

एप्रिल-मे २०१४

अंक ८७

शैक्षणिक **संदर्भ**

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



संपादक :

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

विश्वस्त :

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

साहाय्य :

ज्योती देशपांडे.

अक्षरजुळणी :

यदिश ग्राफिक्स

मुखपृष्ठ: विनय धनोकर

मांडणी, छपाई : ग्रीन ग्राफिक्स

शैक्षणिक

संदर्भ
अंक ८७
एप्रिल-मे २०१४

**पालकनीती परिवारसाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ**

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा.लि.
फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क को.ऑप.हौ.सोसा.
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४
फोन : २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com
web-site : sandarbhssociety.org

पोस्टेजसहित वार्षिक वर्गणी : ₹ ३००/-

अंकाची किंमत : ₹ ५०/-

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

मुखपृष्ठाविषयी

धरणाच्या जवळपास, पाण्याच्या सान्निध्यात सहलीला जायचं म्हणजे धमालच ! पण ते धरण इथेच का बांधलंय, असंच का बांधलंय, असे प्रश्न आपण तेव्हा विसरून जातो. या विषयांचा विचार आपण या अंकापासून संदर्भमधून मांडणार आहोत. त्याचा पहिला भाग - धरण कुठे बांधतात २२ पान वर. मुखपृष्ठावर नागार्जुनसागर धरण.

कव्हर ४ वर

मागच्या कव्हरवर कच्छचे रण. इतिहास काळात इथे समुद्र होता असं म्हणतात . त्याबद्दल वाचूया - कच्छच्या रणातील नौकानयन - या लेखात, पान १३ वर. सर्व छायाचित्रे इंटरनेटवरून.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ८७

- सगळे गेले तरी कुठे? - वरदा वैद्य ३
- कच्छच्या रणात नौकानयन - रूपांतर : मुरारी तपस्वी..... १३
- अवकाश संशोधन - लेखांक १ - सुरेश नाईक..... १९
- धरण कुठे बांधतात? - वैजयंती शेंडे २२
- आण्विक सुंदोपसुंदी ! - अॅलन रोबॉक, ओवोन ब्रायन टून,
अनु. : गो. ल. लोंढे २८
- भारतासाठी ऊर्जा सुरक्षितता - भाग ५ - प्रियदर्शिनी कर्वे ३७
- दृष्टी देणारा माणूस - योगेश कोडोलीकर ४३
- 📖 अणूची संकल्पना - भाग २ - जयंत फाळके ४७
- 📖 अरेच्चा ! हे असं आहे तर ! भाग ७ - शशी बेडेकर ५२
- मोठे झाल्यावर तुम्ही व्हा... - रिनचिन, अनु. सरोज देशपांडे..... ५५
- वैज्ञानिक दृष्टिकोन - डॉ. बाळ फोंडके..... ६३
- चला... निसर्ग साक्षर होऊ - विनय र.र. ६६
- उत्तरे - विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१४ ७०
- 📖 विज्ञान शिकूया मजा करत - अंजली चिपलकट्टी ७७



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

चुकीची दुरुस्ती (अंक ८६)

‘मोजूया द्रव्याला’ या लेखामध्ये शेवटी नववीच्या पाठ्यपुस्तकातील चुका दर्शवणारा काही भाग छापला आहे. तो लेखाचा शेवट असा नाही. ती स्वतंत्र चौकट हवी होती.

‘पाहुणा कवडा’ या वर्षा चोबे यांच्या लेखात काही चुका झाल्या होत्या. एक म्हणजे या पक्ष्याला व्हाइट टिप्ड डोव्ह म्हटले होते. शिवाय त्यात छापलेली छायाचित्रे आम्ही इंटरनेटवरून घेतली होती. पुण्याचे पक्षी अभ्यासक श्री. रवींद्र सोमण यांनी फोन करून ही चूक आमच्या निदर्शनास आणली. शिवाय याबद्दल एक पत्रही आले, ते इथे देत आहोत.

– संपादक

आपल्या अंगणात आलेल्या पाहुण्या पक्ष्याचे नागरिक स्वागत करतात हे वृत्त आनंददायक व ह्याबद्दलची अधिक माहिती नेटवरून मिळवण्याचा प्रयत्न करतात हे स्वागतार्ह. पण हा शोध परिपूर्ण नसेल तर गोंधळ होतो. ज्याचा उल्लेख त्या कवड्या म्हणून करतात तो आहे Ring Dove (streptopelia decaocto) तसे तर मराठीत आणखी काही होल्यांनाही त्याच नावाने ओळखतात. प्रादेशिक भाषेत एकाच पक्ष्याला अनेक नावांनी तर अनेक पक्ष्यांना एकाच नावाने ओळखले जाते त्यामुळे गोंधळात भरच पडते. इंग्रजीत त्याला व्हाइट टिप्ड डोव्ह म्हणतात असे लेखिका लिहितात तो पक्षी आहे, Leptotila verreauxi. तो सापडतो उ. अमेरिकेत. तो आपल्याकडे येत नाही. आपल्याकडे दिसणारा आणखी एक आहे White tipped Rock Pigeon (Columba Livia). असा गोंधळ होऊ नये म्हणून प्राणी पक्षी प्रजातीचे शास्त्रीय नाव दिले जाते. लेखासोबतची प्रकाशचित्रे श्रीमती चोबे यांच्या अंगणातील पक्ष्यांची आहेत की नेटवरची हेही नमूद नाही.

इतर पक्षी पिळू जन्मल्यापासून कीड, कीटक, अळी असा प्रथिनसमृद्ध आहार भरवतात. पण कबुतर नर मादी पिळू जन्माला येण्याआधीपासून त्याच्या अन्नाची तयारी करू लागतात. या अवधीत ते काही खात नाहीत. हे प्रथिनसमृद्ध तयार अन्न त्यांच्या गळ्याजवळच्या ग्रंथीतून स्रवते, ते पिळू चोचीने ओढून घेते. या अन्नाला Pigeon Milk म्हणतात. प्राण्याच्या मादीच्या आचळातून पिळ्यासाठी अन्न मिळते, इथे मात्र ते गळ्याजवळच्या ग्रंथीतून येते. आठवडाभर या अन्नावर पोसल्यावर नंतर त्यांना बाहेरचा आहार दिला जातो.

दिगंबर गाडगीळ

संपादक, पक्षीमित्र, नाशिक

सगळे आहेत तरी कुठे?

लेखक : वरदा वैद्य

आपण एक विचारखेळ खेळू. समजा तुम्ही नव्या ठिकाणी, नव्या घरी राहायला गेला आहात. ह्या नव्या घरी पहिल्या सकाळी उठल्यावर शेजार कसा आहे हे पाहावे ह्या उद्देशाने घराचे दार उघडून तुम्ही बाहेर उभे राहता. तुमच्या घरासमोर रस्ता आहे. रस्त्यापलीकडे आणि तुमच्या घराच्या दोन्ही बाजूंना घरे आहेत. पलीकडे जाऊन पाहिले तर तिथूनही इतर घरे दिसत आहेत. मात्र, तुम्हाला कोणीच दिसत नाही. अगदी चिटपाखरूही नाही. तुम्हाला नवल वाटते. इथे घरे, रस्ता आहे त्या अर्थी ही राहण्यालायक जागा आहे, मग कोठेच काही हालचाल कशी दिसत नाही? बाहेर काही मिनिटे उभे राहून तुम्ही घरात येता आणि नुकत्याच घेतलेल्या अनुभवाचा नवलाने विचार करत राहता. तुम्हाला प्रश्न पडतो, सगळे आहेत तरी कुठे?

तुम्ही सर्व शक्यता विचारांत घेण्याचा प्रयत्न करता. कदाचित त्या घरांमध्ये राहणारी

मंडळी घरांत असतील, बाहेर दिसली नाहीत म्हणून काय झाले? पण जर लोक घरांत असतील तर एवढी सामसूम कशी? आवाज नाही, हालचाल नाही! कदाचित मंडळी घरात असतील, पण लपली असतील. पण का लपतील? एवढा चांगला दिवस आहे, चांगले हवामान आहे, मग लोकांनी घरांत का लपावे? कदाचित लोक इथे राहत असतील, पण आता मी पाहायला गेले तेव्हा सगळे कुठेतरी गेले असतील. पण सगळे एकाच वेळी बाहेर का जातील? एखाद्या घरातही कोणी दिसू नये? माणूस नाही तरी एखादे मांजर, कुत्रा? अगदीच नाही तर एखादा पक्षी, एखादा किडा तरी? हे गौडबंगाल आहे तरी काय? सगळे आहेत तरी कुठे?

मग तुम्ही आणखी खोलात शिरता. कदाचित मी फारच कमी वेळ बाहेर उभी राहिले असेन. आणखी थोडा वेळ थांबले असते तर कदाचित दिसलेही असते कुणी. पण शेजारी कोणी नवीन राहायला आले

आणि ती व्यक्ती बाहेर उभी दिसत असेल तर स्वतः येऊन ओळख करून घेण्यापुरतेही सौजन्य नाही कोणाकडे ? कदाचित माणूसघाणी मंडळी राहत असावीत आसपास. पण सगळी मंडळी तशीच ? नसतीलही सगळी माणूसघाणी, पण त्यांना त्यांचे व्याप असतील. दुसऱ्यांकडे बघण्याएवढा वेळ आहे कुणाकडे आजकाल ? पण तरीही बाहेर कोणीतरी दिसायला, किमान काही आवाज तरी ऐकू यायला हवे होतेच, हा विचार काही तुमच्या मनातून जात नाही. तुम्ही विचार करत राहता की सगळे आहेत तरी कुठे ?

हे विचार करता करता एकीकडे तुम्ही बाहेर काही घडत आहे का ह्याचा कानोसा घेतच असता. विचार करण्यात काही मिनिटे जातात, तुम्हाला कुठलीच हालचाल जाणवत नाही. आता तुम्हाला काळजी वाटायला लागते. ही मंडळी आपापल्या घरात बसून नवीन आलेल्याला लपून न्याहाळत तर नसतील ? कदाचित मी घरात येण्यापूर्वी कुणी इथे घुसून कुठे फटीत कॅमेरे तर बसवले नसतील ? आणि ह्या कॅमेऱ्यांमधून त्यांनी माझ्यावर पाळत तर ठेवली नसेल ? कदाचित ही मंडळी चांगली असतीलही, पण नवीन आलेल्या व्यक्तीच्या चांगुलपणाची खात्री पटल्याशिवाय ओळख देण्याची त्यांची पद्धत नसेल. पण अगदी सगळ्यांचीच ती पद्धत नसेल, कदाचित ह्या सोसायटीचा तसा

नियमच असेल. हा विचार करण्यात आणखी वेळ जातो. बाहेर अजूनही सामसूम असते. सगळे आहेत तरी कुठे ?

मग तुम्हाला वाटते की कदाचित मी इथे राहायला आल्याचे त्यांना माहीतच नसेल. मी नुसतीच बाहेर उभी राहिले. मी तरी कुठे फार हालचाल केली किंवा आवाज काढले ? त्यांनी माझ्याशी संपर्क केला नाही तसा मी तरी कुठे केला ? असा विचार करत तुम्ही पुन्हा बाहेर जाता. घराच्या आजूबाजूला मुद्दाम थोडी लगबग करता. तरी शांतता. मग उगीच काही आवाज काढून पाहता. कुणी आहे का ? असे मोठ्याने ओरडून पाहता. पण उपयोग होत नाही. आता तुम्हाला प्रश्न पडतो की ह्या गल्लीत, ह्या गावात तुम्ही एकटेच आहात की काय ? सभोवतीची घरे पाहून तुम्ही एकटे असाल हे तुम्हाला काही केल्या पटत नाही. मग तुम्हाला वाटते की एखाद्या वेळेला, तेही काही मिनिटांसाठी बाहेर उभे राहणे पुरेसे नसेल. कदाचित संध्याकाळ, कदाचित काही दिवस (महिने वा वर्षे) वाट पाहिली तर दिसतीलही कुणी ! पण आता ह्या क्षणाला सगळे आहेत तरी कुठे ?

अगदी हाच प्रश्न काही वर्षांपूर्वी विचारला तो भौतिकशास्त्राच्या नोबेल पारितोषिक विजेत्या एन्निको फर्मीने. १९५० मध्ये लॉस नॅशनल लॅबोरेटरीमध्ये हा शास्त्रज्ञ एमिल कोनोपिन्स्की, एडवर्ड टेलर आणि

हेबेर यॉर्क ह्या त्याच्या सहकाऱ्यांसमवेत दुपारी जेवणासाठी निघाला होता. नेहमीप्रमाणे गप्पाटप्पा चालू होत्या. चर्चा उडत्या तबकड्यांवर आणि परग्रहवासीयांवर येऊन ठेपली. तेव्हा फर्मीने हा सुप्रसिद्ध प्रश्न विचारला, “सगळे आहेत तरी कुठे?” ह्या विश्वाचे वय पाहता आणि त्यातील ताऱ्यांची संख्या पाहता, विश्वात जीवांचा बुजबुजाट दिसायला हवा. मात्र असे प्रगत वा अप्रगत परग्रहवासी असल्याचा आपल्याकडे पुरावा मात्र नाही. हाच तो सुप्रसिद्ध फर्मीचा विरोधाभास (पॅराडॉक्स). आपल्या विचार-खेळातही तुम्ही जिथे राहायला गेला होता तिथला परिसर, घरे पाहता तिथे मनुष्यवस्ती, किमान पशुपक्षी वा किडे तरी दिसायला हवे होते, मात्र तसे कोणी दिसत नव्हते. म्हणजे तुम्ही फर्मीचा विरोधाभास अनुभवत होता. आपल्या आकाशगंगेत सुमारे २ ते ४ खर्व (१खर्व=१००अब्ज=१००बिलियन=१०^{११}) तारे आहेत, तर विश्वातील ताऱ्यांची संख्या सध्या ७ x १०^{२२} एवढी मानली जाते.

फर्मीने विचारलेल्या ह्या सुप्रसिद्ध प्रश्नाचे उत्तर शोधण्यासाठी अनेकांनी प्रयत्न केले आणि अनेक करत आहेत. फर्मीने हा सुप्रसिद्ध प्रश्न विचारल्याला दशक उलटून गेल्यावर फ्रँक ड्रेक ह्या अमेरिकन खगोलतज्ज्ञाने एक समीकरण मांडले. हे ड्रेकचे समीकरण आपल्या आकाशगंगेमध्ये प्रगत समाज किती असू शकतील ह्याचा



एन्रिको फर्मी (१९०१-१९५४)

अंदाज मांडते. ते समीकरण असे -

$$N = R \times fp \times ne \times fl \times fi \times fc \times L$$

N = ज्यांच्याशी संपर्क साधणे शक्य व्हावे अशा आपल्या आकाशगंगेतील समाजांची संख्या आणि

R = आपल्या आकाशगंगेतील तारेनिर्मितीचा सरासरी दर

fp = आकाशगंगेतील एकूण ताऱ्यांशी, भोवती ग्रह फिरत असणाऱ्या ताऱ्यांचे गुणोत्तर (अपूर्णाकाच्या स्वरूपात)

ne = अशा दर ताऱ्यांमागे वसतीयोग्य ग्रहांची सरासरी संख्या

fl = अशा ग्रहांशी प्रत्यक्षात जीवसृष्टी असणाऱ्या ग्रहांचे गुणोत्तर (अपूर्णांक)

fi = अशा वरील ग्रहांशी जिथे सजीवसृष्टी जगून, टिकून प्रगत समाज निर्माण



झाले आहेत अशा ग्रहांचे गुणोत्तर (अपूर्णांक)

$f_c =$ अशा एकूण समाजांशी ज्यांच्या अस्तित्वाच्या खुणांचा माग काढता येऊ शकेल, अशा तांत्रिकदृष्ट्या पुढारलेल्या समाजांचे गुणोत्तर (अपूर्णांक)

$L =$ अशा वेध घेता येऊ शकणाऱ्या खुणा अवकाशात प्रक्षेपित करण्याचा समाजांचा कालावधी.

ह्या समीकरणातील काही घटकांच्या किंमतींचा अंदाज करणेही अवघड आहे. विशेषतः शेवटच्या चार घटकांच्या किंमतींचा अंदाज करण्यासाठी आपल्याकडे पृथ्वीवरील समाज हे एकच उदाहरण आहे. आपल्या आकाशगंगेसाठी N ची किंमत किमान एक असल्याचे आपले अस्तित्त्व सांगते. शिवाय एखादा समाज एका ग्रहावर उदयास आला आणि तो त्या ग्रहावर लयाला जाण्यापूर्वी

त्याने दुसऱ्या ग्रहावर वसाहत केली असण्याची शक्यता ड्रेक समीकरणामध्ये गृहीत धरलेली नाही.

आपल्या आकडेमोडीसाठी आपण वरील घटकांच्या काही किंमती गृहीत धरू.

- आकाशगंगेतील तारेनिर्मितीचा दर - आकाशगंगेतील ताऱ्यांची संख्या सुमारे $१०^{११}$ आणि आकाशगंगेचे वय सुमारे १० अब्ज ($१०^{१०}$) वर्षे धरले की तारेनिर्मितीचा दर $R = १०^{११}/१०^{१०} = १०$ तारे प्रतिवर्षी, असा मिळतो.
- एकूण ताऱ्यांशी, भोवती ग्रह फिरत असणाऱ्या ताऱ्यांचे गुणोत्तर - ए. कसान, डी. कुबास व इतर यांनी सूक्ष्मभिंगीकरणाचे तत्त्व वापरून केलेल्या सर्वेक्षणाचा निकाल नुकताच नेचरमध्ये प्रकाशित झाला आहे,

त्यानुसार ताऱ्यांभोवती ग्रह फिरत असणे हा अपवाद नव्हे तर नियम आहे. त्यानुसार $f_p = 1$ असे मानावे लागेल.

- वसतीयोग्य ग्रहांची सरासरी संख्या - आपल्या सूर्यमालेत पृथ्वी हा एकमेव ग्रह सध्या वसतीयोग्य आहे. मंगळ आणि शुक्रावर पूर्वी पाण्याचे समुद्र अस्तित्वात असावेत असा कयास काही लोक मांडतात. ताऱ्याचे आकारमान, तापमान वगैरे घटकांनुसार ताऱ्याभोवतीचा वसतीयोग्य प्रदेश ताऱ्यापासून किती अंतरावर असेल, किती रुंद असेल वगैरे बाबी ठरतात. वसतीयोग्य प्रदेशात पाणी द्रवरूपात अस्तित्वात राहू शकते. ताऱ्यांभोवती फिरणारा ग्रह ह्या वसतीयोग्य प्रदेशात आहे की नाही, हे महत्त्वाचे आहेच, शिवाय ग्रहाची रासायनिक घटना, ग्रहाच्या वातावरणात कोणते वायू किती प्रमाणात आहेत ह्यावरही ग्रहाची वसतीयोग्यता ठरू शकेल. काही ग्रहांभोवती उपग्रह फिरतात. काही मोठ्या ग्रहांभोवती अनेक उपग्रह फिरतात. ह्या उपग्रहांपैकीही काही वसतीयोग्य असू शकतात. तेव्हा प्रत्येक ताऱ्यामागे किमान १ वसतीयोग्य ग्रह असतो असे गृहीत धरू, म्हणजे, $n_e = 1$.
- त्यापैकी अशा ग्रहांशी प्रत्यक्षात

जीवसृष्टी असणाऱ्या ग्रहांचे गुणोत्तर - जीवसृष्टी असलेला पृथ्वी हा एकमेव ग्रह सध्या आपल्याला माहित आहे. ग्रह वसतीयोग्य असला तरी तिथे सजीवसृष्टी निर्माण होण्याची शक्यता किती ह्याची आपल्याला कल्पना नाही. जीवसृष्टी निर्माण होणे ही दुर्मिळ घटना आहे की सामान्य घटना आहे, ह्याविषयी आपल्याला पुरेशी माहिती नाही. तेव्हा एकूण वसतीयोग्य ग्रहांपैकी १०% ग्रहांवर प्रत्यक्षात जीवसृष्टी आहे असे गृहीत धरू, म्हणजे, $f_l = ०.१$.

- त्यापैकी जिथे सजीवसृष्टी जगून, टिकून बुद्धिमान प्रगत समाज निर्माण झाले आहेत अशा ग्रहांचे गुणोत्तर - सजीवसृष्टी निर्माण झाली तरी ती उत्क्रांत होऊन बुद्धिमान समाज निर्माण होण्याची शक्यता किती? उत्क्रांतीच्या टप्प्यांमध्ये नैसर्गिक कारणांमुळे अशी सृष्टी नष्ट होण्याची शक्यता किती? ह्याचा विचार करता जीवसृष्टी असणाऱ्या ग्रहांपैकी १०% ग्रहांवरील जीवसृष्टी प्रगत आहे असे मानू, त्यामुळे, $f_i = ०.१$.
- त्यापैकी ज्यांच्या अस्तित्वाच्या खुणांचा माग काढता येऊ शकेल अशा तांत्रिकदृष्ट्या पुढारलेल्या समाजांचे गुणोत्तर - बुद्धिमान जीवसृष्टी असेल तर त्यांची तांत्रिक प्रगती होण्याची शक्यता किती?



किंवा तांत्रिकदृष्ट्या पुढारलेल्या समाजांनी इतरत्र सजीवसृष्टी आहे का हे तपासण्यासाठी त्या तंत्रांचा वापर करण्याची शक्यता किती? ह्याचा विचार करता आपण पुन्हा असे गृहीत धरू की एकूण बुद्धिमान समाजांपैकी ज्यांच्या अस्तित्वाच्या खुणांचा माग काढता येऊ शकेल असे समाज १०% आहेत. म्हणजे, $fc = ०.१$.

आता मुख्य गोम आहे ती अशा समाजांचा वेध घेता येऊ शकणाऱ्या खुणा अवकाशात प्रक्षेपित करण्याच्या कालावधीचा अंदाज करण्यामध्ये. आधुनिक मानव सुमारे २ लाख वर्षांपासून पृथ्वीवर अस्तित्वात आहे. आपल्या तांत्रिक प्रगतीचा कालखंड मात्र काही शतकांचा आहे. त्यातही इतरांना आपला वेध घेता येऊ शकेल अशी तंत्रे आपण निर्माण केल्याला शतकही

लोटलेले नाही. रेडियो लहरींचा वापर पृथ्वीवर १९३० मध्ये सुरू झाला. म्हणजे मानवसमाजाचा वेध घेता येऊ शकणाऱ्या खुणा अवकाशात प्रक्षेपित करण्याचा कालावधी सध्या ८२ वर्षांचा आहे. समजा तांत्रिकदृष्ट्या प्रगत मानवसमाज १० हजार वर्षे आपला माग अवकाशात प्रक्षेपित करेल, म्हणजे, $L = १०,०००$.

आता, $N = १० \times १ \times १ \times ०.१ \times ०.१ \times ०.१ \times १०००० = १००$

समाज टिकण्याचा कालावधी १०००० म्हणजे आपण फार चढी किंमत गृहीत धरली आहे; असे वाटत असेल तर त्याऐवजी $L = १०००$ मानले, तरी N ची किंमत १० अशी मिळते. तेव्हा डेकचे समीकरण मुख्यतः L ह्या घटकावर अवलंबून असलेले दिसते. बाकीचे घटक L च्या तुलनेत फारच अत्यल्प आहेत. तेव्हा तांत्रिकदृष्ट्या वेध घेता येऊ

शकणारे समाज किती काळ अस्तित्वात राहू शकतात, ह्यावर त्यांची आकाशगंगेतील संख्या अवलंबून असेल. तेव्हा आपण विश्वात एकटे असण्याची शक्यता किती?

आपल्या आकडे मोडीनुसार आकाशगंगेत सुमारे १०० प्रगत समाज आहेत, असे ड्रेकच्या समीकरणाचे उत्तर आपल्याला मिळाले. आता आपल्या सोयीसाठी हे १०० प्रगत समाज आकाशगंगेमध्ये समान विखुरलेले आहेत असे मानू. आकाशगंगेची त्रिज्या सुमारे ५०,००० प्रकाशवर्षे आहे आणि आकाशगंगेची जाडी सुमारे १००० प्रकाशवर्षे आहे. पण आपल्या आकलनाच्या सोयीसाठी आपण सर्व समाज एकाच प्रतलात आहेत असे मानू. तेव्हा आकाशगंगेचे क्षेत्रफळ $\pi \times \text{त्रिज्या}^2 = ७.८५५ \times १०^9$ प्रकाशवर्षे^२ एवढे झाले.

ह्या क्षेत्रफळाला समाजांच्या संख्येने भागले असता ७.८५५×१०^9 प्रकाशवर्षे^२/समाज असे उत्तर मिळाले. दोन समाजांदरम्यानचे क्षेत्रफळ वर्तुळाकृती मानल्यास दोन समाजांतील अंतर ५००० प्रकाशवर्षे झाले. समजा आकाशगंगेतील प्रगत समाजांची एकूण संख्या १० हजारांवर नेली, तरी आपल्याला सर्वात जवळचा समाज आपल्यापासून ५०० प्रकाशवर्षे दूर असेल.

तेव्हा अजून आपल्याला इतरत्र

सजीवसृष्टी सापडलेली नाही ह्यात नवल ते काय?

परग्रहवासी अस्तित्वात आहेत, पण त्यांना आपल्याशी वा आपल्याला त्यांच्याशी संपर्क करणे जमलेले नाही. का? त्याची संभाव्य कारणे पाहू -

- इतरत्र जीवसृष्टी तांत्रिकदृष्ट्या पुरेशी प्रगत नसावी.
- समजा असली, तरी प्रकाशाच्या वेगाला मर्यादा आहे. आपण अजून प्रकाशाच्या वेगानेही प्रवास करू शकत नाही. जरी विद्युतचुंबकीय लहरींद्वारे संपर्क करायचा झाला तरी लाखो प्रकाशवर्षांचे अंतर कापण्यासाठी लाखो वर्षे लागतात. तोवर इथे पिढ्यानपिढ्या संपतील.
- प्रगत जीवसृष्टी अस्तित्वात आहेत, पण त्यांना त्यांचे व्याप आहेत, प्राधान्यक्रम आहेत. इतरत्र जीवसृष्टी आहे का ह्याचा विचार करण्याला आणि त्यांचा शोध घेण्याला ते प्राधान्य देत नसावेत. आपणही इतरत्र सृष्टी आहे का हे शोधण्याचा असा कितीसा प्रयत्न करतो? त्यावर पैसा खर्च करण्याला आपण तरी प्राधान्य देतो का? आपल्याला लोकसंख्या विस्फोट, अन्नटंचाई, महागाई, दहशतवाद वगैरे वगैरे अनेक प्रश्न आहेत. त्यांनाही असतील.
- लहान मुलांना अनेक गोष्टींचे कुतूहल असते. मोठा झाल्यावर मी झुकझुकगाडी

चालवीन, वैमानिक होईन, वगैरे वगैरे स्वप्ने तो पाहतो. लहानपणी त्याला ह्या गोष्टी करण्याला मर्यादा असतात आणि ते शक्य होत नाही. पण ट्रेन चालवणाऱ्याचा अपुरा पगार, वैमानिकाला असलेली जिवाची भीती, कामाच्या अनियमित वेळा आणि इतर नाना कटकटी पाहता मोठेपणी ट्रेन चालवणे, विमान उडवणे शक्य असले तरी आता त्याला प्रौढपणी त्याची ही स्वप्ने पूर्ण करण्याची इच्छा राहात नाही. तसाच मानव समाज अजून बाल्यावस्थेत आहे, त्यामुळे आपल्याला आपण विश्वात एकटेच का वगैरे प्रश्न पडतात आणि अनेक मर्यादा असूनही त्यांची उत्तरे शोधण्याचे स्वप्न आपण पाहतो. इतर जीवसृष्टी आता प्रौढावस्थेत असतील आणि त्यांना तांत्रिकदृष्ट्या शक्य असले तरी इतर ग्रहांवरील जीवसृष्टी शोधण्याची त्यांना इच्छाच उरली नसेल.

- जसे आपण करत आहोत तसे प्रगत परग्रहवासीयांनी इतरत्र जीवसृष्टी शोधण्याचे प्रयत्न केलेही असतील आणि अजून करतही असतील. पण आपण त्यांना अजून सापडले नसू. आपल्याला तरी ते कुठे सापडले आहेत? जेव्हा आपण परग्रहवासीयांचा शोध घेऊ पाहतो तेव्हा आपण रेडिओ दुर्बिणींद्वारे अवकाशातून मिळणाऱ्या रेडिओ व इतर

स्रोतांचा वेध घेतो. मग त्या लहरींचे विश्लेषण करतो आणि पडताळणी घेतो. ह्या रेडिओ लहरींचा स्रोत प्रत्येकवेळी परग्रहवासीच असतील असे नाही. असला, तरी ह्या रेडिओ लहरी एक तर त्यांच्या अस्तित्वाची खूण म्हणून त्यांनी मुद्दाम प्रसारित केलेल्या असतील किंवा त्यांच्या ग्रहांवर ते एकमेकांशी संपर्क साधण्यासाठी वापरत असलेल्या रेडिओ लहरींचा अवकाशात फेकला गेलेला तो अंश (leakage) असेल. ग्रहांकडून येणाऱ्या रेडिओ लहरी हा परग्रहवासीयांना शोधण्याचा एक उत्तम मार्ग असला तरी तो सोपा नाही. जसजसे आपण तांत्रिकदृष्ट्या प्रगत होत गेलो तसतसे आपल्या दळणवळणासाठी वापरात असलेल्या रेडिओ लहरींचा अवकाशात फेकला जाणारा अंश कमी करण्यात आपण यश मिळवले. त्यामुळे आपल्या दळणवळणाची प्रत सुधारली हा आपला फायदा झाला. मात्र, परग्रहवासी पृथ्वीकडून येणाऱ्या अशा अंशात्मक रेडिओ लहरींचा वेध घेऊ पाहत असतील तर आता त्यांना मिळणारा अंश पूर्वीपेक्षा क्षीण झाला. म्हणजे जोवर कोणी आपला वेध घ्यावा ह्या दृष्टीने आपण मुद्दाम असे रेडिओ लहरींचे अवकाशात प्रक्षेपण करत नाही, तोवर आपला वेध घेण्याचे इतरांना जमणे अवघड. शिवाय हे

प्रक्षेपणही नेमके कोणत्या दिशेने करावे हे ठरवता येत नसल्यामुळे ते अंदाजाने करावे लागते. म्हणजे बाहेर कुणी असतील तरी आपण त्यांच्या दिशेने प्रक्षेपण केले नसल्याचा संभव खूपच. हे प्रक्षेपण केले तरी ह्या लहरींनी कापलेल्या अंतराबरोबर त्या क्षीण होत जाणार. तेव्हा दूरवर कोणी असले तरी आपल्या लहरी त्यांच्यापर्यंत पोहोचणे अवघड. थोडक्यात काय, तर आपण कुणाचा वेध घेऊ शकणे वा कुणी आपला वेध घेऊ शकणे ही गोष्ट अगदीच अवघड आहे. तेव्हा अजून आपल्याला कुणी सापडले नाही ह्यात काही नवल नाही. तरीही आपला प्रयत्न चालू आहे. न जाणो कधीकाळी सापडतीलही कोणी.

- आकाशगंगेचे वय आहे १० अब्ज वर्षे. आपल्या पृथ्वीचे वय आहे सुमारे साडेचार अब्ज वर्षे आणि आता आपण ज्याला आधुनिक मानव म्हणतो तो २ लाख वर्षांपासून अस्तित्वात आहे. आपली तांत्रिक प्रगती तर गेल्या काही शतकांपासूनची आहे. वैश्विक कालमापनश्रेणी पाहता आपण वयाने आणि पुढारलेपणात फारच तान्हे आहोत. तेव्हा आपल्याला शोधण्यासाठी त्यांना पुरेसा वेळच मिळालेला नाही. किंवा, विश्वाच्या अफाट पसाऱ्यात प्रवास करत करत परग्रहवासीयांचा संकेत (signal)

आपल्यापर्यंत पोहोचायला अजून वेळ असेल.

- कदाचित ते इतरांशी संपर्क करण्याचा प्रयत्न करत असतीलही. सध्या आपली धाव विद्युतचुंबकीय लहरी, गुरुत्व लहरी, असाधारण गुणधर्म असलेले भौतिक कण (exotic particles) ह्यांच्यामार्फत ते संपर्क साधतील असा विचार करण्यापर्यंत गेली आहे. परग्रहवासी कदाचित ह्यापेक्षा वेगळी संपर्कपद्धत वापरत असतील.
- आपण गणिताला वैश्विक भाषा समजतो. पण आपले मानवी गणित परग्रहवासीयांच्या गणिताहून फार भिन्न, एकमेवाद्वितीय असेल आणि त्यामुळे त्यांनी पाठवलेले संकेत आपल्याला समजतच नसतील, म्हणजे ते संकेत पाठवत आहेत हेच आपल्याला उमगत नसेल.
- प्रत्येक समाजाला कालमर्यादा असते. सजीव प्रगत होतात, समृद्धीच्या शिखरावर जातात आणि मग त्यांना उतरती कळा लागून ते नष्ट होतात. हाच निसर्गनियम असेल. त्यामुळे आपल्याआधी उत्क्रांत झालेले प्रगत परसमाज आता नष्ट झाले असतील. आपणही त्याच दिशेने चाललो आहोत. जागतिक तापमानवाढ, वाढती समुद्रपातळी, मानवनिर्मित कारणांमुळे निसर्गाचा ढासळलेला समतोल, विविध देशांचे घातक अणुकार्यक्रम, स्फोटके;

आपला समाज नष्ट होण्यासाठी जरा कुठे खुट्टे होण्याचा तेवढा अवकाश आहे. परसमाजांचेही असेच झाले असू शकेल.

- तांत्रिक प्रगतीच्या पुढचा टप्पा कदाचित अशारीर उत्क्रांतीचा असेल. शारीर मर्यादा ओलांडून प्रगत जीव अशारीर स्वरूपात उत्क्रांत होत असेल. शरीराला स्थळकाळाच्या मर्यादा असतात. एकदा अशारीर स्वरूपात गेले की स्थळकाळाचे बंधन राहत नसेल. प्रगत “जीव” असे अशारीर स्वरूपात असतील तर त्यांचा वेध तरी कसा घेणार?
- कदाचित हे परसमाज वेगळ्या मितेने असतील. आपल्या जडवादापलीकडेचे त्यांचे विश्व असेल. तिथे प्रकाशाचा वेग आपल्या विश्वापेक्षा कितीतरी जास्त असेल आणि दोन ग्रहांदरम्यानचा वा दोन ताऱ्यांदरम्यानचा प्रवास चुटकीसरशी होत असेल.
- कदाचित प्रगत परसमाज दूरसंवेदनेद्वारा (telepathy) संपर्क साधू शकत असतील. एका परसमाजाची एकत्रित (collective) दूरसंवेदनलहर स्वीकारून त्यांना दुसरा परसमाज अशाच लहरींद्वारा उत्तर देत दळणवळण साधत असतील. अशा दूरसंवेदनतंत्रात आपण फार मागासलेले असल्यामुळे आपल्याशी त्या परसमाजांना काही देणेघेणे नसेल. किंवा, त्या तंत्रात आपण एवढे मागासलेले

आहोत की आपण अस्तित्वात असल्याची त्यांना कल्पनाही नसेल.

- थोडक्यात काय तर तर्क करावे तेवढे थोडकेच आणि शक्यता मांडाव्या तेवढ्या कमीच पडतील. यथावकाश, यदाकदाचित परग्रहवासीयांनी आपल्याशी संपर्क साधलाच तर आपण त्यांना कसे प्रत्युत्तर देऊ, आपली काय प्रतिक्रिया होईल, ते सुष्ट असतील की दुष्ट, ते त्यांच्यासोबत आपल्याला प्रगतीप्रत नेतील की आपल्यावर हल्ला करून आपल्याला नष्ट करतील, त्यांना आपण सापडण्याऐवजी आपल्याहून अप्रगत परसमाज आपल्याला सापडले तर आपली वसाहतवादी मानसिकता आणि इतिहास पाहता आपण त्यांना कसे वागवू, वगैरे वगैरे प्रश्न आपण चित्रपट लेखकांच्या कल्पनाभरारीवर सोडून द्यावे आणि उडत्या तबकड्या पाहिल्याचे शपथेवर सांगणाऱ्यांच्या मुलाखती दूरचित्रवाणीवर पाहत पुन्हा आपल्या उद्योगाला लागावे हेच बरे. तुम्हाला काय वाटते?

■ ■

मनोगत दिवाळी २०१२ मध्ये पूर्वप्रकाशित

लेखक : वरदा वैद्य, एम.एस्सी., पेन्सिल्वानिया येथे वास्तव्य. त्यांचे खालील ब्लॉग जरूर पहा.
<http://khagras.wordpress.com>

कच्छच्या रणात नौकाबंदी

रूपांतर : मुरारी तपस्वी



कच्छ हा गुजरातमधील भारताच्या पश्चिम टोकाला असलेला एक जिल्हा. भारतातील जिल्ह्यांमध्ये आकाराने सर्वात मोठा - ४६ हजार चौरस कि.मी. व्यापणारा सर्वात कमी लोकसंख्या असलेल्या जिल्ह्यांपैकी एक. भारताची पूर्वोत्तर राज्ये, जम्मू-काश्मीर आणि जैसलमेरनंतर लोकसंख्येची घनता कमी असलेल्या प्रदेशांमध्ये याचाच क्रमांक लागतो - दर

चौ.कि.मी. मागे केवळ ४६ लोकसंख्या असलेला. गुजरातेतील सुरतमध्ये ही लोकसंख्येची घनता दर चौ.कि.मी. मागे १४४० तर मुंबईत ४८ हजार आहे! 'कच्छ' या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या या जिल्ह्यातला भाग म्हणजे एक मोठे कोडेंच आहे म्हणाना ! 'कच्छ' ह्या शब्दाचा अर्थ आलटून-पालटून दलदलीचा आणि कोरडा होणारा भूभाग असं विकिपिडीयात म्हटलंय

(http://en.wikipedia.org/wiki/Kutch_District). तर 'रण' या शब्दाचा उगम संस्कृत शब्द 'ईरिण' यातून झाला असावा, याचा अर्थ ओसाड प्रदेश, नापीक जमीन असा होतो. ३०० कि.मी. पूर्व-पश्चिम आणि काही ठिकाणी १५० कि.मी. दक्षिणोत्तर पसरलेला हा भूभाग समुद्रसपाटीपासून म्हणण्यापुरत्याच उंचीवर आहे. यातल्या मधल्या उंच भूभागामुळे याचे दोन भाग झाले आहेत: उत्तरेचं 'थोरलं रण' (Great Rann) - सुमारे १८००० चौ.कि.मी. आणि आग्नेय (द.पू.) दिशेला 'धाकटं रण' (Little Rann) - सुमारे ५००० चौ.कि.मी. कच्छ जिल्ह्याचा बराचसा भाग हे रण व्यापतात. थोरलं रण अरबी समुद्राला कोरी खाडीनं जोडलं आहे तर धाकटं रण कच्छच्या आखाताला. पावसाळ्यात रणाचा बराचसा भाग पाण्याखाली राहतो तर इतर ऋतूत (नोव्हेंबर ते मे) मात्र ते बहुधा कोरडेच असते.

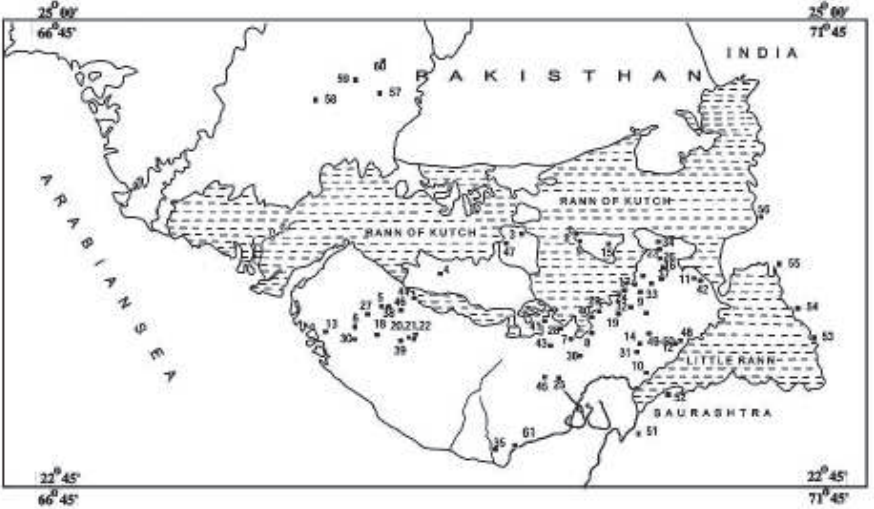
पर्यटनानिमित्त या प्रदेशाला भेट देणारे बरेच असले तरी तेथे मुक्काम ठोकून रोजीरोटीची सोय करण्यासारखे या भागात विशेष काही नाहीये असं तेथील लोकसंख्येवरून वाटावं. तरी, २०११ च्या जनगणनेत या भागाची लोकसंख्या २० लाखांवर पोहोचली आहे. सोयी होत आहेत, मिठाची निर्मिती, रासायनिक उद्योग, सिमेंट, जहाज बांधणी, विद्युतनिर्मिती, कांडला आणि मुंद्रासारखी दोन मोठी बंदरं, असे उद्योग

वाढताहेत तशी लोकसंख्येत भर पडतेय.

सिंधू संस्कृतीच्या वेळी इथं हडप्पन वसाहत बहरली होती असं त्या भागात झालेल्या उत्खननावरून समजतं. त्यावेळच्या एकूण ६१ वसाहतींचा शोध या भागात लागला आहे. यातील बऱ्याच वसाहती सुरुवातीच्या काळातल्या तर काही नंतरच्या काळातल्या आहेत. हडप्पन लोक प्रथम पाकिस्तानात असलेल्या सिंध प्रांतात वसले. नंतर ते कच्छ आणि सौराष्ट्रात पसरले. त्या काळी शेती हा मुख्य व्यवसाय समजला जात असे. सिंध प्रांतातले हडप्पन लोकही शेतीच करून उदरनिर्वाह करीत असे दृष्टेत्पत्तीस आलं आहे. पण मग त्यांना इथे दलदलीच्या, नापीक जमिनीवर वस्ती का करावीशी वाटली? इथे त्यांचा उदरनिर्वाह कसा होत होता? नुकत्याच प्रकाशित झालेल्या लेखात (करंट सायन्स, खंड १०५(११); १० डिसेंबर, २०१३; १४८५, <http://www.currentscience.ac.in/Volumes/105/11/1485.pdf>) यावर बऱ्याच वर्षांपासून वेगवेगळी मतं-मतांतरं नोंदली जात असल्याचं नमूद केलं आहे. हे लोक समुद्र मार्गे सौराष्ट्रातून इथं येऊन पोहोचले तर काहींच्या मते ते खुष्कीच्या मार्गानेच (म्हणजे जमिनीवरून) इथं आले अशा नोंदी असल्याचं दिसतं. अर्थात खुष्कीच्या मार्गाने ते इथं पोहोचल्याचं सांगणं, तेथील परिसर त्यावेळी आजच्यासारखाच होता अशा अनुमानावर

आधारलेलं असावं. परंतु यानंतर पुराणकाळातल्या पराग कणांवर झालेल्या संशोधनाच्या आधारेणं, 'या ठिकाणी त्यावेळी आतापेक्षा वेगळंच म्हणजे खाऱ्या पाण्याचं पर्यावरण अस्तित्वात होतं' असं नमूद करण्यात आलं आहे. त्यामुळे सिंधू खोऱ्यातले लोक कच्छ येथे जलमार्गानेच येऊन पोहोचले असण्याची शक्यता असल्याचं मत पुढे रुजलं. कच्छमध्ये त्या काळी अतिशय पुढारलेली संस्कृती बहरली होती असं पुरातत्वशास्त्रीय संशोधन नमूद करतं. जरी हडप्पा येथील संस्कृती शेती उद्योगावर अवलंबून होती असं दिसत असलं तरी कच्छमधील हडप्पन मात्र उत्तम शेत जमिनी अभावी शेतीवर अवलंबून नसणार. एका दस्तऐवजानुसार यांना हुल्लर येथून, गुजरातच्या

इतर भागातून, मलबार आणि सिंधमधूनही धान्यपुरवठा होत होता. या आधारेनुसार हे लोक मग इथं शेती करण्यासाठी येऊन वसले नसून नौकानयनात प्रावीण्य मिळवलेले आणि व्यापारी वृत्तीचे असावेत असं अनुमान काढलं गेलं. व्यापारउदीम हाच त्यांचा व्यवसाय असावा असा अंदाज बांधला गेला. गुजरात आणि विशेषतः कच्छ हा भाग चुनखडी, अगेट, शिसं या दगड आणि धातूंच्या खार्णीसाठी तेव्हापासूनच प्रसिध्द होता. सिंधमधील हडप्पाच्या वसाहतींमधल्या आणि इतरत्र सापडलेल्या चुनखडीच्या कमानी येथूनच पाठवल्या गेल्या असाव्यात असा निष्कर्ष निघतो. या कमानीचं वजन प्रत्येकी शंभर किलोच्या आसपास भरतं. अशा वजनदार वस्तू इथून जलमार्गेच वाहून नेणं



कच्छच्या किनाऱ्यावर आढळलेल्या हडप्पन काळातील वसाहती



कच्छच्या रणाची सद्यस्थिती

त्यांना सोयीचं होत असणार असा निष्कर्ष निघतो आणि त्यांचा उदरनिर्वाह असल्या व्यापारावर होत असणार असं अनुमान काढता येतं.

धाकट्या रणातल्या एका अभ्यासानुसार असं लक्षात आलं आहे की येथील मातीच्या अवसादनाचं (sedimentation) प्रमाण दर वर्षाला सुमारे १.५ ते ३ मिलीमीटर असे. तसंच या भागात, या दरम्यान कसलीही भूविवर्तनी क्रिया (tectonic activity) झालेली नाही. हे गृहीत धरलं तर असं लक्षात येतं की अगदी २००० वर्षांपूर्वीही या धाकट्या रणाची खोली समुद्रसपाटीपासून ४ मीटर तरी असायला हवी

आणि हे समुद्राला जोडलं गेलेलं असल्यामुळे हा भाग वर्षभर पाण्याखाली असायला हवा. असाच अभ्यास थोरल्या रणात खदिर बेटाजवळ केला गेला आणि तेथील वार्षिक अवसादनाचं प्रमाण २५०० वर्षांपूर्वीपर्यंत १.२२ मिलिमिटर असल्याचं आढळलं. याचाच अर्थ इथेही हा भाग समुद्रसपाटीपेक्षा खोलच होता आणि साहजिकच त्यातही समुद्राचं पाणी असणार असाच निघतो. कच्छचं रण त्यावेळी नौकानयनास योग्य असा भाग होता या तर्कशुध्द विचाराला पुष्टी देणाऱ्या साधनाच्या शोधात वैज्ञानिक होते. त्यांनी मग याकरता संगणकावर कच्छच्या भागाची आज अस्तित्वात असलेल्या



५००० वर्षांपूर्वीच्या अंदाजित स्थितीची आकृती

समुद्रसपाटीपासूनच्या उंचीनुसार एक स्थलाकृती (digital elevation model) तयार केली आणि आज्ञावली वापरून जर हा भाग ५ मीटर कमी उंचीचा असेल तर तेथील नकाशा कसा दिसेल याची प्रतिकृती तयार केली. या स्थलाकृतीनुसार असं लक्षात येतं की कच्छच्या रणात ५००० वर्षांपूर्वी, हडप्पन वसाहत होती तेव्हा, तो अरबी समुद्राचाच एक भाग होता आणि त्यात बारमाही पाणी होतं. तसंच ऐतिहासिक तथ्य विचारात घेतलं तर असंही म्हणता येईल की हे कच्छचं रण अगदी इसवी सनाच्या सुरुवातीलाही (सुमारे २००० वर्षांपूर्वीही) समुद्राला जोडलेला पाण्याचा उथळ भाग होता आणि अगदी मध्ययुगातही (१९व्या शतकापर्यंत) त्यात बारमाही पाणी असायचं.

कच्छ रणाच्या आसपास केलेल्या उत्खननातल्या हडप्पन वसाहती या रणाच्या भागात पूर्वी पाणी असताना त्याच्या दोन्ही किनाऱ्यांवर असल्याचं आढळतं. पूर्वीच्या एका अभ्यासानुसार कच्छचं रण खंबाटाच्या आखाताला धाकट्या रणाच्या बाजूनी जोडलं गेलं होतं आणि त्यामुळे कच्छचं आखात, दोन्ही रणं आणि खंबाटाचं आखात यातून सोयीच्या बाजूने हडप्पन जलवाहतूक करायचे. काळाच्या ओघात तळातल्या सिंधमध्ये बरेच प्राकृतिक बदल घडत गेले. सिंधू नदीचं पात्र अनेक किलोमीटर पश्चिमेकडे सरकत गेलं आणि कालांतरानं कच्छच्या रणावर त्याचा परिणाम दिसून यायला लागला. सौराष्ट्राच्या किनाऱ्यावर वसलेल्या हडप्पन वसाहतींचा पुरातत्त्व अभ्यास खंबाटाच्या

आखाताच्या किनाऱ्यावरील बदलांची नोंद करतो. या बदलांची दोन कारणे आहेत: तेथे होत असलेली भूविवर्तनी क्रिया आणि समुद्र-पातळीत होणारे बदल.

कच्छचा भूभाग भूकंपांसाठी प्रसिद्ध आहे. मोठे प्राकृतिक बदल इथं घडवून आणणाऱ्या अशा कित्येक भूकंपांची नोंद झालेली आहे. पुरातत्त्वशास्त्रानुसार हडप्पन काळात किमान तीन मोठे प्रलयकारी भूकंप तरी इथं झाले आहेत. इ.स.पू. २१०० वर्षांपूर्वी झालेला शेवटचा भूकंप पूर्वीच्या हडप्पन वसाहतींच्या विनाशास कारणीभूत ठरला. त्यानंतर काही दशकांनंतर हडप्पनांनी इथं पुन्हा नव्यानं वसाहती केल्या. पण या पूर्वीच्या वसाहतींच्या तुलनेत मोजक्याच होत्या आणि त्यातल्या काहीच जुन्या वसाहतींच्या जागी होत्या असं दिसतं. कारण त्यांच्यातील बऱ्याच जणांनी सौराष्ट्रात - त्यातल्या त्यात भूकंपांपासून कमी नुकसान करणारी जवळची जागा म्हणून - स्थलांतर केले असं असावं असं तिथल्या नव्या वसाहतींवरून अनुमान काढता येतं.

समुद्रपातळीत होणारे बदल हे दुसरे कारण. १३००० वर्षांपूर्वी जगभर समुद्राच्या पाण्याची पातळी वाढत होती आणि ही वाढ इ.स.पू. ६००० वर्षांपूर्वी स्थिरावल्याचं दिसतं. कच्छच्या रणातले पुरातत्त्वशास्त्रीय अभ्यास इथे बंदरांचं अस्तित्व असल्याचं सिद्ध करतात. आता त्याठिकाणी केवळ ओसाड जमीन उरली आहे. त्यावेळच्या रणाच्या मध्यभागी असलेल्या बेटांच्या उत्तरेकडच्या किनाऱ्यांची धूप झाल्याचे पुरावे आजही मिळत आहेत. यानंतर मात्र येथील जमिनीची उंची वाढत जाऊन या भागातलं पाणी मागे हटलं.

बदल ही एक नैसर्गिक क्रिया आहे. ती सतत घडत असते. काळाच्या उदरात यामुळे अनेक संस्कृती लयाला गेल्या, वसाहती नष्ट झाल्या तसंच निसर्ग नव्या रूपात नवचैतन्य घेऊन आला. कच्छचं रण याचं एक उत्तम, बोलकं उदाहरण ठरतं. बदलाचं स्वागत करण्यापलीकडे आपल्या हातात असतं तरी काय?



‘भावलेले विज्ञान’ या मुरारी तपस्वी यांच्या ब्लॉगवरून साभार, लेखातील आकृत्या करंट सायन्समधील Navigation in the Rann of Kachchh या मूळ लेखातून साभार.

रूपांतर : मुरारी तपस्वी

इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ ओशनोग्राफी, पणजी येथून ग्रंथपाल म्हणून निवृत्त.

ग्रंथालयशास्त्रात विद्यावाचस्पती (डॉक्टरेट).

अवकाश संशोधन

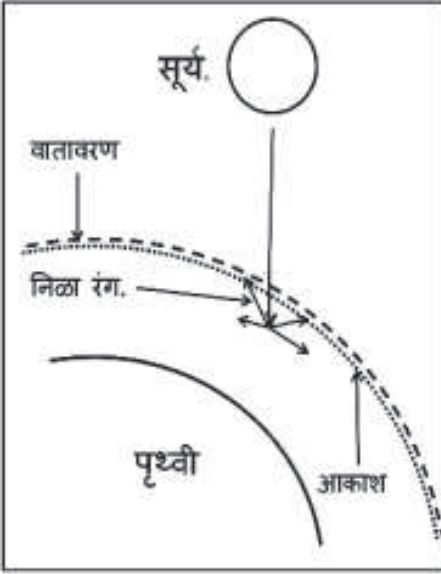
लेखांक - १

लेखक : सुरेश नाईक

आकाश आणि अवकाश

आकाश आणि अवकाश ह्या दोन वेगळ्या संकल्पना आहेत हे तुम्हाला माहीत आहे का? आपण आकाश या संज्ञेबद्दल आधी माहिती घेऊ. सूर्यप्रकाश पांढरा दिसत असला तरीही तो इंद्रधनुष्याच्या सात रंगानी

बनलेला असतो हे तुम्हाला माहीतच आहे. सूर्यकिरण पृथ्वीच्या वातावरणात शिरतात तेव्हा त्यांच्यामधील जास्त लांबीचे असलेले तांबडा, नारिंगी व पिवळा अशासारखे रंग वातावरणातील वायूंमुळे व धूलिकणांमुळे जास्त विखुरले जात नाहीत. कमी लांबीचे तरंग असलेला निळा रंग मात्र जास्त विकिरण झाल्याने वातावरणात पसरतो. ह्याच 'निळसर' वातावरणास आपण 'आकाश' असे म्हणतो. आकाशाला पृथ्वीच्या वातावरणाच्या अंतरापर्यंत मर्यादा आहे. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या बलामुळे वातावरण चिरस्थायी व अबाधित राहते. परंतु वातावरणाच्या थराची जाडी पृथ्वीच्या आकाराच्या तुलनेत खूपच कमी आहे. समजा पृथ्वी एका मोसंबीच्या फळाच्या आकाराची आहे असे मानले तर, वातावरणाची जाडी त्याच्या सालीइतकी असेल.



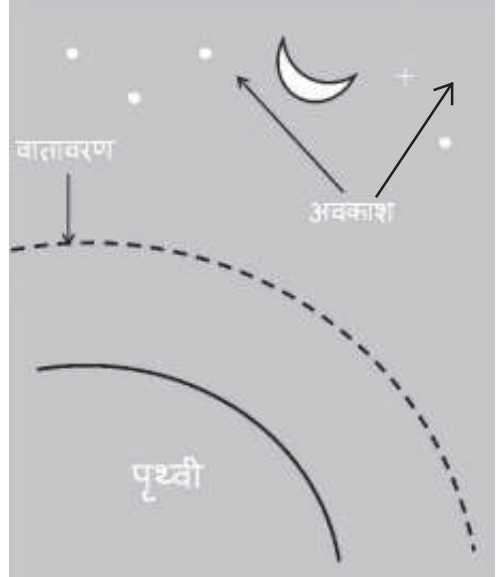
अवकाश

रात्रीच्या वेळेस जेव्हा सूर्यप्रकाश नसतो तेव्हा सूर्यकिरणांच्या विकीरणाचा प्रश्च उद्भवत नसल्याने, ढग नसतील तर, आपण पृथ्वीच्या वातावरणाबाहेरील विश्व पाहू शकतो. अशा वेळी आपणास अनेक तारे दिसतात. हे तारे विश्वाच्या पोकळीमध्ये पसरलेले आहेत. रात्रीच्या वेळेस डोळ्यांना दिसणारी पोकळी म्हणजे 'अवकाश'. थोडक्यात सांगाथचे तर पृथ्वीवरून दिवसा दिसते ते 'आकाश' तर रात्री दिसणारे 'अवकाश'. आपल्या डोळ्यांना दिसणारे अवकाशातील तारे हे ठरावीक अंतरापर्यंत आहेत. परंतु दुबिर्णीने पाहिल्यास त्या पलीकडचे तारेदेखील आपणास दिसतात. पृथ्वीपासून जसे वर जावे तसे वातावरण विरळ होत जाऊन क्रमाक्रमाने अवकाशामध्ये विलीन होते. समुद्रसपाटीपासून ११ कि.मी. उंचीवर, एकूण वातावरणाच्या २५ टक्के वातावरण शिल्लक राहते; ४० कि.मी. उंचीवर सुमारे १ टक्का, ७० कि.मी. वर ०.०१ टक्का, तर १०० कि.मी. वर वातावरणाचा केवळ ०.०००१ टक्का इतकाच भाग राहतो. त्यामुळे अवकाशाची विशिष्ट सीमा नसली तरी सर्वसाधारण व्याख्येप्रमाणे पृथ्वीपासून १०० कि.मी. अंतरावर अवकाशाची सुरुवात होते असे मानले जाते.

चंद्रावर दिवसादेखील आकाश काळे!

पृथ्वीपासून सुमारे १०० कि.मी. अंतरावर अवकाशाची सुरुवात होते असे मानले जात असले तरीही वस्तुतः आपली पृथ्वी, त्याच्याभोवतीचे वातावरण आणि एकूण सारेच विश्व हे अवकाशात सामावलेले आहे. आपली पृथ्वी हा विशाल सौर मालेतील एक छोटासा ग्रह आहे, आपली सौरमाला आकाशगंगा नावाच्या एका प्रचंड तारकापुंजाची केवळ एक सभासद आहे. आकाशगंगेत सूर्यासारखे २०० ते ४०० अब्ज तारे आहेत, तर विश्वात आकाशगंगेसारखे १०० ते २०० तारकापुंज आहेत. किती भव्य आहे ना सारे?

वातावरणाच्या अभावामुळे अवकाश काळे दिसते. गमतीची गोष्ट म्हणजे, चंद्रावर



वातावरण नसल्यामुळे दिवसा तेथील जमीन प्रकाशित असली तरी आकाश काळेच दिसेल!

अवकाशात निर्वात स्थिती कशामुळे निर्माण होते? मोठ्या आकाराचे ग्रह किंवा तारे गुरुत्वाकर्षणाद्वारे वायूच्या परमाणूंना आपल्याकडे ओढून घेतात. अशा प्रकारे त्यांच्यामधल्या अवकाशात निर्वात पोकळी तयार होते. ज्या ग्रहगोलाचे वस्तुमान [Mass] अधिक, त्याचे गुरुत्वाकर्षण जास्त. चंद्राचं गुरुत्वाकर्षण फार कमी आहे (पृथ्वीच्या १/६). सूर्यावरून काही वायू चंद्रावर येतात खरे, परंतु वायूच्या रेणूंना 'धरून' ठेवण्यास त्याचे गुरुत्वाकर्षण पुरेसे नसल्यामुळे चंद्रावर वातावरण नाही.

दुसरे अवकाशाचे वैशिष्ट्य असे की पृथ्वीवर समुद्रसपाटीला हवेचा दाब १०१ किलोपास्कल एवढा असतो तर अवकाशात तो जवळजवळ शून्य असतो. अशा परिस्थितीत स्पेस सूटविना माणूस सापडला, तर क्षणार्धात हवा भरलेल्या फुग्याप्रमाणे त्याची त्वचा फुगेल, फुफ्फुसातील हवा बाहेर निघून जाईल आणि काही सेकंदांमध्ये त्याचा अंत होईल.

अवकाशात आढळणारी टोकाची तपमाने वेगळेच आव्हान उभे करतात. सूर्यप्रकाशातील वस्तूचे तपमान १२० अंश सेल्सियसपेक्षा अधिक, तर सावलीतील



पदार्थाचे तपमान उणे १०० च्या खाली जाऊ शकते. सूक्ष्म गुरुत्वाकर्षण हेही अवकाशाचे आणखी एक लक्षण आहे. पृथ्वीपासून आपण जसजसे दूर जाऊ तसतसे गुरुत्वाकर्षण कमी कमी होत जाते. शिवाय अवकाशात सूर्यापासून निर्माण होणारी अतिनील (अल्ट्राव्हायलेट) किरणे, क्ष किरणे यासारखी उत्सर्जने मानवाला व कृत्रिम उपग्रहांना धोका पोहोचवू शकतात. पृथ्वीभोवतीच्या संरक्षक वातावरणामुळे त्यांच्यापासून आपला बचाव होतो.

लेखक : सुरेश नाईक,

ज्येष्ठ अवकाश शास्त्रज्ञ, देशाच्या १५ हून अधिक उपग्रह मोहिमांत मोलाची कामगिरी. माजी समूह संचालक, इस्रो. निवृत्तीनंतर विद्यार्थ्यांमध्ये अवकाश संशोधनाबद्दल आस्था उत्पन्न होण्यासाठीभरपूर लेखन आणि व्याख्याने.

धरण कुठे बांधतात ?

लेखांक - १

लेखक : वैजयंती शेंडे

नेहा, अतुल, मीना नुकतेच सहलीला जाऊन आले होते. अर्थातच सहलीचा विषय काही डोक्यातून जात नव्हता. अगोदर धबधबा पाहून ते एका धरणापाशी गेले होते, आणि पुढे जवळच एक शहर होते ते पाहून परत आले होते. सहल म्हणजे गाडीतून जाऊन, मधे उतरून ठरावीक वेळेत ठरावीक गोष्टी बघणारी ही कंपनी नव्हती. त्यामुळे चौकसपणे सभोवताल बघून त्यावर गप्पा मारणे चालू होते. साहजिकच गप्पांची गाडी, ते धरण तिथेच का बांधले इकडे वळली. नेहा म्हणाली “शहराला पाणी हवे मग धरण त्याच्याजवळच बांधणार,” अतुलने तिला टोकले “मग शहरात पाणीच पाणी आणि रुसली राणी”. मीनाने मत मांडले, “धरणात पाणी साठले पाहिजे, मग ते हवे तेव्हा हवे तितके वापरता येते. आई कुरड्या -पापड्या कशी उन्हाळ्यात करते आणि मग आपण...” तिचे बोलणे तोडत नेहा म्हणाली “वर्षभर कितीही खातो. तसेच धरण बांधून

पावसाळ्यात पाणी साठवायचे आणि वर्षभर पुरवून पुरवून प्यायचे” ह्यावर सर्वांचेच एकमत होते. पण धरण कुठे बांधावे आणि का ह्याविषयी चर्चा थांबत नव्हती, ती अगदी चॅनेलवरच्याप्रमाणे आरडाओरड होण्यापर्यंत पोचली.

मात्र मंडळी सुज्ञ होती, आरडाओरड्याने सत्य झाकले जाते, कंगोरेच समोर येतात हे त्यांना माहित होते. त्यांना एकदम माझी आठवण आली, दुसऱ्या दिवशी ते माझ्याकडे आले. सहलीची गंमत सांगितली आणि धरण कुठे बांधायचे त्याबद्दलची मते पण सांगितली. मी त्यांना आधी खाऊ दिला आणि म्हटले आता जरा माझे ऐका -

“तुमचे प्रत्येकाचे म्हणणे थोडे थोडे बरोबर आहे पण तेवढेच खरे व पुरेसे नाही. जगात हवामानात विविधता आहे आणि पाऊस वेगवेगळ्या ठिकाणी कमी जास्त पडतो. त्यामुळे एकीकडे घनदाट जंगले तर दुसरीकडे मोठी वैराण वाळवंटे तयार झालेली

दिसतात. आपल्या भारताचा बहुतांश भाग हा पावसावर अवलंबून आहे. पण त्यात खूप अनिश्चितता आहे पाऊस कधी खूप जास्त पडतो तर कधी अगदी कमी. शिवाय ह्या पावसाचे प्रमाण एका ठिकाणापासून दुसऱ्या ठिकाणापर्यंत पुष्कळ बदलते. उत्तर किंवा ईशान्य भागात गंगा, यमुना, ब्रम्हपुत्रा वगैरे हिमालयातल्या नद्यांना जवळजवळ प्रत्येक वर्षी पूर येतो तर काही भागात. उदा. वायव्य भागात, राजस्थान, कच्छ मध्ये पाऊस इतका कमी पडतो की शेती तर दूरच पण पिण्याच्या पाण्याचीपण विवंचना असते. हे माहितीच आहे तुम्हाला.” मुलांच्या माना डोलल्या. “म्हणजेच एकाच वेळेस ओला आणि कोरडा दुष्काळ देशाच्या वेगवेगळ्या भागात आढळतो. हो ना?”

“इतकेच काय एकाच ठिकाणीसुद्धा दर वर्षी त्या त्या वेळी तितकाच पाऊस पडेल असेही नसते. त्यामुळे नियोजन करणे अवघड होऊन बसते. बऱ्याचदा नद्यांना वर्षभर पाणी नसते. बरेचसे पाणी आधीच समुद्राला जाऊन मिळते. जिथे भरपूर पाऊस पडतो तिथेही आपल्याला पाणी पुरत नाही. मग काय करतात?” मुले एका सुरात ओरडली, “धरण बांधतात.” “शहरात, गावात वर्षभर पाणी लागते. एक दिवस पाणी नसेल तरी लगेच बातमी.”

नेहा म्हणाली, “मावशी हे समजले, पण तू दुष्काळ आणि पूर ह्याचे काय ते

सांग न.” मावशीकडे उत्तर तयार होते. “नळाचे पाणी वाहून जायला लागले की, कधी कधी आई ओरडल्यावर का होईना, तू नळाखाली बादली लावतेस. आणि नळाचे पाणी गेल्यावर बादलीतले वापरतेस. म्हणजे पाणी जास्त वाहून जायला लागले की साठवून ठेवायचे आणि ते नसते तेव्हा वापरायचे. पूर म्हणजे जास्त पाणी, दुष्काळ म्हणजे कमी पाणी आणि बादली म्हणजे...” परत एकसाथ “धरण” असा गजर झाला.

“मावशी, आम्हाला वाटले धरणाच्या आसपास नुसते जंगल असेल, पण तिथे कारखाने होते, अजून पुढे गेल्यावर न आवाज येत होता.. मिनू तर घाबरलीच.” ह्यावर नेमके कोण कसे घाबरले ह्याची नक्कल करून मंडळी हसायला लागली. मावशी पुढे सांगू लागली, “लोकांना घरी वापरायच्या पाण्याशिवाय, नागरी सुविधांना, शेतांना, वीजनिर्मिती, कारखाने, जलक्रीडा, मत्स्योत्पादन तसेच इतर अनेक कारणांसाठी ठरावीक वेळी ठरावीक प्रमाणात पाणी लागते. म्हणून लहान मोठी धरणे बांधली जातात. थोडक्यात काय, धरणाचे मुख्य काम म्हणजे पाण्याचा साठा करून ठेवणे आणि पाण्याची पातळी उंचावणे.”

मी जरा थांबले. चांगले शिक्षक एकेका मुद्द्यानंतर वेळ देऊन पुढे जातात. “उंचीवरून पडणाऱ्या पाण्यावर चक्रे फिरवून वीज तयार करता येते. ह्यासाठी लहानमोठ्या जल-ऊर्जा

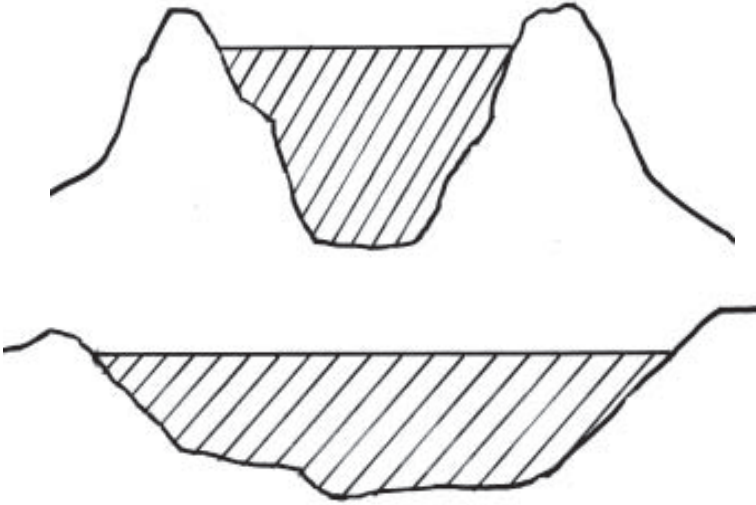
प्रकल्पांची योजना आखली जाते. अशा विविध उपयोग असणाऱ्या बहुउद्देशीय प्रकल्पांमध्ये धरण हा महत्त्वाचा घटक असतो. परंतु अशी धरणे कुठे आणि कशी बांधावीत म्हणजेच धरणांची रचना-आराखडे (डिझाईन) करणे हे अभियंत्यांसाठी एक आव्हान असते.

एखाद्या नदीवर धरण बांधावयाचे असल्यास ते कुठल्या ठिकाणी बांधावे हे तर फार महत्त्वाचे! बरे ही धरणे एकसारखीच नसतात. कधी मातीचे, कधी काँक्रीटचे तर कधी भारस्थायी कधी कमानी पद्धतीने बांधतात. धरणाच्या प्रकाराची निवड ही जागेच्या निवडीवर अवलंबून असते आणि

ह्या उलट जागेची निवड करताना कुठल्या प्रकारचे धरण बांधणे शक्य आहे याचा विचार करावा लागतो. ह्या दोन्ही गोष्टी एकमेकांशी निगडीत आहेत. जास्तीत जास्त फायदे देणारा पण पूर्ण सुरक्षित आणि तेही कमीत कमी खर्चात अशा प्रकल्पाची आखणी करायची असेल तर धरणाची योग्य जागा निवडणे महत्त्वाचे असते. साधी घरात भांडी कुठे लावावीत, हेसुद्धा विचारपूर्वक ठरवावे लागते. मग धरणाची जागा ठरवणे सोपे नाही. पटले की नाही?’’ माना डोलल्या.

आता मुले अजून सरसावून बसली. त्यांची उत्सुकता चांगलीच वाढली होती. “धरणाची जागा आणि प्रकार निश्चित

अरुंद दरीच्या मध्ये धरणाची जागा असेल तर कमीत कमी बांधकामात जास्तीतजास्त पाणी साठवण्याचा फायदा मिळतो.



करताना अनेक तांत्रिक, सामाजिक आणि आर्थिक बाबींचा अभ्यास करावा लागतो. सामान्यतः जितकी धरणाची लांबी कमी तितका धरण बांधणीचा खर्च कमी, हे सरळच आहे. जिथे दोन डोंगरांमधली दरी अरुंद तिथे पाणी अडवायला कमी लांबीचे धरण लागेल. कमी लांबीत तितकेच पाणी साठेल. त्यामुळे तुम्ही बघितलेले धरण दरीतील फट बुजवून बांधलेले होते. मात्र जिथून धरणाशी नदी येते ती धार खूप छोटी असेल तर विशेष फायदा नाही. धरणाच्या वरच्या, नदीच्या उगमाच्या बाजूस जितके खोरे रुंद तितका जलाशय मोठा म्हणजे पाण्याचा साठा जास्त हे सरळच आहे.” “अगदी मुलीनाही समजेल” अतुल. नेहाचे उत्तर, “मुलांना मात्र समजवायला लागेल.” “ह्याचाच अर्थ खोरे जर घंटेच्या आकाराचे असेल आणि त्या निमुळत्या जागेत जर धरण बांधले तर दोन्ही उद्देश सफल होतील ती जागा योग्य.”

परत छोटीशी विश्रांती घेऊन पुन्हा सांगायला सुरुवात केली. “धरणासाठी सामुग्री जितकी कमी लागेल तितके किफायतशीर. म्हणजेच धरणाच्या जागेची जमीन नदी खोऱ्यापेक्षा उंच असलेली बरी. म्हणजे धरणाची उंची कमीत कमी ठेवता येईल, उंचीचा फायदा तर मिळेलच तोही कमी खर्चात.”

मुले चौकस होती. आजूबाजूला काय चालले आहे ह्याचे भान त्यांना असे. मग

धरणग्रस्त म्हणजे काय, हा प्रश्न ओघाने आला. “धरणासाठी अडवलेल्या पाण्यात ज्यांची जमीन जाते ते, किंवा धरणामुळे ज्यांना ज्यांना त्रास होतो त्यांना भरपाई देणे जरूरीचे असते. म्हणजेच धरण बांधणीनंतर पाण्याखाली येणाऱ्या जमिनीचे क्षेत्रफळ मोजणे, तिची किंमत, प्रत, त्यावरची शेती, तिचा उपयोग या सर्वांचा विचार केला जातो. म्हणजेच ह्या जमिनीची किंमत कमीत कमी असावी, त्यामुळे विस्थापित कमीतकमी असावेत आणि जमीन किती महत्त्वाची आहे हे तपासून बघावेच लागते. म्हणूनच धरणाची जागा निवडताना एकीकडे धरणामुळे निर्माण झालेल्या जलाशयात किती गावे बुडतील, किती लोकांना विस्थापित व्हावे लागेल; झाडे, पक्षी, प्राणी ह्यांच्या संदर्भात पर्यावरणाचे किती नुकसान होईल ह्या अनिष्ट, त्रासदायक परिणामांचा आणि दुसरीकडे पूरनियंत्रण, कोरडवाहू जमिनीचे सिंचन, मत्स्योत्पादन, वीज निर्मितीसारख्या चांगल्या इष्ट परिणामांचा तौलनिक अभ्यास करणे गरजेचे असते. म्हणजेच एखाद्या जागेत धरण बांधले तर धरणाचा कितपत फायदा होईल आणि कसाकसा होईल हे तपासावे लागेल. बरोबर?”

“धरणाची जागा ठरवलीत, पण त्यासाठी लागणारे सामान खूप दूर असेल तर खर्च, वेळ, अडचण वाढणार. मग बांधकामासाठी लागणारे साहित्य, योग्य दगड,

जवळ उपलब्ध असावे आणि त्याच्या वाहतुकीसाठी जागा सुगम असावी ह्याचाही विचार करणे अगत्याचे. तसेच धरणाचे काम वर्षानुवर्षे चालते, हे काम करणाऱ्या मजुरांच्या वस्तीसाठी धरणाजवळ जागा आहे का हेसुद्धा बघायलाच हवे.

धरणाचे वजन आणि पाण्याचे वजन पेलण्यासाठी धरण मजबूत, योग्य पायावर उभे रहायला हवे हा मुद्दा धरण बांधणीत अत्यंत महत्त्वाचा असतो. ह्या पायाच्या मुद्द्याबद्दल आपण थोडे नंतर जास्त सविस्तरपणे बोलूया.

धरणासाठी योग्य जागा निवडण्यासाठी सर्वात पहिली पायरी म्हणजे सर्वेक्षण. प्राथमिक सर्वेक्षण हे टोपोशीट वर करतात.



इंदिरा सागर धरणासाठी निवडलेली अरुंद दरी

टोपोशीट म्हणजे जमिनीवरचे सर्व बारकावे दाखवणारे नकाशे. शिवाय उपग्रहाने घेतलेले फोटो, हवाई नकाशांचा पण अभ्यास केला जातो. पायाच्या खडकांचे मूल्यांकन करण्यासाठी प्राथमिक स्वरूपाचे भूगर्भीय सर्वेक्षण केले जाते. आपल्या देशात पडणारा पाऊस हा कधी जास्त तर कधी अगदी कमी म्हणजे अगदी बेभरवशाचा, त्यामुळे धरणाच्या परिसरातल्या पर्जन्यमानाचा अभ्यास करण्यासाठी मागील अनेक वर्षांचे पावसाचे आकडे पाहून पुढील अनेक वर्षांचा अंदाज बांधला जातो. कारण एक-दोन वर्षांचाच पाऊस मोजला तर पुढच्या वर्षी वेगळ्याच प्रमाणात पाऊस पडू शकेल. म्हणून मग सरासरी आणि मागील अनेक वर्षांचे

पावसाचे आकडे पाहून करणे बरे.. खरे ना? तसेच वेगवान वारा आणि भूकंप ह्यांच्या परिणामाचे मोजमापही करावे लागते. नाहीतर जरा जमीन हलली आणि पाया हलला की पत्त्यांच्या बंगल्याप्रमाणे धरणही डगमगायला लागेल आणि सगळेच मुसळ केरात!” ह्यावर मुलांनी पुस्ती जोडली, “सगळेच धरण पाण्यात!”

“धरण बांधणीत मजबूत पायाचे महत्त्व अनन्यसाधारण असते. साठवलेल्या पाण्याचा, स्वतःच्या वजनाचा, झिरपणाच्या पाण्याचा भार, अशासारख्या अनेक भारांमुळे निर्माण झालेली बले प्रतिबले धरणाच्या पायावरच सोपवली जातात. भूगर्भातून बाहेर पडणाऱ्या भूकंप लहरी सर्वप्रथम धरणाच्या पायाजवळ आघात करतात. प्रश्न निर्माण झाल्यावर अभ्यास करणे नक्कीच चूक. म्हणजे जुन्या भूकंपांचा अभ्यास आधीच करायला हवा. शिवाय धरणाच्या तळातून पाणी मुरले, म्हणजेच तो खडक पारगम्य असेल तर पाणी झिरपून जाईल त्यामुळे पाणी झिरपणार नाही असा (अपारगम्य) खडक असल्याची खात्री करावी लागते. म्हणजे जास्तीत जास्त पाणी साठवता येते. त्यामुळे पायासाठी मजबूत अभेद्य खडक योग्य मानला जातो. म्हणून धरणाच्या सुरक्षिततेच्या दृष्टीने भूगर्भातल्या खडकांची संपूर्ण माहिती असणे गरजेचे असते. याकरता धरणाची जागा ठरवताना भूगर्भ-तज्ञांची मदत घेतली जाते. भूगर्भ-तज्ञ पायाच्या खडकांबद्दलची माहिती भूवैज्ञानिक आणि भूभौतिकी सर्वेक्षणाच्या साह्याने मिळवतात.

खडकांची कुठली माहिती आवश्यक असते हे बघायचे का? असे म्हणत मी धरणाची गोष्ट पुढे चालू केली.

१. धरणासाठी निवडलेल्या जागेत कुठल्या प्रकारचे उदा. अग्निजन्य,

गाळाचे की रूपांतरीत खडक आहेत?

२. योग्य खडकापर्यंत पोचून मगच पाया रचयला सुरुवात करायची. तिथे पोहोचण्यासाठी वेगवेगळ्या खडकाचे थर किती खोलीचे आहेत ते तपासायचे. जितकी ही खोली कमी तितके चांगले.

३. खडकांची घनता, त्यातील पाण्याचे प्रमाण, वजन पेलण्याची क्षमता किंवा ताकद (strength) असे खडकांचे अभियांत्रिकी गुणधर्म माहिती असणे अत्यंत गरजेचे असते.

४. खडकांमध्ये कमकुवत जोड, भूस्तर भंग आहेत का, म्हणजेच खडकात चीर तर नाही ना, असली तर कुठे आहे, ती बुजवता येईल का ते पहायचे.

५. खडक किती प्रमाणात पारगम्य आहे, पाणी झिरपून जाईल का त्याचा विचार करायचा.

आता अजून या खडकांची माहिती मिळवण्यासाठी वापरली जाणारी भूभौतिकी पद्धती आणि धरणाची जागा निवडताना कसे निकष लावतात हे प्रत्यक्ष उदाहरणे घेऊन माहिती घ्यायची आहे, ती आपण पुढच्या वेळी घेऊ.



लेखक : वैजयंती शेंडे, केंद्रीय जलविद्युत अनुसंधान शाला येथून मुख्य अनुसंधान अधिकारी म्हणून निवृत्त, धरणाच्या बांधकामाच्या स्थैर्यासंबंधीच्या विविध अभ्यासात संशोधन

आण्विक सुंदोपसुंदी !

लेखक : अँलन रोबॉक, ओवेन ब्रायन टून • अनुवाद : गो. ल. लोंडे

पंचवीस वर्षापूर्वी शास्त्रज्ञांच्या आंतरराष्ट्रीय चमूनी असे निदर्शनास आणून दिलेले आहे की युनायटेड स्टेट्स आणि सोविएत युनियन या दोन राष्ट्रांतील आण्विक (न्युक्लियर) युद्धामुळे 'आण्विक हिवाळा' उद्भवू शकेल. महानगरांवर आणि औद्योगिक क्षेत्रांवर जर अणुबाँब पडले, तर त्यातून प्रचंड प्रमाणात आगीचे लोळ आणि धुराचे लोट बाहेर पडतील. हे धुराचे लोट सगळ्या

पृथ्वीला झाकोळून टाकतील. ते सूर्यकिरणांच्या उष्णतेमुळे तापतील, हलके होतील, आकाशात उंच जाऊ लागतील. वर्षानुवर्षे ते वरच्या वातावरणात राहतील. त्यामुळे पृथ्वीवर सूर्यकिरण पोचण्यास कायमस्वरूपी अडथळा निर्माण होईल. पृथ्वीचा पृष्ठभाग थंड, अंधःकारमय होईल व कोरडा पडेल. जगभरातल्या वनस्पती मरून जातील. अन्नधान्याचा पुरवठा बंद पडेल.

आपल्या पुराणामध्ये सुंद आणि उपसुंद अशा दोन राक्षसबंधूंची कथा आहे. हे दोघे अत्यंत शूर असल्याने देवांना 'भारी' पडत होते. मग देवांनी युक्ती केली. मोहिनी रूपात येऊन या दोघांमध्ये भांडण लावले. 'जो जिंकेल त्याला मी वरणार' असे सांगितले. दोघांत तुंबळ युद्ध झाले. शेवटी दोघेही मरून पडले. अप्वस्त्रधारी देशांची परिस्थिती वेगळी नाही.

पृथ्वीवर उन्हाळ्याच्या दिवसातही थंडीचा कडाका जाणूव लागेल.

शास्त्रज्ञांनी केलेल्या या अंदाजावर जगभर भरपूर चर्चा झाल्या. भावी परिस्थितीचे गांभीर्य लक्षात घेऊन तत्कालीन ज्योतिर्विद (खगोल शास्त्रज्ञ) कार्ल सगानने त्या दोन देशांच्या नेत्यांना प्रत्यक्ष भेटून, प्रभावीपणे व पोटतिडकीने भावी भयानक परिस्थितीची कल्पना देऊन असे पटवून दिले की, “आता युद्धासाठी एकापेक्षा एक भारी अण्वस्त्रे तयार करण्याचे थांबवा, नाहीतर ते धोरण तुम्हालाही धोकादायक ठरेल व इतरांनाही (म्हणजे सर्व जगालाही).” त्यामुळे छोट्या मोठ्या सर्वच राष्ट्रांनी आण्विक निःशस्त्रीकरणाची मागणी केली.

इसवी सन २००० मध्ये सोविएट युनियनचे तत्कालीन सर्वेसर्वा मिखाईल गोर्बाचेव्ह यांनी म्हटले होते की “न्युक्लियर हिवाळ्याची परिस्थिती पृथ्वीवरील यच्चयावत जीवसृष्टीला अत्यंत घातक ठरली असती. याचे भान ठेवूनच आम्ही ही स्पर्धा संपवायला उद्युक्त झालो.”

शीतयुद्ध संपले मग आता ती चर्चा का करायची? कारण इतर अनेक राष्ट्रांनीसुद्धा अण्वस्त्रांचा साठा करणे चालविले आहे. छोट्या राष्ट्रांमध्ये जरी अणूयुद्ध झाले, तरी ते जागतिक विनाश घडवू शकेल. उदाहरणार्थ, समजा, भारत व पाक या दोन राष्ट्रातील संघर्ष विकोपाला गेला आणि आजच्या

जगातल्या २५,००० अण्वस्त्रांपैकी फक्त ०.४ टक्के अण्वस्त्रे, म्हणजे शंभर अणुबाँब टाकले गेले, तर अग्निप्रलयाबरोबरच इतका धूर उत्पन्न होईल की त्यामुळे दुनियाभरातली शेती लयाला जाईल, त्यामुळे दूरदूरच्या देशातसुद्धा प्राणहानी घडेल.

देशादेशातील युद्धे :

विनाश सर्व दुनियेचा !

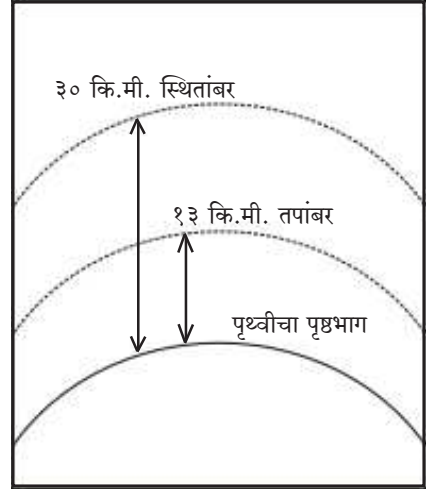
पंचवीस वर्षांपूर्वी शास्त्रज्ञांनी न्युक्लियर हिवाळ्याची जी शक्यता मांडली, ती आम्ही, आधुनिक - संगणक, हवामान अंदाजांची आधुनिक प्रारूपे वापरून तपासून पाहिली. ती कल्पना तर बरोबरच आहे. मात्र त्या हिवाळ्याचे परिणाम त्या वेळच्या अंदाजापेक्षा जास्त टिकणारे निघाले. थोडे थोडेकडे नाही तर तब्बल दहा वर्षे ! पूर्वीच्या संगणकात हवामानाविषयी नोंदी भरल्या तर त्यावरून पुढच्या फक्त दहा वर्षातील हवामानाविषयीची माहिती कळत असे. आताचे सुपर कॉम्प्युटर पुढच्या काही दशकानंतरची सुद्धा माहिती देतात.

आजमितीला भारत व पाकिस्तान या दोन्ही राष्ट्रांत मिळून १०० पेक्षा जास्त अण्वस्त्रे आहेत. भारत व पाकमधील संघर्ष जर विकोपाला गेला आणि दोघांपैकी एका राष्ट्राने जरी अणुबाँब वापरले तर काय होईल ही फार चिंताजनक बाब आहे. तसे पाहिले तर इतर राष्ट्रांजवळसुद्धा पुष्कळ बाँब आहेत. ते

याप्रमाणे

देश	बाँबची संख्या
रशिया	१५,०००
युनायटेड स्टेट्स्	९,९००
फ्रान्स	३५०
चीन	२००
युनायटेड किंगडम	२००
इस्रायल	८०
पाकिस्तान	६०
भारत	५०
उत्तर कोरिया	१० पेक्षा कमी
इराण	तयार करित आहे.

भारतीय आणि पाकिस्तानी बाँबच्या ज्या चाचण्या झाल्या, त्या असे दर्शवतात की हिरोशिमावर बाँब टाकल्याने तेथे जेवढा घातपात, उत्पात व अनर्थ झाला होता तेवढाच घातपात, उत्पात व अनर्थ या दोन्ही देशांनी आपल्याजवळील अणुबाँब वापरले तर होईल. हिरोशिमावर टाकलेल्या बाँबमध्ये १५ किलोटन स्फोटके होती. (१५ किलोटन म्हणजे १५००० टन TNT म्हणजे ट्राय नायट्रोटुल्विन) उपग्रहांकडून मिळणाऱ्या माहितीवरून असे दिसते, की पृथ्वीवर पेटलेल्या वणव्यांचा धूर हा तपांबरामधून पलीकडे कधीकधी स्थितांबरापर्यंत पोचतो. आमच्यापैकी एकाने पूर्वी ज्वालामुखींचे परिणाम अभ्यासले होते. आण्विक हिवाळ्याचा अभ्यास केला होता. मग त्याने इतर तज्ज्ञांच्या मदतीने एक नवीन



(हवामानासंदर्भातले) प्रारूप तयार केले. ते अणुस्फोटाचे परिणाम तपासून पाहण्यासाठी वापरता येणार होते.

या प्रारूपात त्यांनी हिरोशिमासारख्या ५० अणुबाँबमुळे निर्माण होईल इतका, म्हणजे ५ टेरोग्रॅम धूर (१ टेरोग्रॅम म्हणजे १० लाख मेट्रिक टन) गृहीत धरून, आणि एक विशिष्ट तारीख गृहीत धरून पुढचे परिणाम तपासले.

प्रारूपामधून त्यांना वारे कसे वाहतील आणि धूर कसा पसरेल, कसा आणि कधी खाली बसेल या माहितीचे गणित करून मिळाले. आणि या गणितानुसार पृथ्वीवरील सर्व खंडांवर दोन आठवड्यातच धूर पसरेल, (३३, ३४, ३५ पानांवरचे नकाशे पहा) काळा व काजळीयुक्त धूर सूर्यापासून येणारे सूर्यकिरण शोषून घेईल. त्यामुळे काजळीतील कार्बनचे कण तापून व हलके होऊन स्थितांबरामध्ये

प्रवेश करतील. स्थितांबरात पाऊस कधीच पडत नाही. त्यामुळे तेथील हवाही पावसाने होते तशी शुद्ध होणार नाही. काजळीचे सूक्ष्म कण अत्यंत सावकाशपणे खाली येऊ लागतील. त्या कणांचा व्यास ०.१ मायक्रॉन असल्यामुळेच ते अत्यंत सावकाशपणे खाली येऊ लागतील. दिवसा सूर्याच्या उष्णतेने ते कण तापून वातावरणात वरसुद्धा जातील आणि त्यामुळे ते खाली बसण्यास फार वेळ लागेल. ज्वालामुखीतून बाहेर पडणाऱ्या सल्फेटच्या कणांपेक्षाही अणुस्फोटातील धुराचे कण जास्त उंच जातील. एकतर सल्फेटचे कण पारदर्शक असल्यामुळे कमी प्रमाणात सूर्यकिरण शोषतात व दुसरे म्हणजे ते कण ०.५ मायक्रॉन व्यासाचे असल्यामुळे हवेमध्ये फक्त दोन वर्षेपर्यंत तरंगत राहू शकतात. याउलट काजळीतील कण मात्र दहा वर्षेपर्यंत हवेत तरंगतात.

पिकांना मारक हिमवृष्टी

या प्रारूपाच्या अभ्यासातून दहा वर्षांनंतरची परिस्थिती खूप गंभीर होणार आहे असे आढळले. एवढे तपमान कमी होईल. सूर्यप्रकाश ताबडतोब कमी होईल. पृथ्वी थंड होऊ लागेल. गेल्या हजार वर्षात झाले नव्हते एवढे तपमान कमी होऊ लागले जगाचे सरासरी १.२५° सेंटीग्रेडने (किंवा २.३° फॅरनहीटने) कमी होऊन ते बरीच वर्षे तसेच राहिल. दहा वर्षांनंतरसुद्धा ते नेहमीपेक्षा

०.५° सेंटीग्रेडने कमीच आढळेल. जगातील नेहमीचे पर्जन्यमान १० टक्क्यांनी कमी होईल. हे सर्व या प्रारूपामध्ये दिसले. सूर्यकिरण पृथ्वीवर न पोचल्यामुळे बाष्पीभवन, त्यामुळे ढग तयार होणे, पाऊस पडणे, नद्या वाहणे हे सारेच कमी होत जाऊन जमिनीतली ओलही कमी होणार आहे. विषुववृत्ताजवळच्या प्रदेशात जास्त दुष्काळ पडेल. आशियातला मौसमी पाऊस तर चाळीस टक्क्यावर येईल.

हिवाळी गव्हासारख्या पिकांच्या काही जाती कमी तपमानातही तग धरतात व वाढतात, पण सूर्यकिरण न मिळाल्याने ती पिके आपली वाढण्याची क्षमताच घालवून बसतात. रोज असे दृश्य दिसले की सूर्यापासून येणारे तळपणारे ऊन प्रचंड धुराच्या दाट थरातून पृथ्वीवर येईपर्यंत अगदी निस्तेज होते. अशा परिस्थितीला सामोरे जाणारे बियाणेदेखील शेतकरी किंवा शेतीतज्ज्ञ ऐनवेळी विकसित करू शकत नाहीत.

तपमानातील उतार, शुष्कता आणि अंधाराचे साम्राज्य यात भरीस भर म्हणून ओझोनचे प्रमाणही कमी होईल. धुराने स्थितांबर तापेल, या उष्णतेमुळे तिथे काही रासायनिक क्रिया घडतील व त्या ओझोनचा काही प्रमाणात नाश करतील.

श्री. मायकेल मिल्स यांनी या घटनांचा अभ्यास करण्यासाठी स्वतंत्रपणे एक वेगळे प्रारूप तयार केले. त्यावरून मिळणारे निष्कर्षही वरीलप्रमाणेच आढळले. त्यांनी

तपमानातील उतार विशेष नसला तरीसुद्धा त्याचे गंभीर परिणाम होऊ शकतात. उदाहरणार्थ, सूर्यप्रकाशाची कमतरता व थंडी या दोन्ही कारणांमुळे विषुववृत्तावरील पिकांचा हंगाम कमी होईल. ज्वालामुखींच्या उद्रेकांचा अभ्यास करूनच थंडीचे परिणाम आपल्याला समजू लागले आहेत. ज्वालामुखीच्या प्रत्येक उद्रेकानंतर, म्हणजे वर्ष दोन वर्ष, तेथील तपमान कमी असते. १८१५ मध्ये इंडोनेशियातील तांबोरा येथे ज्वालामुखीचा गेल्या ५०० वर्षातील सर्वात मोठा उद्रेक झाला. त्याने सूर्य झाकोळला गेला व जागतिक तपमान ०.५° सेंटीग्रेडने कमी झाले, ते वर्षभर तसेच टिकले; म्हणून १८१६ हे साल 'वसंत ऋतुविना वर्ष' किंवा 'गोठवणारे वर्ष' म्हणून ओळखले जाते.

न्यू इंग्लंडमध्ये त्या वर्षी उन्हाळ्यातले तपमान फार खाली गेलेले नव्हते. पण दर महिन्यात एकदातरी पिकाला गोठवणारी हिमवृष्टी होई. पुन्हा पीक जरी पेरले, तरी पुढच्या हिमवृष्टीने ते मरून जाई. धान्याचे भाव गगनाला भिडले. गुरेढोरे, डुकरे यांचे बाजारभाव कधी नव्हे इतके उतरले. आपल्या गुराढोरांना चारापाणी देता येत नाही म्हणून शेतकऱ्यांनी पडेल भावात गुरेढोरे, डुकरे विकली आणि ते देशोधडीला लागले. पश्चिमेकडील प्रदेश सुपीक आहे असे समजल्याने लोक तेथे जाऊ लागले. युरोपमधील वातावरण तर इतके उदास होते की तेथील शेअर बाजार कोसळला. जिकडे तिकडे दुष्काळाचे रौद्रस्वरूप दिसू लागले. त्याच काळात अठरा वर्षीय मेरी शेलला 'फ्रँकेन्स्टाईन' कादंबरी लिहिण्याची प्रेरणा मिळाली होती.

पुढे असा निष्कर्ष काढला की पृथ्वीवरचे तपमान काही अंशांनी उतरले तरी स्थितांबर ५०° सेंटीग्रेडच्यावर तापेल; कारण काजळीतले कण सूर्याकडून येणारी उष्णता शोषतात. त्यामुळे स्थितांबरांमध्ये वाहणाऱ्या वाऱ्यांच्या दिशेतही बदल होईल. ओझोन नष्ट करणारे नायट्रोजन ऑक्साईड्स आणखी उंच जातील. अति उष्णता व नायट्रोजन ऑक्साईड्स या दोहोंमुळे तेथील ओझोनचा

थर कमी होत होत धोक्याची पातळी गाढेल. याचा अनुभव आपण अंटार्क्टिका खंडात दर उन्हाळ्यात घेतो. ओझोन थराला छिद्रे पडून पृथ्वीवर अतिनील किरणांचे प्रमाण वाढते.

सूर्यप्रकाशाची कमतरता, पर्जन्यमानाची कमतरता, वारंवार थंडीची लाट येणे, कमी अवधीचा उन्हाळा, अतिनील किरणांचा मारा, या संकटमालिकेमुळे अन्नधान्याच्या उत्पन्नात

खूप घट होईल. कदाचित शेती पूर्णपणे नष्ट देखील होईल. विषुववृत्तापासून कर्क व मकर वृत्तांपर्यंत अवर्षण जाणवेल आणि पृथ्वीच्या दोन्ही ध्रुवांपाशी थंडी व ओझोनच्या कमतरतेचे परिणाम गंभीरतेने जाणवतील.

एखाद्या ठिकाणी वरील संकट मालिकेचे कितपत दुष्परिणाम होतात हे तेथील जमिनीचा कस, विशिष्ट पिके, शेती करण्याची पद्धत, स्थानिक हवामान यावर अवलंबून असते. पण त्याचे तपशीलवार विश्लेषण अजून तरी झालेले नाही. एरवीसुद्धा एखाद्या ठिकाणी नेहमीप्रमाणे पाऊस पडला नाही किंवा स्थानिक हवामानात अचानक काही बदल झाला तर येथे निर्माण होणारी अन्नधान्यातील तूट परंप्रंतातून धान्य मागवून भरून काढता येते व लोकांचे जीव वाचवता

येतात. तरीही एकूणच धान्याचा तुटवडा आणि त्यामुळे धान्याच्या वाढत्या किमती या समस्या नजीकच्या काही वर्षात वाढल्या आहेत. अणुयुद्धामुळे एकाच वेळी सर्व ठिकाणी अन्नधान्याचा भयंकर तुटवडा निर्माण होईल. जगातील कृषी व्यवसाय ठप्प होईल व सर्व जगात हाहाकार माजेल. भारत आणि पाकमध्ये किंवा दुसऱ्या कोणत्याही दोन शेजारी राष्ट्रांमध्ये युद्ध झालेच तर जगभरातील सुमारे एक अब्ज (१ अब्ज = १०^९) लोक उपासमारीला बळी पडतील.

स्वतंत्र पुरावे

शास्त्रज्ञांची संशोधनाची नेहमीची पद्धत अशी आहे की ते प्रत्यक्ष प्रयोग करून पाहतात आणि मांडलेले सिद्धांत पडताळून पाहतात.



परंतु हे तंत्र अणुयुद्धाबाबतीत शक्य नाही, हे उघड आहे. म्हणून काही तुलना करण्याजोगे प्रसंग व घटना शोधून त्यांचा अभ्यास केला जातो. उदाहरणार्थ,

१. जळालेली शहरे

१९०६ साली झालेल्या भूकंपामुळे सॅन फ्रॅन्सिस्को हे शहर संपूर्ण जळाले होते. दुसऱ्या महायुद्धात ड्रेस्डेन, हॅम्बुर्ग, टोकिओ, हिरोशिमा, नागासाकी ही शहरेही जळून खाक झाली होती. या घटनांच्या वेळी निर्माण झालेला धूर वातावरणात उंच ठिकाणी पोचल्याचे दिसून आले होते.

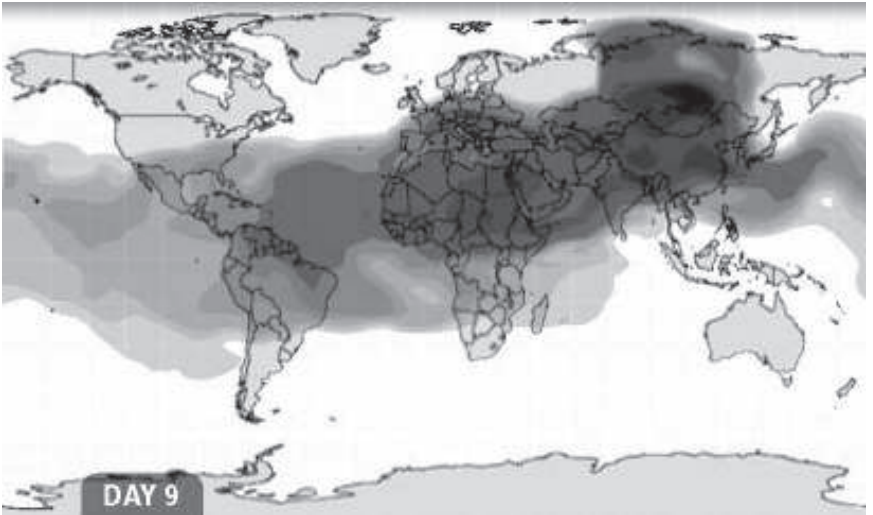
२. ऋतुचक्र

प्रत्यक्ष हिवाळ्यात हवा अगदी थंड असते. कारण तेव्हा दिवस लहान असतो व सूर्यकिरणाची तीव्रता कमी

असते. ऋतुमानानुसार होणाऱ्या बदलांची माहिती आम्ही बनवलेल्या प्रारूपात वापरली, तर त्यातून मिळणारे हवामानाचे अंदाज अचूक असतात. त्याअर्थी हे प्रारूप सूर्यप्रकाशातील बदलाच्या परिणामाचा अंदाज नीटपणे लावू शकते.

३. ज्वालामुखींचे उद्रेक

इंडोनेशियामधील तांबोरा येथे १८१५ साली ज्वालामुखीचा उद्रेक झाला होता. इंडोनेशिया येथीलच क्राकाटाऊ शहरात १८८३ साली आणि फिलीपाईन्समधील पिनाटुबो येथे १९९१ साली ज्वालामुखीचा उद्रेक झाले. या तिन्ही घटना आपल्याला भरपूर माहिती पुरवतात. ज्वालामुखीच्या उद्रेकामुळे स्थितांबरात



गंधकाच्या सूक्ष्म कणांचे ढग तयार होतात. ते वाऱ्यामुळे जगभर पसरतात. पृथ्वीचे तपमान खाली येते. ते किती खाली येणार हे या कणांच्या ढगाच्या जाडीवर अवलंबून असते. पिनाटुबो येथे उद्रेक झाल्यानंतर जागतिक सरासरी तपमान 0.25° सेंटीग्रेडने उतरले. जागतिक पर्जन्यमान उतरले, नद्यांचे प्रवाह आटले, जमिनीतील आर्द्रता कमी झाली. या सर्व घटना आमच्या प्रारूपानेही व्यवस्थित दाखवल्या.

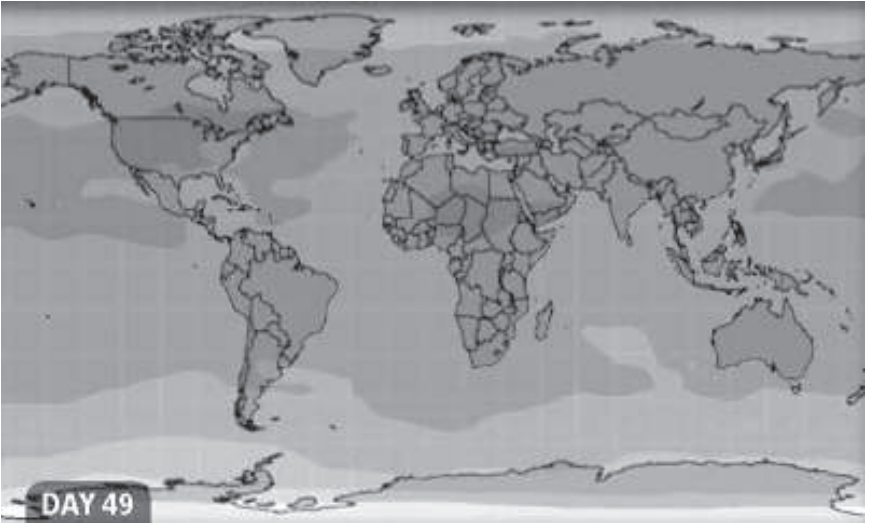
४. जंगलातील आगीचे वणवे

जंगलात लागलेल्या आगीच्या वणव्यांमुळे उसळलेला धूर तपांबरामध्ये तसेच स्थितांबराच्या खालच्या थरामध्ये घुसतो आणि दूरवर पसरून पृथ्वीवर थंडी निर्माण करतो. हे

परिणामसुद्धा आमच्या प्रारूपात दाखवले जातात.

५. डायनॉसॉरची अखेर

मेक्सिकोतील युकाटेन द्वीपकल्पावर ६.५ कोटी वर्षांपूर्वी एक लघुग्रह आदळला, त्यामुळे धुरळा उडाला, आगी लागल्या, धूर झाला. त्या काजळीने सूर्य झाकोळला व असंख्य डायनॉसॉर मृत्यू पावले. त्याचवेळी भारतात अनेक ठिकाणी ज्वालामुखींचे उद्रेक होत होते. कदाचित त्यामुळेही सगळी परिस्थिती विकोपाला गेली असेल. हे प्रसंग आपल्याला असा धडा शिकवतात की वातावरणामध्ये जर प्रचंड प्रमाणात सूक्ष्मकण तरंगू लागले, तर त्यामुळे धट्ट्याकट्ट्या प्राण्यांच्या प्रजाती नष्ट होऊ शकतात.



आम्ही अशा प्रकारच्या साम्यांचा वापर करून आमचे प्रारूप सुधारून घेतले. आणखी काही संशोधकांनी त्यांच्या स्वतंत्र प्रारूपांनुसार हे जरूर तपासून पाहावे. विशेषतः कृषिक्षेत्रावर होणाऱ्या परिणामांचा आम्ही अभ्यास केलेला नाही, तो अभ्यास कोणी केला, तर त्यांचे स्वागतच आहे.

निर्मूलन : एकमेव उपाय

आण्विक हिवाळ्याबद्दल लोकांच्या मनात फार चुकीचे समज आहेत. एक गैरसमज असा आहे की हवामानावर होणारे दुष्परिणाम सिद्ध झालेले नाहीत. पण हे खरे नाही. आणखी एक गैरसमज असा आहे की

अणुयुद्धाने जर काही समस्या उत्पन्न झाली तर ती युद्ध बंद करण्याने सुटेल. वस्तुस्थिती अशी आहे की युद्ध बंद करेपर्यंत जो काही धूर तपांबरात / स्थितांबरात पोचलेला असेल, त्यामुळे जगभराच्या हवामानाचा, शेतीचा विनाश होईल.

थोडक्यात म्हणजे अण्वस्त्रे न वापरणे, असलेल्यांचे निर्मूलन करणे हा एकमेव उपाय मानवजातीपुढे आहे.

लेख व चित्रे - 'सायंटिफिक अमेरिकन',
जानेवारी २०१० मधून साभार.

लेखक : अॅलन रोबॉक, ओवेन ब्रायन टून
अनुवाद : गो. ल. लॉडे, निवृत्त प्राचार्य



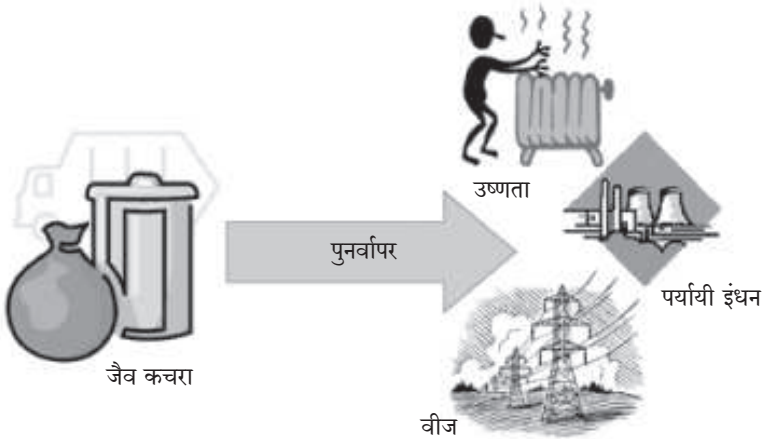
भारतासाठी ऊर्जासुरक्षितता

भाग ५

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागच्या लेखापासून आपण जैव ऊर्जेच्या पर्यायाची चर्चा करत आहोत. शेतातल्या काडीकचऱ्यापासून किंवा इतर कोणत्याही प्रकारच्या जैव कचऱ्यापासून खनिज इंधनांना पर्यायी इंधने निर्माण करता येऊ शकतात. एकंदर देशांतर्गत उपलब्ध जैव कचऱ्याचे प्रमाण विचारात घेता, आपल्या आजच्या पेट्रोलियम इंधनांच्या आयातीत ८० टक्के बचत होऊ शकते, हे आपण मागच्या

लेखात पाहिले. यासाठी लागणारे तंत्रज्ञानही फारसे गुंतागुंतीचे नाही. स्थानिक पातळीवर असे इंधन-निर्मितीचे प्रयत्न यशस्वीपणे करून दाखवण्यात आले आहेत, तरीही हे सार्वत्रिक पातळीवर होताना का दिसत नाही, अशा प्रकारच्या जैव इंधन-निर्मितीत काय अडचणी आहेत, त्यावर काय आक्षेप घेतले जातात, याचा आता ऊहापोह करू या.



माती सुपीक राहण्यासाठी

जैव कचऱ्यापासून इंधन-निर्मितीवर घेतला जाणारा पहिला महत्त्वाचा आक्षेप म्हणजे जैविक शेतीच्या तत्त्वांनुसार शेतातला काडीकचरा शेतातच जिरवला गेला पाहिजे. तो तिथून काढून घेणे म्हणजे शेतजमिनीची सुपीकता हळूहळू काढून घेण्यासारखे आहे.

पण या आक्षेपात फार तथ्य नाही. एकतर पृथ्वीच्या पृष्ठभागातील खडकांपासून सतत नव्याने माती तयार होत असते. त्यामुळे शेतजमिनीतील जीवाणूंचे प्रमाण वाढू दिले, तर नैसर्गिकरित्याच पिकाला आवश्यक खनिजांची भरपाई होत राहते. या विषयावर अधिक माहितीसाठी शै. संदर्भच्या ३५ व

ऊर्जा विज्ञानापलिकडे : कूल प्लॅनेट

कूल प्लॅनेट एनर्जी सिस्टिम्स ही कंपनी या लेखात दिलेल्या तत्त्वांनुसारच पण जागतिक पातळीवर काम करते आहे. कूल प्लॅनेटच्या तंत्रज्ञांनी लाकूडफाटा आणि काडीकचऱ्यापासून पेट्रोल व डिझेलला पर्यायी जैव इंधने तयार करण्याची एक रासायनिक प्रक्रिया विकसित केली आहे. या प्रक्रियेत अतिरिक्त उत्पादन म्हणून कोळसाही तयार होतो, पण हा कोळसा इंधन म्हणून न वापरता, जमिनीत मिसळला जातो. अशा प्रकारे शेतजमिनीत कोळसा मिसळल्यास जमिनीची सुपीकता वाढते, असे शेतीतज्ञांनी दाखवून दिले आहे. अशा प्रकारे खनिज इंधनांना पर्यावरण पूरक पर्याय, आणि शेतीची उत्पादकता पर्यावरण पूरक पध्दतीने वाढवणे, असा दुहेरी फायदा या तंत्रज्ञानातून मिळतो. याहीपेक्षा महत्त्वाचे म्हणजे कूल प्लॅनेटची कार्यपध्दती. एकाच ठिकाणी महाकाय कारखाना उभा न करता, जिथे इंधननिर्मितीसाठी योग्य जैविक पदार्थ उपलब्ध आहे, तिथे त्या पुरवठ्याच्या प्रमाणानुसार उत्पादनक्षमतेचे अनेक कारखाने उभे केले जाणार आहेत, व निर्माण होणाऱ्या इंधनाच्या वापरात स्थानिकांना प्राधान्य दिले जाणार आहे. नुकतेच या कंपनीच्या पहिल्या व्यावसायिक इंधननिर्मिती प्रकल्पाचे बांधकाम अमेरिकेत लुइसियाना राज्यात चालू झाले आहे. पृथ्वीच्या एकूण भूभागाच्या फक्त ३ टक्के भूभाग वापरून संपूर्ण जगाची इंधनांची गरज भागवता येऊ शकते, असा कूल प्लॅनेटच्या प्रवक्त्यांचा दावा आहे. अधिक माहिती हवी असल्यास या कंपनीची वेबसाइट आहे www.coolplanet.com.

३६ अंकातील आ. दि. कर्वे यांचे लेख पहावे.

दुसरा भाग म्हणजे पिके मातीतील खनिजे काढून घेतात आणि काडीकचरा शेतातच जिरवला तर काही प्रमाणात त्याची भरपाई होते, हा युक्तिवाद मान्य केला तरीसुद्धा काडीकचऱ्यातून इंधन-निर्मिती करण्याला कोणतीही आडकाठी येण्याचे कारण नाही. कारण कोणतेही इंधन हे हायड्रोकार्बन म्हणजे हायड्रोजन, कार्बन व ऑक्सिजनचे संयुग असते. म्हणजेच काडीकचऱ्यातील फक्त हायड्रोजन, कार्बन व ऑक्सिजन हे इंधनांच्या स्वरूपात रूपांतरित होतात, बाकीची मूलद्रव्ये (पॉटॅशियम, नायट्रोजन, फॉस्फोरस, इ.) इंधन निर्मितीच्या प्रक्रियेतील टाकाऊ पदार्थ म्हणून वेगवेगळ्या संयुगांच्या स्वरूपात बाहेर पडतात. कंपोस्ट निर्मितीच्या प्रक्रियेत कार्बन,

हायड्रोजन व ऑक्सिजन वायुरूपात हवेत विरून जातात, आणि इतर मूलद्रव्ये मागे राहतात व खत म्हणून शेतजमिनीत घातली जातात. याच पध्दतीने जैवइंधन-निर्मितीच्या प्रक्रियेतील टाकाऊ पदार्थही जैविक खत म्हणून परत शेतजमिनीत घातले जाऊ शकतात.

इंधन-निर्मिती कुठे-कशी ?

कचऱ्यापासून जैविक इंधन-निर्मितीबाबत दुसरी समस्या अधिक गंभीर आहे. सर्वसाधारणतः कोणत्याही प्रकारची ऊर्जा निर्मिती किंवा इंधन-निर्मिती म्हटली की, औद्योगिक स्तरावरच उत्पादनाचा विचार केला जातो. म्हणजेच इंधन तयार करण्याच्या कारखान्याच्या उभारणीचा लोक विचार करतात. पण जैव कचऱ्यापासून इंधन-निर्मितीचा जेव्हा आपण विचार करतो, तेव्हा



किती इंधन तयार करण्यासाठी किती कचरा लागणार आहे, याचा विचार करणे महत्त्वाचे ठरते. जैव कचऱ्याची पावडर करून, त्यावर दाब देऊन इंधनविटा बनवल्या तर आपल्याला जेवढ्यास तेवढे इंधन मिळते. म्हणजे १ किलो कचऱ्यापासून १ किलोच इंधनविटा तयार होतात. पण समजा आपण कचऱ्यापासून कोळसा हे अधिक उच्च प्रतीचे इंधन बनवायचा विचार केला, तर १ किलो कचऱ्यातून २०० ग्रॅमच कोळसा मिळतो. किंवा १ किलो कचऱ्यातून त्याहीपेक्षा अधिक चांगले इंधन असलेला बायोगॅस बनवायचा म्हटला, तर साधारण १०० ग्रॅमच बायोगॅस मिळतो. याचाच अर्थ असा की औद्योगिक स्तरावर इंधन-निर्मिती करायची असेल, म्हणजेच समजा दिवसाला १० टन कोळसा बनवायचा असेल, तर रोजचा ५० टन कचरा उपलब्ध होणे आवश्यक आहे.

आपण उसाच्या शेतीचा विचार केला, तर प्रत्येक तोडणीनंतर दर हेक्टरमागे १० टन उसाचे पाचट (वाळलेला पाला) उपलब्ध होते. म्हणजे वर्षातून एकदा १ हेक्टरमधून १० टन पाचट मिळणार आहे. म्हणजे एखाद्या ठिकाणी रोज पाचट वापरून १० टन कोळसा बनवायचा असेल, तर रोज ५ हेक्टर उसाच्या शेतावरील कचरा लागेल, आणि असे एकूण ३०० दिवस (वर्षातील सुट्ट्यांचे दिवस सोडून) गुणिले ५ हेक्टर म्हणजे १५०० हेक्टरचे उसाखालचे क्षेत्र या एकट्या

कारखान्यासाठी लागेल. हेही अवघड नाही. महाराष्ट्रात आजच्या घडीला दरवर्षी साधारण ९ ते ९.५ लाख हेक्टर इतक्या क्षेत्रावर ऊसशेती केली जाते आहे. पण १५०० हेक्टर जमिनीवरचे उसाचे पाचट गोळा करून कोळसा निर्मितीच्या कारखान्यात आणायचे असेल, तर वाहतुकीसाठी लागणाऱ्या इंधनाचे काय? पाचट किंवा तत्सम पदार्थांची घनता कमी असते. म्हणजे वजन कमी असले, तरी असे पदार्थ जास्त जागा व्यापतात. त्यामुळे ट्रकभर कचरा वाहतूक करून आणला, तरी वजनात तो फार कमी बसतो. थोडक्यात म्हणजे काटेकोर हिशेब केल्यावर असे दिसते, की कोळसा या स्वरूपात जेवढे इंधन या कारखान्यातून तयार होईल, त्यापेक्षा काही पट इंधन डिझेलच्या स्वरूपात कचऱ्याच्या वाहतुकीवर खर्च होईल. म्हणजे हा आतबट्ट्याचाच व्यवहार ठरतो आहे.

आज बऱ्याचशा शहरांमध्ये कचरा डेपोच्या ठिकाणी जैविक कचऱ्यापासून बायोगॅस व बायोगॅसचा वापर करून वीजनिर्मिती, किंवा कचरा जाळून त्या उष्णतेवर वीजनिर्मिती असे प्रकल्प उभे राहत आहेत. यातील एकही प्रकल्प आर्थिक साहाय्याशिवाय चालू शकत नाही, याचे महत्त्वाचे कारण वर दिल्याप्रमाणेच आहे. नगरपालिकेने ठिकठिकाणहून कचरा गोळा करून त्याचे वर्गीकरण करून मोठ्या प्रमाणावर जैविक कचरा कारखान्याच्या दारात

फुकट उपलब्ध करून दिला, तरच ही ऊर्जानिर्मिती कारखान्याला फायदेशीर ठरते. नगरपालिकेसाठी मात्र हा व्यवहार महागडा ठरतो. कारण कारखान्याला लागणारा कच्चा माल उपलब्ध करून देण्याचा खर्च तर पालिका करतेच आणि शिवाय तयार झालेली वीजही कारखान्याला बाजारभावाप्रमाणे किंमत मोजून पालिकाच विकत घेते.

विकेंद्रित निर्मिती

पण थोडा चाकोरीबाहेर जाऊन विचार केला तर या समस्येवरही उत्तर सापडते. वर दिलेल्या कोळसा निर्मितीच्या उदाहरणाचाच विचार करू या.

मुळात कोळसा निर्मिती मोठ्या प्रमाणावर, एकाच ठिकाणी, कारखाना चालवूनच केली पाहिजे का? पारंपरिक पध्दतीने लाकडाचा कोळसा बनवण्याचा व्यवसाय हा कुटीरोद्योग म्हणता येईल अशा स्वरूपाचा असतो, आणि त्यात एका ठिकाणी भट्टी आणि दुनियाभरातून लाकूड गोळा करून आणायचे असे कधीच केले जात नाही. ज्या ठिकाणी लाकूड उपलब्ध आहे, तिथे जाऊन तात्पुरती भट्टी उभी केली जाते. याच धर्तीवर जैव इंधनांची

निर्मितीसुद्धा ज्या ठिकाणी कचरा उपलब्ध आहे तिथे, विकेंद्रित पध्दतीने केली जाऊ शकते. कोळसा निर्मितीच्या बाबतीत आम्ही अशा प्रकारचे तंत्रज्ञान विकसित करून दाखवले आहे. शहरी कचऱ्यापासून घरच्या घरी बायोगॅस निर्मितीचे आमचे तंत्रज्ञानही याच विचारावर आधारित आहे. अधिक माहितीसाठी वेबसाइट www.samuchit.com पहावी.

विकेंद्रित पध्दतीने इंधन निर्मिती करण्यात आणखी एक महत्त्वाचा फायदा आहे. आज एका मध्यवर्ती रिफायनरीमध्ये पेट्रोलियम इंधनांची निर्मिती होते आणि मग ते इंधन (बहुतेकदा वाहतुकीवर डिझेल खर्च



करून) देशभरात वितरित केले जाते. या केंद्रित पध्दतीमुळे कोठे किती इंधन पुरवठा करायचा यावर पेट्रोलियम कंपन्यांचे नियंत्रण राहते आणि अर्थातच जिथे जास्ती नफा मिळू शकतो, अशा ठिकाणी जास्त पुरवठा केला जातो. जिथे खरी गरज आहे, पण मोठी क्रयशक्ती नाही, असा ग्रामीण भाग इंधनटंचाईशी झगडत राहतो. पण समजा, प्रत्येक गावागावात आजुबाजूच्या काडीकचऱ्यापासून इंधननिर्मिती होऊ लागली तर जिथे इंधननिर्मिती होते आहे, तिथे तिचा पुरवठा न करणे सामाजिक व राजकीय दृष्ट्या गैरसोयीचे ठरेल. त्यामुळे आज ऊर्जेच्या व इंधनांच्या उपलब्धतेबाबत जी विषमता दिसून येते, तिच्यावर आपोआपच मात केली जाईल. शाश्वत व सर्वांगीण विकासासाठी ही बाब अत्यंत अनुकूल ठरेल.

स्वयंपूर्णतेसाठी

थोडक्यात म्हणजे जैव ऊर्जेच्या बाबतीत असणारे अडसर हे बरेचसे पारंपरिक चौकटीत अडकलेल्या विचारांतून निर्माण झालेले अडसर आहेत. पूर्वग्रह न बाळगता जाणवत असलेल्या एकेका समस्येवर मात

करत गेल्यास जैव इंधनांची निर्मिती व्यवहार्य होऊ शकते. तंत्रज्ञांचे प्रयत्न व राजकीय इच्छाशक्ती एकत्र आल्यास हे घडू शकते. अशा पध्दतीने सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा इ. इतर नूतनक्षम ऊर्जास्रोतांद्वारे वीजनिर्मिती व जैवभारापासून इंधन निर्मितीला प्राधान्य दिल्यास पर्यावरण पूरक पध्दतीने आपण भारताला ऊर्जेच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण बनवू शकतो.

या ठिकाणी ही लेखमाला समाप्त होते आहे. ऊर्जा हा एकंदरीतच गुंतागुंतीचा व बहुआयामी विषय आहे. ऊर्जा पुरवठ्याबाबत आज घेतलेल्या निर्णयांचे परिणाम पुढची काही दशके जाणवत राहतील. त्यामुळे देशाची ऊर्जाविषयक धोरणे विचारपूर्वक व पारदर्शकपणे ठरवली जायला हवीत. त्यासाठी अर्थातच आजच्या आणि उद्याच्या नागरिकांनाही या विषयाचे काही महत्त्वाचे आयाम माहीत असणे आवश्यक आहे. आपल्या देशाची आजची आणि उद्याची ऊर्जाविषयक धोरणे अधिक डोळसपणे समजून घेण्याच्या दृष्टीने या लेखमालेचा उपयोग होईल, अशी आशा आहे. आपल्या प्रतिक्रिया व सूचना जरूर पाठवाव्यात.



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे,
समुचित एन्व्हायरोटेक संस्थेच्या संस्थापक संचालक.
priyadarshini.karve@gmail.com

दृष्टी देणारा माणूस

लेखक : योगेश कोडोलीकर

जागतिकीकरणाआधी आणि नंतरचे बदल पाहिलेल्या, मानवी समाजाला अधिक उत्क्रांत होण्याकडे नेणाऱ्या, जागल्याचे काम करणाऱ्या अनेक ज्येष्ठ व्यक्ती गेल्या काही महिन्यांमध्ये एकामागून एक निघून गेल्या. आपापल्या हातातले प्रकाश देणारे कंदिल पाठीमागून येणाऱ्यांच्या हातात देऊन गेल्या. विविध प्रकारे ज्यांची ओळख देता येईल असे पर्यावरणतज्ञ प्रकाश गोळे हे यापैकीच एक होते. त्यांनी हाती धरलेला प्रकाशाचा कंदिल आपल्या हाती घेण्यासाठी आपण तयार असायला हवे.

गेल्या अनेक दिवसांपासून सरांशी थेट संपर्क नव्हता. पण मी स्वीकारलेल्या कामात सर अप्रत्यक्षपणे डोकावले नाहीत असे कधीच झाले नाही. सतत कोणत्या ना कोणत्या विचारांच्या रूपात त्यांचे अस्तित्व सातत्याने जाणवत राहिले आहे.

परिस्थितिकी (इकोलॉजी), परिसंस्था (इकोसिस्टीम) आणि त्याअंतर्गत असलेल्या अनेक घटकांचे प्रत्यक्ष-अप्रत्यक्ष, सखोल-उथळ, व्यापक-सूक्ष्म, दाट-विरळ असे

विविध प्रकारे संबंध असू शकतात. त्यामुळे यातील एखादा घटक जरी नष्ट झाला तर त्याचा परिणाम त्याच्यापुरता मर्यादित न राहता विविध प्रकारांनी जवळ-दूरच्या घटकांवर परिणाम करत असतो, हा विचार सर सर्वापर्यंत पोहोचवत होते.

काही माणसांमध्ये जबरदस्त ताकद असते. साधी, सहज, सामान्य दिसणारी ही माणसे किती प्रचंड ऊर्जा बाळगून असतात हे गोळे सरांकडे पाहिले की दिसून येई. कित्येकांची आयुष्ये यांनी बदलवून टाकली. त्यांच्याकडे असलेली कालातीत दृष्टी, वेगळाच दृष्टिकोन, त्यावर आधारित विचारांची पक्की मांडणी आणि ऊर्जा, हा माणूस अक्षरशः सर्वांना वाटत होता. आजचे जग तांत्रिकदृष्ट्या अत्याधुनिक, अतिप्रगत होत चालले आहे. माणसाच्या मूलभूत आणि दुय्यम, तिय्यम अशा सर्वच गरजा तो तंत्रज्ञानाच्या मदतीने भागवू पाहत आहे. यासाठी ऊर्जेची मागणी फुगून बसली आहे. नैसर्गिक संसाधनांचा अवास्तव वापर करून आपण ऊर्जेचा तुटवडा भरून काढण्याचा

प्रयत्न करत आहोत. यासाठी कितीही आणि कशाचीही किंमत मोजण्यास तयार आहोत. तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने भागवल्या जात असलेल्या गरजा आणि ओघाने होणारा ऊर्जेचा वापर यांची किंमत अफाट आहे.

गोळेसर म्हणायचे, 'निसर्गातील प्रत्येक घटकात स्वतःची ऊर्जा असते, मग तो सजीव असो वा निर्जीव. या ऊर्जेच्या स्रोतांचा मर्यादित स्वरूपात, नियमनाने वापर करायला हवा. असे केल्यास मानव प्रजातीला तंत्रज्ञानाचा अनिर्बंध वापर करावा लागणार नाही. याचा परिणाम म्हणून नैसर्गिक स्रोतांचे संवर्धनच होईल. तंत्रज्ञानाच्या वापराने मानव निसर्गावरचे अवलंबित्व कमी करू पाहत आहे. पण हे खऱ्या अर्थाने शक्य नाही. त्यातून अन्नसाखळी-परिसंस्था तोडण्याचेच काम आपण करत आहोत.'

इकोलॉजिकल सोसायटीतर्फे घेण्यात येणारा सरांचा वर्षभराचा नैसर्गिक संसाधनांच्या व्यवस्थापनाचा अभ्यासक्रम म्हणजे आमच्यासारख्यांना पर्वणीच ठरली. या अभ्यासक्रमाने आमची दृष्टी अंतर्बाह्य पालटून टाकली, आमची रूपेदेखील बदलली. बहुतेक सर्वांचेच असे झाले असावे.

गोळेसर आणि त्यांच्या खांद्याला खांदा लावून, त्यांची भूमिका आणि दृष्टिकोन समजून घेऊन काम करणारे महाजनसर, या दोघांना एकत्र काम करताना अनुभवणे म्हणजे शिकण्याची मोठी संधीच असायची. एखादी

व्यक्ती काही विचार मांडते, मात्र आचरणात विचारांची अंमलबजावणी नसते असे आपल्याला बऱ्याचवेळा दिसून येते. इथे हे दोघेही त्यांच्या परिस्थितीकीय विचारांप्रमाणे एकमेकांची क्षमता आणि कौशल्ये ओळखून परस्परांवर अवलंबून असत; आणि तरीही एकमेकांना अवकाश देत असत. असा परिसंस्थेतील परस्परसंबंधांचा प्रत्यक्ष अनुभव मिळणे हा त्यांच्या शिक्षणपद्धतीचाच एक भाग होता असे मला वाटले.

शिकताना सरांच्या ऊर्जेची ओढ जाणवू लागली होती. 'या माणसाला काय दिसतेय? काय पाहतोय? कसं पाहतोय?' हे समजून घेण्यासाठी त्यांच्या मागेपुढे असायचा प्रयत्न करायचो. ते जसं, जिथे, पाहतील तसं



त्यांच्याजवळून पहायचा प्रयत्न करायचो. पण नंतर त्यांच्याकडूनच शिकलो की प्रत्येकाचा दृष्टिकोन वेगळा असेल, प्रत्येकाला वेगळे दिसेल.

निसर्ग किंवा पर्यावरण आणि परिस्थितिकी हे वेगवेगळे म्हणजे काय? इथपासून, निसर्गातले विविध घटक, त्यांचे एकमेकांशी असलेले नातेसंबंध आणि त्यांचे एकमेकांवरचे अवलंबित्व, एकमेकांवर होणारे परिणाम, उत्क्रांतीचे टप्पे, विविध पक्ष्यांचे जीवन, निसर्गातील विविध सूक्ष्म-स्थूल प्रक्रिया यांचा अभ्यास आणि त्यांच्या पुनरुज्जीवनाची प्रक्रिया त्यांनी आम्हाला प्रत्यक्ष दाखवली. अशा नैसर्गिक प्रक्रियांचे संवर्धन व निसर्गावर आधारलेले अर्थशास्त्र यांचा अभ्यास, संशोधन, मांडणी याबाबतचे त्यांचे काम सर्वश्रुत आहेच. पण मला त्यांच्या कामाचे काही आयाम वेगळे दिसले. पर्यावरणाची, निसर्गाची, प्राणी, पक्षी, झाडे यांची आवड अशा प्राथमिक टप्प्यावरून आलेल्या लोकांना, 'निसर्ग अधिक जाणून घ्यायचा आहे आणि त्याच्या संवर्धनासाठी योगदान द्यायचे आहे' अशा व्यक्तिगत अंतःप्रेरणेपर्यंत नेण्याचे अवघड काम त्यांच्याकडून सहज व्हायचे. त्यांच्याकडे येणाऱ्या माणसांची सहज प्रेरणा तीव्र इच्छेकडे नेण्याची पद्धती त्यांना नेमकी अवगत होती.

माणसांचा वयोगट कोणताही असो, विविध क्षेत्रातून विविध पार्श्वभूमी घेऊन



आलेल्या माणसांबरोबर काम करून, निसर्ग कोणत्या सूत्रामुळे चालतो याचा परिपाठच ते दर्शवायचे. ज्या वयोगटाबरोबर ते काम करायचे त्यांना आवश्यक तेवढे पुरवायचे आणि उरलेले शोधायला लावायचे; उत्तरे न देता निर्णय त्यांच्यावरच सोडायचे, विचार करायला भाग पाडायचे. अभ्यासक्रमादरम्यान निसर्गातील कोणत्याही एका घटकाबद्दल सांगत न बसता परिसंस्था (इकोसिस्टिम) कशी पहायची, हे जास्त बोलायचे. माहिती पुरवत न बसता प्रत्येक क्रियेची कारणमीमांसा करणे, त्याचे कारण विवेकबुद्धीने शोधणे याची पद्धती समोर ठेवायचे. निसर्ग - जपणुकीबरोबरच तो वाढवण्याची तंत्रे, पध्दती यावर बोलायचे.

परिसंस्थेतील कुठल्याही एकाच घटकावर काम करण्यापेक्षा त्याच्या अवतीभवतीच्या परिस्थितीवर काम केल्यास तो घटक जतन आणि संवर्धित होऊ शकतो असा संदेश त्यांनी विविध प्रकल्पातून प्रत्यक्ष काम करून दिला. उदा. वाघ वाचवायचा

असेल तर त्यासाठी त्याचे अन्न वाचवायला हवे, त्याचा अधिवास सुरक्षित आणि पोषक असायला हवा. हे घटक संवर्धित करायचे असतील तर त्या पुढील साखळी संवर्धित करायला हवी, असे साखळीच्या शेवटापर्यंत अगदी मुळातपर्यंत पोहोचणे आवश्यक असल्याचे त्यांनी दाखवून दिले. अवतीभवतीच्या, जवळच्या - दूरच्या घटकांचा अभ्यास केला, त्यातला नातेसंबंध जाणला तर मुख्य घटकांची वाढ आणि विकास होऊ शकतो; अशी अत्यंत मूलभूत तत्त्वे त्यांनी सांगितली. प्रत्येकाचे कुतुहल जागृत करून पुढील मार्ग ते शोधायला लावायचे. कोणतीही उत्तरे थेट न देता त्यात अनेक प्रश्न पेरून उत्तर द्यायचे. त्यामुळे अर्थातच नवे प्रश्न उभे रहायचे, आणि आमच्यासारखे त्यामागे पळायचे (आणि अजूनही पळत आहेत).

मुलांना शिकवण्यापेक्षा ते शिकण्यासाठीचे अवकाश द्यायचे. फक्त बंद खोलीत फळ्यासमोर, फिल्म्स किंवा छायाचित्रे पाहत बसून न समजावता समुद्राचा खारा वारा अंगावर घेऊ द्यायचे, जंगलाचा वास घेऊ द्यायचे, माळावरची आणि हिमालयातील थंडाई पिऊ द्यायचे. असे त्रिमितीत शिकू द्यायचे. निसर्गातल्या प्रक्रियांची वाढ आणि विकास कसा होऊ शकतो हे सरांना जितके कळले होते तितकेच माणसाचीही वाढ आणि विकास कसा होऊ

शकतो हे कळले होते. म्हणूनच त्यांना फॅसिलिटेटरही म्हणायला हवे. लोकप्रिय (पॉप्युलरिस्टिक) पर्यावरणप्रेमी उपक्रम न राबवता थेट निसर्गावर आणि व्यक्तिगत पातळीवर त्यांनी काम केले. अशा प्रकारची पद्धती-सूत्रे, आणि प्रक्रियांची दखल सध्याच्या शिक्षण पद्धतीत वापरली जायला हवी. मुलांना असंच शिकू द्यायला हवं.

गोळेसरांच्या अनेक प्रकल्पांपैकी परिस्थितिकी अभ्यासक्रम हा महत्त्वाचा प्रकल्प. त्याचे चल-छायाचित्रण करण्याची संधी सरांनी मला दिली. त्यातील अमूल्य असे क्षण कॅमेऱ्यात टिपले गेले. ते अभ्यास सहलीसाठी मुलांना हिमालयात घेऊन जायचे. सहलीदरम्यान अनेकदा त्यांच्या हातात जुन्या धाटणीची आकड्याची लांब छत्री असायची. आज असे वाटते की त्यांच्या या छत्रीत किती मुलांना त्यांनी सामावून घेतले असेल आणि त्यांचे जग बदलले असेल! जसे एखादा जादूगार एखाद्या वस्तूवर रुमाल टाकून नंतर रुमाल हळूच काढतो तेव्हा आत दुसरीच वस्तू असते, तसे या छत्रीचे होते. त्यांच्या सहवासात आलेला माणूस अंतर्बाह्य बदलून जायचा.

■ ■

फोटो : सई कोडोलीकर

लेखक : योगेश कोडोलीकर, परिस्थितिकी, शेती, शिक्षणपद्धतीचे अभ्यासक, पर्यावरणपूरक, संवेदनशील पर्याय निर्मितीचे प्रयत्न चालू.

अणूची संकल्पना

भाग-२

लेखक : जयंत फाळके

डाल्टनच्या प्रणालीवर आधारित रासायनिक अभिक्रियांचा अभ्यास आतापर्यंत केला. पदार्थाच्या अन्य गुणधर्मांचा अभ्यास करता यावा यासाठी अणूचा विचार पुढे करणे आवश्यक आहे.

चार्ल्स फ्रान्स्वा द सिस्टर्ने दु फे (१६९८-१७३९) या शास्त्रज्ञाने काचेवरील धनभार (Vitreous Charge) आणि लाखेवरील ऋणभार (Resinous Charge) या दोन प्रकारच्या प्रभारांचा शोध लावला. तसेच 'समान' प्रभारांमध्ये 'अपकर्षक' बले आणि 'असमान' प्रभारांमध्ये 'आकर्षक' बले प्रयुक्त होतात हेही दाखवले.

स्थायू अणूंचे बनलेले आहेत. काचेवरचा धनभार रेशमी कापडाच्या घर्षणाने आणि लाखेवरचा ऋणभार लोकरी कापडाच्या घर्षणाने निर्माण केला होता. म्हणजे, 'घर्षणासारख्या प्रक्रियेने स्थायूंच्या पृष्ठभागावर प्रभार निर्माण होतात.' कसे?

प्रयोगाच्या आधी आपल्याकडे फक्त

अणू उपलब्ध होते. घर्षणानंतरही फक्त अणूच शिल्लक आहेत, पण प्रभार निर्माण झाले आहेत. हे प्रभार कोठून आले? 'उपलब्ध अणूंच्या अंतरंगातून' हे एकच उत्तर संभवते. म्हणजे,

१. अणू अविभाज्य नाहीत.

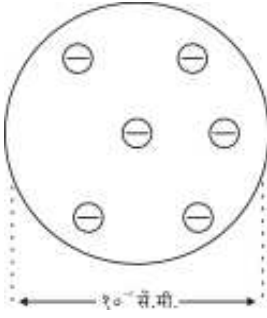
२. प्रभार अणूंच्या अंतर्भागात आहेत.

३. घर्षणाआधी स्थायूंची निरीक्षणे

केली तर स्थायू प्रभाररहित असतात. याचा अर्थ एरवी अणू प्रभाररहित असतात.

४. प्रभाररहित अणूंच्या अंतरंगात एकच प्रकारचा प्रभार असून चालणार नाही. धन (+) आणि ऋण (-) प्रभार सम प्रमाणातच हवेत.

अणूशी संबंधित असलेल्या



Plum Pudding Model

ऋणप्रभाराचा अभ्यास विद्युन्मोच नळ्यांच्या साह्याने थॉमसनसह बऱ्याच शास्त्रज्ञांनी केला होता. जे. जे. थॉमसन यांनी अणूमधल्या या ऋणप्रभारित कणाला 'इलेक्ट्रॉन' हे नाव दिले. यथावकाश, इलेक्ट्रॉनच्या गुणधर्माचा अभ्यास झाला. ते गुणधर्म असे आहेत.

वस्तुमान - 9.1×10^{-31} ग्रॅ.

प्रभार - 1.6×10^{-19} कुलोम

आकारमान (त्रिज्या) - 2.28×10^{-13} से.मी.

१८९७ साली थॉमसनने अणूची आकृतीत दाखवलेली प्रतिकृती सुचवली.

सुमारे 10^{-8} से.मी. आकाराचा धनभारित गोल व त्याच्या अंतरंगात धनभार निष्कृत करतील एवढ्या संख्येचे इतस्ततः विखुरलेले इलेक्ट्रॉन ! याला Plum Pudding Model म्हणतात.

१९०६ साली थॉमसनना नोबेल पुरस्कार मिळाला.

१. या प्रतिकृतीमुळे स्थायूँवर प्रभार

कसे निर्माण होतात याचे स्पष्टीकरण मिळाले.

२. अणू किंवा अणुसमुच्चयांपासून धन व ऋण आयन कसे निर्माण होतात ते कळले.

स्थिषीक विद्युत् (इ. सातवी, पाचवे पुस्तक, प्रकरण ४) विद्युत् रसायनशास्त्र (इ. आठवी, सहावे पुस्तक, प्रकरण ११) यांच्या अभ्यासासाठी आवश्यक त्या संकल्पना (अंशतः) थॉमसनची प्रतिकृती पुरवते. पण हे सर्व विषय व्यवस्थितपणे कळावे यासाठी अणूच्या अंतरंगातील प्रभाराचे स्वरूप व वितरण, अणूच्या अंतरंगातील इलेक्ट्रॉन्सचे वितरण नेमकेपणाने कळणे आवश्यक आहे. या साठीचे आवश्यक प्रयोग रूदरफोर्डने सन १९११ मध्ये केले.

किरणोत्सारितेच्या संशोधनामुळे १९०८ साली रूदरफोर्ड यांना नोबेल पुरस्कार मिळाला होता. विज्ञानातील क्लिष्ट प्रयोग संयोजित (Design) करणे ही फार अवघड बाब आहे. त्याच्या प्रायोगिक उपकरणांचा आपण अभ्यास करणे (जे पुस्तकांमधून आकृत्या किंवा फोटोग्राफद्वारे केले जाते.) फारसे फलदायी नाही.

त्यांच्या प्रयोगाची तात्त्विक बैठक नीट समजून घेऊन आवश्यक त्या प्रायोगिक रचनेची माहिती घेणे जास्त फलदायी ठरते.

रूदरफोर्ड यांच्यासमोर खालील बाबींची शहानिशा करणे हे काम होते.

१. थॉमसनच्या सूचनेप्रमाणे अणूच्या अंतरंगात धनभार समानपणे विखुरला आहे

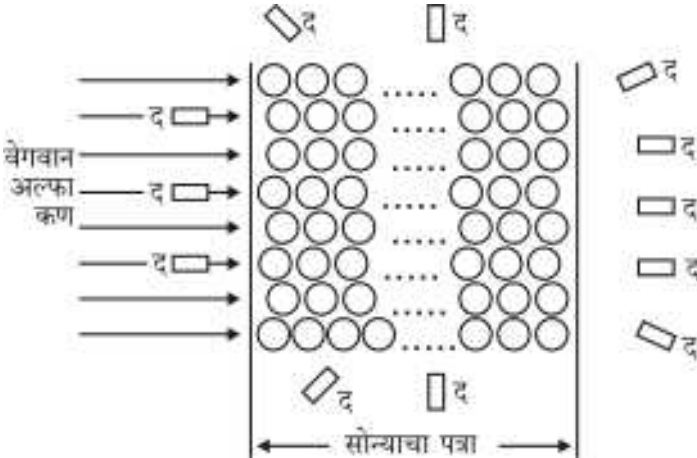
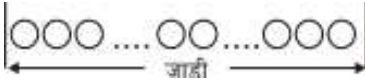
का? तसेच अणूचे वस्तुमानही समानपणे अणूच्या अंतरंगात विखुरलेले आहे का? म्हणजे अणू भरीव आहे का?

२. लेनार्ड या शास्त्रज्ञाने सुचवल्याप्रमाणे अणू बराचसा पोकळ आहे का?

३. लेनार्डच्या सूचनेप्रमाणे अणूच्या अंतरंगात धन-ऋण भारांच्या जोडगोळ्या आहेत का?

४. फक्त ऋणभारित इलेक्ट्रॉन्सच अणूबाहेर पडू शकतात. असे का?

रूदरफोर्ड प्रयोगाची संकल्पना अशी आहे : उपलब्ध असलेल्या अतिशय वेगवान अल्फा कणांचा मारा सोन्याच्या पातळ



अल्फा कणांची मोजदाद करणारी \square द अशी दाखवलेली उपकरणे (दर्शक)

(किती पातळ? जाडीच्या दिशेने ज्याच्यामध्ये केवळ २०००० अणू एका रेषेवर समाविष्ट असतील इतका पातळ) पत्र्यावर करायचा.

या अल्फा कणांचे गुणधर्म असे आहेत. वस्तुमान ६.६×१०^{-२४} ग्रॅम (इलेक्ट्रॉनच्या ७५०० पट)

प्रभार $+३.२ \times १०^{-१९}$ कुलोम (इलेक्ट्रॉनच्या दुप्पट पण धनभार)

त्रिज्या $१०^{-१३}$ सें.मी. (इलेक्ट्रॉनच्या $१/३$) प्रयोगाचे निष्कर्ष असे आहेत.

(a) २०००० अल्फा कणांपैकी १९९९० अल्फा कण वेगबदल न होता सोन्याच्या पत्र्यातून आरपार जातात, याचा अर्थ -

अणू बराचसा पोकळ असतो.

(b) २०००० पैकी फक्त एक अल्फा कण आल्या दिशेने (१८०° अंशातून विचलित होऊन) परत जातो. म्हणजे,

अणूचे वस्तुमान केंद्रस्थानीच्या अतिशय छोट्या भागात एकवटलेले असते.

(c) २०००० पैकी ९ कण वेगवेगळ्या दिशांना विकिरित होतात :

अणूचा धनभारसुद्धा केंद्रस्थानीच्या अतिशय छोट्या भागात एकवटलेला असतो.

(b) आणि (c) हे निष्कर्ष रुदरफोर्डने अतिशय क्लिष्ट गणिती पद्धतीने काढले.

आपण ते सोपे करून घेतले आहेत.

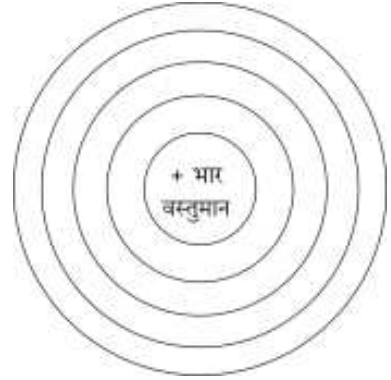
या सर्व गोष्टी विचारात घेऊन रुदरफोर्डने अणूची ग्रहगोलीय प्रतिकृती (Planetary Model) सुचविली. ती अशी

अणूच्या अतिशय छोट्या आकारमानाच्या केंद्रस्थानी (त्रिज्या १०-१३ सें.मी.च्या महत्तेची) अणूचे वस्तुमान व धनप्रभार एकवटलेला असतो.

१०-८ सें. मी. त्रिज्येच्या अणूच्या बाकीच्या भागात ऋणभारित इलेक्ट्रॉन विखुरलेले असतात. हे स्थिर असतील का? नक्कीच नाही. अन्यथा ते सर्व केंद्रस्थानी जमा होऊन १०-८ सें. मी. या आकाराचा अणूच निर्माण होणार नाही.

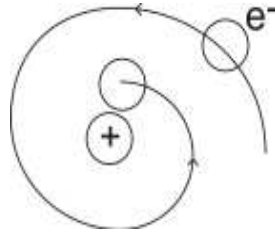
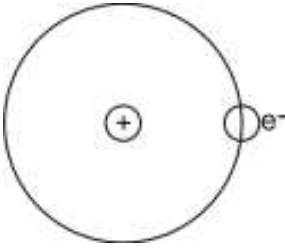
रुदरफोर्डच्या प्रतिकृतीनुसार हायड्रोजनचा अणू काढला, तर पारंपरिक भौतिकाच्या नियमाप्रमाणे तो अस्तित्वातच असणार नाही. पण वास्तवात तर तो सापडतो. मग ही विसंगती दूर कशी करायची? यासाठी शास्त्रज्ञांना संशोधन करणे भाग पडले.

विज्ञानाचे संशोधन असेच कोणत्यातरी अडचणी, विसंगती सोडवताना पुढे जात असते. नुसते संशोधन करायचे आहे असे म्हणून ते होत नसते.



हे गतिमान इलेक्ट्रॉन सूर्याभोवती फिरणाऱ्या ग्रहांप्रमाणे धनभार व वस्तुमान एकवटलेल्या केंद्रकाभोवती फिरत असतात.

रुदरफोर्डच्या प्रतिकृतीची मध्यवर्ती कल्पना नैसर्गिक वास्तवाशी (तथ्याशी)

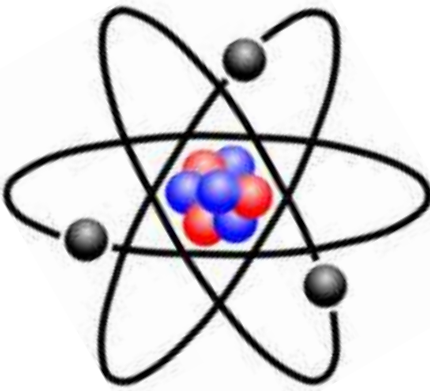


बऱ्यापैकी जुळणारी आहे. परंतु विज्ञानाच्याच नियमांप्रमाणे 'हायड्रोजन ग्रहगोलीय अणू अस्तित्वात असणार नाही.' का? केंद्राभोवती साधारण 10^{-10} सें.मी. एवढ्या अंतरावर फिरणारा इलेक्ट्रॉन प्रभारित (-) असल्याने व त्वरणयुक्त गति धारण करित असल्याने सतत ऊर्जा बाहेर टाकेल. त्यामुळे त्याची कक्षा सर्पिलाकार होऊन शेवटी तो केंद्रासन्निध 10^{-13} सें.मी. एवढ्या अंतरावर थांबेल (ऊर्जा संपून गेल्यावर).

10^{-10} सें.मी. आकाराचा अणू निर्माण होणार नाही. तर 10^{-13} सें.मी. आकाराची $+$ (e^-) अशी जोडगोळी तयार होईल. ही क्रिया 10^{-9} सेकंद एवढ्या सूक्ष्म कालावधीत घडेल.

या संकटावर बोहरने मात केली म्हणून बोहर प्रतिकृतीचे महत्त्व. बोहरने काय केले ते पुढच्या वेळी पाहू. ■■

लेखक : जयंत फाळके,
सदस्य, विज्ञानवाहिनी या फिरत्या प्रयोगशाळेचे कार्यकर्ते, 'अणुचे अंतरंग' हे पुस्तक प्रसिद्ध.
फोन - ९८९०९४४५२६



अरेच्या ! हे असं आहे तर !

भाग - ७

शशी बेडेकर

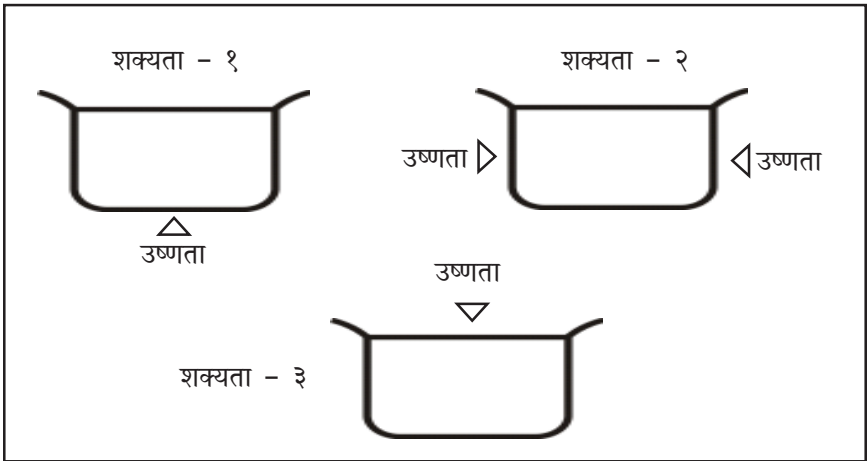
पातेल्यातील पाणी गरम करण्यासाठी इंधनाचा उपयोग कसा करावा? प्रश्न थोडा स्पष्ट करतो - म्हणजे पाणी असलेल्या पातेल्याला कशी उष्णता द्यावी? तळाकडून की बाजूने, की वरच्या दिशेने? करा पाहू विचार.

एखाद्या गोष्टीसाठी आपण किती बाजूंनी विचार करतो ह्याला विज्ञानाच्या अभ्यासात खूप महत्त्व आहे. जितक्या जास्त शक्यता डोक्यात येतील, तेवढी परिपूर्ण

माहिती आपल्याला मिळत जाते - एक उदाहरण म्हणून मी एक विधान तुम्हाला देतो -

कागदावर लिहिण्यासाठी पेन किती प्रकारे धरू शकतो? करा विचार, पेन धरण्याच्या किती शक्यता असतील?

आता माझ्या मूळ प्रश्नाचा विचार केलात, तर तीनही शक्यतांपैकी पहिल्या शक्यतेमुळे पातेल्यातील पाणी इतर शक्यतांपेक्षा लवकर तापेल.



अगदी बरोबर, तुम्ही केलेला विचार आणि तुमचं निरीक्षण - आई चहा करताना पहिलीच शक्यता वापरते - दोन्ही अगदी योग्य आहे.

इतर दोन शक्यतांबाबत तुम्हाला काय सांगता येईल? अशा एकापेक्षा जास्त शक्यतांवर नेहमीच विचार करावा.

पाणी असलेलं पातेलं पेटलेल्या गॅसवर ठेवल्यावर लवकर गरम का होत असेल ते आपण पाहू.

पेटलेल्या गॅसमुळे पातेल्याचा तळ गरम होण्याशिवाय, ज्योतीच्या आजूबाजूची हवा तापते, विरळ होते आणि हलकी होऊन सर्व बाजूंनी वर जाऊ लागते. वर जाताना ती पूर्ण पातेल्याला आच्छादते आणि त्यामुळेही पातेलं गरम होतं. पातेल्याच्या आत असलेल्या पाण्यालाही प्रथम तळाकडून उष्णता मिळते पाण्याचा खालचा थर विरळ होऊन वर जातो, थंड पाणी त्याची जागा घेते असे अभिसरण चक्र सुरू होऊन पूर्ण पाणी गरम होतं.

इतर दोन शक्यतांमध्ये काय होतं ते पाहू.

दुसऱ्या शक्यतेत ज्योतीने पातेल्याच्या बाजूने उष्णता दिल्यास त्याबाजूचे पातेले तापते आणि उष्णता वहनाने आतील द्रवाला मिळते आणि तो भाग गरम होतो.

पण पहिल्या शक्यतेप्रमाणे पूर्ण भांडे गरम हवेने आच्छादले जात नाही.

त्यामुळे ह्या शक्यतेत पाणी गरम होईल पण त्यासाठी जास्त वेळ लागेल आणि ऊर्जा वाया जाईल.

तिसऱ्या शक्यतेत ज्योतीने पाण्याला वरून उष्णता दिली तर द्रवाचा वरचाच थर गरम होईल. अभिसरण ही द्रवात उष्णता सर्व ठिकाणी पसरवणारी क्रिया सुरू होणार नाही. अभिसरणाचे चक्र म्हणजे खालचा - तळाचा थर गरम, हलका होऊन वर जातो, त्याची जागा जवळचा 'जड' थर घेतो, तो उष्णता घेऊन गरम होऊन वर जातो. असे चक्र फक्त पहिल्या प्रकारातच शक्य आहे.

तिसऱ्या शक्यतेत फक्त वरचाच थर उष्णता घेईल आणि खालचे पाणी पुष्कळ वेळ गारच्या गारच राहील.

आता नेमका उलट प्रकारचा प्रश्न. उलट म्हणजे आता पदार्थ गरम न करता थंड करायचा आहे.

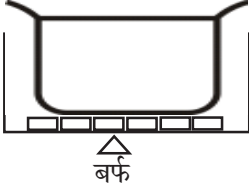
आपल्याला पातेल्यातील पाणी बर्फाचा उपयोग करून थंड करायचे आहे. फ्रिजमध्ये ठेवून नाही.

पर्याय एक - मोठ्या भांड्यात बर्फ ठेवून त्यावर पाणी भरलेले लहान भांडे ठेवले.

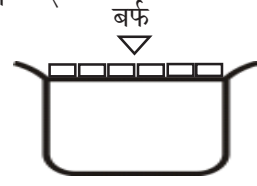
पर्याय दोन - पाण्याने भरलेल्या भांड्यावरच्या ताटलीमध्ये बर्फाचे खडे टाकले.

प्रश्न असा की, कोणत्या प्रकारच्या कृतीमुळे शक्यतेने भांड्यातील पाणी लवकर थंड होईल?

पर्याय - १



पर्याय - २



तुम्ही वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून विचार करा, अगदी नीट. अंदाजपंचे दाहोदसें असं करून पर्याय निवडू नका.

जर तुम्ही पर्याय एक निवडला असेल - आधीचे उदाहरण डोळ्यासमोर ठेवून तर तुम्हाला तुमचा तर्क पुन्हा एकदा तपासायला हवा. कारण तुम्ही निवडलेला पर्याय एक चूक आहे.

पर्याय दोन बरोबर आहे.

तुमचे उत्तर बरोबर असेल तर, तुम्ही असाच विचार केला होतात का, हे तपासून पहा.

जेव्हा आपण बर्फावर पाणी भरलेलं भांडं ठेवतो तेव्हा बर्फाच्या सांनिध्यात असलेला पाण्याचा थर थंड होतो. त्यामुळे तो थर इतर पाण्याच्या तुलनेत जड होतो आणि तसाच खाली राहतो. त्यावरचे पाणी तसेच राहते. तुलनेने पाणी उष्णतेचे दुर्वाहक आहे.

पण जर आपण पाण्याने भरलेल्या भांड्याच्या ताटलीवर बर्फाचे तुकडे ठेवले तर पाणी वरच्या कृतीपेक्षा लवकर थंड होते कारण - बर्फामुळे ताटली आणि त्याला लागून असलेले पाणी थंड होते. हे पाणी

जड होते आणि खाली जाते त्याची जागा आधीचे तुलनेने उष्ण पाणी घेते अशाप्रकारे पाण्यात अभिसरण चक्र सुरू होऊन सर्व पाणी लवकर थंड होते. ताटलीखालील जागेत जर हवा असेल, तर त्या हवेतही (हवेपुरतेच) अभिसरण चक्र निर्माण होते.

याच बरोबर बर्फाच्या भोवती असलेली हवा थंड होऊन जड झाल्याने खाली येऊन पूर्ण भांड्याला आच्छादून टाकते आणि पाणी थंड होण्यासाठी मदत करते.

कळलं, हे असं का आहे ते?

या भागात मी पेन धरण्याच्या पद्धती कित्ती ह्याचा विचार करायला सांगितला होता, प्रत्येक हाताच्या दोन दोन बोटात, पायाच्या दोन दोन बोटात, तोंडात, खाकेत अशा अनेक प्रकारे पेन धरून माणूस लिहू शकतो, चित्र काढू शकतो. (अशा प्रकारे पेन, ब्रश धरून काढलेली चित्रं बहुतेक सर्वांनी पाहिलेली असतील.)

■ ■

या. इ. पेरलमन यांच्या 'फिजिक्स कॅन बी फन' या पुस्तकातून साभार.

अनुवाद : शशी बेडेकर, निवृत्त मुख्याध्यापक.

मोठे झाल्यावर तुम्ही व्हा...

लेखक - रिनचिन • अनुवाद - सरोज देशपांडे

शबरी मान वळवून, खांद्यावरून मागे नजर टाकते. कोणी पाहात तर नाही? आसपास चिटपाखरू नाही अशी खात्री पटल्यावर झाडाकडे पावलं टाकते. आणि घाईघाईने त्याच्या ताठर झालेल्या मुळांच्या अवतीभवतीची माती उकरून बाजूला सारते. जमिनीत खोल, मुळांच्या अगदी बुंधाशी, एक छोट्याशा पोकळीत तिने एक तिजोरी बनवून ठेवली आहे. या तिजोरीत ती काय इतक जपून ठेवत असते? कागदावर ती जी सुंदर सुंदर चित्रं काढते ती चित्रं? छे ! कागद

तर मातीत कुजून जातील आणि पाऊस पडला तर? छे, चित्रं अशी ठेवण्याइतकी वेडी नाही शबरी. मग असं आहे तरी काय, जे ती झाडाखाली इतकं सांभाळून ठेवते? आणि सर्वांच्या नकळत येऊन गुपचुप इथं ठेवून जाते? सांगते, सांगते. ऐकलं की थक्कच व्हाल तुम्ही. यात आहेत शंकरच्या गोष्टी. शंकरने कागदावर लिहिलेल्या गोष्टी? अहं, शबरीने श्वासाबरोबर हवेत सोडून दिलेल्या शंकरच्या गोष्टी आहेत त्यात !

पण शबरी त्या पकडते तरी कशी?



चित्रे : भरत, हिंदी शैक्षणिक संदर्भमधून साभार

शंकर जेव्हा गोष्ट सांगत असतो तेव्हा ती ऐकते. ऐकताना श्वास कमीत कमी वेळा सोडण्याचा तिचा प्रयत्न असतो. निदान आपले विचार तरी निसटता कामा नयेत असं तिला वाटतं. नंतर एकटी असताना एक पान घेऊन ती त्यावर श्वास सोडते. श्वास सोडताना मनातल्या मनात ती संपूर्ण गोष्ट ती पुन्हा आठवत असते. शंकरने जशी ऐकवली होती तशीच्या तशी.

आता प्रश्न हा आहे की शबरी असं का करते? गोष्टी अशा जतन करून का ठेवते? तुम्हाला माहीत नसलं तर सांगते, शंकर स्वभावाने मोठा थट्टेखोर आहे. श्वास घ्यावा तितक्या सहजतेने तो गोष्ट सांगतो. त्याच्या स्वतःच्या गोष्टी. त्याच्या गोष्टींमुळे आपल्या जीवनात रंग भरतो, त्या ऐकायला मजा येतेच. तो इतक्या जोशाने गोष्टी सांगतो की त्या आपला भागच बनून जातात.

या गोष्टी - चुटक्यांतच त्याचं जगणं असतं. प्रत्येक गोष्ट गमतीदार असते. शंकर तर रडता रडताही हसू शकतो. जणू काही माठातून झिरपणारं पाणीच ! माझी आई म्हणायची, निर्लज्ज. इतरही काही लोक असंच म्हणायचे. पण हे काही तसं खरं नाही. आमचं गाव लहान लहान होत चाललं आहे. खूप लोक बाहेर जाताहेत. पण कुठे? कुठेही, इकडेतिकडे, कामाच्या शोधात, कारण आता आम्ही नाही मासेमारी करू शकत, नाही गव्हाची शेती करू शकत. त्यामुळे रस्ते

बनवण्याच्या कामाला जातात ते. अर्थात आमच्यापैकी बरेचजण आता शाळेत जात नाहीत. शंकर आपल्या आईवडिलांबरोबर सगळीकडे जातो. त्यामुळे आधीपेक्षा खूपच कमी दिसतो. तो शाळेत येतो तेव्हा गोष्टी असतात त्याच्यापाशी. पण भीती वाटते, परत आलाच नाही तर? आणि म्हणून शबरी त्याच्या गोष्टी जमवून, सांभाळून ठेवत असते.

शबरी त्याच्या सगळ्या गोष्टी श्वासात भरून घेते. तिला वाटतं, असं केलं की त्या शंकरसाठी सुरक्षित राहू शकतील. शंकर काही त्या लिहूनबिहून ठेवत नाही. हरवून गेल्या तर? तिला शंकरच्या बहुतेक सगळ्या गोष्टी माहीत आहेत. त्याचे चुटकेसुद्धा खूप गमतीदार असतात. तो कल्पनेने रचून सांगतो तशा गोष्टी शाळेच्या पुस्तकातदेखील मिळायच्या नाहीत. शाळेतली मोठी माणसं त्यांच्याकडे फारसं लक्ष देत नसत. पण शबरी देते. म्हणूनच ती झाडाच्या बुंध्याखाली त्या जपून ठेवते. गोष्टी ठेवताठेवता तिची झाडाशीही मैत्री झाली आहे. ती त्याच्याशी गप्पा मारते आणि नीट पाहिलं तर दिसतं की झाडही तिला आपुलकी देतं.

पण आपण पुन्हा त्याच्या गोष्टीविषयी बोलूया. त्या त्याला अडचणीतही टाकतात. वेताची छडी वाजवणारे मास्तर किंवा त्याचे वडील मोहाची दारू भरपूर ढोसल्यावर कसे वागतात, नाहीतर आईच्या डोळ्यातल्या आसवांच्या नदीची कहाणी. सगळ्या



आपल्या जीवनात घडणाऱ्या गोष्टी असतात. त्यांच्याबद्दल बोलायला आपण घाबरत असतो. पण त्या मनात ठेवल्या तर जेवढ्या निराशाजनक किंवा वाईट वाटतात, तेवढ्या ऐकताना नाही वाटत. कारण त्या आम्हा सगळ्यांच्याच होतात. त्यांचा बोजा आम्ही सगळे वाटून घेतो.

शंकर जवळजवळ एक महिन्याने परत आला आहे. आम्ही दिसलो की तो डोळा मारतो. दोनदा त्याला मास्तरांनी पकडलंमुद्धा. एकदा डोक्यावर थप्पड मारली. मात्र सगळ्यांना माहित आहे की आम्ही मधल्या सुट्टीची वाट बघतो आहोत. त्यावेळी शंकर

आपल्या गोष्टींचं भांडार उघडीलच. मधली सुट्टी झाल्याबरोबर सगळ्या मुलांनी शंकरला गराडा घातला. शबरीला तो दिसत नसला तरी त्याचा आवाज दुरूनसुद्धा ऐकू येतो आहे. तो कोणाचीतरी नक्कल करीत असावा. कारण त्याचं बोलणं माणसासारखं वाटत नव्हतं. शबरी लगबगीने जाऊन गर्दीत मिसळते. त्याच्या गोष्टीला आपण हसलो तरी हरकत नाही, पण ऐकायला चुकता कामा नये. महिनाभर आईवडिलांबरोबर बाहेर गेलेला शंकर आता परत आला आहे. काल आला आणि आज शाळेत अशा प्रकारे हजर झाला, जणू नेहमी इथेच होता. मास्तरच काय ते

त्याला काही भलंबुरं बोलले होते. सारखं येऊनजाऊन असल्यामुळे शंकर अभ्यासात फार मागे पडला आहे. वर्गाबरोबर येऊ शकेल की नाही तेही सांगणं कठीण आहे. शंकरने मात्र सगळ्या गोष्टींप्रमाणे हीदेखील थट्टेवारी नेली. म्हणाला, 'चार आणि चार आठ होतात ना ! मला जर दोनदा चौथी करावी लागली तर पुढच्या वर्षी सरळ आठवीतच जाईन मी. तुम्हाला मात्र आणखी चार वर्ष लागतील.' शबरीला मनातल्या मनात हसू आलं.

यावेळी कुठल्या नव्या गोष्टी घेऊन आला आहे शंकर? शबरी तिकडे पोहोचली तोपर्यंत शंकर अगदी रंगात आला होता. हातवारे चालू आहेत. शबरीला बघून तो क्षणभर थांबून तिला डोळा मारतो.

'ही आली आजीबाई. काय शबरी, तुलाही ऐकायची आहे गोष्ट?' शबरीने नुसती मान हलवली. 'पण एक कबूल कर. अंधेमध्ये प्रश्न विचारणार नाहीस, किंवा असं कसं कोणी, नाहीतर असं नाही होऊ शकणार का वगैरे बडबड करणार नाहीस. कारण आजची ही गोष्ट खऱ्यापेक्षा खरी आणि तरी खोटीच वाटावी अशी आहे.'

एक सुस्कारा सोडून शबरी बसते आणि म्हणते, 'कबूल. आता ऐकव तरी गोष्ट.'

शंकर पुन्हा गोष्ट सांगायला लागतो.

'मला माहीत आहे तुम्ही कोणी माझ्यावर विश्वास ठेवणार नाही. पण ही अगदी

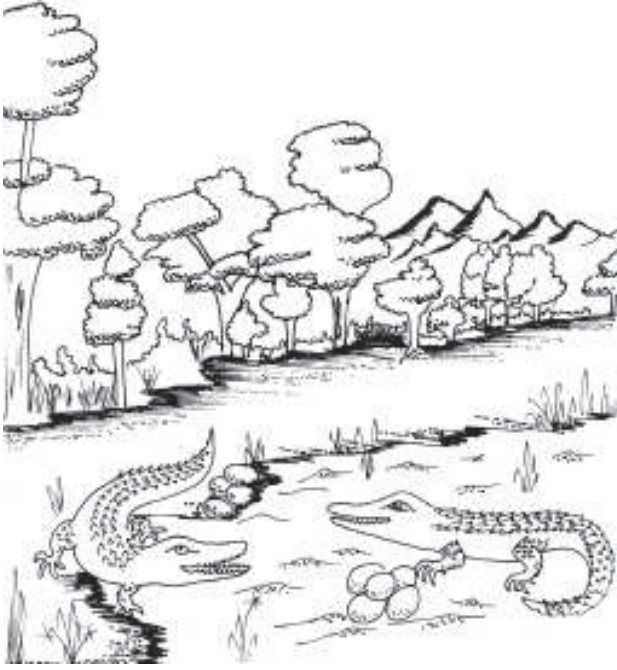
खरी गोष्ट आहे. यावेळी माझे आईबाबा जंगलापलिकडच्या एका गावात कामाला गेले होते. ते छोटी नदी आणि मोठ्या बांधाजवळच गाव.'

मोठ्या बांधाविषयी बहुतेकांच्या कानावर आलेलं होतं. त्या बांधामुळे बनलेल्या तलावामुळे कितीतरी गावे पाण्याखाली गेली होती. तिथले लोक आजूबाजूच्या डोंगरांकडे गेले होते. अशाच एका गावाचं नाव मगरेली. शंकरच्या गोष्टीचं गाव.

तिथे लोक एक रस्ता बनवत होते. जंगलात जाणारा. आधल्या वर्षी शंकरने सांगितलं होतं की नदीचं पाणी आटल्यावर लोक नदीपर्यंत आले होते आणि त्यांनी त्या दलदलीत गहू पेरला होता. पण यावर्षी नव्हतं गाव, नव्हते लोक, मग गहू पिकवण्याची बातच नको.

'काय? कुठे गेले लोक?' लहानग्या चकुलीने डोळे विस्फारत प्रश्न विचारला. शंकर खूष झाला. 'चांगला प्रश्न आहे हा.' यावर शबरी काहीतरी बोलणारच हे त्याला माहीत होतं. म्हणून तो लगेच म्हणाला, 'हो, मी म्हटलं कोणी प्रश्न विचारायचे नाहीत. म्हणजे असं की गोष्टीचा ओघ थांबवणारे प्रश्न विचारायचे नाहीत. गोष्ट पुढे नेणारे विचारावे खुशाल.'

शबरी गप्प बसली आणि शंकरची गोष्ट पुढे चालू झाली. 'मी बुचकळ्यात पडलो.



लोक गेले तरी कुठे? आईबाबा रस्त्याच्या कामाला गेल्यावर मी मगरेलीचं कोडं सोडवायला निघालो. दोन दिवस वणवण करूनही काही पत्ता लागेना तेव्हा मी नाद सोडायच्या विचारात होतो. तेवढ्यात तिसऱ्या दिवशी माझं भाग्य फळलं. गावाबाहेर मला काही लोक भेटले. त्यांनी ही कहाणी सांगितली.'

या नदीत महागामोलाच्या खूप मगरी असतात, म्हणून याचं हे नाव पडलं आहे. मगरी नदीत आणि लोक काठावर राहायचे. ते नदीत मासे पकडत. काठालगतच्या जमिनीत टरबूजं काढत आणि उन्हाळ्यात पाणी आटलं की सुपीक जमिनीत गहू

पिकवत. गावातली जमीन बरड होती. पाऊसही कमी पडे. त्यामुळे लोक नदीच्या भरवशावर असत.

पण मगरींना अंडी घालण्यासाठी जागा नव्हती. त्या दुःखी झाल्या. काही मगरी अंडी घालत असत. पण गव्हासाठी नांगरणी वगैरे करताना ती नाहीशी होत. त्या बिचाऱ्या ती शोधत फिरत. मगरी विचार करित होत्या की गावकऱ्यांच्या मदतीने काही उपाय शोधावा. पण त्याआधीच एक बडा साहेब तिथे पोहोचला. त्याला प्राण्यांबद्दल मोठं प्रेम होतं. जगभर हिंडून प्राण्यांना वाचवायचं हाच त्याचा उद्योग होता. मगरींवरचं संकट कळल्यावर त्याला दया आली. 'तुम्हाला

अंडी घालायला जागा नाही. तर गहू पिकवणं बंद झालं पाहिजे.’ लोक आरडाओरडा करू लागले. गहू पिकवायचा नाही तर आम्ही खायचं काय? जायचं कुठे? साहेब म्हणाला, ‘जंगलाच्या काठावर.’ ‘पण तिथे तर वाघ असतात. आणि तिथला राखणदार आम्हाला गोळ्या घालील.’

‘मगरी आमचे मित्र आहेत. आम्हाला त्यांची काळजी आहे.’ ‘आम्हाला दुसरीकडे जमीन द्या आम्ही जातो. आमच्या शेतीमुळेच मगरी कमी होताहेत. दुसरं कुठलंही कारण नाही अशी खात्री आहे तुम्हाला?’ हा प्रश्न एका तरुण स्त्रीचा होता. आश्चर्याची बाब अशी की ती त्यानंतर गावात कधीच दिसली नाही.

तिचं नाहीसं होणं एक गूढच राहिलं. आपल्या म्हाताऱ्या आईला टाकून, कोणाला काही न सांगता कशी गेली ती? काहीतरी भानगड वाटत होती. पण हे गूढ उकलण्याचा खटाटोप करायचा कोणी? शेवटी लोकांनी ती पळून गेली अशी स्वतःची समजूत पटवली.

लोक विनवण्या करीत होते, पण साहेबाने लक्ष दिलं नाही. त्यांनी दयेची भीक मागितली, लगेच जायला सांगून का म्हणाले. या वर्षीचं पीक घेऊ द्या. मग जाऊ. साहेब बरं म्हणाला, तसा तो दयाळू होता.

शंकर थोडा थांबला. क्षणभर आम्हाला वाटलं. शंकरच तो साहेब आहे आणि आम्ही

त्याच्या दयेवर राहातो आहोत. आम्ही उसासा सोडला. ‘मग काय झालं?’

‘काही नाही त्यावर्षीचं पीक लोकांनी घेतलं. पुढच्या हंगामाच्या आधी साहेबाची माणसं आली. हा मगरीचा अंडी घालण्याचा काळ असतो. आता तुम्ही गहूही पिकवायचा नाही आणि मासेमारीही करायची नाही. लोक बिचारे गप्प राहिले. काहीजण दुसरीकडे गेले. मोहाची फुलं, तेंदूची पानं, जंगलातली लाख कशाकशावर गुजारा केला. साहेबाचा डोळा चुकवून मासेही पकडले. तरी उपासमार झालीच. मुलं वाळू लागली. लोक काम शोधत बाहेर जाऊ लागले. रस्ते, तलाव, शहरातली बांधकामं यांच्या मागे. तिथल्या कहाण्या घेऊन ते परत येत.

‘पण त्यांच्या गोष्टी माझ्या गोष्टीसारख्या रंगतदार नसत.’ शंकरच्या आवाजाने गोष्टीचा ओघ खंडला. सर्वांबरोबर शबरीसुद्धा त्या नदीच्या काठावर गेली होती. तिच्या मनात आलं, ‘शंकर असं का करतो नेहमी? गोष्टीच्या आतबाहेर? नुसता गोंधळ.’

कोणीतरी न राहवून विचारलं, ‘मग?’

‘मग लोक पुन्हा साहेबाकडे गेले. तो पांढराशुभ्र पोषाख घालून, बागेत बसून चहा पीत होता. पायातले बूट जरासे दिसत होते. लोकांना वाटलं, बूट पाहिल्यासारखे वाटताहेत. पण तसं वाटण्याचं कारण नाही कळलं. त्यांनी विनवण्या केल्या, पण साहेबावर किंचितही परिणाम झाला नाही.

लोक म्हणाले, 'निदान मासे तरी पकडू द्या.'

'तुमच्या होड्या आणि जाळी यांचा मगरींना त्रास होतो.'

'पण...'

'पणबीण काही नाही. काही प्रश्न विचारू नका. माझा निर्णय बदलणार नाही. तुम्ही दुसर काम शोधा. काम मिळत नाही तोवर हे अर्ध पोतं गहू वापरा. सर्व मिळून.'

'पण...'

'जास्त वाद घातला तर तुरुंगात टाकीन.' साहेब शांतपणे म्हणाला. तो सहसा आवाज चढवत नसे. मात्र त्याच्या नोकरांकडे बंदुका होत्या. लोक त्याच पावली परतले. निराश होऊन. येताना त्यांना वाटत होतं. साहेबाचे बूट थोडे मगरीच्या कातडीसारखे दिसत होते.

'असं? हे नाही बरोबर.' शबरीने न राहावून म्हटलं.

'होय आजीबाई. हे चूक आहे. पण चौकीदारांच्या हातातल्या बंदुकांपुढे प्रश्न नाही विचारता येत. मास्तरांच्या हातात वेत असताना तू विचारशील प्रश्न?'

शबरीने नकारार्थी मान हलवली. सर्वांनीच हलवली. खूप होऊन शंकरने गोष्ट सांगायला सुरुवात केली. 'असं आणखी एक



वर्ष उलटलं. लहान मुलं वाळत चालली होती. बाळं छोटीच जन्माला येत होती. तरुण स्त्रिया, पुरुष बाहेर जाऊ लागले होते. आणि एक दिवस काय झालं. एका लग्नाच्या वेळी जेवणावाळ झाली नव्हती. कारण जेवायला काही नव्हतंच. त्यावेळी एका म्हातारीने वधूवरांना आशीर्वाद दिला. म्हणाली, 'एवढी एकच भेटवस्तू माझ्यापाशी आहे द्यायला. तुमची मुलं मगरी म्हणून जन्माला येवोत असा आशीर्वाद.' आणि त्यांच्या डोक्यावर हात ठेवला.

जमलेले सर्व लोक मुत्र झाले. आशीर्वाद विलक्षण असला तरी योग्य होता. लवकरच गावातले सगळे लोक एकमेकांना हाच आशीर्वाद द्यायला लागले. कोणी कोणाला मदत केली की हाच आशीर्वाद

ठरलेला. शाळेच्या निबंधातही मुलं लिहायची, मोठा झाल्यावर मला मगर बनायचं आहे.

आणि एकदा गावात एक वेगळंच वारं वाहू लागलं. इच्छा पूर्ण करणारं आणि तसं घडायला लागलं. त्या म्हातारीने ज्यांना आशीर्वाद दिला होता त्यांना मुलं झाली ती मगरी. नंतर सगळ्यांनाच. प्रत्येक नवजात अर्भक मगर असायचं. आधी जन्मलेलेही बदलून मगर व्हायला लागले. एवढंच नव्हे, रांगती मुलंही मगरींसारखी दिसायला लागली. हळुहळू सगळे मगर बनू लागले. मोठ्यांना बदलता येत नव्हतं ते तसेच राहिले. एक एक करत मोठी माणसं मरून गेली, मगर बनलेले तरुण नदीत उतरले. तिथे ते बड्या साहेबांच्या संरक्षणाखाली सुखाने राहू लागले.

शंकरने हात वर करून एकदम गोष्ट संपवली. 'ही मगरेलीची कहाणी.'

'ही कसली गोष्ट ! सगळी कल्पनेतली. माझा नाही विश्वास.' उठताउठता शबरी म्हणाली.

शंकर म्हणाला, 'मी सांगितलं होतं की का, कसं, विश्वास नाही बसत हे नाही चालायचं. मी सांगतो हे अगदी खरं आहे.'

शंकर आणि शबरी एकमेकांकडे रोखून बघत राहिले.

त्यांच्या वादावादीत मध्ये घुसत चुटकी म्हणाली, 'पण आम्हालाही वाघांमुळे गाव सोडावं लागतं आहे.' सगळी मुलं तिच्याकडे

बघायला लागली. त्यांना गावच्या जाणत्या लोकांची शेवटची बैठक आठवली. आमची गुरंढोरं जंगलात जाता कामा नयेत. जंगलाच्या काठावर शेतीही करायची नाही. कारण तिथल्या वाघांना वाचवायचं आहे.

'मग आम्ही काय...' एकजण बोलायला लागतो आणि लगेच गप्पही होतो. मुलं एकमेकांकडे बघतात. शंकरचे डोळे चमकतात. गोष्ट ऐकताऐकता ते कुठे येऊन पोहोचले ! चकुलीही शंकरसारखीच, मोठी थट्टेखोर आहे. शंकर मोठ्याने हसतो. 'शबरी, तू सगळ्यात शहाणी. तुला तर शेपूट उगवायलाही लागलं.' शबरी मागे वळून शेपटी आहे का ते बघायला लागते आणि शंकरची हसूनहसून मुरकुंडी वळते.

शबरी नाराज झाल्यासारखं दाखवते खरी, पण तिला माहित आहे की याच्या गोष्ट कितीही का रचलेल्या असोत, त्या खऱ्या आहेत. त्या ऐकवल्या पाहिजेतच. सगळे तिला हसत, आरोळ्या ठोकत असताना शबरी आपल्या झाडापाशी जाते. चटकन एक पान घेते आणि त्या गोष्टीचा श्वास सोडून ते बुंध्यासारख्या तिजोरीत ठेवून देते.

(हिंदी शैक्षणिक संदर्भ, मार्च-एप्रिल, २०१२ मधून)

लेखक : रिनचिन, कथा लेखिका, भोपाळ येथे वास्तव्य. अनुवाद : सरोज देशपांडे, पुणे विद्यापीठात संस्कृत प्रगत अध्ययन केंद्र आणि ललित कला केंद्र येथे अनेक वर्षे अध्यापन, अनेक अनुवादित पुस्तके प्रकाशित. (साहित्य अकादमीचा अनुवाद पुरस्कार प्राप्त)

वैज्ञानिक दृष्टिकोन

लेखक : डॉ. बाळ फोंडके

मराठी विज्ञान परिषद, पुणे विभाग आणि महाराष्ट्र साहित्य परिषद, पुणे यांच्या संयुक्त विद्यमाने राष्ट्रीय विज्ञान दिनाच्या निमित्ताने २८ फेब्रुवारी २०१४ रोजी एक व्याख्यानाचा कार्यक्रम आयोजित करण्यात आला होता. टिळक रस्त्यावर महाराष्ट्र साहित्य परिषदेच्या पटवर्धन सभागृहात डॉ. बाळ फोंडके यांचे - वैज्ञानिक दृष्टिकोन या विषयावर व्याख्यान आयोजित करण्यात आले होते.

कार्यक्रमाचे प्रास्ताविक मराठी विज्ञान परिषद पुणे विभागाचे कार्याध्यक्ष विनय र.र. यांनी केले. ते म्हणाले की - आपल्या दैनंदिन जीवनात विज्ञान असतेच, पण त्याच्याकडे आपण सजगपणे पाहत नाही. २८ फेब्रुवारी हा दिवस भारताच्या इतिहासात महत्त्वाचा आहे. त्या दिवशी थोर भारतीय शास्त्रज्ञ चंद्रशेखर रमण यांनी रमण परिणाम सर्व जगापुढे प्रसिद्धीसाठी मांडला. भारत सरकारने हा दिवस -राष्ट्रीय विज्ञान दिन म्हणून जाहीर केला आहे. या दिवसाचे निमित्त साधून

आपण आपल्या जीवनात घडणारे विज्ञान जाणून घेण्याचा प्रयत्न करू या.

आपल्या व्याख्यानात डॉ. बाळ फोंडके यांनी वैज्ञानिक दृष्टिकोन या विषयाची संकल्पना आणि मांडणी आपल्या अनुभवाच्या शिदोरीवर उदाहरणे देत, सहजसोप्या भाषेत केली. त्यांच्या व्याख्यानाचा डॉ. वृंदा कार्येकर यांनी केलेला सारांश पुढीलप्रमाणे

१. विज्ञानाला वाक्यं 'प्रमाणम' हे मान्य नसते.
२. विज्ञानात अंतिम सत्य नसते, पण त्याचाच शोध सतत चालू असतो.
३. प्रत्येक शोध लागेपर्यंत विज्ञान त्याचा उलगडा करते, तेवढेच ते सत्य, तेवढ्यापुरतेच सत्य. त्या पुढचा शोध लागला की सत्य बदलते. शोधाचे महत्त्व कमी होत नाही, पण विज्ञान उलगडण्याचा एक टप्पा पुढे जातो.
४. एखादी घटना वैयक्तिक असली तरी तिचा सार्वत्रिक पडताळा घेता येत

असेल तरच विज्ञान ते सत्य मानते.

५. चिकित्सक डोळस प्रमाणित दृष्टिकोन म्हणजे वैज्ञानिक दृष्टिकोन.

वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढायला हवा

असे वाटत असेल तर -

१. उदारमतवादी धर्म हवा. उदा. हिंदू धर्म. कर्मकांडांचा विचार करता ते न करूनही धर्मात राहाता येते. एखादी व्यक्ती ब्राह्मण आहे, पण ती जानवे घालत नाही म्हणून तिला हिंदू नाही असे कोणी म्हणत नाही. त्या बाबतीत हिंदू धर्म कोणालाही बहिष्कृत करत नाही, तो समावेशक, उदार आहे. आस्तिकांप्रमाणे नास्तिकांचाही विचार तो करतो.
२. राजकीय प्रणाली - लोकशाही हवी किंवा केमाल पाशा सारखी विधायक हुकुमशाही असेल तरच विज्ञान आणि वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढेल.
३. कुटुंब व्यवस्था - जिथे घरातल्या सर्वांचा विचार करीत नाहीत, कोणातरी वडीलधान्याच्या हुकुमाप्रमाणे कौटुंबिक व्यवस्था चालते, तिथे वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढीस पोषक रचना नाही.
४. समाज रचना - समाजरचना खुली हवी. एकमेकांच्या मतांचा आदर करणारी हवी.
५. आर्थिक स्थिती - समाजाची आर्थिक

स्थिती जर चांगली असेल तर, जीवनावश्यक सर्व गरजा भागत असतील तरच वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढीस पोषक वातावरणाची निर्मिती समाजात होते.

या पाच गोष्टी जर समतोल, उदार, सुस्थितीत असतील तरच वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढेल. हे एका रात्रीत होणारे काम नाही. चारपिढ्या जेव्हा जातील तेव्हा हा बदल दिसू शकेल. उत्क्रांती जशी हळूहळू नजरेस येते तसेच माणसाची विचारदृष्टी हळूहळू बदलते. धीर धरावा लागतो.

विज्ञानातील एक उदाहरण घेऊन स्पष्ट करू. विश्वोत्पत्तीचा सिद्धांत यासाठी दोन सिद्धांत मांडले जातात.

१) महाविस्फोट, २) स्थिर स्थिती.

सध्या महाविस्फोट सिद्धांत सर्वमान्य होत आहे, कारण त्याला बळकटी देणारे पुरावे आढळले. एक विशिष्ट प्रकारचे प्रारण आजही सर्व विश्वभर आहे. म्हणजे पूर्वी काहीतरी घडलंय, पूर्ण विझलेले निखारे नाहीत. असं ते प्रारणाचं तपमान आहे. प्रकाशलहरी ताणल्या गेल्या की लाल रंगाकडे झुकतात. हा डॉपलर परिणाम आजही दिसून येत आहे, विश्व प्रसरण पावत आहे. त्यातून महाविस्फोट सिद्धांताला पाठबळ मिळत आहे.

व्याख्यानानंतर डॉ. बाळ फोंडके यांनी श्रोत्यांच्या प्रश्नांना समर्पक उत्तरे दिली.

- विज्ञान आणि अध्यात्म यांचा संबंध काय?
शरीराबाह्य अनुभव, अतींद्रिय अनुभव, आत्म्याचे अनुभव यावर संशोधने होत आहेत. काही प्रमाणात पडताळा येत आहे, पण अजून खात्रीने म्हणता येईल असे काही हाती आलेले नाही. हे अनुभव वैयक्तिक पातळीवर राहातात. त्यांचा सार्वजनिक पडताळा घेतलेला नाही. योग, कुंडलिनी यावर संशोधने चालू आहेत.
- मन म्हणजे काय? ते कुठे असते?
मन मेंदूत असतं. मन नाही हे सिद्ध करता येत नाही म्हणजेच मन आहे. त्यात विचार येतात. भावस्थिती प्राप्त होते.
- वैज्ञानिक अंधश्रद्धा आणि मिथ्याविज्ञान संकल्पना स्पष्ट करा.
पत्रिका, कुंडली, भविष्य या अंधश्रद्धा आहेत. डॉ. जयंत नारळीकर यांनी जाहीर सर्वेक्षण करून हे सिद्ध केले आहे. मिथ्या विज्ञान म्हणजे जाहिरातीत केलेले पोकळ दावे.
- वैज्ञानिक दृष्टिकोन आणि प्रसार-परिणाम याबद्दल आपले मत काय?
प्रसार-वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढला किंवा कमी झाला असं म्हणण्यापेक्षा ते विचारप्रसाराचे साधन आहे, असे त्याकडे बघावे.

- देव आहे का?
आईनस्टाईन आणि नील्स बोर यांच्यातला एक संवाद प्रसिद्ध आहे. त्यात ते देव हा शब्द वापरतात. तेव्हा त्याचा अर्थ हे विश्व चालण्यासाठी चार बले, शक्ती, या अर्थाने तो शब्द वापरतात. प्रचलित अर्थाप्रमाणे या विश्वाचा कोणी कर्ता आहे असे ते मानत नाहीत. देवकण हे फक्त एक नाव आहे. हिग्ज यांना कल्पना केलेले हे कण सापडले म्हणजे देव सापडला असे म्हणणे योग्य नाही. वैज्ञानिक दृष्टिकोन बाळगत रामायण, महाभारत, सरस्वती नदी, द्वारका यांचा शोध घेणे चालू आहे. या शोधांशी प्रामाणिक राहून जे निष्कर्ष समोर येतील ते वास्तव असतील.

विज्ञानाचा शोध घेणे सतत चालूच राहिल परंतु त्यासाठी कुतूहल, जिज्ञासा हवी. जन्मतः जे कुतूहल घेऊन आपण येतो ते टिकवायला हवे. अनुभवाची जोड द्यावी. चिकित्सक डोळस वृत्ती असावी आणि कार्यावर श्रद्धा असावी, तरच वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढेल.

■■

लेखक : डॉ. बाळ फोंडके,

सुप्रसिद्ध विज्ञानलेखक व विज्ञानप्रसारक.

चला... निसर्ग साक्षर होऊ

लेखक : विनय र. र.

झाडे आणि प्राणी यांच्याकडे बारकाईने पाहून, भावी मोसमाचा, विशेषतः पावसाचा अंदाज करता येईल?

जगातल्या ज्या भागात वर्षानुवर्षे ठरावीक काळात पाऊस पडतो, अशा मोसमी पावसाच्या प्रदेशात तेथे पिढ्यानपिढ्या राहाणाऱ्या लोकांनी आभाळाकडे डोळे लावून

पावसाची वाट पाहिली असेल. अर्थात पाऊस येण्याच्या आधी येणाऱ्या ढगांकडे बघूनही पावसाचा अंदाज केला असेल.

ढगांचा रंग कोणता आहे? काळा, करडा की पांढराफेक?

ढगांचा आकार कोणता आहे? छोटा, मोठा की मध्यम?



ढगांची हालचाल कशी आहे? जलद, मंद की स्थिर?

ढग वाहाण्याची दिशा कोणती आहे? पश्चिम, ईशान्य की नैऋत्य?

ढगांची जमावट कशी आहे? विरळ, पांगलेली की दाट?

ढगाआडून दिसणारे सूर्य चंद्र कसे दिसत आहेत? अंधुक, तेजस्वी की प्रखर?

ढगांभोवती खळे दिसते आहे का? ते विस्तीर्ण आहे की आकुंचित?

अशा प्रश्नांची उत्तरे मिळवण्यासाठी ढगांकडे, त्याच्या हालचालीकडे बारकाईने पाहून त्याची निरीक्षणे पूर्वीच्या लोकांनी केली असतील की नाही?

ती निरीक्षणे एकमेकांना सांगितली असतील की नाही?

त्या निरीक्षणांच्या आधारावर काही अनुमाने केली असतील की नाही?

ती अनुमाने पुढच्या पिढ्यांना सांगितली असतील की नाही?

पुढच्या पिढ्यांनी त्या अनुमानांची तपासणी केली असेल की नाही?

नव्या पिढ्यांच्या निरीक्षणांतून टिकणारी पूर्वीची अनुमाने लक्षात ठेवली असतील की नाही?

निरीक्षणांतून खोटी आढळलेली अनुमाने बदलली असतील की नाही?



ती त्यांच्या पुढच्या पिढ्यांमधून पुढे पुढे सरकली असतील की नाही?

ती विसरली जाऊ नयेत म्हणून कोणी ती लिहून काढली असतील की नाही?

लिहिण्याची कला अवगत नसेल तर त्या अनुमानांना गाण्यांच्या, कवितांच्या, ओव्यांच्या, म्हणींच्या, वाक्प्रचार - श्लोकांच्या माध्यमात बसवले असेल की नाही?

या मौखिक परंपरेने 'परंपरेतून चालत आलेले शहाणपण' वाढले असेल की नाही?

आपल्या अशा प्रकारच्या संकलित सामूहिक शहाणपणावर त्याच्या वंशजांनी विश्वास दाखवला असेल की नाही?

त्या शहाणपणाचे जतन, संवर्धन केले असेल की नाही?

आता उन्हाळा सुरू झाला आहे.त्यानंतर पावसाळा येईल.

यंदाच्या उन्हाळ्यात आपण शोध घेऊ. 'पावसाचा अंदाज' करण्यासाठी परंपरेत

वापरल्या जात असलेल्या किंवा वापरल्या जात होत्या अशा काही अनमान धपक्यांची माहिती करून घेऊ.

‘पावसाचा अंदाज’ कशाकशावरून ठरवला जाई ती साधने शोधून काढू. संकलित करू आणि पडताळून पाहू. जगात खात्रीने ‘पावसाळा’ एक ऋतू असणाऱ्या, मोजक्या देशांपैकी एक आपला देश आहे. गेली कैक शतके येथे मोसमी पाऊस पडतो. आपल्या पूर्वजांनी या पावसाळ्याकडे सृष्टीचे कौतुक म्हणूनच केवळ बघितले असेल असे वाटते? की त्याबद्दलच्या कुतुहलापोटी पावसाळ्याचा काही एक माग घेऊन अभ्यास केला असेल?

पावसाचा अंदाज करण्यासाठी ढग, वारा यांच्या अभ्यासाबरोबरच अन्य प्राणी-मुंग्या- वेली- साप- किडे- पाने - फळे - पक्ष्यांची घरटी, कृमी, त्यांचे वर्तन, त्यांच्यातील बदल याचाही अभ्यास काही सांगत असेल. या वर्षी जितक्या शक्य असतील तितक्या गोष्टी बारकाईने पाहाणार? त्या त्या गोष्टींचा पावसाशी काही संबंध आहे का? काही संबंध लावता येतो का? चला तपासून बघू. काही नवीन संबंध शोधता येतात का बघू. माहिती असलेल्यांची पडताळणी होते का तपासू, आजपासून, आत्तापासून. जो काही संबंध आढळेल तो एकमेकांना कळवू ! ज्ञानप्रसाराने ज्ञान वाढवू.

दूर दूर देशांमध्ये, भूभागांमध्ये, दऱ्या-खोऱ्यांमध्ये, कडे-कपारींमध्ये, माळांवर,

समुद्रकिनारी जिथे असे संबंध आढळत आले आहेत, त्या संबंधांवर जागतिक तापमानवाढीमुळे काही फरक पडला आहे का, याचाही तपास करता आला तर पाहू. येणारा काळ कसा असेल याची चाहूल लागली तर आपण परिस्थिती पाहून आवश्यक ती पावले उचलू शकू. त्या मार्गाने जीवन अधिक समृद्ध, संपन्न आणि निसर्गानुकूल करता येईल.

बोलिविया देशातले आडाखे

हा देश दक्षिण-अमेरिकेत अँडीज पर्वतराजीत आहे. या देशाच्या चहूबाजूंना अन्य देशांच्या हद्दी आहेत. या देशाच्या पश्चिमेकडे डोंगराळ प्रदेश आहे तर पूर्वेकडे सपाटीचा प्रदेश आहे. सपाटीच्या प्रदेशात आधुनिक पद्धतीने ट्रॅक्टर वगैरे वापरून भात तसेच सोयाचे पीक घेतात, तर डोंगराळ भागात बैलाचे नांगर शेतीत वापरतात. अँडीजच्या डोंगराळ भागात एकंदरीतच हवामान नाजूक आहे. या भागातील शेतकरी सभोवतालच्या वृक्षराजी आणि प्राण्यांच्या वर्तनातून मिळणारे संकेत लक्षात घेऊन - भावी काळात कोणते पीक घ्यायचे आणि त्याची लागवड कधी करायची हे ठरवतात. बोलिविया शासनातले अधिकारीसुद्धा लोकांच्या या निरीक्षणांची नोंद घेतात. अशा नोंदींचा एक संग्रहही या देशात वापरतात. त्याला ‘पाचग्राम’ असे म्हणतात. अँडीई भाषेत

काळ्या आईला – जमिनीला 'पाचममा' म्हणतात. या संग्रहात सतत भर घातली जात आहे. या संग्रहाचा वापर जास्त करून सप्टेंबर ते नोव्हेंबर या काळात असणारे हवामानाचे आडाखे बांधण्यासाठी केला जातो. पाऊस केव्हा सुरू होईल, किती काळ चालेल, हे त्यावरून ठरवतात.



या भागात एक रीड नावाची वनस्पती वाढते. थोड्या दमट किंवा पाणथळ जागी ती वाढते, बांबूसारखी तिची बेटे होतात. तिच्यापासून टोपल्या, चटया बनवतात. सरत्या उन्हाळ्यात रीड वाळायला लागली तर – पाऊस लांबणार असे त्यांचे अनुमान आहे.

त्याच प्रकारे लॅपविंग या पाणपक्ष्याकडेही तिथल्या लोकांच्या नजरा असतात. गोलाकार अंगकाठी असलेल्या या पक्ष्याचे पाय लांब असतात तर शेषूट छोटी असते. तो साधारणपणे गवताळ कुरणात असतो. चारी काढलेल्या शेतात या पक्षिणीने अंडी घातली की त्या अंड्यांची जागा इथले शेतकरी बारकाईने बघतात. चारीच्या उठावावर अंडी घातलेली आढळली की पाऊस चांगला येणार आणि चारीच्या आतल्या भागात अंडी घातलेली असतील तर पाऊस कमी राहणार – असा आडाखा आहे. भरपूर पाऊस पडणार असेल म्हणजे

लॅपविंगची अंडी चारीच्या वरच्या भागात असतील तर बटाट्याची लागवड करतात. लॅपविंगची अंडी चारीच्या खालच्या भागात घातलेली असतील म्हणजे पावसाळा कोरडाच जाणारा असला तर वरकड धान्याची लागवड करतात.

वाचकांना विनंती

आपापल्या भागात असे काही पारंपरिक आडाखे असतील तर जरूर संकलित करा.

बघा – आपल्याला पावसाचे इशारे कोण कोण देत आहेत? काजवे? मृगाचे किडे? गोलाकार आकार घेणारे पैसे? झाडांचे फुलारे? पतंग? साप? पक्षी? मगरी? पाहू तिकडे इशारे दिसतील !

आपल्याला असलेली माहिती कृपया पुढील पत्त्यावर पाठवा.

विनय र.र., मराठी विज्ञान परिषद, पुणे विभाग, टिळक स्मारक मंदिर, टिळक रस्ता, पुणे ४११०३०.
Email : mavipa.pune@gmail.com

उत्तरे - विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१४

प्रश्न १ : निरीक्षण करून उत्तरे द्या. (१०)

१. या वर्षी कोणकोणत्या महिन्यात दोन अमावस्या आहेत? - जानेवारी आणि मार्च
२. दोन्ही हात एकमेकांवर शंभरदा घासल्यावर त्यांचे तापमान किती होते?

- शरीराच्या तपमानापेक्षा किंचित जास्त

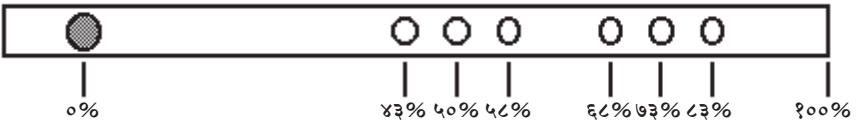
३. एक लिटर दूध भरलेल्या पिशवीचे आकारमान किती असते? - सुमारे ११ लिटर
४. पुढील वाक्य नाक बंद करून मोठ्याने वाचल्यावर ऐकू येणारे वाक्य लिहा -
“माझे मामा संपन्न मॅडगुंडीकर यांनी मला मुंबईमध्ये, नंदांच्या अंगणी मुकुंद नांदे, हा सिनेमा दाखवला.”

“बाझे बाबा सव्वाद बेडुगुडीकर यादी बला बुब्बईमध्ये, दहाच्या अगडी बुकुद दादे, हा सिदेबा दाखवला.”

६. एखाद्या व्यक्तीच्या उजव्या कानापासून डाव्या कानापर्यंतचे पुढच्या बाजूने असलेले अंतर मागच्या बाजूने असलेल्या अंतराच्या किती पट आढळते? - १.२५ पट
७. ९ फेब्रुवारीला रात्री १० वाजता चंद्राशेजारी असलेल्या चांदणीचे नाव? - रोहिणी
८. तुमच्या डोळ्याच्या बाहुलीचा व्यास किती?

- उजेडात २ - मिमी अंधारात ५ - मिमीटर

९. बासरीच्या मुख्य भोकापासून अन्य भोके किती अंतरावर असतात?



१०. मधाच्या पोळ्यातील एकेका घराचा आकार कोणता असतो? - षटकोनी

प्रश्न २ : चूक की बरोबर ते लिहा? (गुण १०)

(चूक असल्यास अधोरेखित शब्द दुरूस्त करून वाक्य लिहा).

१. आपल्याला नाकाने तापमानाची / जाणीव होते.
२. ५ बोटे X १२ जोटे हात / = ६० बोटे.

३. सर्व अत्यल्प मुंगळे पुल्लिंगी असतात.
४. लहान आतडे मोठ्या आतड्यापेक्षा मोठे लांब असते.
५. एकापुढे २० शून्ये म्हणजे एक अब्ज महापारार्ध.
६. आपल्याला दस्सेज दर तासाला आपल्या वजनाइतक्या कॅलरी लागतात.
७. वेग वाढला की वस्तुमानात जडत्वात वाढ होते.
८. पश्चिम घाट भूकंपाच्या जैवविविधतेच्या दृष्टीने संवेदनशील आहे.
९. चांदीच्या चमच्यातून औषध घेतल्यास ते जास्त प्रभावी ठरते.
१०. प्लाझमोडीयम फालसिकिफेरम/ या जंतूमुळे हिंवताप होतो.

प्रश्न ३ : थोडक्यात उत्तर लिहा.(१०)

१. औषधाच्या चिठ्ठीवर डॉक्टर कोणते चिन्ह काढतात? - R_x
२. कपाळाला लावण्याचा टिकलीला कोणता गोंद लावतात?
- बाभळीचा डिंक /पॅरा टर्शिअरी ब्युटाईल फेनॉल
३. टिकली या फटाक्यात कोणती रसायने असतात?
- कोळशाची पूड, गंधक, सोरा
४. शरीरापेक्षा शेपूट खूप लहान असणारे तीन प्राणी काणते?
- मेंढी, शेळी, हत्ती, ससा, डुक्कर
५. तुमची जन्मतारीख भारतीय राष्ट्रीय दिनांकात लिहा. सोबतच्या तक्त्याप्रमाणे.
६. नर आणि मादी वेगवेगळी असणारी तीन झाडे कोणती?
- पपई, जायफळ, बांबू, रातांबा, खजूर, डाळींब, गांजा, तूर, ताड, कुंकुमवृक्ष, सुरू, गुग्गुळ, पुत्रंजीव, शिमला मिरची, बीजधारक सायकस, ओलेमी पाईन
७. कापणे आणि चिरणे यात फरक काय?
- कापणे : मोठे तुकडे करणे, चिरणे : बारीक तुकडे करणे
८. वाळवलेल्या पापडात किती टक्के मीठ असते? - सुमारे ८%
९. पृथ्वीचे पिधान कोणकोणत्या ग्रहांवरून दिसते? - चंद्र असलेल्या ग्रहावरून
१०. कोणत्या घरगुती उपकरणात लोहचुंबक असते? - विजेची फिरणारी, आवाजाची

प्रश्न ४ : खालील वाक्यातील 'मी' कोण? (गुण १०)

१. माझ्याशिवाय जेवण अळणी; माझे रासायनिक सूत्र काय? - NaCl

२. मी मध्ये असल्यामुळे सूर्याचे अतिनील किरण अडतात. - ओझोनचा थर
 ३. तुम्ही मला बघता पण तो मी कितीतरी वर्षांपूर्वीचा असतो. - तारा
 ४. माझा १००वा वाढदिवस १८ जानेवारी १४ ला झाला. - भास्कराचार्य

५. बेडकाच्या तंगड्यांना दोन धातूंचा स्पर्श झाला की त्यांना झटका बसतो हे मी पहिल्यांदा दाखवले.

- गॅलव्हनी



६. मी भारतीय महिला वैज्ञानिकांची संघटना बांधली.

- कमल रणदिवे

७. अधोमुखी मी पाच भुजा मला, त्यांच्या टोकांना डोळे.

- तारामासा

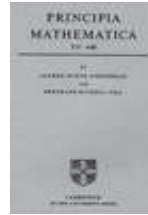
८. घरंगळणारा चेंडू वेळेच्या वर्गाच्या प्रमाणात अंतर काटतो हे प्रयोग करून प्रथम मी मांडले. गॅलिलीओ गॅलिली

९. प्रिंसिपिया मॅथेमॅटिका हा ग्रंथ मी लिहिला.



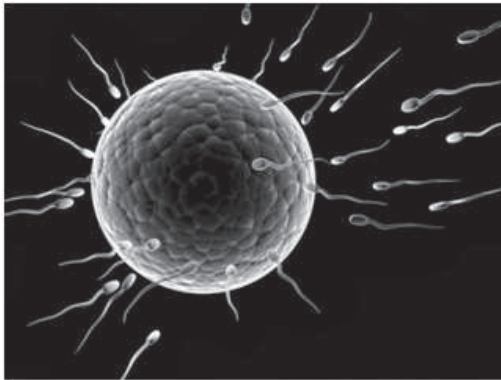
फिलाॅसॉफी नॅचरॅलिस
 प्रिंसिपिया मॅथेमॅटिका

- न्यूटन



प्रिंसिपिया मॅथेमॅटिका
 - अल्फ्रेड नॉर्थ व्हाईटहेड
 व बर्ट्रान्ड रसेल

१०. मी शरीरातील एक पेशी, माझ्यात निम्मीच गुणसूत्रे असतात. - पुनरुत्पादक पेशी



प्रश्न ५ : शास्त्रीय कारणे लिहा.(२०)

१. बराच वेळ हात पाण्यात राहिल्यास त्वचा सुरकुतते.

उ. हाताची त्वचा पातळ असते. त्वचेच्या बाह्य भागात मृत पेशी असतात. पाण्यात हात घातल्यावर रसाकर्षणामुळे त्या फुगतात. मृतपेशींच्या थराची जाडी कमी जास्त असते. ती कमी जास्त फुगते त्यामुळे वळ्या / सुरकुत्या दिसतात.



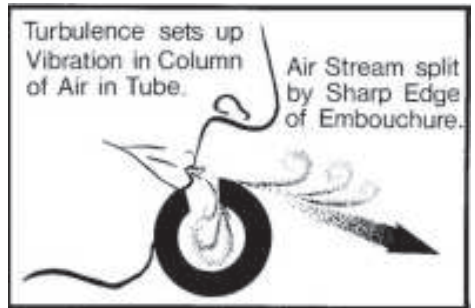
२. भरतपूर अभयारण्यात म्हशी चारायला बंदी घातल्यानंतर तेथे येणाऱ्या पक्ष्यांची संख्या हळुहळू रोडावली.

उ. म्हशी तळ्याकाठचे गवत खातात. त्यामुळे गवताची वाढ मर्यादित होते. शिवाय त्यांच्या वावरांमुळे गवतावरचे कीटक उडतात. ते पक्ष्यांना खायला मिळतात. म्हशींचा वावर थांबवल्यावर गवत अमाप वाढले, कुजले. पाणथळ जागांची ठिकाणे कमी झाली. म्हणून पक्ष्याची संख्या रोडावली.



३. पाव्याच्या वरचे भोक बंद करून फुंकले की आवाज येत नाही.

उ. पावा किंवा बासरी - उभी किंवा आडवी - वरच्या भोकातून हवा जाताना तिचा काही भागच बासरीच्या आतून जातो. तिचा दाब बदलतो. त्यामुळे बासरीच्या आतल्या हवेची कणांची हालचाल होते. दंडगोलाकार भागांवर आपटल्यामुळे स्पंदने तयार होतात. त्यातून आवाज निर्माण होतो. वरचे भोक बंद केले की आडव्या बासरीत हवा जाऊच शकत नाही. उभ्या बासरीतून फुंकली जाते पण दाबात फरक न पडल्याने स्पंदने निर्माण होत नाहीत म्हणून आवाज येत नाही.



४. भांड्याला स्वतः नाद असतो.

३. भांडे धातूचे असते. त्याचा आकार दृढ असतो. धातूला तन्यता असते. धातूर आघात केला की त्याच्यातून आंदोलन निर्माण होते. भांड्याच्या आतील व बाहेरील हवा कंप पावते.

ध्वनीलहरी निर्माण होतात. आकाराप्रमाणे आतील आंदोलने कमी जास्त पसरत जातात, परावर्तित होतात. त्यातून अनेक स्वर तयार होतात. त्या सर्वांचा एक समुच्चय होऊन नाद होतो.



५. लोणी कढवल्यावर झाकून ठेवले की तूप कणीदार होते. लोण्याचे तूप होणे म्हणजे द्रवाचे स्थायू होणे. तापमान उतरेल तसे द्रवाचे कण एकत्र येऊन संघनन होऊन कणी किंवा स्फटिक बनतात. तापमान सावकाश उतरले की मोठे कण होतात. झटकन उतरले की अनेक ठिकाणी बारीक कण होतात. झाकल्यावर तापमान सावकाश उतरते म्हणून तूप कणीदार होते.



६. मिठाच्या भोकाच्या बाटलीत तांदुळाचे काही दाणे ठेवतात. ३. मीठ पाझरते म्हणजे हवेतील बाष्प शोषून घेते. दमट झाले की मिठाचे कण एकमेकांना चिकटले जातात, मोठे होतात. बाटलीच्या भोकातून पडू शकत नाहीत. तांदूळ पाणी शोषून घेऊ शकतात पण मिठाइतके चिकटत नाहीत. तांदुळाच्या दाण्याला दोन्हीकडे बारीक टोके असतात. तांदूळ ओल्या मिठातील पाणी शोषून घेतात व बाटली हलवली जात असताना भोकात चिकटून बसलेले मिठाचे कण बाजूला फेकले जातात, मार्ग मोकळा होतो. त्यामुळे मीठ झटकन पडू शकते.



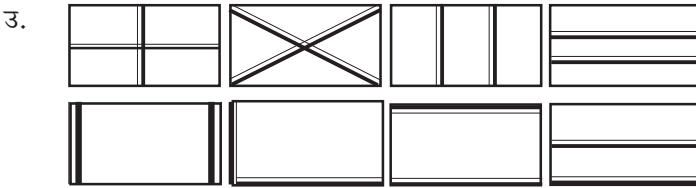
७. गढूळ पाण्यावर तुरटी फिरवली की ते निवळते.
३. गढूळ पाण्यात मातीचे अतिशय लहान, मायक्रोमीटरपेक्षा लहान कण असतात. कणांच्या रचनेमुळे त्यांच्या पृष्ठभागावर विद्युतभार निर्माण झालेला असतो. विद्युतभारामुळे ते एकमेकांपासून दूर राहतात. त्यामुळे पाणी गढूळ दिसते. तुरटीमध्ये अॅल्युमिनियमचे धनभारित आयन असतात Al^{+++} तसेच सल्फेटचे ऋणभारित आयन असतात SO_4^{-} . तुरटी पाण्यात विरघळल्यावर ते अलग होतात. गढूळ करणारे कण ऋणभारित असल्यास Al^{+++} कडे आकर्षित होतात. हे कण एकत्र आल्यावर जड होऊन खाली जातात. त्यामुळे पाणी निवळते.
८. काँक्रीटचे रस्ते आडव्या मिळणाऱ्या रस्त्यांपेक्षा उंच असतात.
३. काँक्रीटचे रस्ते बांधताना - काँक्रीटचे लांब रुंद पण थोडे जाड ठोकळे बनवत बांधकाम होते. हे ठोकळे एका सपाटीत असतील तर टिकाऊ ठरतात. शेजारच्या दोन ठोकळ्यांमध्ये प्रसरणासाठी वाव म्हणून थोडे अंतर ठेवतात. दोन लगतच्या ठोकळ्यांच्या उंचीमध्ये फार फरक असेल तर कडा तुटून रस्ता कुचकामी होत जातो. लांबलचक रस्ता बांधताना कमीत कमी चढउतार असतील तर दोन ठोकळ्यांमधील उंचीचा फरक कमीत कमी राखण्यासाठी संपूर्ण रस्ताच आडव्या मिळणाऱ्या रस्त्यांच्या तुलनेत उंच बांधतात. (हेच काम रस्ता खणून काढून मग भरणेही शक्य असते पण त्यामुळे रस्ता बांधण्याचा खर्च वाढतो.)
९. विरी गेल्यावर चुना उपयोगी बनतो तर पीठ निरुपयोगी होते.
३. विरी जाणे - या मराठी वाक्यप्रचाराचा अर्थ ओज किंवा कस किंवा वीर्य जाणे, पिठाचा कस त्याची भाकरी / पोळी करताना ते न तुटता किती पसरते यावर ठरतो. पिठाच्या कणांना धरून ठेवणारे ग्लुटीनसारखे पिठातील रसायन हवेशी क्रिया होत कमी होत जाते यालाच विरी जाणे असे म्हणतात. चुन्याचे खडक तापवून चुनकळी तयार करतात ती पाण्यात घातली की उष्मादायी क्रिया होते. पाणी उकळण्याइतके तापमान वाढते. ती ऊर्जा म्हणजेच विरी गेल्याशिवाय चुना - खाद्यचा किंवा रंगवायचा वापरता येत नाही.
१०. ढगातून पाऊस पडताना धार न पडता थेंबाथेंबाने पडतो.
३. पाण्याचा पृष्ठीय ताण पाण्याचा पृष्ठभाग कमीत कमी राखण्याकडे बल देतो. त्यामुळे ढगातून पाण्याची धार सुरू झाली तरी तिचे तुकडे होतात त्यालाच आपण थेंब म्हणतो.

प्रश्न ६ : सविस्तर उत्तरे लिहा. (१५)

१. कोणाचे वय किती? वृद्ध / तरुण / कुमार / किशोर / शिशु / अर्भक / भ्रूण
- उ. वृद्ध - > ६० वर्षे, तरुण - १८ ते ३५ वर्षे, कुमार - १० ते १३, किशोर - ११ ते १६, शिशु - ३ ते ५ वर्षे, अर्भक - ३ महिन्यापर्यंत, भ्रूण - जन्मापूर्वी ५ महिने.
२. दुधात कशाकशाची भेसळ होते? ती कशी तपासायची?
- उ. दुधातील भेसळ - पाणी, चुन्याची निवळी, युरिया, सोडा, साखर, पीठ, रंग, रसायने, पामतेल.
३. आठवड्याचे वार आणि ग्रहगोल यांचा कोणता संबंध आहे?
- उ. वार - तासाचा स्वामी - रवि, शुक्र, बुध, चंद्र, शनि, गुरु, मंगळ या क्रमाने २४ तासानंतर सूर्योदयाला असणाऱ्या स्वामीचा वार : र सो मं बु गु शु श (शै. संदर्भ अंक ३७ मध्ये उत्तर सविस्तर पाहायला मिळेल.)

प्रश्न ७ : अनेक उत्तरे लिहा. (१५)

१. घरातून बाहेर पडताना मी भिंतीवरच्या घड्याळात किती वाजले ते बघितले. काही काळाने दुसऱ्यांकडे गेल्यावर त्यांच्याकडच्या घड्याळातही तितकेच वाजलेले होते. हे कसे काय?
- उ. १) घड्याळ/ळे बंद असेल, २) मागे / पुढे असेल, ३) शेजारीच असेल, ४) बारा तासांनी किंवा पटीत, ५) स्थानिक वेळ - विमान प्रवासात बदलते.
२. एका शेतकऱ्याने आयताकार शेतात समोरासमोरच्या बाजूंपर्यंत होतील असे दोन बांध घातले. तर शेताचे किती भाग झाले?



३. गुळगुळीत खोड असणारी झाडे कोणकोणती? (किमान पाच)
- उ. पेरू, शिवण, लोखंडी, शिवलिंगी, गुग्गुळ, अर्जुन, नागकेशर, बारतोडी, ताम्हण, धामण, घोस्ट ट्री, जांभूळ, आल, मोरिंडा, मधुपर्णिका, Betula Papyrifera, Paper birch, Maple tree, Palo Blanco, Cypress, Sterculia Urens - पेरू, निलगिरी, भुताचे झाड, पाम

Organic Learning Community

विज्ञान शिकूया मजा करत

लेखक : अंजली चिपलकट्टी

कृतीशील विज्ञान कशासाठी

विज्ञानाच्या अभ्यासातल्या 'Sound', 'Light', 'Motion', 'Force', 'Simple Machines', 'Air & air-pressure', 'Magnetism-electromagnetism' अशा बहुतेक सगळ्या संकल्पना काही कृती करत विज्ञान खेळण्यांच्याद्वारे चांगल्या शिकवता येतात. यातून मुलं विज्ञानाच्या संकल्पना शिकतात. पण त्याचबरोबर त्यांची सर्जनशीलता, सूक्ष्म दृष्टी आणि विश्लेषणवृत्तीही (Creativity, critical & Analytical thinking) विकसित होण्यासाठी अवकाश मिळतो. पालकांनी व शिक्षकांनी सजगपणे व सहजपणे मुलांना अशा पद्धतीद्वारे विज्ञान शिकू द्यावं यासाठी आम्ही प्रयत्न करत आहोत. अशा प्रकारच्या शिक्षणाला अनुभवजन्य शिकणं असं व्यापक अर्थानं म्हणता येतं. विज्ञान शिकण्याची ही पद्धत ज्यांनी घराघरात आणि मनामनात नेण्याचा सातत्यानं प्रयत्न केला त्या श्री. अरविंद गुप्ता यांचा या कामाला विशेष आधार मिळालेला

आहे. अरविंद गुप्ता हे पुण्यातील 'आयुका' ह्या संस्थेत 'मुक्तांगण शोधवाटिके'चं काम पाहतात. विज्ञान कृतीशील आणि रंजक पद्धतीनं मुलांपर्यंत पोचवण्याची पद्धत भारतात विकसित करणारे ते आघाडीचे शास्त्रज्ञ आहेत. राष्ट्रीय आणि आंतरराष्ट्रीय पातळीवर सुपरिचित असलेल्या या शास्त्रज्ञाने विज्ञान प्रसाराचे हे काम गेल्या ३० वर्षांपासून अथकपणे चालवले आहे.

विज्ञानाविषयी कुतूहल वाढावं आणि त्यातली तत्वं आपल्याला सहज समजू शकतील असा विश्वास मुलांना मिळावा यासाठी ह्या कार्यशाळेत विज्ञान खेळणी करण्याबरोबर काही वेगळी प्रात्यक्षिकं सुद्धा करून दाखवली जातात.

मुलांचा विज्ञान विषयाचा अभ्यासक्रम लक्षात घेऊन ह्या कार्यशाळेची आखणी केली आहे. त्यानुसार वेगवेगळ्या इयत्तांमधल्या मुलांसाठी वेगळी आखणी केली जाते.

सध्या ह्या कार्यशाळेत पदार्थविज्ञानावर विशेष भर देण्यात आला आहे. रसायनशास्त्र

व जीवशास्त्रातला काही भाग समाविष्ट करण्यात आला आहे.

• अशा अनुभवजन्य शिकण्याच्या पद्धतीतून ५ वी ते १० वीच्या अभ्यासक्रमातील जवळजवळ सर्व संकल्पना शिकता येतात. त्याची एक छोटी यादी दिली आहे.

- Behavior of air – pressure, atmospheric pressure, heating, expansion, wind, clouds, three states of matter, interrelation of pressure-temperature
- Bernoulli's principle, interrelation of pressure-velocity, its application in air-plane & other instruments
- Sound – what is sound?, pitch, production, volume, harmonics, audible sound-range
- Simple machines – pulleys, levers, inclined plane, transmission, transfer of motion
- Types of forces & motions – gravitational, magnetic, friction, centrifugal etc
- Behavior of water
- Laws of light, types of waves, how do we perceive light, shadows

- Newton's laws of motion & third law, Conservation of energy
- Magnetism, electromagnetism, electromagnetic induction
- Motoring and generating principles, commutating principle, Fleming's rules
- Electricity – concepts of voltage, current, resistance. Resistivity, electrical circuits.
- Body concepts, internal organs, systems
- Outdoor sessions for learning from nature



लेखक : अंजली चिपलकट्टी,

हया मूळच्या इंजिनियर आहेत. आयटीच्या क्षेत्रात उच्चपदावर काम, पाबळचा विज्ञान आश्रम आणि अरविंद गुप्तांच्या 'मुक्तांगण शोधवाटिके' मध्येसुद्धा त्यांनी काम केलं आहे. सध्या त्या सेंद्रिय शेती, झाडे व जंगलांचा अभ्यास करत आहेत तसेच विज्ञान कार्यशाळांद्वारे अनुभवजन्य शिक्षणाच्या प्रसाराचं काम करत आहेत.

Contact Details : Anjali Chipalkatti,
Mobile - 9422552985.
Email - anjalichip@gmail.com

मराठी विज्ञान परिषदेच्या पुणे केंद्राचे एप्रिल आणि मे महिन्यातील कार्यक्रम

सोमवार, दिनांक : २१ एप्रिल २०१४ ते शनिवार, दिनांक २६ एप्रिल २०१४

माझ्या शहरातील विज्ञान

दिनांक	वेळ	संस्था
२१/४/२०१४	१२:३०	सभासद नोंदणी व उद्घाटन समारंभ
सोमवार	२.०० ते ३.३०	आधारकर संशोधनसंस्था
	४.०० ते ५.००	मधुमक्षिका पालनकेंद्र
	५.०० ते ५.४५	हात कागद केंद्र
२२/४/२०१४	१०.३० ते १२.३०	mathar platt (कंपनीभेट) चिंचवड
मंगळवार	१.३० ते ४.३०	सायन्स सेंटर चिंचवड
२३/४/२०१४	१०.३० ते १२.३०	डेक्कन कॉलेज येरवडा
बुधवार	१.०० ते ३.००	बोटॅनिकल सर्वे ऑफ इंडिया कोरेगाव पार्क
	३.०० ते ५.००	आदिवासी संशोधन केंद्र
२४/४/२०१४	१०.३० ते १.००	CWPRS खडकवासला
गुरुवार	२.०० ते ३.३०	लोकमत प्रेस, सिंहगडरोड
२५/४/२०१४	१०.३० ते १२.३०	आयशर पाषाण
शुक्रवार	१.३० ते ४.३०	हवामान खाते (IITM) पाषाण रोड
२६/४/२०१४	१०.०० ते ११.००	जोशी रेल्वे संग्रहालय कोथरूड
शनिवार	११.१५ ते १२.३०	जवाहर नेहरू आयुर्वेदिक मेडिकल प्लांट्स कोथरूड
	१.३० ते ३.००	गांधीभवन (चित्रपट) माझे सत्याचे प्रयोग.. समारोप

शुल्क : ८००/- रुपये. मर्यादित जागा; नोंदणी आवश्यक

संपर्क : संजय मा. क., कार्यवाह, ९५५२५२६९०९

सोमवार, दिनांक : २१ एप्रिल वेळ : संध्याकाळी ६:१५

डॉ. वा. द. वर्तक स्मृतिदिन; **विषय : वनस्पति आणि प्रदूषण**
वक्ता : डॉ. शरद चाफेकर; ठिकाण : टिळक स्मारक मंदिर, टिळक रस्ता, पुणे ३०

रविवार, दिनांक : ४ मे; वेळ : सकाळी ९.३० ते संध्याकाळी ५

विषय : वैज्ञानिक कथालेखन कार्यशाळा; (पूर्व परवानगीने प्रवेश. मर्यादित जागा.)
मार्गदर्शक : डॉ. वृंदा कार्येकर, मेघना परांजपे, निरंजन घाटे, लता रिसबूड इ.
ठिकाण : पटवर्धन सभागृह.

शनिवार-रविवार, दिनांक : ११ व १२ मे; वेळ रोज : सकाळी ९.३० ते संध्याकाळी ४

विज्ञान प्रयोग कार्यशाळा १० वीत गेलेल्या विद्यार्थ्यांसाठी
(पूर्वपरवानगीने प्रवेश. मर्यादित जागा. शुल्क प्रत्येकी रु. ५०० फक्त);
विषय : १०वी विज्ञान अभ्यासक्रमातील मूलभूत संकल्पना;
मार्गदर्शन : अंजली चिपलकट्टी; ठिकाण : नंतर जाहीर होईल

शुक्रवार, दिनांक : १६ मे; वेळ : संध्याकाळी ६.१५

विषय : पावसाच्या अंदाजाच्या पारंपरिक पद्धती; वक्ता : डॉ. विजय भट
ठिकाण : टिळक स्मारक मंदिर, टिळक रस्ता, पुणे ३०.

मंगळवार, दिनांक : २० मे; वेळ : संध्याकाळी ६:३०

विषय : पावसाच्या पाण्याचा कार्यक्षम वापर; वक्ता : एस. पी. बगाडे
ठिकाण : काळे सभागृह, शिवाजीनगर, पुणे ५.

८ वी, ९ वी, १० वीच्या विद्यार्थ्यांसाठी कार्यशाळा

रचनेतून नवरचना

सकाळी ९.३० ते संध्याकाळी ५.००; शुल्क रु. ४५०/- प्रत्येकी

स्थळ : **भास्कराचार्य प्रतिष्ठान**, दामले पथ, लॉ कॉलेज रोड, पुणे ४११ ००४.

मर्यादित जागा : काही जागा गरीब पण हुशार विद्यार्थ्यांना उपलब्ध.

दिनांक : २० व २७ एप्रिल; ४, ११, १८ व २५ मे; १, ८ व १५ जून

आपल्या सोयीचा दिवस आजच निवडून नोंदणी करा.



घाटघर धरण



तुंगभद्रा धरण

शैक्षणिक संदर्भ : फेब्रुवारी-मार्च २०१४ 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.

