोन्ही प्रवाह सरगासो समुद्राला एखाद्या रवीनं घुसळल्याप्रमाणे घुसळत असतात.

नर ईल मासे मुख्यत्वे नदीमुखापाशी आढळतात तर ईल माद्या समुद्रापासून दूर नदी, तलावात राहतात. जुलै महिन्यात प्रजननक्षम प्रौढ ईल मासे काहीही झालं तर सरगासो समुद्रात पोहोचायचंच अशा ईर्षिनं

समुद्राच्या दिशेनं प्रवासाला निघतात. माद्या छोट्या नद्यांमधून, तलावातून मोठ्या नदीकडे आणि मोठ्या नदीतून समुद्राकडे जायला निघतात. रस्त्यात येणारे अनेक अडथळे पार करत, पाणी नसेल तिथे जमिनीवरून सरपटत त्यांची सफर सुरू होते. जमिनीवर पकडणं सोपं असल्यानं लाखो ईल माद्या माणसांच्या आणि इतर प्राण्यांच्या भक्ष्यस्थानी पडतात. नर नदीमुखाजवळ राहत असल्यानं तुलनेनं त्यांचा प्रवास विनाअडथळा पार पडतो.

या लांबवरच्या प्रवासात नर आणि माद्या दोघांचेही पचनसंस्थेचे अवयव नष्ट होतात. त्यामुळे त्यांना भूक लागत नाही व काहीही खाण्याची आवश्यकता राहत नाही. युरोपच्या किनाऱ्यापासून सरगासो समुद्रापर्यंतचं सहा हजार कि.मी.चं अंतर काही न खाता, कुठेही न थांबता पार केल्यानं तिथे पोचेपर्यंत ईल अतिशय थकून जातात. सरगासो समुद्राच्या खोल पाण्यात ईलची प्रत्येक मादी लाखो अंडी घालते आणि नर ईल त्या अंड्यावर फलनासाठी शुक्राणू सोडतात. यानंतर अतिशय थकल्याने सर्व ईल मासे मृत्युमुखी पडतात. फलित अंडी समुद्राच्या पृष्ठभागावर तरंगू लागतात. या अगणित फलित अंड्यांमधून लेप्टोसिफॅलस पिल्लं बाहेर पडतात आणि समुद्राच्या लाटांवर स्वार होऊन जिथून त्यांचे आईवडील आले होते तिकडे, मूळ ठिकाणी परत जायला निघतात.

## समुद्री प्रवाह म्हणजे काय ?

जुन्या काळी संदेश पाठविण्यासाठी बाटलीचा उपयोग केला जात असे. कागदावर मजकूर लिहून तो कागद एका बाटलीत बंद करायचा आणि ती बाटली समुद्रात सोडून घायची. काही वर्षांनी ती बाटली समुद्र प्रवाहांबरोबर वाहत जाऊन दूर किनाऱ्याला लागत असे. समुद्राच्या पाण्यात सर्वत्र अंतर्गत प्रवाह असतात. जगभरातील समुद्रांमधील असे प्रवाह शोधून काढून शास्त्रज्ञांनी त्यांना नावे दिली आहेत.

जे प्रवाह उत्तर किंवा दक्षिण ध्रुवाजवळून वाहतात ते थंड पाण्याचे असतात, तर विषुववृत्ताच्या जवळून वाहणाऱ्या प्रवाहांचं पाणी गरम असतं.

समुद्रप्रवाह तयार होण्याची तीन प्रमुख कारणे अशी आहेत १) समुद्रावरून वाहणारे वारे २) पृथ्वीचं परिवलन ३) पाण्याच्या घनतेमधील फरक.

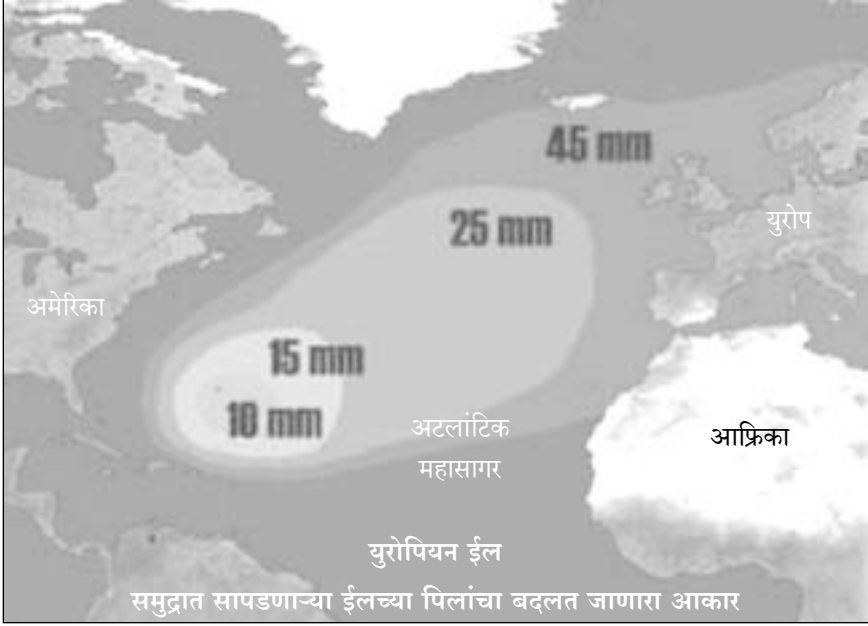
समुद्रावरून वाहणारे वारे पाण्याला मोठ्या प्रमाणात विशिष्ट दिशेने ढकलतात. पृथ्वीच्या परिवलनामुळे पाण्याचे हे प्रवाह घड्याळाच्या दिशेने किंवा विरुद्ध दिशेने वळतात. जिथे थंड

आणि गरम पाण्याचे प्रवाह एकमेकांना मिळतात तिथे थंड आणि मिठाचं प्रमाण जास्त असलेलं पाणी खालच्या दिशेला जातं आणि गरम आणि मिठाचं प्रमाण कमी असलेलं पाणी खालून वरच्या दिशेला येतं. अशा प्रकारे खालून वर आणि वरून खाली असे पाण्याचे प्रवाह



तयार होतात. या प्रवाहांमुळे समुद्राचं पाणी घुसळलं जातं आणि समुद्रतळाशी असलेली पोषक खनिजद्रव्ये ढवळून पृष्ठभागावर येतात. त्यामुळे समुद्राच्या पृष्ठभागावर अनेक प्रकारची सूक्ष्म शैवाले निर्माण होतात. या शैवालांवर त्यांच्याप्रमाणेच सूक्ष्म सजीवांचं पोषण होतं. या सूक्ष्म जीवांना खाऊन छोटे प्राणी जगतात आणि या छोट्या प्राण्यावर मोठे प्राणी. अशाप्रकारे समुद्रात एक खाद्यसाखळी तयार होते. मासेदेखील या खाद्यसाखळीचा एक भाग असतात. त्यामुळे समुद्रप्रवाहांमध्ये ते मोठ्या संख्येनं सापडतात. त्यामुळे मोठ्या प्रमाणावरील मासेमारीची क्षेत्रे या समुद्रप्रवाहांजवळ असतात.







युरोपच्या दिशेने प्रवास सुरू करतात. सहा हजारा कि.मी.चा हा प्रवास करायला (जो प्रौढ ईलनी ६ महिन्यांतच केला होता) तेच अंतर पार करायला त्यांच्या या छोट्या पिल्लांना ३ वर्षे लागतात. छोट्या छोट्या समुद्री

सुरुवातीला सर्व पिल्लं गल्फ जीवांवर ते आपलं पोषण करतात. तीन प्रवाहाबरोबर उत्तर दिशेला जातात. वर्षांनी जेव्हा ही पिल्लं युरोपच्या युरोपियन पिल्लं लगेचच पूर्व दिशेला वळून किनाऱ्यावर पोहोचतात तेव्हा त्यांचा आकार

### प्रवास कशासाठी ?

ईल मासे प्रजननासाठी अर्ध्या जगाची सफर करतात! थंडीच्या दिवसात हजारो मैलांचा प्रवास करून भारतात येणारे अनेक पक्षी आपल्याला माहिती आहेत. या स्थलांतर करणाऱ्या पशुपक्ष्यांच्या या प्रवासाचं कारण काय असेल ? इतकी ऊर्जा खर्च करून, इतक्या दूरवर ते कशासाठी येतात ? प्रजननासाठी की आणखी कशासाठी ? प्रवासाचे अजून काय फायदे होतात ? तीच ऊर्जा वापरून जास्त अंडी देणं आणि पिल्लांची देखभाल करणं जास्त सोपं नाही का ?

इथे एक गोष्ट लक्षात घेतली पाहिजे की एखाद दुसरा ईल असे स्थलांतर करत नाही तर सगळे ईल मासे एकसाथ, निश्चित वेळेला नदीतून 'मॅरेथॉन' प्रवास करत समुद्रातल्या विशिष्ट स्थानी पोहोचतात. यातून त्यांना काय मिळतं ? काही कारणं पुढे येतात. एक म्हणजे हे प्रवासी आपल्या आयुष्यात दोन वेगवेगळ्या प्रदेशातून खाद्य मिळवू शकतात.

दुसरं म्हणजे या जीवांची वाढ आणि प्रजनन दोन वेगवेगळ्या ठिकाणी होत असल्याने काही शिकारी आणि काही परजीवी यांच्यापासून त्यांचे संरक्षण होते. एवढ्या मोठ्या संख्येने एकत्र प्रवास करताना काहीजण तरी नक्कीच वाचण्याची शक्यता असते हे तिसरं कारण.

याच कारणासाठी काही वनस्पतींनाही अनेक वर्षांनंतर एकसाथ बहर येतो. उदा. निलगिरीला बारा वर्षांनी बहर येतो. मोठ्या संख्येनं फुलं व बिया आल्यामुळे काही बिया तरी भक्षकांपासून वाचतात व रुजून नवी रोपं तयार होतात.

उमा सुधीर

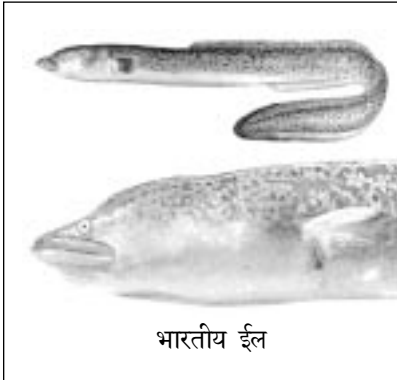
लांबुडका, एखाद्या लाटण्यासारखा दिसतो. काचेसारख्या पारदर्शक शरीरामुळे त्यांचे आतले अवयव दिसू शकतात. त्यांच्या या अवस्थेला 'ग्लास ईल' म्हणतात.



'ग्लास ईल' या अवस्थेत हे मासे समुद्र सोडून नदीत जातात. नर जास्त दूर न जाता नदीमुखापाशीच राहतात तर माद्या मोठ्या नद्यांमधून छोट्या नद्यांमध्ये, तलावांमध्ये जातात. पुढील ८-९ वर्षांत पोषण होऊन त्यांचं पूर्ण वाढलेल्या ईल माशात रूपांतर होतं. प्रौढ ईलची लांबी जवळजवळ २ ते २.५ मी. असते. त्यांचा रंग पिवळसर होतो. त्यांनंतर पुन्हा एकदा प्रौढ नर आणि मादी ईलचा जीवनाच्या अंतिम टप्प्याचा प्रवास सरगासो समुद्राच्या दिशेने सुरू होतो.

ईलच्या या अद्भूत सफरीत एक मजेची गोष्ट असते. अमेरिकेच्या गोड्या पाण्यात

राहणारे ईल (*Anguilla rostrata*) सुद्धा प्रजननासाठी सरगासो समुद्रातच जातात. युरोपच्या तुलनेत अमेरिका सरगासो समुद्राच्या जवळ असल्यामुळे अमेरिकन प्रौढ ईल मासे २ महिन्यातच तिथे पोहोचतात. एकाच वेळी *Anguilla anguilla* आणि *Anguilla rostrata* या दोन्ही प्रजातींचं प्रजनन सरगासो समुद्रात होतं आणि दोन्हींच्या अंड्यांमधून एकाच वेळी पिल्लं बाहेर येतात. दोन्ही प्रजातींची पिल्लं एकाच वेळी गल्फ प्रवाहातून उत्तरेकडे जातात, परंतु काही काळानंतर अमेरिकन ईलची पिल्लं पश्चिमेकडे वळून अमेरिकन समुद्र



भारतीय ईल

ईल मासे जगभरात सर्व महासागरात आढळतात. भारतात सापडणाऱ्या ईल माशांचे शास्त्रीय नाव आहे *Anguilla bengalensis* भारतातील ईलही अर्थातच प्रजनन करतात पण ते त्यासाठी अरबी समुद्रात जातात का बंगालच्या उपसागरात जातात याविषयी अजून काही माहिती नाही.

किनाऱ्याकडे जातात तर युरोपियन ईलकी पिल्लं पुर्वेकडे, युरोपकडे जातात. अंतर कमी असल्याने अमेरिकन पिल्लं १ वर्षांतच किनाऱ्यावर पोचतात. ग्लास ईलमध्ये त्यांचं रूपांतर होतं आणि ते नदीकडे प्रवास सुरू करतात. आश्र्याची गोष्ट अशी की आजपर्यंत एकही अमेरिकन ईल युरोपमध्ये आढळला नाही किंवा युरोपियन ईल अमेरिकेत आढळला नाही . प्रौढ ईल किंवा त्यांची पिल्लं अथांग समुद्रातून वाट शोधत आपल्या इच्छित स्थळी बरोबर कसे पोचतात? ते त्यांची दिशा कशी ठरवतात? सूर्य आणि ताऱ्यांवरून की पृथ्वीच्या

चुंबकीय क्षेत्राच्या प्रभावावरून? समुद्री प्रवाह ओळखता येण्यासाठी त्यांना काही विशिष्ट शरीररचना मिळालेली असते का? हे सगळे प्रश्न अजूनही अनुत्तरितच आहेत आणि त्यांची उत्तरे शोधण्यासाठी शास्त्रज्ञांना फार मेहनत घ्यावी लागणार आहे.



लेखक : अरविंद गुप्ते, इंदोर येथील प्राणिशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक. होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रमात सहभाग.

अनुवाद : वैशाली डोंगरे, प्रयास पुणे यांच्या आरोग्य गटात कार्यरत.

*Best Compliments From*

## CHANDRASHEEL CONSTRUCTION

Yogeshwari Society  
Near Mehendale Garage  
Erandwana, Pune-4

**: Booking Available at :**  
**Bhoosari Colony and Baner Site**  
**Ph. 25422435**  
**M. : 9850833124**  
**ndhepe@gmail.com**

सूर्याचे किरण धरू पाहणारा, समुद्राच्या लाटा मोजू पाहणारा आणि अशाच काही अशक्यप्राय गोष्टी करू पाहणारा तो मूर्ख, अशी एक मूर्खाची लक्षणे सांगणारी व्याख्या विदुराने केली आहे. त्या महाभारत काळात कदाचित या गोष्टी



## लाटा मोजा रे सागरी

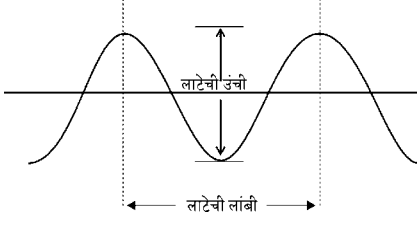
लेखक : दिलीप विष्णू आवाळे

अशक्यप्राय असल्याने त्या करू पाहणाराला मूर्ख समजतही असतील. परंतु या गोष्टी विज्ञानाच्या प्रगतीमुळे आता आपण करू शकतो आहोत.

सौर उपकरणांच्या साहाय्याने आपण सूर्याच्या किरणांचा वापर आपल्या सुखसुविधांसाठी आज करीत आहोत. सौरचूल, पाणी तापविण्याचे सौर जलतापक, सौर विद्युतघट अशा अनेक रूपांनी आपण सूर्याचे किरण वापरत आहोत.

त्याच प्रकारे समुद्राच्या लाटांची संख्याच नव्हे, तर लाटेची उंची, लांबी, त्यांची वारंवारता अशा गोष्टीही आज आधुनिक विज्ञानाच्या साहाय्याने मोजल्या जातात. या माहितीचा उपयोग करून काही निष्कर्ष काढले जातात. काही अनुमाने केली

जातात. समुद्रतटीय अगर समुद्रांतर्गत करावयाच्या विशिष्ट बांधकामांसाठी या माहितीचा व अनुमानांचा वापरही केला जातो. बंदरावर जहाजे उभी करण्यासाठी धक्के बांधताना, किनाऱ्यांवरून अगर खाडीपार नेणारे पूल बांधताना ही माहिती आवश्यक असते. बंदरात लाटांच्या हेलकाव्यांमुळे बोटी, जहाजे वरखाली हालत राहतात, अशावेळी त्यातून माणसे आणि मालाची चढउतार करणे अवघड होते. हे टाळण्यासाठी आडोसा म्हणून समुद्रभिंती (ब्रेकवॉटर्स) उभारल्या जातात. ही बांधकामे त्या ठिकाणच्या लाटांच्या मान्यामुळे ढासळू नयेत इतकी सक्षम बनवावी लागतात. त्या त्या विशिष्ट ठिकाणी किती उंचीच्या व वारंवारतेच्या लाटा येऊ



लाटांची कंपनसंख्या = एका सेकंदात  
येणाऱ्या एकूण लाटा

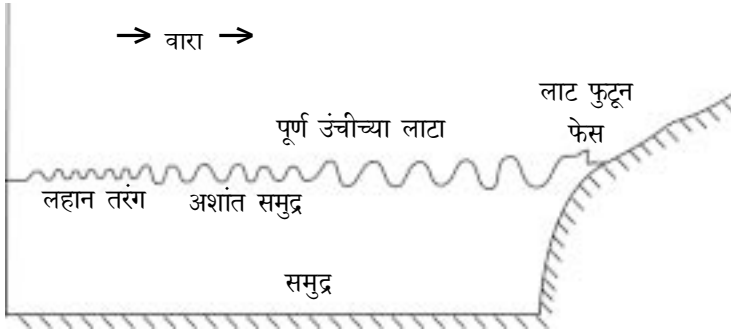
शकतील? त्या लाटांमध्ये किती ऊर्जा असेल? यांचा अभ्यास करून अनुमान काढावे लागते. त्या अनुमानित संभाव्य संहारक ऊर्जेला तोंड देऊन टिकून राहतील, अशी मजबूत बांधकामे अगर रचना त्या विशिष्ट ठिकाणी करावी लागतात. असे अनुमान व निष्कर्ष काढण्यासाठी त्या विशिष्ट ठिकाणी आधी बराच काळ (सुमारे एक वर्षभर किंवा अधिक काळ), येणाऱ्या लाटांची उंची, लांबी, वारंवारता इ. माहिती मोजून नोंदवून ठेवावी लागते. या नोंदविलेल्या माहितीवरून तेथे लाटांच्या रूपात पोचणारी ऊर्जा, भविष्यात येऊ शकणारी जास्तीत जास्त मोठी लाट व

तिच्यातून येऊ शकणारी संभाव्य ऊर्जा यांचे अनुमान बऱ्याच अचूकतेने काढता येते. या माहितीचा उपयोग मग त्या ठिकाणी करावयाची बांधकामे पुरेशी मजबूत व सक्षम बनवण्यासाठी होतो.

आता अशा रीतीने दीर्घकाळपर्यंत एकाच ठिकाणी येणाऱ्या लाटांची उंची, लांबी इ. कशी मोजायची? त्यासाठी कुठली उपकरणे वापरायची? मुळात लाटा म्हणजे काय? त्यांची निर्मिती कशी होते? त्यांचे स्वरूप कसे असते हे सारेच पाहू.

### लाटांचे स्वरूप

साध्या शब्दात, लाटा म्हणजे समुद्राच्या पृष्ठभागावर निर्माण होणारे अनियमित उंचवटे, जे समुद्रावर वाहणाऱ्या वाऱ्यांमुळे निर्माण होतात. समुद्राच्या पृष्ठभागाजवळून हवेतील दाबांच्या फरकांमुळे वारे वाहू लागतात. पाण्याच्या पृष्ठभागाजवळून वाहणाऱ्या या वाऱ्यांचा स्थिर व शांत पाण्याशी संपर्क आल्यामुळे होणाऱ्या घर्षणाने समुद्राच्या पृष्ठभागावरील पाणी ढकलले जाते व लहान तरंग तयार होतात.





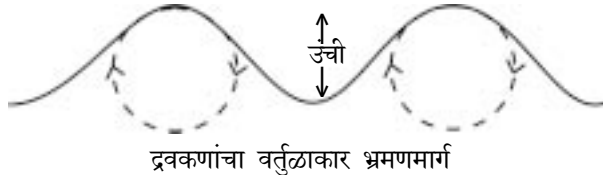
एकदा तरंग तयार झाले की त्यांच्या उभ्या कडांवर, वाहणाऱ्या वाऱ्याचा दाब अधिकाधिक पडू लागतो व वाहत्या वाऱ्यातील ऊर्जा त्या तरंगांवर वेगाने संक्रमित होऊ लागते. त्यामुळे या तरंग किंवा लाटेची वाढ भराभर होऊ लागते. अशा रीतीने लाटा वाढू लागल्या की समुद्रपृष्ठभागावर अशांत स्वरूप येते. लाटा उंच व जास्तजास्त उभ्या होऊ लागतात. अशा रीतीने उंच व उभी होण्याची एक विशिष्ट मर्यादा गाठली की ती लाट फुटते व पांढरा फेस आपल्याला दिसतो. लाट पूर्ण वाढण्याची व कोसळून फुटण्याची विशिष्ट मर्यादा आहे. जेव्हा लाटेची उंची व लांबी यांचे गुणोत्तर १:७ होते त्या सुमारास लाट फुटते.

जेव्हा वाहते वारे दिशा बदलतात, तेव्हा त्या नवीन दिशेने वाहणाऱ्या लाटांचा एक नवीन संच तयार होतो. अशा रीतीने तयार झालेल्या या पूर्ण उंचीच्या लाटा, जोपर्यंत त्यांच्या मार्गात अडथळा येत नाही किंवा त्या उथळ ठिकाणी प्रवेश करत नाहीत तोपर्यंत आपला प्रवास चालू ठेवतात. अशा रीतीने या लाटांच्या निर्मितीत वाहत्या वाऱ्याचा वेग, वारा वाहण्याचा काळ आणि किती अंतरापर्यंत हा वारा लाटांना ढकलतो ते अंतर या गोष्टी कारणीभूत असतात.

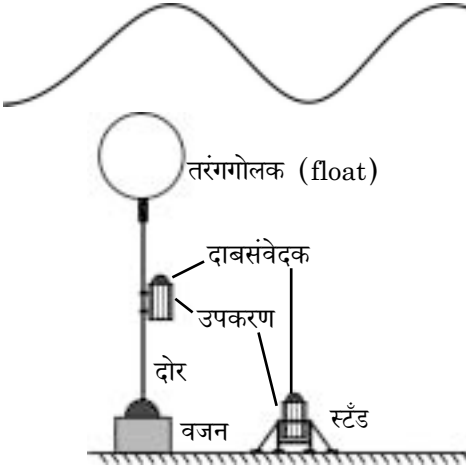
ही प्रवास करणारी

लाट नियमित वारंवारता अगर नियमित लांबी, उंचीची नसते. परंतु गणिती पद्धतीने कुठल्याही अनियमित लांबी व वारंवारतेच्या तरंगांची निर्मिती ही नियमित लांबी व कंपनसंख्येच्या अनेक तरंगांच्या एकत्रीकरणातून झालेली आहे हे सिद्ध करता येते. किंवा उलट म्हणायचे तर, कुठलाही अनियमित लांबी व वारंवारतेचा तरंग, आपण (त्याचे गणिती विश्लेषण करून) नियमित लांबी व वारंवारतेच्या अनेक तरंगांमध्ये विभाजित किंवा रूपांतरित करू शकतो. त्या अनेक नियमित लांबीच्या कंपन घटकांपैकी प्रत्येक घटकात मूळ लाटेमधील ऊर्जेपैकी किती किती भाग समाविष्ट आहे हेही शोधू शकतो.

जेव्हा एका विशिष्ट ठिकाणाहून, अशी अनेक तरंगलांबीच्या घटकांनी भरलेली लाट पुढे जाते, तेव्हा त्या ठिकाणचे द्रवकण लाटेच्या वर चढण्याबरोबर उचलले जातात व त्या लाटेच्या खाली उतरण्याबरोबर खाली येतात. खोल पाण्यात अशा रीतीने हे द्रवकण लाटेबरोबर एका वर्तुळाकार दिशेत फिरत राहतात.



द्रवकणांचा वर्तुळाकार भ्रमणमार्ग



### लाटांचे मोजमाप

लाटांची वारंवारता मोजण्यासाठी, नोंदींसाठी अनेक प्रकारची उपकरणे उपलब्ध आहेत. त्यांमध्ये वेगवेगळ्या प्रकारचे संवेदक (sensors) वापरलेले असतात. त्यापैकी काही उपकरणे समुद्रतळाला अगर पृष्ठभागाखाली काही अंतरावर कशालातरी विशिष्ट पद्धतीने बांधून स्थिर ठेवली जातात. त्यावरून जाणाऱ्या लाटेची उंची व लांबी त्या उपकरणातील दाबसंवेदकाच्या (pressure sensor) साहाय्याने नोंदवली जातात. अशी उपकरणे किनाऱ्यापासून जवळच्या अंतरांवर वापरता येतात.

परंतु खोल समुद्रात किंवा जिथे असा आधार उपकरणासाठी उपलब्ध होऊ शकणार नाही अशा ठिकाणी प्रामुख्याने पृष्ठभागावर तरंगत राहून लाटेवर स्वार होऊन लाटेच्या चढण्याउतरण्याबरोबर वर खाली होणारे लहर स्वार (Buoy) वापरले

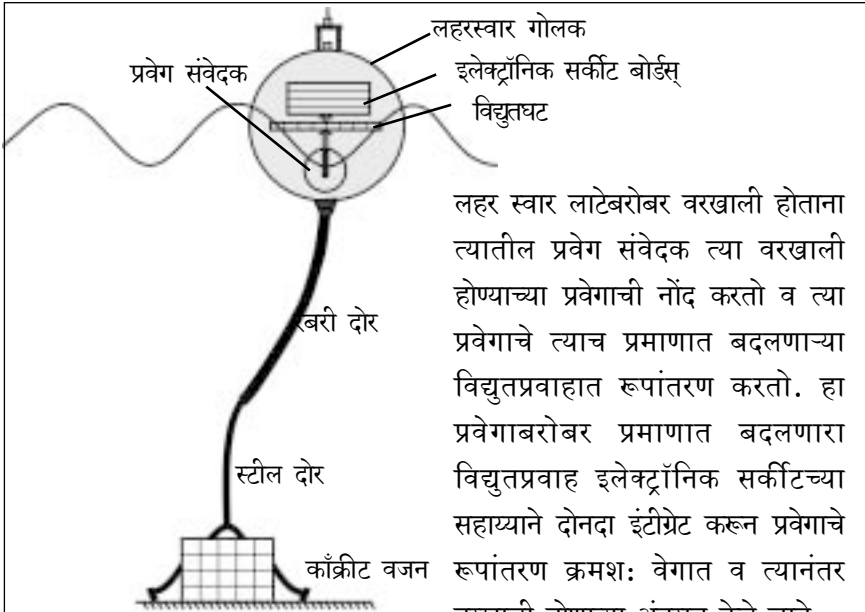
जातात ज्यामध्ये प्रवेग मापक (accelerometer) वापरलेले असतात. या लहर स्वाराचे बाह्यकवच सामान्यतः समुद्राच्या पाण्यात न गंजता तरंगत राहिल अशा पदार्थापासून उदा. स्टेनलेस स्टील / फायबर ग्लास इ. पासून बनवलेले असते. या पोकळ गोलकाच्या आत जलसुरक्षित जागेत प्रवेग मापक विद्युतमंडले व ऊर्जेसाठी दीर्घायुषी विद्युतघट बसवलेले असतात.

हे गोलकाच्या आत बसवलेले प्रवेगमापक अशा खुबीने बसवलेले असतात की ते गोलकाचा फक्त वर खाली होण्याचा प्रवेगच मोजतात. आडवा प्रवेग मोजला जात नाही. आपण पाहिले आहे की एखाद्या विशिष्ट ठिकाणी लाट पुढे जाताना त्या ठिकाणाच्या पृष्ठभागावरील पाण्याचे द्रवकण एका वर्तुळाकार दिशेत गतिमान असतात. त्या ठिकाणी तरंगणारा आपला गोलकही त्या द्रवकणांवर आरुढ होऊन वर्तुळाकार गतीने (जत्रेतील पाळण्याप्रमाणे) वर खाली होत राहतो. आतील प्रवेग मापक त्या वरखाली होण्याच्या प्रवेगाची नोंद घेत राहतो. हा गोलक त्याच विशिष्ट स्थळी स्थिर रहावा म्हणून तो लवचिक रबरी दोराने जड वजनाला बांधलेला असतो. तो लाटेबरोबर वरखाली तर होतो परंतु जागा सोडू शकत नाही.

अशा रीतीने लाटेबरोबर गोलकाचे वरखाली झालेले अंतर म्हणजेच लाटेची उंची व त्याचबरोबर किती वेळात तो वरखाली

झाला यावरून लाटेची लांबी म्हणजे तिची वारंवारताही नोंदवली जाते. ही बदलत्या विद्युतप्रवाहाच्या रूपात नोंदवलेली लाटेची उंची व लांबी पुन्हा त्याच प्रमाणात बदलणाऱ्या विद्युत कंपनात रूपांतरित केली जाते. (frequency modulation); व ती इलेक्ट्रॉनिक प्रक्षेपकाच्या साहाय्याने बाहेर विद्युतचुंबकीय लहरींच्या स्वरूपात

प्रक्षेपित केली जाते. किनाऱ्यावर सोईस्कर ठिकाणी ठेवलेल्या विद्युतचुंबकीय लहरी ग्राहक यंत्रात (Receiver) ती ग्रहण केली जाते. तिथे पुन्हा तिचे रूपांतर बदलत्या विद्युतप्रवाहात केले जाते. व ती नोंद रेखनयंत्रावर किंवा सीडी / फ्लॉपी अगर अशाच कुठल्याही स्मरणयंत्रावर (Memory device) नोंदवली जाते.



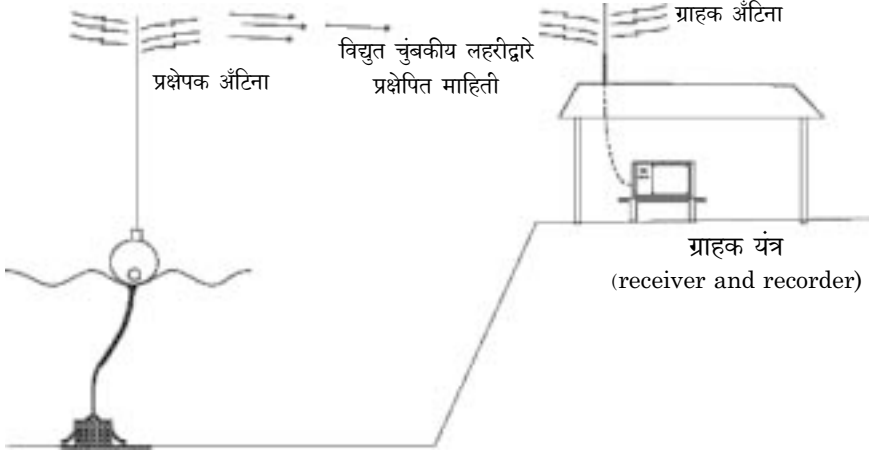
कारण वेग म्हणजे कापलेले अंतर भागिले लागलेला वेळ  $= \frac{dv}{dt} = a$

आणि प्रवेग  $a$  (Acceleration) म्हणजे

वेगात होणारा बदल भागिले त्यासाठी लागणारा वेळ  $= \frac{dv}{dt} = a$

$\int a = v$  आणि  $\int v = s$

$a =$  प्रवेग (Acceleration)  $v =$  वेग (velocity)  $s =$  अंतर (distance)



याप्रकारे वर्षभरात एका विशिष्ट ठिकाणी आलेल्या सर्व लाटांची उंची, लांबी किती होती ही माहिती आपल्याला उपलब्ध होते.

या नोंदींवरून त्या लाटांमधील वेगवेगळ्या वारंवारतेच्या लहरी, त्यांमधील ऊर्जा इ. गोष्टींचे विश्लेषण करता येते. त्याआधारे भावी काळात त्याच ठिकाणी येऊ शकणाऱ्या लाटांची संभाव्य कमाल उंची व त्यांमधील ऊर्जा यांचे अनुमान काढले जाते. लाटेमध्ये ऊर्जा असते हे आपल्याला लाटेवर असलेली होडी आपोआप वरखाली होत रहाते यावरून दिसून येईल आणि ती ऊर्जा लाटेच्या उंचीच्या वर्ग प्रमाणात वाढत जाते. म्हणजे ऊर्जा  $\propto$  उंची<sup>२</sup>. त्यामुळेच लाट जितकी उंच तितकी तिच्या वर्गप्रमाणात ऊर्जा जास्त. त्यामुळे संभाव्य

लाटेची कमाल उंची व तिच्यातील ऊर्जा कळली की - त्या ऊर्जेपुढे तग धरतील अशा प्रकारचे बांधकाम अगर वास्तुरचना त्याठिकाणी करण्यास सुचविले जाते. तेव्हा समुद्राच्या लाटा मोजणे हे आता मूर्खांचे लक्षण राहिले नसून एक शास्त्रीयदृष्ट्या करण्याचे, तज्ञांचे वैज्ञानिक काम झाले आहे हे आपल्या लक्षात आलेच असेल.

वर उल्लेखलेली यंत्रे व त्यांचे भाग हे अजूनही आपल्या देशात निर्माण होत नाहीत. तर हॉलंड, अमेरिका इ. परदेशी राष्ट्रांतूनच ते आपल्याला आणावे लागतात. तेव्हा होतकरू स्वदेशाभिमानी विद्यार्थी, शास्त्रज्ञ व उद्योजकांना या क्षेत्रात पुढे येऊन आपली कार्यक्षमता दाखवण्यास खूप संधी आहे.



लेखक : दिलीप विष्णू आवाळे, CWPRS येथे कार्यरत. कामगार संघटनेचे कार्यकर्ते.

# उष्ण कटिबंधातील आवर्त

लेखक : अमलेंदु सोमण

ऑगस्ट २०११ मधील २७-२८ तारखेला 'आयरीन' नावाच्या चक्रीवादळाने अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्यावर धुमाकूळ घातला. या वादळाची सुरुवात झाली १५ ऑगस्टच्या सुमाराला, अटलांटिक महासागरात, वेस्ट इंडीज बेटांच्या जवळच्या भागापासून. या काही हजार किलोमीटरच्या प्रवासात त्यानं वेस्ट इंडीज बेटांमध्ये ३ अब्ज डॉलर मालमत्तेचं नुकसान केलं आणि अमेरिकेत अंदाजे १० ते १५ अब्ज डॉलरचं

(५०,००० ते ७५,००० कोटी रुपयांचं) नुकसान केलं. या चक्री वादळाच्या एकूण प्रवासात त्याचा व्यास काही वेळा १,००० किलोमीटरपेक्षादेखील अधिक होता (अमेरिकेच्या पूर्व पश्चिम रंदीच्या एक तृतीयांश इतका), आणि वाहणाऱ्या वाऱ्यांचा कमाल वेग ताशी १९० किलोमीटरपर्यंत पोहोचला होता, बहुतेक ठिकाणी २५० ते ४०० मिलिमीटर पाऊस पडला आणि प्रचंड पूर आले. वादळापासून बचाव करण्यासाठी सरकारने पूर्व किनाऱ्यावरच्या सुमारे २० लाख लोकांना सुरक्षित जागी जाण्यासाठी भाग पाडलं, शाळा, महाविद्यालये आणि ऑफिसेच काय, रेल्वेसुद्धा बंद होत्या.



'आयरीन' २४ ऑगस्टला 'दक्षिण बहामाज' बेटांवर असताना काढलेला फोटो

निसर्गाचा प्रकोप कसा असू शकतो ते तर आपणही अनुभवलं आहेच. मुंबई २६ जुलै २००५ तसंच ओरिसा १९७७ च्या आठवणी अजून काही दशकंही बुजणार नाहीत.

वादळे आपल्याला नियंत्रित करता येणार नाहीत असं म्हणतात. असं का म्हणतात? आणि वादळे येतात तरी कशामुळे? ते पाहू.

### आवर्ताची रचना

वातावरणाच्या रचनेचा अभ्यास जरी खूप झाला असला, तरी अजून आपल्याला कित्येक गोष्टींचा पूर्ण उलगडा झालेला नाही. वातावरणात हवेची फुग्यासारखी 'पॅकेट्स' असतात - ती स्वतंत्रपणे प्रवास करतात. त्यांचा मार्ग (खालून वर / जमिनी समांतर वा मिश्र मार्गाने) ठरतो, तो त्या पॅकेट्सचं तापमान, हवेचा दाब, त्यामधील बाष्पाचं प्रमाण, आजूबाजूचं तापमान, वाऱ्यांची दिशा आणि वेग अशा अनेक कारणांमुळे. आजूबाजूची हवा जर मध्यम वेगाने वाहत असेल आणि तुलनेने उष्ण असेल तर ही पॅकेट्स वरवर जातात. मग त्यातल्या बाष्पाचे द्रवीभवन होते आणि पाऊस पडतो; पण आजूबाजूची हवा तुलनेने शांत असेल तर समुद्राच्या सान्निध्यात असलेली हवा गरम होत जाते आणि त्याच वेळी बाष्पाने संपृक्त होत जाते. मग अशा हवेचा एक मनोरा तयार होतो, हवेचं अभिसरण सुरू होतं, पृथ्वीच्या परिवलनाच्या बलाचा परिणाम होतो आणि त्या हवेला गोलाकार गती मिळायला लागते.



तिची आवर्ताच्या दिशेने वाटचाल सुरू होते. त्यात देखील बाष्पाने संपृक्त अशा गरम हवेचा मनोरा तयार झाल्यानंतरही वातावरणाच्या वरच्या थरात वेगाचे वारे वाहत असतील तर आवर्त निर्माण होऊ शकत नाही. पण जर असा अडथळा आला नाही तर मात्र शक्तिशाली आवर्त निर्माण होते. ऊर्जा मिळत राहण्यासाठी आवर्त उष्ण समुद्रावर असणं आवश्यक असतं.

सूर्यकिरणातून येणारी उष्णता समुद्राच्या पाण्यात शोषली जाते. त्यामुळे सागराच्या उष्ण पाण्याचे बाष्पीभवन होते. या सागराच्या पाण्याच्या आणि गरम बाष्पाच्या संपर्कात येणारी हवाही त्यामुळे गरम होते. गरम हवा हलकी होते आणि वर जाऊ लागते. वर गेलेली वाफ थंड होताना तिचे पुन्हा जलबिंदू होतात आणि त्या प्रक्रियेत बाहेर पडलेली ऊर्जा हवेला मिळते आणि सागराच्या उष्ण पाण्यावर हवेचे असे



एक चक्र तयार होते. पृथ्वीचे परिभ्रमण आणि गुरुत्वाकर्षण यामुळे या हवेला अधिक ऊर्जा मिळते.

उष्ण कटिबंधातील आवर्त तयार होण्यासाठी एक उष्ण गाभा असणे आवश्यक असतं (पण पुरेसं नसतं). केंद्राशी हवेचा दाब पुरेसा कमी होऊन आवर्त निर्माण होण्यासाठी खूप ऊर्जा लागते. आणि सागराच्या उष्ण पृष्ठभागावरून मिळू शकणारी उष्णता आणि बाष्प यांची आवर्त टिकून राहण्यासाठी तसेच मोठे होण्यासाठी आवश्यकता असते. त्यामुळे समुद्राच्या पृष्ठभागालगत असलेल्या सुमारे १ किमी उंचीच्या बाष्पमिश्रित हवेच्या थरातूनच आवर्ताला ऊर्जेचा पुरवठा होतो.

बाष्प द्रवरूप झाल्यामुळे मुक्त झालेल्या ऊर्जेचा एक छोटा भाग यांत्रिक ऊर्जेत रूपांतरित होतो. वेगाने वाहणारे वारे आणि कमी झालेला हवेचा दाब या दोन्हीमुळे

सागराच्या पृष्ठभागावरच्या पाण्याच्या बाष्पीभवनाचे प्रमाण खूप वाढते आणि तसेच द्रवीभवनाचेही. मुक्त झालेल्या ऊर्जेमुळे वाऱ्यांचा खालून वर जाण्याचा वेग वाढतो, तशी वादळातल्या ढगांची उंचीही वाढते, बाष्पाचे द्रवीभवनही जलद व्हायला लागते, तसं मुक्त होणाऱ्या ऊर्जेचे प्रमाणही वाढते - अशा प्रकारचं 'चक्र' सुरू होतं आणि त्याच्या आधारांमुळे आवर्ताची ऊर्जा वाढत जाते. पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळे या हवेला चक्राकार गती मिळते (कोरीओलीस इफेक्ट) आणि आवर्त वाढत जातं. आवर्ताची ऊर्जा टिकून राहण्यासाठी त्याला बाष्पमिश्रित उष्ण हवेचा सतत पुरवठा चालू राहावा लागतो तरच त्याचं चक्र चालू राहू शकतं. त्यामुळे आवर्त जसजसं जमिनीवरून पुढे जातं तसतशी त्याची ऊर्जा वेगाने कमी होत जाते. मात्र ते जमिनीवर येतं तेव्हा खूप नुकसान करतं.

### वादळाचा आकार

उष्ण कटिबंधातील आवर्ताचा आकार ठरतो तो आवर्ताच्या मध्यभागापासून सर्वात दूरच्या सम-भार रेषेपर्यंतच्या अंतरावरून.

आवर्ताची त्रिज्या... अक्षांश (किमी)	आकार
२ अंश अक्षांश (२२२ किमी) पेक्षा कमी	छोटुकलं आवर्त
२ ते ३ अक्षांश (२२२ किमी ते ३३३ किमी)	छोटं
३ ते ६ अक्षांश (३३३ किमी ते ६७० किमी)	मध्यम
६ ते ८ अक्षांश (६७० किमी ते ८८० किमी)	मोठं
८ अक्षांश (८८० किमी) पेक्षा जास्त	प्रचंड मोठं



२००३ मध्ये  
झालेल्या  
'इझाबेल'  
नावाच्या आवतचि  
'एक्सपेडिशन ७'  
या स्पेस स्टेशनने  
घेतलेले  
छायाचित्र.

आवर्त जेव्हा सागरावरून पुढे जातं तेव्हा वेगाच्या वाऱ्यांमुळे खोलीवर असलेलं थंड पाणी आणि वरचं उष्ण पाणी एकत्र ढवळल जातं. मग पाण्याच्या वरच्या थराचं तापमान झपाट्यानं कमी होतं, शिवाय ढगांच्या आवरणामुळे सूर्यकिरण समुद्रापर्यंत पोहोचू शकत नाहीत तसेच पावसाच्या पाण्याच्या थंड थेंबांनीही तापमान कमी होतं, मग आवश्यक ती ऊर्जा न मिळाल्यामुळे आवर्ताची शक्ती कमी होते आणि त्याच्या प्रगतीवर परिणाम होतो.

### उष्ण कटिबंधातल्या आवर्ताची रचना

सर्व चक्रीवादळांच्या क्षेत्रात हवेचा दाब आजूबाजूच्या वातावरणापेक्षा कमी असतो. खरं म्हणजे समुद्रसपाटीवर सर्वसाधारणपणे हवेचा जो दाब आढळतो त्या तुलनेने चक्रीवादळाच्या केंद्राइतका कमी दाब इतरत्र कुठेही सापडत नाही. उष्ण कटिबंधातल्या चक्रीवादळाचं वैशिष्ट्य म्हणजे

बाष्पीभवनाची (वस्तुतः द्रवीभवनाची) ऊर्जा. बाष्पाने संपृक्त झालेली हवा गरम असल्यामुळे समुद्राच्या पाण्यापासून वर जाते, तेव्हा वरच्या थंड हवामानामुळे वाफेचे पाण्यात रूपांतर होते, आणि या द्रवीभवनामुळे बाहेर पडलेली सुप्त ऊर्जा वादळाला शक्ती पुरवते. वस्तुतः ही ऊर्जा वादळाच्या केंद्रात उभ्या दिशेने पसरते. त्यामुळे कोणत्याही उंचीवर चक्रीवादळाच्या परिघात असलेली हवा सभोवतालच्या हवेपेक्षा नेहेमीच गरम असते - अपवाद फक्त समुद्राच्या अगदी पाण्यालगत असलेल्या हवेचा - जिथे पाण्याच्या तापमानावरून हवेचे तापमान ठरते.

### वादळाचे केंद्र आणि डोळा

प्रबळ वादळाच्या मध्यभागात (केंद्रभागात) हवा खाली येत असते. आसपास मोठ्या प्रमाणात जोराने वाहणारे ढग असून केंद्रात साधारणपणे हवा शांत

असते आणि तिथे ढगाही नसतात. म्हणून केंद्र डोळ्यासारखे दिसते. इथे हवा जर फार मोठ्या प्रमाणात खाली येत असेल तर केंद्राचे रूपांतर एका मोठ्या 'डोळ्या'त होऊ शकते. 'डोळा' सहसा गोल - वर्तुळाकृती असतो आणि डोळ्याचा व्यास अगदी ३ किलोमीटर पासून ३७० किलोमीटरपर्यंत असू शकतो. छायाचित्रात आवर्ताचा डोळा अगदी स्पष्ट दिसतो आहे.

'डोळ्या'च्या भोवती असणारे वादळाचे घटक म्हणजे मध्याच्या सभोवती असलेलं दाट ढगांचे आवरण. केंद्राभोवती असलेल्या भागाला इंग्रजीत Eyewall म्हणतात. आवर्ताच्या डोळ्याची कड हा उष्ण कटिबंधातल्या वादळाचा सर्वाधिक कार्यरत असलेला भाग. इथे प्रचंड वेगाचा वादळी पाऊस असतो... छोट्या, फार शक्ती नसलेल्या चक्रीवादळात हा दाट ढगांचे आवरण असलेला भाग कधी कधी संपूर्ण केंद्र देखील झाकून टाकतो. या भागात वाऱ्यांचा वेग सर्वाधिक असतो, ढग खूप उंचीपर्यंत

जातात आणि पाऊसही खूप जोरात पडतो. जेव्हा चक्रीवादळ एखाद्या भूभागावरून प्रवास करत पुढे पुढे जाते, तेव्हा डोळ्या कडेचा भाग सर्वात विध्वंसक असतो. वादळाची तीव्रता जेव्हा सर्वाधिक असते तेव्हा डोळ्याची कड आणि सर्वाधिक वेगाच्या वाऱ्यांच्या भागांची त्रिज्या खूप छोटी म्हणजे १० ते २५ किलोमीटर इतकीच असते. जेव्हा या कडेची शक्ती कमी होते तेव्हा वादळच हळू हळू शांत होत जातं. कधी कधी बाहेरची कड आतल्या कडेची जागा घेते, आणि त्या वेळात वादळ शांत होऊ शकतं किंवा बाहेर अजून एक कड नव्यानं तयार होते आणि पूर्वीच्याच जोमानं पुन्हा वारे वाहायला लागून वादळ पुन्हा उफाळून येतं.

### इतर वादळं

उष्ण कटिबंधातील आवर्त आणि इतरत्र होणारी वादळं यात मुख्य फरक असा की उष्ण कटिबंधातील आवर्तांना ऊर्जा मिळते, ती हवेच्या अभिसरणामुळे. समशीतोष्ण



आवर्ताचा डोळा, डोळ्याची भिंत आणि 'रेन बॅण्ड' या चित्रात स्पष्ट दिसत आहेत.

किंवा ध्रुवीय कटिबंधात हवेच्या खालून वर अभिसरणाचं प्रमाण खूपच कमी असतं (कारण तापमानातला फरक तिथे खूप कमी असतो.) तिथे निर्माण होणाऱ्या वादळाचं मुख्य कारण असतं समस्तरावरील हवेच्या तापमानातला फरक किंवा उतार. गंमत अशी की अमेरिकेच्या भोवती प्रशांत किंवा अटलांटिक महासागरात येणारी आवर्त मुख्यतः उष्ण कटिबंधातील आवर्त म्हणूनच जन्माला येतात. आणि हजारो किलोमीटरचा प्रवास करून अमेरिकेच्या किंवा कॅनडाच्या किनाऱ्यावरून जातात.

### केव्हा होतात ?

उन्हाळ्याच्या शेवटाच्या सुमाराला जेव्हा समुद्राच्या पृष्ठभागाचं तापमान आणि हवेच्या वरच्या थरांचं तापमान यात सर्वाधिक फरक असतो तेव्हा जगभरात आवर्त सर्वाधिक सक्रिय असतात. जगभरातील माहिती पाहिली तर दिसेल की मे महिन्यात आवर्त सर्वांत कमी असतात, सप्टेंबर महिन्यात सर्वाधिक संख्येनं सक्रिय असतात आणि नोव्हेंबर महिन्यात जगभरातल्या सगळ्या महासागरात सक्रिय असतात. हिंदी महासागराच्या दक्षिण

गोलार्धातील भागात आवर्ताचा कार्यकाल नोव्हेंबरपासून ते एप्रिलपर्यंत असतो, आणि हिंदी महासागराच्या उत्तर गोलार्धातील भागात तो एप्रिलपासून डिसेंबरपर्यंत असतो.

### आवर्ताची कारणं

व्यापारी वारे आपल्याला ठाऊक आहेत. त्यातल्या लाटा - केंद्राभिमुख वारे आणि वातावरणातले वारे जर एकाच मागनि जात असतील तर वातावरणात अस्थैर्य निर्माण होतं आणि आवर्ताचा जन्म होण्याची प्रक्रिया सुरू होते. ही प्रक्रिया आपल्याला खरं म्हणजे अजूनही पुरेशी समजलेली नाही. पण पुढे दिलेल्या सहा गोष्टी कारणीभूत आहेत असं सध्या मानलं जातं.

१. बहुतेक वेळा सागराच्या पाण्याचं तापमान निदान ५० मीटर खोलीपर्यंत तरी २६.५° सें. पेक्षा अधिक असावं लागतं. या तापमानाच्या पाण्यामुळे वरची हवा अस्थिर होते, मग हवेचं अभिसरण सुरू होऊ शकतं आणि आवर्त निर्माण होऊ शकतात.
२. वर म्हटल्याप्रमाणे वातावरणात वेगाचे वारे असून चालत नाही, नाहीतर अभिसरणाला अडथळा होतो.
३. हवेचे वरचे थर एकदम थंड असावे

शास्त्रज्ञांचा असा अंदाज आहे की उष्ण कटिबंधातल्या एका आवर्तामुळे सुमारे एक अब्ज मेगावॉट ऊर्जा मुक्त होते - म्हणजे केवढी तर जगातल्या सर्व मानव प्राण्यांना लागणाऱ्या ऊर्जेच्या ७० पट अथवा जगातील एकूण विद्युत उत्पादन क्षमतेच्या १०० पट अथवा दर २० मिनिटांनी १० मेगाटन शक्तीच्या अणुबॉम्बचा स्फोट झाला तर तेवढी ऊर्जा बाहेर पडेल.

लागतात, म्हणजे बाष्पाच्या द्रवीभवनामुळे मुक्त झालेली ऊर्जा आवर्त निर्माण करायला मदत करते.

४. हवेचे खालचे आणि मधले थर बाष्पाने अगदी संपृक्त नसतील तरी तिच्यात आर्द्रता भरपूर असावी लागते,

५. कोरीओलीस परिणामामुळे हवेला गोलाकार गती येण्यासाठी (आवर्तांचं 'चक्र' सुरू होण्यासाठी) ही 'अस्थिरता' विषुववृत्तापासून उत्तरेला वा दक्षिणेला ५° च्या पलीकडे निर्माण व्हायला हवी.

६. वातावरणाच्या खालच्या थरात जर अगोदरच अस्थिरता असेल म्हणजे पश्चिम वारे मधून मधून अचानकपणे येत असतील तर आवर्त निर्माण व्हायला योग्य अशी परिस्थिती आहे असं म्हणता येईल.

### आवर्तांचा मार्ग

उष्ण कटिबंधातल्या आवर्तांमुळे प्रचंड ऊर्जा निर्माण होते हे खरं आहे; पण पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील त्यांच्या प्रवासाच्या मार्गाला कारणीभूत असतात ते वातावरणातले हवेचे प्रवाह. अमेरिकेतील 'राष्ट्रीय आवर्त केंद्र' (National Hurricane Center)चे भूतपूर्व संचालक डॉ. नील फ्रँक असं म्हणतात की आवर्तांचा मार्ग वाऱ्यावर झाडाची वाळलेली पानं वाहत जावीत तसा असतो. (म्हणजे या प्रवाहांची ऊर्जा किती असेल त्याची कल्पनाच करावी.)

आणखी एक निरीक्षण असं की आवर्त नेहेमी ध्रुवाच्या दिशेने प्रवास करतात - उत्तर

गोलार्धात उत्तर दिशेने आणि दक्षिण गोलार्धात दक्षिण दिशेने. याला 'कोरीओलीस इफेक्ट' कारणीभूत असतो.

### आवर्त शांत कशी होतात ?

आवर्त जेव्हा जमिनीवर येतं तेव्हा त्याला होणारा बाष्पमिश्रित गरम हवेचा पुरवठा थांबतो आणि ते शांत व्हायला लागतं; पण ते जर परत पाण्यावर गेलं तर मात्र पुन्हा सक्रिय होऊ शकतं.

आवर्त डोंगरावर गेलं तर लगेचच शांत होतं; पण त्यातलं सगळं बाष्प मग बेसुमार पावसाच्या रूपानं खाली येतं आणि प्रचंड पूर आणि भूस्खलनाचं संकट ओढवू शकतं.

आवर्त जर एकाच जागी थांबून राहिलं, तरी ते शांत होतं, कारण सागराच्या पाण्याचं तापमान झपाट्यानं कमी होतं आणि आवर्ताला होणारा बाष्पमिश्रित गरम हवेचा पुरवठा थांबतो. शास्त्रज्ञांनी अभ्यासानंतर असाही निष्कर्ष काढला आहे की आवर्तात जर खूप धूळ उधळली गेली तर ते शांत व्हायला लागतं.

### आवर्त शांत करता येईल ?

१९६० आणि १९७० च्या दशकांमध्ये अमेरिकन सरकारनं 'स्टॉर्मफ्युरी' या नावाच्या प्रकल्पाद्वारे आवर्तांमध्ये सिल्व्हर आयोडाईडचं रोपण करून त्यांची शक्ती कमी करण्याचा प्रयोग केला होता. कल्पना अशी होती की रोपणानंतर आवर्तातलं बाष्प अति वेगानं थंड होऊन गोठेल. त्यामुळे आतील आयवॉल कोसळेल आणि वाऱ्यांचा वेग कमी

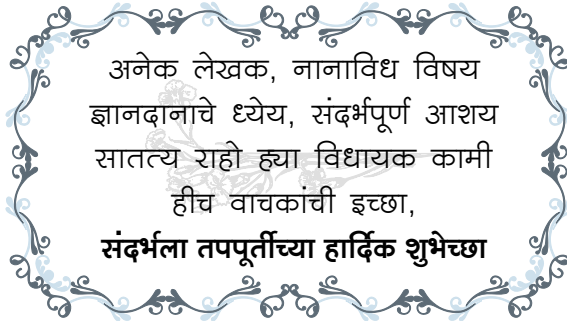
होऊन आवर्त शांत होईल. प्रत्यक्षात असं झालं की डेबी नावाच्या आवर्तातील रोपणानंतर वाऱ्यांचा वेग तर ३१% नी कमी झाला पण थोड्याच काळानंतर आवर्ताची ऊर्जा वाढलीच. दुसऱ्या रोपणानंतर देखील याचीच पुनरावृत्ती झाली. १९४७ मध्येही अशाच प्रकारच्या प्रयोगानंतर आवर्तानं एकदम दिशा बदलली आणि दुसऱ्या राज्यात धुडगूस घातला. रोपणानंतरच्या परिणामांची इतक्या कमालीची अनिश्रितता पाहून अमेरिकन सरकारनं अशा बहुतांश प्रयोगांना परवानगी नाकारली. अभ्यासानंतर असं ठाऊक झालं आहे की सिल्व्हर आयोडाईडच्या रोपणाचा काही उपयोग होत नाही कारण रोपणानंतर जे अति थंड झालेलं (गोठलेलं) बाष्प असतं ते म्हणजे आवर्तित असलेल्या बाष्पाच्या तुलनेत अगदी नगण्य असतं.

या संदर्भात खूप वेगवेगळे प्रयोग सुचवले गेले - उदा. आवर्ताच्या केंद्रापर्यंत एखादा हिमनग ओढून आणायचा आणि पाण्याचं तापमान कमी करायचं; किंवा महासागरावर असा एखादा पदार्थ पसरायचा की त्यायोगे बाष्पीभवनाचं प्रमाणच कमी होईल; किंवा

खूप बर्फ आवर्ताच्या प्रवासाच्या सुरुवातीलाच केंद्रापाशी नेऊन ओतायचा म्हणजे बाष्पीभवनाची सुप्त ऊर्जा आवर्ताच्या गति-ऊर्जेत रूपांतरित होण्याऐवजी बर्फात शोषून घेतली जाईल; किंवा एखाद्या अणुबॉम्बचा स्फोट आवर्तकेंद्रात घडवून आणायचा आणि आवर्ताचे 'तुकडे' करायचे; किंवा शुष्क बर्फ (गोठवलेला कर्ब-द्वि-प्राणील वायू) आवर्तावर फेकायचा... सगळे प्रयोग अयशस्वी झाले (होणारच होते!) कारण उष्ण कटिबंधातील आवर्त महाप्रचंड आणि तुलनेनं अल्पजीवी असतात त्यामुळे त्यांची ऊर्जा कमी करण्यासाठी प्रयोग करून पाहण्याइतका वेळच उपलब्ध नसतो.

### आवर्ताचे परिणाम

या आवर्ताचे परिणाम भयानक असतात. समुद्रात भल्या मोठ्या लाटा येतात, पाऊस कोसळतो, अतिवेगाने वारे वाहतात, त्यामुळे आंतरराष्ट्रीय सागरी दळणवळण विस्कळीत होतं; कित्येकदा जहाजं फुटतात, बुडतात, समुद्राचं पाणी ढवळून



सविता भुरे-जोशी



टाकतात (मात्र पुढच्या आवर्ताची शक्यता त्यामुळे कमी होते). आवर्त जमिनीवर आल्यावर प्रचंड नुकसान करतात. वाहनं, इमारती, पूल यांची पडझड होते, दगडगोटे अस्त्रांसारखे उडतात, समुद्राला मोठी भरती येते. पाण्याच्या भिंती प्रचंड नुकसान करतात, डासांमुळे होणाऱ्या रोगराईचं प्रमाण प्रचंड वाढतं, साथीचे रोग पसरतात; रेल्वे, रस्ते, पूल नादुरुस्त झाल्यामुळे पुनर्निर्माणाच्या प्रयत्नांना खीळ बसते...

आवर्तांमुळे जीवित आणि वित्तहानी होतेच; पण इतरही काही महत्त्वाचे परिणाम होतात. कित्येकदा शुष्क आणि तहानलेल्या प्रदेशावर पाऊस पडतो, वैश्विक पातळीवर उष्णतेचा समतोल सांभाळण्यासाठी मदत होते.

### आवर्तांचं निरीक्षण

आवर्तांचं निरीक्षण हे मोठंच आव्हान असतं. आवर्त हे सागरावरचं मोठंच संकट असतं. हवामान केंद्रांची (weather stations) संख्या खूप कमी असते, त्यामुळे आवर्तांच्या जवळ अशी केंद्रे असतीलच असं अजिबात सांगता येत नाही. आवर्त जर बेटावरून किंवा किनाऱ्यावरून जात असेल तरच ही निरीक्षण करता येतात. निरीक्षकांचे गट आवर्तांच्या परीघावर जाऊनच प्रत्यक्ष निरीक्षण



करतात आणि त्याच्या ऊर्जेचा अंदाज घेतात. जमिनीपासून दूरवर असलेल्या आवर्तांची निरीक्षणं मात्र आता दूरच्या उपग्रहांद्वारेच केली जातात. त्यासाठी दृश्य आणि इन्फ्रारेड किरणांच्या साहाय्याने छायाचित्रे काढतात. आवर्त जमिनीजवळ येताना डॉप्लर रडारच्या साहाय्याने दर काही मिनिटांनी आपल्याला आवर्ताचा तपशील कळत राहतो. कोणताच वैमानिक आवर्तात आपलं विमान घालायला धजावणार नाही; त्यामुळे आधुनिक काळात वैमानिकविरहित छोटी ड्रोन विमानं आवर्तातच पाठवली जातात आणि आवर्ताची माहिती गोळा केली जाते.

### आवर्तांचं पूर्वानुमान

आवर्तांच्या मार्गावर विविध प्रकारचं बळ (force) कार्य करीत असतं. त्यामुळे कमी दाबाच्या आणि अधिक दाबाच्या क्षेत्रांची जागा, शक्ती, त्यांचा मार्ग आणि ही क्षेत्रं कशा प्रकारे स्थलांतरित होतात यांच्या

उपग्रहावरून येणाऱ्या नोंदीचा अभ्यास करून आवर्तांचं पूर्वानुमान केलं जातं. त्यासाठी शीघ्र संगणकावर निरनिराळी मॉडेल्स बनवली जातात. तरीही आवर्त निर्माण होण्यासाठी कोणकोणत्या शक्ती कार्यरत असतात त्याचा अजूनही पूर्ण अंदाज नसल्यामुळे पुरेशा बारकार्डने अजूनही आवर्तांचं आणि त्यांच्या मार्गांचं पूर्वानुमान करता येत नाही.

### आवर्तांचं नामकरण

जागतिक हवामानशास्त्र संस्था अथवा त्या त्या प्रदेशातल्या हवामान कचेऱ्या आवर्तांची नावं ठरवतात. आपल्या सभोवतालच्या प्रदेशात येणाऱ्या आवर्तांची नावे ठरवण्यासाठी भारत, पाकिस्तान, बांगलादेश आणि श्रीलंका या देशांच्या प्रतिनिधींचा गट हे काम करतो. वर्षभराची संभाव्य नावे अगोदरच ठरवली जातात. दर वर्षी अति विध्वंसक आवर्तांची नावे 'निवृत्त' केली जातात आणि त्याऐवजी नवी नावे निवडली जातात. जपानमध्ये मात्र वर्ष आणि आवर्तांचा 'ब्रमांक' याद्वारे ती ओळखली जातात.

### काही मोठी आवर्त

अति नुकसान करणारी उष्ण कटिबंधातली आवर्त तशी विरळाच असतात; पण येतात तेव्हा प्रचंड हाहाकार माजवतात - जीवित आणि वित्तहानी भयानक होते.

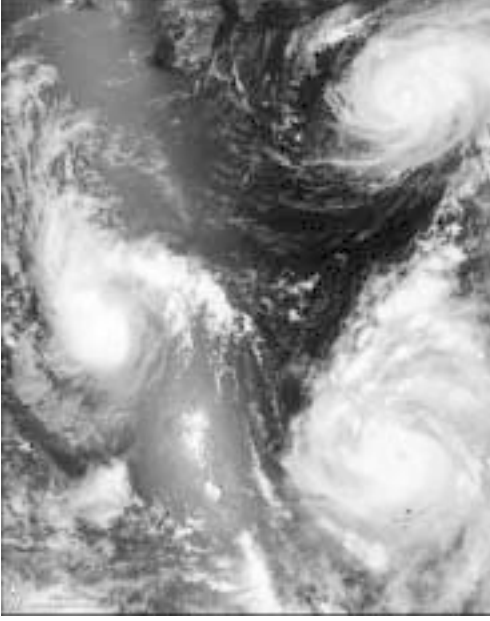
- १३ नोव्हेंबर १९७० रोजी बांगला देशात आलेल्या 'भोला' आवर्तात ३ लाखांपेक्षा

जास्त जणांचा बळी गेला - एका अंदाजानुसार हा आकडा १० लाखांपर्यंतही असू शकतो.

- ३० जुलै ६ ऑगस्ट १९७५ मध्ये चीनमध्ये कार्यरत असलेल्या 'नीना' आवर्ताने १ लाख जणांचा बळी घेतला. त्यावेळी ताशी २५० किमी. पर्यंत वेगाचे वारे थोडा वेळ वाहिले. त्याने १२ अब्ज डॉलर्सचं नुकसान झालं.

- २३ ते ३० ऑगस्ट २००५ मध्ये अमेरिकेत आलेल्या 'कतरिना' या वादळात १८३६ जणांचा बळी गेला, ८१.२ अब्ज डॉलरच्या मालमत्तेचे नुकसान झाले आणि एकूण नुकसानीचा आकडा १०८ अब्ज डॉलरच्याही वर गेला असा अंदाज आहे. या वाऱ्याचा वेग ताशी २८० कि.मी. पर्यंत गेला होता. सर्वसाधारणपणे जोरदार वारे वाहतात, ते ताशी ४० ते ६० कि.मी. वेगाने वाहतात.

- ४ ऑक्टोबर ते १९ ऑक्टोबर १९८० ला गुआम आणि जपानमध्ये आलेल्या या 'टिप' आवर्ताच्या केंद्रात हवेचा भार ८७० मिलीबार (२५.६९ इंच पारा) इतका कमी झाला होता. (आत्तापर्यंत नोंदला गेलेला सर्वात कमी भार.) इतका भार समुद्रसपाटीपासून साधारण ४००० फूट इतक्या उंचीवर असतो. सर्वसाधारणपणे समुद्रसपाटीवर १००० मिली. बार म्हणजे ३० इंच पाऱ्याइतका असतो. वाऱ्यांचा कमाल वेग ताशी ३१० कि.मी. पर्यंत नोंदला



◀  
४ ते ७ ऑगस्ट २००६ रोजी चीनच्या किनाऱ्यावर एकाच वेळी सक्रिय असलेल्या 'साओमाई' (जन्म ४ ऑगस्ट), 'मारीया' (जन्म ५ ऑगस्ट) आणि 'बोफा' (जन्म ६ ऑगस्ट) या तीन आवर्तांचे ६ ऑगस्ट २००६ रोजी काढलेले चित्र. डावीकडचं आवर्त सुरू होतंय, वरचं आकार घेतंय आणि उजवीकडे खाली आहे त्याचा डोळा पण दिसायला लागला आहे.

गेल्या. या आवर्ताचा व्यास होता २२२० कि.मी.

- गुआममध्ये आलेल्या 'पाका' नावाच्या आवर्तात वारे ताशी ३७८ किमी वेगाने वाहत होते.
- 'जॉन' नावाचं आवर्त १९९४ मध्ये अमेरिकेत आला, ते ३१ दिवस चाललं आणि त्यानं सर्वाधिक म्हणजे एकूण १३,२८० किलो मीटर प्रवास केला.



लेखक : अमलेंदु सोमण

फोन : ९४२३००५६८१

संदर्भ : [http://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane\\_Irene\\_%282011%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Irene_%282011%29)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Tropical\\_cyclone](http://en.wikipedia.org/wiki/Tropical_cyclone)

प्रायोजक : स्नेहल श्रीकांत कुलकर्णी

२७



A. N. Bapat  
Director



# Diligent Solutions Technology Services Pvt. Ltd.



7, Chintamani Apts. Plot No. 16, Chintamani Society,  
S. No. 25/4, Karvenagar, Pune 411 052  
Telefax : +91-20-2545446 Mobile : 98224 50104, 97302 00711  
E-mail : dstspune@yahoo.co.in

# π म्हणजे काय?

लेखक : किरण बर्वे

“हा काय प्रश्न झाला? पाय म्हणजे पाय. चरण.”

“नव्हे ते पाय नव्हेत. गणितातला सुप्रसिद्ध स्थिरांक  $\pi$  (पाय). हा पाय म्हणजे काय?”

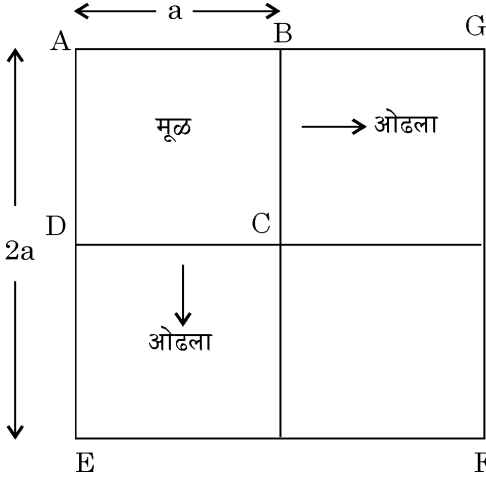
“सोपं आहे. वर्तुळाचा परिघ भागिले व्यास बरोबर पाय.”

“असं तुम्हाला सांगितलंय आणि तुम्ही मानलंत.” “म्हणजे काय? ५वी, ६वी ते १२ वी पर्यंत आम्हाला हेच सांगितलंय. त्यांनाही त्यांच्या शिक्षकांनी हेच सांगितलंय तरी परत पाय म्हणजे काय? काय हाय काय?” “पुढचा प्रश्न विचारतो” शेखरदादा. “कोणत्याही वर्तुळात (वेगवेगळ्या त्रिज्यांच्या) परिघ आणि व्यासाचे गुणोत्तर सारखेच येते हे कशावरून?..” “बरं ते सध्या असू दे. ‘r’ त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाचे क्षेत्रफळ किती?” “ $\pi r^2$  चौ. एकक” “परत  $\pi$ . आता मघाचा  $\pi$  आणि हा पाय एकच कशावरून? एकदा तुम्ही म्हणता कोणत्याही वर्तुळासाठी परिघ भागिले व्यास हे गुणोत्तर सारखेच येते. त्या स्थिरांकाला

आम्ही नाव दिले आहे  $\pi$  नंतर म्हणालात ‘r’ त्रिज्येच्या वर्तुळाचे क्षेत्रफळ  $\pi r^2$ . म्हणजे एक एकक त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाचे क्षेत्रफळ  $\pi$ . आणि तुमचा असा दावा आहे की एक त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाचे क्षेत्रफळ जर  $\pi$  असे म्हटले तर कोणत्याही वर्तुळाच्या परीघाचे आणि व्यासाचे गुणोत्तर तितकेच म्हणजे  $\pi$  इतकेच येते. हे जरा जास्तच होतंय असं नाही वाटत? म्हणून विचारले पाय म्हणजे काय. कळले काय?”

नेहा, आभा, सुहृद एकदम बोलायला लागतात. अगोदर त्यांना प्रश्नच समजत नाही; पण मग त्यांच्या लक्षात येते तशा वरवर तरी संबंध नसलेल्या दोन गोष्टींना त्यांनी एकच नाव दिले आहे. त्यात १ त्रिज्येच्या वर्तुळाचे क्षेत्रफळ कधीच बदलणार नाही; पण परिघ/व्यास हे गुणोत्तर कायमचेच असेल का? आणि असेल तर त्या क्षेत्रफळाच्या किमती एवढेच असेल का? खरं आहे, पाय म्हणजे काय?”

“प्रथम हे सांगतो की तुमची उत्तरे बरोबर आहेत. आणि प्रश्नही योग्य आहे!” इति शेखरदादा. “आता आपण १ एकक



ओढला. (चौ. AEF G ) तर AEF G ह्या चौरसाचे क्षेत्रफळ किती?" हिमांगीने पटकन सांगितले “ $4a^2$ ”. “बरोबर, बाजू दुप्पट केली तर क्षेत्रफळ चौपट झाले. चौरसाच्या दोनही बाजू तिपटीने वाढवल्या तर क्षेत्रफळ  $9a^2$ . दसपटीने वाढवल्या तर  $100a^2$  म्हणजे ज्या पटीने आपण चौरसाच्या दोन्ही बाजू ओढतोय त्याच्या वर्गाच्या पटीत क्षेत्रफळ वाढतंय.

त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाला  $\pi$  चौ. एकक म्हणूया आणि कोणत्याही वर्तुळाचा (त्रिज्या  $r$ ) परीघ/व्यास गुणोत्तराची किंमत हे दाखवूया. चला तर मग तय्यार?”

“तय्यार! तय्यार!” आम्ही मित्र उत्साहाने म्हणाले. वाघकाकांनी सर्वांना सोयीचे जावे म्हणून फळा आणला होता. शेखरदादाने फळ्यापाशी जात सुरुवात केली. “व्यवस्थितपणे सर्व समजून घ्यायचे असल्यास जरा वरवर वेगळीच भासणारी अशी सुरुवात करावी लागेल.”

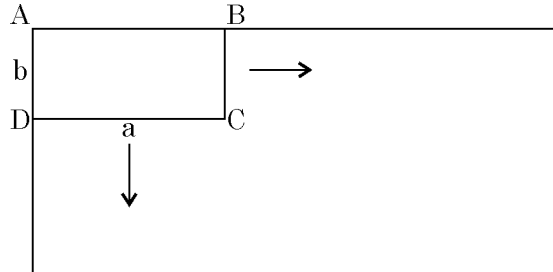
त्याने फळ्यावर एक चौरस ABCD काढला. त्याची बाजू 'a', ह्या चौरसाचे क्षेत्रफळ  $a^2$  चौ.एकक. “हा चौरस समजा मी त्याच्या एकमेकांशी काटकोनात असलेल्या दिशेने ओढला. दोन्ही दिशांनी सारखा

समजा आपण चौरस आकुंचित केला तर

बाजू निम्मी क्षेत्रफळ  $\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$  पट. ह्या

आकुंचन प्रसरण गुणोत्तरासाठी कोणतेही अक्षर घेतले 'r' तर नवीन क्षेत्रफळ मूळ क्षेत्रफळाच्या  $r^2$  पट होईल. समजा  $r = \frac{1}{3}$  तर क्षेत्रफळ  $1/9$  पट होईल. समजा  $r = 100$  तर क्षेत्रफळ  $10,000$  पट होईल.  $r$  पट ताणले तर  $r^2$  पट,  $s$  पट आक्रसले तर  $S^2 \times$  मूळ क्षेत्रफळ इतके होईल.”

ABCD हा आयत आहे. AB व CD Aपासून B च्या दिशेने ३ पट ताणला तर,



मूळ क्षेत्रफळ  $ab$ ; नंतरचे क्षेत्रफळ  $३ab$ .  
नंतर  $A \rightarrow D$  च्या दिशेने  $४$  पट ताणला तर  
क्षेत्रफळ होईल  $४ \times ३ \times ab = १२ab$ .  
जर एकाच 'r' पटीने आयत दोन्ही बाजूला  
ताणला तर क्षेत्रफळ होईल

$$r \times r \times ab = r^2 ab.$$

r आणि s पटीने ताणले तर rsab.

एका भिंतीच्या स्वरूपात विटा रचल्या  
आहेत. (कमीत कमी सिमेंट वापरून!)

भिंत  $१२$  फूट  $\times$   $८$  फूट.

वीट  $८$  इंच  $\times$   $४$  इंच. तर विटेचे

क्षेत्रफळ  $३२$  चौ. इंच =  $\frac{३२}{१४४}$  चौ. फूट.

लांबीच्या दिशेने वीट ठेवल्यास

$$\frac{१२ \text{ फूट}}{८ \text{ इ.}} = \frac{१२ \times १२ \text{ इ.}}{८ \text{ इ.}} = १८ \text{ विटा}$$

बसतील, तर रुंदीच्या दिशेने  $\frac{८ \times १२}{४} = २४$

विटा बसतील.

समजा वीट लांबीच्या दिशेने  $१८$  पट ताणली  
आणि रुंदीच्या दिशेने  $२४$  पट ताणली, तर  
बरोबर भिंतीच्या आकाराची होईल.

भिंतीचे क्षेत्रफळ =  $१२ \times ८ = ९६$  चौ.फूट.

ताणलेल्या विटेचे क्षेत्रफळ rs ab

$$= १८ \times २४ \times ८ \times ४ \text{ चौ.इंच}$$

$$= \frac{१८ \times २४ \times ८ \times ४}{१२ \times १२} = ९६ \text{ चौ. फूट}$$

शेखरदादाने एक बऱ्यापैकी वर्तुळ  
काढले आणि कोणतेही comments

यायच्या आत जाहीर केले की हे वर्तुळ आहे.  
आणि काढलेली सर्व वर्तुळे एककेंद्री आहेत.

हिमांगी हळूच म्हणाली “घुमून फिरून  
अखेर आपण वर्तुळावर तर आलो.”

“एक एकक त्रिज्येचे वर्तुळ  $d_1$ ,

'a' त्रिज्येचे  $d_2$  आणि 'r' त्रिज्येचे  $d_3$ .

ह्या वर्तुळांची क्षेत्रफळे किती?”

“त्यात काय?  $\pi, \pi a^2$  आणि  $\pi r^2$  चौ.  
एकक.”

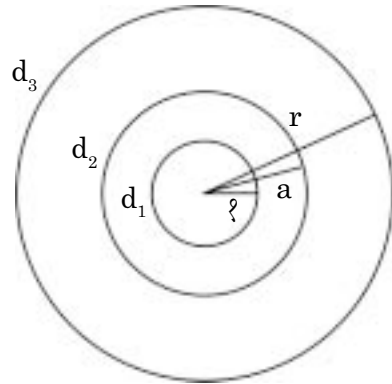
शेखरदादा हलकेच हसत म्हणाला,  
“ $d_1$  चे ठीक. तसं आपण ठरवूनच घेतलंय  
पण  $d_2$  आणि  $d_3$  चे क्षेत्रफळ  $\pi a^2$  आणि  
 $\pi r^2$  कशावरून?”

“सूत्रावरून” “पण सूत्रच  
कशावरून?”

“म्हणजे काय?”

“मग एवढी गीता सांगितली कशाला?  
वाचली कशाला? गाढवा... बुद्धीला ताण  
द्या. you simply refuse to think.  
तो आळस झटका.” इति शेखरदादा.

एक शांतता. पण तिच्यात खूप काही



घडत होतं. आणि मग एकसमयावच्छेदे का कायसे सुहृद, नेहा, विकास, हिमांगी ओरडले, “ताणून ताणून a पट ताणले.

$$a^2 \times \text{मूळ क्षेत्रफळ} = \pi a^2.$$

$$r \text{ पट ताणले क्षेत्रफळ झाले } \pi r^2.”$$

पण शेखरदादाचे पूर्ण समाधान झाले नव्हते. तो म्हणाला, “मी जे दाखवले ते चौरस आणि आयतासाठी दाखवले. त्यात वर्तुळ कोठे व कसे येते?”

शेखरदादाने नवीन आकृती काढली. वर्तुळ आणि वर्तुळात अनेक आयत. सर्व आयत दोन्ही बाजूंनी सारखेच ताणले.

$v_1$  हे पुष्कळ आयतांनी बनलेले आहे. सर्व आयतांच्या क्षेत्रफळांची बेरीज जवळजवळ वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाइतकीच येईल.

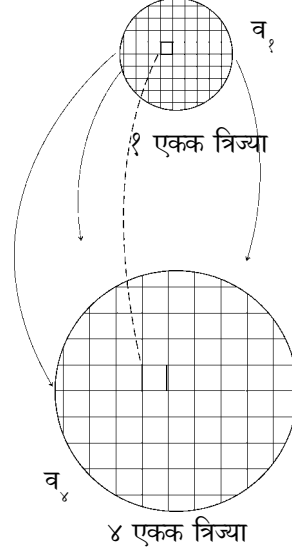
जर  $20$  आयत असतील. त्यांची क्षेत्रफळे  $A_1, A_2, \dots, A_{20}$

आयतांचे एकूण क्षेत्रफळ  $A_1 + A_2 + \dots + A_{20}$  हे वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाइतकेच जवळजवळ असेल.

$(A_1 + A_2 + \dots + A_{20} \sim \pi)$  जवळ जवळ  $\pi$  इतके, थोडेसे कमी. आयतांची संख्या वाढवली तर आपण वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाच्या अगदीच जवळ जाऊन पोचू. वर्तुळ 'r' पट केले. म्हणजे त्रिज्या 1 ची 'r' केली. आयतही दोन्ही बाजूंनी r पट ताणले जातील (वा आकुंचन पावतील).

$$A_1 \text{ चे क्षेत्रफळ होईल } r^2 A_1,$$

$$A_2 \rightarrow r^2 A_2,$$



त्याचप्रमाणे सर्वच वर्तुळाचे  $r^2$  पट होईल.

$$A_{r0} \rightarrow r^2 A_{r0}$$

आयतांचे एकूण क्षेत्रफळ होईल.

$$r^2 A_1 + r^2 A_2 + \dots + r^2 A_{20} = r^2 (A_1 + A_2 + \dots + A_{20})$$

जर आयतांची संख्या वाढवली,  $1000$  केली तर आता सर्व आयतांचे मिळून क्षेत्रफळ हे वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाइतके होईल असे आपण समजू शकतो. एक एकक वर्तुळाचे क्षेत्रफळ  $\pi$  आहे.

$$\text{म्हणून } A_1 + A_2 + \dots + A_{1000} + \dots + A_{1000} + \dots + A_{1000} = \pi \text{ असे समजता येईल.}$$

r ने ताणलेल्या प्रत्येक आयताचे क्षेत्रफळ  $r^2$  पट होईल. ताणलेल्या आयतांचे क्षेत्रफळ  $r^2 A_1, r^2 A_2, \dots, r^2 A_{1000}$  म्हणून



आता r त्रिज्येच्या वर्तुळाचे क्षेत्रफळ होईल :

$$\begin{aligned} & r^2 A_1 + r^2 A_2 + \dots + r^2 A_{100} + \dots \\ & + r^2 A_{1000} + \dots + r^2 A_{10000} = \pi \\ & = r^2 (A_1 + A_2 + \dots + A_{100} + \dots \\ & + A_{10000}) \\ & = r^2 \pi \\ & = \pi r^2 !!! \end{aligned}$$

“चला आता सुरुवातीला जाऊ”

“अगोदर जरा दुसरीकडे न्यायचे आणि मग म्हणायचे आता आपण सुरुवातीला जाऊ. काय आहे काय?” आम्ही मित्र.

शेखरदादा सस्मित उद्गारला, “म्हणजे पाय म्हणजे काय या सुरुवातीच्या प्रश्नाकडे वळू. आपल्याला दाखवायचे आहे की एक एकक त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाचे क्षेत्रफळ जर  $\pi$  (पाय) असेल तर 'r' (कोणतीही धन संख्या) त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाचा परीघ  $2\pi \times r$  असतो. आपण 'r' त्रिज्येची वर्तुळे काढली आहेत. पहिल्यात चौरस आहे. त्यामुळे ४ एकरूप त्रिकोण होतात. चौरसाचे

क्षेत्रफळ = ४ × त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ.

पाया AB =  $b_4$  उंची OH =  $h_4$

तर त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ  $\frac{1}{2} b_4 h_4$

चौरसाचे क्षेत्रफळ  $4 \times \frac{1}{2} \times b_4 h_4$

$$= \frac{1}{2} (4b_4) h_4$$

$$= \frac{1}{2} (\text{चौरसाची परिमिती}) \times h_4$$

चौरसाची परिमिती  $L_4$  ने दाखवू.

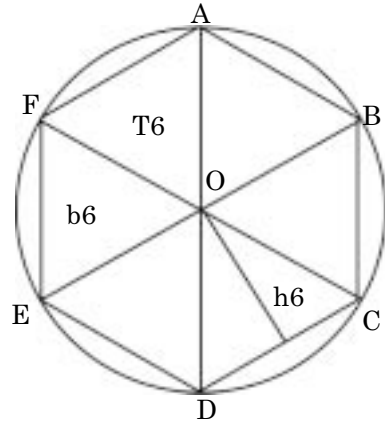
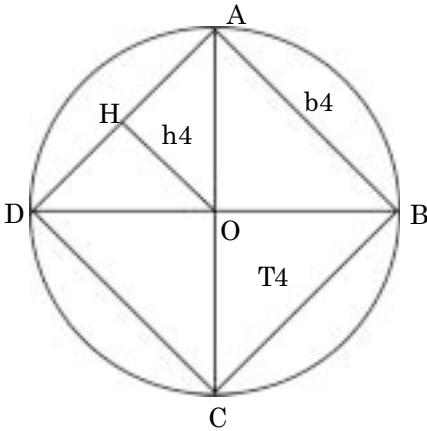
पुढे बहुभुजाकृतींच्या बाजूंची संख्या वाढवली. आकृतीत षट्कोन दाखवला आहे.

बाजू =  $b_6$ , उंची  $h_6$ .

त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ  $\frac{1}{2} b_6 h_6$  षट्कोनांची

$$\text{परिमिती} = 6 \times b_6 = L_6$$

$$\text{षट्कोनाचे क्षेत्रफळ} = 6 \times \frac{1}{2} b_6 \times h_6$$



$$= \frac{1}{2} \times L_{\xi} \times h_{\xi}$$

$$= \frac{1}{2} \times \text{षट्कोन परिमिती} \times \text{उंची}$$

आता षट्कोनाचे क्षेत्रफळ वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाच्या अधिक जवळ आले आहे.  $h_{\xi}$  आणि  $r$  मधले अंतर,  $h_{\nu}$  आणि  $r$  मधल्या अंतरापेक्षा कमी झाले आहे.

परिमिती ही परिघाच्या अधिक जवळ आली आहे. आता समजा  $\mathcal{L}$ -भुजांची सुसम आकृती काढली तर बाजू  $b_{\mathcal{L}}$ , उंची  $h_{\mathcal{L}}$ .

त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ =  $\frac{1}{2} b_{\mathcal{L}} h_{\mathcal{L}}$  असे  $\mathcal{L}$  त्रिकोण म्हणून एकूण

$$\begin{aligned} \text{क्षेत्रफळ} &= \mathcal{L} \times \frac{1}{2} \times b_{\mathcal{L}} \times h_{\mathcal{L}} \\ &= \frac{1}{2} \times \mathcal{L} b_{\mathcal{L}} \times h_{\mathcal{L}} \\ &= \frac{1}{2} \times L_{\mathcal{L}} \times h_{\mathcal{L}} \end{aligned}$$

$L_{\mathcal{L}}$  - सुसम अष्टभुजाकृतीची परिमिती  $L_{\mathcal{L}}$  परिघाच्या अधिक जवळ,  $h_{\mathcal{L}}$  आणि  $r$  मधले अंतर,  $h_{\xi}$  आणि  $r$  मधल्या अंतरापेक्षा कमी आणि एकूण क्षेत्रफळ वर्तुळ क्षेत्रफळाच्या अगदी जवळ.”

शेखरदादाने अंमळ ब्रेक घेतला. “अब हम क्लायमॅक्स के बहुत नजदीक आये हैं। अभी बतला देंगे लेकिन एक छोटेसे ब्रेक के बाद” इति नेहा. न बोलता शांतपणे इतके एकूण घ्यायची तिला सवय नव्हती.

इतक्यात आभाला काहीतरी सुचले. ती

ओरडली, “ $\mathcal{L}$ च्या ऐवजी  $12$  भुजा घेऊ.  $h_{12}$  हे  $r$  च्या अधिकजवळ आणि  $12 \times b_{12}$ . ही बहुभुजाकृतीची परिमिती परिघाच्या अगदीच जवळ. आणि क्षेत्रफळ तर जवळजवळ वर्तुळाएवढेच.”

“शाब्बास, और आगे बढ़ो!”

“मग  $24$  बाजू किंवा  $40$  बाजू तसेच  $100$  बाजू,  $1000$  बाजू,  $n$  बाजू घेऊ शकतो की आपण.

वर्तुळाचे क्षेत्रफळ ( $\pi r^2$ )

$\sim$  बहुभुजाकृतीचे क्षेत्रफळ

$$= \left( \frac{1}{2} \text{परिमिती} \times \text{उंची} \right)$$

पण परिमिती परिघाच्या इतकीच (जवळजवळ). उंची म्हणजे तर 'r' च कारण  $n$  कितीही मोठा घेऊ शकतो.

$$\pi r^2 \sim \frac{1}{2} (\text{परिघ}) \times \text{त्रिज्या}$$

$$\pi r^2 = \frac{1}{2} \text{परिघ} \times \text{त्रिज्या}$$

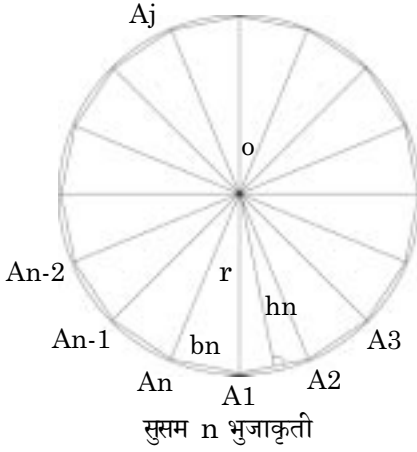
$$\text{परिघ} = 2\pi r^2 / \text{त्रिज्या}$$

$$= 2\pi r$$

खल्लास !

हिमांगी, सुहृद आणि आभाला समजले पण आर्या आणि विकास म्हणाले, “Action replay in slow motion”

‘बरं’, आकृती बघा. त्या  $n$  भुजांची सुसम बहुभुजाकृती काढलेली आहे. ह्या त्रिकोणांनी सर्व वर्तुळ व्यापले आहे पण इथे बहुभुजाकृती स्पष्ट दिसावी म्हणून ही आकृती प्रत्यक्षात  $16$  बाजूंची आहे. आपण 'n' कितीही वाढवत नेऊ शकतो.,ह्या दोन



गोष्टी लक्षात घेता सर्व त्रिकोणांच्या क्षेत्रफळाची बेरीज = वर्तुळाचे क्षेत्रफळ.

$$\text{एका त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ} = \frac{1}{2} b_n h_n$$

सर्व 'n' त्रिकोणांचे मिळून क्षेत्रफळ

$$= \frac{1}{2} n b_n h_n$$

$$= \frac{1}{2} L_n h_n$$

$L_n$  हे परिघाच्या दिशेने विस्तारत आहे.

$h_n$  ही तर जणू त्रिज्याच आहे.

$$L_n \sim C,$$

$$h_n \sim r,$$

$$\frac{1}{2} L_n h_n \sim \frac{1}{2} Cr$$

शिवाय दुसऱ्या बाजूने बहुभुजाकृतीचे क्षेत्रफळ सर्व वर्तुळाचे क्षेत्रफळ व्यापत आहे सबब ;

$$\pi r^2 = \text{वर्तुळाचे क्षेत्रफळ}$$

$$= \text{बहुभुजाकृतीचे क्षेत्रफळ} = \frac{1}{2} Cr$$

$$\pi r^2 = \frac{1}{2} Cr$$

$$C = 2\pi r$$

$$\text{म्हणून परिघ/त्रिज्या} = 2\pi$$

$$\text{म्हणून } \frac{\text{परिघ}}{\text{व्यास}} = \pi$$

आणि हा  $\pi$  म्हणजे एक एकक त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाची किंमत हे सिद्ध झाले.

आम्ही मित्र खुश झालो. काहीतरी नेहमीच वापरणारे सिद्ध केले. आणि मजेदार, महत्वाचे काहीतरी आपल्याला समजले असे त्यांना वाटले. तुम्हाला...?



Serge Lang यांच्या What is  $\pi$ ? ह्या व्याख्यानावरून प्रेरित

लेखक : किरण बर्वे, गणित आणि शिक्षणात रस, आंतरराष्ट्रीय ऑलिम्पियाड आणि आयआयटी, जेईईला शिकवतात. मो. : ९४२३०१२०३४.

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का ?

[sandarbhsociety.org](http://sandarbhsociety.org)

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

*With Best Compliments from*

SPN  
Risk Solutions LLP



We provide software development  
solutions in finance domain

**Hanamant P. Sabale**

Janardhan Residency, Bungalow No. 2, Vidyanagar,  
Karad (Banawadi Corner) Dist. Satara



# शिष्ट्या का मोजायच्या ?

लेखक : आनंद बापट

“अंग असिलता, पानं घ्यायला सांगितलं ना तुला? मग कुकरकडे पाहत काय उभी आहेस?”

आईच्या प्रश्नाने असिलता भानावर आली; पण लगेच म्हणाली, “आई, घराघरातून कुकरच्या शिष्ट्या वाजतात; पण आपल्या घरी कुकरची शिटी का होत नाही?” असिलताच्या चौकसपणाचं कौतुक तर आईला होतंच; पण आपल्या स्वयंपाक पद्धतीची दखल घेतली जात असल्याचा आनंदही तिच्या चेहऱ्यावर झळकला. ती म्हणाली, “ही माझी खास पद्धत आहे. शिटीतून बाहेर पडणारी वाफ वाया जाते असं मला वाटतं. म्हणून मी शिटी वाजण्यापूर्वीच गॅस मंद करून ठेवते आणि थोड्या वेळाने बंद करते” आईचं उत्तर ऐकून असिलताच्या डोक्यातलं विचारचक्र थांबण्याऐवजी वेगात धावू लागलं. “याचा अर्थ आपण ऊर्जाबचत करतोय. शिष्ट्या करून जेवढा गॅस वापरला जातो त्यापेक्षा कमी गॅस आपण वापरतोय. नाही का?”

“बरं बरं ते गणित आपण नंतर मांडूया. आधी पानं घे पाहू.” आईची गडबड लक्षात

घेऊन असिलतानं बोलणं थांबवलं; पण ऊर्जाबचतीचं गणित तिच्या डोक्यात घोळतच राहिलं. दुसऱ्याच दिवशी रविवार असल्यानं असिलताने शेजार-पाजारच्या काकू-मावशींच्या मुलाखती घ्यायचा सपाटा लावला. ‘प्रेशर कुकरचा वापर’ हा मुलाखतीचा विषय ऐकून त्या गृहिणींचीही छान करमणूक झाली. असिलतालाही मोलाची माहिती मिळाली. कुकर तीव्र आचेवर ठेवून किमान तीन शिष्ट्या होऊ द्यायच्या, पाच मिनिटे आच मंद करून ठेवायची, गॅस बंद केल्यानंतर १५ मिनिटे कुकर तसाच ठेवायचा व मगच उघडायचा अशी काहीशी पद्धत कमी-अधिक फरकाने घरोघरी वापरली जाते असे तिला दिसले. मग मात्र ‘सर्वसाधारण पद्धत’ आणि ‘आईची पद्धत’ यांचा शास्त्रशुद्ध अभ्यास आणि तुलना करायची योजना असिलताच्या डोक्यात तयार होऊ लागली. योजना ऐकताच आईनेही तिला प्रोत्साहन दिले आणि मुख्यतः स्वयंपाकघरात मुक्त संचाराची मुभा दिली. प्रथम असिलताने काकू-मावश्यांची ‘सर्वसाधारण पद्धत’

वापरून पाच चाचण्या केल्या. ठरावीक वजनाचे डाळ व तांदूळ शिजवून ते चविष्ट व योग्य शिजल्याची खात्री केली.

त्यानंतर 'आईची पद्धत' वापरून तिने चाचण्या घ्यायला सुरुवात केली. आधी शिटी वाजण्याइतपत प्रेशर आल्यावर कुकर मंद आचेवर पाच मिनिटे ठेवला. नंतरच्या चाचण्यांमध्ये हा वेळ पाच मिनिटांहून कमी करत आणला. प्रत्येक वेळी भात व डाळ योग्य शिजली की नाही यावर घरातील सर्वांचे मत घेतले. या चाचण्यांनंतर तिला पक्के कळले की जरी चार मिनिटे मंद आचेवर कुकर ठेवल्यानंतर गॅस बंद केला तरी डाळ-तांदूळ योग्य शिजतात. दोन्ही पद्धतीच्या चाचण्यांमध्ये एकच कुकर वापरला आणि डाळ-तांदूळ देखील त्याच मापाने घेतले. गॅस बंद केल्यावर कुकर त्याच जागी १५ मिनिटे ठेवून मगच उघडण्याची दक्षता तिने दोन्ही पद्धतींमध्ये घेतली होती.

या प्राथमिक चाचण्या झाल्यानंतर मग असिलताने प्रत्यक्ष प्रयोगाला सुरुवात केली.

'सर्वसाधारण पद्धत' व 'आईची पद्धत' अशा दोन्ही पद्धतींसाठी दोन वेगवेगळे नवीन सिलिंडर घेतले व त्यांच्या वजनाची नोंद



केली. ७० ग्रॅम तांदूळ व ५० ग्रॅम डाळ शिजविण्यासाठी अनुक्रमे २०० मि.लि. व १०० मि.लि. पाणी आणि कुकरच्या तळात जाळीवर ३०० मि.लि. पाणी असे प्रमाण दोन्ही पद्धतींसाठी ठरवले. एकच कुकर आणि एकच गॅस शेगडी दोन्ही पद्धतींसाठी वापरण्याचे असिलताने ठरवले. पुढील ३० दिवसात दर दिवसाआड एक पद्धत अशा प्रकारे प्रत्येक पद्धतीच्या १५-१५ चाचण्या घेतल्या. प्रत्येक चाचणीसाठी लागलेला वेळही स्टॉपवाँच लावून मोजला व त्याची नोंद ठेवली. प्रत्येक पद्धतीच्या वेळी त्या त्या पद्धतीसाठी ठरलेला गॅस सिलिंडरच वापरण्याची दक्षता घेतली. ३० दिवसांनंतर दोन्ही सिलिंडरचे पुन्हा वजन केले व त्यांची नोंद केली.

अशा प्रकारे प्रयोग करून झाल्यावर घेतलेल्या नोंदींचे संख्याशास्त्रीय विश्लेषण (statistical analysis) असिलताने केले असता असे आढळले

- 'सर्वसाधारण पद्धती'च्या तुलनेमध्ये 'आईची पद्धत' वापरल्यास ३६.७% गॅसची बचत होते.
- 'आईची पद्धत' वापरताना प्रत्येक जेवणामागे सरासरी २.८५ मिनिटांची बचत होते. हे प्रयोग सुरू असतानाच असिलताने प्रेशर कुकरसंबंधी मिळेल ती माहिती वाचून काढली. बाजारात उपलब्ध अनेक प्रकारच्या प्रेशर कुकरच्या किंमती, वापरायच्या पद्धती

- व इतर कुकरच्या तुलनेत प्रत्येक मॉडेलचे फायदे असे सर्व काही तिने अभ्यासून त्याची टिपणे काढली. त्यामुळे ऊर्जाबचतीच्या महत्त्वाच्या निष्कर्षांसोबतच प्रेशर कुकर आणि त्याचा शास्त्रशुद्ध वापर याबाबत तिला तिची स्वतंत्र मतेही मांडता आली ती अशी:
- प्रेशर कुकर हे वेळ व इंधनाची बचत करू शकणारे एक साधन आहे व त्याचा शास्त्रोक्त वापर केल्यास अधिकाधिक बचत होऊ शकते.
  - अतिरिक्त वाफेला वाट करून देणे व अपघात टाळणे तसेच गृहिणींना 'आवाजी संकेत' देणे यासाठी कुकरच्या 'शिटी'चा उपयोग होतो.
  - खाद्यपदार्थानुसार ३ ते ७ शिट्ट्या होऊ देण्याचे सूत्र बहुसंख्य गृहिणी पाळतात परंतु प्रत्येक शिटीसोबत वाफ आणि अर्थातच ऊर्जा वाया जाते.
  - शिटी वाजू न देता स्वयंपाक केल्यास ऊर्जा वाचवता येते परंतु अपघातापासून बचावासाठी वेळेचे गणित पाळणे आवश्यक आहे.
  - काही आधुनिक कुकर या कल्पनेचा वापर करून विकसित केले गेले आहेत परंतु ते बरेच महाग आहेत.
  - सामान्य प्रेशर कुकरमध्ये 'आईची

पद्धत' वापरून बचत सहजसाध्य आहे. परंतु आधुनिक तंत्रज्ञानावर आधारित प्रेशर कुकर अत्यल्प किंमतीत उपलब्ध करून देता आले तर सर्वसामान्य ग्राहकाला लाभ घेता येईल व मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जाबचत होऊ शकेल. कुतूहलापोटी विचारलेल्या एका साध्या प्रश्नाचे एका बक्षिसपात्र प्रकल्पात रूपांतर होऊ शकेल याची असिलताला कल्पनाही नव्हती. परंतु, भारत सरकारच्या 'किशोर वैज्ञानिक प्रोत्साहन योजना' (KVPY) स्पर्धेमध्ये तिला राष्ट्रीय पारितोषिक मिळाले. हे आपण लक्षात घेण्याजोगे आहे. कोणाच्याही चौकस, ज्ञानपिपासू वृत्तीची आणि वरकरणी साध्या कल्पनेचा विस्तार शास्त्रीय प्रकल्पात करण्याच्या क्षमतेची दखल KVPY द्वारे घेतली जाईल हे नक्की. यातून प्रेरणा घेऊन जर अधिकाधिक किशोर वैज्ञानिक घडू लागले तर भारताला जागतिक महासत्ता होण्यापासून कोण रोखू शकेल?

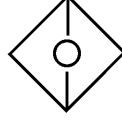
असिलता बापट अमेरिकेतील एमआयटी मधून गणित व संगणकशास्त्राची पदवी संपादन करून आज शिकागो विद्यापीठात गणितामध्ये पीएच.डी. करित आहे.



संदर्भ अंक ३८ मधील असिलता बापटचा लेख जरूर पहा.

लेखक : आनंद बापट, निवृत्त कर्नल. स्वानंद फाऊंडेशनचे संस्थापक-संचालक.

*With Best Compliments from*



# **KALPAK INSTRUMENT & CONTROLS**

**Technical Solution Provider**

Industrial Estate, Hingane Khurd, Vitthalwadi,  
Pune - 411 051 India

Tel. : +91 20 2434 6363, 2434 6802

Fax : + 91 20 2434 6363

Email : kalpakpune@vsnl.com

Website : www.kalpalpune.com

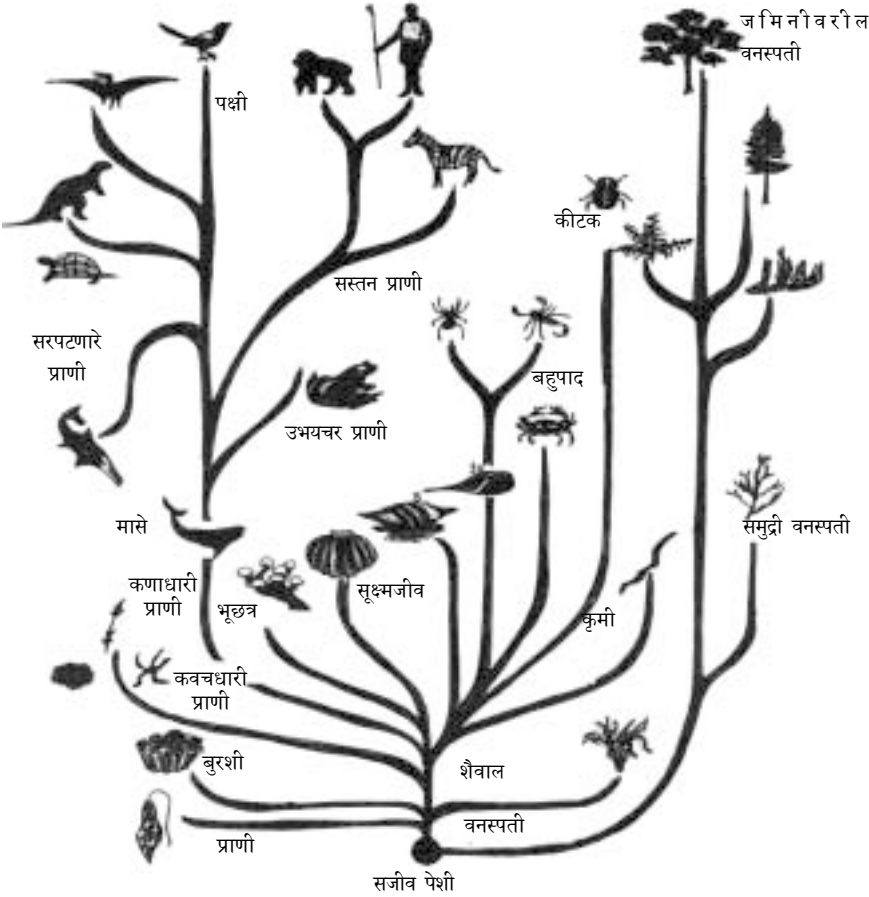


# उत्क्रांतिवाद्याला वैज्ञानिक पाया आहे का ?

लेखक : डॉ. आ.दि. कर्वे

उत्क्रांतीचे तत्त्व आपल्याला असे सांगते की जनुकीय उत्परिवर्तन, इतर जातींशी संकर, सूक्ष्मजंतूद्वारे कधी कधी घडून येणारे जनुकरोपण इ. विविध कारणांनी जैव घटकांचे अनुवांशिक गुणधर्म सतत बदलत

असतात. बदललेल्या गुणधर्मामुळे जर अशा जीवमात्रांची पर्याप्त परिस्थितीत तगून राहण्याची क्षमता वाढली, आणि त्यामुळे प्रत्येक पिढीत त्यांची संख्या इतरांचे मानाने वाढत गेली तर कालांतराने त्या विशिष्ट



समूहात या बदललेल्या गुणधर्मांचेच जीवमात्र दिसू लागतील आणि मूळचे जीवमात्र लुप्त होतील. परंतु डार्विनने उत्क्रांतीचा सिद्धांत मांडल्यापासून या सिद्धांताला समाजातल्या काही विशिष्ट धार्मिक गटांकडून सतत विरोध होतो आहे. सुरुवातीच्या काळात हा विचार आपल्या धर्मग्रंथातील विचारांच्या विरुद्ध असल्याने तो एक पाखंडी विचार आहे, असा मुद्दा मांडला जात असे; पण गेल्या सुमारे ६०-७० वर्षांपासून उत्क्रांतीच्या सिद्धांताला विरोध करण्यासाठी काही धर्ममार्तंडांनी विशेष निर्मितीचा सिद्धांत या नावाचा एक सिद्धांतच निर्माण केला. या विचाराचे प्रवर्तक हे आपल्या धर्मतत्त्वांवर नितांत श्रद्धा असणारे लोक आहेत. त्यामधले अनेकजण नामांकित वैज्ञानिकही आहेत. ते असे प्रतिपादन करतात, की ज्याप्रमाणे मानवाने आपल्या गरजेप्रमाणे वेगवेगळ्या वेळी मोटारगाड्या किंवा विमानांचे प्रकार तयार केले, त्याचप्रमाणे देवानेही वेगवेगळ्या कालखंडांमध्ये त्यावेळच्या पर्यावरणाशी

सुसंगत असे जीवमात्र या पृथ्वीतलावर निर्माण केले. जीवमात्रांच्या विविध जातींच्या निर्मितीचा कर्ताकरविता देवच असल्याने मानवाने आपल्या तर्कबुद्धीचा वापर करून या घटनांची कारणे शोधत बसू नयेत.

ज्येष्ठ जर्मन वैज्ञानिक एन्स्ट मायर यांनी आपल्या २००५ साली प्रसिद्ध केलेल्या एका पुस्तकात असा प्रस्ताव मांडला आहे, की उत्क्रांतिवाद ह्या विषयाचा समावेश विज्ञानशाखेत न करता तो कलाशाखेत करावा. या सूचनेला पुष्टी देण्यासाठी ते असे म्हणतात की वैज्ञानिक सिद्धांत हे सर्वत्र आणि सर्वकाळ लागू पडत असल्याने आपण कोठेही आणि केव्हाही योग्य ते प्रयोग करून त्यांची सत्यासत्यता पडताळून पाहू शकतो पण तसे जैव उत्क्रांतीचे नाही. मानवी इतिहासाप्रमाणेच जैव उत्क्रांती ही घटना पृथ्वीतलावर एकदाच घडली. त्यामुळे ती एकमेवाद्वितीय आहे. कोणत्याही प्रयोगांनी आपण तिची पुनरावृत्ती करून तिचा पडताळा पाहू शकत नाही, म्हणून ज्याची

### मानवी मेंदूची उत्क्रांती

ऑस्ट्रेलोपिथेकस



२ ते ३ कोटी  
वर्षापूर्वी

होमोइरेक्टस  
जावा



७, ५०, ०००  
वर्षापूर्वी

होमो सेपियन  
निएंडरथल



१,००,००० ते  
४,००,००० वर्षापूर्वीपर्यंत

होमो सेपियन सेपियन



४०,००० वर्षापूर्वीपासून  
ते आजपर्यंत

सत्यासत्यता पडताळून पाहू शकत नाही, अशा तथाकथित सिद्धांताला आपण वैज्ञानिक पायावर उभा केलेला एक अंदाज, किंवा भूतकालात घडलेल्या घटनांचे वैज्ञानिक स्पष्टीकरण, असे म्हणू शकू. पण तो वैज्ञानिक सिद्धांत होऊ शकणार नाही.

वरवर पाहता मायर यांचा युक्तिवाद पटण्यासारखा आहे; पण त्यावर थोडासा विचार केल्यावर लक्षात येणारी एक गोष्ट अशी आहे की मायर यांनी जैवसृष्टीचा इतिहास आणि उत्क्रांतीचा सिद्धांत या दोन विषयांमध्ये गल्लत केली आहे. आपण जरी कोणत्याही प्रयोगाद्वारे जैवसृष्टीच्या इतिहासाची पुनरावृत्ती घडवून आणू शकत नसलो, तरी आपण उत्क्रांतीच्या सिद्धांताचा पडताळा प्रयोगांद्वारे पाहू शकतो. कोणत्याही जीवमात्राची उत्क्रांती होण्यासाठी तिच्या कित्येक पिढ्या जाव्या लागतात. सूक्ष्मजंतूंचा पिढीबद्दल फार कमी वेळात होत असल्याने आपल्याला निसर्गाच्या प्रयोगशाळेत सूक्ष्मजंतूंची उत्क्रांती कशी घडून येते हे पाहता येते. गेल्या काही वर्षांमध्ये प्रतिजैवकांचा भरमसाठ वापर सुरू झाल्यामुळे आता ज्यांच्यात प्रतिजैवकांना प्रतिरोध करण्याची क्षमता निर्माण झाली आहे असे जीवाणू सर्वत्र आढळू लागले आहेत, हे जैव उत्क्रांतीचेच उदाहरण आहे. अशा प्रकारचे प्रयोग आपण प्रयोगशाळेत आपल्या देखरेखीखालीसुद्धा करू शकतो. प्राण्यांच्या आतड्यात ३७ अंश सेल्सियस तापमानात वास्तव करणारे सूक्ष्मजीव जर

आपण ५० अंश सेल्सियसमध्ये ठेवले तर त्या संवर्धनातले बहुसंख्य सूक्ष्मजीव मरून जातात; पण त्यांतल्या ज्या काही जीवाणूंमध्ये जनुकांच्या उत्परिवर्तनांने ५० अंश तापमानात जिवंत राहण्याची क्षमता निर्माण झालेली असेल असे जीवाणू जिवंत राहतील आणि तेथून पुढे त्या संवर्धनातल्या सर्व जीवाणूंमध्ये ५० अंश तापमानात तगून राहण्याची क्षमता दिसून येईल. आतड्यात वास्तव्य करणाऱ्या मिथेनजनक जीवाणूंपासून अशाप्रमाणे ७० अंश सेल्सियस तापमानात जिवंत राहण्याची क्षमता असणाऱ्या जीवाणूंची निर्मिती करण्यात शास्त्रज्ञांना यश मिळाले. या घटनाक्रमाला आपण परीक्षानलिकेतली उत्क्रांती म्हणू शकतो. जीवाणूंवरील प्रयोग आपण आपल्या देखरेखीखाली करित असल्याने नव्याने निर्माण झालेले जीवाणू हे मूळच्या जीवाणूंपासूनच उत्क्रांत झाले आहेत हे आपण खात्रीने सांगू शकतो, पण जगात पूर्वी जेव्हा अशा घटना घडल्या तेव्हा तेथे मानवी साक्षीदार हजर नसल्याने घडलेल्या घटना नक्की कशा घडल्या याचा आपण केवळ कयास बांधू शकतो, खात्री देऊ शकत नाही.

लुप्त झालेले जीव बरेचदा जीवाश्म, सांगाडे, दगडी कोळशातले अवशेष, हिमनद्यांमध्ये गाडलेली कलेवरे, यासारखे पुरावे मागे ठेऊन जातात. रसायनशास्त्र, भौतिकशास्त्र, भूगर्भशास्त्र इत्यादींचा वापर करून हे जीवाश्म किती वर्षांपूर्वीचे आहेत हे ठरविता येते, परंतु लुप्त झालेल्या

*With Best Compliments From*



# **Kelkar Brothers Sales Pvt. Ltd.,**



**Authorised Distributors : Kirloskar Pumps,  
Monoblocks, Valves, A.C. Generatoprs,  
Diesel Engines, Ele. Motors, Machine Tools.**



711, Narayan Peth, Laxmi Road,  
Opp. Commonwealth Building, Pune - 411 030  
Phone / Fax - 020-24452913, 24452962, 24452364  
Email : kbspl@vsnl.com, website : www.kelkarbrothers.in



तारामासा - जीवाश्म

जीवानंतर अस्तित्वात आलेला दुसरा जीव हा अगोदरच्या जीवापासून उत्क्रांत झालेला आहे अशी ग्वाही आपण देऊ शकत नाही. अशाप्रकारच्या बऱ्याच घटनांमध्ये मागून आलेला दुसरा जीव हा अन्य कोठेतरी स्वतंत्रपणे उत्क्रांत झालेला असतो आणि बदलत्या परिस्थितीत नष्ट झालेल्या जीवाची तो जागा घेतो. उदाहरणार्थ डायनोसॉर जातीचे महाकाय प्राणी लुप्त झाल्यावर त्यांची जागा सस्तन प्राण्यांनी घेतली, याचा अर्थ डायनोसॉर जातीपासून सस्तन प्राण्यांची निर्मिती झाली असा लावणे चुकीचे ठरेल. किंवा अगदी अलीकडले उदाहरण घ्यावयाचे झाल्यास अमेरिकेतील प्रेअरीमधील गवे नष्ट होऊन त्यांची जागा मानवाने घेतली, याचा अर्थ गव्यांपासून मानवजात उत्क्रांत झाली असा लावणे हेही चुकीचे ठरेल. या दोन्ही उदाहरणांमध्ये मागून आलेले प्राणी हे पहिल्यांपासून उत्क्रांत झालेले नसून लुप्त झालेल्या प्राण्यांच्या जागी बाहेरून आलेले होते; पण अशाप्रकारे जीवाश्मांच्या पुराव्यांचे अर्थ चुकीचे लावल्याने उत्क्रांतीबद्दल जनसामान्यांच्या मनात गैरसमज निर्माण झाले. याचे मुख्य कारण

असे आहे की लुप्त झालेल्या जीवमात्रांनी मागे सोडलेले पुरावे हे अपूर्ण आणि त्रोटक स्वरूपाचे आहेत. त्यामुळे त्या काळी काय घडले असावे याचा आपण केवळ अंदाज घेऊ शकतो.

कोणत्याही प्रयोगाने आपण ज्याची पुनरावृत्ती करू शकत नाही अशी आणखी एक घटना आहे विश्वाच्या उत्पत्तीची. खगोलशास्त्रज्ञांना विश्वातल्या ग्रहताऱ्यांच्या अभ्यासात असे आढळले आहे, की विश्वातले सर्व तारे सतत एकमेकांपासून दूर दूर जात आहेत. याचा अर्थ ते असा लावतात, की एकेकाळी ते सर्व एकत्र होते आणि एका महास्फोटामुळे ते विखुरले गेले आणि त्यावेळी त्यांना जर गती लाभली, ती आजही त्यांना परस्परांपासून आणखी दूर दूर नेते आहे. या सिद्धांताला पुष्टी देणारे अनेक पुरावे उपलब्ध आहेत; पण विश्वाच्या निर्मितीची आपण कोणत्याही प्रयोगाने पुनरावृत्ती करू शकत नसल्याने हे असेच घडले याची आपण खात्री देऊ शकत नाही. त्यामुळे विश्वाची उत्पत्तीही देवानेच केली या विधानाचेही आपण खंडन करू शकत नाही.

विश्वातल्या सर्व घटनांचा कर्ताकिरविता देवच आहे असेच जर आपण मानावयाचे ठरविले तर जगातल्या कोणत्याही घटनेचे कारण शोधणे हे चुकीचे ठरेल, आणि अशा परिस्थितीत विज्ञानाच्या अभ्यासाला आणि संशोधनालाही रजाच द्यावी लागेल.



लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे, ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ, अंप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूटचे संस्थापक.



# फुग्याला हवी साबणाची साथ

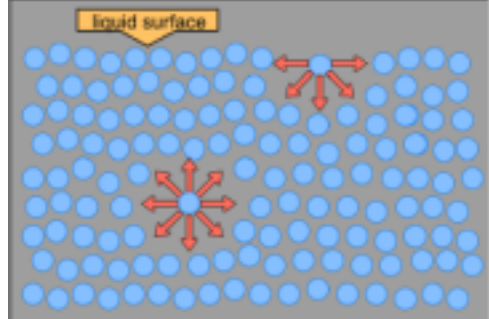
लेखक : किरण फाटक

साबणाच्या गुणधर्मपैकी सर्वांत महत्वाचा गुणधर्म म्हणजे मळ काढून स्वच्छ करणे. तसाच सर्वांत आकर्षक गुणधर्म म्हणजे साबणाच्या पाण्याचे फुगे करता येणे. हे फुगे करणे कशामुळे शक्य होते? नुसत्या पाण्याचे फुगे का होत नाहीत?

हे समजून घेण्यासाठी पाण्याचे एक वैशिष्ट्य आधी पाहू या.

खालील चित्रातले पाण्याचे रेणू बघा. पाण्यात आतल्या भागातली रेणू मंडळी खूप असतात कारण त्यांच्या चोहोबाजूंना त्यांच्यासारखे भाईबंध अवतीभवती

असतात. त्यामुळे त्यांना कुठल्याही जोराला तोंड द्यावं लागत नाही. पण पृष्ठभागावरचे रेणू बिचारे दुःखी असतात कारण त्यांना वरच्या बाजूने जवळ करणारं कुणीच नसतं. त्यामुळे ते आपल्या दोन्ही बाजूच्या शेजारच्या रेणूंकडेच अधिक घट्टपणा दाखवतात. पृष्ठभागांवरील रेणूंना आणखी एका गोष्टीला तोंड द्यावं लागतं. ते म्हणजे वरच्या बाजूला त्यांना काही आधार नसल्याने त्यांच्यावर सतत खालच्या बाजूने ओढ राहते. परिणामी पाण्याचा पृष्ठभाग तेथील रेणूंवरील असंतुलित आकर्षणामुळे



कायमच तणावाखाली असतो. एखादी ताणलेली कातडी पांघरल्यासारखा तो वागतो.

खरं म्हणजे सर्वच द्रवपदार्थांच्या बाबतीत होणारी ही गोष्ट आहे पण पाण्याचं त्याच्या सखळ्या भाईबंधाशी जरा जास्तच प्रेम असलेलं दिसतं.

थोडक्यात काय की, पाण्याच्या रेणूंचं एकमेकातलं आकर्षण बरंच जास्त असल्यानं पाण्याच्या पृष्ठभागावर इतर द्रवांपेक्षा जरा जास्तच ताण असतो.

मात्र ह्या पृष्ठभागावरील ताणामुळे आपल्याला अनेक गमतीदार गोष्टी आढळून येतात. जसे, लहानसे हलके कीटक पाण्यावर आरामात चालतात. पाण्यावर अलगद सोडलेली पेपर क्लीप, पाण्यापेक्षा जड असूनही पाण्यावर तरंगू शकते. अळवाच्या गुळगुळीत पानावर पाण्याचे टपोरे थेंब का संपूर्ण गोल बनतात.

पाण्याच्या अशा कितीतरी गोष्टी निसर्गात आपल्याला पहायला मिळतात. त्या सर्वांमागचं मुख्य कारण म्हणजे पाण्याच्या रेणूमधील पृष्ठीय ताण.

## पाण्यात थोडा साबण घालताच फुगे कसे जमू लागतात ?

पाण्याच्या रेणूंची जात पडली ध्रुवीय म्हणजे त्या सगळ्यांना एकमेकांना फार घट्ट धरून रहायची इच्छा असते. इतकी की आपापसात जास्त अंतर पडू नये अशी त्यांची प्रवृत्ती असते. अशा त्यांच्या वागण्यामुळे आपण पाण्याच्या थेंबाचे फुगे फुगवायचा प्रयत्न केला तरी फुगा जरासा फुगल्यासारखा होतो; पण लगेच त्याचा बारीकसा थेंब होऊन पडून जातो.

इथे साबण आपल्या मदतीला येतो. थोडासा साबण पाण्यात घातला की साबणाचे रेणू पाण्याच्या रेणूंच्या अधेमधे

फुग्यांसाठी केलेल्या पाण्यात साबणाचं प्रमाण थोडंसं वाढवून जास्त काळ टिकणारे व मोठे फुगे तयार करता येतात.

साधारण १५ भाग स्वच्छ, मृदु पाण्यात १ भाग लिक्विड सोप घालावा.

हे मिश्रण चांगलं ढवळून घ्यावं. चित्रात दाखवल्याप्रमाणे शंकूच्या आकाराची कागदाची नळी करून फुगे करून ते किती सेकंद टिकतात ते घड्याळ लावून पहावं.

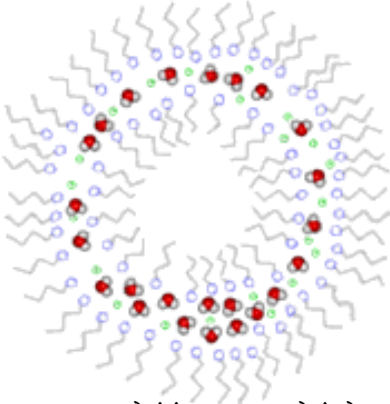
हे मिश्रण एक रात्रभर उघडं ठेवल्यास फुगे टिकण्याचा काळ वाढतो अशी नोंद आहे. तसंच वरील मिश्रणात ८-१० थेंब ग्लिसरीन किंवा लिन्सिड ऑईल घातल्यानेही फुगे मोठाले व जास्त काळ रहाणारे होत असल्याच्या नोंदी आहेत.

खरं म्हणजे साबणाचा ब्रँड, प्रत, उपलब्धता तसेच पाण्याची प्रत प्रत्येकाची वेगळी असण्याची शक्यता असल्याने ज्याने-त्याने अजमावून पाहत योग्य मिश्रण तयार करणं चांगलं.



जातात. त्यामुळे पाण्याच्या रेणूतलं एकमेकांमधलं अंतर वाढतं, जेणेकरून पाण्याच्या रेणूंमधील घनिष्टता थोडी कमी होते. म्हणजेच पाण्याच्या रेणूंमधील एकमेकांप्रती असणारं आकर्षणाचं बल जरा कमी होतं. त्यामुळे पाण्याच्या पृष्ठभागावरचा ताण किंवा पाण्याच्या पृष्ठभागाची इलॅस्टिसिटी कमी होते.

इलॅस्टिसिटी म्हणजे स्थितीस्थापकत्व. वायू आणि द्रवांनासुद्धा आकारमानाच्या स्थितीस्थापकत्वाचा गुणधर्म असतो. आकारमान बदलण्याला होणारा विरोध म्हणजे स्थितीस्थापकत्व. जितका विरोध जास्त, तितके स्थितीस्थापकत्व जास्त. एखाद्या पदार्थावर बाहेरून जोर लावला गेला, की त्याचा आकार बदलतो. जोर काढून घेतला की तो आकार पुन्हा मूळ पदावर येतो. पण एका विशिष्ट मर्यादपर्यंतच. जो पदार्थ चटकन मूळ आकार धारण करतो



पाण्याच्या रेणूंचं साबणाच्या रेणूंमधे झालेलं 'सॅन्डविच'.

तो जास्त स्थितीस्थापक असतो. उदा. स्टील हे रबरापेक्षा जास्त स्थितीस्थापक (इलॅस्टिक) आहे.

साबणामुळे पाण्याच्या पृष्ठभागाचा ताण जवळजवळ तिप्पटीने कमी होतो. तरीसुद्धा जो काय पृष्ठीय ताण शिल्लक राहतो त्यामुळेच फुग्यांना अस्तित्व प्राप्त होत असतं.

म्हणजे साबणामुळे पाण्याला विशेष काही शक्ती वगैरे मिळत नाही; पण पाण्याला फुगलेल्या अवस्थेत रहाण्यासाठी जे आवश्यक असतं ते स्थैर्य मिळतं.

खाली फुलासारख्या दिसणाऱ्या चित्रात साबणाच्या फुग्यातील साबण व पाणी यांचे रेणू कसे जमून रहातात ते दाखवलं आहे.

साबणाचे रेणू पाण्याच्या रेणूंकडे डोकी करून राहिलेले असतात व त्यांच्या शेषट्या, पाण्याच्या रेणूंपासून लांब राहिलेल्या असतात. या रेणूंचे आकार नेमके कसे असतात आणि त्याची कारणं काय हे आपण पुढच्या अंकात पाहू.

जॅकी लिन साबण मिश्रणामधला वाकबगार आहे. त्याचं एक गुणित आहे. त्याच्या मिश्रणात बाष्पीभवन कमी करणारं पॉलीमर आहे. फुगा फुगल्यानंतर तीन-चार सेकंदात या पॉलीमरची हवेशी क्रिया होते जेणेकरून फुग्याच्या आवरणाची शक्ती बरीच वाढते. या फुग्यांना कोरडे हात लागले तरी ते फुटत नाहीत. फुग्यांना किंचितही धक्का लागणार नाही अशी काळजी घेतल्यास हे फुगे १० दिवस राहू शकतात.



## साबणाच्या फुग्याची जाडी कितती असते?

साबणाचे नेहमीचे फुगे काही सेकंदच टिकतात. कारण साबणाच्या फुग्याच्या पृष्ठभागाची जाडी मुळातच अत्यंत कमी असते. फुग्याची जाडी कमीकमी होत जात फुगा फुटतो.

फुग्यांवर जर विविध रंग दिसत असतील तर दिसणाऱ्या रंगाच्या तरंगलांबीएवढी ही जाडी असते. आणि फुगा फुटायच्या वेळेस तर ही जाडी सगळ्याच दृश्य प्रकाशाच्या तरंगलांबीपेक्षा कमी असते. त्यावेळेस फुगा करडा, काळसर होऊन स्पष्ट दिसेनासा होतो; पण तरीही तो अस्तित्वात असतो कारण तो फुटल्यावर पाण्याचे बारीक थेंब उडलेले दिसतात, जाणवतात. म्हणजे साबणाच्या फुग्याच्या रूपाने आपण मीटरच्या दशलक्षांश जाडीचं आवरण असणारी नाजूक गोष्ट डोळ्याने पाहू शकतो आणि तिला स्पर्शू शकतो.

साबणाचे फुगे इतक्या कमी जाडीचे



असल्यामुळे फुगवल्यापासून ते काही क्षणच टिकतात.

फुगा फुगवल्यानंतर तो हवेत असताना त्याच्या आवरणातून बाष्पीभवन होऊ लागतं. त्यामुळे सुद्धा फुगा टिकण्याचा काळ कमी होतो. या फुग्यांचं वजन अत्यंत कमी असल्याने वाऱ्याच्या झुळुकीसरशी ते इकडून तिकडे जातात.

साबणाच्या फुग्यांवर सुंदर रंग दिसण्याचं कारण काय आणि ते रंग बदलत का जातात ?

हे समजण्यासाठी आपण आपल्या माहितीचं एक उदाहरण पाहू या. पावसाळ्यात बरेच वेळा ओल्या रस्त्यावर वाहनांमधून पडलेल्या ऑईलवर असेच रंगीबेरंगी पट्टे आपण पाहतो. साबणाच्या फुग्यांवर दिसणारे रंग वरील चित्रात आणि रस्त्यावरील ऑईल फिल्मचे रंग खालील चित्रात पहा. दोन्हीत दिसणाऱ्या रंगांचं कारण सारखंच असतं.



सर्वात मोठा  
साबणाचा फुगा  
फुगवणारा सॅमसॅम  
बबलमॅन



२००५ साली न्यूयॉर्क  
मधील डेव्हिड स्टेडने  
हवेवर तरंगत राहणारा  
१०५.४ चौ. फूट  
क्षेत्रफळाचा फुगा केला  
होता. त्यात ७८८  
गॅलन पाणी मावले  
असतं.

## फुग्याचे इंद्रधनुषी रंग

सूर्यप्रकाशात सर्व रंगांच्या प्रकाश लहरी असतात. आपल्या घरातल्या ट्यूबलाईट मधून मिळणारा प्रकाशही असाच असतो. अशा प्रकाशाला 'व्हाईट लाईट' म्हटलं जातं.

प्रकाशातील विविध रंगांच्या लहरी पावसाच्या थेंबामधून जाऊन आकाशात सुंदर इंद्रधनुष्याचे रूप आपल्याला



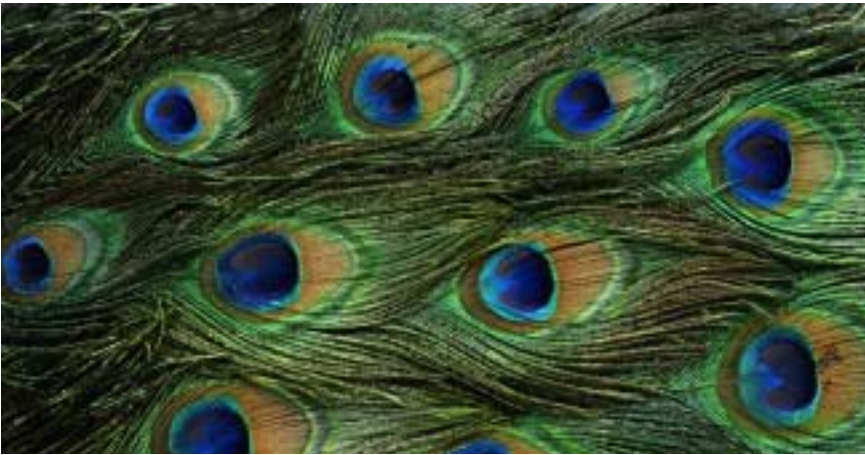
क्रिया यात फरक आहे.

इंद्रधनुष्य हे पावसाच्या थेंबामधून होणाऱ्या प्रकाशाच्या परावर्तन आणि अपवर्तन ह्या क्रियांनी दिसतात. मात्र साबणाच्या फुग्यांवरील दिसणारे रंग प्रकाशाच्या वरील दोन क्रियांबरोबर आणखी एका क्रियेची भर पडून दिसतात. त्या क्रियेला प्रकाशलहरींचं मिसळणं (इंटरफिअरन्स) असं म्हणतात.



दाखवतात. लोलकामधूनही प्रकाशाचे असे 'मिनी' इंद्रधनुष्य आपण पाहतो. मात्र इंद्रधनुष्यातील रंग दिसण्याची क्रिया आणि साबणाच्या फुग्यावर विविध रंग दिसण्याची

अशाच पद्धतीने (इंटरफिअरन्स) रंग दाखवणाऱ्या आणखी काही गोष्टी म्हणजे फुलपाखराचे पंख, मोरपिसं, सीडी आणि कॅमेराच्या भिंगावरील कोटींग ह्या होत.



## साबणाच्या फुग्यावर दिसणारे रंग कसे निर्माण होतात ?

साबणाच्या फुग्यावर रंग दिसण्याचं एक प्रमुख कारण म्हणजे साबणाच्या फुग्याचं आवरण पारदर्शक व अत्यंत कमी जाडीचं असतं. ही जाडी विविध रंगांच्या तरंगलांबीच्या आसपास असते.

आकड्यात सांगायचं झालं तर ती मीटरच्या दशलक्षांशाच्या जवळपास म्हणजे काही नॅनोमीटर एवढी असते. फुगवल्या

फुगवल्या लगेच अशी स्थिती असू शकते.

आणि जाडी ह्यापेक्षा कमी असेल तर काहीच रंग दिसत नाहीत. त्यामुळे फुगा करडा, काळपट दिसू लागतो. फुग्याची अशी अवस्था फुगा फुटायच्या आधीच्या क्षणी होते. ते कसं होतं त्याचा आपण या चित्राकडे बघत मागोवा घेऊ.

इथे एक प्रकाश लहर साबणाच्या फुग्याच्या पृष्ठभागावर तिरकी पडलेली आहे. तिचा काही भाग बाहेरील पृष्ठभागावरून

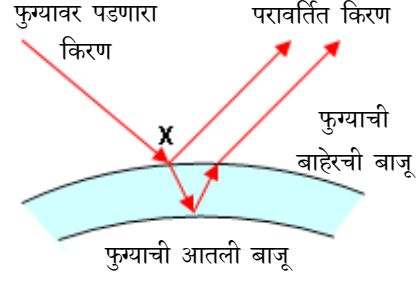
२००६ साली सॅम ह्यथ याने इंग्लंडमध्ये एक पाईपसारखा, साबणाचा फुगा तयार केला होता. त्यात ५ फूट उंचीची १९ मुलं, मुली उभ्या राहू शकल्या.



परावर्तित झाला आहे. तर काही भाग आतल्या पृष्ठभागावरून परावर्तित होऊन बाहेर पडला आहे. त्यांच्या अशा प्रवासामुळे, आत जाऊन आलेला भाग जास्त अंतर चालला आहे. हा अंतरातला फरक, मुख्यत्वे फुग्याच्या आवरणाच्या जाडीवर आणि काही प्रमाणात मूळ लहरीच्या तिरकेपणावर अवलंबून असतो.

आपल्याला जी काय रंगांची किमया फुग्यावर दिसते ती असे परावर्तित होऊन बाहेर पडलेले भाग एकत्र दिसल्यामुळे असते.

चित्रात दाखवलेले बाहेर पडणारे हे भाग मिसळताना मात्र प्रकाशातल्या विविध रंगांच्या लहरी आपला 'स्वतंत्रपणा'



दाखवतात. आणि त्यामुळेच आपल्याला वेगवेगळे रंग दृष्टीस पडू शकतात.

माणसांच्या बाबतीत जसं आपण म्हणतो की, ज्या लोकांच्या एकमेकांच्या 'वेव्हलेंथ' बरोबर जुळतात त्यांच्या मैत्रीतला आनंद खूप वाढतो, आणि ज्यांच्या त्या अजिबात जुळत नाहीत त्यांची मैत्री लुप्त होते. असंच काहीसं प्रकाशलहरी मिसळून रंग तयार होण्याच्या क्रियेत होतं असं म्हणता येईल.

उदा. आवरणाच्या अमुक एक जाडीला दृश्य प्रकाशातील एखाद्या रंगाच्या परावर्तित लहरींची चाल अगदी बरोबर जुळली (इन फेज) तर त्यांचा स्वतःचा रंग प्रकर्षानं दिसण्याइतका ठळक होतो (कन्स्ट्रक्टिव्ह इंटरफिरन्स).

मात्र त्यांची चाल पूर्णपणे वेगळी पडत असली (आऊट ऑफ फेज) तर त्या लहरींच्या रंग तिथून लुप्तच होतो (डिस्ट्रक्टिव्ह इंटरफिरन्स).

ह्याच्या अधल्यामधल्या चाली देखील मिसळतात पण त्या मिसळण्यामुळे दिसणाऱ्या रंगांची तीव्रता अतिशय कमी असते.

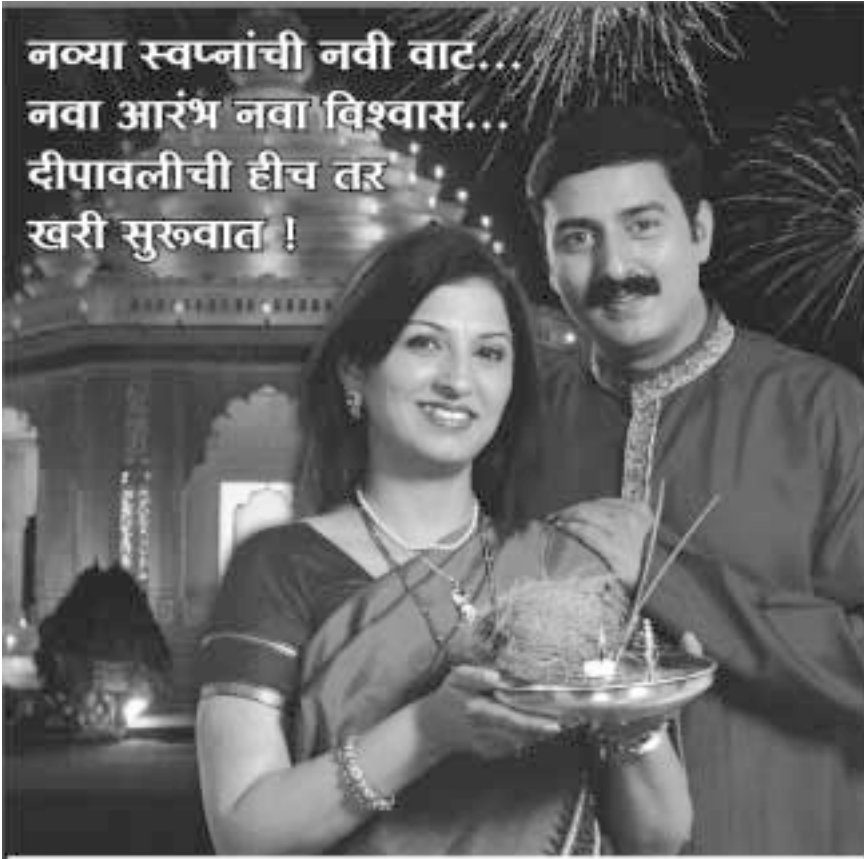


थॉमस यंग यांनी १८०२ मध्ये सर्वप्रथम रंगीत प्रकाश किरणांची तरंग लांबी मोजली. प्रत्यक्षात दोन रंगांच्या तरंग लांबीमध्ये काटेकोर विभागणी नसते. ते एकमेकात काहीसे मिसळून गेलेले असतात.	
रंग	तरंगलांबी (नॅनोमीटर)
जांभळा	३८०-४५०
पारवा	४५०-४७५
निळा	४७५-४९५
हिरवा	४९५-५७०
पिवळा	५७०-५९०
नारिंगी	५९०-६२०
तांबडा	६२०-७५०
(१nm नॅनोमीटर = १० <sup>-९</sup> मीटर)	

लेखक : श्रीमती किरण फाटक, पुणे, भौतिकशास्त्राच्या प्राध्यापक (निवृत्त). विज्ञान वाहिनीमधे कार्यकर्त्या.



नव्या स्वप्नांची नवी वाट...  
नवा आरंभ नवा विश्वास...  
दीपावलीची हीच तर  
खरी सुरुवात !



गृहकर्ज | शैक्षणिक कर्ज | वाहन कर्ज | गृहोपयोगी वस्तू खरेदी योजना | स्थावर तारण कर्ज  
जनहित ठेव | स्वधन ठेव | चिरंजीव वचत ठेव | डि-मॅट | म्युच्युअल फंड वितरण

नेट बँकिंग • एनी ग्रॅण बँकिंग • एसएमएस बँकिंग • परसनलाईज्ड चेकबुक • टेलि बँकिंग  
• म्युच्युअल फंड सुविधा • अँट पार चेक सुविधा • एटीएम सुविधा • क्रेडिटिंग सुविधा  
• लाईफ इन्शरन्स व जनरल इन्शरन्स • डिमॅट-सुविधा • पॅन कार्ड-सुविधा

आमच्या सर्व ठेवीदार, ग्राहक आणि हितचिंतक यांना

दीपावली निमित्त हार्दिक शुभेच्छा !



**जनता सहकारी बँक लि., पुणे (सेव्हायुल्ट बँक)**

मुख्य कार्यालय : १४४४, मुठवार पेठ, बोवले कालोव मार्ग, पुणे ३. फोन : २४५४३२५८, २४५४३२५९  
फॅक्स : ०२० - २४५४३२३० email : jsho@vanl.com www.janatasahakari.com

An I.S.O. २७००१ आणि I.S.O. ९००१ प्रमाणित डेटा सेंटर असलेली सहकारी बँक

आमच्या मित्रमंडळात एकजण फार चिकित्सक आहे. तो नेहमी शंका विचारतो म्हणून आम्ही त्याला शंकासुर म्हणतो.

शंकासुराने एकदा अशी शंका विचारली की जमिनीपासून आपण जसजसे उंचावर जातो, तसतसे आपले सूर्या-

पासूनचे अंतर कमी होत जाते. म्हणजेच डोंगरमाथ्यावर गेल्यास तेथील वातावरण आपल्याला जास्त उष्ण जाणवायला पाहिजे पण प्रत्यक्षात मात्र तसे का आढळत नाही?

उन्हाळा सुरू होताच काही लोक उन्हाच्या तीव्रतेचा त्रास होऊ नये म्हणून पहाडावरील विश्रांतिस्थाने गाठतात व तेथेच मुक्काम करतात. परत आल्यावर आपले अनुभव जेव्हा ते इतरांना सांगतात तेव्हा पठारी मुलुखापेक्षा पहाडावर कशी थंडी होती हे सांगायला मात्र कोणीच विसरत नाही.

थंडीचे दिवस जरा आठवा. आपण जेव्हा शेकोटी पेटवतो, तेव्हा आपल्याला उबेचा कसा अनुभव येतो? शेकोटीच्या जितके जवळ जाऊ तितकी शेकोटीची धग जास्त जाणवते. या अनुभवावरून कोणालाही असे वाटेल की समुद्रसपाटीपासून ८८४८ मीटर उंची असलेल्या गौरीशंकर शिखरावर उन्हाची तीव्रता जास्त असेल. कारण गिर्यारोहक जेव्हा गौरीशंकर शिखरावर



पोहोचलेला असतो तेव्हा तो पूर्वीपेक्षा ८८४८ मीटरने सूर्याच्या जवळ गेलेला असतो. पण घडत असते ते मात्र अगदी याऊलट ! गौरीशंकर हे शिखर बाराही महिने बर्फाच्छादित असते. इतकेच काय पण तेथील तापमानही नेहमी शून्य अंश सेंटीग्रेडपेक्षा कमी असते. अशी काय गंमत होत असावी? जरा विचार करा बरे.

या प्रश्नाचे उत्तर शोधण्यासाठी पृथ्वीवरील वातावरण गरम कसे होते हे आधी समजून घेणे आवश्यक आहे. सूर्याच्या केंद्रस्थानी होणाऱ्या अणुसम्मिलन व अणु विखंडन क्रियांमुळे उत्पन्न होणारी ऊर्जा ही संक्रमणाच्या तिन्ही प्रकारांपैकी फक्त उत्सर्जन या प्रकारेच आपल्यापर्यंत येऊ शकते. सूर्यापासून आपल्यापर्यंतच्या अंतराळाच्या भागापैकी करोडो किलोमीटरचा अंतराळाचा भाग निर्वात, माध्यमहीन आहे. त्यामुळे त्या भागात ऊर्जेचे वहन किंवा अभिसरण होऊ शकत नाही. म्हणजेच ऊर्जा आपल्यापर्यंत



येण्यासाठी फक्त उत्सर्जन हाच पर्याय शिल्लक रहातो.

सूर्याची ऊर्जा वेगवेगळ्या तरंगलांबीच्या विद्युतचुंबकीय किरणांच्या स्वरूपात पृथ्वीपर्यंत येते. आपल्या पृथ्वीवरच्या वातावरणाचे वैशिष्ट्य असे आहे की वातावरणातून हे किरण येत असताना वातावरण अजिबात गरम होत नाही. तसेच वातावरणात कोणतीही क्रिया होत नाही. हे सर्व किरण जमिनीवर पडल्यावर त्यापैकी काही प्रमाणात किरण परावर्तित होतात व वातावरणात जातात. काही किरण जमिनीच्या पृष्ठभागावर शोषले जातात व जमिनीचा पृष्ठभाग गरम होतो.

तापलेल्या जमिनीच्या पृष्ठभागावरून उष्णतेचे उत्सर्जन होते. या उत्सर्जित

किरणांमध्ये अवरक्त किरणांचे प्रमाण जास्त असते. वर्णपटलातील (स्पेक्ट्रममधील) अवरक्त किरण हे उष्णता देणारे किरण असतात. हेच अवरक्त किरण जमिनीच्या आसपास पसरतात. त्यामुळे वातावरणातील हवेचे तापमान व हळूहळू सर्व वातावरण गरम होते.

म्हणजेच सूर्याचे किरण पृथ्वीवर पडल्याने पृथ्वीवरचे वातावरण गरम होत नसते; तर सूर्यकिरणांमुळे तापलेल्या जमिनीच्या संपर्कात आल्यामुळे वातावरण तापते. नंतर उष्णता संक्रमणाचा अभिसरण हा प्रकार सुरू होतो. अभिसरणाने हवेत प्रवाह उत्पन्न होतात व त्यामुळे हळूहळू हवेचे वरचे थरही तापू लागतात. गरम हवा उंचउंच जाते. जाता जाता उष्णता गमावून थंड होते.

अशा रितीने समुद्रसपाटीपासून आपण जसजसे उंच वातावरणात जातो तसतसे तापमान दर किलोमीटरला सहा अंश सेंटीग्रेडेने कमी होत जाते. पण हा काही काटेकोर नियम नाही. नियमाला अपवाद आहेतच.

डोंगर उतारावरील सिमला, मसुरी, नैनितालच्या मानाने लेह हे पठारी प्रदेशावर असलेले पण उंचावरचे ठिकाण आहे. पठारी प्रदेश दिवसा सूर्याचे उत्सर्जित किरण शोषून घेतात, त्यामुळे दिवसा तेथील तपमान सामान्यतः जास्तच असते म्हणून उंच पहाडांवरील हिल स्टेशन्सच्या उलट लेह येथे हवेचे तापमान दिवसा पुष्कळच जास्त असते परंतु रात्री ते तापमान पुन्हा उतरते.



जूनमध्ये दिल्ली उष्ण तर सिमला थंड. सिमेंट काँक्रीटचे रस्ते असलेल्या दिल्ली शहरामध्ये, किंवा वाळवंटी प्रदेशात (राजस्थानमध्ये) असलेल्या जैसलमेर शहरामध्ये जून महिन्यात तापमान ४५ अंश सेंटिग्रेड पर्यंत जाते. त्यावेळी सिमला शहराचे तापमान मात्र ३० अंश सेंटिग्रेड पेक्षाही कमी का असते?

सपाट मुलुखात वसलेल्या दिल्ली शहरात चहुबाजूंनी इमारतीच इमारती दिसतात. तर जैसलमेरमध्ये दूरवर पसरलेले वाळवंट दिसते. दिल्ली व जैसलमेर या दोन्ही शहरामधील जमीन उन्हाणे तापून तेथील हवा गरम होण्याची जास्त शक्यता आहे. जमीन, रस्ते, इमारती, नद्या, नाले वगैरे सूर्याचे किरण शोषतात व तापतात. त्यामुळे आसपासच्या परिसरातील हवेचे तापमान वाढते. एखादा मुलुख जर वैराण (वृक्षविरहित) असेल तर तेथे सूर्याचे किरण दिवसाच्या अधिक काळपर्यंत पडतात. साहजिकच तो भूभाग जास्त तापतो. तेथील तापमान जास्त असते.

सिमला शहराची तर वेगळीच गोष्ट आहे. दिल्ली शहर सपाट प्रदेशावर वसलेले आहे तर सिमला शहर डोंगराळ भागात वसलेले आहे. डोंगराळ भागाचे वैशिष्ट्य असे आहे की खूप उतार असल्याने सपाट जमीन थोडी असते. डोंगराच्या जास्त उंचीवर सपाट जमिनीचे

प्रमाण कमी होत जाते. म्हणून दिल्ली शहरात जिकडे तिकडे दिसणाऱ्या इमारतींसारख्या सिमला शहरात इमारती नाहीत. पहाडावर जमीन, एकतर कमी असते व दुसरे म्हणजे तेथे सूर्य अगदी डोक्यावर आला तरी तिथल्या जमिनीवर त्याचे किरण तिरपेच पडतात, त्यामुळे जमीन जास्त गरम होऊ शकत नाही. आपणास हे माहीतच आहे की डिसेंबर महिन्यात सूर्याचे किरण तिरपे पडत असल्यामुळे पृथ्वीवर भर दुपारीसुद्धा उन्हाची तीव्रता तितकी जाणवत नाही. या उलट जून महिन्यातील सरळ पडणाऱ्या किरणांची तीव्रता सहन होत नाही.

वर सांगितल्याप्रमाणे जमिनीलगतची हवा आधी गरम होते. गरम हवा हलकी असल्यामुळे जमिनीपासून वरवर जाते. पण जाताना ती थंड होत जाते. तोपर्यंत जमीन तापायला लागते. त्यामुळे उंचावरील हवेचे तापमान त्यामानाने थंड असते व जमिनीलगतच्या हवेचे तापमान जास्त असते. हा प्रकार सपाट प्रदेशांच्या बाबतीत जास्त करून आढळतो. गणिती हिशोबाने विचार केला तर पहाड हा समुद्रसपाटीवर जमिनीच्या तुलनेत सूर्यापासून काही मीटरने किंवा काही किलोमीटरनेसुद्धा जवळ असतो. परंतु वातावरण तापविणारे हवेचे थर तर जमिनीला लागून असतात. ते पहाडापासून खूप दूर असतात.



हिंदी संदर्भ अंक ४१ मधून साभार.

लेखक : सवालीराम

अनुवाद - गो.ल. लोंढे, निवृत्त प्राचार्य



**NEW WAY**  
TYPESETTERS & PROCESSORS

Designing & CTP

D-102, Sunita Apts., 1417/18, Kasba Peth, Pune - 411 011.

☎ : 24574307 / 24572977 / 24572988

Branch Office : Block No. 1/A, Vinay Apt., S. No. 1/2/4, Erandwane,  
Off Karve Road, Pune - 411 004. ☎ : 25444224

# शाश्वत विकासाची बेटे

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागच्या लेखात आपण पाहिले की औद्योगिक क्रांतीने समाजात बदल घडून यायला सुरुवात झाली त्याच सुमाराला पर्यावरणाशी सुसंगत जीवनशैलीचा विचारही मांडला जात होता, आणि शूमाखर यांच्या स्मॉल इज ब्युटिफूल या पुस्तकाद्वारे या विचाराला एक सैद्धांतिक बैठकही मिळाली.

१९६० आणि ७०च्या दशकांत समविचारी लोकांनी एकत्र वस्ती करून एखाद्या विस्तारित कुटुंबाप्रमाणे राहण्याचा एक प्रवाह पाश्चात्य देशांत सुरू झालेला होता, १९८०च्या दशकात याच प्रवाहातून इकोव्हिलेज ही संकल्पना पुढे आली.

इकोव्हिलेज म्हणजे निसर्गावर कमीत कमी आघात करत एकत्र समाजजीवन जगणाऱ्यांची वसाहत. या वसाहतीत पर्यावरणपूरक रचना, नैसर्गिक शेती, घरांच्या बांधकामात शक्यतो नैसर्गिक पदार्थांचा वापर, नूतनक्षम ऊर्जास्रोतांचा वापर, इ. गोष्टींचा अंगिकार केलेला

असतो. या बरोबरच परस्परांशी सहकार्याचे आणि सौहार्दाचे नाते ठेवणारी सामाजिक व्यवस्था हेही इको व्हिलेजचे महत्त्वाचे वैशिष्ट्य आहे. या वसाहती ग्रामीण तसेच शहरी भागातही आहेत. आधुनिक काळात शहरीकरण अपरिहार्य आहे, किंवा औद्योगिक सोयी सुविधांशिवाय समाधानी आणि परिपूर्ण आयुष्य जगता येणार नाही, अशा विचारांना सडेतोड उत्तर या वसाहतींद्वारे मिळते.

इकोव्हिलेजमध्ये राहणारे लोक परस्परांवर अवलंबून असतात, आणि त्यांना याची जाणीवही असते. वसाहतीतील लोकांची संख्या कमी असल्यामुळे कोणालाही दुर्लक्षित वाटत नाही. प्रत्येकाचा आवाज



एकला जातो, प्रत्येकाची प्रत्येक कृती पाहिली जाते. प्रत्येकाला त्याच्या कुवतीप्रमाणे व क्षमतांप्रमाणे काम मिळेल, आणि पोटापाण्याची सोय करता येईल, याची काळजी घेतली जाते. वसाहतीतील सर्व निर्णय पारदर्शकतेने व सामूहिक पद्धतीने घेतले जातात. इकोव्हिलेजमधल्या समाजाचे महत्त्वाचे वैशिष्ट्य म्हणजे सर्वांना एकाच मुशीत बसवण्याचा प्रयत्न केला जात नाही, तर एकमेकांच्या वेगळेपणाचा आदर केला जातो. आपापल्या संस्कृतीचा मुक्त आविष्कार करण्याची प्रत्येकाला मुभा असते. या वसाहतींमध्ये सतत नवनवीन गोष्टी शिकण्यासाठी प्रोत्साहन दिले जाते, तसेच आरोग्यपूर्ण जीवन जगण्यावर भर असतो. इकोव्हिलेजमधील आर्थिक व्यवहार हे शक्यतो आपल्या वसाहतीतच ठेवण्याचा प्रयत्न असतो. वसाहतीमधूनच आपल्या गरजेच्या सर्व सोयीसुविधा उपलब्ध झाल्या तर अर्थातच वसाहतीतला पैसा बाहेर जाण्याचे कारण उरत नाही.

जगभरात फारसा गाजावाजा न करता विकासाचा राजमार्ग न पटलेले समविचारी लोक एकत्र येऊन इकोव्हिलेज तयार करत आले आहेत. अगदी ज्या अमेरिकेला आपण सर्वाधिक प्रदूषण करणारे म्हणून ओळखतो, त्या अमेरिकेतही शेकडो लोक इकोव्हिलेज तयार करून अतिशय पर्यावरणपूरक आणि समृद्ध जीवन जगत आहेत. ग्लोबल इकोव्हिलेज नेटवर्क ही अशा वसाहतींची

जागतिक संघटना आहे. एकमेकांशी विचारांची व अनुभवाची देवाणघेवाण करून, एकमेकांचे यशस्वी प्रयोग समजावून, शिकून घेऊन, आपापल्या वसाहतीत सतत सुधारणा करत राहणे, अशा वेगवेगळ्या उद्देशांनी ही संघटना काम करते. मुळात जगभरात विखुरलेल्या आणि उपभोगवादी संस्कृतीचे आघात सतत सहन करणाऱ्या मूठभर शहाण्यासुरत्या लोकांना, आपण एकटे नाही, हा दिलासाही प्रेरणादायक ठरतो आहे.

भारतातही याच धर्तीवरचे काही प्रयोग झाले आहेत. यापैकी जागतिक पातळीवर प्रसिद्धी मिळवलेला प्रयोग म्हणजे दक्षिण भारतातील अरोविल. अरोविलची मुख्य प्रेरणा जरी धार्मिक असली, तरी हा एक इकोव्हिलेजचा प्रयोगही आहे.

### इकोव्हिलेज महाराष्ट्रातील

आपल्याकडे ग्रामीण भागात अजूनही एकमेकांशी बांधिलकी, गावातील किंवा समाजातील ज्येष्ठ मंडळींनी महत्त्वाचे निर्णय घेणे, किंवा तंट्यांमध्ये न्यायनिवाडा करणे, यासारख्या प्रथा आहेत. त्यातील सामाजिक आणि जातीय तिढ्याचा भाग वगळता आला, आणि आपल्या परिसरातील साधनसंपत्तीचा योग्य आदर राखता आला, तर काय कायापालट होऊ शकतो, हे राळेगण सिद्धि किंवा हिवरे बाजार यासारख्या प्रयोगांमधून दिसून आले आहे.

हिवरे बाजार हे अहमदनगर जिल्ह्यातील एक गाव. जिल्ह्यातील इतर

गावांप्रमाणेच दुष्काळग्रस्त आणि मरगळलेल्या अशा या गावाचा १९८९ नंतर तरुणांच्या एका गटाने कायापालट केला आहे. या गटाचे नेतेपद होते, गावातील पोपटराव पवार या सुशिक्षित व सुजाण तरुणाकडे. आपल्या समविचारी मित्रांच्या आग्रहावरून १९८९ साली



हिवरेनगरची ग्रामसभा

पोपटरावांनी सरपंचपदाची निवडणूक लढवली आणि ते निवडून आले. सुखातीचा काळ हा बराचसा लोकप्रबोधनाचा होता. गावातील दारूची दुकाने बंद करून, आपल्या निराशा नशेत बुडवणाऱ्या लोकांना नशेच्या आणि निराशेच्या गर्तेतून बाहेर काढण्यापासून हा प्रयोग सुरू झाला. आपल्या गावातल्या शाळेत जिल्हा परिषदेने चांगले शिक्षक पाठवावेत, शिक्षा म्हणून शिक्षकांच्या बदल्या करू नयेत, या आगळ्या मागणीसाठी मग गावकऱ्यांनी आंदोलन केले, आणि त्यात यशही मिळवले.

दुष्काळग्रस्त भागासाठी उपलब्ध पाण्याचे सुयोग्य व्यवस्थापन हे अत्यंत आवश्यक आहे. गावातील सामाजिक जीवनात चैतन्य येऊ लागल्यावर, पाणी व्यवस्थापनाचा कार्यक्रम हाती घेतला गेला. त्यासाठी गावातील पाझर तलाव दुरुस्त करणे, पाणलोट क्षेत्र विकासाची कामे करणे यावर भर देण्यात आला. यासाठी जो काही

शासकीय निधी उपलब्ध होता त्याचा पुरेपूर वापर केला गेलाच; शिवाय गावकऱ्यांच्या सामूहिक सहभागातूनही कामे केली गेली. गावाजवळ ७० हेक्टर जागेवर वनविभागाच्या सहकार्याने सामाजिक वनीकरणाचाही यशस्वी प्रयोग राबवला गेला. शासकीय कामात लोकांचा विचार घेतला गेला, सहभाग घेतला गेला, तर ते काम टिकवण्याची जबाबदारी लोक आपणून स्वीकारतात. एरवी गावाजवळ लाखो रुपये खर्च करून वनीकरण केले, तर ते वन टिकवण्यासाठी, तिथे गुरे चरू नयेत, अनिर्बंध लाकूडतोड होऊ नये, यासाठी वन विभागाला पहारेकरी ठेवावे लागतात; पण हिवरे बाजारच्या सामाजिक वनीकरण प्रकल्पाची लोक स्वतःच निगा राखत आहेत, वनविभागाला त्याकडे अजिबात लक्ष द्यावे लागत नाही. पाण्याचे व्यवस्थापन व स्थानिक नैसर्गिक परिसंस्थेचे पुनरुज्जीवन यामुळे दुष्काळग्रस्त जिल्ह्यातील हे गाव

आता पावसाच्या लहरीवर अवलंबून नाही. एरवी वर्षातून जिथे जेमतेम एक पीक कसेबसे निघत होते, तेथे आता शेतकरी वर्षाला चार चार पिकेसुद्धा घेऊ लागले आहेत. सामूहिक शेतीचाही प्रयोग गावात यशस्वीपणे केला जातो. यात तीन-चार शेतकरी कुटुंबे एकत्र येऊन एकमेकांच्या जमिनीवर काम करतात व सर्वांचे उत्पन्न वाटून घेतात. यात मालक आणि मजूर असे नाते निर्माण न होता, भागीदारीच्या नात्यातून ही शेती केली जाते. दुधाचा व्यवसायही गावात आता चांगला बहरला आहे. १९९५ साली गावात २५० लीटर दुधाचे उत्पादन होत असे, आता ते दसपटीपेक्षाही जास्त वाढले आहे.

शेती सुधारल्यामुळे एकंदरच गावात आर्थिक सुबत्ता आली. या आर्थिक सुबत्तेमुळे लोकांच्या जीवनशैलीतही सुधारणा झाली. आता हिवरे बाजारात एकच कच्चे घर आहे - इतिहासाची आठवण म्हणून हे घर मुद्दाम ठेवण्यात आले आहे. सर्व कुटुंबे आता पक्क्या घरांत रहातात, आणि प्रत्येक घरात संडास आहे. गावातील सांडपाण्याची गटारेही पूर्णतः बंदिस्त आहेत. गुरांचे शेण व घरातील सांडपाणी यांवर बायोगॅस निर्मिती केली जाते.

या सुबत्तेमुळे गाव सोडून शहराकडे रोजीरोटीच्या शोधात जायची गरज राहिली नाही. पूर्वी गावाबाहेर गेलेली कुटुंबेही आता गावात परत आली आहेत.

ग्रामीण भागात आर्थिक सुबत्ता ही गोष्ट

महाराष्ट्रात तरी नाविन्यपूर्ण म्हणता येणार नाही. नगदी पिके, सहकाराचे राजकारण, जमिनीचे तुकडे तुकडे विकणे, इ. अनेक प्रकारे ग्रामीण भागातही मोठ्या प्रमाणावर पैसा येतो आहे; पण सामाजिक जीवन मात्र दिवसेंदिवस अधिकाधिक दरिद्री होत चालले आहे. व्यसनाधीनता वाढली आहे. सामाजिक टेढ निर्माण करणारे राजकारण केले जात आहे. शासकीय योजनांमध्ये भ्रष्टाचार बोकाळला आहे. एकीकडे एकाच गावात गळ्यात सोन्याच्या साखळ्या घालून महागड्या जीपगाड्या उडवत फिरणारे गुंड, आणि दुसरीकडे रोजच्या भाकरीची व्यवस्था कोठून करायची याच्या विवंचनेत असलेली पडक्या घरात राहणारी भूमिहीन मजूर स्त्री अशी चित्रे पहायला मिळतात.

पण हिवरे बाजाराची आर्थिक समृद्धी समानतापूर्ण आहे. गावात आता कोणीही दारिद्र्यरेषेखालील जीवन जगत नाही. गावाच्या संदर्भातील निर्णय हे सर्व गावकऱ्यांच्या ग्रामसभेच्या माध्यमातून घेतले जातात आणि निवडून आलेले ग्रामपंचायत प्रतिनिधी हे गावकऱ्यांच्या निर्णयांच्या अंमलबजावणीचे काम करतात.

सुबत्तेबरोबरच गावात सामाजिक बांधिलकीची भावनाही रुजते, वाढते आहे, ही अतिशय महत्त्वाची गोष्ट आहे. म्हणूनच गावातील लोकांनी लोकवर्गणीतून लातूरच्या भूकंपग्रस्तांसाठी मदत पाठवली. एका गणेशोत्सवात खर्च कमी करून निधी एकत्र

केला, आणि शेजारच्या गावातील कारगील युद्धातील शहिदाच्या पत्नीला देऊ केला.

हिवरे बाजारसारखीच इतरही काही उदाहरणे आहेत. श्रीपाद दाभोळकरांचा प्रयोगपरिवार किंवा अरुण देशपांडे यांचे

प्रयोगही आहेत. आपल्या आजुबाजूच्या नैसर्गिक परिसंस्थेला धक्का न पोहोचवता तिचा अधिकाधिक कार्यक्षमतेने वापर केला, तर समृद्ध जीवन जगता येऊ शकते, असेही सर्व उदाहरणे दाखवून देतात.

या प्रयोगांवर वेळोवेळी प्रसार-माध्यमांतून प्रकाशझोत टाकला जातो. हजारो लोक हे प्रयोग पहायलाही जातात; पण असे असूनही या प्रयोगांची पुनरावृत्ती होत नाही. ही प्रकाशाची बेटे केवळ बेटेच रहात आहेत. पाश्चात्य देशात ज्याप्रमाणे शहरी समाजातील सुशिक्षित लोकही जाणीवपूर्वक पर्यावरणपूरक व लोकशाही मूल्यांवर आधारित अशा वसाहती बनवताना दिसतात, तसे चित्र तर आपल्याकडे अजिबातच दिसत नाही. एकीकडे अमेरिकेत स्थानिक परिसंस्थेला धक्का न लावता शहरी सोयीसुविधा जाणीवपूर्वक बाजूला सारून



गावाने दुरुस्त केलेला पाझर तलाव

साध्या जीवनशैलीचा अंगिकार करत इकोव्हिलेजेस उभी रहात आहेत. दुसरीकडे भारतात चांगल्या शेतजमिनींना बिगरशेती जमिनीचे लेबल लावून तिथे टाऊनशिपच्या नावाखाली ओसाडवाड्या वसवल्या जात आहेत. आपण धरलेली ही तथाकथित विकासाची वाट आपल्याला नेमकं कुठे घेऊन चालली आहे, याबाबत आपणच डोळसपणे आत्मपरीक्षण करायला हवे आहे.

लोकांनी एकत्र येऊन स्वयंप्रेरणेने काही प्रयोग करणे वेगळे, आणि शासकीय पातळीवर शाश्वत विकासाची वाट एक धोरण म्हणून स्वीकारले जाणे वेगळे. संयुक्त राष्ट्रसंघाच्या माध्यमातून जागतिक पातळीवर विकासाचे प्रारूप बदलण्यासाठी काही थोडेफार प्रयत्न झाले आहेत, चालू आहेत. यापुढील लेखात आपण याकडे दृष्टिक्षेप टाकू या..



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, संचालक, समुचित एन्हायरोटेक प्रायव्हेट लि.

E-mail : priyadarshini.karve@gmail.com

## अॅप्रोप्रिएट रुरल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूट (आरती)

जागतिक किर्तीचे 'अॅशडेन पारितोषिक' विजेत्या अॅप्रोप्रिएट रुरल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूट (आरती) या स्वयंसेवी संस्थेमार्फत वेगवेगळ्या तंत्रांवर आधारित व्यवसायाभिमुख प्रशिक्षण व स्वयंरोजगाराची सुवर्णसंधी. आरती संस्थेच्या ग्रामीण उद्योजकता विकास केंद्रात एक ते दहा दिवस कालावधीचे पुढील तंत्रांचे सशुल्क प्रशिक्षण देण्यात येणार आहे.

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| ☞ सुधारित चूल निर्मिती    | ☞ कांडी कोळसा व सराई कुकर प्रणाली        |
| ☞ गांडूळखत निर्मिती       | ☞ शाश्वत गादीवाफा तंत्र                  |
| ☞ आरती बायोगॅस संयंत्र    | ☞ आधुनिक रोपवाटिका तंत्र                 |
| ☞ हंगामी पिकाची रोपवाटिका | ☞ बांबू प्रक्रिया व बांबूच्या बाह्य रचना |
| ☞ सौर वाळवण यंत्र         | ☞ बांबूची स्वस्त पाण्याची टाकी           |
| ☞ स्वस्त हरितगृह          | ☞ उद्योजकता विकास                        |

वरील तंत्रांच्या प्रशिक्षणासाठी इच्छुक महिला व पुरुष तसेच बचतगट, स्वयंसेवी संस्था, उद्योजक कारागिर, बेरोजगार आणि व्यवसाय करू इच्छिणाऱ्या व्यक्तींनी स्वतःचा नाव, पत्ता, फोन, ई-मेल, शिक्षण, वय व इतर आवश्यक तपशिलासह खालील ठिकाणी अर्ज करावा.

बारामती रोड, गणेश नगर जवळ, फलटण ता.  
फलटण, जि. सातारा - ४१५ ५२३  
फो. नं. ०२१६६-२४९८७४, २००२४६  
रिक्वेस्ट फॅक्स नं. ०२१६६-२२२१९४  
ई-मेल : [arti\\_phaltan@rediffmail.com](mailto:arti_phaltan@rediffmail.com)

स.नं. १३, २रा मजला, मानिनि अपार्टमेंट,  
धायरीगाव, पुणे ४११ ०४१  
फो. नं. ०२०-२४३९०३४८, २४३९२२८४  
फॅक्स नं. ०२०-२४३९०३४८  
ई-मेल : [arti\\_pune@vsnl.net](mailto:arti_pune@vsnl.net)

वेब साईट : [www.arti-india.org](http://www.arti-india.org)

## हिंदी संदर्भ

'एकलव्य' ही मध्यप्रदेशातील शालेय शिक्षणामध्ये सुधारणा घडवून आणण्यासाठी सतत कार्यरत असणारी संस्था आहे. त्यांच्यातर्फे चालविले जाणारे 'शैक्षणिक संदर्भ' हे एक शैक्षणिक विज्ञान आशयाचं हिंदी 'द्वैमासिक' आहे. प्रत्येक अंकामध्ये विविध विषयांवरील मनोरंजक लेख वाचायला मिळतात. हिंदी भाषिक मित्रांसाठी अनमोल असं ज्ञान साधन!

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी  
रुपये १५०/- आहे.

पत्ता : एकलव्य, ई-१०, बीडीए कॉलनी,  
शंकर नगर, शिवाजी नगर,  
भोपाळ ४६२०१६ (म.प्र.)





# वाघुळ प्रेम

## डोनाचं आणि घायपातीचं

लेखक : प्रज्ञा पिसोळकर

### धाडसी पाठलाग

अॅरिझोनातलं ते वाळवंट दिवसा अगदी सुस्त असतं. कमालीच्या उष्णतेमुळे तिथली जीवसृष्टी सुन्न असते. उन्हापासून स्वसंरक्षण करण्यासाठी चकक दडून बसते. उन्हां कलंडताच मात्र त्या वाळवंटाला जाग येऊ लागते. साप, विंचू, सरडे, वाघळं आणि इतर अनेक भुकेजले जीव 'भक्ष्य' शोधण्याच्या मोहिमेवर बाहेर पडतात. त्या दिवशी त्यांच्या बरोबरीने एक स्त्री सुद्धा बाहेर पडली.

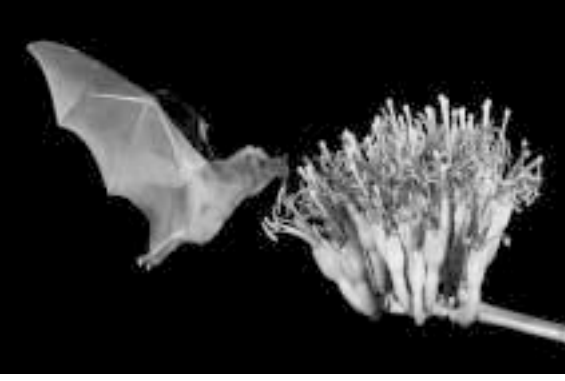
नुकतीच तिने एक मोहीम फत्ते केली होती. त्यासाठी तिनं दिवसा वाळवंटातील डोंगरांमध्ये वणवण केली होती. त्यांच्यातील कडेकपारी, गुहा तिने पालथ्या घातल्या होत्या. अपेक्षेप्रमाणे तिला एका गुहेत वाघळांची भली मोठी वसाहत सापडली होती. वसाहतीमधील बरीच वाघळं तिने

पकडली. त्यांच्या पाठीवर वजनाने अतिशय हलक्या अशा नळ्या बसविल्या. त्या नळ्यांमध्ये काही रसायनांचं मिश्रण भरलं. वाघळं उडताना होणाऱ्या हालचालींमुळे ते रसायन प्रस्फुरण पावेल अशी योजना होती. प्रस्फुरणामुळे (Radio tagging) एक प्रकारचा प्रकाश निर्माण होतो.

एवढा खटाटोप करण्याचं फळ तिला मिळालं. वाळवंटातल्या त्या रात्री वाघळं अन्न शोधायला बाहेर पडली. प्रस्फुरणामुळे ती उडणारी वाघळं चमकू लागली. अन्यथा त्या काळोखात डोळ्यांत बोट घातलं तरी दिसणं अशक्य होतं. ती स्त्री त्या वाघळांचा पाठलाग करू लागली. वाटेतील साप, विंचू, इतर श्वापदं, काटेरी वनस्पती यांची पर्वा न करता हे वेडं धाडस तिनं केलं होतं.

### बिनधास्त स्त्री

कोण होती ती धाडसी स्त्री? वाघळांचा पाठलाग करून तिला काय मिळणार होतं? ती होती डोना हॉवेल. सदर्न मेथाॅडिस्ट



आव्हानात्मकच म्हणावं लागेल. एक तर हे उडणारे सस्तन प्राणी निशाचर असतात. अंधारात उडणाऱ्या वाघळांचा पाठलाग करणं, त्यांच्या खाण्यापिण्याच्या सवयींचा, जीवनशैलीचा अभ्यास करणं कठीण असतं. दिवसा

विद्यापीठ, डलास, टेक्सास येथे ती प्राणीशास्त्रज्ञ होती. त्या भीषण अंधाऱ्या वाळवंटात ती मकरंदभक्षी वाघळं व वाळवंटातील घायपात जातीच्या वनस्पती यावर संशोधन करत होती.

डोना तिच्या १८व्या वर्षी प्रेमात पडली ती 'वाघुळ' या सस्तन प्राण्याच्याच. महाविद्यालयापासून तिचे सर्व प्रकल्प वाघुळकेंद्री बनले.

डोना धाडसी होतीच. रिव्हर राफ्टिंग सारख्या जोखमीच्या खेळात तिनं प्रावीण्य मिळविलं होतं. फुरसतीच्या वेळी ती राफ्टिंग गार्ड म्हणूनही काम करत असे. ती उत्साही, चपळ आणि दक्ष होती. स्कॉटिश डान्सच्या छंदानं तिला फिट ठेवलं होतं.

### आव्हानात्मक संशोधन

वाघळांमध्ये विविधता अफाट. काही वाघळं कीटकभक्षी तर काही फळं खाणारी, काही मधावर जगणारी तर काही चक्र मासेमारी करणारी.

वाघळांवर संशोधन करण्याचं काम

वाघळं अत्यंत अडचणीच्या जागी राहतात. कुठल्या तरी वृक्षाच्या शेंड्यावर लटकत असतात. शिवाय डोंगरातील गुहा कडेकपारी किंवा खोदकाम करून सोडून दिलेल्या खाणींमधील बोगदे ही त्यांची वसतिस्थानं. आपल्याकडेही दुर्गम ठिकाणच्या लेण्यांमध्ये वाघळं हमखास दिसतात.

### वाघळांवर कुऱ्हाड

सामान्य माणसांच्या दृष्टीने वाघुळ हा तिरस्करणीय प्राणी आहे. कारण त्यांचे ते दिवाभीताप्रमाणे राहणं, रात्रीचा संचार, गुहांमध्ये दाटलेला त्यांच्या विष्ठेचा उग्र वास आणि प्रसंगी फळांची ते करत असलेले नासधूस. पाश्चात्य देशात 'ड्रॅक्युला', 'व्हॅपायर बॅट' यांच्या दंतकथांमुळे सगळीच वाघळं रक्तशोषक असतात असा पसरलेला भीतीयुक्त गैरसमज. त्यामुळे जगभरातील वाघळांची संख्या झपाट्याने रोडावत आहे. वाघळांवर प्रेम करणारी डोनासारखी व्यक्ती विरळीच.

झपाट्याने वाढणारी माणसांची वस्ती

वाघळांना घातक ठरत आहे. वाघळांची निवासस्थानं असलेल्या उंच वृक्षांची बेसुमार तोड होत आहे किंवा वाघळांसाठी निरुपयोगी असलेल्या अपारंपरिक वृक्षांची लागवड होत आहे. डोंगरातील गुहा, कडेकपारी यांमध्येही घुसून माणूस लुडबूड करू लागलाय. दुसरी गोष्ट म्हणजे रात्रीच्या वेळी शहरांमध्ये प्रचंड प्रमाणावर प्रकाश प्रदूषण होत आहे. ते वाघळांना झेपत नाही.

२५ वर्षांपूर्वी दक्षिण अमेरिकेतील मधुभक्षी वाघळांची संख्या काही लाख असे. ती आता काही हजारांवर आली आहे, असं डोनाचं निरीक्षण आहे.

### डोनाचं उल्लेखनीय संशोधन

डोनाच्या अवाढव्य कामाचा आढावा या छोट्या लेखात घेणं अशक्य आहे; पण तिचं 'घायपात वनस्पतीची फुलं व मकरंदभक्षी वाघळं' यावरचं संशोधन आपण जाणून घेऊ. कारण निसर्गाची कमाल आपल्याला तिथे दिसते. वाघळं व घायपातीची फुलं एकमेकांना धार्जिणी असतात. त्यांच्यात परस्परपूरक उत्क्रांती झालेली दिसते. फार गमतीजमती आढळतात या बाबतीत. या वनस्पतींना 'किरोटेदो फायलस प्लॅटस' (वाघुळ प्रेमी वनस्पती) म्हणतात. या वनस्पती व वाघळं जगण्यासाठी परस्परांवर अवलंबून असतात.



त्या दोघांमध्येही परस्परांना उपयुक्त असे शारीरिक बदल होतात. यालाच 'bat-flower co evolution' म्हणतात. घायपात (Agave) व बाल्सा वृक्ष आणि मकरंदभक्षी वाघुळं यांच्यातील सहकारी नातेसंबंधांचा (Symbiotic relationship) महत्त्वाचा शोध डोनाने लावला. त्या संशोधनासाठी तिने स्थानिक रेड इंडियन्स व रांचर्सची मदत घेतली. सुमारे पाव शतक ती या सहजीवनाचा अभ्यास करत होती.

### राक्षसी घायपात

अॅरिझोनाच्या वाळवंटात घायपात ही मरुवनस्पती (xerophyte) मुबलक आढळते. तिला वर्षातून एकदाच फुलं येतात. तिच्या काटेरी जाड पानांमधून सुमारे २१ फूट उंचीचा पुष्पस्तंभ येतो. या

दांड्याच्या दोन्ही बाजूंना पायऱ्यांप्रमाणे २० ते ३० पुष्पगुच्छ येतात. पुष्पगुच्छ चांगले रुंद व भक्कम असतात. मधावर ताव मारणाऱ्या वाघळांचं वजन ते लीलया पेलतात. डोना त्या पुष्पगुच्छांना

(panicles) 'वाघळांची धावपट्टी'च म्हणते. कारण उडणारी वाघळं त्यावर उतरतात आणि पुष्पगुच्छातील फुलांमधला मध खातात.

डोनाला आढळलं की वाघुळप्रेमी वनस्पतींना वाघळांसारखाच वास येतो.

वनस्पती व वाघळं दोघंही ब्युटिरिक आम्ल निर्माण करतात. वाघळांना त्या वासाने घायपाताच्या वनस्पतींची ओळख पटते.

घायपाताची फुलं भरपूर मध व परागकण तयार करतात. मध हा पूर्वरात्री स्रवतो. त्यावेळी वाघळं बहुसंख्येने अन्नाच्या शोधार्थ बाहेर पडतात. फुलांचा रंग फिक्कट असतो; जेणेकरून अंधारातही तो दिसू शकेल आणि मध फुलांच्या कुपीत खोलवर असतो.

### चिमुकली वाघळं

घायपातीवर प्रामुख्याने *choeronycteris mexicana* या जातीची वाघळं येतात. घायपातीची विशिष्ट वासाची व फिक्कट रंगाची उंच दांड्यावरची फुलं त्यांना रात्री जेवायला यायचं आमंत्रणच देत असतात.

मकरंदभक्षी वाघळांची लांबी सुमारे ७ सेंमी असते आणि त्यांच्या जिभेची लांबी मध शोषताना असते ५ सेंमी. ती जीभ मधुकुपीच्या तळापर्यंत आरामात पोहचते. शरीराच्या ७०% असलेली जीभ वाघळं

ठेवतात तरी कुठे? वापरतात तरी कशी? याचं गौडबंगाल डोनानेच उलगडलं.

तिला आढळलं की जीभ वाघळांच्या ब्रेस्टबोनला (स्टर्नम) चिकटलेली असते. तोंडात ती आक्रसलेल्या स्वरूपात असते. भोजनाच्या वेळी जिभेत रक्त भरले जाते. ती उत्थापित व लांब होते, फुगीर होते आणि फुलाच्या तळाशी असलेला मध गट्टम करते. पोट भरल्यानंतर जिभेतलं रक्त मध पचवायला पचनसंस्थेकडे खेचलं जातं. जीभ आक्रसते व तोंडात जाऊन बसते

फुलांच्या विशिष्ट ठेवणीमुळे वाळवंटातील इतर प्राण्यांना घायपातीच्या फुलांमधील मध खाता येत नाही. मकरंदभक्षी वाघळांना अनुकूल असे बदल घायपात स्वतःमध्ये करून घेते. वाघळंही या प्रेमाची परतफेड करतात. घायपातीच्या फुलांमधील परागवहन व परागीभवनाचं काम वाघळांमार्फत होते. वाघळं स्थलांतर करतात तेव्हा हे परागकण ते दूरवर वाहून नेतात.

डोनानं हेसुद्धा शोधून काढलं की मकरंदभक्षी वाघळांचं ऊर्जा अंदाजपत्रक दुष्काळी असतं. सजीवांना त्यांच्या श्रमगुंतवणुकीतून किती फायदा मिळाला याचा अभ्यास सजीवांच्या अर्थशास्त्रात करतात. हा अभ्यास करणारी डोना ही



आद्य शास्त्रज्ञ. अन्नावाटे एखादा सजीव किती ऊर्जा मिळवितो, ती ऊर्जा मिळविण्यासाठी तो किती ऊर्जा खर्च करतो याचा तिनं बारकाईने अभ्यास केला. तिला आढळलं की मकरंदभक्षी वाघळं कमीत कमी ऊर्जा खर्च करून जास्तीत जास्त अन्न मिळवितात.



### प्रेमातला खलनायक

घायपात वनस्पती व मकरंदभक्षी वाघळं यांच्या सहकार्यपूर्ण व प्रेमपूर्ण सहजीवनात बिब्बा घालायचं काम मानव करत आहे.

मेक्सिकोत 'टकिला' (Tequila) नावाचे मद्य घायपातीपासून बनवितात. मद्यनिर्मितीसाठी माणूस घायपातीची बेसुमार तोड करत आहे. त्यामुळे वर्षातून एकदाच फुलणाऱ्या या वनस्पतीचं अस्तित्व धोक्यात आलं आहे. इतकंच नव्हे तर अन्नासाठी सर्वस्वी घायपातीवर अवलंबून असलेल्या मकरंदभक्षी वाघळांचं आयुष्यही टांगणीला लागलंय. म्हणूनच २५ वर्षांपूर्वी लाखांत दिसणारी ही वाघळं आता फक्त हजारांत आढळतात. या प्रेमाचा दुःखांत न होऊ देणं मानवाच्याच हातात आहे. त्यासाठीच डोनात आयुष्यभर संशोधन केलं.

### डोना हॉवेल

कमालीची प्रसिद्धीपराड्मुख असलेली डोना २००६ मध्ये जगातील सर्व वाघुळ जातींच्या माहितीचा एक परिचय कोश निर्माण करण्याच्या कामात गढलेली होती.

### वाघळांच्या अभ्यासाचं शिवधनुष्य

डोनासारख्या धाडसी स्त्रीने हे लीलया पेललं. ते सुद्धा स्वतःची पाठ अजिबात थोपटून न घेता. इंटरनेटवर या स्त्रीचा मला कुठेही फोटो किंवा अवांतर माहिती मिळाली नाही. अर्ध्या हळकुंडानं पिवळ्या होणाऱ्यांच्या गलबल्यात डोनाची प्रसिद्धीपराड्मुखता मला विशेष वाटते; पण बालपणी या स्त्रीची जडणघडण कशी झाली, या स्त्रीचं जीवनविषयक तत्त्वज्ञान काय आहे अशा प्रश्नांची उत्तरं न मिळाल्यामुळे एक चुटपूटही लागते.



लेखक : प्रज्ञा पिसोळकर, एम.एस्सी. फिटनेस एक्सपर्ट. चिंचवड व निगडी येथे फिटनेस सेंटर चालवतात. ट्रेकिंग, वाचन लेखनाची आवड. E-mail : pradnya17@gmail.com

## विज्ञान शिक्षण आणि वैज्ञानिक जिज्ञासा : एक विसंगती

आपल्या बहुतेक शिक्षणसंस्था विज्ञान शिक्षणाकडे साधारणपणे शास्त्रोक्त ज्ञानाचा प्रसार करण्याचे एक साधन ह्या दृष्टीने पाहतात. ज्ञान म्हणून दिल्या गेलेल्या विधानांना पाठबळ देणाऱ्या किंवा त्यांचे खंडन करणाऱ्या पुराव्याचा किंवा वादप्रतिवादाचा त्या विचार करत नाहीत. वर्तमान वैज्ञानिक समूह जे निष्कर्ष प्रमाण मानतो ते म्हणजेच विज्ञान विषयक ज्ञान असे मानणे म्हणजे वैज्ञानिक जे म्हणतात ते बरोबरच असलं पाहिजे असा विश्वास मुलांच्या मनात दृढ करण्यासारखे आहे. तो विश्वास कितीही चांगल्या उद्देशाने निर्माण केला गेला तरी त्यामुळे एखादे विशिष्ट मतच त्यांच्या मनात पूर्णपणे ठसविले जाते. (त्यामुळे चिकित्सक दृष्टी लाभत नाही.)

अशा प्रकारे विशिष्ट मते मुलांच्या मनात ठसविणे हेच मुळांत वैज्ञानिक जिज्ञासेच्या तत्त्वाविरुद्ध आहे. आपल्या निष्कर्षातील संभाव्य चुका, मनातल्या शंका किंवा अनिश्चिततेतून मनात निर्माण होणारे प्रश्न, सयुक्तिक निराकरणाची आवश्यकता, ज्ञानात किंवा निष्कर्षात रूपांतर होण्यासाठी जे पुरावे तपासले गेले आणि जे युक्तिवाद केले गेले त्यांचं यथार्थ ज्ञान या सगळ्याचा समावेश या वैज्ञानिक जिज्ञासेत होतो. ती ज्वलंत ठेवण्यासाठी शिक्षकांनी त्यांना मदत करायला हवी. अशी मदत करण्यासाठीचे टप्पे पाहूया -

- अ) वैज्ञानिक जे निष्कर्ष निःशंकपणे सत्य मानतात ते समजून घेणे.
- ब) अशा निष्कर्षांना पाठिंबा देणारे किंवा त्यांच्या विरोधात असणारे पुरावे किंवा मुद्दे समजून घेणे.
- क) अशा पुराव्यांचे किंवा मुद्द्यांचे मूल्यमापन करून कोणते मान्य करावयाचे आणि कोणते अमान्य करायचे किंवा कोणत्या विषयी पुनर्विचार करायचा हे ठरविण्यासाठी समीक्षात्मक विचार करण्याची योग्यता विकसित करणे.
- ड) स्वतंत्रपणे प्रश्न विचारण्याची क्षमता विकसित करणे.
- इ) वैज्ञानिक निष्कर्षासाठी लागणाऱ्या जिज्ञासेच्या विविध रूपांचे मूळ स्वरूप आणि मानवी मर्यादा समजून घेणे.

हे साध्य करण्यासाठी पुढील गोष्टी विशेष करून इष्ट होतील -

- फ) कोणत्या प्रश्नांचा पाठपुरावा करताना आधीच्या ज्ञानात बदल होत गेले, कोणत्या मुद्यांमुळे बदल झाले,
- ग) या दृश्यांतील महत्त्वाच्या घटकांविषयी माहिती करून घेणे.

विज्ञानाच्या शिक्षणासाठी आपण जर वर उल्लेख केलेल्या 'अ' पासून 'ग' पर्यंतच्या तत्त्वांवर आधारित नमुना मान्य केला तर विज्ञानाचे वर्ग आणि त्यात वापरली जाणारी साधने यांचे रूप त्यांच्या वर्तमान रूपापेक्षा फार वेगळे असावे लागेल.

(प्रकाश आणि दृष्टी याबद्दल पुढे दिलेल्या संवादातून हे उदाहरणाने स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न आहे. एका कुटुंबातील सदस्यांचा हा संवाद आपल्याला शास्त्रशुद्ध चिकित्सेच्या मार्गावर घेऊन जातो.)

के.पी. मोहनन व तारा मोहनन



# आपल्याला दिसतं तरी कसं?

लेखक : के.पी. मोहनन व तारा मोहनन • अनुवाद : सुहासिनी खेर

## संवाद - १: एम्पीडेक्लीज

- आई : राफा, आज शाळेत काय काय झालं?
- राफा : आज तर फार मजा आली. आज आमच्या सरांनी लोलकाच्या मदतीने इंद्रधनुष्य कसं तयार करता येतं ते दाखवलं. इंद्रधनुष्यात दिसतात ते तांबडा, नारिंगी, पिवळा, हिरवा, आकाशी निळा, जांभळा - सर्व सुंदर रंग! एक त्रिकोणी भिंग पांढऱ्या प्रकाशाला इतक्या निरनिराळ्या रंगात बदलू शकतं ह्याची मला कल्पनाच नव्हती.
- आई : खरंच भिंग पांढऱ्या प्रकाशाला निरनिराळ्या रंगाच्या प्रकाशांत बदलू शकतं की पांढऱ्या प्रकाशात अगोदरच असलेल्या निरनिराळ्या रंगांना वेगवेगळं करतं?
- राफा : तुला काय म्हणायचं आहे तेच मला कळत नाहीये.
- आई : आता पहा, एक शक्यता ही आहे की पांढरा प्रकाश पांढऱ्या रंगाचा आहे. मग भिंग काय करतं? त्या रंगाच्या काही भागाला तांबड्या रंगात, काहीला नारंगी तर काहीला पिवळ्या रंगात असं निरनिराळ्या भागांना इंद्र-धनुष्याच्या निरनिराळ्या रंगात बदलतं. दुसरी शक्यता ही आहे की पांढरा प्रकाश शुद्ध पांढरा नसून निरनिराळ्या रंगाच्या प्रकाशाने तयार झालेला आहे. त्रिकोणी भिंग घटक रंगांना फक्त वेगळे करतं म्हणून तुम्हाला ते घटक रंग वेगवेगळे दिसतात. तुला या दोन्हीतली कोणती शक्यता बरोबर वाटते?



राफा : आधीचे... अं हं मला नाही सांगता येत.

आई : तू तुझ्या टीचरना विचारलंस ?

राफा : नाही विचारलं; पण आता असं वाटतं सँडीने पण हेच विचारलं. तेव्हा ती काय विचारते आहे मला समजलं नाही; पण आता तू जे काय म्हटलंस त्यावरून वाटतं की तिनं हेच विचारलं.

आई : मग टीचरनी काय उत्तर दिलं?

राफा : टीचर म्हणाले की पांढरा प्रकाश निरनिराळ्या रंगाच्या प्रकाशाने तयार झालेला असतो आणि त्रिकोणी भिंग फक्त त्यांना वेगळं करण्याचं काम करतं.

आई : आता तुम्हाला कसं कळेल की दोन्हीपैकी कोणती शक्यता खरी आहे ?

राफा : आई, तू नं नेहमी हे अशक्य प्रश्नच विचारतेस. आमचे टीचर आम्हाला नेहमी खरं असेल तेच सांगतात. खरं नसेल ते कशाला सांगतील ?

आई : नसतीलही सांगत; पण कोणतीही गोष्ट खरी आहे की नाही हे आपणहून पडताळून पाहणं तितकंच महत्वाचं नाही का ?

राफा : टीचर पाठ्यपुस्तकात जे असतं तेच सांगतात. म्हणजे ते खरं असलंच पाहिजे.

आई : म्हणजे पाठ्यपुस्तकांत जे असतं ते सर्वच खरं असतं ?

राफा : बरं, बरं. पाठ्यपुस्तक म्हणजे काही ब्रह्मवाक्य नाही... समजलं समजलं.

आई : बरं मग तुम्हाला हे कसं कळेल की पांढरा प्रकाश निरनिराळ्या रंगाच्या प्रकाशाने तयार होतो ?

राफा : ते कसं कळणार ? मला तर सुरुवात कशी करायची तेही समजत नाही.

आई : आपल्याला कदाचित् एम्पीडेक्लीज आणि युक्लिडपासून सुरुवात करावी लागेल.

राफा : एम्पी...कोण ? मला युक्लिड माहीत आहे; पण हा दुसरा गृहस्थ कोण ?



आई : तो एक ग्रीक तत्त्वज्ञानी होऊन गेला.

राफा : तत्त्वज्ञानी? माँम, आपण सायन्स क्लासमधल्या प्रकाशासंबंधी बोलत होतो. तो विषय सायन्सचा. हे मध्येच तत्त्वज्ञान कुठून आलं?

आई : त्या काळात कोणतंही नवीन तत्त्व शोधणाऱ्याला तत्त्वज्ञानी म्हणूनच संबोधलं जात असे. आता आपण ज्याला खगोलशास्त्र, भौतिक-शास्त्र, जीवशास्त्र म्हणतो, त्यासंबंधीही काम करणाऱ्यांना आणि आजच्या काळात तत्त्वज्ञानी जे काम करतात ते करणाऱ्या सर्वांना 'तत्त्वज्ञानी'च म्हटलं जात असे.

राफा : अच्छा मग तुमच्या त्या 'एम्पी'नी काय नवीन शोधलं?

आई : आधी त्याचं ज्या प्रश्नांत लक्ष गुंतलं होतं त्याविषयी बोलू. तुझ्यासारख्या १०वीतल्या मुलाला जी गोष्ट अगदी उघड वाटते त्या गोष्टींनी त्याला पेचात पाडलं होतं. आपण डोळे मिटले की आपल्याला काहीच कां दिसत नाही? एखाद्या टेबलाकडे पाहून मान वळवली की ते का दिसेनासं होतं? आपण डोळे मिटले तरी आपल्याला ऐकू येणं, वास येणं, चव जाणवणं हे कसं चालू राहतं?

राफा : माँम, एखादा पाचवीतला मुलगासुद्धा सांगेल की प्रकाश एखाद्या वस्तूवर पडून मग आपल्या डोळ्यावर पडतो तेव्हा आपल्याला ती वस्तू दिसते. तुझा तो एम्पी जरा अज्ञानीच होता म्हणायचं.

आई : राफा, थांब. लक्षात घे की एम्पीचा काळ २५०० वर्षांपूर्वीचा होता. आता तुम्हाला शिकवायला शिक्षक आहेत तसे शिक्षकही नव्हते. खरं म्हणजे एम्पीडेक्लीजने तो प्रश्न विचारला नसता तर यूक्लिडने त्याच्या भूमितीवर आधारलेला प्रकाशाचा त्याचा सिद्धान्तही मांडला नसता. त्याने तो सिद्धान्त मांडला नसता तर कोण जाणे आजचा प्रकाशाचा सिद्धान्त तरी निर्माण झाला असता की नाही? आधुनिक शास्त्रज्ञांनी प्रकाशा-बदलचे सिद्धान्त मांडले नसते तर तुमच्या शिक्षकांना प्रकाशाबदल काही कळलं नसतं आणि ते तुम्हालाही त्याबद्दल काहीच शिकवू शकले नसते. तर असं पहा की एम्पीडेक्लीज सारख्यांनी एक महत्त्वाचा प्रश्न विचारला म्हणूनच त्यातून काही सिद्धान्त आणि निष्कर्ष निघाले आणि तुम्हा-आम्हाला प्रकाश आणि दृष्टीबद्दल जी काय माहिती आहे ती मिळाली.

राफा : मग वस्तूपासून आलेला प्रकाश जेव्हा आपल्या डोळ्यांत जातो तेव्हा ती वस्तू आपल्याला दिसते हा शोध एम्पीनी लावला?

आई : नाही नाही. ती कल्पना त्यानंतर हजार वर्षांनी समोर आली. मी म्हणत होते की एम्पी... खरंच एम्पीडेक्लीजपेक्षा म्हणायला हे किती सोपं आहे नाही? त्याचे डोळे आणि त्याचा पाहण्याचा अनुभव ह्यात जो सुसूत्र संबंध होता त्याने एम्पी कोड्यात पडला. मग त्याच्या मनात एक कल्पना आली. तो म्हणाला ,

१) प्रकाश नावाचा एक पदार्थ (substance) आहे.

२) तो आपल्या डोळ्यातून जगातल्या इतर वस्तूंवर जातो.

३) जेव्हा तो पदार्थ वस्तूला स्पर्श करतो तेव्हा ती वस्तू आपल्याला दिसते.

राफा : ही: ही: तुझा तो एम्पी फारच बिनडोक वाटतो. नाही का? कोणत्याही वस्तूपासून निघणारा प्रकाश आपल्या डोळ्याला भिडतो तेव्हा ती वस्तू आपल्याला दिसते. प्रकाश काही आपल्या डोळ्यातून निघत नाही. काय हे? प्रकाश काय आपल्या डोळ्यातला द्रव किंवा लाळ आहे कां?

आई : तुझं बोलणं थांबव. एम्पी मूर्ख

नव्हता. एवढंच आहे की आता आपल्याला जे ज्ञान आहे त्या दृष्टींनी त्याची कल्पना चूक होती.

राफा : बरं तर एम्पी मूर्ख नव्हता. तो चूक होता. एकूण एकच.

आई : नाही फार मोठा फरक आहे. तू मूर्ख आहेस का?

राफा : नाही.

आई : पण तू कधी चूक असूही शकतोस. कधी का? बरेचदा. बरोबर?

राफा : बरं बाबा. एम्पी फार हुशार माणूस होता, पण त्याचा सिद्धान्त चूक होता.

आई : बरं. आता मी तुला विचारते. तुला कसं माहीत की त्याचा सिद्धान्त चूक होता. तुझे शिक्षक म्हणतात की वस्तूपासून निघणारा प्रकाश आपल्या डोळ्याला भिडतो तेव्हा आपल्याला ती वस्तू दिसते. एम्पीचं म्हणणं हे की आपल्या डोळ्यातून निघणारा प्रकाश जेव्हा वस्तूवर पडतो तेव्हाच ती वस्तू आपल्याला दिसते. कोणाच्या म्हणण्यावर विश्वास ठेवायचा हे तू कसं ठरवणार?

राफा : मला माहीत नाही. मला थोडा विचार करावा लागेल.

आई : बरं. हवा तेवढा वेळ घे. आपण उद्या शाळेतंतर बोलू.

## संवाद २ : दृष्टी व स्पर्श

आई : राफा, एम्पीडेक्लीजबद्दल डॅडीनी एक ई मेल पाठवली आहे.

राफा : एम्पीबद्दल? हा तर चमत्कारच म्हणायचा. कालच आपण त्याच्याविषयी बोलत होतो आणि आज डॅडीची त्याच्याबद्दल ई-मेल! डॅड काय द्रष्टा वगैरे आहे काय? ही तर टेलीपथी झाली.

आई : छे! तुझा डॅड आणि द्रष्टा? लाख वर्षांतही नाही होऊ शकत. कालच मी त्यांना फोनवर आपल्या बोलण्याबद्दल सांगितलं.

राफा : कुठे आहे त्याची ई-मेल.

आई : ही पहा. जरा वाच.

प्रिय राफा,

तुझ्या आईने तुला जे सांगितलं ते खरं आहे. एम्पीडेक्लीज काही मूर्ख तत्त्ववेत्ता नव्हता. युक्लिड, प्लेटो आणि इतर प्रसिद्ध विद्वानांनी त्याच्या सिद्धांताला मान्यता दिली. हजार वर्षांनंतर कुणीतरी सुचवलं की हा सिद्धांत चूक आहे. आजपासून हजार वर्षांनी जर जगाच्या पाठीवर मानव शिल्लक असले तर त्यांच्यातला एखादा मुलगा, तुझ्या टीचरनी तुम्हाला जे काय सांगितलं ते वाचून म्हणेल, “काय ते राफाचे टीचर! माणसं इतकी मूर्ख कशी असू शकतात?”

‘आपल्या डोळ्यातून निघणारा प्रकाश

ज्या वस्तूवर पडतो ती वस्तू आपल्याला दिसते’ अशी कल्पना एम्पीडेक्लीजनी का केली असावी? तुम्ही जगाबद्दल जी माहिती स्पर्शांनी घेता ती कशी घेता, याबद्दल विचार करू या. समजा एखाद्या खोलीत तुम्ही कधीच गेला नाही आहात. त्या खोलीत डोळ्यावर पट्टी बांधून गेलात तर त्या खोलीचं चित्र मनात कसं उभं कराल? तुम्ही हात फैलावून खोलीत चारही बाजूला फिराल. जेव्हा तुमच्या हाताला किंवा शरीराच्या कोणत्याही भागाला एखाद्या वस्तूचा स्पर्श होईल तेव्हा ती वस्तू त्या खोलीत आहे असा निष्कर्ष तुम्ही काढाल. बरोबर? एम्पीडेक्लीजनी हे स्पर्शाद्वारे वस्तूच्या अस्तित्वाचं ज्ञान प्राप्त करण्याचं तत्त्व दृष्टीच्या ज्ञानेंद्रियालाही लावलं.

आपली दृष्टी आणि स्पर्शाची अनुभूती आपल्या ज्ञानाचा गाभा आहे. समजा तुम्ही दृष्टी आणि स्पर्श ह्या दोन्ही ज्ञानेंद्रियाशिवाय जन्मला असता तर तुम्हाला देहभानापलीकडच्या वास्तवाची काही कल्पना आली असती का? हे खरं आहे की तुम्ही दुसऱ्यांचे आवाज ऐकू शकला असता आणि कालांतराने ते काय म्हणताहेत हेही समजू शकला असता; पण अशी शक्यता आहे की ते आवाज बाहेरून आलेले न वाटता तुम्हाला तुमच्या जाणिवेपासून आलेले वाटू शकले असते.

दृष्टी आणि स्पर्श ह्यापैकी तुझ्या मते कोणती गोष्ट जास्त आवश्यक किंवा महत्त्वाची आहे? समजा तुला तुझ्यासमोर फुलदाणी असल्याची अनुभूति आली तर तू हेच समजशील की तुझ्यासमोर फुलदाणी आहेच. समजा ती फुलदाणी उचलण्यासाठी तू हात पुढे केलेस आणि तुझे हात फुलदाणीच्या जागी हाताला काही न लागता सरळ पुढे गेले तर याचा अर्थ फुलदाणीसारख्या भासणाऱ्या वस्तूला तुम्ही स्पर्श करू शकत नाही. तुमचे डोळे सांगतात की तुमच्यासमोर फुलदाणी आहे आणि हात म्हणतात की अशी काही वस्तू तिथे नाही. तुमच्यासमोर एक तर्कशुद्ध विरोधाभास आहे. तुमच्यासमोर फुलदाणी आहेही आणि नाहीही. ह्या दोन्ही गोष्टी एकाच वेळी सत्य तर असू शकत नाहीत. मग तुम्ही कोणती गोष्ट चूक म्हणून सोडून द्याल? तुम्ही ह्याच निष्कर्षाला पोहोचाल की तुमच्यासमोर फुलदाणी नाही. जे काय नजरेला दिसलं तो एक भास होता. कुठल्या प्रकारचा आभास? कदाचित् होलोग्राम म्हणजे दृष्टीपेक्षा स्पर्शाला प्राधान्य आहे, बरोबर?



बाहेरच्या जगाच्या अनुभूतीसाठी स्पर्श आणि दृष्टी यांना प्रमुख आधार मानलं आणि स्पर्शाचं दृष्टीवरचं प्राधान्य मान्य केलं तर एम्पीडेक्लीजचं स्पर्शाचंच तत्त्व नजरेला लागू करणं तर्कशुद्ध वाटतं. कोणत्याही वस्तूचं अस्तित्व जाणण्यासाठी तुम्ही आपले हात लावून त्यांच्या स्पर्शाने ते अनुभवता. त्याचप्रमाणे तुम्ही डोळ्यातून निघणाऱ्या पदार्थांनी कोणत्याही वस्तूला स्पर्श केला तर ती वस्तू तुम्हाला दिसते.

पण २१व्या शतकातल्या आपल्याला ती कल्पना चुकीची वाटते. कल्पना कर, २५०० वर्षांपूर्वी तू सिसिलीत राहतो आहेस. एम्पीडेक्लीजच तुझे टीचर आहेत आणि तुम्हाला त्यांचा सिद्धांत शिकवताहेत. त्याच्या सिद्धांताचा नीट विचार कर आणि सांग की 'त्यांचा सिद्धांत चूक आहे' हे तू त्यांना कशाप्रकारे पटवशील?

तू त्यांना जर नुसतं म्हटलंस की "मि. एम्पीडेक्लीज तुम्ही चूक आहात" तर आपला जाड भिंगाचा चष्मा नाकावर आणून, आपली दाढी कुरवाळत तुझ्यावर नजर रोखून आपल्या जाड आवाजात ते तुला म्हणतील, "बरं ठीक आहे, राफा; पण मला सांग की मी चूक आहे असं तुला का वाटतं?" "कारण माझ्या टीचरनी असं शिकवलेलं नाही" असं उत्तर देऊन चालणार नाही. त्यांच्या सिद्धांतातल्या चुका दाखवून द्याव्या लागतील. दाखवू शकशील का?

तुझा डॅड

### संवाद ३ : एम्पीडेक्लीजच्या सिद्धांताच्या विरोधात

- राफा : माँम मला वाटतं माझ्याजवळ एक चांगला मुद्दा आहे.
- आई : मुद्दा? कशासाठी?
- राफा : एम्पीडेक्लीजच्या प्रकाशाच्या सिद्धांताच्या विरोधात.
- आई : एक मिनिट. मला ही मेल पूर्ण करू दे. माझ्या चहाचं काय झालं? बरं राफा, आता सांग. एम्पीडेक्लीजच्या विरोधात तुझा काय मुद्दा आहे?
- राफा : डॅडनी मला मी एम्पीडेक्लीजच्या क्लासमध्ये असतो तर त्यांना कसं पटवलं असतं हे विचारलं आहे. आता कल्पना कर की तू, एम्पी, माझे टीचर आणि मी वर्गात आहोत, तय्यार?
- आई : हो, कर सुरवात.
- राफा : मि. एम्पी, सर, मला तुम्हाला पटवायचं आहे की आपल्या डोळ्यातून निघणारा प्रकाश जेव्हा वस्तूला स्पर्श करतो तेव्हा ती वस्तू आपल्याला दिसते असं नसून त्या वस्तूपासून येणारा प्रकाश जेव्हा आपल्या डोळ्यावर पडतो तेव्हा ती आपल्याला दिसते.
- शिक्षक : पण सर्वसाधारण वस्तू
- प्रकाशजन्य नसतात. खरं नं? मेणबत्ती प्रकाशजन्य असते; पण फुलदाणी नसते. तरी आपल्याला दोघांनाही फुलदाणी दिसते. असं कसं?
- विद्यार्थी : सूर्यप्रकाश किंवा मेणबत्तीचा प्रकाश फुलदाणीवर पडल्यावर परावर्तित होतो आणि ह्या परावर्तित प्रकाशामुळे आपल्याला फुलदाणी दिसते.
- शिक्षक : तुझ्या सिद्धांताप्रमाणे हेही शक्य असू शकतं; पण मला माझा सिद्धांत चूक समजण्याचं काही कारण दिसत नाही.
- विद्यार्थी : कल्पना करा तुम्ही एका गडद अंधाच्या खोलीत आहात. तुमच्यासमोर टेबलावर एक फुलदाणी आहे. खोलीतल्या गडद अंधारामुळे तुम्हाला ती दिसत नाही. तुम्ही खोलीतला दिवा लावल्याबरोबर ती तुम्हाला दिसते. तुमच्या डोळ्यातून प्रकाश नेहमी निघतो. मग असं कसं की अंधारात तुम्हाला ती दिसत नाही?
- शिक्षक : प्रश्न कठीण आहे खरा. मला

आता असं म्हणावं लागेल की कोणतीही वस्तू पाहण्यासाठी माझ्या डोळ्यातून निघणाऱ्या प्रकाशाखेरीज आणखीही एखादा प्रकाश असलाच पाहिजे आणि तो त्या वस्तूवर पडतो तेव्हाच ती वस्तू मला दिसते.

विद्यार्थी : त्या अंधाऱ्या खोलीत तुमच्याखेरीज त्या फुलदाणीकडे पाहणारे इतरही असतील तर काय होईल? तुमच्या सिद्धांताप्रमाणे त्यांच्या डोळ्यातून निघणारा प्रकाश त्या फुलदाणीला प्रकाशित करेल आणि तिथे इतर कोणताही प्रकाश नसताना तुम्हाला ही फुलदाणी दिसेल.

शिक्षक : तुला काय दर्शवायचं आहे ते आता मला समजलं. आपल्या डोळ्यातून निघणारा प्रकाश वेगळ्या प्रकारचा असतो. तो वस्तूंना प्रकाशित करत नाही.

विद्यार्थी : लक्षात घ्या की मी ज्या सिद्धान्ताशी सहमत आहे त्यात दोन प्रकारच्या प्रकाशाची गरजच नसते. कोणत्याही वस्तूला प्रकाशित करणारा सूर्य किंवा दिव्याचा प्रकाशच माझ्या डोळ्यावर पडतो ज्यामुळे मला ती वस्तू दिसते. खरं म्हणजे माझा सिद्धांतच तुमच्या सिद्धांतापेक्षा जास्त सोपा आहे.

शिक्षक : मला तुझं म्हणणं पूर्णपणे पटलेलं नाही. तरीपण मला त्यावर विचार करावा लागेल.

विद्यार्थी : सर, मी तुम्हाला एक छोटासा प्रयोग दाखवू कां? कृपा करून ह्या टेबललॅम्पकडे पहा.

शिक्षक : बरं, मी पाहतो आहे.

विद्यार्थी : मी आता तो चालू (ऑन) करणार आहे. पहा तो मी चालू केला.

शिक्षक : ते मला दिसतं आहे.

विद्यार्थी : तुम्हाला दिव्याचा प्रकाश



- वाढलेला दिसतो आहे. बरोबर?
- शिक्षक : हो दिसतो आहे.
- विद्यार्थी : आता तो जास्त प्रकाशित कशामुळे झाला? मी दिव्याला काही केलं म्हणून की तुम्ही तुमच्या डोळ्याला काही केलं म्हणून?
- शिक्षक : मी माझ्या डोळ्याला काही केलं नाही आणि डोळ्यांनीही काही केलं नाही. मी टेबल लॅम्पकडे आधी पाहत होतो तसंच पाहिलं. याचा अर्थ तू लॅम्पला जे काही केलंस त्यामुळेच तो जास्त प्रकाशित झाला.
- विद्यार्थी : दिवा चालू करून मी दिव्याकडून येणारा प्रकाश वाढविला हे सयुक्तिक वाटतं. तुम्ही याच्याशी सहमत आहात?
- शिक्षक : हं. सहमत होण्याखेरीज माझ्याजवळ दुसरा काही पर्याय आहे का? कारण दिवा प्रकाशमय होण्याचं ह्याखेरीज दुसरं काही कारण मला तरी दिसत नाही.
- विद्यार्थी : आपल्या डोळ्यातून निघणाऱ्या प्रकाशाचा सिद्धांत, मी दिवा लावल्यावर तुम्हाला टेबल लॅम्प जास्त चमकदार का दिसला ह्याचं स्पष्टीकरण देऊ शकत नाही; पण माझ्या

सिद्धांताप्रमाणे वस्तूकडून निघणारा प्रकाश जेव्हा आपल्या डोळ्यावर पडतो तेव्हा ती वस्तू आपल्याला दिसते. अर्थात् हे स्पष्टच आहे की जेव्हा प्रकाश वाढेल तेव्हा वस्तू जास्त चमकदार दिसेल. म्हणजेच दिव्याचा प्रकाश चालू केल्याने दिवा जास्त चमकदार का दिसतो ह्याचं स्पष्टीकरण माझ्या सिद्धांतावरून मिळतं.

- शिक्षक : बरोबर
- विद्यार्थी : जे स्पष्टीकरण तुमचा सिद्धांत देतं ते स्पष्टीकरण माझा सिद्धांत तर देतोच शिवाय ज्याचं स्पष्टीकरण तुमचा सिद्धांत देऊ शकत नाही ते स्पष्टीकरण माझा सिद्धांत देऊ शकतो. म्हणजेच माझा सिद्धांत तुमच्या सिद्धांतापेक्षा सरस आहे. मि. एम्पी, आपण शास्त्रज्ञ आहात. आपण जाणताच की जेव्हा दोन सिद्धांतांमध्ये संघर्ष असतो तेव्हा तुम्हाला सरस सिद्धांत मान्य करावाच लागतो. म्हणून तुम्हाला तुमचा सिद्धांत अमान्य करून वस्तूपासून येणारा प्रकाश आपल्या डोळ्यावर पडल्यामुळे आपल्याला ती वस्तू दिसते हा सिद्धांत मान्य करावाच लागेल.

शिक्षक : मी तुमचा सिद्धांत कां नाही मान्य करणार? पण त्याचवेळी माझाही चालू कां ठेवू शकत नाही? तो मी अमान्य कां करावा?

विद्यार्थी : कारण माझा सिद्धांत मान्य झाल्यावर तुमच्या सिद्धांताची आवश्यकताच नाही. तो कोणत्याच उपयोगाचा नाही.

शिक्षक : बरं, बरं मी तुझा सिद्धांत मान्य करतो. तू एक हुशार मुलगा आहेस. मला तुझं भविष्य उज्वल दिसतं - त्या टेबललॅम्पेखाही.

विद्यार्थी : धन्यवाद मि. एम्पी, सर.

आई : छान, फारच छान. तू पूर्ण तयारी केलीस हे स्पष्ट आहे. तू तुझ्या कल्पना अल्हाझेनकडून घेतल्यास का?

राफा : अल्... हा कोण?

आई : अल्हाझेन. ११व्या शतकात कैरोमध्ये राहणारा तो विद्वान होता. त्याचं खरं नाव अबूअली हसन होतं; पण पाश्चात्य देशांत त्याला अल्हाझेन म्हणत.

राफा : त्याचं नाव कधीच ऐकलं नाही.

अल्हाझेन काय करत असे?

आई : त्यानेच एम्पीचा सिद्धांत चूक असल्याचं दाखवून दिलं आणि त्याने तू वापरलेल्या कृतीसारखीच कृती वापरली. त्याने दाखवून दिलं की आपण अंधाच्या खोलीत बसलो असताना एकाएकी आपली दृष्टी तळपत्या सूर्याकडे गेली म्हणजेच एक अतिशय प्रकाशमय स्रोताकडे आपली नजर वळवली तर आपल्या डोळ्यांवर आघात होतो. ह्याचाच अर्थ त्या तेजोमय प्रकाशस्रोताकडून काहीतरी आपल्या डोळ्यापर्यंत पोहोचते. तू हीच विचारांची दिशा वापरलीस; पण मला तुझी पटविण्याची तऱ्हा जास्त आवडली.

राफा : वॉव, ह्याचा अर्थ मी जर नवव्या शतकात असतो तर माझ्या प्रकाशाच्या अभ्यासाबद्दल प्रसिद्ध झालो असतो.

आई : कदाचित्, पण आता फार उशीर झाला. हो नं?



लेखक : के.पी. मोहनन् - तारा मोहनन्, इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स एज्युकेशन अँड रिसर्च, पुणे येथे प्राध्यापक.

अनुवाद : सुहासिनी खेर, निवृत्त प्राध्यापक, लेखन भाषांतराची आवड.



# मोगल आणि राजपूत कला

(इ.स. १५२६ ते १८०२)

लेखक : राम थत्ते

मोगल काळात भारतीय कला प्रांतात एका नव्या युगाचा प्रारंभ झाला. या काळात भारत राजकीय दृष्टीने बराच स्थिर झाला होता. त्या बरोबरच मोगल सम्राटांची कलाप्रियता हे नवे युग निर्माण करण्यास कारणीभूत ठरली. त्यामध्ये वास्तुकला आणि चित्रकला दोन्हीचा समावेश झाला.

## वास्तुकला :

मोगल काळातील सुरुवातीचे वास्तुकलेचे लक्षणीय नमुने म्हणजे दिल्ली येथील शेरशहाची मशिद (इ.स. १५४१) व बिहारच्या सहस्राम मधील त्याची कबर हे होत. कारागिरांचे कौशल्य व राजांचे कलाप्रेम ह्यांचा उत्कृष्ट मिलाफ येथे पहायला मिळतो. अष्टकोनी आकाराच्या व वरील बाजूला निमुळत्या होत जाणाऱ्या कबरीच्या भिंतीवर मोठा, परंतु प्रमाणशीर व डौलदार घुमट आहे. सुशोभिकरणासाठी

रंगीत व चकचकीत फरशांचा कलापूर्ण उपयोग केलेला आहे. त्यावर पर्शियन कलाशैलीचा प्रभाव दिसतो.

अकबराने पूर्ण केलेली इ.स. १५६५ मध्ये हुमायूनची कबर हा मोगलशैलीचा उत्कृष्ट नमुना आहे, ती पण पर्शियन धर्तीचीच आहे. प्रमाणबद्ध आकार, कलापूर्ण कोरीव काम, लाल वालुकाश्म व संगमरवर ह्यांचा कौशल्यपूर्ण वापर हे तिचे वैशिष्ट्य आहे.

बाबर व हुमायून ह्यांच्या कारकिर्दीत बांधलेल्या इमारती परकीय स्वरूपाच्या होत्या. अकबराच्या कारकिर्दीत परकीय प्रभाव कमी झाला व मोगलशैलीचे रूप पूर्ण विकसित झाले. अकबराला इमारती



हुमायूनची कबर



नाजूक नक्षीकाम असलेल्या संगमरवरी खिडक्या, कबरीवरील कलाकुसर यासाठी प्रसिद्ध आहे. शिवाय हवामहल, जोधाबाईचा महाल, बुलंद दरवाजा वगैरे इमारती मोगल शैलीचे दर्शन घडवितात. फत्तेपूर शिक्रीच्या बांधकामाची सुखात इ.स. १५६९ मध्ये झाली व ते काम पूर्ण होण्यास पंधरा वर्षांचा काळ लागला. मुसलमान राज्यकर्त्यांनी गावांची अनेक प्रवेश द्वारे बांधली; त्यात जुम्मा मशिदीचा दक्षिणेच्या बाजूचा 'बुलंद दरवाजा' सर्व प्रवेशद्वारांमध्ये उजवाच ठरतो.

बांधण्याचा शौक होता. तो स्वतःला 'भारतीय' म्हणवून घेई. हिंदू जीवनपद्धतीबाबत त्याला जिव्हाळा होता. त्यामुळे त्याला भारतीय कलाशैलीबद्दल ओढा असणे स्वाभाविक होते. त्याने उभारलेल्या वास्तूंमध्ये हिंदू कलाशैलीची वैशिष्ट्ये दिसतात. लाल वालुकाश्मात बांधलेला जहांगीर महाल, हा आग्रा येथील गढमहाल नावाने ओळखला जातो. जहांगीरच्या कारकिर्दीत फत्तेपूर शिक्री ह्या शहरात झालेली वास्तुनिर्मिती ही उत्कृष्ट वैभवसंपन्न व कलात्मकतेने नटलेली आहे. जुम्मा मशिद ही मक्केच्या जुम्मा मशिदीची प्रतिकृती म्हणून इ.स. १५६१ मध्ये बांधण्यात आली. सलीम चिस्तीची कबर

इ.स. १६०१-०२च्या सुमारास खानदेशावरच्या विजयाचे स्मारक म्हणून हा दरवाजा बांधला गेला. ह्या दरवाजाची उंची रस्त्यापासूनच्या पायऱ्यांसकट १७६ फूट आहे. अकबरकालिन हिंदू शैली व शाहजहानकालिन पर्शियन शैली ह्यांचा संगम इद्मत उद्दौला या दिल्लीजवळच्या मशिदीच्या बांधकामात आढळतो. जहांगीरच्या बायकोने तिच्या पित्याच्या स्मरणार्थ ही शुभ्र संगमरवरी कबर बांधली. यावर रंगीत दगडांचे विलक्षण सुंदर नक्षीकाम आहे. या सगळ्या सजावटीवर पर्शियन शैलीचा प्रभाव आहे.

मोगल वास्तुकलेचे व पर्यायाने भारतीय वास्तुकलेचे वैभव म्हणजे शहाजहानने

अठरा फूट उंचीच्या व तीनशे तेरा चौरस फूट क्षेत्र असलेल्या प्रशस्त चबुतऱ्यावर ताजमहाल उभारला गेला आहे. मुख्य इमारतीच्या चारी कोपऱ्यात १३३ फूट उंचीचे चार मिनार ताजमहालाच्या सौंदर्यात भर टाकतात. मुख्य दालनावर आकर्षक डेरेदार घुमट आहे. ह्या घुमटाखाली मुख्य कबर असून सभोवती संगमरवरी दगडामधील



जाळीदार नक्षी आहे. ती ताजमहालाचे सौंदर्य आणखीन वाढवते. पांढरी शुभ्र कारंजी, चौकोनी रेखीव तलाव, दुतर्फा उभ्या असलेल्या सुरूच्या झाडांच्या रांगा ताजमहालाचे सौंदर्य वाढवतात.

आपली बेगम मुमताज हिच्या स्मरणार्थ बांधलेली अप्रतिम कबर, 'ताजमहाल.' संगमरवरात निर्माण केलेले हे स्वप्नच होय. म्हणूनच शहाजहानच्या काळाला मोगल वास्तुकलेचे सुवर्णयुग म्हणून ओळखले जाते.

औरंगजेब सत्तेवर आल्यानंतर मोगलकाळाला उतरती कळा लागली. नाही म्हणायला त्याच्या कारकिर्दीत चुन्यामध्ये बांधलेली ताजमहालाची नक्कल म्हणून औरंगाबाद येथील बिबीका मकबरा आहे.

### चित्रकला

मोगलकाळात वास्तुकलेमध्ये कलावंतांनी जशी एक वेगळी शैली निर्माण केली तशीच चित्रकलेच्या प्रांतातही एक वैशिष्ट्यपूर्ण शैली निर्माण केली. मोगल दरबारामध्ये इराणी व पर्शियन कलावंत होते. बाबर, हुमायून या कलाप्रेमी बादशहांच्या पदरी

असलेल्या या कलावंतांनी भारतीय चित्रकारांच्या कलानिर्मितीला पण उत्तेजन दिले. इराणी-पर्शियन व भारतीय ह्या कलावंतांच्या वैशिष्ट्यांचा संकर होऊन मोगलशैलीतील चित्रकला उदय पावली.

मोगल चित्रकार हे प्रामुख्याने राजाश्रयावर होते त्यामुळे राजेलोकांच्या इच्छेनुसार चित्रकारांना चित्रे काढावी लागली. चौदाव्या शतकाच्या सुमारास कलाकुसरीची छोटी मोठी चित्रे काढण्याची कला पर्शियामधून भारतात आली. मोगलांनी पर्शियावर स्वाऱ्या केल्या व तैमूरलंगाने तो प्रदेश बळकावला. त्याच सुमारास पर्शियन व मोगल शैली ह्यांचा संकर होऊन 'सिराज शैली' उदयाला आली. इ.स. १३९५ ते १४१५ ह्या काळात तिचा पूर्ण विकास झाला. सोळाव्या शतकाच्या



रेखांकन ही दक्षिणी शैलीची वैशिष्ट्ये.

‘राजपूत चित्रकला’ हा भारतीय चित्रकलेच्या शैलीचा एक महत्त्वाचा टप्पा होय. राजस्थानात तसेच राजपूत राजांच्या आश्रयाखाली पंजाब,

मध्यापासून ते अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धापर्यंत मोगल चित्रकलेचा भरभराटीचा काळ होता.

छोटी छोटी व्यक्तिचित्रे (portraiture) रेखाटण्याच्या बाबतीत चित्रकारांनी आपले श्रेष्ठत्व सिद्ध केले. जहांगीराच्या कारकिर्दीत व्यक्तिचित्रे रेखाटणाऱ्या शैलीचा विकास अधिक झाला. जहांगीरला पशु, पक्षी, फुलांचा शौक असल्यामुळे ह्यांचे उत्कृष्ट चित्रण झालेल्या कलाकृती ह्याच काळात सर्वांत जास्त होत्या. त्या वेळी उस्ताद मन्सूर नावाचा चित्रकार खूप प्रसिद्ध होता. प्राण्यांची चित्रे काढण्यात तो तरबेज होता.

उत्तर भारतात मोगलशैली चित्रकलेला जसा बहर आला तशीच दक्षिण भारतात एक वेगळीच शैली आकाराला येत होती. मोगलकलेच्या तुलनेत ही जरा धाकटी होती. ह्या शैलीचे नाव दक्षिणी शैली. विजापूर, गोवळकोंडा, हैदराबाद इत्यादी ठिकाणी तिचा विकास झाला. त्या चित्रांमध्ये पर्शियन व स्थानिक कलाकारांचा उत्कृष्ट संगम झालेला दिसतो. उंच मनुष्याकृती, सरळ व जोशपूर्ण

हिमालयाच्या पहाडी मुलुखात विकास पावलेल्या चित्रकलेचा ‘राजपूत चित्रकला’ म्हणून उल्लेख केला जातो. ह्या कलेचा आविष्कार सतराव्या शतकाच्या मध्यापासून ते अठराव्या शतकाच्या पूर्वार्धापर्यंत झालेला दिसतो. हिंदू धर्मातील महत्त्वाच्या प्रसंगांचे चित्रिकरण ह्या शैलीत दिसते. ह्या चित्रांमधून सामान्य माणसांच्या चालीरीती, त्यांचे जीवन, कृष्णभक्ती व लोकजीवन ही राजपूत चित्रकलेची प्रेरणा होती.

राजपूत चित्रकलेचे भौगोलिक स्थान वैशिष्ट्यानुसार दोन भाग पडतात. एक राजस्थानी शैली व दुसरी पहाडी शैली. स्थानिक वैशिष्ट्यानुसार त्याचा उल्लेख ‘कलम’ म्हणून करण्यात येतो. बुंदी कलम, किशनगढ कलम, बिकानेर कलम, मेवाड कलम इत्यादी.

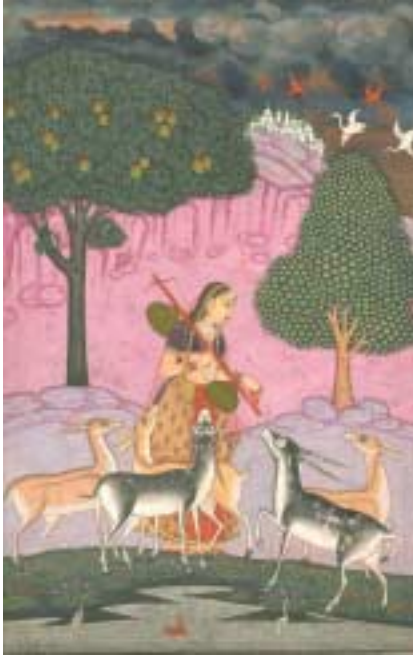
पहाडी शैलीमध्ये कांग्रा, जम्मू, यांचा अंतर्भाव होतो. राजस्थानी कलेचे वैशिष्ट्य म्हणजे रसरशीत उठावदार रंगसंगती. शुद्ध लाल व पिवळ्या रंगाबरोबरच हिरवा, तपकिरी, गुलाबी, पांढऱ्या व काळ्या रंगांचा

अतिशय कलात्मकतेने केलेला उपयोग. माणसे, पशुपक्षी, वृक्ष, पर्णराजी व इमारतींचे उठावदार चित्रण आढळते. प्रमुख विषयांचे चित्रण सामान्यतः गडद रंगाच्या पार्श्वभूमीवर आढळते. रेखाटण ओघवते, जोरकस व सूचक असले तरीही रेषेपेक्षा रंगांना महत्त्व दिलेले आढळते. बदामाकृती डोळे, अणकुचीदार नाक, सपाट भालप्रदेश, उंची व तलम रंगतदार वस्त्रे पेहरलेल्या मनुष्याकृति, वस्त्रांचा पारदर्शकपणा, तलमपणा, पोत बेमालूमपणे चित्रित करण्यावर भर असे. अंडाकृती आकाराची पर्णराजी, अर्धवर्तुळाकारातील वेली, हंस-हरिण इत्यादी पशुपक्षी ह्यांचे परिपूर्ण चित्रिकरण हा ह्या कलेचा



एक अनन्यसाधारण भाग आहे. नायिकेचे मनोचित्रण प्रतिमांचा उपयोग करून केलेले आहे. षड्भक्तु, नायिकाभेद, शृंगारनायिका व रागमाला यासारख्या विषयांचे सादरीकरण करताना ह्या कलाकारांच्या प्रतिभेला बहर येतो.

ज्या पहाडी चित्रकलेचा वर उल्लेख केला. ती काश्मीर, पंजाब, हिमालयाच्या गढवाल, बसौली, चंबा इत्यादी पहाडी प्रदेशात १७व्या शतकात उदयाला आली. मोगलांच्या आश्रयाला असलेले काही चित्रकार तेथील आश्रय सुटताच आश्रयार्थ निरनिराळ्या ठिकाणी पांगले. ज्या ज्या ठिकाणी ते गेले तेथील लोकजीवन, रूढी, स्थानिक वैशिष्ट्ये, सभोवतालच्या निसर्गाचा सहवास यांचा





बुबुळे, भुवयापाशी सरकलेले केस, जरा मागे कललेला भाल प्रदेश, सरळ नाक हे या कलमांचे वैशिष्ट्य. राजस्थानी शैली प्रमाणेच पहाडी शैलीतील चित्रांमध्ये कृष्णभक्तीचा आविष्कार, रामायण व महाभारत किंवा

परिणाम त्यांच्या चित्रकलेत रुजला. त्यापैकी आग्रा, जम्मु, बसौली, गढवाल ही कलमे महत्त्वाची आहेत. राजस्थानी शैलीचा प्रभाव नसला तरीही मोगल शैलीतील रंगपद्धती, स्त्रीपुरुषांचे मत्स्याकृती नेत्र, त्यातील बारीक

जयदेवाचे 'गीतगोविंद' या सारख्या ग्रंथात वर्णन केलेल्या प्रसंगाचे भावदर्शी व तरल चित्रण झालेले दिसते. निरनिराळ्या रागांचा चित्रमय आविष्कार हादेखील पहाडी चित्रकलेचा विशेष आहे.



लेखक : राम अनंत थत्ते, शिल्पकार, अजिंठा येथील गुंफांचा विशेष अभ्यास, 'अजिंठा' हे पुस्तक अक्षरमुद्रा प्रकाशनद्वारे प्रकाशित. मो. : ९४२२२५३७४५.

अकिरतहॉफ  
कलर

व्हिजन फुल कलर  
गेनू

संतुर फूल कलर



# आमची शाळा

लेखक : सुबोध केंभावी



मी आयआयटी पवई येथे रिसर्च असोसिएट म्हणून काम करत असतानाची गोष्ट. संगणक विज्ञान व अभियांत्रिकी विभागातल्या एका प्रकल्पात भाषा विश्लेषणाचे व भाषांतराचे काम मी करत होतो. ही नोकरी सांभाळून काही तास शाळेतील कामासाठी देत होतो. त्याआधी चारपाच वर्षे मी पाचवी ते बारावीच्या मुलांना वैयक्तिक किंवा छोट्या गटात शिकवले होते.

तथाकथित ढ मुले मी शिकवल्यानंतर पास तर झालीच, काही जणांना ८० टक्क्यांच्या वर मार्क मिळाले. अर्थातच मला

कोचिंग क्लास घेण्याची विनंती पालक करू लागले. पण त्यात मला अजिबात रस नव्हता. मला हे तपासून बघायचं होतं की जे मी करू शकतो ते अनेक शाळांमधून का होत नाही? शिक्षकांची कुवत नाही किंवा त्यांना इच्छा नाही हे कारण मला पटत नव्हतं. नेमक्या अडचणी काय आहेत व त्यावर नेमके उपाय काय करता येतील यादृष्टीने काही प्रयोग करून बघायचे होते. सुदैवाने मला अशी संधी मिळाली.

शिक्षण मंडळ, गोरेगाव या संस्थेतर्फे चालवली जाणारी अ.भि. गोरेगावकर

पाचवीपासून दहावीपर्यंतचा अभ्यासक्रम आणि परीक्षेचे स्वरूप लक्षात घेतले तर त्यात आत्मविश्वासाने पास व्हायला लागणारी बुद्धिमत्ता जवळजवळ प्रत्येकाकडे असते; पण पुस्तकाची / वर्गातील भाषा जड वाटल्यामुळे, जे शिकतोय ते कशासाठी शिकतोय हेच न समजल्यामुळे किंवा मूलभूत संकल्पना नीट शिकवल्या गेल्या नाहीत म्हणून शाळेतील अभ्यासक्रम कोरडा, रसहीन वाटतो व त्यामुळेच बहुतांश मुले नापास होतात.

केवळ पास होण्याबरोबरच दहावीच्या परीक्षेत ठरवून, सराव करून ८० टक्क्यांपेक्षा अधिक गुण मिळवणेही सोपेच आहे. बुद्धीचा, आकलनशक्तीचा अभाव ही बहुधा मुख्य अडचण नसते.

इंग्लिश स्कूल ही मराठी माध्यमाची शाळा मुंबईला गोरेगावला पश्चिमेस आहे. शिक्षणक्षेत्रातील नवीन कल्पनांचे स्वागत करणे व त्या राबवायला आवश्यक ती मदत करणे ही संचालक मंडळाची भूमिका अनेक वर्षांपासून आहे. अशा भूमिकेमुळेच या शाळेत आजवर अध्ययन-अध्यापनविषयक वेगवेगळे प्रयोग होऊ शकले आहेत. गेली दहा वर्षे इयत्ता चौथीपर्यंतच्या प्राथमिक शिक्षणात झालेले प्रयोग व त्यांचे यश हे खास उल्लेखनीय असे आहे.

काही शाळांतील बहुतांश मुले दशकांपूर्वी मध्यमवर्गातील होती. आता या शाळेत शहरातील अनेक मराठी

शाळांप्रमाणेच कनिष्ठ मध्यमवर्गीय किंवा त्याहूनही गरीब मुलेच अधिक आहेत. बरेच पालक हे रोजगारावर काम करणारे, असंघटित गरीब कामगार आहेत.

शिक्षण सक्षमीकरणासाठी काही दिवसांची एखादी कार्यशाळा सलग घ्यायची ही पद्धत रूढ आहे. ही पद्धत आयोजनाच्या दृष्टीने सोपी आहे म्हणून कदाचित रूढ झाली असेल. असे काही प्रयत्न या शाळेतही पूर्वी झाले होते; पण ते शिक्षकांच्या दृष्टीने फारसे फायद्याचे ठरले नाहीत. म्हणूनच यावेळी कामाचे स्वरूप जाणीवपूर्वक वेगळे ठेवले होते.

पाचवी ते सातवीच्या शिक्षकांबरोबर गणित, मराठी, इंग्रजी, आकारिक

वार्षिक परीक्षेतील यश, सर्व मुले पास होणे हा एक आवश्यक असा टप्पा असला तरी असे यश मिळाले की तोच हेतू एकमेव होऊन बसतो व आकलनाची खरी गुणवत्ता म्हणजे काय या प्रश्नाकडे दुर्लक्ष होते. तसेच, इतर शाळांच्या तुलनेत आपल्याकडे काम चांगले होत आहे असे समाधान वाटत राहते. या बाबी पुढील वाटचालीत अडथळा ठरू शकतात व स्थितिशीलता आणू शकतात.

सध्या सरकारकडून होणारा सर्वेक्षण व सातत्यपूर्ण मूल्यमापनाचा आग्रह योग्य व आवश्यक आहे. मात्र अशा प्रयत्नांना पुरेसा वेळ न देता अचानक हे धोरण रद्द झाले किंवा याच्याशी विसंगत असे काहीतरी नवीन धोरण आले तर शिक्षकांचा उत्साहभंग होऊ शकतो. असे काही होऊ नये याबाबत राज्यातील अनेक शिक्षणतज्ञ आग्रह धरत आहेत ही एक आशादायक गोष्ट आहे.

राज्यात, देशात हे अध्ययन-अध्यापनविषयक प्रयोग होत आहेत त्या सर्वांचा समग्र असा विषयवार तुलनात्मक अभ्यास, मूल्यमापन करणारे प्रकल्प एकतर फारसे झालेच नाहीत व जर झाले असतील तर त्यांचे अहवाल सहज उपलब्ध नसतात. अशा प्रयोगांची माहिती तुकड्या तुकड्याने विखुरलेल्या स्वरूपात मिळते, वेळेवर उपलब्ध होत नाही. अशा अज्ञानातून इतरांनी शोधलेली पद्धतच परत शोधून काढणे असे 'परत एकदा चाकाचा शोध लावण्यासारखे' काम आमच्याकडून होत असेल हा धोकाही जाणवतो.

मूल्यमापन पद्धती, शाळेतील तंत्रज्ञानाचा वापर आणि शिक्षकांसाठी होणाऱ्या विविध कार्यशाळांवर आधारित दीर्घकालीन काम करायचे असे ठरवले.

● गणित, इंग्रजी या विषयात मागे पडलेल्या काही मुलांना मी काही दिवस शिकवले व त्या शिकवण्याचा परिणाम परीक्षेत काय झाला हे शिक्षकांना तपासायला सांगितले. त्या वर्गाला नियमित येणारी मुले घटक चाचणीत चांगल्या गुणांनी पास झाली. त्यांच्या उत्तरपत्रिकांमध्ये नीटनेटकेपणा होता व मुलांमध्ये आत्मविश्वास जाणवला असे शिक्षकांनी मला सांगितले.

काही वेळा मी शिकवताना शिक्षक वर्गात उपस्थित राहिले व वर्ग चालू असताना निरीक्षण करून त्यांनी माझे शिकवणे मुलांना कितपत आवडते आहे, समजते आहे हे बघून मला सांगितले. या पद्धतीचा फायदा मुलांना होतो आहे असे शिक्षकांनी सांगितल्यावरच मी अध्यापनातील बदलांच्या चर्चेला सुरुवात केली. चर्चेत शिक्षकांनी माझ्या पद्धतीबाबत

शंका विचारल्या, बदल सुचवले. यामुळे एक विश्वास व अनौपचारिकता निर्माण होऊन त्याचा फायदा पुढच्या वाटचालीत झाला असे मला वाटते. ही गोष्ट तशी साधी आहे; पण तो माझ्या कामातील एक महत्त्वाचा टप्पा होता.



इतरत्र नावलौकीक असलेला तज्ज्ञ शाळेत येऊन थेट शिक्षकांना उपदेश करतो असे स्वरूप ठेवले असते तर अशा प्रकारचे सकारात्मक नाते निर्माण झाले नसते.

● शिक्षकांबरोबरच्या चर्चेत काही वेळा अडचणींवर चर्चा होत असे. पोर्शन वेळेवर पुरा होत नाही, तासिका कमी मिळतात ही एक अडचण होती.

मुलांना शिकवल्यावर लगेच परीक्षा घेतली तर चांगले मार्क पडतात; पण काही काळानंतर चाचणी किंवा सत्र परीक्षा येते तोपर्यंत ती शिकवलेले बहुतेक सर्व विसरतात ही दुसरी अडचण होती.

यावर सातवी गणिताबाबत आम्ही काही साधे प्रयोग करून बघितले व उपलब्ध तासिकांचे नियोजन केले. त्याचा परिणाम असा दिसला की सातवी गणिताचे सर्व धडे शिकवून झाले व मार्च महिन्यात मुलांचा सराव घ्यायला वेळ उरला. सातवी गणिताच्या वार्षिक परीक्षेत २४० पैकी ९ मुले नापास झाली असे शिक्षक मला म्हणाले.

पूर्वी २४० पैकी ६० मुले नापास झाली होती. अशाप्रकारचा परिणाम पाचवीत इंग्रजी विषयाबाबतही दिसून आला होता. त्यावेळी नापास झाल्यास वर्ष बुडण्याची भीती असल्याने या यशाचे महत्त्व कदाचित अधिक जाणवले असेल.

● त्यापुढील चर्चेत अडचणींव्यतिरिक्त इतरही विषय येऊ लागले. इंग्रजी, गणित अशा विषयांच्या प्रश्नपत्रिकेचे स्वरूप काय असावे ? पेपर किती सोपा-कठीण ठेवावा ?

उदा. पाचवीत have/has चा नियम तपासण्यासाठी गाळलेल्या जागा भरा असा व्याकरणाचा प्रश्न होता. have/hasचा अर्थपूर्ण वापर करून वाक्य बनवता येते का हे तपासणारा प्रश्न मात्र नव्हता. यावर चर्चा झाली तेव्हा असे लक्षात आले की have/

has बाबत गेली काही वर्षे तरी ही एक पद्धतच पडलेली होती. पाचवीतील एखाद्या मुलीला have/has चा अर्थपूर्ण वापर माहीत नसेल तर ती नियम पाठ का करेल ? असा केवळ व्याकरणावरचा प्रश्न विचारण्याने अध्ययन-अध्यापनाच्या दृष्टीने काय फायदा होतो ? यावर पुढील मते व्यक्त झाली -

१) आधी have/has चा वापर शिकवू व मग नियम पाठ करायला लावू.

२) इंग्रजी शिकताना असले नियम पाठ असणे उपयुक्त आहे पण अत्यावश्यक नाही. वाचन-श्रवणाच्या सवयीने असे नियम सहजपणे लक्षात राहतील. तोपर्यंत have/has चा नियम फळ्यावर लिहून ठेवून वापरायला सांगितले तरी चालेल.

३) याच प्रकारची चर्चा प्रश्नपत्रिकेतील सर्व

### पालकांचा सहभाग

पालकांच्या सहभागाचा उल्लेख आवर्जून करायला पाहिजे. गेली दोन वर्षे बालवैज्ञानिक परीक्षेसाठी शाळेतच वेगळे वर्ग घेऊन मुलांची तयारी करून घेण्यात आली. गेल्या वर्षी काही मुलांना सुवर्ण व रौप्य पदकेही मिळाली. हा सर्व उपक्रम पालकांच्या गटामार्फत राबवला गेला. विज्ञान संकल्पना-कोशाचा वापर मुलांकडून करून



घ्यावा या माझ्या सूचनेला त्यांनी चांगला प्रतिसाद दिला. गेल्या वर्षी बालवैज्ञानिक परीक्षेला बसलेली मुले अजूनही त्याचा वापर करतात असे त्यांच्या पालकांनी सांगितले. या परीक्षेबाबतही पदके मिळवणे हा हेतू नसून या निमित्ताने विज्ञानाच्या अभ्यासाची आवड लागावी अशीच पालकांची भूमिका आहे.

प्रश्नांबाबत करू. यात खास लक्षात घ्यायची बाब म्हणजे यावेळी मी थेट मार्गदर्शन केले नव्हते, त्याची गरजच भासली नाही. मी चर्चा सुरू करून केवळ काही प्रश्न विचारून किंवा सूचना करून चर्चेला काही प्रमाणात दिशा देत होतो. अंतिम निर्णय व मते शिक्षकांचीच आहेत. बहुतेक शिक्षकांकडे अशाप्रकारे सामूहिकपणे चर्चा करून अध्यापनविषयक समस्या सोडवायची कुवत असतेच व योग्य परिस्थितीत त्याचा वापर ते सामूहिकपणे करतात. सुरुवातीचा काही काळ मात्र त्यांच्या सोबत राहून नेमकेपणाने तपशीलवार मार्गदर्शन करावे लागते, पुरेशी समर्पक उदाहरणे द्यावी लागतात.

- या अनुभवातून तसेच या प्रकारचे काम करणाऱ्या इतर लोकांशी झालेल्या चर्चांमधून लक्षात आलेली एक गोष्ट अशी - कामचुकार बेफिकीर असे शिक्षक संख्येने कमी आहेत.

शिकवायला आवडते म्हणून उत्साहाने पुढाकार घेणारे शिक्षकही अल्पसंख्यच आहेत. बहुतेक शिक्षक हे गोंधळलेले आहेत; पण त्यांना नोकरीपुरते का होईना सरकारी आदेशानुसार काम करायचे असते व त्यातून जर मुलांचा काही फायदा झाला तर त्यांना आवडते.

निवडक उत्साही शिक्षक व बरेचसे नोकरीपुरते काम करायला तयार असणारे शिक्षक असा गट बहुतेक शाळांमध्ये दिसून येतो.

बरेचदा उत्साही शिक्षकांना नाउमेदच केले जाते; पण जर त्यांना प्रोत्साहन मिळाले तर इतर शिक्षकही हळूहळू प्रभावित होतात. त्या अर्थाने हे चित्र बरेचसे आशावादी आहे.

- या कामात येत असलेल्या अडचणींमधील सर्वांत मोठी अडचण उपलब्ध वेळेची आहे. सहल, स्पर्धा, दहावी-बारावीच्या परीक्षा केंद्राची जबाबदारी अशा अनेक कारणांमुळे मुख्याध्यापकासह सर्वच शिक्षकांना तासिका कमी मिळतात. त्यातील बराचसा वेळ सर्व धडे शिकवून पूर्ण करणे यासाठीच जातो, फार कमी वेळ प्रयोगांना मिळतो. अशामुळे जे काम खरेतर दोन सत्रात होणे अपेक्षित असते ते चार सत्रांनंतरही चालू राहते.

- दुसरी अडचण नियोजनाची आहे. एखाद्या सत्रात जो काही वेळ मिळणार आहे त्याचे नियोजन सत्रापूर्वीच्या सुटीमध्येच



व्हायला हवे पण ते अजूनही जमलेले नाही.

या दोन अडचणींमुळे शाळेतील तंत्रज्ञानाचा वापर व कार्यशाळांवर आधारित दीर्घकालीन काम या दोन्ही बाबतीत थोडे काम झाले आहे. अजून बरेच काही करता येईल.

● या सर्व प्रक्रियेत, सर्व अडचणींना तोंड देऊन शिक्षकांनी सकारात्मक बदल करून दाखवलेत. केवळ पास करण्यापुरते न शिकवता पुढील आयुष्यात उपयोगी पडतील अशी भाषिक व अभ्यास कौशल्ये आपण शिकवूया अशी भूमिका शिक्षक स्वतःहून मांडत आहेत. अध्यापनविषयक प्रयोगांची चर्चा व तयारी करायला बहुतेक शिक्षक दररोज एक ते दीड तास अधिक देत आहेत. असे प्रयोग करताना अभ्यास-क्रमातील अध्ययन निष्पत्तींचा विचार केला जात आहे. प्रत्येक मुलाजवळ शालेय मराठी शब्दकोश, बाल-भारतीचा इंग्रजी-मराठी शब्दकोश अशाप्रकारचे एखादे संदर्भ साहित्य असावे यासाठी शिक्षकांनी खास प्रयत्न केले आहेत.

मराठी युनिकोड वापरून संगणकावर थेट छापता येईल असे प्रश्नपत्रिकेचे अंतिम स्वरूप अनेक शिक्षक आता तयार करू शकत आहेत. काही शिक्षक संगणक

वापरून सध्या चालू असलेल्या प्रयोगांवर मराठीतून सादरीकरण करू शकत आहेत.

आम्ही करतोय ते काम फार साधे आहे. पुढील वाटचाल सोपी व्हावी यासाठी एक प्रकारची पाया-उभारणी होते आहे.

आमच्या प्रयोगातील काही उदाहरणे पाहण्यासारखी आहेत.

### अडचण भाषेचीच

आमच्या शाळेत इयत्ता पाचवीत येणारी मुले वेगवेगळ्या शाळांमधून येतात. त्यांच्यामध्ये वाचन-लेखन कौशल्ये पुरेशी विकसित न झालेली मुले बरीच असतात. अशा मुलांना सामान्य विज्ञानासारख्या विषयातील काही भाग समजत असतो, आवडतही असतो पण धड्याखालचे प्रश्न विचारून होणारी तोंडी किंवा लेखी परीक्षा त्यांना कठीण वाटते. अशा मुलांपुढे आम्ही आरोग्याच्या चांगल्या व वाईट सवयी दर्शवणारी चित्रे एकत्र मांडली व त्यातल्या चांगल्या सवयी ओळखायला



सांगितल्या. जिभेवर लाल चट्टे पडणे अशा प्रकारच्या आजारांची तसेच काही फळे, भाज्या व धान्यांची चित्रे दाखवून कोणत्या आजारासाठी काय खावे ते दाखवायला सांगितले. लिहिण्याबाबत कंटाळा किंवा अडचण असलेल्या बहुतेक मुलांनी योग्य चित्रे निवडली. चित्रे न दाखवता केवळ नावे लिहून जोड्या जुळवा सारखे प्रश्न विचारले असते तर अनेक मुलांना लेखी-परीक्षा किंवा गृहपाठाचीच आठवण झाली असती.

वाचन-लेखन कौशल्ये विकसित नसणे व सामान्य विज्ञानासारख्या विषयाची समज नसणे या दोन वेगळ्या गोष्टी आहेत. विषयाची समज तपासताना शक्य असेल तेथे पुस्तकातील ठरावीक प्रश्न, वाचन-लेखन या ऐवजी चित्रे, प्रत्यक्ष बोलणे, प्रत्यक्ष कृतीसारखे प्रकार वापरायचे महत्त्व इथे जाणवले.

### संमुख म्हणजे काय ?

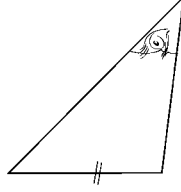
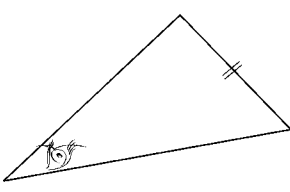
इयत्ता सहावी, सातवीतील अनेक मुलांना त्रिकोणाच्या एखाद्या शिरोबिंदूची 'संमुख बाजू' ओळखता येत नाही असे

लक्षात आले होते. संमुख हा शब्द कठीण आहेच पण 'संमुख बाजू म्हणजे समोरची बाजू' असं सांगितलं तरीही काही मुलांना नीट समजत नव्हतं, त्यांच्या चुका होत होत्या. या मुलांशी बोलल्यावर मला जाणवलं की भूमितीच्या अनेक संकल्पनांप्रमाणे इथेही भाषेची अडचण आहे.

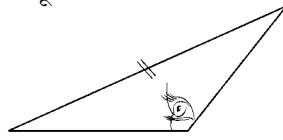
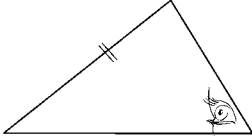
नेहमीच्या व्यवहारात एखादी गोष्ट समोर असते त्या अर्थाने त्रिकोणाची एखादी बाजू एखाद्या शिरोबिंदूच्या 'समोर' असेलच असं नाही. ती त्या बिंदूच्या खाली किंवा वरही असू शकते. कुठलाही त्रिकोण काढा असं सांगितल्यावरदेखील सवयीने जो 'सरळ उभा' असलेला ABC हा समभुज त्रिकोण काढला जातो त्यात A ची संमुख बाजू BC ही बरोबर त्याच्या खाली असते, समोर कुठे असते ? केवळ एका बिंदूचा उल्लेख असेल तर त्याच्या समोर म्हणजे नेमके कुठे ? मोठ्यांच्या सहज लक्षात न येणाऱ्या अशा (विचित्र ! ) शंका अनेक विद्यार्थ्यांच्या मनात सहज येत असतात.

मुलांच्या शंका-निरसनचा एक प्रयत्न

इतर ठिकाणी जे प्रयोग होत आहेत व अध्ययन-अध्यापनविषयक जे संशोधन सुरू आहे याबाबत होमी भाभा विज्ञान शिक्षण संस्थेकडून बरीच माहिती मिळत असते. रचनावादी शिक्षण, आकारिक मूल्यमापन, गणित शिक्षणातील तंत्रज्ञानाचा वापर, त्रिकोणाचे गुणधर्म किंवा अपूर्णाक यासारख्या गणितातील मूलभूत संकल्पना शिकवायच्या पद्धती व साधने अशा विषयांवरील कार्यशाळांमध्ये भाग घेतल्याचा खूपच फायदा झाला. शाळेतील प्रयोग करताना आम्ही जी तात्त्विक भूमिका घेत आहोत त्याच्याशी संबंधित काही पैलू अधिक नीट समजले, काही महत्त्वाच्या संकल्पनांबाबत शंका- निरसन झाले. अशी संस्था शाळेशी निगडित असणे ही फार मोठी जमेची बाजू आहे.



संमुख बाजू



वेगवेगळ्या प्रकारच्या समर्पक आकृत्यांची उदाहरणे दाखवली तर जास्त उपयोग होतो.

### शंकासुर

मोकळेपणाने शंका विचारायची सवय मुलांना लागावी म्हणून काही महिने आम्ही एक प्रयोग

म्हणून मी वेगवेगळे त्रिकोण काढले. दरवेळी प्रत्येक शिरोबिंदूजवळ 'समोरच्या' बाजूकडे बघणारा एक डोळा काढला व तो डोळा ज्या बाजूकडे बघतोय ती संमुख बाजू असे सांगितले. अनेक उलटसुलट (!) त्रिकोणांच्या बाबतीत असे केल्यावर, शब्दांनी समजवल्या-शिवायच संमुख बाजू कोणत्या दिशेला असते मुलांच्या लक्षात आले. त्यानंतर त्यांना गटकार्य म्हणून असे सांगितले की वेगवेगळे उलटसुलट त्रिकोण काढा. शिरोबिंदूंना तुम्हाला हवी ती नावे द्या व कोणती बाजू कोणाच्या संमुख आहे ते ओळखा. ही पद्धत खूपच उपयुक्त ठरली. बरीच मुले आधी डोळा काढत होती व नंतरच उत्तर सांगत होती पण त्रिकोण उलटसुलट कसाही काढला तरी उत्तर बरोबर देत होती.

एक दोन आकृत्या काढून, सोबत तोंडी स्पष्टीकरण देऊनही ज्यांचा गोंधळ होत असतो त्यांच्या मनात काय चालू आहे याचा अंदाज घ्यावा लागतो. तसा अंदाज घेऊन मग केवळ भाषिक स्पष्टीकरण देण्यापेक्षा

केला होता. सूचना-वही असते तशी एक शंका-वही शाळेत ठेवली होती व 'रोज जे शिकवले जाते त्यातले जे काही समजत नसेल ते त्या वहीत लिहा, आम्ही त्यातील शक्य तेवढा भाग परत एकदा वेगळ्याप्रकारे शिकवू' असे मुलांना सांगितले होते. मुले शिक्षकांना घाबरून मोकळेपणाने शंका लिहिणार नाहीत किंवा ज्या शिक्षकांचे शिकवणे कळत नाही असे लिहिले जाईल त्यांना राग येईल अशी भीती अनेकांना वाटत होती पण प्रत्यक्षात मात्र मुलांनी व शिक्षकांनीही चांगला प्रतिसाद दिला. गणित, इंग्रजीच नाही तर मराठीसारख्या विषयाबाबतही शंका लिहिल्या गेल्या. शंका-निरसनाचे काही वर्ग शाळा सुटल्यानंतर मी घेतले व वेळेच्या उपलब्धतेनुसार काही शिक्षकांनीही असे वर्ग घेतले. आपण मोकळेपणाने शंका विचारली तर शक्य तेवढी मदत शिक्षक करतात अशी मानसिकता निर्माण व्हायला अशा उपक्रमांची मदत होते हे लक्षात आले.



अध्ययन-अध्यापन विषयक प्रयोग करताना जाणवणारा एक मोठा अडथळा म्हणजे मुलांवर शहरातील वातावरणाचा होणारा विपरीत परिणाम. मुंबईच्या उपनगरातील कनिष्ठ मध्यमवर्गीय किंवा गरीबांच्या वस्त्यांमध्ये राहणाऱ्या या मुलांना केवळ टी.व्हीवरच नव्हे तर सभोवतीदेखील हिंसाचार, व्यसनीपणा, सेक्स, अति-श्रीमंती, चंगळवाद यांनी भारलेले वातावरण दिसत असते. ग्रामीण किंवा निमशहरी भागापेक्षा मुंबईत ही समस्या अधिक तीव्रतेने जाणवते. वेळीच लक्ष न दिल्यास हिंसाचार किंवा व्यसनीपणामुळे एखादे मूल भरकटले जाऊ शकते.

दर आठवड्याला या गोष्टीची आठवण करून देणाऱ्या काहीतरी घटना घडतच असतात व शाळेच्या मुख्याध्यापकांचा बराचसा वेळ यात जातो. मुलांना शाळा सुटल्यावर थांबवून क्रीडा, नाटक, तंत्रज्ञान यांच्याशी संबंधित उपक्रमांमध्ये गुंतवून ठेवायचा विचार चालू आहे.

## उत्तराची भाषा

स्वतःच्या भाषेत, स्वतःला समजले आहे तसे उत्तर लिहिणे हे एक महत्त्वाचे कौशल्य आहे परंतु केवळ तशी उत्तरे लिहा अशाप्रकारची सूचना देऊन काही फायदा होत नाही.

बहुतेक मुलांची अभ्यास करायची कल्पना अशी असते की धड्याखालच्या प्रश्नांची उत्तरे गाईडमध्ये असतात तशी किंवा कोचिंग क्लासमध्ये सांगतात तशी लिहून काढायची.

स्वतःच्या भाषेत उत्तरे लिहिणे म्हणजे काय हे समजावून सांगायला आम्ही पाठ्यपुस्तकातला एक उतारा निवडला, त्यावर काही प्रश्न विचारले व त्यातील एका प्रश्नाची उत्तरे पाच प्रकारे लिहून दाखवली.

त्यातील पहिले उत्तर हुबेहूब पुस्तकातून उतरवलेले होते, दुसरे उत्तर गाईडमधून उतरवलेले होते. उरलेली तीन उत्तरे मात्र वेगळी होती. लहान लहान वाक्यात, सोपे शब्द वापरून मात्र मुख्य आशय तोच ठेवून ती उत्तरे लिहिलेली होती. पहिल्या दोन उत्तरांसारखे लिहू नका, उरलेल्या तीन उत्तरांवरून स्वतःच्या भाषेत कसे लिहितात ते समजून घ्या असे मुलांना सांगितले. उरलेल्या प्रश्नांची उत्तरे स्वतःच्या भाषेत लिहिण्याचा प्रयत्न करा असे मुलांना सांगितले.

शिक्षकांनी केलेल्या अशाच प्रकारच्या लहानलहान प्रयोगांची मालिका, त्यानुसार अध्यापनात केलेले बदल, पुन्हा मूल्यमापन यातूनच गुणवत्ता वाढत जाणार आहे.

आपल्याला काय वाटते?



लेखक : सुबोध केंभावी, आयआयटी पवई येथे रिसर्च असोसिएट म्हणून काम, संगणक विज्ञान आणि अभियांत्रिकी प्रकल्पात भाषा विश्लेषण आणि भाषांतराचे काम, मुंबईच्या अ.भि. गोरेगांवकर शाळेत शिक्षक आणि विद्यार्थ्यांसोबत शिक्षणाचा प्रयोगशील उपक्रम करतात.

Aarti Industries  
Ai



# Aarti Industries

Engineering & Fabrication  
Precision Job Works,

K. D. Paygude

Ph. : 020-24394829

Mob. : 9822029565

Sr. No. 36/1/1, Sinhagad Road, Near Lokmat,  
Opp. Mixing Concrete Plant, Beside Maurti Service Station  
Wadgaon Kh., Pune-41



२७ वषे साहित्यिक आणि वैचारिक संस्कृति जपणारे वार्षिक



किंमत : ९०/-

पृष्ठे ३००

वाचकांसाठी खास दिवाळी भेट नातेसंबंधांचा जादुई पेटारा

## 'नातेजगत'

वेदकाळापासून आय.टी. जन्मापर्यंतच्या काळातील नात्यांचा मागोवा घेणारे अध्यासपूर्ण लेख व ललित अंगाने नात्यांचा मोहक पोट गुंफणारे साहित्य... खास आकर्षण : 'कथाविश्व' गेल्या १०० वर्षातील गाजलेल्या १५ कथांचे पुनर्मुद्रण व समीक्षा लेखन

संपादक : नीलिमा शिकारखाने (नीशी)

८१४ शुक्रवार फेट, गाडीखाना हॉमिटेल् जवळ, पुणे २.

मो. ९८९०५०८०९१

e mail - vishrantimagazine24@yahoo.com

# आयुकाचे विज्ञान प्रसार कार्यक्रम

लेखक : अरविंद परांजपे

आयुका (Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics) हे खगोलशास्त्र विषयात संशोधन करणाऱ्या एका भारतीय संस्थेचे नाव आहे. अनेक विद्वान शास्त्रज्ञ या संस्थेत महत्त्वाचे शोध कार्य करत आहेत. त्याची दखल आंतरराष्ट्रीय पातळीवर घेण्यात येत आहे.

विद्यापीठ क्षेत्रात कार्यरत असलेल्या प्राध्यापकांना खगोलशास्त्रात संशोधन करण्याकरता मूलभूत सोई उपलब्ध करून देणे हे आयुका संस्थेचे मुख्य उद्दिष्ट आहे.

आयुकाचे संस्थापक संचालक प्रा. जयंत नारळीकर यांच्या दृष्टीकोनानुसार संस्थेच्या उद्दिष्टात विज्ञान प्रसाराच्या कार्यक्रमालाही

एक महत्त्वाचे स्थान देण्यात आले आहे. त्याच बरोबर ही भारतातील कदाचित पहिलीच संस्था असावी .

आयुकाच्या विज्ञान प्रसाराच्या कार्यक्रमांना दिशा देण्याचे काम एक समिती करते. या समितीवर अगदी पहिल्या दिवसांपासून काम करण्याची संधी मला मिळाली.

आयुकाच्या विज्ञान प्रसाराच्या कार्यक्रमातील दोन कार्यक्रम असे आहेत की ज्यात फक्त पुण्यातील शिकणाऱ्या विद्यार्थ्यांनाच भाग घेता येतो; पण इतर सर्व कार्यक्रम असे आहेत की ज्यात कुणालाही भाग घेता येऊ शकतो.



## व्याख्याने

फक्त पुण्यातील विद्यार्थ्यांसाठी जेव्हा शाळांची शैक्षणिक सत्र चालू असतात म्हणजेच जून ते फेब्रुवारी या कालावधीत महिन्याच्या दर दुसऱ्या शनिवारी आयुकाच्या चंद्रशेखर सभागृहात विज्ञानाच्या एका विषयावर दोन वेळा व्याख्यान देण्यात येतं. पहिल्यांदा इंग्रजीत आणि मग मराठी किंवा हिंदीत. या कार्यक्रमासाठी पुण्यातील २०० शाळांना आमंत्रण पाठवण्यात येते. प्रत्येक शाळेतून एक शिक्षक आणि १० विद्यार्थ्यांना प्रवेश दिला जातो. गेली अनेक वर्षे बारामती, राजगुरुनगर मधल्या शाळातून मुले ही व्याख्याने ऐकण्याकरता येत आहेत.

पण आता या व्याख्यानांचे थेट वेब प्रसारण करण्यात येत आहे, तेव्हा ही व्याख्याने ज्यांच्याकडे इंटरनेट आहे अशा कुणालाही ऐकता (किंवा खरंतर बघता) येतील. इतकंच नव्हेतर तुम्हाला प्रश्न देखील विचारता येतील.



## उन्हाळी शिबिर

हा कार्यक्रम ८ वी तून ९ वी किंवा ९वी तून १०वीत गेलेल्या विद्यार्थ्यांसाठी उन्हाळ्यातील सुट्टीत घेण्यात येतो. एप्रिल मधील शेवटचे ३ आठवडे आणि मे महिन्यातील ३ आठवडे असा हा सहा आठवड्यांचा हा कार्यक्रम असतो. दर आठवड्याला सुमारे ३० विद्यार्थ्यांना या कार्यक्रमात भाग घेण्यास आमंत्रित करण्यात येते. आत्तापर्यंत सुमारे १८० मुलामुलींनी या कार्यक्रमात भाग घेतला. ५ दिवसांच्या या कार्यक्रमात विद्यार्थी आयुकातील शास्त्रज्ञांना भेटतात व त्यांच्याकडून संशोधन कसे करतात हे जाणून घेतात. या मुलांकडून विविध प्रयोग करून घेण्यात येतात. दर आठवड्याच्या कार्यक्रमाची सुरुवात सोमवारी होते आणि शुक्रवारी विद्यार्थ्यांच्या प्रकल्प सादरीकरणाने या कार्यक्रमाची सांगता होते. मुख्य म्हणजे या दिवसात जरी शासकीय सुट्टी असली तरी हा कार्यक्रम चालूच राहतो.

या कार्यक्रमाचा एक वेगळा पैलू म्हणजे विद्यार्थ्यांनी स्वतः संशोधनात्मक प्रयोग करणे. ज्या शिक्षकांना आणि पालकांना असं वाटत असेल की आपल्या विद्यार्थ्यांला पण अशी संधी मिळावी त्यांनी आमच्याशी संपर्क साधून हे प्रयोग कसे करतात हे जाणून

घेऊन असेच प्रयोग आपल्या विद्यार्थ्यांकडून करून घ्यावेत. आणि हे प्रयोग करताना काही अडचणी आल्या किंवा काही शंका असतील तर आम्ही आहोतच त्यांची उत्तर देण्याकरता.

पुण्याबाहेरच्या शाळेतील विद्यार्थ्यांना या कार्यक्रमात न बोलवण्याचे



मुख्य कारण म्हणजे या मुलांकडे लक्ष देण्यासाठी आमच्या कडे नसलेले माणूस बळ; पण त्यावर तोडगा आहे. या कार्यक्रमाचा एक मुख्य भाग म्हणजे शास्त्रज्ञांबरोबर काम करण्याची संधी; पण त्यासाठी तुमच्याकडे दोन पर्याय आहेत. एकतर पूर्व परवानगी घेऊन तुम्ही आयुकाला भेट देऊ शकता आणि त्या वेळी तुम्हाला काही शास्त्रज्ञांना भेटता येईल. दुसरं म्हणजे तुम्ही आपल्या मुलांना जवळच्या संस्थेतील शास्त्रज्ञांना भेटायला घेऊन जाऊ शकता.

### सर्वांचा सहभाग

दर वर्षी २८ फेब्रुवारी रोजी भारतभर राष्ट्रीय विज्ञान दिवस साजरा करण्यात येतो. या दिवशी विज्ञानाच्या क्षेत्रात काम करणाऱ्या सर्व संस्था आपली दालने सामान्य जनतेसाठी खुली ठेवतात. आयुकात हा दिवस फार मोठ्या प्रमाणात साजरा करण्यात येतो.

या दिवशी आयुकाचे शास्त्रज्ञांचे काम,

आंतरराष्ट्रीय पातळीवर खगोलशास्त्रात होणाऱ्या संशोधनाची माहिती तर देण्यात येतेच पण त्याच बरोबर खगोलीय विषयांवर सिनेमे आणि व्याख्याने, प्रात्यक्षिके, प्रयोगशाळांना भेट असे विविध कार्यक्रम असतात. तसेच आम्ही काही इतर संस्थांना पण या कार्यक्रमात भाग घेण्यास बोलवतो.

या कार्यक्रमात भाग घेण्यासाठी पूर्व परवानगी लागत नाही. सकाळी १०.३० वा. आयुकाची दालने खुली करण्यात येतात. त्या नंतर कुठली ही सुट्टी न ठेवता हे कार्यक्रम संध्याकाळी ५.३० पर्यंत चालू असतात. त्यानंतर वैज्ञानिक क्षेत्रात नवीनतम शोधाबद्दल व्याख्यान असते. सहसा हे व्याख्यान त्या वर्षी मिळालेल्या नोबेल पारितोषिकाबद्दल असते. हे पारितोषिक का देण्यात आले, त्या शोधाचे महत्त्व याची माहिती सोप्या भाषेत देण्यात येते.

विज्ञान दिवसाच्या कार्यक्रमाचा एक खूप लोकप्रिय कार्यक्रम म्हणजे - प्रश्नोत्तरांचा

कार्यक्रम. या कार्यक्रमात सहसा प्रा. जयंत नारळीकर आणि प्रा. पद्मनाभन श्रोत्यांच्या प्रश्नांची उत्तरे देतात. श्रोत्यांनी आधीच आपले प्रश्न एका कागदावर लिहून देणे अपेक्षित असते.

या प्रश्नोत्तराच्या कार्यक्रमाचे संचालन मी करत आलो आहे. गेल्या काही वर्षात श्रोत्यांनी विचारलेल्या प्रश्नांची पातळी पण उंचावत गेल्याचे जाणवत आहे. सुस्वातीला बहुसंख्य श्रोते कृष्ण विवर म्हणजे काय हा प्रश्न हमखास विचारत असत. इतकं की एका वर्षी मी हा प्रश्न वाचून मग प्रश्न विचारण्याची नावे घेतली ती इतकी होती की जणू काही रेडिओवर आपली आवड कळवणाऱ्या श्रोत्यांची नावंच आपण वाचत आहोत असं वाटलं आणि मी पण याचा शेवट 'आणि कोथरूडहून तार्ई माई अक्का तात्या आणि समस्त परिवार' असा केला होता.

पण आता प्रश्नांचे स्वरूप बदलायला लागले आहे. खगोलशास्त्र या विषयातील



ताज्या घडामोडींबद्दल किंवा संशोधनातील करियरबद्दलचे प्रश्न जास्त येऊ लागले आहेत.

विज्ञान दिनाच्या कार्यक्रमाची सांगता आकाशदर्शनाच्या कार्यक्रमाने होते. या कार्यक्रमास मात्र तुम्हाला पासेस घेणे गरजेचे असते. हे पासेस निःशुल्क असतात. जेव्हा आकाशदर्शनाचा आम्ही पहिला कार्यक्रम घेतला तेव्हा जवळ जवळ अर्धा किलोमीटर लांब रांग लागली होती. म्हणून सर्वांच्या सोईसाठी मग आम्ही तासातासाचे निःशुल्क पासेस देण्यास सुरुवात केली. या कार्यक्रमाची सुरुवात अंधार झाल्यावर ७.३० वाजता होते. दर तासाला ३०० लोकांना प्रवेश देण्यात येतो. हा कार्यक्रम रात्री सुमारे ११ वाजेपर्यंत चालतो.

विज्ञान दिनाचा दिवस भराचा कार्यक्रम सर्वांसाठी खुला आहे. इतर सर्व कार्यक्रमांसाठी पूर्व नियोजन गरजेचे आहे. हे नियोजन सर्वसाधारण पत्रव्यवहाराने किंवा ईमेलने होत असते; पण कधी कधी दूरध्वनीचा वापर सुद्धा होऊ शकतो.

या मागचे कारणही तसेच आहे. जेव्हा आमच्याकडे तुम्ही येता तेव्हा आम्ही तो सर्व वेळ तुम्हाला देत असतो. आता याच वेळेत जर मध्येच कोणी दुसरी व्यक्ती आली तर स्वाभाविक कार्यक्रमात खंड पडतो.

## शुक्रवारचे आकाशदर्शन

या कार्यक्रमासाठी निःशुल्क पासेस देण्यात येतात; पण तुम्ही ई-मेल पाठवूनही नोंदणी करू शकता. हा कार्यक्रम सूर्यास्तानंतर सुमारे तासाभराने सुरू होतो. थंडीत हा कार्यक्रम थोडा लवकर सुरू होऊन लवकर संपतो. तर उन्हाळ्यात हा कार्यक्रम थोडा उशिरा सुरू होतो. या कार्यक्रमात आपल्याला तारका आणि तारकासमूहांची ओळख करून देण्यात येते. तसेच दुर्बिणीतून ग्रह, तेजोमेघ, वगैरे दाखवण्यात येतात. त्याच बरोबर उपस्थितांच्या शंकांचे निरसन करण्यात येते.

## आयुकाला भेट

आयुकाबद्दल आपण ऐकलेले असते आणि अनेकांची इच्छा असते, आयुकाचा परिसर बघण्याची... त्यासाठी गुरुवारचा (सुट्टीचे सोडून) दिवस निश्चित करण्यात आला आहे. वेळ आहे. सायं. ४ ते ५.३०.

## आठवड्यातील कार्यशाळा

लहान मुलांसाठी, शिक्षकांसाठी किंवा कोणाही इच्छुकांसाठी आठवड्यातील ४ दिवस (दोन दिवस वैज्ञानिक खेळणी आणि दोन दिवस खगोलशास्त्र) अशा वेगवेगळ्या कार्यशाळा घेण्यात येतात. या कार्यशाळांचे स्वरूप कार्यशाळांमध्ये भाग घेणाऱ्या गटांवर अवलंबून असते. म्हणजे असं की जर तुमचा गट हा शिक्षकांचा आहे आणि तुम्हाला वेगवेगळी वैज्ञानिक खेळणी बनवण्याच्या

कार्यशाळेसाठी प्रशिक्षण हवे आहे तर तुम्ही तशी विनंती करू शकता किंवा तुम्हाला तुमच्या विद्यार्थ्यांना प्लूटो हा ग्रह का नाही हे जाणून घ्यायचे असेल तर तुम्ही तशी पण विनंती करू शकता.

## दुर्बिणी बनवण्याची कार्यशाळा

जर तुम्हाला खगोलनिरीक्षणासाठी दुर्बिणी बनवायची असेल तर त्यासाठी मार्गदर्शन करण्यात येते. सुमारे ५ ते ६ दिवसात एक ४ इंच व्यासाच्या आरशाची दुर्बिणी तयार होते. तसेच आम्ही २ इंच भिंगांची दुर्बिणी पण बनवण्यास मदत करतो. तयार दुर्बिणी तुम्ही आपल्याबरोबर घेऊन जात असता आणि त्यासाठी लागणाऱ्या वस्तूंचा खर्च हा तुम्हीच करायचा असतो. पण प्रशिक्षण मात्र मोफतच असतं.

## गिरावली वेधशाळेला भेट

पुण्यापासून सुमारे ८० कि.मी. अंतरावर आयुकाची वेधशाळा आहे. या वेधशाळेत एक अद्ययावत दुर्बिणी आहे. या वेधशाळेला पण तुम्हाला भेट देता येते. हा जाऊन येऊन सुमारे ६ तासांचा कार्यक्रम असतो. यासाठी मात्र तुमच्याकडून जाण्यायेण्याचा खर्च घेण्यात येतो. तुम्हाला वेधशाळेचा परिसर आणि खुद्द दुर्बिणी दाखवण्यात येते.

## विद्यार्थ्यांचे प्रकल्प

वेगवेगळ्या वयोगटातील विद्यार्थ्यांना शाळेसाठी किंवा कॉलेजमध्ये प्रकल्प करून त्यांचे सादरीकरण करावे लागते, त्यासाठी मदत मिळू शकते; पण हे प्रकल्प





- अशी भावना घेऊन येतात. आम्ही या मताच्या विरुद्ध आहोत.

शेवटी मी असेही म्हणून की वेगवेगळ्या प्रकारे आम्ही विद्यार्थ्यांना मदतीचा हात देण्यास तयार असतो - तेव्हा पृच्छने में क्या हर्ज है या नात्याने तुमच्या मनात काहीही शंका असेल तर

विद्यार्थ्यांनी करणे आवश्यक असते. कधी कधी पालक - अहो, काहीतरी करून द्या आम्हाला. शेवटी हा शाळेचाच प्रकल्प आहे

अवश्य आमच्याशी संपर्क साधा. शक्यतो ई-मेल करा, तुम्हाला उत्तर नक्की मिळेल.



लेखक : अरविंद परांजपे, खगोलशास्त्रज्ञ, आयुका पुणे येथे कार्यरत. arp@iucaa.ernet.in

**INVESTMENT ADVISOR**



**Prabhakar Shidhaye**  
B.E. (Mech.) Marine Engineer Officer - Class I  
**CERTIFIED FINANCIAL PLANNER**

---

'Siddhi', 4, Swati Society, Dhankawadi, Pune - 411 043  
Phone (020) 24371044 Mobile : 94225 47670  
E-mail shidhaye.prabhakar@gmail.com



# मुलांशी मैत्रीचे नाते

लेखक : कमलेशचन्द्र जोशी अनुवाद : मीना कर्वे

तुम्ही मला जर विचारलंत की मुलांबरोबर मैत्रीचं नातं कसं काय जुळू शकतं, तर मी हेच उत्तर देईन की मुलं आणि आपण यांच्यामध्ये कुठलंही अंतर राखून बोलणं, त्यांच्यापासून काहीही लपवून ठेवणं असं करू नये. तसंच आपण मुलांचं म्हणणं अगदी लक्षपूर्वक एकावं. अशा प्रकारे मुलांच्यात व आपल्यात अगदी पारदर्शी सरळ संबंध जोडले गेले तर आपण मुलांशी मैत्रीचं नातं नक्की जोडू शकतो.

अंकुर संस्थेच्या गौतमपुरी केंद्रात मी लहान मुलांबरोबर काम करत होतो. ह्यावेळी मुलांबरोबर काम करतांना अशा जवळच्या नात्याची किती गरज आहे हे मला कळलं. शिवाय मला मुलांबरोबर आपण गाढ मैत्रीचं नातं कसं जोडू शकू ह्या विषयी विचार करण्याची संधी मिळाली. आपण जर स्वतःला शिस्त लावून घेण्याचं ठरवत असू, आणि मुलांनी आपलं म्हणणं एकावं असं आपल्याला वाटत असेल तर त्यांच्या म्हणण्यालाही आपण तेवढंच महत्त्व दिलं

पाहिजे. तसंच आपली चूक झाली असेल तर ती आपण मान्य करण्यात जराही संकोच करून चालणार नाही.

## मुलांच्या अपेक्षा

आमच्या केंद्रामध्ये 'नमस्ते' करण्याची औपचारिक पद्धत नाहीय. लहान असो अथवा मोठा, जर तुमचा मूड असेल तर नमस्ते करा. नाही केलं तरी काही हरकत नाही. मलाही ह्याचा अनुभव येत असतो. 'बगीचा' गटा मधील कल्पना, सावित्री, लक्ष्मी कधी मला नमस्ते करतात, तर कधी मी त्यांना करतो. एकूणच कुणालाच कुणाकडून नमस्काराची अपेक्षा राहत नाही. कधी मी त्यांना नमस्ते केलं तर विचारून घेतो की 'कल्पना, कसा चाललाय तुझा अभ्यास?' किंवा 'ग्रंथालयातून तू कोणतं पुस्तक वाचायला आणलय?' 'काल का नाही आलीस?' वगैरे वगैरे.

एक दिवस मी अशाच प्रकारे कल्पनाची चौकशी करत होतो. पण तिला हे प्रश्न वरवरचे आहेत हे कळून चुकलं. तिने आपण

रागावलो आहोत हे दाखवून लगेच विचारलं. “तुम्ही स्वतः तर येत नाही आणि शिकवत पण नाही.’ तेव्हा मी तिची समजूत काढली न् तिला म्हणालो की ‘आता तुला शशीताई शिकवते, मी केंद्रावर रोज येतोच असं नाही - मला कधी ऑफिसात जावं लागतं तर कधी दुसऱ्या केंद्रावर जावं लागतं. त्यामुळे मी रोज कसा तुमच्याबरोबर बसू शकेन?’ माझं बोलणं ऐकून तिची समजूत पटली आणि ती शांत झाली.

‘बगीचा गटा’ची दुसरी मुलगी लक्ष्मी - तीही अशीच. एकदा एका रविवारी माझी तब्येत बरी नव्हती. त्यामुळे मी त्यांच्याबरोबर नाटकाच्या तालमीला हजर राहू शकलो नाही. दुसऱ्या दिवशी मी जेव्हा लक्ष्मीला विचारलं “काल तुम्ही काय काय केलंत?” त्यावर ती ताडकन् म्हणाली, “स्वतः तर येत नाही न् मला विचारताय आम्ही काय काय केलं?”

ह्या उदाहरणांवरून मला हे सांगायचंय की आपण नेहमी मुलांना ‘तू काल का नाही आलास / आलीस’ असं विचारतो किंवा आपल्याला असंही वाटत असतं की मुलं जर



येणार नसतील तर त्यांनी आपल्याला आधीच सांगितलं पाहिजे. उलट, आपण येणार नसलो तर मात्र त्यांना आधी कधीच सांगत नाही. किंवा काल मी ह्या-ह्या कारणासाठी नाही आलो हेही आपणहून त्यांना सांगत नाही. मला असं जाणवलं की आपल्या येण्या न येण्याविषयी आपण त्यांना सांगणं हे आपलं कर्तव्यच आहे.

### मुलांचा सरळपणा

नात्याविषयी आणखी काही उदाहरणं बघू. माझी एक सहकारी आहे गीता. तिची मुलगी सुमित एकदा तिच्या आठ महिन्यांच्या छोट्या बहिणीला - तुल्लूला - कडेवर घेऊन वस्तीमध्ये आपल्या आईला शोधत होती. मी वस्तीमध्ये जात होतो. मी तिला विचारलं, “सुमित, कुठं भटकते आहेस?” तिने सांगितलं, “मी माझ्या मम्मिला शोधते आहे.” त्यावर मी म्हटलं, “तू केंद्रावर चल, मम्मी दुसऱ्या वस्तीवर गेली आहे. आता येईलच परत.” माझं म्हणणं ऐकल्यावर ती अगदी सहजपणे मला म्हणाली, “दादा, मी आता खूप दमलेय (दमण्यासारखी परिस्थिती तर होतीच!) तुम्ही हिला कडेवर घेऊन केंद्राकडे चला. तिथे गेल्यावर मी तिला सांभाळेन.”

### १ ते १००

चार वर्षांचा इंद्रजित खूपच गोड, खोडकर आणि चमकणाऱ्या डोळ्यांचा मुलगा. त्याच्या हालचालींकडे मी गप्प राहून बघत असतो आणि मनातल्या मनात खूपच खूप

होत असतो. तो रोज सकाळी मला केंद्रात भेटतो आणि मला बघितल्याबरोबर विचारतो, “सर, ते मोठं पुस्तक आणू?” त्याच्याजवळ पंचतंत्रातल्या गोष्टींचं एक रंगीबेरंगी मोठं पुस्तक आहे. मी म्हणतो. ‘आण बरं’ मी त्याचं पुस्तक बघतो, चित्रं दाखवून गोष्ट सांगतो. नंतर त्याच्याशी गप्पा मारतो - तुझं हे लॉकेट कुणी आणलं, ह्या लॉकेटवर काय काढलंय? ‘तुझं पहिलं लॉकेट कुठं गेलं’ मी विचारलं, तो म्हणाला, ‘तुटून गेलं ना!’ त्याला सगळ्यात आवडणाऱ्या गोष्टी म्हणजे रंगीबेरंगी पुस्तकं बघणं, पाण्याचा नळ उघडणं न् बंद करणं, पुस्तकं किंवा इतर वस्तू मोजणं इ.

आता बघू या तो वस्तू मोजतो कसा ते! एक दिवस उर्मिलाताईच्या शिवण वर्गातल्या मुलींनी शिवून तयार केलेले कपडे इंद्रजित मोजत होता. मोजण्याची त्याची पद्धत काहीशी अशी होती. एक रुमाल, एक लंगोट, एक पायजमा, एक फ्रॉक, एक ब्लाऊझ इ. एक दिवस मी त्याला म्हटलं, ‘चल इंद्रजित आपण पुस्तकं नीट लावू या’ तू जरा पुस्तकं मोजून मला सांग’ तो मोजायला लागला - ४,२,५,७,१६,२५,६ आणि म्हणाला ‘६ पुस्तकं आहेत.’

मोजण्याच्या बाबतीत माझी अजून काही निरीक्षण आहेत. एकदा मी गीताच्या वर्गात मुलांना लाकडी ठोकळे मोजायला सांगितलं.

त्यावेळीही गंमतशीर अनुभव आले. काही मुलं बरोबर मोजत होती. पण ज्यांना अजून आकडे मोजणं नीट जमत नव्हतं त्यांचं मोजणं ह्या प्रकारचं होतं - १,२,४,२५,५४,१६,१८.... शेवट करताना ते नेहमी १०० बरोबर म्हणत होते. माझ्या म्हणण्याचा अर्थ एवढाच की शेवटचा ठोकळा किंवा शेवटची वस्तू ह्यांना १०० म्हणायचं असं त्यांना वाटत होतं. ह्यावर मी जरा खोलवर विचार करू लागलो. तेव्हा माझ्या असं लक्षात आलं की मी गावाकडे जातो तेव्हा पहिल्या इयत्तेतील मुलाला अ.आ.३ पूर्ण वर्णमाला आली पाहिजे, तसंच १ ते १०० पर्यंत आकडे मोजायला आले पाहिजेत अशी साधारण अपेक्षा असते. तिथे आया आपल्या मुलांबद्दल साधारणपणे अशा प्रकारे बोलतात. ‘बाबीला अ,आ ... सगळं येतं आणि १ ते १०० पर्यंत आकडेही लिहिता येतात.’ ह्या त्यांच्या बोलण्यामुळे मला असं वाटतं की मुलं काहीही मोजतांना शेवटी १०० म्हणतात, त्यामुळे त्यांना वाटत असतं





की आपल्याला १०० आकडे मोजता येतात असं लोकांना वाटलं पाहिजे.

## हट्ट

४ वर्षांच्या नेहाशी माझी आता अलिकडेच दोस्ती झाली आहे. सुरुवातीला नेहा केंद्रात आली की केंद्रामध्ये काय काय खेळ चालले आहेत हेच बघत बसे. तिचा आवडता खेळ होता -- मुलांच्या चपला आपल्या पायात घालून बघणे. जी चप्पल तिला चांगली बसायची ती चप्पल घालून घरी जायची. एक दिवस मी तिला माझ्याजवळ बोलावलं, बसवलं आणि घरून एक वही आणायला सांगितलं. आता ती नियमितपणे येते. थोडंसं कामपण करते. एक दिवस मी तिला एक कागद दिला आणि तू ह्यावर काहीही काढ असं सांगितलं. तिने प्रथम एक आडवी-तिरपी रेषा काढली, नंतर एक वेडी-वाकडी आकृती चिंताडली. आता त्यात रंग भरायचे म्हणून ती हट्ट धरून बसली. माझ्याजवळ हट्ट धरण्यावरूनच मला कळून चुकलं की

आता माझं न तिचं अगदी जवळचं नातं जुळलं आहे. एकदा ती बॉलपेनने काढलेली आकृती रबरने खोडण्याचा हट्ट धरून बसली. मला म्हणायला लागली “हा सलीम मला रबर देत नाहीय.” मी म्हटलं, “सलीम हिला रबर दे बरं!” सलीम म्हणाला, “दादा, बॉल पेननी काढलेलं ह्या रबरानी नाही खोडता येणार!” सलीमचं म्हणणं अगदी बरोबर होतं, पण नेहाला कुठं ते समजत होतं! त्यामुळे तिचा हट्ट कायमच होता. म्हणून मग मी सलीमकडून रबर घेतलं अन् नेहाला म्हटलं, ‘घे अन् खोड बघू’ पण आकृति काही खोडली गेली नाही (जाणार तरी कशी म्हणा!). मग मी तिला समजावून सांगितलं की रबराने बॉलपेननी काढलेलं खोडलं जात नाही, पेन्सिलिनी काढलेलंच फक्त खोडलं जातं. जेव्हा तिने ते करून बघितलं तेव्हाच तिला समजलं की रबराने फक्त पेन्सिलिनी काढलेलंच खोडलं जातं. भोला (वय वर्ष ४) फक्त नावाचाच भोळा. स्वभावाने लाजरा बुजरा, पण गुपचूप खोड्या काढण्यात मात्र पटाईत! त्याचा आवडता खेळ कोणता तर केंद्रातले रंग न् पुस्तकं चर्टईमध्ये गुंडाळून घरी नेऊन ठेवणे. एक दिवस तो गुपचूप चर्टई गुंडाळत असताना मी त्याला पाहिलं. त्याला हे कळलं न् त्याला असं वाटलं की तो काहीतरी चुकीचं करतो आहे. तो चर्टई तिथेच ठेवून घरी जाण्यासाठी पळत सुटला तेव्हा मी त्याला बोलावलं अन् म्हटलं, ‘चल, आपण दोघं मिळून चर्टई गुंडाळू आणि आत ठेवून देऊ.’

त्याने माझं ऐकलं. असं करणं ही त्याच्या-माझ्या नात्यातली पहिली पायरी होती. आता तो माझ्याबरोबर इकडे-तिकडे पडलेली पुस्तकं गोळा करतो, माझ्याजवळ बसतो आणि पुस्तक, पेन्सिल, खडू असं काहीही मागतो. सांगायचा मुद्दा हा की त्याला माझ्याकडे काहीही मागण्यात आता मुळीच संकोच वाटत नाही.

### गुडूची वेगळीच तऱ्हा

काही दिवसांपूर्वी एक चार वर्षांचा मुलगा आमच्या केंद्राच्या बाहेर नळावर पाणी पीत होता. पाणी पिता पिता केंद्रात काय काय चाललंय ह्याचं तो टक लावून निरीक्षण करत होता. मी त्याला बोलावलं आणि सगळ्यांच्या बरोबर बसायला सांगितलं. त्यानंतर तो रोज आपली फाटकी तुटकी वही घेऊन येऊ लागला. मी त्याला विचारतो, “काय गुडू, कसा आहेस?” माझ्या ह्या प्रश्नाचं उत्तर देण्याची त्याची तऱ्हा वेगळीच असते. कधी तो माझे हात पकडतो तर कधी माझ्या गळ्याभोवती हात टाकतो. एक दिवस त्यानं त्याच्या गावाच्या भाषेत मला प्रश्न विचारला, “काल नाय आलात?” मी त्याला उत्तर दिलं की, “काल मी माझ्या ऑफिसात गेलो होतो. तुझे बाबाही रोज कामावर जात असतील. तसाच मीही गेलो होतो.” त्याची भाषा मला खूप आवडते. तो चित्रांची पुस्तकं सारखी बघत असतो, तसंच त्या चित्राबरोबर आपल्याला माहीत असलेल्या

शब्दांचा संबंध जोडण्यालाही त्याला आवडतं! एक दिवस मी त्याला नॅशनल बुक ट्रस्टचं ‘चांदोबा’ हे मासिक दिलं. मला बघायचं होतं की त्या मासिकातल्या चित्रांशी तो आपला संबंध कसा जोडतो. ‘यह बिलार है दरवाजा खोलके बाहर आय गयी। गोडसे पल्ला खोल लेन है - भाग जात है.

त्याच्या ह्या बोलण्यावरून असं लक्षात आलं की मुलांच्या डोळ्यासमोर ती ती घटना उभी रहाते. तसंच मुलांचा आपल्या घरात बोलल्या जाणाऱ्या भाषेशीच संबंध जुळलेला असतो. त्यानंतर मूल प्रमाण भाषा शिकत जातं. आता गुडू नेमाने केंद्रामध्ये येतो आणि आपलं काम करत राहतो.

### पुस्तक मिळालं की खूप

मी शेवटी गीताच्या वर्गातल्या एका ७-८ वर्षांच्या मुलांचं - कमलेशचं-उदाहरण देईन. कमलेश आपल्या मोठ्या बहिणीसाठी ग्रंथालयातून पुस्तक घेऊन जातो, कारण त्याला स्वतःला अजून चांगलं वाचता येत नाही. एक दिवस ह्याने आपल्या बहिणीसाठी वन्या प्रकाशनाचे ‘सूरी गाय’ हे बौगा लोककथांचं पुस्तक निवडलं आणि म्हणाला,





“दादा, मी हे पुस्तक घेऊन जातोय.” मी म्हटलं की मीही हे पुस्तक शोधत होतो. (खरं सांगायचं तर मी त्या काळात आदिवासी कथा निवडून वाचत होतो.) मी म्हटलं, “तू उद्या घेऊन जा, आज मला ते वाचायचंय.” तो ठीक आहे म्हणाला. पण

झालं काय की त्याच दिवशी केंद्रात येणारी एक मुलगी ते पुस्तक बघू लागली आणि नंतर आपल्याबरोबर घेऊन गेली. दुसऱ्या दिवशी कमलेशने माझ्याकडे ते पुस्तक मागितलं, पण मी गप्पच बसलो. त्याचं मन दुखावले अन तो इतरांना सांगायला लागला, ‘मी गायीचं किती छान पुस्तक शोधलं होतं, पण दादांनी मात्र ते दुसऱ्याच कुणाला तरी देऊन टाकलं.’ पुस्तक न मिळाल्याचं त्याचं दुःख मला अगदी स्पष्टपणे जाणवलं. त्यामुळे मी ताबडतोब ते पुस्तक मागवून त्याला दिलं. त्या बरोबर त्याच्या चेहऱ्यावरून आनंद नुसता ओसंडून वाहू लागला.

### एक आणखी मजेशीर गोष्ट

आमच्या केंद्राच्या ग्रंथालयातल्या पुस्तकांच्या बाबतीत एक मजेशीर गोष्ट मला

*Best Compliments from*



**Dr. Abhijit  
and  
Shubhada Deshpande**

'Ratnajit' Shramasaphalya Society,  
32/2, B, Erandawana, Pune 04.

सांगायचीय. तुम्ही मोठ्या मुलांना छोट्या मुलांसाठी पुस्तके घेऊन जाताना नक्की बघितलं असेल. पण इथं मात्र लहान मुलं आपल्या मोठ्या बहीण भावांसाठी किंवा वडिलांसाठी पुस्तकं घेऊन जातात. कमलेश, महादेव, विनोद, अल्लाऊद्दीन ही मुलं मोठ्यांची आवड लक्षात घेऊन पुस्तकांची निवड करतात. त्यांची निवड करण्याची पद्धत तर बघा - पुस्तक जाडजूड असावं, त्यात चित्रं कमी असावीत. जास्त चित्रं असलेलं पातळ पुस्तक ते अजिबात घेणार नाहीत.

शेवटी, वरील उदाहरणांकडे तुम्ही लक्षपूर्वक बघितलंत आणि विचारलंत की मुलांबरोबर असे जवळचे संबंध कसे जुळले? तर मी ताबडतोब उत्तर देईन की जर तुम्ही काही लपवाछपवी करत नसाल, तुम्ही मुलांचं म्हणणं लक्ष देऊन ऐकत असाल, मुलांच्या शंकांकडे लक्ष देत असाल, त्यांच्याबरोबर पारदर्शी संबंध ठेवत असाल तरच तुम्ही त्यांच्या बरोबर चांगले संबंध प्रस्थापित करू शकता. आपले त्यांच्या बरोबर अशा प्रकारचे संबंध असले पाहिजेत



की तुम्ही सांगितलेलं त्यांनी ऐकलं पाहिजे, तसंच तुम्हाला त्यांनी आपला मित्र मानलं पाहिजे. त्याच बरोबर हे पण लक्षात ठेवलं पाहिले की जर तुम्ही त्यांच्या चुका दाखवल्यात तर आपल्या स्वतःच्या चुकाही तुम्ही त्यांच्याजवळ मान्य केल्या पाहिजेत.

सुमितच्या उदाहरणावरून तुम्हाला कळलं असेलच की अशा प्रकारे कुणी मूल आपल्या शाळेतल्या सरांना किंवा मॅडमना असं काही करायला सांगू शकेल का? मुलांबरोबर काम करताना सर्वात प्रथम आपल्याला त्यांच्याबरोबर मैत्रीचे संबंध जुळवले पाहिजेत.



लेखक : कमलेशचंद्र जोशी, दिल्लीमध्ये अंकुर ह्या अनौपचारिक शिक्षण केंद्रांमध्ये मुलांसोबत काम.  
अनुवाद - मीना कर्वे.





*Best Compliments From*

**ANAND  
&  
RASHMI SABALE**

Anand Sabale  
Nikash Lawns, Building Q1/4, S.No. 140/3,  
Sus Road, Pashan, Pune - 411 021





# गाठीचा मासा

एक नाक, पोटच नाही पण हृदये मात्र चार, जिभेवरच दात असलेला एखादा प्राणी तुम्ही पाहिलात तर काय वाटेल? हा एखाद्या विज्ञात कथेत किंवा अॅनिमेटेड चित्रपटातला प्राणी वाटतो ना पण हे एका खऱ्याखुऱ्या जिवंत माशाचं वर्णन आहे. त्याचं नाव 'हॅगफिश.'

हा मासा माशांच्या उत्क्रांतीतला अगदी सुरुवातीच्या टप्प्यातला आहे. त्याची जीवनशैली प्राचीन (archaic) प्रकारची आहे. त्याच्या त्वचेवर एक बुळबुळीत स्राव पाझरत असतो त्यामुळे त्याला हातात पकडणे कठीण असते. त्यामुळे त्याला स्टिम एल म्हणतात. हॅगफिश बऱ्याचदा मृत माशांच्या शरीरात शिरतो व तिथले मांस, अवयव खातो. कधी कधी तो जिवंत माशाच्या शरीरावरही हल्ला करतो. मांसांमध्ये दात घुसवून तो ते बाहेर ओढून

काढतो. आश्चर्याची गोष्ट म्हणजे जर मांस ओढून काढायला जोर कमी पडला तर हा मासा स्वतःच्या शरीराची गाठ मारतो आणि ती माशाच्या शरीरावर दाबून दाताने मांस ओढून खातो. त्याने मारलेल्या गाठीला हाफहिच (अर्धअडथळा) म्हणतात. तुम्ही जर हॅगफिशला धरायला गेलात तर त्वचेवरचा स्राव पाझरतो आणि मासा लगेच गाठ बांधून स्वतःची सुटका करून घेतो. पण एकदा का सुटका झाली की त्याला बुळबुळीतपणा नकोसा होतो कारण त्यामुळे त्याचं नाक आणि पर बंद होतील. आणि तो गुदमरेल. ही गाठ तो दुसऱ्या बाजूकडून सोडवतो आणि बुळबुळीतपणा काढून टाकतो. तो इंग्रजी आठ (8) आकाराची गाठही मारू शकतो. निसर्गात किती वैचित्र्यपूर्ण गोष्टी असतात याचं हॅगफिश हे एक उत्तम उदाहरण आहे.







**मोर  
मिर** चित्रकाव्य मालिका

रमाकांत धनोकरांचा मोर  
नेहमीच चकवा घालत येतो,  
कधी समुद्रातून उठतो लाटांसारखा,  
तर कधी मातीतून झाडासारखा,  
या मोरांना पाहताना कुणीही वेडं व्हावं.  
चित्रकारानं मोरांच्या रेषांमध्ये अर्थवान  
केलेला अवकाश...  
आणि शब्दांचं बोट धरून त्याची झफर  
घडवून आणणाऱ्या तुजाता लोहकरी  
बसल्या कविता याचा एकत्रित  
अनुभव देणारं  
अनोख पुस्तक.

संपूर्ण पुस्तक  
आर्ट पेपर वर  
चार रंगी  
आकर्षक छपाई  
मूल्य  
२५० रुपये

**पुस्तक  
विक्रीसाठी  
उपलब्ध**

संपर्क : जय अर्सेव्हटॉपडिग जयश्री धनोकर  
- री. १०२, सुनिता अपार्टमेंट, १४१४ कसाबा पेठ, पुणे-११  
फोन - ०२०-२४५७४६२७ • सुजाता : ९९२२४४२०६५









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 २० यातील निवडक  
दहा अंकांचा संच रु. १५०/-
- अंक २१ ते ४० यातील निवडक  
दहा अंकांचा संच रु. २००/-
- अंक ४१ ते ६० यातील प्रत्येक वर्षाचा  
सहा अंकांचा संच प्रत्येकी रु. १५०/-

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

नमुना अंकासाठी संदर्भची वेबसाईट पहावी.  
[www.sandarbhociety.org](http://www.sandarbhociety.org)

- 
- संदर्भ, १) द्वारा पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,  
संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.
- २) द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा.लि.  
फ्लॉट 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.



स्थापना - १९२१

ऑडिट वर्ग - 'अ'



**दि वाई अर्बन को-ऑप. बँक लि., वाई**

५९१, गणपती आळी, वाई, फोन. २२०७७७, २२०००७

**जिथं जिव्हाळा जोपासला जातो..**

**बँकेचा एकूण व्यवसाय ५२५ कोटींचे वर**

**ठेवीच्या विविध योजना**

वर्धमान, मुदतठेव, मासिक ठेव

१ वर्ष ते १८ महिन्यांसाठी सर्वाधिक १०.५०% व्याज  
(ज्येष्ठ नागरिक ०.५०% अधिक व्याज)

**लक्षाधीश ठेव योजना (रु. १३२५/- दरमहा ५ वर्षे भरा  
आणि मिळवा रु. १,००,५०९/-)**

**शैक्षणिक कर्ज योजना**

रु. १ लाखापर्यंत विनातारण ● रु. २ लाखाचे वर तारणी

**याशिवाय कर्जाच्या विविध योजना**

**अधिक माहितीसाठी जवळच्या शाखेत संपर्क साधा**

**आपले स्नेहांकित,**

श्री. विद्याधर वि. तावरे  
उपसरव्यवस्थापक

श्री. राजेंद्र खि. चावलानी  
उपाध्यक्ष

डॉ. श्री. विनय मु. जोगळेकर  
अध्यक्ष

**संचालक मंडळ सदस्य**

श्री. अरुण मो. देव  
सी.ए.श्री. चंद्रकांत वामनराव काळे  
सी.ए. श्री. सारंग स. कोल्हापुरे

अॅड. श्री. सुर्यकांत जा. खामकर  
श्री. मदनलाल कि. ओसवाल  
श्री. कन्हैयालाल गि. गांधी

श्री. प्रा.डॉ. एकनाथ कृ. पोळ  
श्री. शरद वा. माळवदे  
श्री. विवेक व. भोसले

शैक्षणिक संदर्भ :ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०११ 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.

