

ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २०१२

अंक ७८

शैक्षणिक सुंदरी

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

न्यु इंडिया अॅश्युअरन्सच्या मुंबई येथील
इमारतीवरील पानसरे यांनी केलेल्या पंचतत्त्वांच्या शिल्पांपैकी
तेज आणि जल यांची शिल्पे. लेख पान ४७ वर.



शैक्षणिक

संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

अंक-७८ ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१२

पालकनीती परिवारासाठी निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

विश्वस्त :

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

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ, मांडणी, छपाई :

रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

व्यवस्थापन : ज्योती देशपांडे

संपादक :

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

पत्ता : द्वारा, समुचित एन्हायरोटेक प्रा.लि.
फ्लॉट नं. ६, एकता पार्क को. ऑप. हौ. सो.
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

इतर अंकाची किंमत रु. ३०/-

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

मुखपृष्ठावर : 'बन वेळूचे वाजवी मुरली' किती सुंदर काव्यपंक्ती! वेळूच्या बनावून वाहत्या वाऱ्यामुळे बासरी वादनासारखा आवाज निर्माण होतो, हे आपल्याला माहिती आहे. पण एरवी रुक्ष, रखरखीत वाटणाऱ्या वाळवंटातही गाणे निर्माण होते. कोण गाते हे गाणे? तर तिथलीच वाळू. खरं वाटत नाही ना? मग हा पान १५ वरचा लेख नक्की वाचा.

मुखपृष्ठावर सहारा वाळवंटातील गाणाऱ्या वाळूच्या टेकड्या. ऑस्ट्रेलियातील लिचफिल्ड नॅशनल पार्क मध्ये असलेली वाळवीची अति प्रचंड मोठी घरे आपल्याला मागच्या कव्हरवर दिसत आहेत. आपल्या भोवतीच्या वातावरणाला तोंड देणारी वातानुकूलित घरे बांधण्याची किमया या नाजूकशा वाळवीने साधली आहे. तिच्या या कलेविषयी आणि आफ्रिकेतल्या वाळवीविषयी लेख वाचा पान ६२ वर.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ७८

- समजलयं ना? — ज्योत्स्ना विजापूरकर, अनु. श्रीनिवास पंडीत ३
- हिरवे हिरवे गार गालिचे — अ. चिं. इनामदार ७
- गाणारी वाळू — जेनीफर ओइलेट, अनु. नीलिमा सहस्रबुद्धे १५



बाष्पीभवन म्हणजे

काय रे भाऊ? — डी. लीला, अनु. गो.ल. लोंढे २०



पायथागोरसविषयी आणखी काही — नागेश मोने २५

- गीत गाया पत्थरोने — मनीष गोरे, अनु. यशश्री पुणेकर २८
- निळा चंद्र — अमलेंदु सोमण ३५
- हिरवी पाने : ऊर्जेचा स्रोत — आ.दि. कर्वे ३६



ध्वनी - भाग २ — अतुल फडके ४२

- भारतीय चित्रकला — राम थत्ते ४७
- अरेच्चा, हे असं आहे तर!... — शशी बेडेकर ५२



जैवविविधता म्हणजे काय? — विलास गोगटे ५६

- हे घर कोणाचे? — पारुल सोनी, अनु. ज्योती देशपांडे ६२
- घरट्याकडे... घराभोवती — पुस्तक अंश ७०



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.



समजलय ना...?

लेखक : ज्योत्सना विजापूरकर

अनुवाद : श्रीनिवास पंडीत

“समजलय ना...?” असा प्रश्न शिक्षकांनी विचारला की, त्यावर काय उत्तर द्यायचं ते मुलांना ठाऊक असतं. “होऽऽ!” आणि हा ‘हो’ जेवढा जोरदार असेल, तेवढं चांगलं. मग शिक्षिकेला मनात वाटतं, ‘छान, आता पुढचा पाठ/परिच्छेद/विषय शिकवायला हरकत नाही...’

आपल्या वर्गामध्ये हा प्रश्न सगळ्यात जास्त विचारला जातो. पण माझ्या मनातला (यासंबंधीचा) प्रश्न वेगळा आहे.

जर प्रत्येक वेळी ‘हो’ हेच उत्तर मिळणार असेल तर हा निरर्थक उद्योग करायचा तरी कशासाठी? ‘हो’ याचा अर्थ मुद्दा वर्गातल्या सगळ्यांना नाही तर किमान बहुसंख्यांना समजला आहे असा होतो. पण परीक्षा, मूल्यमापन यामध्ये वेगळंच चित्र दिसतं. खरं तर अनेकदा ‘समजलं का?’ या प्रश्नाला कोणतंही उत्तर मिळालं नाही, तरीही शिक्षक पुढचा मुद्दा शिकवायला लागतात.

कारण त्यांच्यासाठीही हा संभाषणातील निव्वळ सवयीचा भाग झालेला असतो.

आणि तसं नसलं, मुलांना तो मुद्दा खरोखरच समजला आहे वा नाही हे शिक्षकांना समजून घ्यायचं असलं, तरीही हा उपचार पुरेसा आहे का? जे शिक्षकांना अपेक्षित आहे, ते मुलांपर्यंत पोचलय हे यातून समजतं का? जरा विचार करूया हे उत्तर देण्यासाठी जेवढा वेळ मुलांना मिळतो, तेवढ्या वेळात मुलांनी ‘आपल्याला मुद्दा समजलाय का?’ हे कसं जाणून घ्यायचं? आणि हा एकच मुद्दा नाही. उदा. मुलांना, विशेषतः लहान मुलांना स्वतःच्या विचारप्रक्रियेची पुरेशी जाणीव नसते. त्याहून महत्त्वाचं म्हणजे, आपल्या शाळांमध्ये शास्त्र विषय शिकवणं म्हणजे तांत्रिक परिशब्द, व्याख्या, असंबद्ध तथ्य आणि शास्त्रीय नियम सांगणं असं समजलं जातं. मुलांच्या मनामध्ये एक सुसंबद्ध प्रतिमा तयार होईल असा प्रयत्न

क्वचित्तु केला जातो. या अशा प्रतिमेशिवाय, जे शिकलोय ते समजलंय का हे मुलं कशाच्या आधारे ठरवू शकतील?

आपण पेशीचं उदाहरण घेऊ. 'पेशी म्हणजे कोणत्याही सजीवाच्या शरीरातील क्रियात्मक व रचनात्मक छोटा घटक' असं कुठल्याही माध्यमिक शाळेतली मुलगी घडाघडा म्हणून दाखवेल, पण जरा खोलात जाऊन तपासलंत, तर त्यांच्या मनातली पेशीची प्रतिमा, द्विप्रतलीय, चकतीसारखी चपटी आणि चारी बाजूंनी भिक्तीका असणारी अशी असते. (बहुधा पाठ्यपुस्तकातल्या आकृतीमुळे) अर्थात, ती तसं तुम्हाला सांगणार नाहीत, 'पेशी' नक्की कशी असते, कशी दिसते, तिचे कार्य नक्की कसे चालते याची प्रतिमा त्यांच्या मनात साकार झालेली नसते. त्यामुळे आपल्या डोळ्यासमोरची प्रतिमा चुकीची आहे हे त्यांना ठाऊकच नसतं. पेशी त्रिमित आहेत, भिक्तीका हे त्याचे बाह्य आवरण आहे, त्याच्या आतमध्ये सायटोप्लाझम हा घटक आहे आणि पेशीमध्ये वेगवेगळ्या प्रकारच्या भौतिक (हालचाल करताना स्नायूंच्या पेशीत होणारे आकुंचन व प्रसरण), रासायनिक (वेगवेगळ्या प्रकारची रसायने बनणे) वा वस्पर्तीच्या पेशींमध्ये प्रकाश विश्लेषणाची क्रिया चालते हे त्यांना ठाऊकच नाही. या गोष्टी समजल्या, तर द्विप्रतलीय पेशींमध्ये ते घडू शकणार नाही, हे त्यांच्या लक्षात येईल. किंबहुना योग्य/वास्तविक प्रतिमा मनात निर्माण करण्याचा

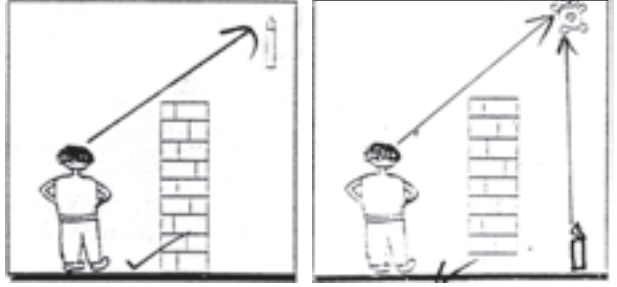
ते प्रयत्न करतील.

मुलांच्या मनातली पेशीची कल्पना काय आहे हे आम्ही तपासायचं ठरवलं. आम्ही त्यांना वेगवेगळ्या पेशींची प्रारूपे (मॉडेल्स) बनवायला सांगितली. आमचा अंदाज खरा ठरला. मुलांच्या मनातील 'पेशी'ची प्रतिमा अस्पष्ट, चुकीची होती हे दिसून आले. पण आम्ही त्यासंबंधी फक्त प्रश्न विचारले असते आणि उत्तरांवरून अंदाज बांधला असता, तर तो चुकीचा ठरला असता.

बहुतेक वेळा विज्ञानाच्या तासाला जे प्रश्न शिक्षक विचारतात, त्याची उत्तरं देण्यासाठी फक्त स्मरणशक्ती वा थोड्याफार निरीक्षणाची गरज असते. अगदी प्रश्नोत्तराच्या सहभागी पद्धतीनं शिकवताना बहुतेक प्रश्न 'तू आज काय काय खाल्लंस? वनस्पतींचे कोणकोणते उपयोग असतात?' अशा स्वरूपाचेच असतात. त्याच्या उत्तरांसाठी फार विचार करायची गरजच पडत नाही. त्यामुळे शिकण्याची प्रक्रिया घडली आहे की नाही, हे शिक्षक वा विद्यार्थी, कुणीच सांगू शकत नाही. शिकण्यासाठी जाणीवपूर्वक विचार करण्याची गरज असते. पण हेतुपुरस्सर प्रयत्न करणे किंवा या प्रक्रियेसाठी प्रोत्साहन मिळणे वर्गात क्वचित्तु घडते.

त्यातही भर म्हणजे, आपल्या प्रश्नांची उत्तरे काय मिळावीत यासंबंधी शिक्षकांच्या काही अपेक्षा, कल्पना असतात. ते उत्तर मिळेपर्यंत शिक्षक पुढच्या मुद्याकडे वळत

नाहीत. आज अनेक दशकांनंतरही मी पाचवीत शिकत असतानाचा एक प्रसंग मला अजून आठवतो. आम्हाला प्रश्न विचारला गेला, 'थंडी पडली



असताना तुम्हाला काय करायला आवडतं?'

आम्ही आमच्या मनाप्रमाणे 'गरमागरम पदार्थ खायला', 'स्वेटर घालायला', 'उन्हात बसायला', 'खेळायला' अशी सुचतील ती उत्तर दिली. तरी शिक्षिकेचं समाधान होईना. कारण त्यांना 'गरम चहा प्यायला आवडतं' असे उत्तर अपेक्षित होतं; आणि आमच्या नऊ वर्षांच्या आयुष्यात तो अनुभव आम्ही कधीच घेतला नव्हता! मुलांचं आणि प्रौढांचं अनुभवविश्व वेगळं असतं हेच त्या विसरून गेल्या होत्या. त्यांना हवं ते उत्तर मिळेपर्यंत आम्हाला खेचत, फरफटत नेण्याचा तो अनुभव माझ्या मनात अजूनही ताजा आहे.

एखादी संकल्पना मुलांना समजली आहे का नाही / स्पष्ट झाली आहे का नाही ते गणिताच्या तासाला सहज समजतं. कारण ती संकल्पना समजल्याशिवाय ते प्रश्नच सोडवू शकत नाहीत. पण विज्ञान सध्या ज्या पद्धतीनं शिकवलं जातं, त्यामध्ये विद्यार्थ्यांना ती व्याख्या किंवा ते उत्तर पाठ झाले आहे का एवढंच समजू शकतं.

तर, ही गोष्ट आपण कशी तपासू शकतो? अशी अनेक तंत्रे आहेत. वर उल्लेख

केलेलं, प्रारूप (मॉडेल) बनवणं हे त्यातलं एक तंत्र आहे. दुसरं एक तंत्र म्हणजे मुलांनी स्वतः आकृत्या काढणं, रेखाटन करणं. त्याचं एक उदाहरण सोबत दिलं आहे. 'मुलाला मेणबत्तीची ज्योत दिसू शकते का? (ते सुरवात, शेवट व प्रकाशाची दिशा यांचे बाण काढून दाखवा). असा प्रश्न सहावीच्या वर्गात विचारला. त्या प्रश्नाचं उत्तर म्हणून मुलांनी ज्या आकृत्या काढल्या, त्या सोबत दिल्या आहेत. आपले डोळे कसे काम करतात हे मुलांना समजलं आहे असं तुम्हाला आकृतीवरून वाटतं का?

या संदर्भात मुलांकडून काही प्रत्यक्ष कृती/उपक्रम करून घेणंही फायदेशीर ठरतं. पाचवीच्या वर्गात मी एक प्रयोग घेतला. दूथपिक काड्यांपासून मी एक बाहुली बनवली आणि मुलांना तिला पृथ्वीच्या गोलावरती चालवायला सांगितलं. हे प्रात्यक्षिक वर्गात तुम्ही स्वतः करून बघू शकता. बहुतेक मुलांचा (आणि प्रौढांचाही) सरळ उभा म्हणजे काय याविषयी जो समज असतो, तो तुम्हाला कळून येईल. पृथ्वी गोल आहे - याविषयीच्या त्यांच्या कल्पनांवर या



समजाचा गहन परिणाम होतो. (त्यामुळेच 'पृथ्वी' या पाठावर माझ्या पुस्तकात मी खूप तपशीलवार लिहिले आहे.)

आणखी एक तंत्र म्हणजे, मुलांनाच शंका विचारणे. शिकवणे चालू असताना, मध्येच तुम्ही लहानसहान प्रश्न विचारू शकता. मुलांची त्यावरील उत्तरे वा शंका, प्रतिप्रश्न यातून त्यांना नक्की काय वाटते हे तुमच्या लक्षात येईल. अशा वेळी त्यांची उत्तरं चुकली, तरी ती मी कधीच दुरुस्त करत नाही, तर माझ्या शिकवण्यामध्ये काय बदल केले पाहिजेत याचा विचार मी करते.

दुसरा एक मार्ग म्हणजे, शिकवलेल्या विषयाचा मुलांना अगदी थोडक्यात गोषवारा लिहायला सांगणे. त्यावरून मुलांना खरोखर किती समजले आहे ते लक्षात येईल.

मी हे फक्त मुलांच्या चुका आकलन तपासण्यासाठी करत नाही. अनेकदा स्वतंत्र

बुद्धिमत्तेचं दर्शन घडवणारी उदाहरणं त्यात मला दिसली आहेत. त्यातली बरीच आज अनेक वर्षांनंतरही माझ्या लक्षात आहेत. आपल्या डोक्यातही येणार नाही अशा प्रकारे मुलं विचार करू शकतात.

या सर्व प्रयोगासाठी एकाच गोष्टीची गरज आहे. ती म्हणजे, आपण मुलांना स्वतंत्रपणे विचार करण्याची मुभा दिली पाहिजे; खरं म्हणजे त्यासाठी प्रोत्साहन द्यायला पाहिजे. पाठ्यपुस्तकं, फळा वा कोशातले शब्द जसेच्या तसे उतरवण्यापेक्षा ते जास्त मोलाचं आहे. उदा. मुलांना पेशीचं प्रारूप दाखवून त्याची प्रतिकृती बनवायला सांगू नये. फक्त पुस्तकातली आकृती बघून तीच काढायला सांगतो. अशा अभ्यासाचा काय उपयोग?

प्रश्नांची उत्तरं स्वतः शोधताना मुलं विचार करू लागतात, स्वतःच अशा काही संकल्पना निर्माण करतात. शिक्षण व मूल्यमापन हातात हात घालून व्हायला पाहिजे. ही तंत्रं फक्त विद्यार्थ्यांनाच नाही, तर शिक्षकांसाठीही आनंददायी ठरू शकतात. तोच विषय, तोच अभ्यासक्रम वारंवार शिकवण्याच्या साचेबद्धपणातून त्यांची सुटका होऊ शकते.



लेखक : ज्योत्सना विजापूरकर, होमी भाभा सेंटर फॉर सायन्स एज्युकेशन येथे कार्यरत. वर्गातील अध्यापनाच्या प्रयोगांवर आधारित अभ्यासक्रम बनवणे या प्रकल्पात काम करतात. अनुवाद : श्रीनिवास पंडीत, लहान मुलांसाठी उत्कृष्ट साहित्य उपलब्ध असावे यासाठी ऊर्जा प्रकाशन ही संस्था चालवतात.

हिरवे हिरवे गार गालिचे

(भाग - २)

लेखक : अ.चिं. इनामदार

मैलौंगणती पसरलेले अफाट सपाट गवताळ कुरण, क्वचित लहानशा टेकड्या, रांगोळीच्या ठिपक्यांप्रमाणे दिसणारी झुडपे, झाडे अन् त्यात शेकडो-हजारो सस्तन प्राण्यांचे कळप... असे चित्र आफ्रिकन सफारी वगैरे चित्रपट पाहून गवताळ परिसंस्थेबद्दल आपल्या मनात तयार झालेले असते. ते पूर्णपणे खोटे नाही, पण प्रातिनिधिकही नाही. जगातल्या वेगवेगळ्या प्रदेशातील गवताळ परिसंस्था वेगवेगळ्या आहेत.

मुळात एखादी नैसर्गिक परिसंस्था आकाराला येते तेव्हा तापमान, पाऊस, वारे, वगैरे अजैविक घटक, वनस्पती, प्राणी, सूक्ष्मजीव वगैरे जैविक घटक व जमीन (ही काही प्रमाणात जैविक व काही प्रमाणात अजैविक घटक आहे - कारण आपल्या लक्षात आलेच असेल) यांचे आपसातील जटिल व नाजूक आंतरसंबंध दाखवीत असते.

यातला प्रत्येक घटक त्या परिसंस्थेच्या कार्यावर, स्थैर्यावर किंबहुना अस्तित्वावर परिणाम करत असतो. कोळ्याच्या जाळ्यावर कोठेही माशी बसली तर पूर्ण जाळे थरथरते (व काही वेळाने स्थिर होते) तसेच परिसंस्थेच्या कोणत्याही घटकात लहानमोठा बदल झाला तर त्याचे पडसाद उमटतात व बदल कमी प्रमाणात असेल तर परिसंस्थेला परत स्थैर्य मिळते.

परिसंस्था सुस्थिर राहण्यासाठी तिच्यातील जैविक घटकातील समतोल फार महत्त्वाचा असतो. एखाद्या परिसंस्थेत किती शाकाहारी प्राणी जगू शकतील हे तिथे वनस्पतींद्वारा किती अन्न तयार केले जाते यावर ठरते. शाकाहारी प्राण्यांच्या संख्येवर प्राथमिक, द्वितीय इत्यादी भक्षकांची संख्या ठरते. सर्वोच्च भक्षक हे संख्येने सर्वांत कमी असतात. प्रत्येकाला मोठ्या क्षेत्राच्या अधिवासाची आवश्यकता असते. प्रत्येक

पायरीवर अन्नाचे संक्रमण होताना फक्त १०% उपयोगी ऊर्जा पुढे जाते. ९०% निरुपयोगी असते. वापरता न येणारी ऊर्जा हाडे, केस यातून किंवा श्वासोच्छ्वासासारख्या क्रियेतून वाया जाते. या कारणामुळे कोणत्याही परिसंस्थेत पाच-सहापेक्षा अधिक पातळ्या अन्नसाखळीत असत नाहीत.

दुसरी महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे जमिनीच्या वर आणि जमिनीखालीही परिसंस्था सक्रिय असते. म्हणजे असंख्य कवके, वानू, आदिजीव व लहानमोठे प्राणी निर्जीव सेंद्रिय पदार्थांचे प्रथम कुजकट पदार्थांमध्ये व नंतर मातीच्या सेंद्रिय घटकात रूपांतर करतात. यामुळेच जमिनीत ओलावा टिकून राहतो व जमीन सुपीक बनते.

वरील दोन गोष्टींच्या संदर्भात गवताळ



परिसंस्था म्हणजे मध्यमवर्गीय माणसाप्रमाणे वाटतात. त्यात जंगलाप्रमाणे भव्य उंच वृक्ष, पशु-पक्ष्यांची रेलचेल नसते किंवा वालुकामय / वाळवंटी प्रदेशाप्रमाणे प्रत्येक गोष्टीचा अभावही नसतो.

नैसर्गिकरित्या आढळणाऱ्या गवताळ



परिसंस्था मोठ्या भूभागांच्या आतील प्रदेशात (समुद्रकाठी किंवा कडेला नव्हे) असतात. पाऊस वाळवंटी प्रदेशापेक्षा जास्त आणि जंगलापेक्षा कमी म्हणजे २५ ते ७५ सें.मी. असतो. हे झाले समशीतोष्ण प्रदेशाचे. विषुववृत्तीय प्रदेशात पर्जन्यमान १५० सें.मी. पर्यंत जाते. तसेच या ठिकाणी पाऊस ठरावीक काळात पडतो व कोरडा ऋतू मोठा असतो. गवताळ कुरणांनी जगाचा सुमारे पाचवा हिस्सा व्यापला आहे. उत्तर अमेरिकेतील प्रेअरी व प्लेन्स, युरोप-आशियामधील स्टेप्स, अर्जेन्टिनामधील पंपाज, न्यूझीलंडमधील टसाॅक हे जगातील काही प्रसिद्ध गवताळ प्रदेश. गवताळ प्रदेशात फक्त गवते म्हणजे पोएसी (ग्रॅमिनी) कुलातील वनस्पती नसतात तर काही घेवडावर्गीय (लेग्यूस), काही सूर्यफुलाच्या कुलातील, काही लव्हाळी वगैरेही असतात. कमी उंचीची झुडपे व इतर एकवर्षीय वनस्पतीही असतात. आदर्श गवताळ परिसंस्थेतील गवते विविध तापमानांना चांगल्या रितीने जुळवून

घेतात म्हणजे कमीअधिक तापमानात निरनिराळी गवते तगून राहतात. जमीन वैराण कधीच नसते.

जमीन सुपीक असते, कारण गवतांची जमिनीखालील मुळे वगैरे व चरले न गेलेले गवत कुजून सेंद्रिय पदार्थ जमिनीत मिसळत राहतात. गवतांची आयुर्मर्यादा कमी असल्याने हे वरचेवर होते. प्रेअरी प्रदेशातल्या चेर्मॅड्रोम जमिनी जगात सर्वांत सुपीक मानल्या जातात.

गवताळ परिसंस्थेतील प्राणीजीवन समृद्ध असते. अनेक प्रकारचे कीटक व छोटे प्राणी असतातच, पण आपण पाहतो तसे मोठे प्राणी फार मोठ्या संख्येने असतात. रानरेडे, हरणे, झेब्रे, कांगारू इत्यादी प्राणी विविध ठिकाणच्या गवताळ प्रदेशात असतात. आपल्याकडे काळवीट व माळढोक हे सोलापूर जिल्ह्यातील माळांवर आढळतात. बिळे करून राहणारे प्राणी (उदा. खारी, गोफर्स) देखील असतात. तृणभक्षी प्राण्यांवर जगणारे सिंह इत्यादी सर्वोच्च





वहेने झुएला, भारत, बोटस्वाना, दक्षिण आफ्रिका, झिंबाब्वे, केनिया इत्यादी देशात 'सॅव्हाना' आढळतात. यातले बहुतेक देश आर्थिकदृष्ट्या मागासलेले असल्याने या भूभागांवर

भक्षकही असतात. जीव वाचविण्यासाठी तृणभक्षी प्राण्यांना जलद पळणे किंवा बिळे करून राहणे याला पर्याय नसतो.

मागे म्हटल्याप्रमाणे जगभरात सुमारे १/५ भूभागावर गवताळ प्रदेश आहेत. जंगलांची प्रमाणाबाहेर हानी झाली (मोकळ्या जागा खूप झाल्या) तर त्यांचे रूपांतर गवताळ परिसंस्थेत होते, तसेच गवताळ प्रदेशाची अतिरिक्त वापराने हानी झाली तर त्याचे रूपांतर वाळवंटी प्रदेशात होते.

मोठ्या भूभागामुळे, गवताळ प्रदेश चारा उत्पन्नासाठी महत्त्वाचे आहेत.

गवताळ परिसंस्थेसारखीच पण थोडे फरक असलेली 'सॅव्हाना' नावाची दुसरी परिसंस्था उष्ण प्रदेशात आढळते (काही जण हा फरक मानत नाहीत.) यात ३० सें.मी. पेक्षा अधिक उंची असलेली गवते, लव्हाळे असतात. जमिनीतील पाण्याच्या उपलब्धतेप्रमाणे त्यांच्या वाढीच्या अवस्था ठरतात. याशिवाय तेथे बहुवर्षीय झुडपे, वृक्ष व पामची झाडेही असतात पण त्यांची संख्या कमी असते. ऑस्ट्रेलिया, ब्राझिल,

विविध कारणांनी आक्रमण होऊन त्यांचे नुकसान होत आहे.

कदाचित आपणास आश्चर्य वाटेल पण गवताळ परिसंस्था टिकून राहण्यासाठी त्यातील गवताची कटाई, चराई व वणवे आगी लागणे व पूर येणे आवश्यक असते. (मागे आपण पाहिले आहे की गवताचे वाढीचे भाग (ऊती) त्याच्या तळाशी असतात, त्यामुळे कापल्यावर किंवा चरण्यासाठी वापर झाल्यावर गवताची वाढ होते). आर्गीबद्दल बोलायचे तर आर्गीमुळे झाडे व झुडुपांची हानी होते व त्यांची गवताला वाढीसाठी होणारी स्पर्धा कमी होते, तसेच गवताचे बी फळापासून सुटे होण्यास मदत होऊन नवीन गवत रुजते.

गवताळ परिसंस्थांचे उपयोग काय ?

खरे म्हणजे हा प्रश्न गैरलागू आहे. इंद्रधनुष्याचा उपयोग काय? वनराज सिंहाचा? रुद्र भीषण सौंदर्य असलेल्या सदगृहस्थ वाघाचा? (जिम कॉर्बेटने म्हटल्याप्रमाणे) दंविबिंदूचा? तरीही...

गवतांमुळे जमिनीवर आच्छादन राहून

तिची धूप होत नाही.

सर्वप्रथम म्हणजे गवताळ परिसंस्था कित्येक प्राण्यांना अधिवास पुरवतात. झेब्रा, गेंडा, त्यांच्यावर उपजीविका करणारे चित्ते, सिंह वगैरे व विशिष्ट पक्षी यांचा अधिवास गवताळ परिसंस्थेत असतो. अशांच्या अस्तित्वासाठी गवताळ परिसंस्था हव्यात.



दुसरे आपण ज्यांना धान्ये म्हणतो (गहू, ज्वारी वगैरे) अशांचे रानटी पूर्वज गवते आहेत. त्यामुळे संकराद्वारे या धान्यांची सुधारणा करायची झाल्यास त्यांच्या मूळ अधिवासाकडे वळावे लागते.

अगदी माणसाच्या स्वार्थाची गोष्ट म्हटली तरी गवताळ भागातून माणसांना गवत, गुरे चरायला व विकायला मिळते. गवताळ परिसंस्था असलेले अनेक देश गरीब आहेत त्यामुळे तेथील लोकांना अशा प्रदेशांचा आधार घ्यावा लागतो. भारतापुरते बोलायचे तर आपल्या शेतीप्रधान देशात शेतीसाठी लागणाऱ्या जनावरांची व शेळ्या, मेंढ्या इत्यादींची संख्या जास्त आहे, पण त्यातल्या फक्त १/३ संख्येसाठी शेतीतून वैरण मिळते. राहिलेल्या २/३ जनावरांना चरण्यासाठी गवताळ प्रदेशाचा वापर होतो. तसेच यातील गवत कापून विकणे, लाकडे तोडून मोळ्या करून विकणे व तोडलेल्या लाकडांचा जळणासाठी वापर करणे वगैरेसाठी अशा प्रदेशांचा (वैध व अवैध) वापर होतो.

एका गवताळ प्रदेशाची हकिकत

भारताच्या उत्तर-पूर्व भागात ब्रह्मपुत्रा व गंगा नद्यांच्या काठच्या सपाट खोऱ्यात तराई गवताळ प्रदेश आहे. पूर्वी हा भाग हिवतापासाठी कुप्रसिद्ध होता. या भागात व नजीकच्या हिमालयाच्या तळाच्या टेकड्यात धोक्यात आलेल्या पक्ष्यांच्या ११ प्रजातींचा अधिवास आहे. उत्तर भारतातील गंगा व ब्रह्मपुत्रा यांची खोरी, दक्षिण नेपाळ, दक्षिण भूतान व आताचा बांगलादेश या भूभागात प्रचंड विस्तीर्ण गवताळ कुरणे व दलदलीचे प्रदेश होते. बहुतेक प्रदेशात आता शेती व मानवी वस्तीसाठी आक्रमणे झाली आहेत. तुकड्यातुकड्यात राहिलेल्या गवताळ प्रदेशातही माणसे व जनावरे यांच्याकडून अतिरिक्त ढवळाढवळ चालू आहे. १९५०च्या सुमारास या भागातून हिवतापाचे जवळजवळ निर्मूलन झाले आणि त्याचबरोबर गवताळ प्रदेशाचा जलद न्हास. थोडक्यात, आता या प्रदेशातील सर्व ११ प्रजाती कमीअधिक धोक्यात आहेत.

तराई प्रदेश, नेपाळ, भूतान, बांगलादेश येथील गवताळ प्रदेशात कागदाच्या लगद्यासाठी लागणाऱ्या वनस्पतींची लागवड, अशा जमिनींवर लोकवस्ती होणे व जमिनीचा कुरणांशिवाय इतर वापर यामुळे मोठी हानी झाली आहे. वरील प्रदेशापैकी फक्त आसाममध्ये विस्तीर्ण गवताळ प्रदेश शिल्लक आहेत पण संरक्षणासाठी त्यांनाही संरक्षित प्रदेशाचा खास दर्जा मिळालेला नाही.

गवताळ प्रदेशांचा न्हास

जगभरातल्या गवताळ प्रदेशांचा गुणात्मक व संख्यात्मक न्हास होतो आहे. त्या परिस्थितीत सुधारणा कशी होईल? त्यासाठीची कारणे आणि उपाय यांबद्दल आता पाहूया.

● अधिवासाचा नाश/गुणवत्ता कमी होणे गवताळ प्रदेशात शेती व लागवडीसाठी (प्लँटेशन) मोठ्या प्रमाणात वापर झाला आहे. उत्तर प्रदेशात उसाच्या शेतीसाठी तर पश्चिम बंगाल व आसाममध्ये इतर पिकांच्या

शेतीसाठी आक्रमण झाले आहे. निलगिरी, शिसव व साग या आर्थिक महत्त्वाच्या लाकूड देणाऱ्या वनस्पती लावण्यासाठी भारतभर गवताळ कुरणांची जागा व्यापली गेली आहे. अगदी संरक्षित प्रदेशातही हे घडले आहे. (उदा. वाल्मिकीनगर वन्यजीव परिक्षेत्र)

वनखात्याच्या अखत्यारीत असलेल्या नैसर्गिक गवताळ कुरणांच्या क्षेत्राचे शेतीत रूपांतर होणे हे उत्तर भारतात घडते आहे. हे वैध व अवैध अशा दोन्ही पद्धतींनी होते. हे थांबले पाहिजे. शिल्लक राहिलेल्या गवताळ प्रदेशांची वनखात्याने काळजी घेतली पाहिजे. भारतीय वन्यजीवविषयक कायदा नैसर्गिक अधिवासांच्या संरक्षणासाठी परदेशी (एक्झॉटिक) झाडे तोडायला परवानगी देतो. १९५०-६० या काळात लागवड केलेल्या निलगिरी व सागवान या झाडांची तोड करण्यासाठी या तरतुदीचा वापर केला पाहिजे, तसेच या क्षेत्रात अशा किंवा नव्या लागवडी होऊ नयेत. संरक्षित क्षेत्राच्या बाहेर,

भारतीय परिप्रेक्ष्यात गवताळ परिसंस्था

आपल्या भारताच्या संदर्भात असे मानले जाते की,

१. भारतात 'सॅव्हाना' आहेत, खऱ्या गवताळ परिसंस्था नाहीत.
२. अशा सॅव्हाना झुडुपाळ प्रदेशांचे अपघटन होऊन बनल्या आहेत.
३. त्या आपल्यासाठी महत्त्वाच्या व अनेक गरजा भागविणाऱ्या आहेत.
४. व्यापारी उपयोगामुळे, तसेच गरिबीमुळे त्यांचा वापर करण्याची प्रवृत्ती असल्यामुळे त्यांचा अतिवापर झाला आहे व त्यामुळे त्यांची हानी झाली आहे.
५. अशा प्रदेशात लोकांना मुक्त प्रवेश आहे.
६. १९८० नंतर या परिस्थितीत सुधारणा होत आहे.

खराब गवताळ प्रदेशात वन्य झाडांची लागवड करण्याची प्रवृत्ती आहे, पण अशा जागी गवताळ कुरणे पुन्हा होऊ शकतात व या दृष्टीने प्रयत्न होणे गरजेचे आहे आणि शक्यही आहे.

● धरणे आणि जलसिंचन योजना
धरणे व जलसिंचनाच्या योजनांमुळे अनेक ठिकाणी गवताळ प्रदेशांवर परिणाम झाला आहे. उदा. गंगा व तिच्या उपनद्यांवर बांधलेल्या धरणांमुळे / बंधाऱ्यांमुळे दरवर्षी येणाऱ्या पुरांना (व म्हणून तयार होणाऱ्या दलदलमय गवताळ कुरणांना) प्रतिबंध झाला. अशा जागा आता कोरड्या झाल्या आहेत व त्यामुळे तेथे शेतीसाठी आक्रमण करणे सोपे झाले आहे. नवीन धरणांच्या व सिंचनांच्या परिणामांची मोजणी केली गेली पाहिजे. जेव्हा प्रकल्पांमुळे अशा नव्या जागा तयार होतात तेव्हा प्राण्यांना व पक्ष्यांना त्यांचा अधिकाधिक उपयोग होईल अशी काळजी घेतली पाहिजे.

● गवतकटाई
गवताचा उपयोग अनेक प्रकारे होतो हे आपण गेल्या लेखात पाहिले आहे. सध्या गवताची, अगदी संरक्षित क्षेत्रातीलही, फार मोठ्या प्रमाणावर कटाई होत आहे. सामान्यतः गवताची वर्षा-दोन वर्षांतून कटाई होणे आवश्यक असते कारण यामुळे गवताळ परिसंस्थेचे झुडपाळ परिसंस्थेत रूपांतर होणे टळते. परंतु गवताची अतिरिक्त कटाई रोखली पाहिजे.

● गुरेचराई
प्रमाणाबाहेर चराईमुळे अनेक कुरणे बाधित झाली आहेत. याचे एक उदाहरण म्हणजे उत्तर प्रदेशातील कातर्णीघाट वन्यजीव परिक्षेत्र येथे अपेक्षित संख्येच्या दहापट गुरे चरतात. याशिवाय अनेक ठिकाणी उन्हाळ्यात आगी लावल्या जातात. नैसर्गिकरित्या या दिवसात पाणी कमी असल्याने अधिक नुकसान होऊन ते एक दुष्टचक्र बनते. पूर्ण चराईबंदी गवताळ प्रदेशांना हानिकारक आहे पण चराई, कटाई व आगी हे सर्व मर्यादित, नियोजित व क्रमाक्रमाने हवे. गुरांच्या संख्येपेक्षा त्यांच्या प्रतीकडे लक्ष हवे. संरक्षित कुरणांभोवती हे अधिक कटाक्षाने पाळले गेले पाहिजे.

● आगी
गवताळ प्रदेशात अतिक्रमण करण्याआधी तेथे आगी लावून सर्व गवत नष्ट केले जाते. काझिरंगा अभयारण्यासारख्या प्रदेशात गवताची उंची ३ मीटर्सपर्यंत आहे. या ठिकाणी उंच गवताचे संगोपन मोठ्या प्राण्यांचा अधिवास (येथे गेंडे) म्हणून केले जाते. अशा प्राण्यांना नव्याने उगवलेल्या गवताचा लाभ मिळावा म्हणून गवताला आगी लावल्या जातात; पण त्यामुळे पक्ष्यांच्या अधिवासाची हानी होते. विणीच्या दिवसात आगी लावल्या तर पक्ष्यांची घरटी, अंडी, पिले यांना हानी पोचते. वरचेवर लावलेल्या आगीमुळे वाढणाऱ्या गवताच्या प्रजाती बदलतात. आगी मर्यादित राहिल्या नाहीत तर पक्ष्यांना-प्राण्यांना आसरा राहत

नाही. यासाठी अशा आगी चक्रीय क्रमाने लावल्या जाव्यात त्यामुळे कमी व अधिक उंच अशा दोन्ही प्रकारचे गवत शाबूत राहून पशुपक्ष्यांचा अधिवास टिकेल. जानेवारी-फेब्रुवारीत किंवा स्थानिक परिस्थितीनुसार आगी लावाव्या. संरक्षित क्षेत्रात बेकायदेशीर आगी लावणे पूर्ण टाळावे. स्थायी विकासासाठी लोकशिक्षण करावे.

● पूर, धूप

नद्यांच्या पाणलोट क्षेत्रात झालेल्या भूस्खलन, निर्वनीकरणामुळे येणारे मोठे पूर हा एक मोठा प्रश्न आहे. वर्षातून ठरावीक वेळी येणारे पूर ही नैसर्गिक गोष्ट असून ती गवताळ परिसंस्था सामान्य स्थितीत राहण्यासाठी उपकारक आहे. पण पुरांचे स्वरूप किंवा त्यांची संख्या बदलल्यास परिसंस्थेचे आरोग्य बिघडते. उदा. काझिरंगा आणि साईखोव्हा राष्ट्रीय उद्यानात गवत असलेली अनेक बेटे पुरांमुळे वाहून गेली आहेत आणि इतर प्रदेश जलमय झाले

आहेत. पुरांसोबत आलेल्या वाळूमुळेही हानी होते. अतिरिक्त व्याप्तीमुळे मोठ्या प्रदेशातील प्राण्यांच्या अधिवासाचा प्रश्न उभा राहतो. बांगलादेशमध्ये हा प्रश्न जटिल बनतो कारण वर्षातील आठ महिने तेथे पूरपरिस्थिती असते. यासाठी पूर-व्याप्ती प्रदेशाच्या बाहेर गवताळ प्रदेश राखला पाहिजे. शिवाय पुरांना कारण असलेली वृक्षतोड रोखून नवी झाडे लावली पाहिजेत.

● कीटकनाशके

अशा अधिवासाची गुणवत्ता राखण्यासाठी आणि पक्षी व छोट्या प्राण्यांची संख्या व वैविध्य जपण्यासाठी कीटकनाशकांचा वापर टाळावा किंवा मर्यादित करावा. याऐवजी पारंपरिक पद्धती वापरता येतील.

● अतिक्रमणे

राजकीय किंवा सामाजिक दबावामुळे होणारी अतिक्रमणे, कायमची वस्ती / वनजमिनींवर हक्क सांगणे इत्यादींवर संयमाने, चातुर्याने व दूरदृष्टीने शाश्वत विकासाचे भान ठेवून उपाय काढले पाहिजेत. ज्यायोगे स्थानिक लोकांना (भूमिपुत्रांना) अशा प्रदेशांचा आधार राहिल पण गवताळ परिसंस्थांचा न्हास होणार नाही.



(डॉ. मंदार दातार यांनी या लेखासाठी संदर्भ पुरविले आहेत.)

लेखक : अ. चिं. इनामदार,
वनस्पतीशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक.

अधिक सुधारणा कशा होतील ?

१. व्यापारी वापरासाठी बांबू इत्यादी स्वस्तात देऊ नये.
२. स्थानिक लोकांचा व्यवस्थापनात सहभाग असावा.
३. स्थानिक लोकांच्या वैध गरजांसाठी सार्वजनिक / सरकारी जमिनींचा उपयोग करावा, तसेच बांबू-कळक-निलगिरी वगैरे सोडून इतर व्यापारी गरजांसाठीही अशा जागांचा वापर योग्य प्रमाणात करावा.

गाणारी वाळू

लेखक : जेनीफर ओइलेट • अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे

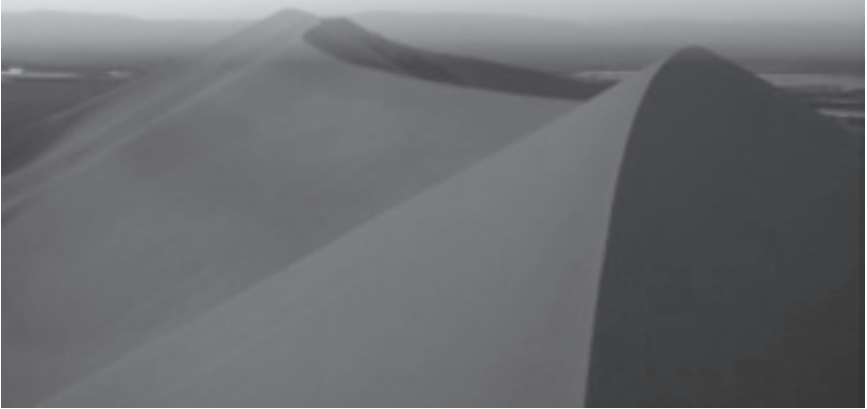
जगप्रसिद्ध प्रवासी मार्को पोलो यानं त्याच्या गोबी वाळवंटाच्या प्रवासाचं वर्णन केलेलं आहे. त्यात त्यानं म्हटलं आहे की, त्या वाळवंटातल्या वाळूच्या टेकड्या वेगवेगळ्या आवाजांनी वातावरण भरून टाकत. कधी ते आवाज वेगवेगळ्या वाद्यांचे असत, कधी ढोलासारखे असत तर कधी तलवारींच्या खणखणाटासारखे असत. हा प्रवास तेराव्या शतकातला.

त्याही आधीच्या नवव्या शतकातल्या साहित्यातही अशा गाणाऱ्या, गर्जना करणाऱ्या किंवा किंचाळणाऱ्या वाळूच्या टेकड्यांचे उल्लेख आहेत. चीनमधला मिंग-शा-शान डोंगर जत्रेसाठी चढून जाणारे लोक

त्याच्या वाळूवरून घसरत खाली येत, तेव्हा एखाद्या चक्री वादळासारखा आवाज येई असे उल्लेख आहेत.

चार्ल्स डार्विनने जेव्हा चिलीच्या वाळवंटातून प्रवास केला तेव्हा तेथे पाहिलेल्या गाणाऱ्या वाळूच्या टेकड्यांचा उल्लेख केलेला आहे.

गाणारी वाळू अनुभवायला मिळणं हा चमत्कार दुर्मिळच आहे. दुनियाभरामध्ये फक्त तीसच ठिकाणी अशा गाणाऱ्या वाळूच्या टेकड्या आढळतात. बाकीच्या तशा मूकबधिरच म्हणायला हव्यात. लोकवाड्मयात या गाणाऱ्या टेकड्यांमध्ये प्रत्यक्ष देवच गातात किंवा सैतान किंचाळतात



असे उल्लेख आहेत. कधी पाताळातल्या नद्यांमुळे हे आवाज येतात असे म्हटलेले आहे.

या गाण्याचे कारण शोधताना वैज्ञानिक देखील गोंधळात पडले. त्यासाठी वेगवेगळ्या उपपत्ती मांडल्या गेल्या. बहुतेकात मानलं गेलंय की वाळूच्या एकूण टेकडीमध्ये जी आंदोलने होतात, त्यामुळे आवाज निर्माण होतो. काहींनी म्हटलं की व्हायोलिन वाजवताना धनुकलीच्या फिरण्याने जसा आवाज येतो, तसाच हा आवाज निर्माण होतो, कारण वाळूचा एखादा स्तंभ वाळूच्या टेकडीवरून घसरत असतो. दुसऱ्या एका उपपत्तीमध्ये म्हटलं होतं की बासरीमध्ये जसा हवेचा स्तंभ त्या पोकळीत सहनाद पावतो, आणि सूर निर्माण करतो तसा वाळूचा आवाज तयार होतो.

प्रत्यक्षात या उपपत्ती अचूक नव्हत्या. वाळूच्या कणांमधील 'सुसंवादा'वर हा ध्वनी अवलंबून असतो. भौतिकशास्त्राच्या दृष्टीने वाळू हा फार मोहक पदार्थ आहे. बादलीभर वाळू घेतली तर ती एखाद्या द्रव पदार्थासारखी ओतता येते. पण त्या वाळूवर एखादा मोठा दगड ठेवला तरी ते वजन तोलून धरले जाते. वाळूपेक्षा दगडाची घनता जास्त असली तरी! इथे वाळू म्हणजे जणू घन पदार्थ आहे.

पदार्थांच्या घन द्रव अवस्थांच्या नीटनेटक्या पुस्तकी व्याख्यांवर वाळू काट मारते आणि कधी द्रवासारखी वागते तर क्षणभरात घन पदार्थासारखी वागू लागते.

वाळूतले कण जेव्हा 'स्वतंत्र'पणे वागतात तेव्हा वाळू प्रवाही असते. पण जेव्हा ते कण एखाद्या सैन्यासारखे 'एकमताने' वागतात तेव्हा त्यांच्यात एकात्मता अभेद्यता येते. बहुसंख्य असल्याचा तो एक विचित्र प्रकारचा परिणामच म्हणायला हवा.

'दाणेदार पदार्थांच्या समूहव्यवस्थेमध्ये कणांचा ज्या पद्धतीने एकमेकांना स्पर्श होतो, घर्षण होते त्यावरून इतर प्रक्रिया ठरतात. उदा. एखाद्या वाळूच्या ढिगाऱ्यामध्ये प्रत्येक कण भोवतालच्या थोड्याच कणांना स्पर्श करतो पण ही क्रियाच पूर्ण ढिगाऱ्याच्या गुणधर्मांना कारणीभूत असते. (एखाद्या पेशीसमूहातील पेशींची वागण्याची रीत किंवा एखाद्या अर्थव्यवस्थेतील कामगारांची वर्तणूकसुद्धा यावरून ठरवता येईल)' असे फिजिक्स सेंट्रल मधले लोक म्हणतात.

दाणेदार पदार्थांबद्दल माहीत असणाऱ्या गोष्टी आधी पाहू.

१) प्रत्येक दाण्यावर गुरुत्वाकर्षणाचे बल काम करते.

२) दोन शेजारच्या दाण्यांदरम्यान घर्षणबल काम करते. हे घर्षण किती असेल ते दाण्यांचा आकार, ते कोणत्या पदार्थांचे बनलेले आहेत, ते हवेत आहेत - पाण्यात आहेत की आणखी कशात यावर अवलंबून असते.

३) जर पदार्थांतले कण एकमेकांवर आदळत असतील, तर त्यामध्ये उष्णताही निर्माण होत असते.

या तीनही बलांचा परिणाम म्हणून एक

मजेशीर प्रकार होतो. दाणेदार ढिगामधले लहान दाणे खालच्या बाजूला आणि मोठ्या आकाराचे दाणे वरच्या बाजूला यायला बघतात. याला 'ब्राझील नट इफेक्ट' असंही म्हणतात. गंमत म्हणजे या दाण्यांच्या घनतेत जरासाच फरक असेल तर मात्र ते मिसळलेलेच राहतात. पण त्यांच्या घनतेत मोठा फरक असेल तर मोठे दाणे वरच येतात. मग ते कमी घनतेचे असोत, वा जास्त घनतेचे. (घनतेमुळे होणारा परिणाम आजूबाजूच्या हवेच्या दाबावरही अवलंबून असतो. निर्वात पोकळीत घनतेचा हा परिणाम दिसत नाही.)

अँव्हालांश / प्रपात

तुम्ही वाळूच्या ट्रकमधून खाली पडणारी वाळू पाहिली आहे का? काही ठरावीक आकार येईपर्यंत त्या वाळूचा ढीग उंच उंच होत जातो. मग एकदम जोराने वाळू खाली घसरायला लागते आणि त्या ढिगाचा उतार बदलून जातो. नीट लक्ष देऊन पाहिलं तर लक्षात येतं की दर वेळी तयार होणारा उतार हा विशिष्ट कोनातच असतो. एवढंच नाही तर पाण्यावरच्या लाटा आणि वाळवंटातल्या वाळूच्या टेकड्यांमध्ये निर्माण होणाऱ्या लाटांसदृश आकारातही हाच गुणधर्म आढळतो.

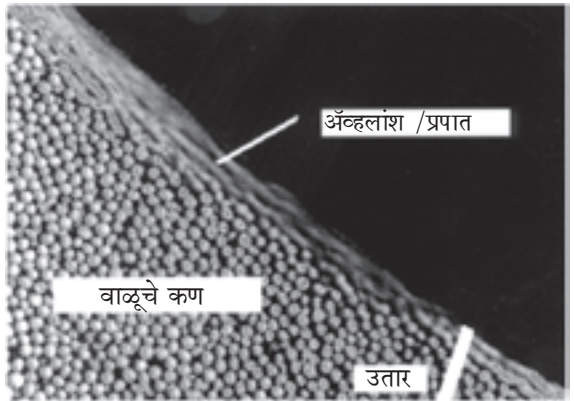
याला स्वनियंत्रित

सीमा असं म्हणतात. ही सीमा अनेक गुंतागुंतीच्या व्यवस्थांमध्ये आढळते. अगदी उडणाऱ्या पक्ष्यांच्या थव्यांचे आकारसुद्धा याच तत्त्वानुसार ठरतात.

पण हा प्रपात / घसरण केव्हा होणार त्याच्या वेळा आधीच ठरवणं मात्र कर्मकठीण आहे. कारण कोणत्याही ढिगात असलेल्या कणांची संख्या, त्या प्रत्येकाला टेकून असलेल्या कणांची संख्या, ते कण भराभर पळत असताना ठरवणार कशी! त्यामुळे कणांचं हे विज्ञान म्हणजे संशोधनासाठी आव्हानच आहे.

वाळूच्या घड्याळात खालच्या कप्प्यात जमणारा वाळूचा ढीग हेही याचं एक उदाहरण आहे.

पण या सगळ्याचा गाणाऱ्या वाळूच्या टेकड्यांशी काय संबंध? एका आंतरराष्ट्रीय संशोधकांच्या गटाला असं आढळून आलंय, की वाळूच्या ढिगातली ही जी घसरण आहे, त्याचाच तो आवाज येत असतो. पॅरिस



विद्यापीठ, हार्वर्ड विद्यापीठ, मोरोक्कोमधील विद्यापीठ इथल्या संशोधकांनी जगभरात विविध ठिकाणी या टेकड्यांचा अभ्यास केला, शिवाय तसेच प्रयोग प्रयोगशाळेत घडवून त्यांचाही अभ्यास केला. चीन, ओमान, मोरोक्को आणि चिले इथल्या गाणाच्या टेकड्यांचा आवाज त्यांनी ध्वनिमुद्रित केला आहे.

काही संशोधक मोरोक्कोमध्ये एका उंचशा टेकडीवरून जात असताना वाळू घसरायला लागली, आणि १०० डेसिबल

इतका ध्वनी निर्माण झाला. पुन्हा पुन्हा तसा आवाज त्यांना निर्माण करता आला. पुन्हा प्रयोगशाळेतही तसे प्रयोग करायला त्यांना जमले. प्रपातामुळे वाळूमधे आणि हवेमध्ये निर्माण झालेली कंपने त्यांना मोजता आली. पृष्ठभागाजवळच्या तरंगांमुळे आवाज निर्माण होतो आणि टेकडीच्या आकारामुळे तो लाउडस्पीकर सारखा वाढतो. प्रत्येक कणाची इतर कणांशी जी टक्कर होते, त्यामुळे हवेत आणि वाळूत ते तरंग निर्माण होतात. प्रत्येक सेकंदात जवळजवळ शंभर वेळा अशी टक्कर

ब्राझिल नट इफेक्ट

वेगवेगळ्या आकाराच्या दाणेदार पदार्थांचे मिश्रण जर हलवले, तर मोठ्या आकाराचे दाणे वर येतात आणि लहान आकाराचे खाली बसतात. या परिणामाला 'ब्राझिल नट इफेक्ट' म्हणतात. बर्थोलेशिया एक्सेलसा या ब्राझिल आणि एकंदर दक्षिण अमेरिकेत सापडणाऱ्या झाडाच्या फळात जी खाद्य बी असते, तिला ब्राझिल नट असे म्हणतात. शेंगदाणे, काजू, बदाम, ब्राझिल नट अशा वेगवेगळ्या नट्सच्या मिश्रणाचे पाकिट बाजारात विकत मिळते. आकाराने सगळ्यात मोठे असलेले ब्राझिल नट या पाकिटात नेहमी वरच्या बाजूला आलेले दिसतात. या निरीक्षणातून दाणेदार पदार्थांच्या या गुणधर्माचा शोध लागला, आणि म्हणून त्याला ब्राझिल नट इफेक्ट म्हणतात.

या परिणामाचा पडताळा आपण एका साध्याशा प्रयोगातून पाहू शकतो. एका कपात किंवा बरणीत साधारण तीन चतुर्थांश आकारमानापर्यंत तांदूळ घ्या. संगणकाच्या जुन्या पद्धतीच्या माऊसमध्ये एक जड गोळा असतो. तो घेऊन या तांदळावर ठेवा, आणि चित्रात दाखवल्याप्रमाणे बोटाने दाब देऊन तांदळात पूर्ण बुडवा.

आता हा कप किंवा बरणी टेबलावर ठेवून जोरजोरात मागेपुढे हलवा आणि पहा काय होते ते.



होते. या टक्करी जर एकमेकींशी सुसंगती ठेवून होत असतील, एका विशिष्ट कंपनसंख्येने होत असतील तर... पूर्ण टेकडीच तिचं ते गाणं गायला लागलेली असते.

वाळू जर फार घट्टपणे ठासून भरलेली असेल, तर ती घसरताना

टेकडीचे आकारमान वाढत असते. जेव्हा टेकडीवरची वाळू घसरून तिचा आकार बदलत असतो तेव्हा थोडी वाळू सैल होते तर वेगळ्या ठिकाणची थोडी घट्ट होते. यामुळे एका ठिकाणची थोडी हवा दाबली जाते तर दुसरीकडची थोडी विरळ होते. आणि यामुळेच 'गाणे' सुरू होते. हे वाळूचे कण फार स्पेशल असतात. गोलाकार, वरती सिलिकॉन, लोह, मँगनीज यांचे आवरण असलेले.

कोणत्या प्रकारच्या कणांमुळे 'गाणे' निर्माण होऊ शकते, ते आता समजले आहे.



वाळूचे कण पूर्ण गोल असायला हवेत, त्यांचा आकार ०.१ मि.मी. ते ०.५ मि.मी. (व्यासाचा) असायला हवा. त्यात सिलिका धातू असायला हवा शिवाय आर्द्रताही ठरावीकच हवी. तरच आपल्याला गाणे ऐकू येते. बहुधा त्याची कंपनसंख्याही ४५० हर्ट्झ असते.



सायंटिफिक अमेरिकन १७.११.११ ब्लॉगवरून

लेखक : जेनिफर ओइलेट

अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे, पालकनीती गटात सहभागी.



बाष्पीभवन म्हणजे काय रे भाऊ?



लेखक : डी. लीला • अनुवाद : गो. ल. लोंडे

दिवसभर नुसतं उकडतं आहे. हवा दमट आहे. आकाशात ढग दाटून आले आहेत, पण पाऊस काही पडत नाहीये. लीला आणि माया खिडकीत बसून गप्पा मारत आहेत. लीला : काय उकडतंय नुसतं! मला वाटलं होतं आज दिवसभर पाऊस पडणार. ते तर नाहीच, नुसती गरम आणि दमट हवा! माया : दमट म्हणजे? लीला : अग, जेव्हा आपल्याला नुसता घामघाम येतो आणि कुडता अंगाला चिकटून बसतो, तेव्हा हवा दमट झालीये असं म्हणतात. तेव्हा घाम अजिबात वाळत नाही. अगदी हवासुद्धा ओली असेल असं वाटतं. माया : हां, हां. मला तर अशा दिवसात ओले कपडे तरी कसे वाळतात याचंच आश्चर्य वाटतं. ओल्या कपड्यातलं पाणी कुठे जात असेल?

एवढं बोलून माया घरात गेली व पंधरा मिनिटांनी बाहेर आली. म्हणाली, माया : अग, काही दमट नाहीये हवा. मी आत्ताच कपभर पाणी उकळून आले. लीला : त्याचा काय संबंध? माया : हवा जर दमट असेल, म्हणजे हवेत बाष्प असेल तर ती आणखी थोडेसुद्धा बाष्प सामावून घेऊ शकणार नाही. त्या परिस्थितीत पाणी कसं उकळणार? तयार झालेली वाफ कुठे जाईल? लीला : (क्षणभर विचार करून) मी तर तसा विचार कधी केलाच नव्हता. शाळेत आपण बाष्पीभवन व सांद्रीभवन या क्रियांबद्दल शिकलो आहोत. ओले कपडे वाळताना त्यातल्या पाण्याची वाफ होते, तेच बाष्पीभवन. आणि कोल्ड्रिंकच्या

बाटलीच्या बाहेरच्या बाजूवर पाण्याचे बारीक थेंबे दिसतात ते सांद्रीभवनामुळे. पण त्याचा पाण्याच्या उकळण्याशी काय संबंध?

माया : पाणी घन, द्रव आणि वायू या तीनही अवस्थांमध्ये आढळते. बर्फ वितळला की त्याचे पाणी होते. पाणी उकळले की त्याची वाफ होते.

लीला : ते सर्व ठीक आहे ग. पण मला असं विचारायचंय की बाष्पीभवन आणि उत्कलन या दोन्हींचा एकमेकींशी काही संबंध आहे का? शेवटी दोन्ही क्रियांमुळे पाणी नाहीसं होतं ना?

माया : पण ओले कपडे वाळत असताना त्यातून काही वाफ दिसत नाही. मग या दोन क्रिया सारख्या कशा असतील? तसे असते तर दोन्हीला एकच नाव मिळाले असते.

लीलाने नैवेद्याच्या वाटीत थोडेसे पाणी

घेतले, आणि गॅलरीच्या कठड्यावर ठेवले व म्हणाली - हे बघ ही वाटी आता उन्हात ठेवते. इतकं गरम होतंय, तर हे वाटीतलं पाणी तापतं का बघू या. पाणी वाळून जातं का तेही पाहूया.

माया : होय, पाणी तर तापेलच, पण आणखी एक प्रयोग मला माहित आहे. त्यासाठी, सारख्या आकाराचे तीन लहान ग्लास घ्यावे लागतील. त्यापैकी एक ग्लास स्टीलचा, दुसरा ग्लास प्लॅस्टीकचा आणि तिसरा ग्लास कागदी घेऊ या. त्या प्रत्येक ग्लासमध्ये समान (समजा दोन चमचे) पाणी टाकायचे व तिन्ही ग्लास एकाच वेळी आणि सारख्या वेळापार्यंत उन्हात ठेवायचे आणि कोणत्या ग्लासमधील पाणी सर्वांत आधी तापतं याचं निरीक्षण करायचं. चल करून पाहू.

मायाची आई तिथे आली आणि



म्हणाली - तेवढ्या वेळात तुम्ही बाथरूममध्ये जाऊन आंघोळ का करीत नाही?

त्यावर लीला बाथरूममध्ये जाऊन लगेच बाहेर येऊन मायाला म्हणाली, 'माया, तुला एक गंमत माहीत आहे का? अगं, रात्रभर बादलीत राहिलेलं पाणी गार लागतंय.'

माया : होय, मला माहीत आहे. रात्रभर बादलीत राहून गेलेलं पाणी सकाळी चांगलं गार लागतं. नंतर माया आईला म्हणाली - आम्ही असं निरीक्षण करावं म्हणूनच तू आम्हाला आंघोळ करायला सांगितलंस का?

आई हसून म्हणाली - चला, आता लवकर आटपा बरं तुमचा प्रयोग.

त्यांच्या आंघोळी व्हायला अर्धा तास लागला. नंतर त्यांनी प्रयोगासाठी ठेवलेल्या ग्लासमधील पाण्याचे निरीक्षण केले. कोणत्याही ग्लासमधील पाणी लक्षात येण्याइतकं कोमट झालं नव्हतं.

माया : हवा दमट आहे, म्हणून कदाचित पाण्याचे बाष्पीभवन झाले नसेल.



आज समजलेला 'दमट' हा नवा शब्द तिला फार आवडला असावा हे तिच्या बोलण्यावरून समजत होते.

लीला : परंतु मला तर पाण्याचे बाष्पीभवन झाल्यासारखं वाटतंय. शेवटी ओले कपडे सुद्धा वाळतातच. ते कदाचित वाऱ्यामुळे वाळतात.

माया : होय. घाम आल्यावर जर वारा सुटला तर छान गार वाटतं आणि आलेला घाम वाळून जातो. वारा सुटतो तेव्हा कदाचित बाष्पीभवनाचा वेग वाढत असेल.

लीला : खरं म्हणजे ओले कपडे नीट पद्धतशीर वाळत घातले तरी ते लवकर वाळतात. उदाहरणार्थ चादर संपूर्ण उलगडून पसरून वाळत घातली तर ती संध्याकाळपर्यंत सगळीच्या सगळी वाळते. पण घडी करून वाळत घातलेली चादर संध्याकाळी सुद्धा जरा ओलसरच वाटते. ओल्या कपड्याचा जितका जास्त पृष्ठभाग हवेच्या संपर्कात येईल, तितके त्याच्यातील पाण्याचे बाष्पीभवन लवकर होते.

माया : शिवाय थंडीच्या दिवसापेक्षा उन्हाळ्यात कपडे लवकर वाळतात. पण पावसाळ्यात दमट आणि गरम हवेत काय होतं हा प्रश्न आहे.

लीला : (हसून) तुझ्या बोलण्यात 'दमट' हा शब्द किती वेळा येतो हे मी मोजते आहे, पण तुझं म्हणणं बरोबर आहे. थांब आपण तुझ्या प्रश्नाचं उत्तर शोधूया.

संध्याकाळच्या सुमारास त्या तिन्ही

ग्लासमधील पाणी दोघींनी बघितलं. त्या थोड्या बेचैन झाल्या. 'पाणी थोडंसं कमी झालंय, पण जरासुद्धा कोमट झालेलं नाही' माया म्हणाली.

लीला : आणि आता तर संध्याकाळ झाली. सूर्यास्त होण्याची वेळ झाली. पाणी कोमट होण्याची मुळीच शक्यता नाही.

गोंधळलेल्या मनस्थितीतच रात्री त्या झोपल्या. दुसऱ्या दिवशी सकाळी त्यांना तिन्ही ग्लासमधलं पाणी कमी झालेलं दिसलं. संध्याकाळपर्यंत तर ते तिन्ही ग्लास अगदी कोरडे पडतील असे त्यांना वाटलं. पण ग्लासमधील पाणी मात्र हाताला गार लागत होतं. ते पाहून त्या दोघी संभ्रमात पडल्या.

तेवढ्यात आई बालकनीत आली. 'आईला तरी विचारून पाहू' लीला म्हणाली.

आई म्हणाली, 'अगं, बादलीत रात्रभर राहिलेल्या पाण्याची आठवण आहे ना? त्यावरून तुम्हाला काही सुचतंय का?' लीला : अय्या, आम्ही तर ते विसरूनच गेलो. पाणी एवढं थंडगार कसं लागत होतं? माया : (तत्परतेने) अगं, पाण्यातील उष्णता निघून गेली म्हणून ते गार लागलं होतं.

लीला हसली व क्षणभरात गंभीर होऊन म्हणाली - बरोबर आहे. ती उष्णता जाते कुठे?

माया : (पुन्हा तत्परतेने) हवेतच जात असणार. खरं तर बादलीतल्या पाण्यावर होणारी क्रिया आपल्या प्रयोगासारखीच आहे. बादलीत असलेल्या पाण्यापैकी दररोज

एखादा दुसरा चमचा पाणी बाष्पीभवनाने कमी होईल आणि खूप दिवस वाट पाहिली तर एखाद्या दिवशी ती बादली संपूर्ण रिकामी होईल. म्हणजे उष्णता व पाणी हे दोन्ही घटक कमी होत जातात. बाष्परूप झालेले पाणी कदाचित बादलीतल्या पाण्यातली उष्णता स्वतःकडे घेत असेल.

आई : बरोबर! तुम्हाला आता शाळेत शिकवतील की पाणी रेणूंच्या स्वरूपात असते. खरं म्हणजे सर्वच पदार्थ हे अगदी लहान कणांनी बनलेले असतात. त्या लहान कणांना अणू म्हणतात. काही पदार्थ अणुरूपात आढळतात तर काही पदार्थात अणूंचे गट आढळतात, त्यांना रेणू असं म्हणतात. पाण्याच्या सर्व रेणूंचं तापमान सारखंच असतं. पण सर्व रेणूमधली ऊर्जा सारखी नसते.

मुली लक्ष देऊन ऐकू लागल्या, आई पुढे म्हणाली - हे म्हणजे अगदी मुलांच्या वर्गासारखेच झाले. काही रेणूंची ऊर्जा जास्त असते तर काही रेणूंची ऊर्जा कमी असते. आणि ही ऊर्जा एकसारखी बदलत असते, कारण रेणू एकमेकांवर सारखे आदळत असतात. रेणूंचे हे असे ऊर्जा मिळवणे आणि गमावणे सतत चालू असते.

लीला : आलं लक्षात! आपण पाणी उकळतो, तेव्हा ऊर्जाच देत असतो. पाण्याला ऊर्जा मिळाली की पाणी उकळतं आणि वायुरूप अवस्थेत जातं. ग्लासमध्ये असलेल्या साध्या पाण्यातसुद्धा काही रेणू

टक्कर देताना अधिकाधिक ऊर्जा मिळवतात आणि पुरेशी ऊर्जा मिळाली की पाणी वायुरूप अवस्थेत जाते.

माया : जर टक्करींमुळे काही रेणूंना ऊर्जा मिळत असेल तर काही रेणूंची ऊर्जा कमी होत असेल. कारण आपण तर ग्लासमधलं पाणी तापवत नाही.

आई : होय. त्या काही रेणूंनी गमावलेली ऊर्जा दुसरे रेणू घेत असतात.

लीला : (हसत हसत) आणि म्हणून बादलीत उरलेलं पाणी थंडगार होतं. पण बाल्कनीत असलेल्या ग्लासमधलं पाणी एवढं थंड का नव्हतं ?

आई : अगं, ते पाणी उन्हात ठेवलं होतं. म्हणजेच त्या पाण्याला उष्णता देणारा एक स्रोत तिथं होता. भले तो किती का दूरवर असेना. पण अजून एक गोष्ट आहे, ऊन नसले तरी ओले कपडे वाळतातच. हवा जोपर्यंत बाष्पाने संपृक्त होत नाही तोपर्यंत बाष्पीभवनाची क्रिया चालूच राहते.

लीला : होय म्हणजे बाष्पीभवन हे एका दृष्टीने उत्कलनच झाले. फक्त बाष्पीभवनासाठी बाहेरून उष्णता दिली जात नाही. पण पाण्याचा उत्कलनबिंदू शंभर अंश सेंटीग्रेड असतो. आणि बाहेरचं तापमान शंभर अंशापेक्षा किती तरी कमी आहे. म्हणून हे खरोखर उत्कलन नसतं.

माया : नीट सांग. हे उत्कलन आहे का नाही? मला अशी गोंधळात पाडू नकोस.

लीला : उत्कलन बिंदूचे तापमान येण्यापूर्वी द्रवाचे रेणू जेव्हा वायुरूपात बदलतात त्याला बाष्पीभवन म्हणतात. द्रवाचे तापमान त्याच्या उत्कलनबिंदूइतके झाले की संपूर्ण द्रव उकळू लागतो व वायुरूप अवस्थेत जाऊ लागतो. म्हणूनच त्याला उत्कलन बिंदू म्हणतात. मला कळलं आता.

लीला : बाष्पीभवन बिंदू का नसतो हे मलाही आता समजलं. उत्कलन बिंदू पूर्वीच्या सर्व तापमानांना बाष्पीभवन होत असतेच. द्रवाचे तापमान उत्कलन बिंदूच्या अगदी जवळ आल्यावर कदाचित बाष्पीभवनाचा वेग वाढत असेल.

माया : आणि शिवाय वारा वाहत असेल तेव्हा ही बाष्पीभवनाचा वेग वाढतो. मी आता घरात जाते व पंख्याखाली बसते, फार कष्ट केले ना, घामाघूम झालंय नुसतं.

लीला : मी मात्र आता गार पाण्याने आंघोळ करणार आहे.



जंतरमंतर जुलै-ऑगस्ट २०१० मधून साभार

लेखक : डी. लीला, चेन्नई येथील इन्स्टिट्यूट ऑफ मॅथमॅटिकल सायन्सेस येथे कार्यरत.

अनुवाद : गो. ल. लॉडे, निवृत्त प्राचार्य

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का ?
sandarbhociety.org

पायथागोरस विषयी आणखी काही



लेखक : नागेश मोने

पायथागोरसचे प्रमेय आणि रम्य प्रमाण (Golden Ratio) ही भूमितीतील रत्ने आहेत. यापैकी पायथागोरसचे प्रमेय आपण शालेय स्तरावर शिकतो. ३-४-५ हे क्रमानी असणाऱ्या तीन संख्यांनी तयार झालेले एकमेव त्रिकूट आहे हे आपल्याला ठाऊक झाले की आश्चर्यचकीतही होतो. विशेष म्हणजे ३-४-५ बाजू असणाऱ्या या त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ ६ आहे आणि ३, ४, ५, ६ या क्रमाने येणाऱ्या संख्या आहेत.

● एका काटकोन त्रिकोणाच्या A, B, C अशा बाजू असतील व दुसऱ्या काटकोन त्रिकोणाच्या a, b, c अशा बाजू असतील तर $(C + c)^2 (A + a)^2 - (B + b)^2 = D^2$ हे खरे ठरते. विशेष म्हणजे पुढे नमूद केलेल्या समानताही या प्रमेयाचे व्यापकत्व आपल्या समोर आणतात.

$$\begin{aligned} Cc - Aa - Bb &= 2E^2 & Cc - Ab - aB &= J^2 \\ Cc + Aa + Bb &= 2F^2 & Cc + Ab + aB &= K^2 \\ Cc - Aa + Bb &= 2G^2 & Cc + Ab - aB &= L^2 \\ Cc + Aa - Bb &= 2H^2 & Cc - Ab + aB &= M^2 \end{aligned}$$

● (४८, ६४, ८०); (४८, ३६, ६०); (४८, ९०, १०२); (४८, २०, ५२);
(४८, १४०, १४८) (४८, १८९, १९५); (४८, २८६, २९०); (४८, १४, ५०);
(४८, ५५, ७३); (४८, ५७५, ५७७)

या दहा त्रिकूटांमध्ये एक बाजू ४८ आहे.

p आणि q जिथे विषम मूळ संख्या असतील (उदा. p = 3, q = 5) तिथे किंवा १६p मध्ये जिथे p विषममूळ संख्या असेल तिथे p^३q आणि १० उकली मिळतात. ३^३ × ५ = १३५ साठी १०च संच तयार होतात.

● कोणत्याही n या नैसर्गिक संख्येपैकी n हा काटकोन त्रिकोणाचा कर्ण असेल अशी परिस्थिती केव्हा असेल या प्रश्नाचा पाठपुरावा झाला आहे. उदा. ३, ४, ६ असे कर्ण असणारा काटकोण त्रिकोण अस्तित्वात नाही. n चा किमान एक मूळ अवयव हा $4k + 1$ प्रकारचा असणे ही आवश्यक व पुरेशी अट आहे. $n \leq 100$ साठी कर्ण $n = ५, १०, १३, १५, १७, २०, २५, २६, २९, ३०, ३४, ३५, ३७, ३९, ४०, ४१, ४५, ५०, ५१, ५२, ५३, ५५, ५८, ६०, ६१, ६५, ६८, ७०, ७३, ७४, ७५, ७८, ८०, ८२, ८५, ८७, ८९, ९०, ९१, ९५, ९७, १००$ असू शकतात. (एकूण ४२).

● (२१, २०, २९) आणि (३५, १२, ३७) या दोन त्रिकूटांमध्ये काटकोन त्रिकोणाचे कर्ण अनुक्रमे २९ व ३७ आहेत. पहिल्या त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ २१० आणि दुसऱ्या त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ ही २१० आहे. कर्णाच्या लांबीत भिन्नता पण समान क्षेत्रफळ असणारी सर्वांत लहान त्रिकूट जोडी म्हणून (२१, २०, २९) आणि (३५, १२, ३७) प्रसिद्ध आहे.

● प्रत्येक त्रिकोणाला एक आणि एकच अंतर्वर्तुळ आणि जास्तीत जास्त तीन बाह्यवर्तुळे असतात. विशेष म्हणजे कोणत्याही पायथागोरियन त्रिकोणात अंतर्वर्तुळाची त्रिज्या व बाह्यवर्तुळांच्या त्रिज्या (तीनही) नेहमी नैसर्गिक संख्या असतात. अंतर्वर्तुळाची त्रिज्या r असल्यास आणि काटकोन त्रिकोणाच्या बाजू (a, b, c) [$c =$ कर्ण] असल्यास

$$r = \frac{1}{2}(a + b - c)$$
 असल्याने r नेहमी नैसर्गिक संख्याच येते. तीच बाब r_b व r_c बदल खरी आहे.

$r = 1$ साठी (३, ४, ५) हे एकमेव त्रिकूट आहे तर $r = 2$ साठी (५, १२, १३) आणि (६, ८, १०) अशी त्रिकूटे आहेत (अशी दोनच त्रिकूटे आहेत!) तर $r = 3$ साठी



(७, २४, २५); (१५, ८, १७) आणि (९, १२, १५) अशी तीनच त्रिकूटे आहेत.

● कर्णाची लांबी पूर्ण वर्ग संख्या असणाऱ्या आद्य पायथागोरियन त्रिकूटांची संख्या अनंत आहे. उदा. (३, ४, ५) पासून (७, २४, २५) अथवा (५, १२, १३) पासून (११९, १२०, १६९) याप्रमाणे.

● काटकोन त्रिकोणाची कर्णाखेरीजची एक बाजू पूर्ण वर्ग संख्या असणाऱ्या आद्य पायथागोरियन त्रिकोणांची संख्या अनंत आहे. उदा. (३, ४, ५) मध्ये ४ ही पूर्णवर्गसंख्या आहे. (९, ४०, ४१) मध्ये ९ ही पूर्णवर्गसंख्या आहे.

● दोन बाजू पूर्णवर्ग असणाऱ्या काटकोन त्रिकोणाचे, त्रिकोणनगरीत अस्तित्व नाही. त्याचप्रमाणे तीनही बाजू पूर्णवर्ग असणारा काटकोन, त्रिकोणही या नगरीत संभवत नाही.

● एखाद्या घनाच्या सर्व कडा आणि त्या घनाच्या पृष्ठभागांचे कर्ण जर नैसर्गिक संख्या असतील तर त्या घनाची किमान एक बाजू ११ ने विभाज्य असते हे सिद्ध करण्यासाठी पायथागोरसचा गुणधर्म वापरावा लागतो.

● त्रिकोणीसूचीला ४ पृष्ठभाग आणि ६ कडा असतात. हे आपल्याला ठाऊक आहे. ६, ७, ८, ९, १० आणि ११ अशा कडा असणाऱ्या (सर्व संख्या नैसर्गिक) सूचीचे घनफळ ४८ (नैसर्गिक संख्या) येते हे पायथागोरसच्या गुणधर्माने सिद्ध करता येते.

● त्रिकोणाच्या बाजू नैसर्गिक संख्या आणि क्षेत्रफळही नैसर्गिक संख्या अशी स्थिती प्राप्त करून घेण्यासाठी पायथागोरसच्या त्रिकूटांचाच आधार घ्यावा लागतो.

● (१२०, ५९४, ६०६); (१२०, ७१५, ७२५); (१२०, ८९६, ९०४); (१२०, ११९७, १२०३); (१२०, १७९८, १८०२); (१२०, ३५९९, ३६०१) या त्रिकूटात एक बाजू १२० असून उरलेल्या बाजूंमधील अंतर क्रमाक्रमाने कमी होत जाताना आढळते. उदा. $६०६ - ५९४ = १२$, $७२५ - ७१५ = १०$, $९०४ - ८९६ = ८$, $१२०३ - ११९७ = ६$, $१८०२ - १७९८ = ४$, $३६०१ - ३५९९ = २$.

काटकोन त्रिकोण आणि पायथागोरस प्रमेय यांचे नाते अतूट आहे. गणिततज्ञांना अद्यापही न सुटलेले असे अनेक प्रश्न पायथागोरियन त्रिकोणांशीच निगडीत आहेत हेही एक आश्चर्य आहे.



संदर्भ : 1. Recreation in the theory of numbers - Albert Beiler
2. Pythagorean triangles - Waclaw Sierpinski

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



गीत गाया पथरोंने

लेखक : मनीष गोरे

अनुवाद : यशश्री पुणेकर

खूप खूप वर्षापूर्वीची गोष्ट... असं कोणी म्हटलं की आपण अगदी उत्सुकतेने कान देऊन ऐकू लागतो. पूर्वी काय घडलं हे ऐकायला आपल्याला आवडतं. तसंच खूप वर्षापूर्वी पृथ्वीवर काय काय घडलं? कोणकोणते सजीव होते? वातावरण कसं होतं हे जाणून घ्यायलाही आपण अगदी उत्साही असतो. जीवाश्मांच्या अभ्यासातून लाखो वर्षापूर्वीच्या सजीवांबद्दल आपल्याला माहिती मिळू शकते. वेबस्टारच्या डिक्शनरीनुसार जीवाश्म (fossil) या शब्दाचा अर्थ - पृथ्वीच्या कवचामध्ये नैसर्गिकरित्या जतन केलेले सजीवांचे (प्राणी आणि वनस्पती) अवशेष - असा आहे.

सुप्रसिद्ध विज्ञान प्रचारक आणि अनुवंश शास्त्राचे अभ्यासक जे.बी. एस. हाल्डेन त्यांच्या 'एव्हरीथिंग हॅज हिस्ट्री' या पुस्तकात लिहितात - जीवाश्मांचा अभ्यास आपल्याला दोन कारणांसाठी उपयुक्त आहे. एक म्हणजे प्राचीन काळी असलेल्या सजीवांची माहिती मिळते. ते कसे होते,

त्यांची उत्पत्ती कशी झाली? उत्क्रांती कशी होत गेली हे सगळं जीवाश्मांमुळे कळतं. आणि दुसरं म्हणजे खडकांचे वय ठरवण्यातही मदत होते. आम जनतेला जीवाश्मांची माहिती व्हावी म्हणून हाल्डेन यांनी या विषयावर अनेक लेख लिहिले.

इतिहास

इसवी सन पूर्व ५७० ते ४८० या काळात जेनोफेन्स यांनी समुद्री जीवाश्मांबद्दल लिहिल्याचं आढळतं. ऑरिस्टॉटलच्या मते (इ.स. पूर्व ३८४-३२२) जीवाश्म प्राचीन जीवनाचे अवशेष असतात. इटलीचे द्रष्टे चित्रकार लिओनार्दो द विन्सी यांनीही ऑरिस्टॉटलच्या मताला दुजोरा दिला होता. सन १०२७ मध्ये इब्न सिना यांनी 'दि बुक ऑफ हिलींग' या पुस्तकात जीवाश्मांचा उल्लेख केला. चिनी संशोधक शेन कुओ (१०३१-१०९५) यांनी समुद्री जीवाश्मांचा विशेष अभ्यास केला व त्यांचा भूभौतिक बदलांशी संबंध असल्याचं दाखवून दिलं. युरोपीय संशोधक कॉनराड जेसनर आणि

जॉर्ज अग्रीकोला यांनी जीवाश्मांची वैशिष्ट्ये नमूद केली. त्यामुळे जीवाश्मांच्या उत्पत्तीची व्याख्या करणे सोपे झाले.

सन १६६५ मध्ये जर्मन शास्त्रज्ञ अ‍ॅन्नासीयस कीर्चर आणि इंग्रज शास्त्रज्ञ रॉबर्ट हूक यांनी जीवाश्मीकृत लाकडाचं विश्लेषण केलं. १६६७ मध्ये डेनमार्कच्या निकोलस स्टीनो यांनी शार्क माशाच्या डोक्याचं विच्छेदन केलं आणि शार्कचा जबडा, दात यांचा खडकमातीत रुतलेल्या जीवाश्मांशी तुलनात्मक अभ्यास केला. त्यांच्या या अभ्यासामुळे जीवाश्मांची वैशिष्ट्ये उघडकीस यायला मदत झाली. मृत शरीर मातीत दबलं जातं आणि हजारों लाखों वर्षांनंतर त्याचं खडकात रूपांतर होतं. इंग्रजी अभियंता विल्यम स्मिथ (१७६९-१८३९) यांच्या अभ्यासानुसार वेगवेगळ्या काळातील खडकांमध्ये त्या त्या काळातले प्राणी-वनस्पती दबले जातात आणि जीवाश्म रूपात जतन केले जातात. याला त्यांनी 'जीव क्रमिकता सिद्धांत' ('प्रिन्सिपल ऑफ फौनल सक्सेशन') असे नाव दिले होते. पण विल्यम स्मिथ हे चार्ल्स डार्विनच्या आधीच्या काळातील असल्याने नैसर्गिक जैवउत्क्रांती बाबत त्यांना माहिती नव्हती.

चार्ल्स डार्विनच्या जैव विकास अभ्यासात जीवाश्मांचं स्थान अतिशय महत्त्वाचं ठरलं. जगप्रवासाच्या काळात डार्विनला दक्षिण अमेरिकेच्या जंगलात अनेक जीवाश्म आढळले. खडकांच्या

वेगवेगळ्या स्तरातील जीवाश्मांची सांगड त्यांनी जैव विकास सिद्धांताशी घातली आणि सिद्ध केलं की पृथ्वीवरील जैव विकास म्हणजेच उत्क्रांती ही अखंडपणे चालू राहणारी प्रक्रिया आहे.

जीवाश्मांचं अस्तित्व आणि स्वरूप याबाबत शास्त्रज्ञांमध्ये अनेक मतांतरे होती. हा वैचारिक गोंधळ दूर करण्यामध्ये जॉर्जेस कुवियर या फ्रेंच शास्त्रज्ञाचा मोलाचा वाटा आहे. १८व्या शतकात कुवियर यांनी पृथ्वीवरच्या प्राण्यांची एखादी प्रजाती नष्ट होणं यामागची वैज्ञानिक कारणं मांडली. त्यामुळे पुराजीव विज्ञान या नव्या अभ्यासशाखेची सुरुवात झाली. वेगवेगळ्या ठिकाणी सापडलेल्या जीवाश्मांच्या अभ्यासाला गती मिळाली. सन १७९६ मध्ये कुवियर यांनी जीवाश्मांच्या संशोधनावर आधारित पहिले जाहीर व्याख्यान दिले आणि पुढे ते शोधनिबंध म्हणून प्रकाशित केले.



यामध्ये त्यांनी भारतीय आणि आफ्रिकी हत्ती आणि मॅमथ या प्राण्यांच्या जीवाश्मांबद्दल विश्लेषण केले होते. त्यावरून भारतीय आणि आफ्रिकी हत्तींच्या प्रजाती भिन्न असून मॅमथ ही नष्ट झालेली प्रजाती असल्याचे सांगितले. त्यातून पुढे जीवाश्मांचा अभ्यास आणि प्राण्यांच्या प्रजाती नष्ट होण्याबद्दल वैज्ञानिकांत मोठीच चर्चा चालू झाली. त्या आधी असंच वाटत होतं की पृथ्वीवर कोणतीही प्रजाती कधीच नष्ट होत नाही. १७७० च्या दशकात जॉर्ज बुफॉन यांनी दाखवून दिलं होतं की गेंडे आणि मॅमथ हे प्राणी उष्ण कटिबंधीय प्रदेशात राहणारे असूनही युरोपात त्यांचे जीवाश्म सापडतात. कुवियर यांनी वेगळंच मत मांडलं - पृथ्वीवरील अनेक प्रलयांमुळे तसंच हिमयुगांमुळे अनेक सजीवांच्या प्रजाती नष्ट झाल्या आहेत. त्यांनी सरीसृप, मासे, मोलस्क, सस्तन वर्गातील जीवाश्मांवर खूप संशोधन केले. त्यापैकी बऱ्याचशा प्रजाती नष्ट झालेल्या आढळल्या.



जीवाश्मांच्या अभ्यासाने आता बराच मोठा पल्ला गाठला आहे. विसाव्या शतकाच्या शेवटी जीवाश्म संशोधकांनी पृथ्वीवर सजीव सृष्टीचा इतिहास कमीत कमी ३५ अब्ज वर्ष जुना असल्याचे सिद्ध केले. या विषयात जसजसं संशोधन होत गेलं. तसतसा पृथ्वीवरील सजीव सृष्टीच्या इतिहासाचे आणि उत्क्रांतीचे कोडे उलगडण्यास सुरुवात झाली. सजीव सृष्टीची उत्क्रांती समजण्यात जीवाश्मांच्या अभ्यासाचा फार मोठा सहभाग लाभला आहे.

जीवाश्म कशाला म्हणायचं ?

जीवाश्म विज्ञानानुसार कमीत कमी १०,००० वर्ष जुन्या कोणत्याही सजीवाच्या अवशेषांना जीवाश्म म्हणता येईल. यामध्ये अगदी एकपेशीय सूक्ष्म जीवाणूपासून (१ मायक्रोमीटर व्यास) ते कित्येक मीटर लांब आणि अनेक टन वजनाच्या डायनोसॉरसारख्या विशाल प्राण्यांचा समावेश असतो. जीवाश्मांच्या अभ्यासात आता

अनेक शास्त्रशाखांचा म्हणजे गणित भौतिकशास्त्र, जी व र सा य न शा स्त्र , अभियांत्रिकी अशा शास्त्रशाखांचा उपयोग केला जातो.

सर्वांत प्राचीन जीवाश्मांना स्ट्रोमॅटोलाइट म्हणतात. हे सायनो-बॅक्टेरियांच्या थरांपासून

बनलेले असतात. हे जवळ जवळ ३४ लक्ष वर्षे जुने असल्याचं अनुमान आहे.

खरंतर जीवाश्म म्हणजे लाखो वर्षांपूर्वी मातीत दबलेला एखाद्या प्राण्याचा किंवा वनस्पतीचा अवशेष. यामध्ये त्या सजीवाचे संपूर्ण शरीर असेलच असं नाही. त्याचा



एखादा भाग, एखादा अवयव अशीभूत झालेला आढळतो. कित्येक वेळा प्राण्यांच्या बिळाचे ठसेही जीवाश्म रूपात आढळतात. जीवाश्मांची दुनिया खरोखर अद्भूत असते. काही जीवाश्म इतके सूक्ष्म असतात की नुसत्या डोळ्यांनी दिसतही नाहीत. यांना सूक्ष्म जीवाश्म किंवा मायक्रोफॉसिल म्हणतात.

कधी कधी जमिनीमध्ये काही भूभौतिक प्रक्रियांमुळे काही जीवाश्म सदृश्य रचना निर्माण होतात. त्यांना चुकून जीवाश्म मानलं जातं पण त्यांच्या निर्मितीमध्ये कोणतीही जैविक प्रक्रिया नसते. अशा खोटाचा जीवाश्मांना आभासी जीवाश्म म्हणतात. कधी कधी अवसादी खडकांच्या थरांमध्ये गोल किंवा अंडाकृती आकार निर्माण होतात. त्यांना डायनोसॉरची अंडी समजण्याची चूक होऊ शकते.

पाषाणीकृत जीवाश्म

सूक्ष्म जीवाणूंकडून एखाद्या प्राण्याचे किंवा वनस्पतीचे संपूर्ण विघटन झाले तर जीवाश्म निर्माणच होणार नाहीत पण सूक्ष्म

जीवाणूंकडून संपूर्ण सजीव नष्ट केला जात नाही. त्याचा एखादा भाग, अवयव मातीत पडून राहतो आणि त्यावर चिखल, धूळ जमा होते. त्यातील मऊ भाग जीवाणू नष्ट करतात, त्याच जागेमध्ये खनिज पदार्थ साठतात, त्यांचे स्फटिक बनतात आणि त्या मृत जीवांची आकृती खडकात जपली जाते. कधी कधी तर फक्त आकृतीच खडकात राहते आणि मृतजीवाचे संपूर्ण विघटन होते. तिथे कोणताही कार्बनिक पदार्थ शिल्लक राहत नाही. कधीकधी हाडे, कवच तसेच राहतात, आसपासचे खनिज पदार्थ त्यावर चिकटतात आणि नंतर त्यांचे खडकात रूपांतर होते. अशा प्रकारच्या जीवाश्मांना पाषाणीकृत जीवाश्म म्हणतात. डायनोसॉरची हाडे, झाडांची लाकडे यांचे पाषाणीकृत जीवाश्म जगात वेगवेगळ्या ठिकाणी सापडले आहेत. अमेरिकेतील अरिजोना इथे पेट्रीफाइड फॉरेस्ट नॅशनल पार्कमध्ये अशा जीवाश्मांचे एक सुंदर संग्रहालय आहे. तिथे दगडांमध्ये उमटलेली झाडाची पाने, मुंगी किंवा किड्याचे शरीर

किवा माशाचे ठसे जतन करून ठेवले आहेत. (चित्रे : कव्हर तीन वर पहा.)

अंबर जीवाश्म

जीवाश्मांचा हा एक महत्वाचा प्रकार आहे. अंबर किंवा ऊद म्हणजे कठीण झालेली राळ (रेजिन) असते. राळ म्हणजे काही वनस्पतींमधून स्रवणारा चीक किंवा डिंक. झाडांमधून निघणारा हा पारदर्शक स्राव चिकट असल्याने त्यात कोळी, कीटक, मुंग्या असे छोटे प्राणी गुरफटले जातात. या स्रावातील रसायनांमुळे या प्राण्यांचे शरीर आहे त्या रूपात जतन केले जाते आणि हजारो वर्ष नष्ट होत नाही. नंतर स्राव कडक बनतो आणि एखाद्या काचेच्या पेटीत ठेवल्याप्रमाणे कीडे मुंग्या त्यात जपून ठेवल्या जातात. लाखो वर्षांपूर्वी अशा स्रावात अडकलेल्या जीवाश्मांकडून त्या काळातील किटकांचे स्वरूप शास्त्रज्ञांना समजले आहे.

इतर प्रकार

बर्फातही जीवाश्म आढळतात. मॅमथ नावाच्या प्राचीन हत्तींचे जीवाश्म अलास्का आणि सायबेरियाच्या हिमाच्छादित प्रदेशात आढळतात. बर्फात अडकलेल्या या जीवाश्मांना एस्किमो लोकांनी आपल्या कुत्र्यांचे खाद्य म्हणून वापरले. त्यातील हस्तीदंताचा वापरही जगभरात सर्रास केला जात होता. पण आता मात्र मॅमथच्या



जीवाश्मातील रक्तवाहिन्या, स्नायू, केस, त्वचा यांचं जतन करून अभ्यास केला जात आहे. मॅमथचे काही जीवाश्म संग्रहालयात ठेवले आहेत.

प्राचीन सजीवांच्या पायांचे ठसेही जीवाश्म वर्गात मोडतात. कोळी, पक्षी, चतुष्पाद प्राणी तसंच डायनोसॉर सारख्या विशाल प्राण्यांच्या पायाचे ठसे चिखल मातीत रुतलेले आढळतात. ते नैसर्गिकरित्या जतन केले जातात. ही चिखलमाती नंतर घट्ट होऊन खडकात रूपांतरीत होते आणि या ठश्यांचे जीवाश्म बनतात. जीवाश्मांना हुडकून काढणं हे अतिशय कठीण आणि कष्टाचं काम आहे. अवसादी खडकांच्या थरांमध्ये आणि नदीच्या तळाशी सर्वाधिक जीवाश्म आढळतात. अनेक देशांमध्ये जीवाश्मांच्या योग्य उत्खननाबद्दल काही कायदे केले आहेत. या कायद्यानुसार अतिशय निष्णात शास्त्रज्ञांचा फक्त या उत्खननाची परवानगी दिली जाते.



जीवाश्म आढळले आहेत. महाराष्ट्र (नागपूर), गुजरात (खेडा, कच्छ, पंचमहल), आंध्रप्रदेश (अजीलाबाद) मध्यप्रदेशात वाघ जबलपूर, तमिळनाडू (तिरुचिरापल्ली) आणि मेघालयात शिलाँग जवळ डायनोसॉर जीवाश्म आढळले आहेत.

प्रोटोसेराटॉप्स नावाचे दीड दोन मीटर लांबीचे डायनोसॉर पूर्वी आढळत. ते वाळूमध्ये अंडी घालत असत. शास्त्रज्ञांना जवळजवळ ७५० लक्ष वर्षांपूर्वीची अशी अंडी जीवाश्मरूपात सापडली. त्यातील काही फोडून बघितल्यावर शास्त्रज्ञांना खूप आश्चर्य वाटलं. त्यामध्ये न जन्मलेल्या डायनोसॉरच्या पिल्लांची अश्मीभूत हाडे होती.

जगभरातील संग्रहालयात डायनोसॉरचे जीवाश्म लोकांना कायमच आकर्षित करतात. या सरीसृप वर्गातील प्राण्यांनी मेसोजोईक काळात लाखो वर्षे वास्तव्य केलं. पण ६५० लक्ष वर्षांपूर्वी पृथ्वीवर प्रलय आला आणि त्या प्राण्यांचं नामोनिशाण नष्ट झालं. डायनोसॉर हा शब्द ब्रिटीश जीवाश्म शास्त्रज्ञ रिचर्ड ओवेन यांनी या विशालकाय प्राण्यांसाठी प्रथम वापरला. ग्रीक भाषेत डायनोसॉरसचा अर्थ महाभयानक घोरपडी असा होतो. जगातील अन्य देशांप्रमाणेच भारतातही अनेक ठिकाणी डायनोसॉरचे

शास्त्रज्ञांनी आत्तापर्यंत डायनोसॉरच्या जवळजवळ ५०० वंश आणि १००० हून अधिक प्रजाती शोधून काढल्या आहेत. हे जीवाश्म पृथ्वीवरील सर्व खंडात आढळले आहेत. त्यावरून अनेक निष्कर्ष काढण्यात आले. काही डायनोसॉर शाकाहारी होते तर काही मांसाहारी. काही अगदी भीमकाय होते तर काही मनुष्याएवढे छोटे



मध्यप्रदेशात आढळलेली मंगोलियन डायनोसॉरची जीवाश्म रूपातील अंडी

होते. बहुतेक डायनोसॉर
घरटी करून अंडी
घालत असत. त्यांचं हे
वर्तन अगदी
पक्ष्यांप्रमाणे होते.
त्यांच्या जीवाश्मांच्या
अभ्यासातून हे सिद्ध
होते की, जुरासिक
युगात डायनोसॉर
प्रजातीतूनच पक्ष्यांचा उद्भव झाला.



भारतीय शास्त्रज्ञ बिरबल साहनी यांनी
आपलं संपूर्ण जीवन वनस्पती जीवाश्मांच्या
संशोधनात झोकून दिलं. १९४९ साली त्यांनी
लखनौमध्ये पुरावनस्पती संशोधन संस्थेचा
पाया घातला. ही या विषयातली जगभरातली
एकमेव संस्था आहे.

इतिहासात डोकावून पाहिले असता
असे दिसते की आत्ताचा आधुनिक काळ
हा जीवाश्मांच्या बळावरच चालला आहे.

आपण वापरत असलेली सर्व इंधने कोळसा,
पेट्रोल, गॅस ही जीवाश्म इंधने आहेत.
आजच्या वेगवान युगात या इंधनाशिवाय
एकही उद्योग अगर वाहन चालणार नाही.

चुनखड कासारखा इमारत
बांधणीमधला महत्त्वाचा घटक हा समुद्री
सजीवांच्या सांगाड्याच्या अश्मीभूत
अवशेषापासून बनतो. शाळा कॉलेजात
वापरला जाणारा खडूही एक प्रकारचा
जीवाश्मच आहे. जीवाश्म आपल्या रोजच्या

जीवनातही उपयुक्त आहेत.
म्हणूनच जीवाश्मांचा
अभ्यास हा महत्त्वाचा
आहे.



ड्रीम २०४७ जून २०११
मधून साभार.

लेखक : मनीष मोहन गोरे
अनुवाद : यशश्री पुणेकर



गेल्या ऑगस्ट २०१२ मध्ये दोन वेळा म्हणजे १ ऑगस्ट आणि ३१ ऑगस्ट रोजी पौर्णिमा होती. जेव्हा एकाच इंग्रजी महिन्यात दोन वेळा पौर्णिमा येते, तेव्हा



दुसऱ्या पौर्णिमेला 'निळा चंद्र' (Blue Moon) म्हणतात. Once in blue moon हा वाक्प्रचार आपण पुष्कळ वेळा ऐकलेला असतो त्याचा अर्थ 'क्वचित्/कधीतरी' असाही आपल्याला ठाऊक असतो. हिंदीत 'ईदका चांद्र' आणि मराठीत 'कपिलाषष्ठीचा योग' म्हणजे क्वचित् लाभणारा योग.

हे असं दुर्मिळ का असतं? सौर महिने आणि चांद्र महिने सारखे नसतात, तसंच एकमेकांशी जुळलेले सुद्धा नसतात. सौर महिना असतो ३० वा ३१ दिवसांचा आणि चांद्र महिना २९.५ दिवसांचा. त्यामुळे एखाद्या महिन्यात दोन पौर्णिमा येतात. ऑगस्टच्या १, २ तारखेला नारळी पौर्णिमा होती आणि ३१ ला अधिक भाद्रपद पौर्णिमा. म्हणून ३१ ऑगस्टचा चंद्र हा Blue Moon.

१९व्या शतकापर्यंत जर चार मोसमापैकी (वसंत, ग्रीष्म, शरद आणि शिशिर) एका मोसमात तीन ऐवजी चार पौर्णिमा आल्या तर चौथ्याला 'ब्लू मून'

म्हणायचे. ती व्याख्या नंतर बदलली. आता महिन्यातल्या दुसऱ्या पौर्णिमेला 'ब्लू मून' म्हणतात.

'ब्लू मून' खरं म्हणजे इतका विरळा नसतो - साधारणपणे ३ वर्षांतून एकदा येतो. पण जानेवारी आणि मार्च १९९९ या दोन्ही महिन्यात 'ब्लू मून' होते - आणि फेब्रुवारी महिन्यात तर पौर्णिमाच नव्हती. यानंतरचा 'ब्लू मून' येणार आहे जुलै २०१५ मध्ये!

रशियाच्या अति-पूर्वेला 'कामचातका' या भागात किंवा न्यूझीलंड मध्ये पौर्णिमा ३१ ऑगस्ट च्या मध्यरात्रीनंतर म्हणजे १ सप्टेंबरला होती. त्यामुळे तिथला 'ब्लू मून' होता सप्टेंबर महिन्यात. ब्लू मून विषयी आणखीही रंजक माहिती तुम्हाला सापडते का पहा आणि आम्हाला कळवा.

संकलक : अमलेंदु सोमण

हिरवी पाने : ऊर्जेचा स्रोत

लेखक : डॉ. आनंद कर्वे

वनस्पतिजन्य सेंद्रिय पदार्थ हे बहुतांशी कार्बन, हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन या घटकांपासून बनलेले असून ते रासायनिक दृष्ट्या कार्बोहायड्रेट या गटात मोडतात. त्यांच्या रेणूंमध्ये समाविष्ट असणाऱ्या हायड्रॉक्सिल (OH) गटांमुळे ते रासायनिक प्रक्रियांमध्ये सहज भाग घेऊ शकतात आणि याच कारणाने ते प्राण्यांचे अन्न म्हणूनही उपयोगी पडतात. वनस्पतिजन्य पदार्थांपैकी लाकूड हा पदार्थ मात्र प्राण्यांना पचविता येत नसल्याने आपण त्याचा अन्न म्हणून वापर न करता इंधन म्हणून वापर करतो. शुष्क लाकडात प्रति किलोग्रॅम ४००० ते ४५०० किलोकॅलरी इतकी ऊर्जा साठविलेली असते, पण इंधन या नात्याने लाकडात काही दोषही असतात. उदा. लाकूड जळताना त्यातून धूर आणि काजळी हे प्रदूषक घटक बाहेर पडतात, आणि ज्वलन पूर्ण झाल्यावर मागे उरणाऱ्या राखेची विल्हेवाट लावण्याचीही आपल्याला काहीतरी तरतूद करावी लागते.

वनस्पतिजन्य पदार्थांच्या तुलनेत पेट्रोलियमजन्य पदार्थ मुख्यतः कार्बन आणि

हायड्रोजन या दोन मूलद्रव्यांपासून बनलेले असल्याने त्यांना हायड्रोकार्बन असे म्हणतात. हे पदार्थ प्राण्यांना पचविता येत नसल्याने ते जरी अन्न म्हणून वापरले जात नसले तरी लाकडाच्या दोन ते अडीचपट ऊर्जा, आणि राख निर्माण न करता ज्वलन, या गुणधर्मांमुळे पेट्रोलियमजन्य पदार्थांना इंधन या नात्याने मोठे महत्त्व प्राप्त झाले आहे. विशेषतः अंतर्ज्वलनकारी इंजिनांमध्ये तर सर्वसाधारणतः पेट्रोलियमजन्य इंधनच वापरले जाते.

आपल्या देशात खनिज तेलाचे साठे पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध नसल्याने आपल्या एकूण गरजेच्या सुमारे ८० टक्के पेट्रोलियम आपणास आयात करावे लागते आणि त्यापोटी आपल्याला दरवर्षी १२ अब्ज डॉलर एवढी किंमत मोजावी लागते. जर आपण कोणत्याही उपायाने आपल्या देशातच हायड्रोकार्बन इंधन निर्माण करू शकलो तर देशाबाहेर जाणारा हा पैसा आपण आपल्या देशाच्या विकासासाठी वापरू शकू.

भारतात एल.पी.जी.चा प्रसार होण्याच्या आधीपासून खेड्यातले लोक

गॅसवर स्वयंपाक करीत असत. हा गॅस होता जैव इंधनवायू किंवा बायोगॅस. बायोगॅसमधील ज्वलनशील तत्त्व असते मिथेन हा वायू. निसर्गात आढळणारे मिथेनजनक जंतू निसर्गात ऑक्सिजनविरहित वातावरणात बायोगॅसची निर्मिती करीत असतातच, पण आपल्याला जर इंधन म्हणून वापरण्यासाठी बायोगॅसची निर्मिती करावयाची असेल, तर आपल्याला बायोगॅससंयंत्र या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या विशिष्ट यंत्रणेचाच उपयोग करावा लागतो. रासायनिक दृष्ट्या मिथेन (CH_4) हायड्रोकार्बन गटात मोडत असल्याने शुद्ध मिथेनचा उष्मांक एल.पी.जी. इतकाच, म्हणजे प्रति किलोग्रॅम सुमारे १२,००० किलोकॅलरी इतका असतो. परंतु बायोगॅसनिर्मिती ही जैव प्रक्रिया असल्याने बायोगॅसमध्ये मिथेनबरोबरच कार्बनडायॉक्साइडही मिसळलेला असतो.

त्यामुळे बायोगॅसचा उष्मांक प्रति किलोग्रॅम सुमारे ४३०० किलोकॅलरी एवढा, म्हणजे जळाऊ लाकडाइतकाच असतो.

मिथेनजनक जंतू जगातल्या सर्वांत प्राचीन जीवमात्रांचे प्रतिनिधी समजले जातात, कारण ते गेल्या

सुमारे ४ अब्ज वर्षांपासून पृथ्वीतलावर टिकून आहेत. प्रत्येक जीवमात्राला आपल्या चयनासाठी ऑक्सिजन लागतो, पण त्या काळी पृथ्वीच्या वातावरणात ऑक्सिजन वायूच नव्हता, म्हणून आपल्या चयनासाठी लागणारा ऑक्सिजन आपल्या अन्नातील ऑक्सिजनयुक्त संयुगांपासून मिळविण्याची क्षमता मिथेनजनक जंतुंनी प्राप्त करून घेतली होती. कार्बोहायड्रेटमधून ऑक्सिजन काढून घेतल्यावर त्याचे हायड्रोकार्बनमध्ये रूपांतर होते. याचप्रकारे आपण बायोगॅससंयंत्राचा वापर करून कार्बोहायड्रेटपासून हायड्रोकार्बन मिळवू शकतो. मिथेनजनक जंतुंच्या उत्पत्तीनंतर सुमारे ५० कोटी वर्षांनी प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या जीवमात्रांची उत्पत्ती झाली. त्यांच्या कार्याने हवेतल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण वाढू लागले. मिथेनजनक जंतूंना हवेतला आणि पाण्यात विरघळलेला ऑक्सिजन मारक ठरत असल्याने त्यांना



आपल्या वास्तव्यासाठी जेथे ऑक्सिजन नाही अशा जागा शोधाव्या लागल्या. त्यामुळे सध्या हे जंतू पाणथळ व दलदलीच्या ठिकाणी आणि तसेच सर्व प्राण्यांच्या आतड्यात सापडतात.

प्राण्यांच्या आतड्यात वास्तव करित असल्याने मिथेनजनक जंतू विष्टेबरोबर प्राण्यांच्या शरीरातून बाहेर पडतात. ते विष्टेत सापडत असल्याने विष्टा हेच त्यांचे अन्न आहे असा एकेकाळी सर्वांचाच गैरसमज झाला होता. त्यामुळे सुरुवातीच्या काळात बायोगॅसनिर्मितीसाठी जनावरांची आणि मानवाची विष्टाच वापरली जाई, आणि याच कारणाने बायोगॅसला भारतात गोबरगॅस असे नाव पडले. पुढे वैज्ञानिकांच्या हे लक्षात

आले की इतरही अनेक पदार्थांपासून बायोगॅस निर्माण करता येतो, पण तरीही अगदी इ.स. २००० पर्यंत बायोगॅसनिर्मितीसाठी कोणताही अन्न पदार्थ वापरावयाचा झाल्यास तो शेणाबरोबरच बायोगॅससंयंत्रात घालण्याची प्रथा होती. आम्ही सन २००३ मध्ये असा मुद्दा मांडला की बायोगॅसजनक जंतू प्राण्यांच्या आतड्यात रहात असल्याने प्राणी जे अन्न खातात, तेच या जंतूंचेही अन्न असते. प्रस्थापित बायोगॅसतज्ज्ञांनी या मताचा त्यावेळी स्वीकार केला नाही, पण याच विचाराचा आधार घेऊन आमच्या अप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूट या संस्थेने सन २००४ मध्ये शेणाचा किंवा विष्टेचा अजिबात वापर न करता घरगुती ओला कचरा (खरकटे

अन्न, हिरवी पाने, भाज्यांचा कचरा, फळांची साले इ.) वापरून शहरातही घरच्या घरी बायोगॅस निर्माण करण्याची एक प्रणाली शोधून काढली. या शोधासाठी आमच्या संस्थेला २००६ साली ग्रीन ऑस्कर या नावाने ओळखला जाणारा अश्विन पुरस्कार मिळाला. या आंतरराष्ट्रीय मान्यतेनंतर मात्र आमच्या कल्पनेला कोणी विरोध केला नाही.

घरातून निघणाऱ्या ओल्या कचऱ्यापासून त्या घराच्या संपूर्ण स्वयंपाकाला पुरेल एवढा बायोगॅस मिळत नसल्याने आम्ही बायोगॅसनिर्मितीसाठी आणखी कोणता



अतिरिक्त सेंद्रिय पदार्थ वापरता येईल या शोधात होतो. भाजीपाल्याच्या कचऱ्यापासून बायोगॅस मिळू शकतो हे आमच्या प्रयोगांमधून आम्हाला उमगले होते. त्यामुळे हिरव्या पानांपासून बायोगॅस निर्माण करण्यावर आम्ही आमचे लक्ष केंद्रित केले. या प्रयोगांमधून असे सिद्ध झाले, की



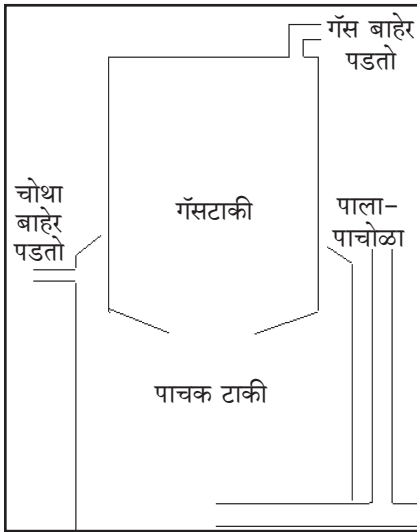
बायोगॅससंयंत्रात रोज १० किलोग्रॅम हिरवी पाने घातल्यास आपल्याला रोज सुमारे १ घनमीटर बायोगॅस मिळतो, आणि तेवढा बायोगॅस एका कुटुंबाच्या स्वयंपाकाला पुरतो. ज्या वनस्पतीची पाने गुरे खात नाहीत अशी पाने सुद्धा (उदा. टाकळा, तरवड, गाजरगवत, जलपर्णी, करंज इ.) बायोगॅस निर्माण करण्यासाठी योग्य ठरली.

हे जाणल्यानंतर आम्ही केवळ हिरव्या पानांपासून बायोगॅस निर्माण करण्याची एक प्रणाली विकसित केली. ही प्रणाली ग्रामीण लोकांसाठी विशेष उपयोगाची आहे, कारण शेतीतल्या आणि वाहतुकीच्या यांत्रिकीकरणामुळे खेड्यातल्या गुरांची संख्या आता खूपच कमी झाली आहे. ज्यांच्याकडे गुरेच नाहीत अशा लोकांची बायोगॅससंयंत्रे तर शेणाअभावी बंद पडली आहेतच, पण ज्यांच्या घरी दुभती जनावरे आहेत असे लोक सुद्धा आपल्या जनावरांच्या शेणापासून बायोगॅसची निर्मिती न करता शेणाच्या

गोवऱ्या करून विकतात, कारण पशुखाद्य आणि मजुरी यांचे भाव हल्ली इतके वाढले आहेत, की गोवऱ्या विकल्याशिवाय लहान दूध उत्पादकांना या धंद्यातून काहीच प्राप्ती होत नाही. शेणावर चालणाऱ्या बायोगॅससंयंत्रातून जर दररोज सुमारे १ घनमीटर बायोगॅस निर्माण करावयाचा असेल तर त्यात रोज सुमारे ४० किलोग्रॅम शेण घालावे लागते, आणि एवढ्या शेणाच्या जर गोवऱ्या करून त्या बाजारात विकल्या तर त्यांपासून रु. ७० ते ८० मिळू शकतात. तसेच शेणाचे बायोगॅसमध्ये रूपांतर करण्यात ऊर्जेचाही मोठ्या प्रमाणात न्हास होतो. एक किलोग्रॅम वजनाच्या गोवऱ्या जाळल्यास त्यांपासून सुमारे ३६०० किलोकॅलरी इतकी ऊर्जा मिळते. एवढ्याच शेणाचा बायोगॅस केल्यास त्यापासून केवळ सुमारे ६०० किलोकॅलरी, म्हणजे शेणातल्या मूळ ऊर्जेच्या फक्त एक षष्ठांश किंवा सुमारे १६ ते १७ टक्के इतकीच ऊर्जा मिळते.

जेव्हा आम्ही पानांपासून बायोगॅस निर्माण करणे या विषयावर प्रयोग करण्यास सुरुवात केली तेव्हा आमच्या असे लक्षात आले की बायोगॅससंयंत्रात पानांच्या शिरांचे विघटन होत नाही, आणि त्या संयंत्रातच साठत राहतात, कारण या शिरा लिग्नीन नामक एका पदार्थापासून बनलेल्या असतात. ऑक्सिजनविरहित वातावरणात राहणाऱ्या कोणत्याच जीवमात्राला लिग्नीन पचविता येत नसल्याने काही आठवड्यांनी या न पचलेल्या शिरांनी आपले संयंत्र चोंदते. हे टाळण्यासाठी दर २-३ आठवड्यांनी संयंत्रात साठलेल्या शिरा काढून टाकण्याची काहीतरी व्यवस्था करणे आवश्यक तर होतेच, पण त्या काढून टाकण्याच्या क्रियेत बाहेरची हवा संयंत्रात जाऊ न देणे हेही महत्वाचे असते. अशा प्रकारची संयंत्रे व्यवहारात वापरली जात

आहेत. या संयंत्रांमध्ये स्कू कन्व्हेयर नामक एक यंत्रणा बसविलेली असते. एरवी जो माल बायोगॅससंयंत्रात घालावयाचा, त्याचा लगदा करून, आणि तो पाण्यात मिसळून संयंत्रात घातला जातो. पण स्कू कन्व्हेयर या यंत्रणेचा वापर करून आपण बायोगॅस संयंत्रात वरील प्रकारचा माल त्याचा लगदा न करता व त्यात पाणी न मिसळता घालू शकतो. हा स्कू कन्व्हेयर ज्या नळीत बसविलेला असतो, तिचा पाचक टाकीतील पाण्यात बुडलेला भाग सच्छिद्र असतो. त्यामुळे स्कू कन्व्हेयरमधील मालावर पाचक टाकीतल्या सूक्ष्म जंतूंची प्रक्रिया होऊ शकते. बायोगॅस काढून घेतल्यावर उरलेला चोथा याच स्कू कन्व्हेयरद्वारे बायोगॅससंयंत्रातून बाहेर काढला जातो. सुदैवाने स्कू कन्व्हेयरचा वापर न करता पानांचा चोथा बायोगॅससंयंत्रातून बाहेर काढण्याची सोय असलेले बायोगॅससंयंत्र निर्माण करणे आम्हास शक्य झाले.



आमच्या संशोधनाचा यापुढील टप्पा होता तो असा, की बायोगॅससंयंत्रातून काढलेल्या या शिरांचा आणखी काही उपयोग करता येईल का हे पाहणे. या बाबतीत आम्ही योजलेली उपाययोजना होती ती अशी. बायोगॅससंयंत्रात काही दिवस राहिल्याने, एरवी कडक असणाऱ्या शिरा बऱ्यापैकी मऊ होतात. आणि एक्स्ट्रूडर मशीनच्या सहाय्याने त्यांच्या साधारणतः २ सेंटीमीटर व्यासाच्या इंधनकांड्या बनविल्यास त्या स्वयंपाकाचे

इंधन म्हणून लाकडाऐवजी घरगुती चुलीतही वापरता येतात. या इंधनकांड्या जळताना धूर होणार नाही अशा खास चुली आणि शेगड्या आमच्या संस्थेने विकसित केल्या आहेत.

निसर्गात हिरवी पाने मुख्यतः पावसाळ्यातच मोठ्या प्रमाणात उपलब्ध होतात.

पावसाळ्याव्यतिरिक्त फक्त सदाहरित वृक्ष हाच हिरव्या पानांचा एकमेव स्रोत असतो. त्यामुळे या संशोधनाचा तिसरा भाग असा होता, की बायोगॅसनिर्मितीसाठी लागणारी हिरवी पाने सर्व ऋतूंमध्ये मिळत राहतील अशी व्यवस्था करणे. यासाठी आपल्याला आपल्या घरासभोवती सदाहरित वृक्ष लावणे तर आवश्यकच आहे, पण शिवाय बायोगॅससंयंत्राजवळही काही वाफे करून त्यांमध्ये भराभर वाढणारी, आणि कापल्यानंतर पुनःपुन्हा फुटणारी कोणतीही पालेदार वनस्पती लावावी (उदा. चान्यासाठी किंवा पालेभाजीसाठी लावल्या जाणाऱ्या वनस्पती, किंवा अडुळसा, बेशरम, कर्दळ, कपाशी, एरंडी इ. अखाद्य वनस्पती). आपल्या घरात निर्माण होणारे धुण्याभांड्याचे आणि स्नानाचे सांडपाणी व तसेच बायोगॅससंयंत्रातून रोज निघणारे पाणी या वाफ्यांना मिळेल अशी व्यवस्था करावी. बायोगॅससंयंत्रातून निघणाऱ्या पाण्यात वनस्पतींच्या वाढीला आवश्यक अशी सर्व



खनिजद्रव्ये असल्याने, या वाफ्यांना वेगळी खते देण्याची गरज नसते. वाफ्यातून आणि घराभोवती लावलेल्या वृक्षांपासून रोज सुमारे १० किलोग्रॅम हिरवा पाला काढून तो बायोगॅससंयंत्रात घालावा. याच्या सोबत जर घरातला कचरासुद्धा बायोगॅससंयंत्रात घालता आला, तर त्या प्रमाणात पाल्याची मात्रा कमी करता येईल.

वरील पद्धती अवलंबल्यास आपल्या घरातल्या ओल्या कचऱ्याची विल्हेवाट तर लागली जातेच पण शिवाय आपल्या आवारातील झाडांवर आणि वनस्पतींवर पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशाचा आपण मिथेनरूपाने आपल्या घरात स्वयंपाकासाठी उपयोग करू शकतो. ही ऊर्जा हायड्रोकार्बन गटातली असूनही पुनर्निर्मितीक्षम आणि पर्यावरणाशी सुसंगत असते.



लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे,
वनस्पतीशास्त्रज्ञ, अप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूटचे संस्थापक.

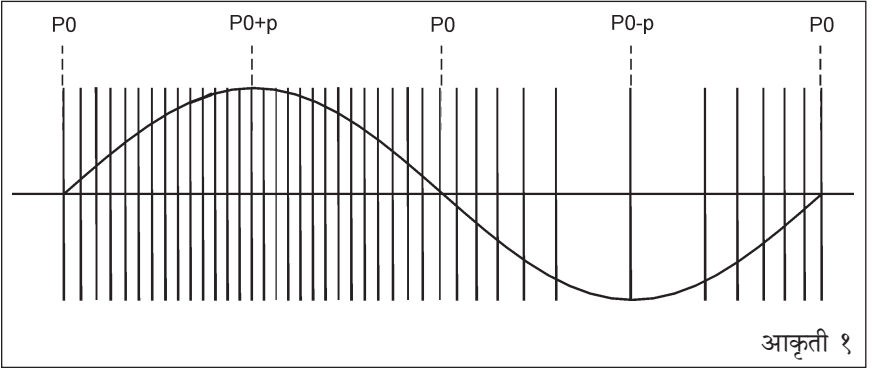
ध्वनी

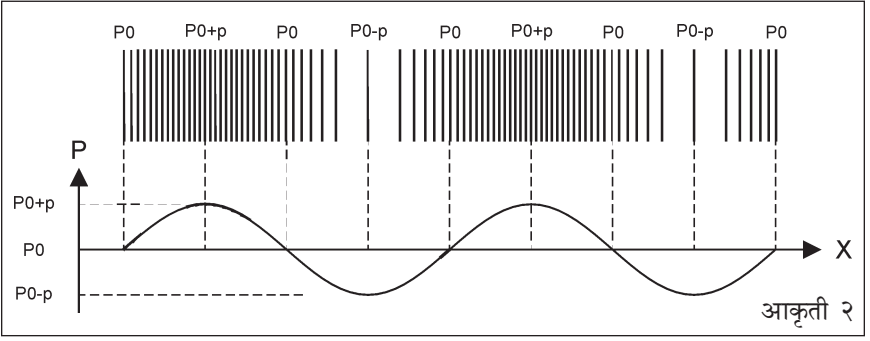
लेखक : अतुल फडके

पहिल्या भागात ध्वनीलहरींचे स्वरूप ढोबळमानाने कसे असते हे आपण पाहिले. या भागात आता जास्त अचूकतेने हे स्वरूप आपण समजावून घेण्याचा प्रयत्न करू.

भांडे वाजत नसताना त्याच्या आसपासच्या हवेचा दाब सर्वत्र एकसारखा म्हणजेच वातावरणीय दाबाइतका असतो. या दाबाला आपण हवेचा सामान्य दाब असे म्हणू. भांड्यात कंपनी निर्माण झाली की आसपासच्या हवेत सामान्य दाबापेक्षा जास्त आणि सामान्य दाबापेक्षा कमी दाबाचे विभाग निर्माण होतात. जास्त दाबाच्या विभागात हवेचा दाब विभागाच्या दोन टोकांना सामान्य दाबाइतका असतो. टोकांपासून तो वाढत जाऊन विभागाच्या मध्यावर तो सर्वात जास्त

असतो. त्या उलट कमी दाबाच्या विभागात हवेचा दाब विभागाच्या दोन टोकांना सामान्य दाबाइतका असून टोकांपासून तो कमी होत जाऊन विभागाच्या मध्यावर तो सर्वात कमी असतो. सर्वात जास्त दाबाला आपण $PO+p$ असे म्हणू तर सर्वात कमी दाबाला आपण $PO-p$ असे म्हणू. कोणत्याही विभागात दाबबदलाचे प्रमाण हे त्रिकोणमितीतील 'साइन फंक्शन' प्रमाणे असते. तुम्हाला 'साइन फंक्शन' माहित नसले तरी हरकत नाही पण दाबबदलाचे प्रमाण हे एकसमान नसते एवढे लक्षात आले म्हणजे झाले. आकृती १ मध्ये जास्त आणि कमी दाबाच्या विभागात दाब कसा बदलत जातो ते दाखविले आहे. जास्त दाबाच्या विभागात



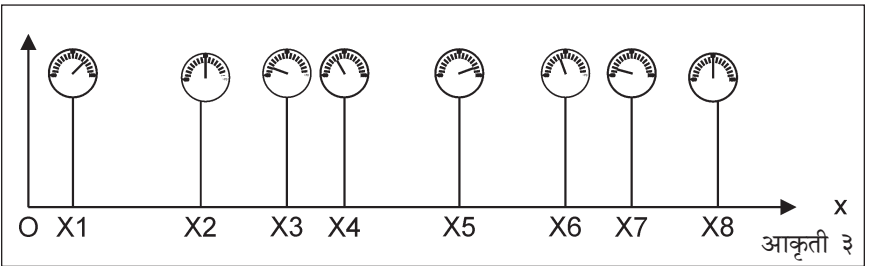


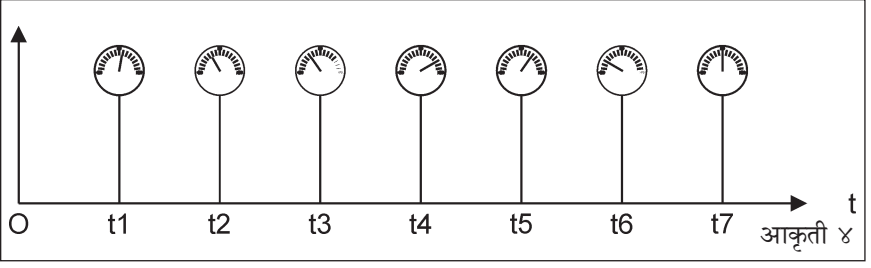
हवेचे रेणू एकमेकांच्या जास्त जवळ येतात तर कमी दाबाच्या विभागात ते एकमेकांपासून जास्त दूर जातात. आकृती १ मध्ये उभ्या रेषांमधील जास्त आणि कमी अंतराच्या साह्याने हे दाखविले आहे. आकृती २ मध्ये साइन फंक्शनच्या आलेखासोबत दाबबदलाचे विभाग दाखविले आहेत.

ध्वनीलहरींचे नेमके स्वरूप लक्षात येण्यासाठी अत्यंत महत्त्वाची दुसरी गोष्ट अशी की हवेच्या दाबातील बदल हा 'स्थल' आणि 'काल' या दोन्ही पातळ्यांवर होत असतो. याचा अर्थ असा की ध्वनीलहरी असलेल्या क्षेत्रात कोणत्याही एखाद्या क्षणी वेगवेगळ्या ठिकाणी हवेचा दाब वेगवेगळा असतो. त्याचप्रमाणे कोणत्याही एखाद्या ठिकाणी, वेगवेगळ्या वेळी तो वेगवेगळा

असतो. 'स्थल-काल' आणि 'दाबबदल' यांच्यातील नाते समजाऊन घेण्याचा आता आपण प्रयत्न करू.

अशी कल्पना करा की वाजणाच्या भांड्याच्या जवळपास वेगवेगळ्या ठिकाणी हवेचा दाब मोजणारी साधने ठेवलेली आहेत. या सर्व साधनांवरील दाबाची जर आपण 'एकाच वेळी' नोंद केली तर आपल्याला काय आढळेल? आपल्या असे लक्षात येईल की वेगवेगळ्या ठिकाणी दाब वेगवेगळा आहे. याचा अर्थ असा की कोणत्याही एका 'क्षणी' भांड्याभोवतालच्या 'वेगवेगळ्या ठिकाणी' हवेचा 'वेगवेगळा दाब' असतो. याला आपण 'स्थल सापेक्ष दाबबदल' असे म्हणू. आकृती ३ मध्ये हे अधिक स्पष्ट केले आहे. या आकृतीत ० या ठिकाणी भांडे असून अक्षावर



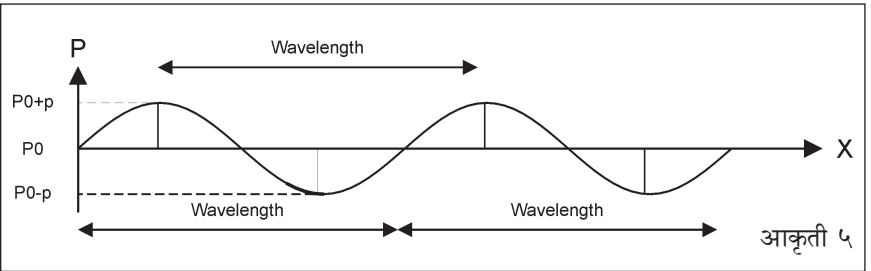


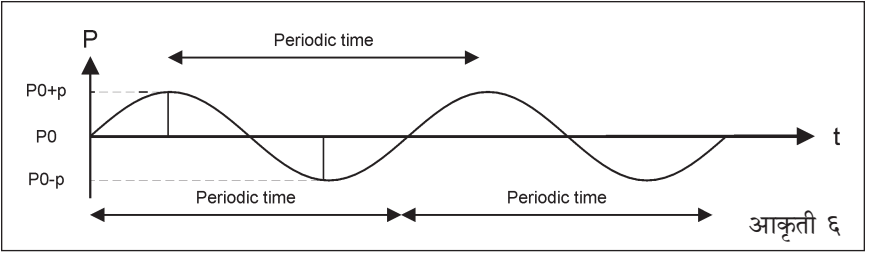
भांड्यापासून दाब मापकाचे अंतर (X1, X2, X3) दाखविलेले आहे. वेगवेगळ्या अंतरावर दाब मापकाची सुई वेगवेगळा दाब दाखविते.

आता असा विचार करा की वाजणाच्या भांड्याच्या जवळपास काही अंतरावर आपण हवेचा दाब मोजणारे एकच साधन ठेवले आहे आणि वेगवेगळ्या वेळी त्यावर दाखविलेला दाब आपण नोंदवत आहोत. या नोंदीवरून आपल्या असे लक्षात येईल की हवेचा दाब हा वेळेनुसार बदलत आहे. याचा अर्थ असा की कोणत्याही एका 'ठिकाणी' भांड्याभोवती 'वेगवेगळ्या वेळी' हवेचा 'वेगवेगळा दाब' असतो. याला आपण 'काल सापेक्ष दाबबदल' असे म्हणू. आकृती ४ मध्ये हे अधिक स्पष्ट केले आहे. या

आकृतीत ० या ठिकाणी भांडे असून अक्षावर वेळ दाखविलेली आहे. वेगवेगळ्या वेळी (t1, t2, t3)) दाब मापकाची सुई वेगवेगळा दाब दाखविते.

ध्वनीलहरी असलेल्या क्षेत्रात स्थानानुसार आणि कालसापेक्ष हवेचा दाब कसा बदलत जातो ते आकृती ५ आणि आकृती ६ मध्ये आलेखांच्या साह्याने दाखविले आहे. दोन्ही बाबतीत दाबबदल अत्यंत 'नियमित' असल्याचे तुमच्या लक्षात येईल. तुम्ही जर प्राथमिक त्रिकोणमिती शिकला असाल तर तुमच्या लक्षात येईल की दाबदलाचा आलेख हा साईन फंक्शन च्या आलेखासारखा आहे. निसर्गाचे वैशिष्ट्य असे आहे की निसर्गातील अनेक नियम किंवा 'नियमितता' गणिती सूत्रांच्या भाषेत मांडता येते.





हवेचा दाब स्थल आणि काल या नुसार कसा बदलत जातो ते खाली दिलेल्या दोन सूत्रात मांडता येते.

स्थानसापेक्ष दाबबदलाचे सूत्र

$$P(x) = PO \sin x$$

कालसापेक्ष दाबबदलाचे सूत्र

$$P(t) = PO \sin t$$

या सूत्रांमध्ये,

$P(x) = x$ या बिंदूपाशी असलेला

दाब

$P(t) = t$ या क्षणी असलेला दाब

$PO =$ सामान्य (वातावरणीय) दाब

वरील संकल्पना अधिक स्पष्ट

होण्यासाठी पाण्यावरील लाटांचे दृश्य

डोळ्यांसमोर आणा. या लाटांचे जर आपण

छायाचित्र घेतले म्हणजेच जर कोणताही एक

‘क्षण’ निवडला तर काय दिसते? वेगवेगळ्या

ठिकाणी पाण्याची पातळी वेगवेगळी दिसते.

तेच तर आपण लाटांवर एकाच ठिकाणी

लक्ष केंद्रित केले म्हणजेच एक ‘ठिकाण’

निश्चित केले तर पाण्याची पातळी क्षणोक्षणी

वरखाली होताना दिसते. ध्वनीलहरींमध्येही

हवेचा दाब याच पद्धतीने बदलत असतो.

आकृती ५ आणि ६ मधील दाबबदलाच्या आलेखांचे अधिक निरीक्षण केल्यास आणखी काही गोष्टी तुमच्या लक्षात येतील. काही विशिष्ट अंतरानंतर, तसेच काही विशिष्ट कालांतरानंतर दाबबदलाचे स्वरूप परत परत तसेच झालेले दिसते. या ‘विशिष्ट’ अंतराला ध्वनीलहरींची ‘तरंगलांबी’ तर या ‘विशिष्ट’ कालांतराला ध्वनीलहरींचा ‘आंदोलन काल’ असे म्हणतात. तरंगलांबीएवढ्या अंतरात दाबबदलाचे एक आवर्तन पूर्ण होते तर आंदोलन कालाएवढ्या कालातही दाबबदलाचे एक आवर्तन पूर्ण होते. थोडेफार गणित वापरून आपल्याला असे दाखविता येते की जास्त (किंवा कमी) दाबाचा पट्टा एक आंदोलन कालाच्या अवधित तरंगलांबीएवढ्या अंतराने पुढे सरकतो. याचाच दुसरा अर्थ असा की, तरंगवेग = तरंगलांबी / आंदोलनकाल.

भांड्याची कड मागेपुढे हलत असल्यानेच आजुबाजूच्या हवेत दाबबदल होत असतो. अर्थात भांड्याच्या कडेचे जेवढ्या वेळात एक आवर्तन पूर्ण होते तेवढ्याच वेळात दाबबदलाचे ही एक

आवर्तन पूर्ण होते म्हणजेच भांड्याच्या आंदोलनांचा आवर्तन काल आणि दाबबदलाचा आवर्तन काल सारखेच असतात. भांड्याच्या कंपनीचे एक आवर्तन पूर्ण होण्यास जर आंदोलकाला एवढा वेळ लागत असेल तर एका सेकंदात भांड्याची किती कंपनी होतील? साधे त्रैशिक वापरून ही संख्या १ भागिले आंदोलनकाल इतकी येईल हे उघड आहे. या संख्येलाच कंपनीसंख्या असे म्हणतात.

ठोका मारून भांड्याला आपण जी ऊर्जा पुरवितो ती भांड्याच्या कंपनीमार्फत

आजुबाजूच्या हवेत तरंगांमार्फत वितरीत होते. पुरविलेली क्षणिक ऊर्जा भांड्याच्या कंपनीच्या अनेक आवर्तनात विभागली जाऊन थोडी थोडी आसपासच्या हवेत विलीन होते. प्रत्येक आवर्तनानंतर भांड्याची आंदोलने क्षीण होत जाऊन अखेरीस थांबतात आणि आवाज बंद होतो.

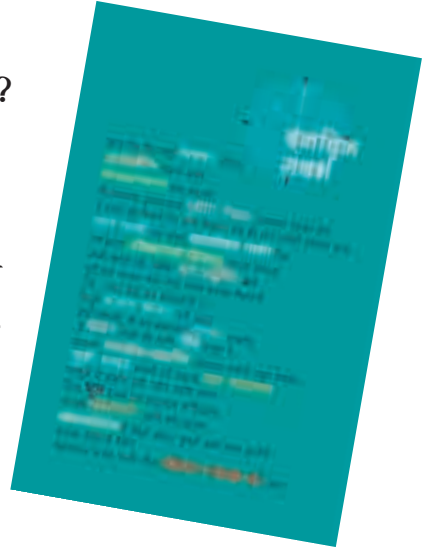


लेखक : अतुल फडके, भौतिकशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक. संगीतातील आणि बासरीतील विज्ञान या विषयी संशोधन करत आहेत.

E-mail : atulbphadke@gmail.com

दैनंदिन संदर्भ हे पुस्तक पाहिलेत ना ?

आपल्या सुहृदांना भेट देण्यासाठी
उत्तम पुस्तक किंमत रु. १००/-



रोजच्या आयुष्यातल्या ठळक गोष्टींमागचं
विज्ञान माहीत असायला हवं म्हणून !

सर रतन टाटा ट्रस्ट यांच्या अनुदानातून हे पुस्तक प्रकाशित केले आहे.

भारतीय चित्रकला

(सन १९०० ते १९५६)

लेखक : राम थत्ते

एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात राजा रविवर्मा यांनी चित्रकलेमध्ये एक वेगळीच शैली निर्माण केली. पण नंतर मात्र भारतीय कला जगतात एक प्रकारची पोकळी निर्माण झाली. ती भरून काढण्यासाठी बंगालच्या कलकत्ता महाविद्यालयाची स्थापना झाली. तसंच इसवी सन १८५७ मध्ये मुंबईत सर जे. जे. कलाविद्यालयाची स्थापना झाली. त्यामुळे कला विश्वात एक निराळा प्रवाह सुरू झाला. ह्या महाविद्यालयाने पश्चिम भारतात पाश्चात्य शिक्षण पद्धती सुरू केली. त्यामध्ये व्यक्तिचित्रण, स्तब्धचित्रण, परस्पेक्टिव्ह, अॅनाटॉमी हे प्रकार सुरू झाले.

१९३४-३५ मध्ये व्यावसायिक कला शिक्षणाचे (कमर्शियल आर्ट) वर्ग सुरू झाले. त्यात वर्तमानपत्रातील कॉलमसाठी जाहिराती, लेटरहेड्स, मोठमोठी पोस्टर्स तयार करणे हे शिकविण्याची सुरुवात झाली. त्यामुळे

कलावंतांना एक नवीन दृष्टी मिळाली.

काही काळानंतर पाश्चात्य शैली बरोबरच पारंपरिक भारतीय चित्रकला सुरू झाली. मुंबई घराण्याच्या सुरुवातीला कोल्हापूरचे आबालाल रहेमान हे अत्यंत नावाजलेले कलाकार होते. पाश्चात्य चित्रकलेचा पगडा असणारे काही चित्रकार होते. पाश्चात्य कलेच्या अभ्यासात रावसाहेब धुरंधर यांचे नाव आवर्जून घेतले पाहिजे. भारतीय पुराणे व इतिहास ह्यांचे पाश्चात्य शैलीत नाट्यात्म चित्रण करणे ही त्यांची खासियत होती.

त्याचप्रमाणे श्री. करमरकर ह्यांचा



शिल्पकार : करमरकर

शिल्पकलेचा अभ्यास खूपच दांडगा व वास्तववादी होता. अलिबाग येथील सासवणे गावातील त्यांच्या म्युझियममध्ये त्यांची सर्व शिल्पे पहावयास मिळतात. त्यांचे पुणे येथील शिवाजी प्रिपरेटरी स्कूलच्या प्रांगणातील अश्वारूढ शिवाज महाराजांचे शिल्प अप्रतिम असे आहे. भारतीय पुराणे व इतिहास ह्यांतील निवडक प्रसंग घेऊन पाश्चात्य शैलीत त्यांचे चित्रण करणे हा त्यांचा हातखंडा होता.

त्याच वेळी पाश्चात्य शैलीपासून दूर होऊन भारतीय कलाशैलीचा पारंपरिक वारसा चालविण्याचे व्रत घेतलेले काही चित्रकार होते. त्यातील काही सुप्रसिद्ध चित्रकारांची माहिती घेऊ.

श्री. जगन्नाथ अहिवासी - यांचे उच्च शिक्षण सर जे. जे. कला-महाविद्यालयामध्ये झाले. पाश्चिमात्य पद्धतीचे कला शिक्षण त्यांना मिळाले. ग्लॅडस्टन सॉलोमन ह्यांच्या प्रेरणेने त्यांनी भारतीय चित्रकलेचा परिश्रमपूर्वक अभ्यास केला. मुंबई शैली म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या शैलीमध्ये त्यांनी आपली चित्रकला जोपासली. मुंबई येथील सर. जे. जे. कलामहाविद्यालयात त्यांनी भारतीय चित्रकलेच्या वर्गाचे कित्येक वर्षे काम सांभाळले. सर जे. जे. कलामहाविद्यालयातून निवृत्त झाल्यानंतर त्यांनी बनारस हिंदू विद्यापीठाच्या कला विद्यालयाचे प्रमुख म्हणून काम पाहिले.



चित्रकार : जगन्नाथ अहिवासी

भारतीय चित्रकलेच्या निर्मितीला सर्वश्री रविशंकर रावळ, रसिकलाल पारेख, यज्ञेश्वर शुक्ल, नगरकर, धोपेश्वरकर यांनी मोठ्या प्रमाणात हातभार लावला. सर जे. जे. कलामहाविद्यालयाचे डायरेक्टर मि. जे. जे. ह्यांच्या पाश्चात्य नवकलेचे युग सुरू झाल्यानंतर साहजिकच बंगाल व मुंबई येथील भारतीय चित्रकलेचे प्रयत्न थिटे पडले.

आबालाल रहेमान (इ.स. १८५६-१९३१) - हे कोल्हापूर संस्थानच्या आश्रयास होते. त्यांनी निसर्गचित्र, पेन्सिल स्केचेस, शोर्टिंग्ज, फींगर पेंटिंग, पोर्ट्रेट इ. अनेक चित्रप्रकार उत्कृष्टपणे हाताळले. १८९७ साली कोल्हापूर येथे महाराजांचे पोर्ट्रेट करण्यासाठी एक परदेशी चित्रकार आला होता. तेव्हा कुणीतरी महाराजांना म्हणाले



चित्रकार : आबालाल रहेमान

स्कूलमध्ये ड्रॉईंग टीचर म्हणून देखील त्यांनी काम केले. त्यांच्या हयातीत त्यांनी २०००० छोटी छोटी चित्रे काढली आहेत.

**शिल्पकार
गणपतराव म्हात्रे
(१८७६-१९४७)
गणपतरावांना
लहानपणी आईने**

की, 'महाराज, आपल्या येथील एक मुलगा मुंबईला शिकून चित्रकार झालेला असताना आपण चित्रकार बाहेरून का आणावयाचे?'

महाराजांचे दूत त्याला घेऊन येण्यासाठी त्याच्या घरी गेले. परंतु तो चार-पाच वर्षांपासून घरातून निघून गेला होता व कोटितीर्थांच्या जंगलात एका फकिराच्याबरोबर फिरत होता. शोध करून त्याला महाराजांची आज्ञा कळवली पण त्यावेळी त्याने नाही म्हणून सांगितलं. महाराजांना कुणीही नकार दिलेला आवडत नसे. तेव्हा त्या चित्रकाराला कैद करून महाराजांसमोर उभे करण्यात आले. तो चित्रकार म्हणजेच आबालाल रहेमान! त्यांच्याबरोबर असलेली चित्रे, ड्रॉईंग वगैरे बघून तर तो युरोपियन चित्रकार स्तिमितच झाला. त्याने महाराजांपाशी आबालालचे खूप कौतुक केल्यामुळे त्यांची दरबारचे चित्रकार म्हणून नेमणूक झाली. तेथील टेक्निकल

मातीची खेळणी बनवायला शिकवले आणि त्यातून कलेची आवड निर्माण झाली. नंतर १८९१ साली ते सर जे. जे. कला महाविद्यालयातून मॉडेलिंगच्या परीक्षेत प्रथम क्रमांकाने उत्तीर्ण झाले. त्यांच्या 'पार्वतीशबरी' ह्या शिल्पास दिल्ली दरबार प्रदर्शनात सुवर्णपदक मिळाले. शिकागो येथील आंतरराष्ट्रीय प्रदर्शनात त्यांच्या शिल्पाचा खूपच गौरव झाला. त्यामुळे नंतर भारतीय संस्थानिकांकडून त्यांना खूपच कामे मिळाली. त्यांनी ब्राँझच्या पूर्णाकार शिल्पकृती बनवल्या. ही नवीन परंपरा त्यांनीच सुरू केली. कोल्हापूरचे राजपुत्र शिवाजीराव ह्यांचा ब्राँझचा अश्वारूढ भव्य पुतळा त्यांनी केला आहे. ते सर्व काम त्यांनी आपल्या स्टुडिओतच केले. मुंबईतील न्यायमूर्ती रानडे, म्हैसूर व ग्वाल्हेरचे संस्थानिक, अहमदाबाद येथील क्वीन व्हिक्टोरिया असे त्यांनी जवळजवळ दीडशे पुतळे केले. शास्त्रशुद्ध



प्रतापगडावरील शिवाजीमहाराजांचा पुतळा
शिल्पकार : आर.पी. कामत

काटेकोरपणे केलेल्या शिल्पकलेतील कामांमुळे त्यांना सरकारकडून रावबहादूर असा किताब मिळाला.

सर जे. जे. कलामहाविद्यालयामध्ये आजही उभी असलेली त्यांची 'मंदिरगामिनी' ही पूर्ण आकाराची शिल्पाकृती बघत असताना आजही आपण थक्क होतो. ३० एप्रिल १९४७ रोजी त्यांचे निधन झाले.

मिळाले. ते मुंबईला परत आले. त्यांना आल्याबरोबर ताबडतोब लक्ष्मी बँकेवर उभारण्यासाठी ब्रॉझची १८ फूट उभ्या लक्ष्मीची ऑर्डर मिळाली. गोव्यामध्ये त्यांची बरीच शिल्पे आहेत. प्रतापगडावरील अश्वारूढ शिवाजीचा पुतळाही त्यांनीच बनवलेला आहे. ज्या गडावर माणूस सहजासहजी चढू शकत नसे तेथे अखंड

दीपावली शुभेच्छा !

हाथ - पॉवर वलॅम्प्स प्रा. लि.

८, नारायणी, ४ए/३४, मेहेंदळे गॅरेजजवळ,
एरंडवणे, पुणे - ४११ ००४

पुतळा नेणे शक्यच नव्हते, म्हणून त्यांनी सर्व पुतळा वेगवेगळ्या भागात बनवला. घोड्याचे तोंड, शोपूट, पाय तसेच शिवाजी महाराजांचे कंबरेपर्यंतचे शरीर, पाय, हात असे सर्व भाग प्रतापगडावर नेण्यात आले व तिथे वेल्डींग करून जोडले गेले.

श्री. पानसरे - दुसरे त्याचवेळचे शिल्पकार श्री. पानसरे यांचे नवीन भारतीय शिल्पाचे दगडामधील काम आजही आपण राजाबाई टॉवर समोरील न्यू इंडिया अँशुअरन्स बिल्डिंगवर बघू शकता. (चित्र : कव्हर २ वर) तेथे तीन मजली उंच दोन भव्य मूर्ती व स्तंभावरील अग्नि, वायू, पृथ्वी, आप ही पंचतत्त्वे, दोन स्तंभावरील शेतकरी व उफणणी करणाऱ्या स्त्रीची भव्य अशी शिल्पे कोरलेली आहेत. शिवाजी महाराजांचा आशियातील सर्वात मोठा अश्वारूढ पुतळा (शिवाजी पार्क) त्यांनी घडवला. ह्याशिवाय त्यांचे विशेष नोंद घेण्यासारखे काम म्हणजे फिल्मफेअर अॅवार्डची क्लेअरची मूर्ती. (पूर्वी टाईम्स ऑफ इंडियाच्या सिनेमा परिक्षणाचे काम क्लेअर मिरांडा बघावयाची. तिचे अकाली निधन झाल्यामुळे सुरुवातीस ते



अॅवार्ड क्लेअर अॅवार्ड म्हणून प्रसिद्ध होते नंतर ते फिल्मफेअर अॅवार्ड म्हणून प्रसिद्ध झाले.)

इतर कलाकार - ह्या मुंबईच्या शिल्पकारांशिवाय बंगालचे बडोद्याच्या स्कूल ऑफ आर्टच्या शिल्पकलेचे प्रमुख शंखो चौधरी, व मद्रास येथील स्कूल ऑफ आर्टचे प्रमुख देवीप्रसाद राय हे पण प्रसिद्ध होते. पाटणा येथील विद्यार्थ्यांचे समूह शिल्प हे त्यांचेच शिल्प.

बडोदा येथील आर्टस्कूलचे पेंटिंग डिपार्टमेंट सांभाळणारे श्री. एन.एस. बेंद्रे हे त्या दृष्टीने आधुनिकतेकडे वळणारे चित्रकार. त्यांची लँडस्केपस् व काँपोझिशनसही आधुनिक भारतीय चित्रकलेची प्रतीक म्हणून ओळखली जातात.

ह्या काही भारतीय चित्रकारांनी आपापल्या शैलीमध्ये कामे केली परंतु नंतरच्या काळात पाश्चात्य जगात सुरू झालेल्या नवचित्रकलेने भारतीय चित्रकार पण पारंपरिक पद्धती सोडून नवचित्रकलेकडे जोमाने वळले. तो भाग, भारतीय कलाइतिहासाचा शेवटचा लेखांक पुढील अंकात येईल.



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

अरेच्या, हे असं आहे तर!

लेखक : शशी बेडेकर

विज्ञानाचा जन्मच मुळी मानवाच्या कुतूहलातून झालेला आहे. निसर्गात त्याच्या अवतीभवती घडणाऱ्या घटनांचा अर्थ लावण्यासाठी त्याला प्रश्न पडले, मनात शंका उभ्या राहिल्या आणि त्या प्रश्नांची उत्तर शोधण्याच्या प्रयत्नातच आजच्या प्रचंड मोठ्या प्रमाणात विस्तारलेल्या विज्ञान वृक्षाची मूळबीजं होती.

ही उत्तरं शोधताना काहीवेळा गंमत व्हायची. त्या प्रश्न पडलेल्या माणसाला बनवायचा असायचा गणपती पण मूर्ती तयार व्हायला लागली की ती मारुतीसारखी दिसायची! एका निश्चित प्रश्नाच्या उत्तरासाठी प्रयोग करून, सगळ्या नोंदी निरीक्षणं लिहून, काढलेल्या निष्कर्षांमधून काही वेगळंच हाती लागायचं.

थोडक्यात काय तर त्यांचा प्रयोग फसायचा. पण त्यावरून निराळ्याच प्रश्नाचे उत्तरही त्यांना मिळायचे.

विज्ञानात लागलेले बरेचसे शोध हे असेच अचानक लागलेले आहेत. उदा. पेनिसिलीन, क्ष किरण, काच, निरनिराळी रासायनिक द्रव्यं, आम्ले इत्यादी.

एकदा सातवीच्या मुलांशी विज्ञानाबद्दल गप्पा मारता मारता मुलांना मी प्रश्न विचारला - विज्ञान म्हणजे काय?

पूर्ण वर्ग एकदम गप्प झाला. खरंतर मुलं दुसरी तिसरी पासून विज्ञान विषय शिकत होती. आता ती सातवीत होती. पण कुठल्याच पुस्तकात विज्ञान म्हणजे काय ह्या प्रश्नाचं उत्तर नव्हतं. एक मुलगी उभी राहिली आणि म्हणाली, सर जे ज्ञान नाही ते विज्ञान

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

हा एक जादूचा चौरस आहे. असे अनेक चौरस तुम्ही पाहिले असतील. पण हा चौरस थोर भारतीय गणितज्ञ श्रीनिवास रामानुजन यांनी तयार केला आहे. तुम्हाला वाटेल यात जादू काय? पुढे वाचा.

म्हणजे ज्ञानाच्या उलट विज्ञान, म्हणजे ज्ञानाच्या विरुद्ध अर्थी शब्द विज्ञान. आता हे उत्तर ऐकून गप्प व्हायची वेळ माझ्यावर आली. मला ह्या उत्तराचा काही संदर्भच लागेना.

शेवटी 'एका विशिष्ट पद्धतीने गोळा केलेले, विशिष्ट घटना, वस्तू ह्यांच्या गुणधर्मांबद्दलचे एकत्रित ज्ञान म्हणजे विज्ञान' असा त्यांना विज्ञानाचा अर्थ सांगितला.

गणित आणि विज्ञान हे एकमेकांच्या हातात हात घालून पुढे जाणारे विषय आहेत. अतिशय सोपे, रंजक, मजेशीर. रशियातील थोर विचारवंत आणि एक विज्ञान शिक्षक याकोव्ह इसाडोरोविच पेरेलमन यांनी हे दाखवून दिलं आहे. पेरेलमनचा जन्म बायलोस्को ह्या शहरात १८८२ साली झाला. आता हे शहर पोलंड मध्ये आहे.

१९०९ मध्ये सेंट पीटर्सबर्ग फॉरेस्ट्री इन्स्टिट्यूटमधून डिप्लोमा घेतल्यावर त्याने मुलांसाठी म्हणून Physics for Entertainment हे पुस्तक १९१३ साली लिहिले.



याकोव्ह इसाडोरोविच पेरेलमन

ह्या पुस्तकातील माहिती, विविध उदाहरणे, चित्रे आकृत्या, स्पष्टीकरणे हे इतक्या आगळ्या वेगळ्या प्रकारे, सोप्या भाषेत लिहिली होती की एखाद्या उत्कंठावर्धक कादंबरीप्रमाणे ह्या पुस्तकाचे वाचन मुले आणि प्रौढ करू लागले. जणू एक मोठी लाटच ह्या पुस्तकाने समाजात आणली. ह्या पुस्तकाच्या ११व्या

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

या चौरसातील प्रत्येक आडव्या रांगेमधील अंकांची बेरीज येते १३९...

आवृत्तीच्या प्रस्तावनेत या. इ. पेरेलमन लिहितात -

‘फिजिक्स फॉर एन्टस्टेन्मेंट या पुस्तकामागे वाचकाच्या वैज्ञानिक कल्पनाशक्तीला चालना मिळावी हाच उद्देश आहे. त्याचा प्रत्येक गोंष्टीकडे बघण्याचा दृष्टिकोन बदलणे, त्याच्या विज्ञानविषयक संकल्पना स्पष्ट करून रोजच्या जीवनातील विविध अनुभवांशी त्याची सांगड घालायला शिकवणे या हेतूने हे लेख लिहिले आहेत.’

या इ. पेरेलमनने विज्ञान, अंकगणित, बीजगणित, भूमिती, खगोलशास्त्र अशा अनेक विषयावर सगळ्यांना समजतील, कळतील आणि आवडतील अशा भाषेत पुस्तके लिहिली. जगातल्या बहुतेक भाषांमधे ह्या पुस्तकांची भाषांतरे झालेली आहेत. काही पुस्तकांचे मराठीतही भाषांतर झालेले आहे.

त्यातील Physics can be fun ह्या पुस्तकातील काही भाग आपण आजच्या भागात पाहणार आहोत.



तुम्ही सगळे कधी कधी खुर्चीवर बसता आणि कोणी उठ म्हटलं तर उठूही शकता. आणि हे सगळं तुम्ही सहज करू शकता. हो की नाही ?

पण जर मी सांगितल्याप्रमाणे खुर्चीवर बसलात आणि मी सांगितल्याप्रमाणे उठायला सांगितलं तर... माझी खात्री आहे तुम्हाला खुर्चीवरून उठता येणारच नाही. (नाही मी तुमचे हात खुर्चीला बांधणार नाहीये) अगदी तुम्ही कितीही प्रयत्न केलात तरी नाही उठता येणार.

तुम्ही आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

या चौरसातील प्रत्येक उभ्या ओळीतील अंकांची बेरीज १३९....

खुर्चीवर बसा. तुमचे दोन्ही पाय पुढे जमिनीला टेकलेले, पाठ आणि कोपर खुर्चीच्या पाठीला स्पर्श करून ठेवा. आता हात न हलवता, पुढे न वाकता किंवा पाय खुर्चीच्या पायांत मागे न घेता उठा-अगदी आरामात उठा. तुम्हाला काही कळणारच नाही की तुम्हाला का उठता येत नाहीये? तुम्ही स्थिर अवस्थेत आहात, एखाद्या पुतळ्याप्रमाणे. तुम्हाला जर उभं रहायचं असेल, उठायचं असेल तर तुम्हाला तुमच्या शरीराच्या कोणत्या क्रिया कराव्या लागतील... हे उठून उभं राहताना लक्षात घ्या, वाटलं तर परत एकदा बसून उठा म्हणजे कोणत्या क्रिया झाल्या ते लक्षात येईल. (तुम्ही पाय खुर्चीच्या खाली घेतले असणार किंवा पुढे वाकला असाल)

आता यातलं विज्ञान जाणून घ्यायचा प्रयत्न करू. कोणतीही वस्तू स्थिर उभी केव्हा राहू शकते? जेव्हा तिच्या गुरुत्वमध्यापासून काढलेला लंब हा त्या वस्तूच्या पायातून (Base) जातो, तेव्हा ती वस्तू स्थिर उभी रहाते आणि जेव्हा हा लंब पायाच्या बाहेर पडतो तेव्हा ती वस्तू स्थिर उभी न राहता



कलंडते, पडते. तसंच माणसाचं आहे. माणसाचा गुरुत्वमध्य साधारणपणे त्याच्या बेंबीपाशी असतो. तेथून काढलेला लंब जेव्हा दोन्ही पायामध्ये पडत असतो, तोपर्यंत माणूस स्थिर उभा राहू शकतो आणि ज्यावेळी हा लंब पायाच्या बाहेर जातो तेव्हा तो माणूस पडतो, आडवा होतो.

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

या चौरसातील कर्ण रेषेवर असलेल्या अंकांची बेरीज १३९.....

पिसा आणि बोलोग्रा येथे असलेले कलते मनोरे त्यांच्या गुरुत्वमध्यातून टाकलेले लंब पायातून जात असल्याने अजून उभे आहेत.

दोन पावलांवर आपण उभं असताना दोन पायांतील अंतर जास्त असेल तर पायाचे क्षेत्र वाढतं त्यामुळे आपल्या शरीराला स्थिरता येते.

याच कारणासाठी बस कंडक्टर नेहमी दोन पायात अंतर ठेवून उभे राहतात आणि चालत्या बसमध्ये सहज पैसे घेऊन तिकीट देऊ शकतात.

रस्त्यावर काठ्यांवर बांधलेल्या जाड दोरावरून चालताना डोंबारी आपल्या हातात आडवा बांबू धरतो आणि बांबू खालीवर करून शरीर अधिक बांबू यांच्या गुरुत्वमध्यापासूनचा लंब पायातूनच घालवत असतो. त्यामुळे डोंबारी त्या दोरखंडावरून चालत जाऊ शकतो.

आता खुर्चीतून तुम्हाला का उठता येत नाही ह्या प्रश्नाकडे वळू. माणसाला

उभं राहता येण्यासाठी गुरुत्वमध्यापासूनचा टाकलेला लंब हा पायांनी व्यापलेल्या क्षेत्रातूनच जाणं आवश्यक असतं. तुम्ही जेव्हा खुर्चीत बसलेले असता तेव्हा हा लंब पायाच्या पाठीमागे तुमच्या पाठीच्या कण्याच्या रेषेत असतो. त्यामुळे कुठलीही हालचाल न करता तो लंब पायाच्या क्षेत्रात येत नसल्याने तुम्हालाच काय पण जगातल्या कुणालाही उठता येणार नाही.

त्यामुळेच तुम्हाला खुर्चीतून उठायचे असल्यास तुम्ही पुढे वाकता ज्यामुळे गुरुत्वमध्यापासूनचा लंब तुमच्या पायात येतो किंवा उठताना पाय तरी मागे घेतो म्हणजे ती लंबरेषा पायाच्या क्षेत्रात येते आणि तुम्ही खुर्चीतून उठता. आता तुम्हाला वाटेल अरेच्चा! हे असं आहे तर!



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

लेखक : शशी बेडेकर, निवृत्त मुख्याध्यापक,

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

चारी कोपऱ्यातील रंगीत चौकोनातील अंकांची बेरीज करून पाहिलीत का? ती सुद्धा १३९....

जैवविविधता म्हणजे काय?

लेखक : विलास गोगटे

सध्या वर्षातून एक दिवस विशेष दिवस म्हणून पाळण्याची प्रथा प्रचलित झाली आहे. कधी फ्रेंडशिप डे, कधी मदर्स डे, कधी जागतिक पर्यावरण दिवस, ओझोन डे, वन्यजीव दिवस तसाच एक म्हणजे २२ मे हा जागतिक जैवविविधता दिवस. सध्या पर्यावरण संरक्षणाला अधिक महत्त्व दिले जात असल्याने हा दिवस शाळा-शाळांतून राबविला जातो. आम्हां शिक्षकांसाठी एक नवी जबाबदारी.

अशा दिवसांचे पालन म्हणजे काही कार्यक्रम आखणे ओघाने आलेच. त्यावर सोपा व सरळ मार्ग म्हणजे त्यावर निबंध अथवा वक्तृत्व स्पर्धा आयोजित करणे. कारण विद्यार्थी आपल्या पालकांच्या मदतीने विषयाची तयारी करून घेतात आणि शिक्षकांची डोकेदुखी कमी होते.

पण मी मात्र थोडा वेगळाच विचार केला. वर्गातच ह्या विषयावर संवाद साधला तर त्याचा लाभ सर्वांनाच होणार होता. खरं तर असे दिवस पाळण्याच्या मागे त्या त्या विषयावर जनजागृती व्हावी हाच उद्देश असतो.

म्हणून मी २१ मे च्या दिवशी शेवटचा तास त्यासाठी राखून ठेवला. मुळात जैवविविधता म्हणजे काय? व त्याबद्दल मुलांना किती माहिती आहे हे जाणून घेणे आवश्यक असल्याने माझा पहिला प्रश्न होता 'जैवविविधता म्हणजे काय?' माझ्या प्रश्नाला उत्तर आले ते माहित असलेल्या सर्व प्राण्यांच्या सूचीच्या रूपात. तसं पाहिलं तर यात मुलांची चूक नव्हती. कारण सर्व सामान्यांच्या मनात जैवविविधता म्हणजे विविध प्राणी असंच आहे. पण खऱ्या अर्थाने

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

आणि या समोरासमोरील सारख्या रंगाच्या चौकोनातील अंकांची बेरीज सुद्धा १३९.... ?

म्हणाले की आपल्या देशात वेगवेगळ्या जातीधर्माचे लोक राहतात. वेगवेगळे पोशाख घालतात तसेच काही असते का? मी त्यांना जरा सविस्तरच सांगायचं ठरवलं

‘आपल्या देशाचा विस्तार पाहता हा एक उप-महाद्वीप म्हणूनच ओळखला जातो. उत्तरेस उत्तुंग हिमालय पर्वत, इथे बराचसा भाग बर्फाच्छादित असतो, पश्चिमेस थर वाळवंट. इथे पाण्याचा अभाव व अत्यंत गरम वातावरण, पूर्व-पश्चिमेला हजारो कि.मी. लांबीचा समुद्र किनारा, देशात सह्याद्री, सातपुडा, अरवली व विंध्याद्री पर्वत रागांनी विभागलेला प्रदेश व ह्या सर्व दऱ्या-खोऱ्यातून वाहणाऱ्या असंख्य नद्या, सरोवरे अन् तलाव.

समुद्र किनाऱ्याला लागून दलदली भागांत वाढणारी खारफुटीची वने तर पूर्वोत्तर भारतात सतत पाऊस असल्याने तिथे



सदाहरित पावसाळी वने. दक्षिणेकडे विषुवृत्तीय सदाहरित वने तर मध्यभागात असणारी पानझडीची वने व गवताळ कुरणे. ह्या भिन्न भिन्न परिस्थितीत वास्तव असणारी परिपूर्ण जैवविविधता हीच आपल्या देशाची खरी ओळख.

बर्फाच्छादित हिमालयाच्या थंड व खडतर वातावरणास पूरक असणारे जीवच येथे तग धरू शकतात. म्हणूनच येथे वास्तव्य करणाऱ्या प्राण्यांमध्ये थंडीपासून वाचवण्यासाठी अनेक प्रकारचे अनुकूलन झालेले दिसते. तसंच वनस्पतींच्या पानांचा

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

हे वेगवेगळ्या रंगाचे दोन चौरस पहा. प्रत्येक चौरसातील अंकांची बेरीज १३९ येते.

आकार व त्यात झालेले बदल त्यांना नवी ओळख प्राप्त करून देतात. भूगोलाच्या पुस्तकात तुम्ही हिमालयातले प्राणी आणि वनस्पती यांच्याबद्दल वाचले असेलच.



मुलांना ऐकताना उत्सुकता वाटत होती. हे पाहून मी पुढे म्हणालो -

थर वाळवंट म्हणजे अतिशुष्क प्रदेश. प्राणी नसल्यात जमा व दिवसा भयंकर उकाडा तर रात्री तितकंच थंड. तिथे कोणताही सजीव जिवंत राहणे कठीणच असते. पण अशा कठीण परिस्थितीवर मात करून जगण्याची कला आत्मसात करणारे प्राणी व वनस्पती तिथे दिसतात.

खारफुटीच्या वनात भरती-ओहोटी प्रमाणे खाऱ्या पाण्याची पातळी सतत बदलते. येथे खाऱ्या पाण्यात अधिक असलेले क्षारांचे प्रमाण खऱ्या अर्थाने येथे वास्तव्य करणाऱ्या सजीवांसमोर एक फार

मोठे आव्हान असते. पण अत्यंत कुशलतेने त्यावर उपाय शोधून प्राणी तिथे वस्ती करतात.

डोंगर उतारावरून वेगाने धावणाऱ्या नद्या, नाले मैदानी प्रदेशात येताच संथ होतात. दोन्हीकडे पाण्यात जीवन जगण्याची कला अवगत असूनसुद्धा प्रचंड प्रवाहाला टक्कर देणारेच. डोंगर उतारावर वाहत्या पाण्यांत टिकू शकतात. तर संथ-खोल पाण्यात तग धरण्यासाठी तिथल्या प्राण्यांमध्ये वेगळे बदल झालेले दिसतात.

तसाच काहीसा प्रकार समुद्र

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

मधल्या चौरसातील अंकांची बेरीजही १३९.... गंमत आहे ना ?

किनाऱ्यावर दिसून येतो. खडकाळ समुद्र किनारा म्हणजे सतत लाटांचे तडाखे. पण त्यावर मात करण्याची क्षमता असणारे जीवच तिथे वास्तव्य करतात. सपाट वाळूच्या किनाऱ्यावर पण भरती-ओहोटीमुळे जास्त पाण्याची पातळी तिथल्या जीवसृष्टीच्या दृष्टीने एक वेगळे आव्हान असते. गवताळ कुरणे, सदाहरित वर्षावने अथवा पानगळीची वने असोत प्रत्येक ठिकाणाचे आपले स्वतःचे असे वैशिष्ट्य असते. तेथे वास्तव्य करण्यासाठी सजीवांमध्ये जे बदल घडतात, त्यामुळे जैवविविधता निर्माण होते. आज आपल्याला दिसणारी सर्व जैवविविधता ही परिस्थिती पूरक अशा प्रयोगातून व हेतूपूरक घडविलेल्या बदलातूनच निर्माण झाली. म्हणूनच जैवविविधतेचा पहिला प्रकार हा परिस्थिती तंत्रावर आधारित असा मानला जातो.



मुलं आता लक्ष देऊन ऐकू लागली.

त्यांना या विषयात रस वाटतोय हे पाहून मला बरं वाटलं. मी पुढे म्हणतो -

प्रजाती म्हणजे अनुकीय गुणांच्या साहाय्याने त्यांच्या सारख्या जीवांना जन्म देण्यास सक्षम असणारे सजीव. हे नवनिर्मित जीव त्यांच्या जन्मदात्यांचा वंश पुढे नेतात. उदाहरणार्थ सर्व प्राणी, वेगवेगळ्या वनस्पती.

हिमालयात खडतर चढ-उतारावर सामानाची ने-आण करण्यासाठी वापरात असणारा 'खेचर' हा प्राणी नैसर्गिक नाही

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

चौरसाचे चार समान भाग केले तरीही प्रत्येक भागातल्या चौकोनातील अंकांची बेरीज १३९ येते. कसं काय?

तर संकरित आहे. घोडा व गाढवाच्या संकरातून निर्माण केलेला हा प्राणी यामध्ये जन्मदात्या दोन्ही प्राण्यांचे गुणधर्म असले तरी हा प्राणी त्याच्यासारख्या प्राण्यांना जन्म देण्यास असमर्थ असतो. म्हणून जैवविविधतेत ह्या प्राण्याला महत्त्व नाही. म्हणूनच प्रजाती तत्त्वावर आधारित जैवविविधता हा दुसरा प्रकार मानला जातो व त्याचबरोबर प्रत्येक प्रजातीचे संवर्धन व संरक्षण महत्त्वाचे ठरते.

मानवाचा इतिहास हजारो वर्षांचा आहे. ह्या काळात मानवाने असंख्य वनस्पती व प्राण्यांना माणसाळवले. एके काळचे हे वन्यजीव मानवाबरोबर वेगवेगळ्या ठिकाणी पोहोचले. बदलत्या वातावरणात अनुरूप असे बदल त्यांच्यात घडत गेले. हे बदल पुढच्या पिढीमध्ये संक्रमित झाले व त्यातूनच वेगवेगळे गुणधर्म असलेल्या वाणांची उत्पत्ती झाली. भात हा मूलतः पाणगवताचा प्रकार. पण त्याचे महत्त्व जाणून मानवाने ह्या पाण गवताला सदैव जवळ बाळगले. भातामध्ये वेगवेगळ्या वातावरणात पूरक असे बदल घडत गेले व त्यातूनच

आज जवळ जवळ एक लक्ष प्रकारची भात वाणे दिसून येतात. प्रत्येक वाणाचे आपले स्वतःची अशी वैशिष्ट्य आहेत. रंग, रूप, चव, रोगराईवर मात करण्याची क्षमता, पाण्याविना अथवा कमी पाण्यात जगण्याची क्षमता अथवा अवघ्या ८० दिवसापासून २८० दिवसात पीक तयार करण्याची क्षमता अशी विविधता आढळते.

फक्त भातच नव्हे तर सर्व अन्नधान्याचे प्रकार, फळ-भाज्या व असंख्य उपयोगी वनस्पतींच्या प्रत्येक वाणाची संपूर्ण माहिती असणे आपल्या दृष्टीने अत्यंत महत्त्वाचे आहे. म्हणूनच जैवविविधतेचा तिसरा प्रकार हा जनुकीय तत्त्वावर आधारित असा मानला जातो व प्रत्येक प्रजातीच्या वेगवेगळ्या वाणांना महत्त्व प्राप्त होते.

मुलांच्या दृष्टीने हा भाग जरा समजायला जड वाटला पण गुरुजी काहीतरी महत्त्वाचं सांगतायत हे त्यांना कळत होते. माझं पुढचं म्हणणंही त्यांनी ऐकून घेतले.

मानव प्राणीसुद्धा निसर्गाच्या उत्क्रांती चक्रातून निर्माण झालेला प्राणी. संपूर्ण मानव

22	12	18	87
88	17	9	25
10	24	89	16
19	86	23	11

पहिल्या ओळीतील सर्व अंक नीट पाहिलेत का? २२-१२-१८८७

जात एक प्रजाती असले तरी ह्या बुद्धीमान प्राण्याने आपल्या संस्कृतीच्या माध्यमातून वातावरणाला अनुकूल जीवन जगण्याची कला आत्मसात केली.

वेगवेगळ्या वातावरणास पूरक अशी वेशभूषा, खानपान, गृहशिल्प हे सर्व मानव संस्कृतीचाच भाग. आपल्या देशात किती वेगवेगळे पोशाख दिसतात. तुम्ही मघाशी सांगितलत ना. आपल्याला वेशभूषेत दिसणारा हा फरक भौगोलिक स्थितीला अनुसरून असा दिसतो. दक्षिण भारतात विशेषतः केरळ राज्यात लुंगीला प्राधान्य असण्याचे कारण तेथील एकंदर हवामान गरम व दमट असते. अशा परिस्थितीत सुटसुटीत लुंगीचं योग्य. पण तेच उत्तरेकडे थंड प्रदेशात अंगभर कपडे थंडीपासून संरक्षण देतात म्हणून चूडीदार पायजमा व लांब सदरा व त्यावर जॅकेट असा पोशाख असतो. डोंगराळ प्रदेशात चढउतार करताना पाठीचा कणा व कंबर



ह्यावर पडणारा जोर लक्षात घेता लांब कापडाचा वितभर रुंद कमरबंध हिमाचल प्रदेशात वापरला जातो.

इतर सर्व भागात डोक्यावर टोपी अथवा पागोटे व त्यांचे आकार हे निसर्ग नियमांना धरूनच असतात. ह्या सर्व वेशभूषा फॅशन नसून वातावरणाशी जुळवून घेण्यासाठी केलेले उपाय आहेत.

स्थापत्यशास्त्राच्या दृष्टीने प्रत्येक भागात असणारी घरे देखील तिथल्या हवामानाला अनुकूल अशी निर्माण केली जातात.



थोर भारतीय गणितज्ञ श्रीनिवास रामानुजन यांची ही जन्मतारीख आहे
२२ डिसेंबर १८८७

थंड प्रदेशात तसेच अधिक पाऊस होतो अशा जागी घर हे खांबांवर आधारलेले व जमिनीपासून उंच असणेच योग्य असते. अधिक पावसापासून संरक्षण म्हणजे सहज पाणी वाहून जावे म्हणून उतरत्या छपराची घरे असतात. तर राजस्थानसारख्या वाळवंटी प्रदेशात पाण्याचा प्रत्येक थेंब कसा साठवता येईल यावर भर दिलेला दिसतो.

एकंदर मानवी जीवन हे आजूबाजूच्या परिस्थितीला पूरक असणे आवश्यक असल्याने मानव प्राण्याच्या दृष्टीने जैवविविधतेचा चौथा प्रकार म्हणजे सांस्कृतिक विविधता.

माझे लांबलचक भाषण मुलांनी मन लावून ऐकून घेतले. मग त्यांची आपसात चर्चा सुरू झाली. कोणी वेगवेगळ्या जागी

आढळणाऱ्या वेगवेगळ्या प्राण्यांबद्दल बोलत होतं तर कोणी गोडे पाणी - खारे पाणी याबद्दल बोलत होतं. काही मुलं वेगवेगळ्या देशातील वेगवेगळ्या धर्माच्या लोकांच्या पोशाखाबद्दल, खाण्यापिण्याच्या सवयींबद्दल बोलत होती. एकूणच जैवविविधता या विषयावर त्यांची चर्चा चांगलीच रंगली आणि जैवविविधता दिवसाचं महत्त्व त्यांना समजावण्याचा माझा हेतू पूर्ण झाला.



लेखक : विलास गोगटे, राष्ट्रीय प्राकृतिक विज्ञान संग्रहालय इथून निवृत्त. जैवविविधता उद्यान उभारणीत सहभाग.



निर्मळ

रानवारा

रानवारा महिन्यातून एकदा मुलांना भेटायला येतो. मुलं फक्त उद्याची नागरिक नाहीत, आजचं मूल म्हणून आनंदानं जगण्याचा त्यांना हक्क आहे. मुलांचं मनोरंजन करावं, त्यांना खूप खूप माहिती द्यावी, भरपूर आनंद द्यावा - यासाठी रानवारा आहे.

अंकाची किंमत रु. १५/- वार्षिक वर्गणी रु. १५०/- सहामाही वर्गणी रु. ७५/-
द्विवार्षिक वर्गणी रु. ३००/- आजीव सभासद फी रु. २०००/-

वंचित विकास संचलित - रानवारा
४०५/९ नारायण पेठ, मोदी गणपतीमागे, पुणे ४११ ०३०.
फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०

हे घर कोणाचं?

लेखक : पारुल सोनी
अनुवाद : ज्योती देशपांडे

वाळवी म्हटले की एक नाजूक असा पण खूपच विध्वंसक जीव डोळ्यासमोर येतो. दुदैवाने वाळवीची नकारात्मक बाजूच आपल्यासमोर येते. पण तिच्या गुणांकडे पाहिल्यास हा जीव म्हणजे एक दर्जेदार वास्तुरचनाकार आहे असं लक्षात येतं.

इथे आपण आफ्रिकेत सापडणारा वाळवीचा प्रकार, मायक्रोटर्मिस बेलीकोसस या जातीबद्दल वाचूया. हा एक आश्चर्यकारक जीव आहे. वाळवी टर्मिटडी कुल आणि मायक्रोटर्मिटिनी या उपजातीतील सदस्य आहे. ही वाळवी आफ्रिकेतील सहाराचा दक्षिण भाग,

गवताळ कुरण आणि ओलसर जंगलामधे पहायला मिळते. आणि यांची क्षमता म्हणजे राहण्यासाठी वातानुकूलित घरे बांधणे.

या वाळवीच्या अस्तित्वाचा पर्यावरणावर सकारात्मक परिणाम होत असल्याने आफ्रिकेतील लोक या वाळवीला चांगले समजतात. ही वाळवी निर्जीव कुजलेली लाकडं खाते. त्यांच्या मळ आणि लाळेमुळे जमीन सुपीक बनते.

वारुळाची रचना

वाळवीचे घर हे वारुळासारखं असतं. वाळवीला लागणाऱ्या सर्व सुविधा आणि गरजेप्रमाणे वाळवी वारुळ बनवते. तिथल्या उष्णतेचं आणि तापमानाचं व्यवस्थित नियंत्रण केलं जातं. तिच्या या अद्भुत क्षमतेचा शास्त्रज्ञांनी बराच अभ्यास केला आहे. आफ्रिकी वाळवीच्या वारुळातील तापमान ३१° ते ३१.६° सेल्सिअसच्या दरम्यान कायम असते; बाहेर कोणताही ऋतू असला तरीही! वारुळाचं हे वैशिष्ट्यच म्हणायला हवं.

वारुळाचा आतला भाग हा अत्यंत योजनापूर्वक बनवलेला असतो. यामधे एक



मायक्रोटर्मिस बेलीकोसस



हवा बाहेर
जाण्याचा मार्ग

धुराडे

बुरशीची शेती

प्रजनन केंद्र

राणीची खोली

किंवा एकाहून जास्त प्रजनन केंद्रं असतात. इथून मुख्य खोलीत जाण्यासाठी वाटा असतात. मुख्य खोलीमध्ये अन्नपाणी आणि वारूळ बनवण्यासाठी लागणारे साहित्य म्हणजे जाडसर वाळू, बारीक वाळू, चिकन माती, सेंद्रिय कार्बन जमा करून ठेवलेले असते.

वाळवी नेहमी आपले वारूळ ओलसर मातीवर तयार करते. तिथून जलस्तरापर्यंत कमीतकमी दोन भुयारे असतातच. त्याच्यावर ३ मीटर लांब रुंद असे तळघर तयार केले जाते. हे तळघर जवळजवळ १ मीटर खोल असते. याच्या मधोमध एक मोठा

खांबासारखा भाग असतो. याचा उपयोग वारूळाच्या आधारासाठी होतो. या ठिकाणी राणी वाळवीचा मुक्काम असतो. याच ठिकाणी बुरशीची शेती केली जाते. तळघराच्या छताजवळ एक बारीक गोलाकार नळी असते. तिचा उपयोग हवेतील बाष्पाचे पाणी वाहून नेण्यासाठी होतो. हवेसाठी मार्ग असतात. हवा खालच्या भागातून वारूळाच्या आत जाते आणि वरून बाहेर निघून जाते. यामुळे आतील वातावरण स्वच्छ, शुद्ध राहण्यास मदत होते. आणि पुरेसा प्राणवायूही यातूनच मिळतो. आफ्रिकेच्या विविध भागांमध्ये ही वारूळे आढळतात. त्यामुळे प्रत्येक

ठिकाणी वारूळाची रचना वेगवेगळी असते. आफ्रिकेत सहारा वाळवंट आणि गवताळ प्रदेश दोन्ही असल्याने बाहेरील तापमानात नेहमीच चढउतार असतो. रात्री १° च्याही खाली आणि दिवसा ३७.७° सेल्सियसपेक्षा जास्त. म्हणून थंडीच्या दिवसात रात्री तापमानात फार घट होऊ नये यासाठी मातीचा दरवाजा करून हवेसाठीची छिद्रे बंद केली जातात. आणि दिवसा सूर्योदयाच्या वेळी ती पूर्णपणे उघडली जातात. वारूळाच्या वरती पोकळ चिमणी (धुराडे) असते. ती जमिनीपासून ६ मीटर (२० फूट) उंचीवर असते. या चिमणीमुळे हवेच्या आणि

त्यातील बाष्पाच्या येण्याजाण्यावर नियंत्रण ठेवलं जातं. वाळवीने जर ही सोय केली नाही तर वारुळातील रात्रीचं तापमान खूप कमी होईल आणि दिवसाचं तापमान खूप वाढेल. बुरशीच्या शेतीवर याचा परिणाम होऊ शकतो.

दुसरीकडे ओलसर जंगलामधे हवा जास्तच थंड असते. अशा वेळेला वारुळातील तापमान खूपच थंड होऊ शकते. त्यासाठी ही वारुळे जाड भिंतीची आणि घुमटाकार असतात अशा वारुळांमधे हवेचे फारसे मार्ग नसतात.

वाळवीच्या काही प्रजातींमधे वारुळाचं ऊन-पावसापासून संरक्षण करण्यासाठी मातीची छत्री केलेली असते. आणखीन एक गोष्ट म्हणजे जमिनीच्या तळातील पाणी गोळा करून वारुळाच्या आत शिंपडले जाते. त्यामुळे वारुळातील तापमान स्थिर रहाण्यास मदत होते. बाहेर कितीही उष्णता असली तरी आतले तापमान स्थिर आणि आरामदायक राहते.

वारुळामधील शेती

काही जातीच्या मुंग्या व शेणकिडे खाण्यासाठी बुरशीची शेती करतात. पण वाळवीएवढी (मायक्रोटर्मीस बेलीकोसस) शास्त्रोक्त शेती करताना कोणीही आढळत नाही. या वाळवीचा आहार टर्मीटोमायसीज नावाची बुरशी आहे. ही वाळवी लाकूड चावून त्यामधील सर्व पौष्टिक सत्व पचवते आणि उरलेला चोथा मळामधून निघून जातो. तो

चोथा बुरशीच्या शेतीमधे उपयोगात आणला जातो. वाळवीचं प्रमुख खाद्य लाकूड नसून बुरशी हे असतं. वारुळाचा अभ्यास करताना बुरशीच्या शेतीबद्दल बऱ्याच शंका होत्या. काही लोकांचं म्हणणं होतं की बुरशीचा उपयोग आतील वातानुकूलनासाठी होत असेल. पण नंतर लक्षात आलं की कवक हे मायक्रोटर्माइन प्रजातीचं मुख्य खाद्य आहे. हेच कवक मायकोटर्मीस बेलीकोसस वाळवीच्या वारुळातही आढळते.

आफ्रिकी वाळवीच्या मळावरच बुरशीची शेती केली जाते. वारुळातील सर्व वस्तीला खाद्य पुरवठा करण्यासाठी वारुळात काही खोल्या शेतीसाठी राखून ठेवलेल्या असतात. या शेतीसाठी एका ठरावीक तापमानाची (३१° ते ३१.६°) गरज असते. काहीजण हे तापमान ३०.५° असं म्हणतात. ही वारुळे विशेष पद्धतीने बनवलेली असतात. तेथील तापमान ३१° ते ३१.६° च्या मधे असेल अशी योजना असते. या तापमानालाच बुरशीचे पीक चांगले येते.

वाळवीचं वारुळ ही एक वैशिष्ट्यपूर्ण वास्तुरचना असते. तिचा जीव एवढासा असतो पण कामगिरी मात्र थक्क करणारी असते.



शैक्षणिक संदर्भ अंक ८० मधून साभार.

लेखक : पारुल सोनी, हिंदी संदर्भमध्ये कार्यरत.
अनुवाद : ज्योती देशपांडे,

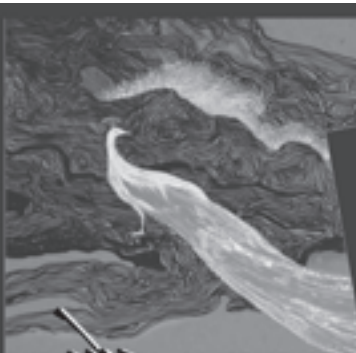


Best Compliment From

SOMAMSHU

114 / 116 Dhayari
Opp Savitri Mangal Karyalaya Pune 411041
Ph. 020 24394821
Mobile: 09970165987; 9890907498





श्री
श्री

चित्रकाव्य मालिका

रमाकांत धनोकरांचा मोर
नेहमीच चकवा घालत येतो,
कधी समुद्रातून उठतो लाटांसारखा,
तर कधी मातीतून झाडासारखा,
या मोरांना पाहताना कुणीही वेडं व्हावं.
चित्रकारानं मोरांच्या रेषांमध्ये अर्थवान
केलेला अवकाश...
आणि शब्दांचं बोट धरून त्याची सफर
घडवून आणणाऱ्या सुजाता लोहकरे
यांच्या कविता यांचा एकत्रित
अनुभव देणारं
अनोखं पुस्तक.



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

पुस्तक
विक्रीसाठी
उपलब्ध

संपर्क : जय अडॅव्हटायझिंग जयश्री धनोकर
सी. १०२, सुनिता अपार्टमेंट, १४१७ कसबा पेठ, पुणे-११
फोन-०२०-२४५७४६२७ • सुजाता : ९९२२४४२०६५

घरट्याकडे... घराभोवती

पुस्तक अंश

‘पाकोळी/पक्षी नदीकाठी वसाहती करून राहतो. तो चिमणीपेक्षा थोडा, मोठा, काळ्या-पांढऱ्या रंगाचा असतो. पाण्यावर उडणारे किडे हा त्याचा मुख्य आहार आहे. माती व लाळेच्या सहाय्याने - ’

असं काही वाचलं की आपण विज्ञानाचं पुस्तक वाचतोय, अभ्यास करतोय असं वाटायला लागतं. मग पुढे वाचावंसंच वाटत नाही. हो ना? पण असं काही ‘नॅशनल जिओग्राफीक’ किंवा ‘डिस्कव्हरी’ चॅनेलवर बघायला लागलो, की गुंगून जातो. वेळ कसा गेला ते कळतही नाही. असे प्राणी, पक्षी बघण्यासाठी आपण दूर जंगलात - अभयारण्यात जातो. कारण ते परीक्षा, मार्क मिळवणं, पहिला नंबर मिळवणं यासाठी नसतं, तर आपल्या आनंदासाठी असतं.

‘घरट्याकडे... घराभोवती’ या पुस्तकातील गोष्टीही तशाच गंमतीशीर आहेत. पण त्याबरोबरच या गोष्टींमध्ये पक्षी, किडे, प्राणी याविषयी खूप माहितीही आली आहे. पाकोळीच्या गोष्टीत वेगवेगळे पक्षी, त्यांच्या घरट्यांचे प्रकार आहेत. हे पक्षी तुम्हाला ठाऊक आहेत का? ते अशी वेगवेगळ्या प्रकारची घरटी का करतात?

चिकचिरीका, मुंगळ्याची सफर आणि घराभोवती या गोष्टींमध्येही प्राणी किड्यांचा परिसर, त्यांचे शत्रू मित्र याविषयी बरंच सांगितलं आहे. परिसरात फिरताना भोवतीच्या झाडाचं, पक्ष्यांचं नीट निरीक्षण केलं तर अनेक आश्चर्यकारक गोष्टी दिसतात. या गोष्टी वाचून तुम्हाला असं निरीक्षण करण्याची प्रेरणा नक्की मिळेल. या आधी इसापनीतीमध्येही प्राणीपक्ष्यांच्या गोष्टी तुम्ही वाचल्या असतील. त्या आपल्याला कसं वागायचं, व्यवहारज्ञान काय असतं हे शिकवतात. तसंच विताली बिआंकी यांच्या या रशियन गोष्टी आपलं निसर्गाबद्दलचं कुतूहल शमवतातही आणि वाढवतातही. या पुस्तकातली घरट्याकडे ही गोष्ट इथे दिली आहे. पण पूर्ण पुस्तक मुळातून वाचायला तुम्हाला नक्कीच आवडेल.

घरट्याकडे... घराभोवती

प्रकाशक : ऊर्जा प्रकाशन

लेखक : विताली बिआंकी

अनुवाद : श्रीनिवास पंडीत

किंमत : ४०/-

नदीच्या प्रवाहावरती पाकोळ्या भिरभिरत होत्या. नदीच्या एका बाजूला डोंगराचा सरळ उभा कडा होता. त्यातल्या गुहेमध्ये पाकोळ्यांची घरटी होती. पाकोळ्या, किडे पकडत होत्या, एकमेकींशी खेळत होत्या. खेळ रंगात आला होता. पण अचानक त्यांचं खेळणं थांबलं, कारण एक बहिरी ससाणा उंच आकाशात घिरट्या घालू लागला होता. क्षणात सगळ्या पाकोळ्या त्यांच्या घरट्याकडे झेपावल्या, पण एक पाकोळी सोडून.

ती अतिशय चपळ होती अन् तिला स्वतःच्या चपळपणाची खात्री होती.

ससाणा वेगानं खाली आला. पण त्यापूर्वीच पाकोळी दूर गेली होती. ससाण्यानं पुन्हा तिच्यावर झेप मारली. पण तिनं सहज हुलकावणी दिली. ससाण्यानं तिला कोंडीत पकडायचा खूप प्रयत्न केला. पण पाकोळी भलतीच चपळ निघाली. असा बराच वेळ पाठलाग चालला. मग नाईलाजानं तिचा नाद सोडून ससाणा निघून गेला.

पाकोळी विसावली. तिनं आजूबाजूला पाहिलं. खाली नदी वाहत होती, पण ही वेगळीच नदी होती. आजूबाजूचं दृश्य वेगळंच दिसत होतं. ससाण्याला चुकवायच्या नादात पाकोळी भलतीच लांब आली होती. आपण कुठल्या दिशेनं आलो, तेही तिला आठवत नव्हतं. त्यात संध्याकाळ होत आली होती. लवकरच रात्र होणार. मग आपण काय

घरट्याकडे



करायचं? पाकोळी खाली उतरली अन् बसून रडायला लागली.

एक टिटवी चालतचालत तिच्याजवळ आली. “का गं रडत्येस तू?” टिटवीनं विचारलं.

“मला माझं घर कुठंय ते आठवत नाही. आता रात्र होईल. मग मी काय करू?”

“एवढंच ना? आजची रात्र तू माझ्या घरी रहा, अन् सकाळ झाली की तुझं घर शोध.” टिटवी चालायला लागली. तिच्या मागून पाकोळी. थोडं चालल्यावर टिटवीनं विचारलं, “काय कसंय माझं घर?”

पाकोळीनं इकडंतिकडं पाहिलं. सगळीकडे नदीकाठची वाळू-गोटे पसरले होते, मध्येच कुठेकुठे झाडाच्या वाळलेल्या फांद्या पडल्या होत्या. पाकोळीनं चाचरत विचारलं, “घर? कुठंय तुझं घर?”

“हे काय? दिसलं नाही?” टिटवीनं चोचीनं दाखवत विचारलं. “त्यात अंडीसुद्धा आहेत की!” पाकोळीनं नीट निरखून पाहिलं. लहान लहान गोटे-खडे ओबडधोबड रचले होते. त्यात वाळलेल्या काटक्या, पालापाचोळा पसरलेला होता. त्यात तशाच भुरकट रंगाची, ठिपक्याठिपक्याची चार अंडी होती. पण नीट बघितली तरच ती दिसत होती.

“हे असं घर?” पाकोळीनं विचारलं,

“वा गं! असं उघड्यावर घरटं असेल तर ते असंच असायला पाहिजे! शोधलं तरी दिसणार नाही, परिसरात मुरून जाईल असं. छान नाहीये?”

“असेल बाई! पण मला नाही बाई झोप येणार अशी उघड्यावर. सवय नाही मला. जरा खाली जमीन, बाजूला आडोसा

पाहिजे.”

“भलतेच चोचले आहेत तुझे! आणि मी असं घर कुठून आणणार? बरं, असं कर... समोरच्या रानात जा. तिथं झाडावर कबुतरांची घरटी आहेत तुला हवी तशी. तिथं झोप.” टिटवीचा निरोप घेऊन पाकोळी उडाली. थोडं शोधल्यावर तिला एका झाडावर कबुतराचं घरटं दिसलं. “आजची रात्र मी राहू तुमच्या घरात?” तिनं कबुतराला विचारलं.

“हो, खुशाल रहा की!” कबुतर म्हणालं.

पण पाकोळीनं मग ते घरटं नीट पाहिलं. घरटं कसलं! झाडाच्या बेचक्यामध्ये छोट्या फांद्या पानांसकट एकमेकांवर कशातरी टाकल्या होत्या. त्याही अशा की, त्यातून खाली खोल जमीनसुद्धा दिसत होती. ती

कबुतराला म्हणाली, “कबुतरदादा, तुझ्या घराला भिंतीच नाहीत. अशा घरात काही मला झोप येणार नाही.”

कबुतराला थोडं वाईट वाटलं. पण ते म्हणालं, “तुला भिंतीचं बंदिस्त घर पाहिजे ना? मग तू हळदू पक्ष्याकडे जा. तिचं घर आहे तुला हवं तसं.”

पाकोळी उडत



निघाली. थोड्या वेळानं
तिला कबुतरानं
सांगितलं होतं, तसं घर
दिसलं. ते बंदिस्त होतं.
वाळलेली पानं टाके
घालून छान शिवली
होती. पण हे एवढंसं
घर? मी त्यात कशी
मावेन? असा विचार
करत ती घट्ट्याजवळ
बसली. ती दार
ठोठावणार, एवढ्यात
आतून खूप



गांधीलमाशा बाहेर आल्या. ते त्यांचं घर
होतं! गुणगुण करत त्या पाकोळीभोवती
उडायला लागल्या. त्यांनी डंख मारण्यापूर्वी
पाकोळी तिथून वेगानं निसटली.

मग तिला ते फांदीवर घरटं दिसलं.
बाजूलाच एक पक्षी बसला होता. “तुम्हीच
हळदू का?” पाकोळीनं विचारलं.

“हो. का गं?” हळदूनं विचारलं.

पाकोळीनं आपली अडचण तिला
सांगितली. हळदूनं तिला आनंदानं राहायचं
आमंत्रण दिलं. पण पाकोळीनं नीट घर
पाहिलं, तर काय! फांदीच्या टोकाशी निमुळतं
घरटं लोंबत होतं. खाली खोल खड्डा होता.
घरटं होतं छान. गवत काड्यांनी विणलेलं.

“काय, कसंय माझं घर?” हळदूनं





पाकोळीनं सुरयला विचारल्यावर ती म्हणाली, “होऽऽ, खुशाल रहा माझ्या घरी!”

पाकोळी मनातल्या मनात हुश्रा म्हणाली, ती घरट्यात जाऊन बसली. पण तिला झोप लागणार,

गर्वांनं विचारलं.

“घर आहे छानच, पण किती हलतंय ते! वाच्यांनं पडलं तर? आणि मी आत जाणार कशी?” पाकोळी म्हणाली.

“जा, गेलीस उडत!” हळदू फणकारली.

पण पाकोळी खूप दमली होती. आता निवारा शोधायलाच हवा होता. त्या झाडाजवळच खाली गवतामध्ये एक छोटोटासा तंबू दिसल्यावर तिला खूप हायसं वाटलं. वाळलेलं गवत आणि शेवाळ्यांनं तो बनवला होता. आतमध्ये मऊमऊ पिसांची गादीसुद्धा दिसत होती.

तेवढ्यात खालची जमीन हादरायला लागली.

पाकोळी दचकली, फडफडत उडाली. पण सुरय तिला म्हणाली, “घाबरू नकोस गं, काही नाही, घोडे चरायला आलेत ना, ते धावताहेत.”

“पण धावताधावता चुकून त्यांच्या टापा घरट्यावर पडल्या तर?” सुरय पक्षिणींनं





पण अशा वाहत्या घरात मी

! मी नाही का राहात? भलतेच त तुझे... मग तुला हवं तसं ध जा!” पाणडुबी चिडून

यचं त्याचा विचार न करता यला लागली. ‘आता थोड्या ला मिळालं नाही तर आपलं े.’ पाकोळीच्या मनात आलं.

वाळलल्या गवताचा भला माठा ढाग हाता. ढिगाऱ्याच्या मध्यभागी खळगा होता. तिथं मऊ गवतावर चार अंडी होती. ढिगाच्या बाजूला पाणडुबीबाई बसल्या होत्या. जणू गवताचा ढीग म्हणजे जहाज होतं आणि त्या त्याच्या कप्तान!

सूय मावळला. अंधार पडायला लागला. आता ती दाट झाडीवरून उडत होती. आधीच एवढी दमलेली, त्यात एवढं शोधूनसुद्धा निवारा मिळाला नाही, आपल्या घट्ट्यापासून एवढं लांब, एकटी तिला उदास वाटू लागलं, रडू आलं. पण तिच्या डोळ्यातून टिपं गळत नव्हती. कारण पक्षी रडले, तरी त्यांच्या डोळ्यातून अश्रू येत नाहीत.

“आजची रात्र राहू का मी इथं?”

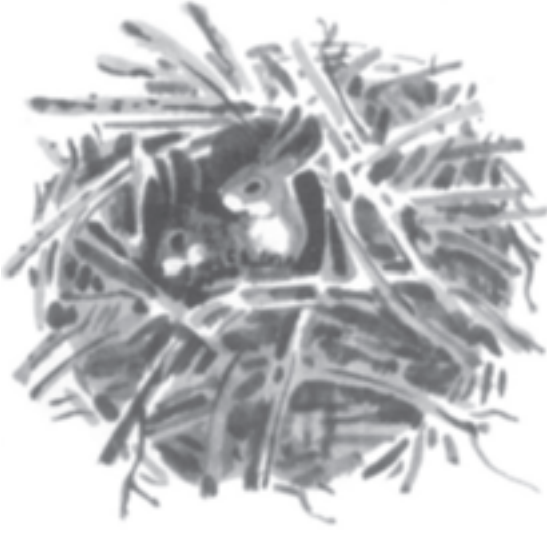
पाकोळीनं विचारलं,

“हो, ये की! भरपूर जागा आहे घरात.” पाणडुबी म्हणाली.

पाकोळी घट्ट्यात पाऊल ठेवणार, तेवढ्यात वाऱ्याचा झोत आला अन् घरटं पुढं जायला लागलं. “अहो, थांबवा ना ते!” पाकोळी ओरडली.

“थांबवायचं? पण कसं? आणि कशाला? जाऊन जाऊन जाईल कुठं?”





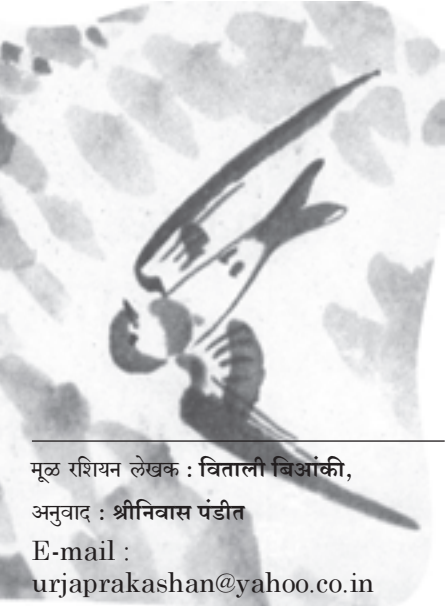
तेवढ्यात तिला एका उंच झाडाच्या शेड्यावर एक घरटं दिसलं. डहाळ्या, छोट्या काटक्यांनी बनवलेलं घरटं छान दिसत होतं. ‘घर छान उबदार, सुरक्षित दिसतंय. कुणाचंही असू दे, आपण इथंच राहायचं.’ पाकोळीनं ठरवून टाकलं. चोचीनं घरटं ठोठावत ती म्हणाली, “मी खूप दमल्ये. रात्रीपुरतं मी इथं राहू का?”

घरट्यातून फिस्कारलेल्या मिशा, मोठमोठ्या डोळ्यांचं केसाळ तोंड भस्सकन बाहेर आलं. त्यानं गुरकावत विचारलं, “पक्षी खारीच्या घरात कधीपासनं राहायला लागले, आँ?”

पाकोळीच्या हृदयाचा ठोकाच चुकला. पंख फडफडवत ती घरट्यापासून लांब गेली. भरकटत उडायला लागली. पण आता तिच्यातलं त्राण संपत आलं होतं. तिची छाती धपापायला लागली होती. तिला वाटलं, आता आपण खाली कोसळणार...

तिनं खाली पाहिलं. खालून एक नदी वाहत होती. पाकोळीनं इकडेतिकडे पाहिलं. ‘अरेच्चा... ही तर आपल्या घराजवळची नदी... इथेच पुढच्या वळणावर आपलं घर. कसं का असेना, घरी पोचलो आपण!’

पाकोळीच्या पंखात नवं बळ आलं. झपाझप पंख मारत ती गुहेत शिरली. स्वतःच्या घरट्यात घुसली...



मूळ रशियन लेखक : विताली बिआंकी,

अनुवाद : श्रीनिवास पंडीत

E-mail :


urjaprakashan@yahoo.co.in



Best Compliment From

SOMAMSHU UDYAM

8, Phalguni Apartmants
Prabhat Road Lane no. 9/3
Erandavane, Pune 411004
Phones: 020 25453654; 09423005681



With Best Compliments from

DIVAKAR B. SHIDHAYE

9822282456

Genau Engineers

(Committed to Accuracy)



**Job Work of Precision Components on
CNC Turning Lathe**

: Work :

Sr. No. 36/1/1, Sinhagad Road,
Near Hotel Green Field,

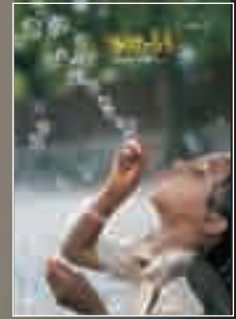
Wadgaon (Khurd), Pune - 411 041.

Phone : 020-2439 4987, Email : genauengineer@gmail.com

पालकपणाची जाणीव रुंदावताना

पालकपणी

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक
(१९८७ पासून अखेर)



अमृता क्लिनिक, आठवले कॉर्नर,
संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रस्ता,
पुणे - ४११ ००४. फोन : २५४४ १२३०
Email : palakneeti@gmail.com
Website : www.palakneeti.org

वार्षिक वर्गणी
२००/-
आजीव वर्गणी
२५००/-



प्राणी आणि वनस्पतींच्या
जीवाश्माच्या अभ्यासातून अनेक
गोष्टींचा उलगडा झाला
लेख पान क्र. २८ वर



२००० साली नायगर येथे उत्खनन करताना अनेक मानवी जीवाश्म सापडले
छायाचित्र - माईक हेट्वेर

शैक्षणिक संदर्भ : ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २०१२ 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.

