

डिसेंबर २०१९ - जानेवारी २०२०

शैक्षणिक

अंक १२१

संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



शैक्षणिक

संदर्भ

अंक १२१

डिसेंबर २०१९ - जानेवारी २०२०

संपादक :
नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे,
यशश्री पुणेकर, संजीवनी आफळे

मांडणी :
प्रियदर्शिनी कर्वे
मुखपृष्ठ मांडणी :
अभय ढमढेरे

इ-पेमेंट करीता तपशील:
Sandarbh Society
Account No.: 20047006634
Bank of Maharashtra,
Mayur Colony, Pune
IFS Code: MAHB0000852

पालकनीती परिवारासाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक,
फ्लॉट नं. ६, एकता पार्क सोसायटी,
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४.
फोन नं. २५४६०१३८

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

देणगीचे चेक 'संदर्भ सोसायटी' या नावे काढावेत.

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

मुखपृष्ठाविषयी

सावली म्हटली की ती काळीच असते. ती तयार होण्यासाठी एखादी वस्तू हवी आणि प्रकाशही हवा ही आपली कल्पना असते. परंतु रंगीत प्रकाश स्रोत वापरून रंगीत सावली मिळू शकते का ? अशक्य वाटते न हे.

पांढऱ्या प्रकाश स्रोतामुळे आपल्याला काळी सावली मिळते, पण प्रकाश स्रोताचा रंग बदलल्यावर रंगीत सावली मिळू शकते. तसेच सावलीचा आकार वस्तू आणि प्रकाशाचा स्रोत यातील अंतरावर अवलंबून असतो.




रंगीत सावली मिळवण्याच्या प्रयोगात जर आपण लाल, हिरवा आणि निळा प्रकाश स्रोत वापरला आणि आलटून पालटून त्यातील काही प्रकाश स्रोत बंद केले तर आपल्याला सात वेगवेगळ्या रंगांच्या सावल्या मिळतात; निळी, लाल, हिरवी, काळी, निळसर हिरवी, किरमिजी आणि पिवळ्या रंगाची. मुखपृष्ठावर अशाप्रकारे रंगीत प्रकाशस्रोत वापरून मिळवलेली हातांची रंगीत सावली दिसते आहे.

शाळेतील विद्यार्थ्यांच्या मनातील सावली बदलण्या संकल्पना जाणून घेऊन नंतर सप्रयोग त्या कशा सिद्ध केल्या किंवा खोडून काढल्या या विषयावरील 'रंगीत सावली' हा लेख वाचा पान ६ वर.

सर्व चित्रे इन्टरनेट वरून साभार.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक १२१ डिसेंबर २०१९ – जानेवारी २०२०

- वाचकांच्या प्रतिक्रिया अंक १२०.....०४
-  रंगीत सावली – अविनाश शुक्ला,
अनुवाद – ज्ञानदा गद्रे-फडके.....०६
-  निमित्त सूर्यग्रहणाचे – प्रियंवदा बारभाई१३
-  वाचनाचा एक प्रयोग, वाचन विकसन - भाग २ – कृतिका बुरघाटे.....१९
- आपली पृथ्वी, महाइतिहास भाग ४ – प्रियदर्शिनी कर्वे.....२४
- कसे मिळवले प्रभुत्व स्टीलच्या गुणधर्मावर – सब्यसाची चटर्जी,
अनुवाद – संजीवनी आफळे.....३२
- पेट्रीकॉर मातीचा धुंद सुगंध – मेरी हाल्टन,
अनुवाद – यशश्री पुणेकर.....४०
- मुलांच्या गोष्टी – संकलन – कृतिका बुरघाटे.....४७
- माझ्या शाळेचे सरकार - भाग १ – विजय जैन,
अनुवाद – वैशाली डोंगरे.....५६



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

वाचक प्रतिक्रिया अंक १२०

सब्यसाची चटर्जी यांचा लेख वाचून असे वाटले की गरज व हाव यांमधील सीमारेषा फार धूसर व काळ, स्थान यांनुसार बदलती असेल. उदा. कॅनडात रहाणाऱ्याला घर गरम ठेवण्यासाठी काही ना काही इंधन वापरावेच लागेल. ती उधळपट्टी आहे, तेथील सर्वांनी विषुववृत्तीय प्रदेशात राहायला यावे असे आपण म्हणावे काय?

पर्यावरणाची कायमची हानी होऊ न देता जास्तीत जास्त सुखात व कमीत कमी श्रमात जगणे हा माणसाचा मूलभूत हक्क म्हणता येईल. न संपणारे ऊर्जास्रोत आपण दर माणशी किती निर्माण करू शकतो यावर आपली जीवन पद्धत पातळी ठरेल. त्या त्या भूभागाच्या सकल उत्पादकतेच्या तुलनेत जितकी कमी लोकसंख्या असेल तितकी उच्च जीवन पद्धती ही हाव न म्हणता गरज म्हणता येईल. लोकसंख्या वाढवून उंदरांप्रमाणे जगायचे का कमी करून हत्ती प्रमाणे जगायचे हा निर्णय प्रत्येक राष्ट्राने घेतला पाहिजे. पण मग तो निर्णय कोणी घ्यावयाचा? प्रत्येक स्त्रीने, का जोडप्याने, का देशाच्या नेत्याने वा संसदेने?

जल थल मल हा लेख फार आवडला. एक शंका:- प्लवक व क्रिल यांना जर लोह कमतरता जाणवते, तर ते खाणाऱ्या व्हेलला तरी लोह कोठून मिळते? समुद्रात फेरस सल्फेट स्प्रे केले तर सर्वांनाच फायदा होतो का?

सुभाष आठले

+++

खजूर या विषयावर खूपच माहितीपूर्ण लेख. खरंतर खजूर (खारीक) हे फळ केवळ मुस्लीम लोकांचं (ते यांचा जास्त वापर करतात म्हणून) असा एक सार्वत्रिक गैरसमज

आपल्याकडे पाहायला मिळतो. परंतु खजूर हे अत्यंत पोषक आणि उपयुक्त फळ आहे. भारतातील गंगा जमनी आहार संस्कृतीचा हा एक अविभाज्य भाग. उपयुक्त माहितीसाठी धन्यवाद.

फारूक काझी

+++

खजूर विषयीचा लेख वाचण्यास मिळाला. खजुराच्या वाढीच्या अवस्था पहिल्यांदाच वाचनात आल्या.

स्नेहल नील

+++

मुलांचा कृतियुक्त सहभाग ही अनुकरणीय पद्धत होय. मुलांना केवळ सांगण्यापेक्षा त्यांचा त्यांना गुणधर्मांचा अनुभव येणं अत्यावश्यक आहे. पण ह्या विचारावर शाळांतून कितपत भर दिला जातो, त्याची मला कल्पना नाही. कल्पना चांगली आहे. खरं तर जवळपास सर्वच गणित अशा पद्धतीनं मुलांनी समजून घेतलं तर त्यांची समज पक्की होईल.

मनोहर राईलकर

+++

तुमचा ताजा इ-शैक्षणिक अंक क्र. १२० व त्या आधीचाही अंक, हे दोन्ही मिळाले. प्रज्ञा कदम आणि ज्ञानदा गद्रे-फडके यांच्या स्तुत्य उपक्रमांसाठी मनापासून शुभेच्छा !

धन्यवाद !

सविता पुंडलिक

रंगीत सावली

लेखक : अवनीश शुक्ला

अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे-फडके

सामान्यपणे जेव्हा आपण सावलीचा विचार करतो तेव्हा किंवा जेव्हा आपल्याला सावलीबद्दल विचारले जाते तेव्हा, आपल्या मनात एक काळ्या रंगाची प्रतिमा उभी राहते.



‘सावली आणि तिचे रंग’ याबद्दल विद्यार्थ्यांचे विचार जाणून घेण्यासाठी मी सहावी, सातवी आणि आठवीच्या मुलांशी चर्चा केली. पण त्याआधी शिकण्यायोग्य वातावरण तयार व्हावं म्हणून मी मुलांची नावे आणि इयत्ता वगैरे विचारले. त्याबरोबरच त्यांच्या आवडींविषयी सुद्धा विचारले.

बऱ्याचशा मुलांनी एकसारखीच उत्तरे दिली की त्यांना लिहायला-वाचायला आवडते. फक्त काहीच मुलांची प्रतिक्रिया वेगळी होती.

१०-१५ मिनिटांनी मी विचारले की तुम्ही कधी सावली पाहिली आहे का? त्यावर फक्त काही मुलांचेच हात वर झाले. मग मी त्यांना प्रश्न बदलून विचारला, “जेव्हा तुम्ही उन्हात उभे राहता, तेव्हा तुम्हाला काय दिसते?” सगळ्यांनी उत्तर दिले, “सावली.”

मी अजून काही प्रश्न विचारून सावलीबद्दलची चर्चा पुढे नेली.

सावली म्हणजे काय? सावली कधी आणि कशी तयार होते? सावली तयार होण्यासाठी आवश्यक स्थिती कोणती? सावलीचे रूप आणि आकार कसे असतील? सावलीचे रूप आणि आकार बदलत राहतात का?



विद्यार्थ्यांच्या प्रतिक्रिया काहीशा अशा होत्या –

जेव्हा आपण उन्हात उभे राहतो, तेव्हा आपली सावली तयार होते.

कोणत्याही वस्तूच्या मागे तयार झालेल्या काळ्या भागाला सावली असे म्हणतात.

प्रकाशाचा कोणताही स्रोत उदा. सूर्य, मेणबत्ती, आग, बल्ब, ट्यूब लाइट, टॉर्च, दिवा

इ. सावली तयार होण्यासाठी आवश्यक आहेत.

कोणतीही वस्तू उदा. खुर्ची, टेबल, झाड, माणूस, पुस्तक इ. सुद्धा सावली तयार होण्यासाठी आवश्यक आहेत.

विद्यार्थ्यांच्या प्रतिक्रिया समजून घेतल्यावर आम्ही टॉर्चच्या प्रकाशाचा उपयोग करून पेन, कार्ड, बॉक्स, खुर्ची, टेबल, ग्लास इ. वस्तूंच्या सावल्यांचे निरीक्षण केले. त्यानंतर मी पुन्हा एकदा विद्यार्थ्यांच्या प्रतिक्रिया विचारल्या.

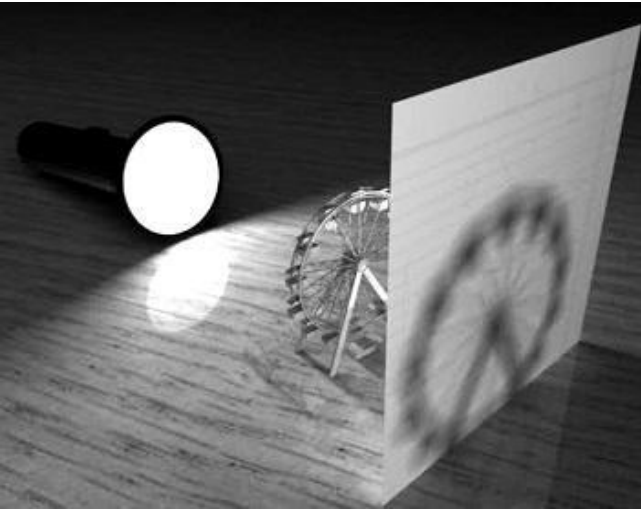
त्या अशा होत्या –

प्रकाशाचा स्रोत आणि वस्तू, सावली तयार होण्यासाठी आवश्यक आहेत. वेगवेगळ्या वस्तूंच्या वेगवेगळ्या प्रकारच्या सावल्या तयार होतात.

सावलीचे रूप आणि आकार वेगवेगळ्या वस्तूंसाठी वेगवेगळे असतात.

सावल्यांची रूपे आणि आकार ठरलेले नसतात. प्रकाशाचा स्रोत आणि वस्तू यांच्यामधल्या अंतरानुसार ते बदलतात.

सावलीला रंगसुद्धा असतो का?



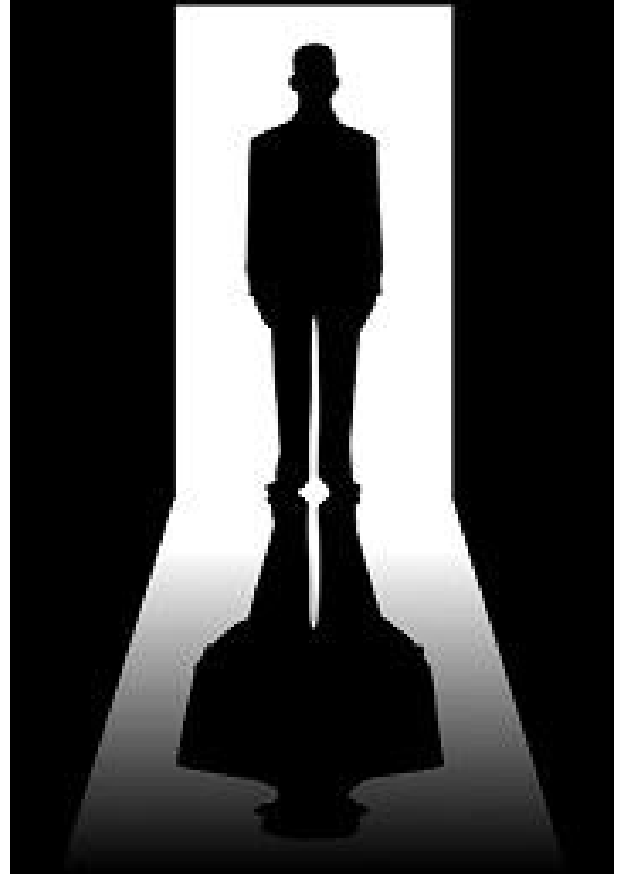
सावलीची मूलभूत संकल्पना स्थापित केल्यावर मी विचारले, “सावलीचा रंग कोणता असेल?” अजिबात वेळ न दवडता जवळजवळ सगळ्या विद्यार्थ्यांनी एक सुरात उत्तर दिले, “सावलीचा रंग काळाच असतो.

सावली मातीच्या किंवा वाळूच्या रंगाची असते. काळा आणि राखाडी यांचे मिश्रण असलेला रंग असतो.”

मी विचारले, “सावली रंगीत असू शकते का?”

संपूर्ण वर्गात शांतता पसरली, सगळे विद्यार्थी विचारात पडले. मग मी विचारले, “आपण रंगीत सावली तयार करू शकतो का नाही?” विद्यार्थ्यांनी उत्तर दिले, “नाही, ते अशक्य आहे. सावली नेहमी काळीच असते.” मग मी विचारले, “तुम्ही कधी रंगीत सावली पाहिली आहे का?” त्यावर त्यांनी नकारार्थी उत्तर दिले.

मी त्यांना एक हिंट दिली, “ आपण जर प्रकाशाच्या पांढऱ्या स्रोताच्या ऐवजी रंगीत प्रकाश स्रोत वापरला तर काय होईल?” विद्यार्थ्यांनी उत्तर दिले, “रंगीत प्रकाश-स्रोत वापरला तरीसुद्धा सावली काळीच पडते.” एकजण म्हणाला, “मी नेहमी पांढऱ्या प्रकाश-स्रोतापासून मिळालेली सावलीच पाहिली आहे.”



पण एकजण म्हणाला, “मी टीव्हीवर पाहिलेय की हिरव्या रंगाचा प्रकाश वापरला की सावली हिरवी पडते, निळया रंगाचा प्रकाश वापरला की सावली निळी पडते.” यावर काही विद्यार्थी विचारात पडले आणि त्यांनी या गोष्टीवर टीकासुद्धा केली. त्यांचे म्हणणे होते, “हे अशक्य आहे, आम्ही रंगीत स्रोतापासून तयार झालेली सावलीसुद्धा बघितली आहे, पण तीसुद्धा काळीच होती.”

वर्गात गोंधळाचे वातावरण पसरले; काही विद्यार्थी ‘सावली काळीच असते’ या मताचे होते, तर काही ‘ सावली रंगीत असू शकते’, या मताचे.

तेवढ्यात वर्गाच्या मागच्या भागातून कोणीतरी हळू आवाजात म्हणाले, “मी यातल्या कोणत्याच गोष्टीशी सहमत नाही, कारण विज्ञान आपल्याला सांगते, निरीक्षण करा आणि त्यातून मिळणाऱ्या निष्कर्षांवर विश्वास ठेवा. विज्ञान म्हणते काय, का आणि कसे?”

हा आवाज मला आश्चर्यचकीत करणारा होता. मला जाणवले की काही विद्यार्थ्यांना विज्ञानाची संकल्पनासुद्धा समजलेली आहे.

मी त्या विद्यार्थ्यांचे कौतुक केले आणि या गोष्टीवर भर दिला की पुराव्याशिवाय आपण कोणत्याच गोष्टीवर विश्वास ठेवू नये. शक्य तितके निरीक्षण करून, स्वतः करून बघून आणि प्रयोगातून मिळालेल्या निष्कर्षांच्या आधारावरच विश्वास ठेवला पाहिजे. असेही होऊ शकते की एखादी गोष्ट आज बरोबर आहे आणि काही काळानंतर ती चुकीची सिद्ध होईल. मजबूत तथ्ये आणि पुराव्यांच्या आधारावर जुने ज्ञान बदलू शकते.

नवीन माहिती समोर येत जाईल तसे विज्ञानाचे आकलन व वर्णनही बदलत जाऊ शकते, हे विद्यार्थ्यांच्या मनावर बिंबवणे, हा माझ्या या चर्चेचा उद्देश होता.

शिक्षकवर्गसुद्धा रंगीत सावलीबाबत संभ्रमात होता, त्यामुळे मी विद्यार्थ्यांना सांगितले की शिक्षकांनासुद्धा बोलवा. शिक्षकसुद्धा रंगीत सावलीची संकल्पना समजून घेण्यासाठी उत्सुक होते, ही एक सुखद गोष्ट होती.

मी विद्यार्थ्यांचे दोन गट पाडले. दोन्ही गटात सर्व इयत्तांचे विद्यार्थी असतील, असे सुनिश्चित केले. त्यानंतर मी उपक्रमाच्या वेगवेगळ्या पायऱ्या सांगितल्या.

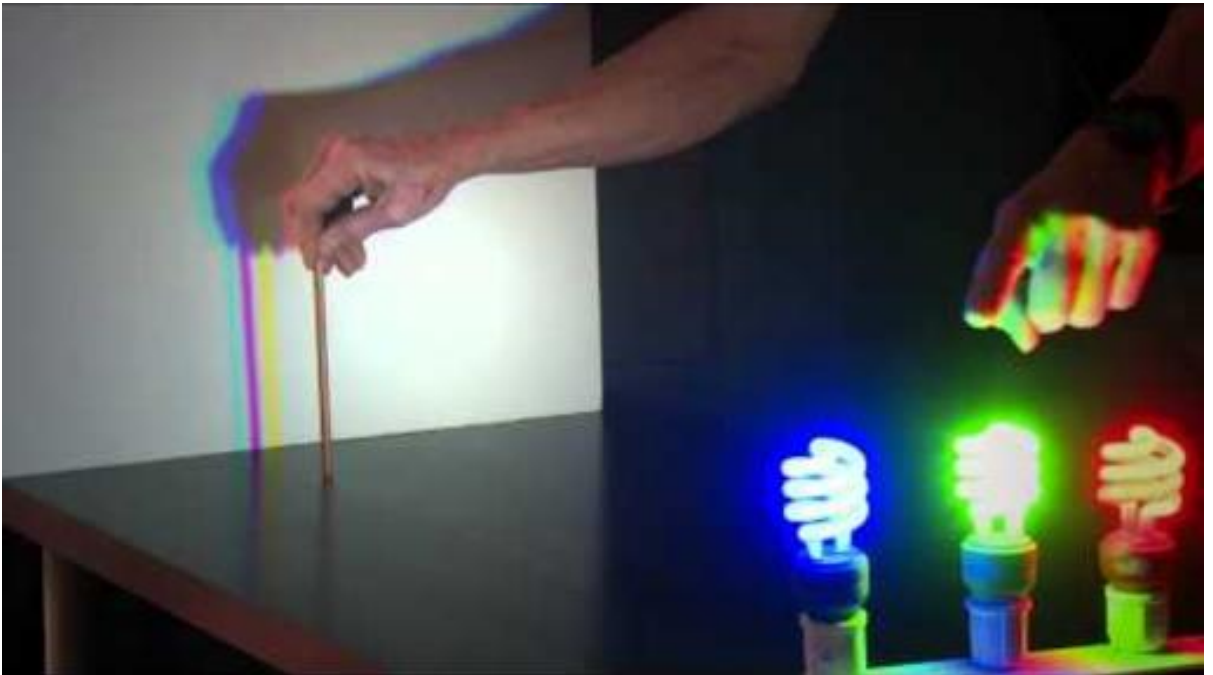
- पहिली – पांढरा प्रकाश-स्रोत, वस्तू, पडदा आणि निरीक्षण
- दुसरी – रंगीत प्रकाश-स्रोत, वस्तू, पडदा आणि पुन्हा निरीक्षण
- तिसरी - एक पांढरा आणि एक रंगीत प्रकाश-स्रोत, वस्तू, पडदा आणि पुन्हा निरीक्षण

- चौथी – दोन रंगीत प्रकाश-स्रोत, वस्तू, पडदा आणि निरीक्षण
- पाचवी - प्रकाश स्रोत आणि वस्तूच्यामधले अंतर वाढवणे आणि कमी करणे

सर्व गटाच्या सदस्यांनी उपक्रम केला आणि निरीक्षणसुद्धा केलेच, पण इतर विद्यार्थीसुद्धा या प्रयोगात सहभागी झाले.

जेव्हा त्यांनी, टॉर्चला निळा आणि लाल सेलोफेन पेपर लावून दोन रंगीत प्रकाश स्रोत (निळा आणि लाल) तयार केले आणि वापरले, तेव्हा रंगीत सावली तयार झाली.

विद्यार्थी आश्चर्यचकीत झाले आणि त्यांच्यात आनंदाची लहर पसरली. त्यांच्यासाठी हा संकल्पनात्मक परिवर्तनाचा क्षण होता, कारण आत्तापर्यंत ते असेच मानत आले होते की सावलीचा रंग काळाच असतो, रंगीत सावली अशक्यच असते. पण निळा किंवा लाल प्रकाश-स्रोत वापरून आम्ही निळी आणि लाल सावली पाहिली.



या उपक्रमातून झालेले आकलन थोडक्यात पुढीलप्रमाणे –

जेव्हा आपण एखादा पांढरा प्रकाश-स्रोत वापरतो तेव्हा काळी सावली पडते. जेव्हा आपण निळ्या किंवा लाल रंगाच्या प्रकाश-स्रोताचा वापर करतो, तेव्हा सावलीसुद्धा रंगीत पडते. सावल्यांची संख्या प्रकाश-स्रोतांच्या संख्येवर अवलंबून असते. सावलीचा रंग प्रकाश-स्रोताच्या रंगावर अवलंबून असतो. वेगवेगळ्या वस्तूंच्या वेगवेगळ्या सावल्या तयार होतात. जसजसे प्रकाश-स्रोत आणि वस्तूमधील अंतर बदलते, तसतसा सावलीचा आकारसुद्धा बदलतो.

हिंदी संदर्भ अंक १२२ मधून साभार.

शिक्षकांनी त्यांच्या वर्गामध्ये व विद्यार्थ्यांनी आपल्या मित्रमैत्रिणींसह हा प्रयोग जरूर करून पहावा. आपल्या प्रयोगाचे निष्कर्ष आम्हालाही कळवा!

§§§

लेखक: **अवनीश शुक्ला**, अजीम प्रेमजी फाऊण्डेशन, बारकोट, उत्तरकाशीमध्ये कार्यरत.

इंग्रजीतून हिंदी अनुवाद: **मनोज कुमार झा**, विज्ञानात पदव्युत्तर पदवी. दोन कविता संग्रह प्रकाशित.

हिंदीतून मराठी अनुवाद: **ज्ञानदा गद्रे-फडके**, मुक्त भाषांतरकार आहेत. विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि शिक्षण विषयक अनुवादात विशेष स्वारस्य.

इमेल: dnyanadaphadke@gmail.com

निमित्त सूर्यग्रहणाचे

लेखक : प्रियंवदा बारभाई

'सर्वांसाठी विज्ञान' हे ध्येय घेऊन ऑल इंडिया पीपल्स सायन्स नेटवर्कच्या सर्व विज्ञान संघटना कार्यरत आहेत. विज्ञानाच्या सार्वत्रिकीकरणासाठी खगोलशास्त्राचे माध्यम वापरण्याच्या हेतूने त्यांनी सूर्य ग्रहणे, आंतरराष्ट्रीय खगोलवर्ष, शुक्राची दोन अधिक्रमणे, आयसॉन धूमकेतू अशा निमित्ताने विज्ञानप्रसाराच्या व्यापक मोहिमा राबवलेल्या आहेत.



२१ मे २०१२ रोजी जपानमधून दिसलेले
कंकणाकृती सूर्यग्रहण

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:May_2012_Annular_Solar_Eclipse_\(IV\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:May_2012_Annular_Solar_Eclipse_(IV).jpg)

अशीच एक विलक्षण संधी २६ डिसेंबर २०१९ रोजी चालून आली आहे. त्या दिवशी सूर्य आणि पृथ्वीच्या रेषेत चंद्र मध्ये येईल आणि चंद्राची सावली पृथ्वीवर पडून सूर्याला ग्रहण लागेल. भारताच्या काही विशिष्ट भागातून हे ग्रहण कंकणाकृती दिसणार आहे, तर इतर देशभरातून सूर्याची कोर दिसेल. या निमित्ताने आखलेल्या सूर्योत्सव मोहिमेचा भाग म्हणून

देशभरात अनेक ठिकाणी मोठ्या संख्येने लोक एकत्र येणार आहेत, ग्रहण पाहणार आहेत,

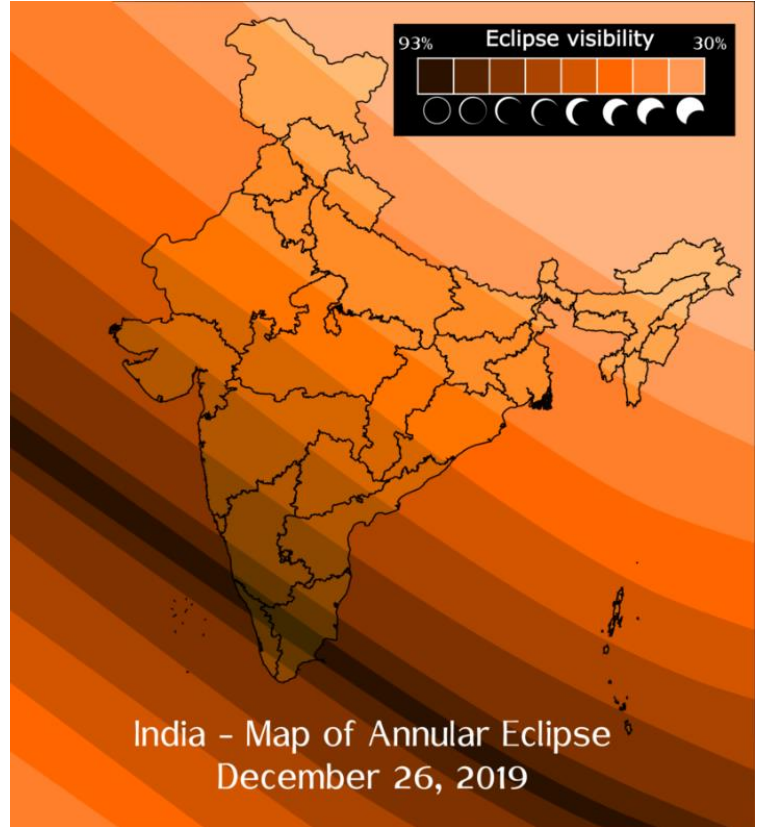
सूर्य आणि चंद्रासोबत नाशताही करणार आहेत. आपणही या दिवशी सूर्यग्रहण नक्की बघा, इतरांना दाखवा.

जर आपण प्रत्येक शाळेपर्यंत पोहोचू शकलो, प्रत्येक शाळेत आसपासच्या सर्वांसाठी सूर्योत्सव आयोजित करू शकलो, आणि महाराष्ट्रातील लाखो लोकांना ग्रहण पाहण्यासाठी प्रेरित करू शकलो, तर वैज्ञानिक दृष्टिकोन रुजवण्याच्या दिशेने काही पावले पुढे पडतील.

२६ डिसेंबर २०१९ चे सूर्यग्रहण

२६ डिसेंबर २०१९ ला सकाळी आठ ते साडेअकरा या वेळात भारताच्या काही भागातून कंकणाकृती आणि बाकीच्या सर्व भागातून खंडग्रास सूर्यग्रहण दिसेल.

चंद्र जेव्हा सूर्याला पूर्ण झाकतो, तेव्हा त्याला खग्रास सूर्यग्रहण म्हणतात. पण यावेळी चंद्र आणि सूर्य यांच्यातलं अंतर थोडं जास्त आहे. त्यामुळे चंद्र सूर्याला पूर्ण झाकणार नाही, तर सूर्याचं एक कडं चंद्राभोवती दिसत राहील. अशा ग्रहणाला कंकणाकृती सूर्यग्रहण म्हणतात.



भारताच्या वेगवेगळ्या भागांतून सूर्यग्रहण कसे दिसेल त्याचे नकाशाचित्र

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Map_of_Annular_Solar_Eclipse_in_india_2019_December_26.png

कर्नाटक, केरळ आणि तामिळनाडूच्या एका पट्ट्यातून, साडेनऊच्या सुमारास काही मिनिटे असे कंकण पाहायला मिळेल. मंगळूर, कन्नूर, कोइंबतूर, तिरूचिरापल्ली यासारखी अनेक शहरं कंकणाकृती ग्रहणाच्या पट्ट्यात येतात. सौदी अरेबिया, ओमान, श्रीलंका, इंडोनेशिया आणि मलेशियाच्या काही भागातूनही कंकणाकृती सूर्यग्रहण दिसणार आहे.

तुमच्या भागात किती टक्के सूर्य झाकला जाणार, ग्रहण किती वाजता सुरू होणार, कधी संपणार, यासारखे तपशील तुम्हाला एका ॲपवर उपलब्ध आहेत. आलोक मांडवगणे यांनी तयार केलेले Annular Solar Eclipse नावाचे ॲप तुमच्या मोबाईलवर डाउनलोड करा. तुमचे लोकेशन चालू ठेवा. सर्व माहिती थेट उपलब्ध होईल. इतरही अनेक ॲप्स यासाठी उपलब्ध आहेत.

सूर्योत्सव काय आहे?

सूर्य-पृथ्वी-चंद्र, यांच्याशी संबंधित दिवसाउजेडीचे खगोलशास्त्र, त्यासंबंधीचे ज्ञान-विज्ञान यांचा हजारो लोकांच्या सहभागाने साजरा करण्याचा हा उत्सव आहे.

याचे दोन महत्त्वाचे भाग आहेत -

१) प्रत्येक शाळेत सूर्योत्सव

ग्रहणाची पूर्वतयारी म्हणून प्रत्येक शाळेत सूर्योत्सव आयोजित केले जाणार आहेत. यात मुले सूर्य-पृथ्वी-चंद्राशी संबंधित प्रयोग करतील, सूर्यमालेची आणि ग्रहणाची प्रतिकृती तयार करतील आणि पालकांना, समाजातील इतर घटकांना आणि विद्यार्थ्यांना हे प्रयोग दाखवतील आणि समजावून सांगतील. शिवाय शिक्षक आणि मुले मिळून २६ डिसेंबरच्या ग्रहण पाहण्याच्या कार्यक्रमाची आखणी करतील. महाराष्ट्रात आपल्या शाळेत सूर्योत्सव

आयोजित करण्यासाठी किंवा आपल्याजवळ कोठे सूर्योत्सव होतो आहे, याची माहिती घेण्यासाठी नवनिर्मिती संस्थेच्या पुणे कार्यालयात संपर्क साधा.

२) ग्रहण पाहण्याचा सोहळा

२६ डिसेंबरला सकाळी साडे आठ ते साडे अकरा या वेळात लोकांसाठी ग्रहण पाहण्याचे आणि सूर्य-चंद्रासोबत नाश्ता करण्याचे कार्यक्रम होतील. आपल्या नजिकच्या अशा कार्यक्रमात जरूर सहभागी व्हा, व आपले कुटुंबीय, मित्रमैत्रिणी, सहकारी यांनाही सहभागी करून घ्या.

सूर्योत्सवाच्या जगभरातील मोहिमेत सहभागी कसे व्हायचे?

आपापल्या भागात लोकांना ग्रहण दाखविण्याची सोय करून आपण या मोहिमेत सहभागी होऊ शकाल.

ग्रहणाच्या दिवशी ग्रहण पाहण्यासाठी सर्वांना सूर्यचष्मे लागतील. तसेच छायाचित्रकारांना सुरक्षित फिल्मची गरज पडेल. ती उपलब्ध करून देण्यासाठी नवनिर्मिती, पुणे कार्यालयात संपर्क करा.

तसेच, अनेक लोकांना एकावेळी ग्रहण दाखविण्याच्या इतर पद्धती तुम्हाला माहित करून घ्यायला हव्यात. त्याचा सरावही करायला हवा.

ग्रहण व्यवस्थित व विना अडथळा पहाता येण्यासाठी योग्य जागा शोधून ठेवावी लागेल.

लोकांच्या विविध संभाव्य प्रश्नांची उत्तरेही माहित करून घ्यावी लागतील.

सूर्यग्रहणात पाळावयाचे वैज्ञानिक नियम

- सूर्याकडे कधीही नुसत्या डोळ्यांनी थेट पाहायचे नाही.
- दूरदर्शक, दुर्बिण अशा साधनांमधून कधीही सूर्याकडे पाहायचे नाही. डोळे जळून जातात.
- एक्स रे च्या फिल्ममधून सूर्याकडे पहाणेही टाळावे कारण दरवेळी ही फिल्म सुरक्षित असेलच असे नाही.
- सूर्याकडे पाहण्यासाठी सुरक्षित सूर्यचष्मे वापरावेत.
- सूर्यचष्म्याला भोक पडले असल्यास तो वापरू नये, टाकून द्यावा.
- सुरक्षित सूर्यचष्मा किंवा सूर्याच्या प्रतिमा घेण्याच्या इतर पद्धती वापरून ग्रहण जरूर पहावे.
- ग्रहण म्हणजे फक्त सावली असते. आपण एरवी सावलीत जेवतो, भाज्या वगैरे चिरतो, स्वयंपाक करतो, पाणी पितो. त्यामुळे ग्रहणकाळातही सर्वांनी, अगदी गरोदर स्त्रियांनीही, या सर्व गोष्टी जरूर कराव्यात. त्याने कोणताही अपाय होत नाही. सावलीत कोणतेही विष नसते. त्यामुळे 'विषाची परीक्षा कशाला?' यासारख्या अवैज्ञानिक युक्तिवादाला थारा देऊ नये.

सूर्यग्रहणात कशाकशाचे निरीक्षण करायचे

- चंद्र सूर्यावरून सरकत असताना सूर्याची आधी लहान लहान होत जाणारी आणि मग मोठी मोठी होत जाणारी कोर पहा.
- झाडांच्या पानांमधून जमिनीवर पडणाऱ्या कवडशांचा आकार पहा.
- चंद्र जसजसा सूर्याला झाकतो, तसतशा सावल्या अधिकाधिक रेखीव होत जातात ते पहा.

चला तर मग.... २६ डिसेम्बरला चंद्र-सूर्यासोबत नाश्ता करूया. सावल्यांना काय घाबरायचं? अनेकांना यात सहभागी करून घेऊया.

याबद्दल अधिक माहितीसाठी सूर्योत्सव पुस्तिका आपण मोफत डाउनलोड करू शकता. त्यासाठी पुढील लिंक वापरावी.

<http://navnirmitlearning.org/wp-content/uploads/2013/12/SURYOTSAV-handbook-marathi-final-web.pdf>

अधिक माहितीसाठी पहा: ऑल इंडिया पीपल्स सायन्स नेटवर्क <https://www.aipsn.in/> व नवनिर्मिती लर्निंग फाउंडेशन <http://navnirmitlearning.org/>

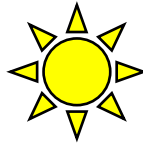
नवनिर्मिती संस्थेच्या पुणे कार्यालयाचा पत्ता व संपर्क पुढीलप्रमाणे:

नवनिर्मिती लर्निंग फाउंडेशन, प्लॉट क्र.३, दुर्वाकुर अपार्टमेंट्स, प्लॉट क्र १०१, मयूर कॉलनी, पुणे ४११ ०३८. (सोमवार ते शनिवार, सकाळी १० ते संध्याकाळी ६) दूरध्वनी ९८५०३०३३९६

§§§

लेखक: प्रियंवदा बारभाई, पालकनीती परिवार, नवनिर्मिती लर्निंग फाउंडेशन मध्ये कार्यरत.

इमेल: priyanvada@gmail.com



सूर्यग्रहणासोबत चहापान !

दि. २६ डिसेंबर २०१९ रोजी भारताच्या काही भागातून कंकणाकृती सूर्यग्रहण तर इतर सर्व भागातून खंडग्रास सूर्यग्रहण दिसणार होते. या अवकाशीय घटनेचा आनंद घेण्याकरीता *नवनिर्मिती लर्निंग फाउंडेशनतर्फे* सकाळी ८ ते ११ या वेळेत बालगंधर्व पुलावर सूर्यग्रहणासोबत चहापानाचा कार्यक्रम निःशुल्क आयोजित करण्यात आला होता. सुरक्षित पद्धतींनी सूर्य पाहण्याची सोय येथे केली होती. तसेच ग्रहणाची माहिती दिली गेली. यावेळी ग्रहण पाहण्याचे चष्मेही उपलब्ध करण्यात आले होते. शैक्षणिक संदर्भ इ-द्वैमासिक, पालकनीती परिवार आणि समुचित एन्व्हायरो टेक या सामाजिक संस्थाही या उपक्रमात सहभागी झाल्या होत्या.



वाचनाचा एक प्रयोग

लेखक : कृतिका बुरघाटे

शैक्षणिक संदर्भ अंक १२० (ऑक्टो-नोव्हें २०१९) मध्ये 'वाचन विकसन' या लेखाच्या पहिल्या भागात मुले आकलनपूर्वक वाचन का करू शकत नाहीत, या प्रश्नाचा धांडोळा घेतलेला होता. कृतिका बुरघाटे यांनी स्वतःच्या निरीक्षणांवरून काही निष्कर्ष काढले होते, ते आपण मागील लेखात पाहिले. मग त्यांआधारे मुलांमध्ये समजपूर्वक वाचनाचे कौशल्य विकसित करण्यासाठी त्यांनी एक प्रयोग केला, त्याबद्दल वाचूया, ह्या लेखात.

मुलांमध्ये वाचनाची आवड निर्माण व्हावी म्हणून मी वाचनालयाचा उपक्रम माझ्या वर्गापुरता सुरु केला. मग मुलांची वाचनातली समज किती आहे हे पडताळून पाहण्याची खूप इच्छा झाली, म्हणून एक साधा प्रयोग केला. त्या प्रयोगातून जे काही समोर आले ते मजेदार होते.

सर्वात प्रथम जो मुद्दा समोर आला तो म्हणजे 'वाचन म्हणजे काय' हेच मुळी मुलांना समजलेले नाही.

दुसरे म्हणजे मुलांना समजपूर्वक कसे वाचावे हेदेखील कळलेले नाही किंवा असेही म्हणता येईल की समजपूर्वक वाचन म्हणजे काय हेच कळलेले नाही.

मुले उतारा वाचून प्रश्नांची उत्तरे देतात. पण ती उत्तरे समजपूर्वक देतात काय हा प्रश्नच आहे. बहुतेक वेळा शब्दाला शब्द जोडून आला की त्या ओळीत उत्तर आहे हा मुलांचा समज असतो.

उदाहरणार्थ, ‘....गणू शेवटच्या बाकावर बसणारा मुलगा होता. तो खूप खोडकर होता. त्याला वाचता-लिहिता येत नव्हते. तो वर्गात खूप गोंधळ घालायचा...’ या उताऱ्यावर जर असा प्रश्न केला की, ‘कुणाला वाचता-लिहिता येत नव्हते?’ तर बहुतेक मुले याचे उत्तर लिहिताना, ‘त्याला वाचता-लिहिता येत नव्हते.’ असे लिहितात.

याचा अर्थ त्यांना वाक्यांचा अर्थ लावता आला नाही. दोन वाक्यांचा संदर्भ जर मुलांना जोडता येत नसेल तर संपूर्ण उताऱ्याचा अर्थ ते कसा लावू शकतील?

“आपण काय वाचले ते सांगता येणे म्हणजे समजपूर्वक वाचन,” असे तूर्तास मी त्यांना सांगितले.

मुलांना १२ पानी कथा वाचायला दिली. मुलांनी ती वाचली. तीन-चार वेळा तीच कथा वाचायला सांगितले.

“आता या कथेत काय वाचले कुणी सांगेल का मला?” असा प्रश्न केला.

पण “आम्हाला नाही सांगता येत ही कथा. आम्हाला नाही काही समजले.” असे उत्तर आले.



“असे कसे नाही सांगता येत? तुम्ही वाचले ना? काहीतर नक्कीच माहिती असेल? कथेचे नाव? कथेतील नायक? कथेत काय प्रसंग होता? काय घडले? काय झाले? कोण काय म्हणाले?” असे खूप प्रश्न मी त्यांच्यासमोर मांडले.

एका तरी प्रश्नाचे उत्तर नक्कीच येईल असे वाटले होते.

कथेचे नाव मुलांनी सांगितले. कथेचा नायकही सांगितला. पण कथेत काय वाचले ते मात्र सांगता आले नाही.

मग मी एका विद्यार्थिनीला कथा वाचायला सांगितली. सगळ्यांनी ती ऐकली. मग तेच प्रश्न मी पुन्हा विचारले.

आता मात्र मुले पटापट उत्तरे देत होती. कथेतील प्रसंगही त्यांना सांगता आला.

मला हे जाणवले की, मुलांना वाटते कथेत काय घडले ते सांगा म्हणजे पूर्ण कथा जशीच्या तशी सांगणे.

मी म्हटले, “कथेत मुख्य काय आहे ते सांगणे म्हणजे आपल्याला काय समजले ते सांगणे.” मी त्यांना नेहमीचा सिनेमाचा दाखला दिला. “तीन तासांच्या सिनेमाची गोष्ट नाही का आपण दोन-चार मिनिटात सांगतो तस्सं!!”

“आम्हाला नाही तशी वाचलेली कथा सांगता येत,” असे पुन्हा मुले म्हणाली. “आम्हाला समजतच नाही,” हे त्यांचे विधान ठरलेले होते.

मी त्यांना एक लांबलचक कथा सांगितली, अगदी रंगवून. कथा जुनीच, श्रावण बाळाची. पण ती सांगताना निसर्ग वर्णन आणि श्रावण बाळाच्या प्रवासाचे काही टप्पे अतिरंजितपणे सांगितले. मुले ऐकतच होती. शेवटी कथा संपली ती श्रावण बाळाच्या आई-वडिलांच्या मृत्यूने.

आता मुलांना मी पुन्हा तेच प्रश्न विचारले. मुलांनी धडाधड उत्तरे दिली. आणि मुख्य म्हणजे कथेत नेमके काय होते - श्रावण बाळाची भक्ती, त्याचा करुण मृत्यू आणि राजा दशरथाला मिळालेला शाप - हे मुलांनी अगदी अचूक सांगितले. थोडक्यात कथा सांगण्याचाही चार-पाच मुलांनी प्रयास केला.

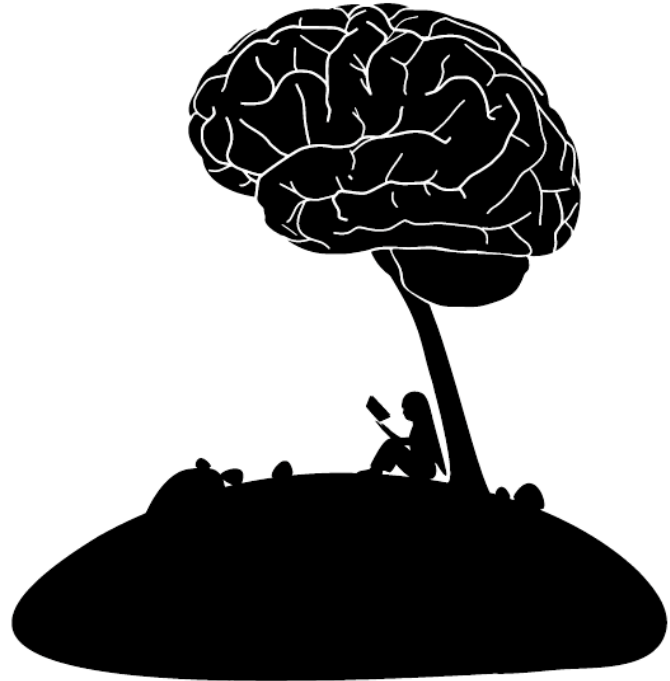
मी रोज त्यांना एक कथा सांगू लागले आणि त्याचा सारांश त्यांना विचारू लागले. मुले आता त्यात तरबेज झाली. पण हे सारे ऐकीव कथेबाबत होत होते.

आता त्यांना मी कथा वाचून दाखवू लागले. मुले त्याचे सारांश रूपाने कथन करू लागली.

पण स्वतः वाचून कथा सांगणे काही मुलांना जमेना.

खूप लहान-लहान, पहिली-दुसरीच्या मुलांच्या वयाच्या कथेचे पुस्तक मी त्यांना दिले. उदाहरणार्थ -“एक होतं झाड”.

मुले ते वाचून सारांश सांगू लागली. मुलांना कथेचा सारांश सांगणे म्हणजे कथा जशीच्या तशी सांगणे अशी जी भावना होती ती आता बदलू लागली. पण हे फार लहान कथांपुरते मर्यादित होते.



आता मी मुलांना, “तुम्हीच वाचा आपसात आणि सांगा एकमेकांना” असं म्हणून

तीन-तीन मुलांचे गट करून पुस्तके दिली, मुलं मिळून कथा वाचायची आणि ऐकलेले, वाचलेले समजून सांगायची.

तीनवरून दोनवर आणि दोनवरून एकवर आणत मी मुलांचे समजपूर्वक वाचनाचे कौशल्य विकसित करण्याचा प्रयास करीत होते.

८०% मुलांना एक महिन्याच्या आत वाचलेली कथा सारांश रूपात सांगता येऊ लागली आहे. बाकीच्या मुलांवर काम सुरू आहे. ती अजून गटा-गटात वाचन करत आहेत.

§§§

लेखक : कृतिका बुरघाटे, भाषा शिक्षिका, जि.प.उच्च प्राथमिक शाळा, मसाळा (तुकुम), केंद्र- दुर्गापूर, प.स. चंद्रपूर येथे सध्या कार्यरत, विषय सहायक: इंग्रजी, DIECPD, चंद्रपूर.
इमेल : Krutikaburghate@gmail.com

शिक्षकांना आवाहन

मुलांच्या वाचन कौशल्याबद्दल तुमची काय निरीक्षणे आहेत? तुम्ही मुलांचे वाचन कौशल्य वाढवण्यासाठी काही वेगळे प्रयोग केले आहेत का? आम्हाला जरूर कळवा.

-शैक्षणिक संदर्भ संपादक गट

महा इतिहास - भाग ०४

आपली पृथ्वी

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागील लेखात आपण विश्वात आकाशगंगा, तारे, ग्रह, विशेषतः आपली सूर्यमाला, यांची उत्पत्ती कशी झाली याची कहाणी पाहिली. या व पुढील लेखात आपल्या पृथ्वीच्या उत्पत्तीपासून ती आजच्या स्वरूपात येण्यापर्यंतच्या प्रवासाचा धांडोळा घेऊया.

साधारण ४.५ अब्ज वर्षांपूर्वी आपला सूर्य अस्तित्वात आला, आणि त्यानंतर साधारण १ कोटी वर्षांमध्ये त्याभोवती ग्रहमालाही अस्तित्वात आली. आपल्या सूर्यमालेतील आपल्यासाठी सर्वात महत्त्वाचा आणि एकमेवाद्वितीय असा ग्रह म्हणजे, आपली पृथ्वी. पृथ्वी एकमेवाद्वितीय अशासाठी, की आपल्या सूर्यमालेत ज्यावर सजीव सृष्टी निर्माण झाली, उत्क्रांत झाली, असा हा एकमेव ग्रह आहे.

सुरुवातीला सूर्यमालेतील इतर ग्रहांप्रमाणेच पृथ्वी हाही केवळ सुपरनोव्हा स्फोटांत नष्ट झालेल्या ताऱ्यांच्या अवशेषांचा, सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावामुळे त्याभोवती घिरट्या घालणाऱ्या पुंजक्यापैकी तिसऱ्या क्रमांकावरचा (सूर्यापासून १४.९६ कोटी कि.मी. अंतर) पुंजका होता. कालांतराने प्रत्येक पुंजक्यातील द्रव्य गुरुत्वाकर्षणामुळे एकत्र बांधले जाऊन ग्रहगोल साकारू लागले, त्यात पृथ्वीही आकार घेऊ लागली.

पृथ्वीचा इतिहास साधारण ४.५ अब्ज वर्षांचा आहे. हा इतिहास समजून घेण्यासाठी या कालखंडाचे वेगवेगळे टप्पे विचारात घेतले जातात. या टप्प्यांना इऑन (eon) असे म्हणतात. इऑनच्या वेगवेगळ्या टप्प्यांना इरा (era) म्हणतात, तर इराच्या वेगवेगळ्या टप्प्यांना इपॉक (epoch) म्हणतात. पृथ्वीवर बहुपेशीय सजीव साधारण ५४ कोटी वर्षांपूर्वी अस्तित्वात आले. त्यापूर्वीचा ४ अब्ज वर्षांचा कालावधी हा तीन इऑनमध्ये विभागला जातो – हेडिअन (Hadean), आर्किअन (Archean) आणि प्रोटेरोझोइक (Proterozoic). या कालावधीत पृथ्वी कसकशी घडत गेली, ते या व पुढील लेखात थोडक्यात पाहूया.

४.५ अब्ज वर्षांपूर्वी पृथ्वी एक ग्रह म्हणून अस्तित्वात आल्यापासून ते ३.८ अब्ज वर्षांपूर्वीपर्यंतचा कालावधी हेडिअन या नावाने ओळखला जातो. हा शब्द नरक या कल्पनेसाठी असलेल्या ग्रीक शब्दावरून घेतलेला आहे. या कालावधीत पृथ्वीवरील परिस्थिती ही सर्वसाधारणतः नरक म्हणून जी कल्पना केली जाते तशीच होती, हे या नावामागचे कारण आहे.

बाल पृथ्वीच्या प्रचंड ऊर्जेमुळे तिच्या अंतरंगात लोह व निकेल वितळले. गुरुत्वाकर्षणामुळे या जड मूलद्रव्यांचे रस तिच्या केंद्राकडे खेचले जाऊ लागले, आणि त्यातूनच उच्च घनता असलेला लोखंडी गाभा तयार झाला. त्याच वेळी हलकी मूलद्रव्ये, दगड, इ. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर गोळा होऊ लागले, व त्यातून बालपृथ्वीचे पहिले कवच आकारास आले. अंड्याच्या कवचासारख्या पातळ अशा या कवचात मुख्यतः सिलिकॉन व अल्युमिनिअम ही मूलद्रव्ये होती, पण त्यांच्या जोडीला कॅल्शियम, सोडियम, पोटॅशियम, मँगनीज, तसेच काही प्रमाणात लोह, सोने, शिसे, युरेनिअम अशी काही जड मूलद्रव्येही होती.

या कालावधीतील पृथ्वीचे कोणतेच अवशेष आता शिल्लक नाहीत, पण वैज्ञानिक तर्कावरून काही अनुमाने बांधता येतात.

वैज्ञानिकांच्या मते साधारण ४ अब्ज वर्षांपूर्वी वातावरणात खूप मोठ्या प्रमाणावर कार्बन डायॉक्साइड वायू होता, वातावरण ढगाळ आणि आत्ताच्या तुलनेने अधिक घनदाट होते. यातून सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीपर्यंत येताना दृश्य वर्णपटलाच्या निळ्या भागाचे विकीरण जास्त होत असल्याने याकाळी पहाणारे कोणी असते, तर आकाश लाल दिसले असते.

या वातावरणात ऑक्सिजन वायू अजिबात नव्हता. साधारण ८० टक्के कार्बन डायॉक्साइड, १० टक्के मिथेन, ५ टक्के कार्बन मोनॉक्साइड व ५ टक्के नायट्रोजन असे या वातावरणाचे घटक असावेत. कार्बन डायॉक्साइडला हरितगृह वायू म्हणतात, कारण हरितगृहाच्या काचेच्या भिंती जशा सूर्यप्रकाश आरपार जाऊ देतात पण उष्णतेसाठी अपारदर्शक असतात, तसेच काम पृथ्वीच्या वातावरणात हा वायू करतो. हेडिअन काळामध्ये खूप मोठ्या प्रमाणावर कार्बन डायॉक्साइड हवेत असल्याने पृथ्वीच्या कवचावरून परावर्तित होऊ पहाणारी उष्णता वातावरणातच धरून ठेवली जात असावी. यामुळे पृथ्वीचे तापमान खूप जास्त होते.

या काळात चंद्र आत्तापेक्षा खूप जवळ होता. दिवस फक्त १५ तासांचा होता, म्हणजेच पृथ्वीच्या परिवलनाचा वेग आत्तापेक्षा खूपच जास्त होता.

या काळात पृथ्वीवर सारखा उल्कावर्षाव होत होता. तिच्या परिभ्रमण मार्गात आडव्या येणाऱ्या धूमकेतूंबरोबरही तिच्या सारख्या टकरी होत होत्या. पृथ्वीचा गाभाही या काळात खूपच तप्त होता, त्यात किरणोत्सारी मूलद्रव्यांचा न्हास होत मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा बाहेर पडत होती, गुरुत्वाकर्षणामुळे प्रचंड दाबही तयार होत होता. या साऱ्यामुळे सारखे

ज्वालामुखीचे उद्रेक होत होते. या सर्व उष्णतेपुढे पाणी द्रवरूपात टिकून रहाणे शक्यच नव्हते. त्यामुळे पृथ्वीवर असणारे सर्व पाणी बाष्पाच्या स्वरूपात वातावरणात होते, व त्यामुळे वातावरण ढगाळ होते.

चित्र १ मध्ये या काळातील पृथ्वीचे कल्पनाचित्र दाखवले आहे. अशा नरकसदृश



परिस्थितीत पृथ्वीवर कोणतीही सजीव सृष्टी निर्माण होऊन टिकून रहाणे अशक्यच होते. पण या सर्व घडामोडींमुळे पृथ्वी बदलतही होती.

चित्र १ हेडिअन काळातील पृथ्वीचे कल्पनाचित्र.
पार्श्वभूमीवर चंद्र दाखवला आहे.

(<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hadean.png>)

हळूहळू सूर्याभोवतालच्या

तिच्या परिभ्रमणाच्या मार्गातील
उल्का व धूमकेतू तिच्यावर

आदळून आदळून संपून गेले. त्यामुळे बाहेरून होणारे आघात थांबत गेले. पृथ्वीची रासायनिक व भौतिक रचनाही स्थिरावत गेली. पृथ्वी हळूहळू थंड होऊ लागली. यामुळे वातावरणातील बाष्पाच्या ढगांमधून पाणी वर्षू लागले. हा पाऊस अक्षरशः काही कोटी वर्षे चालू असावा. यातूनच महासागर तयार झाले. मात्र हे पाणी वातावरणातून खाली येताना वातावरणात मोठ्या प्रमाणावर असणाऱ्या कार्बन डायॉक्साइडशी संयोग पावत होते. त्यामुळे महासागर आम्लयुक्त होते. या आम्लामुळेच पृथ्वीच्या कवचात त्यावेळी असलेली सिलिकेट संयुगे विरघळली असावीत, व कवच नव्याने निर्माण झाले असावे. म्हणूनच या काळाच्या कोणत्याही खुणा आता आपल्याला पृथ्वीच्या कवचात सापडत नाहीत.

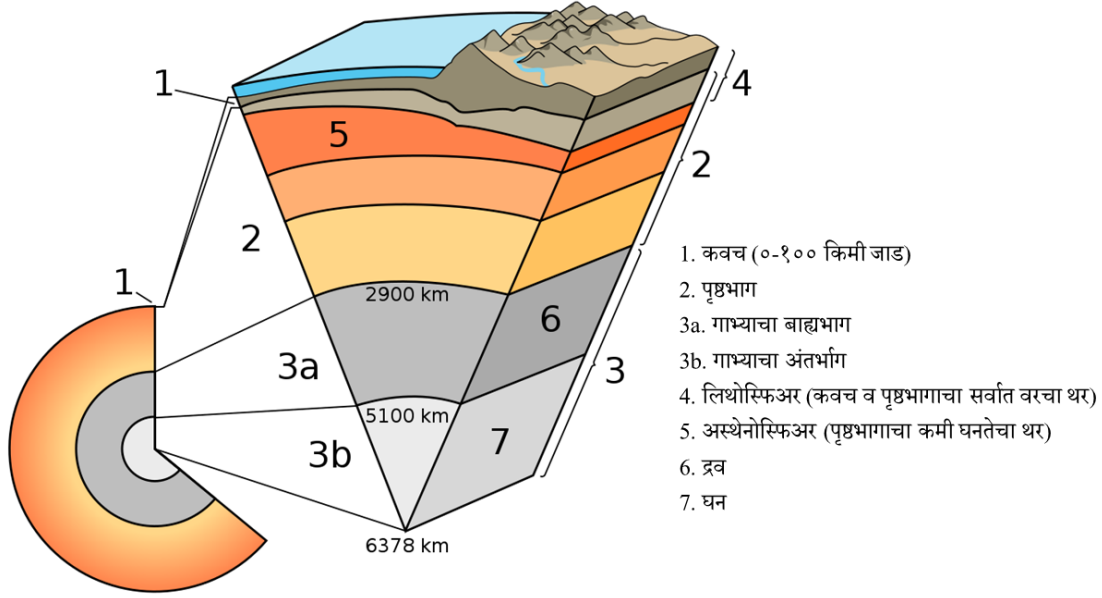
पृथ्वीवरील वातावरणात असलेले बाष्प नेमके आले कोठून, याबाबत भूगर्भशास्त्रज्ञांमध्ये अजून एकमत झालेले नाही. काहींच्या मते हे बाष्प पृथ्वी तयार होताना जे ताऱ्यांचे अवशेष एकत्र आले होते, त्यांमधून आले असावे. काहींचे असे मत आहे की, हेडिअन काळामध्ये पृथ्वीवर जे धूमकेतू आणि उल्का आदळत होत्या त्यांमधून हे बाष्प आले असावे. पण स्रोत काहीही असला, तरी यातून एक महत्त्वाची गोष्ट अधोरेखित होते - पृथ्वीवर पाणी तयार होत नाही, ते पृथ्वीच्या उत्पत्तीच्या आगेमागे अवकाशातून आलेले आहे.

याचाच अर्थ असा की हेडिअन काळामध्ये जे काही पाणी पृथ्वीवर जमा झालेले आहे, ते आणि तेवढेच पाणी आहे. हे मुख्यतः खारट महासागरांच्या स्वरूपात आहे, आणि काही अंशी ध्रुवीय प्रदेशांत गोठलेल्या बर्फाच्या स्वरूपात आहे. पर्जन्यचक्राच्या माध्यमातून द्रव स्वरूपातील गोडे पाणी पृथ्वीच्या वेगवेगळ्या भागांत वेगवेगळ्या प्रमाणांत दरवर्षी विभागले जाते, आणि त्यावर सजीव सृष्टीला आपली तहान भागवावी लागते. पाण्याचा वापर करत असताना आपण या महा ऐतिहासिक सत्याचे भान ठेवायला हवे.

हेडिअन इऑनच्या अखेरीपर्यंत पृथ्वीचे भूगर्भीय (जिऑलॉजिकल) रूप जवळजवळ आत्ताच्या स्वरूपात आलेले होते. भूगर्भशास्त्रज्ञ पृथ्वीचे वर्णन दोन अंगांनी करतात - रासायनिक स्वरूप व भौतिक स्वरूप. पृथ्वीचे तीन मुख्य भाग आहेत - कवच, आवरण व गाभा (चित्र २ पहा).

कवचात दोन प्रकारचे भाग आहेत - सागरी कवच व भूखंडीय कवच. सागरी कवच फक्त ८ कि.मी. जाडीचे आहे. पृथ्वीच्या उत्पत्तीच्या सुरुवातीच्या काळात प्रचंड उष्णतेने वितळलेले पदार्थ पृथ्वी थंड होताना पुन्हा घन झाले. सागरी कवच अशा आग्नेय खडकांचे

बनले आहे. भूखंडीय कवचाची सरासरी जाडी ४० कि.मी. आहे. यामध्ये वेगवेगळ्या प्रकारचे खडक आढळतात. सर्वसाधारणतः वरच्या थरांमध्ये ग्रॅनाइट तर खालच्या थरांमध्ये बसाल्ट अशी विभागणी दिसते.



चित्र २ पृथ्वीची संरचना

(<https://www.opengeography.org/ch-2-plate-tectonics.html>)

पृथ्वीच्या एकूण आकारमानाचा ८० टक्के भाग म्हणजे कवचाखालील आवरण. हा जवळजवळ २९०० कि.मी. जाडीचा खडकाचा थर आहे. कवच आणि आवरण यांमध्ये फरक केला जातो, कारण त्यांचे रासायनिक स्वरूप वेगवेगळे आहे. आवरणाच्या वरच्या थरात प्रामुख्याने पेरिडोटाइट म्हणजे मॅग्नेशियमचा प्रादुर्भाव असलेले आग्नेय खडक आहेत. जसजसे आवरणात खोल जावे, तसतसे वाढणाऱ्या दाबामुळे स्फटिकीकरण झालेले दिसते. आवरणाचा वरचा टणक थर आणि कवच यांना मिळून लिथोस्फिअर म्हणतात. त्याखालील अस्थेनोस्फिअर हा थर बव्हंशी घन पण काही ठिकाणी चिकट द्रवासारखा आहे. या दोन थरांबद्दल अधिक माहिती लेखमालेत पुढे पाहू.

पृथ्वीचा गाभा हा आधी म्हटल्याप्रमाणे लोह व निकेल यांच्या संयुगाचा बनलेला आहे, पण त्यात लोहाबरोबर रासायनिक संयोग करू शकणारी इतर मूलद्रव्येही काही प्रमाणात आढळतात. गाभ्यातील अतिप्रचंड दाबामुळे त्याची घनता पाण्याच्या चौदा पट आहे. त्याचा बाह्यभाग द्रव स्वरूपात तर अंतर्भाग घन स्वरूपात आहे.

जसजसे कवचापासून गाभ्याकडे जावे, तसतसा दाब तर वाढत जातोच, पण तापमानही वाढत जाते. प्रत्यक्ष मापन उपलब्ध नसले, तरी वैज्ञानिकांनी केलेल्या सैध्दांतिक आकडेमोडीनुसार पृथ्वीच्या गाभ्याचे तापमान साधारण ६५०० ते ७००० अंश सेल्सिअस असावे. आपल्या पायाखाली १०० कि.मी. खाली गेल्यास १२०० ते १५०० अंश सेल्सिअस इतके तापमान असेल. पृथ्वीच्या उत्पत्तीकाळात तिच्यात असलेली जवळजवळ सर्व उष्णता आजही तिच्या अंतरंगात सामावलेली आहे, असा वैज्ञानिकांचा अंदाज आहे.

पृथ्वीवरची सर्वात खोल खाण ही फक्त ४ कि.मी. खोलीपर्यंत जाते. म्हणजे कवचाच्या खाली नेमके काय आहे, याची प्रत्यक्ष माहिती आपल्याकडे नाही. मग पृथ्वीच्या अंतरंगाची इतकी सविस्तर माहिती भूगर्भशास्त्रज्ञांना कशी मिळाली, असा प्रश्न पडणे सहाजिक आहे. तर ही सर्व माहिती अप्रत्यक्ष निरीक्षणांमधून मिळवलेली आहे.

पृथ्वीवर जेव्हा भूकंप होतात, तेव्हा भूकंपाच्या लहरी पृथ्वीच्या पृष्ठभागात खोलवरपर्यंत प्रवास करतात. वेगवेगळ्या रासायनिक व भौतिक रचनेच्या भागांतून प्रवास करताना या लहरींची दिशा व वेग यांमध्ये बदल होतात. या लहरींच्या अभ्यासातून पृथ्वीच्या अंतरंगाचे कल्पनाचित्र रेखाटता येते. पृथ्वीच्या पृष्ठभागातील खडक काही ठिकाणी कवचामध्ये येतात. ज्वालामुखींच्या उद्रेकानेही काही खडक खोलवरून वर येतात. या खडकांच्या अभ्यासातून पृष्ठभागाच्या संरचनेचा अंदाज बांधता येतो.

पृथ्वीच्या गाभ्यात असलेल्या लोह व निकेलच्या संयुगांमुळे पृथ्वीभोवती चुंबकीय क्षेत्र आहे. या क्षेत्राच्या अभ्यासातून गाभ्याबद्दल माहिती मिळवता येते.

पृथ्वीवर वेळोवेळी अवकाशातून उल्का येऊन पडतात. पृथ्वीची उत्पत्ती अशाच पदार्थांपासून झालेली आहे. या उल्कांच्या दगडांत पृथ्वीचे कवच आणि पृष्ठभागात असणारी सर्व मूलद्रव्ये बऱ्याच अंशी पृथ्वीसारख्याच प्रमाणात दिसतात, पण लोह मात्र पृथ्वीपेक्षा कितीतरी अधिक प्रमाणात दिसते. यावरूनही पृथ्वीवरील बहुतेक सारे लोह पृथ्वीच्या गाभ्यात एकवटलेले असावे, या अनुमानाला पुष्टी मिळते.

हेडिअन काळाच्या अखेरीस पृथ्वीची भूगर्भीय संरचना स्थिरावत आली असली, तरी अजूनही पृथ्वीच्या वातावरणात सजीवांना विषसमान असणारे वायूच जास्त होते आणि ऑक्सिजन वायू अजिबात नव्हता. पण पृथ्वीच्या कवचाचे तापमान आता बरेच खाली उतरले होते आणि त्यावर पाण्याच्या लाटा खळाळत होत्या. जीवसृष्टीच्या आगमनाची पूर्वतयारी आता पूर्ण झालेली होती.

या लेखमालेसाठी संदर्भ म्हणून डेव्हिड ख्रिश्चन व सहकाऱ्यांनी लिहिलेल्या “बिग हिस्टरी – बिट्विन नथिंग अँड एव्हरिथिंग” या पुस्तकाचा आधार घेण्यात आला आहे.

§§§

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, संचालक, समुचित एन्हायरो टेक, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इमेल : pkarve@samuchit.com

कसे मिळवले प्रभुत्व स्टीलच्या गुणधर्मांवर?

लेखक: सब्यसाची चटर्जी

अनुवाद: संजीवनी आफळे

निसर्गाने आपल्याला ९२ मूलद्रव्ये बहाल केली आहेत, त्यातील अनेक उपयुक्त आहेत. काही आपल्या रोजच्या जीवनात वापरली जातात.

इतिहास आपल्याला सांगतो की अश्मयुग, ताम्रयुग, कांस्ययुग आणि लोहयुग अशी युगे होऊन गेली. दगड (अश्म) हा नैसर्गिकरित्या उपलब्ध असतो, पण ताम्र (कॉपर), कांस्य (ब्रॉझ) आणि लोह (आयर्न) हे धातू आहेत. ताम्र निसर्गात शुद्ध स्वरूपात सापडते, त्यामुळे पाषाणासोबत त्याचाही वापर साहजिक होता.

लोह हा शुद्ध धातू असला तरी त्याच्या खनिज धातुकापासून वेगळा काढावा लागतो.

कांस्य किंवा कासे हे ८८% तांबे (कॉपर) आणि १२% कथील (टिन) या प्रमाणात असलेले मिश्रण आहे. अशा मिश्रणांना मिश्रधातू (अलॉय) असे म्हणतात. धातू कठीण असतात, त्यांचा पत्रा तयार करता येतो, ओढून तारा तयार करता येतात. ते वीज आणि उष्णतेचे वाहक असतात. ख्रिस्तपूर्व ४००० पासून सुमारे ख्रिस्तपूर्व १३०० पर्यंत कांस्ययुग होते. काशाचा वापर वेगवेगळ्या कालखंडात, जगाच्या वेगवेगळ्या भागात सुरू झाला. ते अजूनही कलाकृती, शिल्पकृतींमध्ये वापरले जाते.

भारतामध्ये, चोला काळामधील (इसवी सन ८५० – १२५०) काशाच्या कलाकृती प्रसिद्ध असून त्या तामिळनाडूतील तंजावूर या कावेरी नदीच्या त्रिभुज प्रदेशात तयार केल्या



काशाची नटराजाची मूर्ती

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39372931>

गेल्या होत्या. यांतील नृत्य करणाऱ्या नटराजाची मूर्ती सगळ्यात प्रसिद्ध आहे. यातील काही कलाकृती आपल्याला तंजावूर येथील मराठा संग्रहालय किंवा एगमोर, चेन्नई येथील सरकारी कला संग्रहालयामध्ये पाहता येतात.

या मूर्ती व्हॅनिशिंग वॅक्स किंवा लॉस्ट वॅक्स या तंत्राने बनवल्या आहेत. हे तंत्रज्ञान तामिळनाडूतील कारागीर अजूनही वापरतात.

प्रथम मेणाची प्रतिमा तयार केली जाते,

त्याभोवती वाळूचा साचा तयार केला जातो आणि नंतर त्यात वितळलेले कासे (काशाचा द्रवणांक = ९५० अंश सेल्सियस) ओतले जाते. धातू मेणाच्या प्रतिमेचा आकार घेतो आणि साच्यामध्ये घनरूप होतो. हे होताना मेण वितळून निघून/ जळून जाते, आणि म्हणूनच हे व्हॅनिशिंग वॅक्स किंवा लॉस्ट वॅक्स तंत्र. या कलाकृती आतून पोकळ असतात. त्यामुळे आकार मोठा असला तरी त्या हलक्या असतात.

पितळ (ब्रास) हा धातूही सामान्यपणे वापरला जातो. पितळ हा तांबे (४०-६५%) आणि जस्त (झिंक) (६०-३५%) यांचा मिश्रधातू आहे आणि या दोन घटकांचे प्रमाण कोणत्या प्रकारचे पितळ तयार करायचे आहे त्यानुसार बदलते. पितळाचा द्रवणांक साधारण

१००-१४० अंश सेल्सियस इतका आहे. काशाप्रमाणेच पितळाचा द्रवणांक कमी आहे आणि त्यामुळे त्याला वेगवेगळे आकार देणे, घडवणे सोपे जाते.

अत्यंत कमी तापमानाला वितळू शकत असल्यामुळे कथील (द्रवणांक: २३१.९ अंश सेल्सियस), जस्त (द्रवणांक: ४१९.५ अंश सेल्सियस) आणि तांबे (द्रवणांक: १०८५ अंश सेल्सियस) सगळ्यात आधी वापरले जाऊ लागले. याच कारणामुळे त्यांचे मिश्रधातू असलेले पितळ आणि कासे काही सहस्रके वेगवेगळ्या प्रकारे व्यवहारात उपयोगात आणले गेले. त्यांची जागा नंतर लोह किंवा लोखंडाने घेतली. नंतर इतर धातूसुद्धा उपयोगात आले, पण लोखंडाची जागा कोणीच घेऊ शकले नाही.

लोखंड हा एक अष्टपैलू धातू आहे. पृथ्वीच्या वरच्या कवचात ५ टक्के इतके लोह असते आणि ते ऑक्सिजन, सिलिकॉन आणि अल्युमिनियम नंतर सर्वात जास्त आढळणारे मूलद्रव्य आहे. सर्व मूलद्रव्ये ताऱ्यांमध्ये त्यांच्या निरनिराळ्या विकासाच्या टप्प्यांवर होणाऱ्या अणुकेंद्रकीय अभिक्रियांमुळे तयार होतात. अणुभौतिकी असे सांगते की लोखंड हे सगळ्यात स्थिर मूलद्रव्य आहे आणि ताऱ्यांतील अणुकेंद्रकीय प्रक्रियांच्या अनेक टप्प्यांनंतर ते तयार होते. (अधिक माहितीसाठी पहा, महा इतिहास भाग ३ पृथ्वीचा जन्म, शैक्षणिक संदर्भ अंक १२०, ऑक्टो-नोव्हें २०१९)

परंतु लोखंड हे क्रियाशील असते. ऑक्सिजनबरोबर संयोग पावून ते गंज (FeO) आणि हिमेटाईट (Fe_2O_3) आणि मॅग्नेटाईट (Fe_3O_4) ही ऑक्साईड तयार करते. हिमेटाईट आणि मॅग्नेटाईट या दोन स्वरूपात लोखंडाचे धातुक (ore) सापडते. यांपासून लोखंड मिळवण्यासाठी हे कार्बनबरोबर म्हणजेच कोळशाबरोबर तापवले जाते. यामुळे धातुकातील ऑक्सिजन कार्बनशी संयोग पावून कार्बन-डायॉक्साइडच्या रूपात निघून जातो, आणि शुध्द

लोह मागे शिल्लक रहाते. म्हणजेच लोखंड मिळवण्यासाठी आपल्याला त्याचे धातुक आणि शिवाय कोळसाही लागतो. या प्रक्रियेसाठी लागणारी उष्णताही कोळसा जाळून मिळवावी लागते, कारण ही प्रक्रिया होण्यासाठी साधारण ९००-१३०० अंश सेल्सियस इतके उच्च तापमान लागते. यामुळे आपले बहुतेक सर्व स्टीलचे कारखाने - जमशेदपूर, भिलाई, दुर्गापूर, रूरकेला, बोकारो - हे कोळसा खाणींच्या पट्ट्यात वसलेले आहेत. अशा प्रकारे लोखंडाचे शुद्धतेप्रमाणे वेगवेगळे प्रकार, क्रूड लोखंड (पिग आयर्न), घडीव लोखंड (रॉट आयर्न), इत्यादी तयार केले जातात.

स्टील तयार करण्यासाठी लोहामध्ये कार्बनसारखे निरनिराळे पदार्थ ठरावीक प्रमाणात घालावे लागतात. स्टेनलेस स्टील साठी ११% क्रोमियम आणि १.२% पेक्षा कमी कार्बन मिसळावे लागतात. या सर्व घटकांचे प्रमाण वजनाच्या टक्केवारीत असते.

कासे जरी खूप काळ वापरले जात होते, तरी ते ठिसूळ आहे. त्यामुळे कठीण तरीही वेगवेगळ्या आकारात घडवले जाऊ शकणाऱ्या, निरनिराळ्या परिस्थितीत टिकून राहणाऱ्या आणि वेगवेगळ्या गुणधर्मांच्या मिश्रधातूंमध्ये रूपांतरित करता येणाऱ्या अशा लोखंडाने त्याची जागा घेतली. शिवाय, लोखंड हे चुंबकीय आहे आणि त्यामुळे विद्युत जनित्र, विजेची मोटर, ट्रान्सफॉर्मर अशा विद्युतचुंबकीय यंत्रांमध्ये मोठ्या प्रमाणात वापरले जाते. पण सर्वात प्रथम लोखंडाने काशाला शस्त्रास्त्रांच्या कारखान्यातून विस्थापित केले, उदाहरणार्थ तलवारी आणि वेगवेगळ्या प्रकारच्या ढाली. वूट्झ (wootz) हे एक विशेष प्रकारचे कोरीव काम आणि दमास्कस तलवारी बनवण्यासाठी प्रसिद्ध असे स्टील आहे. वूट्झ लोखंड दक्षिण भारतात, विशेषतः कर्नाटकातील बेळ्ळारी जिल्ह्यात तयार केले जाई आणि पश्चिम किनाऱ्यावरील भटकळ सारख्या बंदरांतून अरब देशांमध्ये पाठवले जाई.



वूट्झ स्टीलपासून बनवलेली कट्यार.
संपूर्ण पृष्ठभागाचा वलयांकित पोत नैसर्गिक आहे.

<https://www.ancient-origins.net/artifacts-ancient-technology/wootz-steel-damascus-blades-0010148>

बेळ्ळारीत सापडणाऱ्या धातुकामध्ये लोखंडाचे प्रमाण जवळजवळ ६३% इतके असते. नजिकच्या इतिहासात या धातुकाची तस्करीही झाली आणि राजकीय आणीबाणीचेही ते एक कारण बनले.

मात्र बेळ्ळारी कोळशाच्या खाणींपासून खूप लांब आहे. मग ऑक्साईडचे लोखंडात रूपांतर कोण करत होते? कार्बन कुठून येत होता? तर तो येत होता लाकडी कोळशापासून. जळाऊ लाकडे कोळसा बनवण्यासाठी आणि लोखंडाचे धातुक आणि लाकडी कोळसा यांचे मिश्रण भट्टीत गरम करण्यासाठी वापरली जात असत. पण या साध्या क्रियेतून विस्मयजनक परिणाम झाला - एक खास पोत असलेला पृष्ठभाग आणि रंग असलेले स्टील, म्हणजेच वूट्झ स्टील तयार झाले.

वूट्झ स्टील तयार झाल्यावर त्यावर टेंपरिंग ही एक विशिष्ट प्रक्रिया केली की त्याचे गुणधर्म आणखी सुधारतात. या प्रक्रियेत धातू त्याच्या द्रवणांकापेक्षा कमी एका विशिष्ट तापमानापर्यंत तापवला जातो, आणि मग हवेत गार केला जातो. या प्रक्रियेमुळे स्टीलचा टणकपणा कमी होऊन ते लवचीक बनते. अशा रितीने स्टीलला पाहिजे तितका टणकपणा किंवा लवचीकपणा बहाल करता येतो, त्याच्या गुणधर्मांवर नियंत्रण मिळवता येते.

वूट्झ स्टीलचे गुणधर्म इतके वैशिष्ट्यपूर्ण आहेत, की आधुनिक काळात १९२३ मध्ये स्थापन झालेल्या भद्रावती येथील मैसूर आयरन अँड स्टील लिमिटेड यांनीसुद्धा धातुकाचे लोखंडात आणि नंतर स्टीलमध्ये रूपांतर करण्यासाठी लाकडी कोळसाच वापरला.

वूट्झ स्टीलमध्ये विशेष गुणधर्म आहेत. ते मोठा आघात सोसू शकते. तलवारीचे वूट्झ स्टीलचे पाते सैनिकाचे शिरस्त्राण कापून काढू शकते आणि तरीही त्याची धार कमी होत नाही. मुद्दा युद्धाचे गौरवीकरण करण्याचा नाही, तर इतकाच आहे की वूट्झ स्टीलची खास संरचना दमास्कस तलवारीला सौंदर्य बहाल करते, आणि तेच तलवारीच्या विशेष मजबूतपणाचेही कारण आहे.

अठराव्या आणि एकोणिसाव्या शतकामध्ये जसजसा युरोपमध्ये शस्त्रास्त्रांचा उद्योग वाढू लागला, तसतसा तोफ उत्पादकांना तोफांच्या नळ्या बनवण्यासाठी दमास्कस स्टील किंवा वूट्झ स्टीलमध्ये स्वारस्य वाटू लागले. वैज्ञानिकांनी वूट्झ स्टीलच्या गुणधर्मांचा अभ्यास केला पण रासायनिक संरचनेतून त्यांचे स्पष्टीकरण मिळाले नाही. हे कळण्यासाठी रसायनशास्त्र नव्हे तर पदार्थविज्ञान महत्त्वाचे आहे. यासाठी आपल्याला स्टीलमध्ये अणूंची एकमेकांशी जुळणी कशी आहे ते माहित हवे. जेव्हा आपल्याला विसाव्या शतकातल्या वैज्ञानिक प्रगतीमुळे अणू व इलेक्ट्रॉन यांची माहिती झाली, स्फटिकाची रचना समजू लागली

आणि क्ष किरणांच्या साहाय्याने स्फटिकांचा अभ्यास करता यायला लागला, तेव्हा वूट्झ स्टील मागचे विज्ञान समजणे शक्य झाले.

पूर्वीच्या काळी लोकांना धातूंपासून मिश्रधातू बनतात हे माहित होते आणि त्यांना वाटत होते की वूट्झ हा पदार्थ असाच मिश्रधातू आहे. पण वूट्झ हा फक्त धातूंचा संयोग नसून एक धातू म्हणजे लोखंड आणि एक अधातू म्हणजे कार्बन यांचा संयोग होता. अशा संयुगांना फेरो-कार्बन किंवा कार्बन स्टील म्हणतात. वूट्झ हे वैशिष्ट्यपूर्ण प्रमाण असलेले फेरो-कार्बन असते. धातुकापासून परिवर्तन होण्याच्या क्रियेमध्ये, लाकडी कोळशामधला कार्बन लोखंडामध्ये अगदी योग्य प्रमाणात सामावला जातो! कार्बनच्या अशा लोखंडाच्या आत झिरपण्याने सूक्ष्म संरचना तयार होतात. यामुळेच धातूच्या पृष्ठभागावर वैशिष्ट्यपूर्ण आकृतीबंध तयार होतात. या सूक्ष्म संरचनाच त्याला मजबुतीही देतात.

वूट्झ स्टीलच्या या गुणधर्माची माहिती ते ज्यांनी सर्वप्रथम तयार केले त्यांना होती. हे अनुभवजन्य ज्ञान होते आणि पुन्हा पुन्हा स्टील बनवण्याची प्रक्रिया करताना वूट्झ स्टीलसाठी योग्य प्रक्रिया सापडली असावी. परंतु तंत्रज्ञान अवगत असले तरी पूर्वीच्या काळच्या स्टील उत्पादकांना या खास स्टील तयार करण्यामागचे विज्ञान माहित असण्याची कोणतीही शक्यता नाही.

लोखंड आणि स्टील यांचा अभ्यास शतकानुशतके चालू आहे आणि त्याला लोह-धातुशास्त्र (फेरस मेटलर्जी) असे म्हणतात. दिल्ली येथील गंजरोधक लोखंडी खांब १६०० वर्षे जुना आहे. त्यामध्ये ९८% लोह आहे आणि त्याला गंजरोधक गुणधर्म देणारे फॉस्फरस जास्त प्रमाणात आहे. हाही या लोह-धातुशास्त्राचाच एक टप्पा होता. हे शास्त्र अनेक शतकानंतर आता प्रगत झाले आहे.

अशाच प्रकारे कार्बनही शतकानुशतके वापरले जाते आहे, पण कार्बनचे जग अजूनही काहीसे गूढ आहे. असामान्य तन्यता आणि इतर वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म असलेल्या कार्बन नॅनोट्यूबवर गेली तीन दशके संशोधन सुरू आहे. हिरा कठीण असतो तर ग्राफाईट मऊ. हिरा चमकतो तर कोळसा आणि काजळी काळे असतात! हे सगळे शुद्ध रूपातले कार्बनच आहे! पुढच्या लेखाद्वारे आपण या कार्बनच्या जगात शिरूया.

§§§

लेखक : सव्यसाची चटर्जी, ऑल इंडिया पीपल्स सायन्स नेटवर्कचे अध्यक्ष.

इ-मेल : chatsab99@gmail.com

अनुवाद : संजीवनी आफळे, शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इ-मेल : saaphale@rediffmail.com

शैक्षणिक संदर्भ अंक ११२ जून-जुलै २०१८, अंक ११३ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१८

तसेच अंक ११९ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१९ हे वैज्ञानिक दृष्टिकोन विशेषांक होते.

हे आणि संदर्भचे इतरही अंक संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवर उपलब्ध आहेत.

जरूर वाचा.

www.sandarbhociety.org

पेट्रीकॉर : मातीचा धुंद सुगंध

लेखक: मेरी हाल्टन

अनुवाद: यशश्री पुणेकर

कडकडीत उन्हाने जीव नकोसा केला आणि तितक्यात कुठूनसा एक काळा ढग आकाशात आला. पावसाचे टपोरे थेंब पडू लागले आणि त्याच क्षणी एक धुंद सुगंध दरवळू लागला. मातीचा सुगंध!

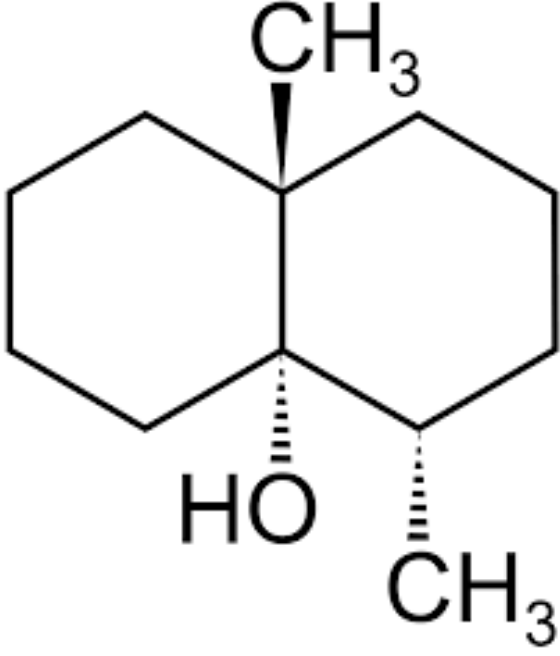
पावसाचे थेंब तापलेल्या शरीराला सुखावतात तर हा मातीचा सुगंध मनाला धुंद करतो. लांबलचक उन्हाळ्यानंतर येतो म्हणून हा सुवास इतका आवडतो असं नाही, तर



त्यामागे एक रासायनिक प्रक्रिया आहे. पावसानंतर स्वच्छ हवेत ओल्या मातीचा सुगंध जाणवतो यामध्ये जीवाणू आणि झाडंझुडपं यांची भूमिका असते. या

मातीच्या सुगंधाला 'पेट्रीकॉर' म्हणतात. अनेक वर्ष वैज्ञानिक आणि अत्तर बनवणारे या सुगंधाच्या आकर्षणाने भुलले आहेत.

जेव्हा तापलेल्या भूमीवर पावसाचे थेंब पडतात तेव्हा येणाऱ्या सुगंधाचे निर्माते आहेत जीवाणू! जॉन इनेस सेंटरच्या आण्विक जीवविज्ञान विभागाचे प्रमुख प्राध्यापक मार्क बटनर



जिओस्मिन रेणूची संरचना

म्हणतात, “हे जीवाणू मातीत प्रचंड प्रमाणात आढळतात. जेव्हा तुम्हाला ओल्या मातीचा सुगंध येतो तेव्हा खरंतर तुम्ही जीवाणूनिर्मित एका रेणूचा वास घेत असता.” या रेणूचं नाव जिओस्मिन आहे.

जियोस्मिन एक प्रकारचे कार्बनिक संयुग आहे. अक्टिनोमायसिटीझ या समूहाचे स्ट्रेप्टोमायसीस जीवाणू ह्या रेणूची निर्मिती करतात. बहुदा सुपीक मातीत आढळणारे हे

जीवाणू प्रतिजैविके बनवण्यासाठीच्या उद्योगांमध्ये वापरले जातात.

जेव्हा पावसाचे थेंब जमिनीवर पडतात तेव्हा या जीवाणूंद्वारे जिओस्मिनचे रेणू हवेत सोडले जातात. त्यामुळे पावसानंतर त्यांचे हवेतले प्रमाण वाढते आणि सुगंध पसरतो. प्रा.बटनर म्हणतात, “अनेक प्राण्यांना या सुगंधाची जाणीव होते, पण मनुष्य प्राणी याबाबत जरा जास्तच संवेदनशील आहे.”

पेट्रीकॉर

१९६४ मध्ये नेचर मध्ये प्रकाशित ‘नेचर ऑफ अर्जिलेशियस ओडर’ (मातीच्या गंधाचे स्वरूप) या शोधनिबंधात इसाबेल जॉय बेयर आणि रिचर्ड थॉमस यांनी मातीच्या

सुगंधासाठी पेट्रीकॉर या शब्दाचा प्रयोग सर्वात पहिल्यांदा केला. ग्रीक शब्द पेट्रॉस (म्हणजे दगड/माती) आणि आइकॉर (म्हणजे देवतांच्या शरीरातील तरल पदार्थ) यांच्यापासून हा शब्द बनवला गेला आहे.

आश्चर्याची बाब म्हणजे या शोधनिबंधाच्या कितीतरी आधी भारतात उत्तरप्रदेशामध्ये कनौज या खेड्यातील लोकांनी हा मृदगंध बाटलीमध्ये साठवण्यात यश मिळवले होते आणि त्यांनी या सुगंधाला "मिट्टी का इत्तर" किंवा मातीचे अत्तर असे संबोधले होते.



भारतातील कनौज, उत्तर प्रदेश येथे मातीच्या सुगंधाचे अत्तर तयार केले जाते.

<https://www.hindustantimes.com/more-lifestyle/mitti-attar-take-home-that-lush-smell-of-the-first-rain-trapped-in-a-bottle/story-rekOv9uFRO4q5pzDIW41dK.html>

यासाठी ते लोक भाजून तयार केलेली मातीची एक तबकडी एप्रिल आणि मे या कडक उन्हाळाच्या महिन्यांत उन्हात तापवत आणि नंतर ऊर्ध्वपतन (डिस्टिलेशन) क्रियेने अत्तर काढून ते साठवून ठेवत. त्यात जिओस्मिन भरपूर असते. आजकाल तर जिओस्मिन हा एकंदरीतच अत्तरांचा मुख्य घटक झाला आहे. अत्तर तज्ञ मरीना बार्सेनिला म्हणतात, “ही एक खूपच जबरदस्त गोष्ट आहे आणि पावसाच्या थेंबामुळे येणारा त्याचा सुगंध तर कमाल

आहे! या सुवासात जे आहे ते अतिशय प्राचीन आणि अनाकलनीय आहे. हा सुवास अनेक पटीत सौम्य केला तरी तो माणसाला ओळखता येतो.”

खूप पूर्वीपासून जिओस्मिनशी आपलं नातं आहे. एकीकडे याचा सुवास आपल्याला आकर्षित करतो तर दुसरीकडे काही जणांना हा वास आवडत नाही. जिओस्मिनमुळे बीटाला एक प्रकारचा मातकट स्वाद येतो. माणसासाठी हे विषारी नाहीये पण याचं थोडं जास्त प्रमाण झालेलं मिनरल वॉटर किंवा वाइन लोकांना आवडत नाही.

मातीचा सुगंध कशामुळे?

अॅक्टिनोमायसिटीझ समूहाच्या जीवाणूमुळे मातीचा सुगंध नेमका कसा निर्माण होतो? याबाबत वेगवेगळे मतप्रवाह होते.

उष्ण आणि दमट हवेत हे जीवाणू मातीत वाढत राहतात. ती त्यांच्यासाठी आदर्श स्थिती असते. जेव्हा माती सुकते तेव्हा जीवाणू तिथे बीजांडे निर्माण करतात. गंमत म्हणजे सुकलेल्या मातीत ही बीजांडे जिवंत राहतात पण गंध निर्माण करण्यासाठी मात्र त्यांना ओलसरपणा आवश्यक असतो. पावसाचे थेंब जमिनीवर पडताच ही छोटी छोटी बीजांडे हवेत उधळली जातात. जीवाणू बीजांडे उत्पन्न करताना जियोस्मिन हे रसायन स्रवतात. दमट हवेत तरंगणारी बीजांडे या रसायनांनी युक्त असतात, आणि त्यामुळे जशी ही बीजांडे हवेत पसरतात, तसा मातीचा सुगंध दरवळू लागतो. प्रोफेसर नीलसन यांचे म्हणणे थोडे वेगळे आहे. त्यांच्या मते जिओस्मिन टर्पिनशी संबंधित असू शकते. अनेक झाडांना गंध देणाऱ्या पदार्थांचा टर्पिन समूहात समावेश होतो. साधारणपणे टर्पिनची निर्मिती पाईनसारख्या शंकुधारी (कोनिफर) वृक्षांमध्ये होते. इंग्लडमधील क्यू रॉयल बॉटेनिकल

गार्डनचे संशोधनप्रमुख प्रोफेसर फिलिप स्टीव्हनसन यांच्या मते पावसाचे थेंब या सुवासाला वातावरणात मुक्त करत असावेत. “सामान्यतः सुगंधित वनस्पतीच्या रसायनांचे उत्पादन पानाच्या केशनलिकेत होते आणि पाऊस या केशनलिका तोडून सुगंधी रसायन बाहेर काढतो.” वाळलेली पाने चुरडल्यावर जसा तीव्र गंध येतो तसा सुकलेल्या रसायनांवर पाणी पडल्यावर हा वास येत असावा असाही एक अंदाज आहे. खूप उन्हामुळे पानातील चयापचय क्रिया मंद होते. पण त्यावर पाणी पडलं की क्रिया वेग घेत असेल आणि त्यातून या गंधाची निर्मिती होत असेल.

पण तुमच्या लक्षात आलं असेल की सतत पाऊस पडत राहिला तर हा सुगंध नाहीसा होतो. असं का होत असेल? जियोस्मिन एक बाष्पशील (व्होलटाइल) पदार्थ आहे. त्यामुळे मुक्त झाल्यावर थोड्या काळात ते इतस्ततः उडून जाते. म्हणून जास्त काळ पाऊस पडत राहिला तर सुगंध येणं बंद होतं.

२०१५ मध्ये मॅसाच्युसेट्स इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी (एमआयटी) च्या शास्त्रज्ञांनी हा सुगंध मातीतून हवेमध्ये कसा जात असेल हे शोधण्यासाठी हाय-स्पीड कॅमेऱ्याचा वापर केला. या चाचण्यांमध्ये मुद्दाम तयार केलेले साहित्य आणि मातीच्या नमुन्यांसह २८ वेगवेगळ्या पृष्ठभागांवर अंदाजे ६०० प्रयोग केले गेले होते. जेव्हा पावसाचा थेंब सच्छिद्र पृष्ठभागावर पडतो तेव्हा छिद्रांमधून जाऊन हवा पृष्ठभागावर तरंगणारे लहान कणयुक्त फुगे तयार करते (एरोसोल). अशा एरोसॉल्समुळे मातीतून सुगंध तसेच जीवाणू आणि विषाणूही बाहेर पडतात. कमी वेगाने पाऊस पडत असेल तेव्हा अधिक एरोसोल तयार होतात; हे हलका पाऊस पडल्यानंतर मातीचा सुगंध अधिक का येतो याचे स्पष्टीकरण आहे.

मातीचा सुगंध हरवत चाललाय...

मृग नक्षत्रातील पावसाच्या पहिल्या सरी पडल्या की सर्वदूर त्याची वर्दी देणारा मातीचा सुगंध गेल्या काही वर्षांत कमी-कमी होऊ लागला आहे. शेतक-यांसाठीही हा सुगंध चांगल्या पिकांची हमी देणारा असतो. ऑक्टिनोमायसिटीझ हा परोपकारी जीवाणू खेळती हवा असणा-या जमिनीच्या वरच्या थरामध्ये मोठ्या प्रमाणात आढळतो. हेच जीवाणू मातीला काळा रंग देतात. वनस्पतिजन्य सेल्युलोज, लिग्निन आणि मृत कीटकांच्या बाह्य टणक आवरणामधील 'कायचीन' हे या जीवाणूंचे मुख्य खाद्य असते.

जमिनीमध्ये या सर्व घटकांचे पूर्ण विघटन करून त्यातील मूलद्रव्ये पिकांच्या मुळांना सहज उपलब्ध करून देण्याचे त्यांचे कार्य अव्याहत चालू असते. पण हरितक्रांतीमुळे फोफावलेल्या रासायनिक खतांनी आणि रासायनिक कीटकनाशकांनी जमिनीतील शेतीमित्र किडींचा विनाश केला. सिमेंटच्या जंगलांनी शेतीची जागा घेतली. परिणामी शेतक-यांची हजारो वर्षे सेवा करणाऱ्या ऑक्टिनोमायसिटीझनीही त्यांना आवश्यक ते पोषक अन्न न मिळाल्यामुळे मृत्यूची वाट धरली आहे. हवाहवासा वाटणारा हा मृदूंध आता फक्त स्मृतीतच उरलेली काय अशी भीती वाटू लागली आहे.

भिजलेल्या मातीच्या गंधाप्रमाणेच पावसाच्या आम्लतेमुळेही मातीला वेगळ्या प्रकारचा वास येतो. वातावरणातील रसायनांमुळे पावसाचे पाणी आम्लधर्मी बनते. हे पाणी मातीवर पडल्यानंतर या आम्लधर्मी पाण्याशी अभिक्रिया होते व सुवास तयार होतो. मातीतील खनिजे या पाण्याने सुटी होऊन त्यांची अभिक्रिया पावसामुळे पाण्यात मिसळलेल्या पेट्रोलियम इंधनांशी होते. त्यामुळे अतिशय वेगळा वास येतो.

पावसामुळे तिसऱ्या प्रकारचा वासही तयार होतो. वनस्पती व झाडे जे तेल सोडतात ते तेल खडकावर व कडक भागावर पडते. ते पावसामुळे पाण्यात मिसळलेल्या सेंद्रिय व इतर रसायनांशी अभिक्रिया करते, हा गंधही जीवाणूंच्या गंधासारखा आनंददायी व हरखून टाकणारा असतो.

आता काही प्रश्न पडू शकतात त्यांची उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न करा.

- * हा सुगंध उष्ण कटिबंधात आणि शीतोष्ण भागातही जाणवतो का?
- * या सुगंधाबाबत तुम्हाला काही वेगळे अनुभव आले का? म्हणजे झाडांपाशी सुगंध जास्त येतो, किंवा दिवसा आणि रात्री या सुगंधात काही फरक जाणवतो असे काही अनुभव, निरीक्षणे आहेत का?
- * मातीच्या सुगंधाबाबत एखादा प्रकल्प करायला तुम्हाला आवडेल का?

या प्रश्नांची उत्तरे शोधायचा प्रयत्न करा आणि आम्हाला जरूर कळवा.

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक १२३ आणि ८९ मधून साभार. मूळ लेख - बीबीसी न्यूज, २७ जुलै २०१८

§§§

लेखक: मेरी हाल्टन, पत्रकार, विज्ञान लेखक, कथा लेखक.

इंग्रजीतून अनुवाद: सुशील जोशी, एकलव्यच्या स्रोत फिचरशी संबंधित, विज्ञान शिक्षण, लेखन यात रुची.

मराठी अनुवाद: यशश्री पुणेकर, शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इमेल: yashashreegpunekar@gmail.com

मुलांच्या गोष्टी

संकलन: कृतिका बुरघाटे

शैक्षणिक संदर्भ अंक ११९ मध्ये (<https://www.sandarbhociety.org/issue-119/>) कृतिका बुरघाटे यांनी मुलांच्या लेखणातून या लेखात जिल्हा परिषदेच्या शाळांमधील मुलांमध्ये लेखन अभिव्यक्ती विकसित करण्याच्या त्यांच्या प्रयत्नांबद्दल लिहिले आहे. या उपक्रमातून मुले लिहिती झाली. कृतिकाने त्यांच्या लेखनाचे संकलन करून अर्णव या नावाने पुस्तिका प्रकाशित केल्या आहेत. त्यामधीलच या काही निवडक कथा.



१. दारूबंदी

लेखक: पायल लोहे (इयत्ता ६ वी)

चंद्रपुरात दारूबंदी होणार म्हणून सगळ्याले खबर झाली. अन आमच्या गावात घरोघरी दारू आली. दारू बंद होवाच्या आधी मन भरून पिऊन घ्यावं म्हणून लगीत लोकायन बाटल्या आणून ठेवल्या नंतर प्याले भेटावं म्हणून. घराच्या आडावर, पलंगाखाली, शिबल्यात बाटलाच होत्या, घरात निसता वास घुमत होता.



आमच्या बाबाले दारूचा तसा शौक नाही, पण पुन्हा प्याले भेटणार नाही म्हणून त्या दिवशी ते लय पिऊन आले, घरी आले तसेच दारामंदी पडले. आम्हाले का माहीत का हे दारू पिल्याने पडले, आई तर लडतच बाहेर आली, चार लोक

मिळून बाबाले उचलून बाजेवर ठेवले, तवा ध्यानात आलं हे दारूचं काम आहे म्हणून.

थोडा येळ झाला नाही झाला बाबा उलट्या करायले लागले, छि बाप्पा , किती घाण वास घरात , मले बी उलटी आल्यावाणी वाटे. सांगताना बी कसंचं होतंय. आईचं मले नवल वाटे, ते समदी घाण पुन्हा पुन्हा साफ करे, बाबाच तोंड धुवून दे, तिले कशी किळस नाही ये अन तिचा जीव कसा उलटीवणी नाही लगे समजेना. आई मले जवा मने "जा गिलासभार पाणी आन" मले नेऊशा नाही लगे. पण का करते, बाबा मले लय लाड करते, आई मारते पण बाबा कवा बी नाय मारत. मले बाबाची कीव बी ये अन राग बी ये.

रातभर बाबा उलट्या करत होते, आई रातभर जागली, दारू विषारी तर नाय न म्हणून चार घरी विचारून आली, डाक्टर ले बी बलावली. रातभर आई उपाशीच राहिली. आमाले बी त्या वासान जेऊशा नाही लागलं. आमी समदे जण उपाशीच रायलो.

बाबाकड पाहून कसकाच वाटे, मले तर रडू आलं, जवा काही लोक जहरिली दारू तर नाय पेली यानं म्हणून बोलत होते. मजा लहान भाऊ मले विचारला, "दादा, बाबा मरल का रे?" मी म्हणालो, "चूप आई आयकल तर ?" आजी बी होती ओसरीवर ते मनली, "नाय मरायचा तुआ बाप, त्याले पचत नाय दारू, त्याले माहीत होतं, तरी ढोसली त्यानं. एकडाव

इलेक्शन मंदी पेली होती अशीच, तवा बी असाच रातभर उलटया करे, जिवाले घोर, तुमी लडू नका, काय नाय होत, जावा अन जेवून घ्या." पण आजीले बी काय बरं लागेना, ते बी उलटी झाली की धावू धावू जाये अन बाबाच्या पाठीवरून हात फिरवे. आमी बी नाय झोपलो.

सकाळी बाबाची दारू उतरली तर बाबा कसतारीच दिसत होता, घाणेरडा वास अन लाल लाल डोळे. आजीनं च्या दिला, घर आईनं धुवून काढलं, घरात उद पेटवली, रातच्याला केलेला सैपाक गरम करून आमले दिला, बाबाले गरम पोळी अन अंड्याची भुजी दैली. बाबा उलटयान कमजोर झाला म्हणे. आम्ही बाबसंग त्या दिसी बोलची हिम्मत नाय केली.

तवापासून बाबान दारुले हात नाय लावला हाये.

\$\$\$\$



२. कणकेचे गुलाबजामून

लेखक: रेवती जुनघरी (इयत्ता ६ वी)

माझी आई माझ्या भावाचे खूप लाड पुरविते. त्याला पाहिजे ते करून देते. त्यामुळे तो जास्तच लडावला आहे. मी आणि माझी बहिण त्याचे लाड पुरविताना बघतो, त्याच्यासोबत आपल्याही इच्छा पूर्ण करून घेतो. आम्हाला काही खाण्याची इच्छा झाली तर आम्ही त्याचे कान भरतो. मग तो आई बाबांच्या मागे लागतो, त्याला काही मिळाले तर आम्हालाही आमचा वाटा मिळतो.

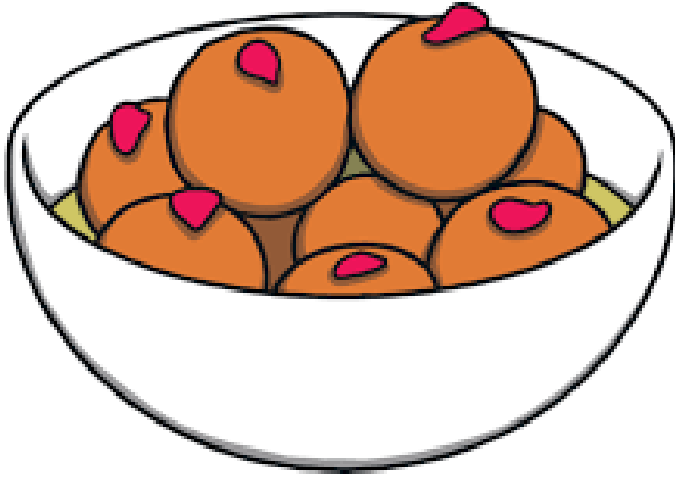
एकदा पोळयाचा सण होता. त्याला गुलाबजामुन खाण्याची इच्छा झाली, आमची पण इच्छा झाली.

आई खूप थकून आली होती. आई खूप समजावून सांगत होती, पण पट्टा काही ऐकत नव्हता, ओरडत होता, रडत होता. बाबा म्हणे काय हे सणासुदीला रडणं.

मग आईने एक युक्ती केली.

आई पोळया करत होती. तिने वाटीभर साखरेचा पाक केला. वडे तळलेल्या तेलात कणकेचे गोळे सोडले. गोळे घरभर उडत होते. आई घाबरून गेली. गॅस बंद करून धावत बाहेर आली. आम्ही पण घाबरलो.

थोड्या वेळाने आवाज कमी झाल्यावर आम्ही घरात पाहायला गेलो, तर घरभर गोळे पसरून होते. आईने आणि आम्ही ते गोळा केले आणि साखरेच्या पाकात टाकले.



हे गुलाबजाम जेव्हा माझ्या भावाला खायला दिले, त्याने ते तोंडातून छि थू म्हणत बाहेर काढले. त्याला समजले हे गुलाबजामुन नव्हे म्हणून. त्याच बॉबलन सुरू झालं.

मग आम्ही पण खाऊन बघितले. छि बाप्पा, असे गुलाबजामुन कोणी नाही खावावे.

आईने दुसऱ्या दिवशी असली वाले गुलाबजामुन करून आम्हाला दिले.

\$\$\$\$



३. माकड घरात शिरलं

लेखक : प्रज्वल इटनकर (इयत्ता ६ वी)

माकडं गावात आली की आमा पोराला मस्त मजा येते. माकडाले हाकलतानी ते कसं दात काढते तव लय भेव लागते. माकडाची शेपूट मले मस्त आवडते, त्याच्यावाणी लांब शेपूट आणि कोणत्या जनावराची नाय दिसली मले आतावरी.

झाडाले फळ आले का माकडाची टोळी गावात शिरते. समदे झाड, फांद्या, फळ, पान, फुल नावनाव कचरा करून टाकते. पाणी प्यासाठी तर टाक्यामंदी तोंड घालून नाव पाणी घाण करून टाकते. कपडा वाळू घालची दोरी तर त्याले का वाटते का माहीत नाय, नसती वडवत रायते, तोडून टाकते, कपडे घेऊन जाते. कुत्रे मस्त माग लागते माकडाच्या. करत काहीच नाय हे कुत्रे निव्वळ भूकते, कल्ला सगळा. जवळ रायलं माकड तर कुत्रं त्याचायवर कवा बी जावून पडलेलं मले दिसलं नाय.

आमी दार लावून टाकतो माकड आली म्हणजे, आदी आमी असे नाय करो, पण माकडाच्या का मनात आलं असलं का त्याईन फळ खान सोडलं अन सैपाक घरात घुसून पोळी गिन तर खान सुरू केलं.

त्या दिवशी एक भलं मोठं माकड आमच्या घरात शिरलं, घरभर फिरलं अन निघून गेलं.

पुन्हा दुसऱ्या दिवशी आलं अन पाण्याच्या हंड्यावरच झाकण काढलं.

एक वेळ आई पोळ्या करत होती, माकड कवा आलं तिले पत्ता नाय, ते आईनं पोळी टोपलीत टाकली का खाये, अस करू करू चार पोळ्या खाल्या त्यानं. आईच्या लक्षात आलं तवा ते घाबरून गेली. तिले तर पराले बी जागा नोयटी, खाते त खा बाप्पा म्हणून ते जागीच पोळ्या टाकत रायली, पण माकड गेलं चार पोळ्या खाऊन.



त्या माकडाले सवय लागली का काय आमच्या घराची. एक दिवस घरात आलं, डबे ठेवलेल्या कपाटावर जाऊन बसला अन का तपास केला का त्यानं, शेंगदाण्याचा डबा घेऊन गेलं, आई मस्त वरडे, हाकलले करे, पण ते कोणाले ऐकते? समोरच्या भिंतीवर बसून समदे शेंगदाणे खाऊन डबा फेकून गेलं ते.

आता मले माकड अजिबात आवडत नाय, ते तरास देणारा प्राणी हाय. कोणाच्या कोणत्याच कामाच नाय माकड. मले त आता त्याची शोपूट धरून आदरूशा वाटते.

पण एक गम्मत हाय, एक डाव माकड मस्त्या करता करता लाईट च्या डीपीवर चढलं, शाक बसून दणकून पडलं अन मेलं. तवा समदे माकड त्याच्याभोवती जमा झाले, खाणं पिण सोडून मस्त्या सोडून समदे गोलगोल बसून रायले, गावात मैयत झाल्यावर लोक गोळा होते तसेच.

तवापासून मले वाटते माणूस माकडपासून बनला हाय.

\$\$\$\$



४. पूर

लेखक: सोनाली वाघमारे (इयत्ता ६ वी)

आमचं घर मातीचं आहे. कुडाच्या भिंती आहे. मोडकतोडका टिनाचा दरवाजा आहे. घरात एक टीव्ही, एक कपाट आणि दोन बाजा आहेत, बाकी चिल्लर सामान आहे.

आमच्या गावातून नाला वाहते. पाऊस पडला तर तो भरत नाही लवकर, पण भरला तर लवकरच रिकामा बी होते.

दरवर्षी पावसात आमच्या भिंतीला वल (ओल) धरते. भिंती कमजोर होते. कुठं कुठं खचते बी. मी अन आई आम्ही कुड लिपत रायतो सारखं.

ह्या वर्षी लगीतच पाणी पडला. नाला चार वेळ आला.

त्या दिवशी रातभर पाणी पडत होता. आमची एक भिंत इतली वल्ली झाली की ते पडलंच म्हणून आम्ही परेशान होतो. समद घर वल्ल झालतं, कोठ बी जागा नोयटी बसाले. बाजा टाकल्या तर नाव चादरी ब्लॅकट वले झाले.

मग आम्ही समदे टीव्ही अन कपाट एक बाजूले लावलो अन त्या बाजूच्या कोपऱ्यात गुंडाळून बसलो. बहीण अन मी आई बाबाच्या मधात मुळकुटी मारून बसलो होतो.

लाईट तर कवाच गेलती. आईनं एक टेंबा पेटवून ठेवला होता, त्याच्याच उजेडात जे दिसलं ते पायत होतो. साप, विंचू कीडा आला गिन तर म्हणून बाबा काडी जवळ घेऊन बसले होते.

पाणी थांबेना, इतक्यात जोराचा वारा आला अन धपकन आवाज झाला. आमच्या घराची एक भिंत पडली. पाणी घरात घुसलं.



आईनं अन मी समद चिल्लर सामान, भांडे, कपडे पोत्यात, प्लास्टिकच्या थैलीत भरून ठेवले होते, आता ते आम्ही बसलो त्या जागी वडावून घेतले, दोन्ही बाजा पक्क्या लावून दिल्या त्याच्या समोर. आमले बसायले आता जागाच नोयटी.

मग आमी शेजारच्या काकूकड गेलो अन त्याईच्या घरी बसून रायलो.

कवा रात्र सरते, कवा दिस उजाडलं, कवा पाणी थांबल अस झालं होतं, डोळ्याले डोळा लागला नाही रातभर, मले रडू ये.

कावून आम्ही गरीब हाओ? कावून आमले घर नाही असे वाटे. मी आइले मनलं, आमद एक बी ड्रेस नग आमाले, कांदा भाकर खाऊ, पुस्तक पेन बी नसाल तरी आमी करु कस बी, पण एक खोली पक्की बांधू.आमी दोघी बी सुट्टीत कामाले येतो तुझ्यासंग, पण खोली पायजे .

आईच्या मनात बी तसंच काही येत असेल, बाबाकड पायत ते मनली खोली असती तर असं दुसऱ्याच्या घरात आडोशाला कशापायी रायलो असतो, दारू पिऊन पैसे उरला तर बांधू खोली.

बाबा काय बी बोलला नाही.

मले त वाटलं हे दोघ आता दुसऱ्याच्या घरात बी झगडून घेते का काय? पण बाबा गप बसला म्हणून बरं झालं. मी पण पुन्हा शबुद नाय काढला.

सकाळी घराकडे पायल त घर नोयतच. फकस्त घराच्या खुणा होत्या. पाणी थांबला होता.

त्या दिशी आई, बाबा कामावर गेले नाही, मी अन माझी बहिण बी शाळेत गेलो नाही, घर उभं कराचं होतं. भिंती लिपाच्या होत्या. दिसभरात काम कराच होत. तीन दिस कष्ट करून आमी कसंबसं घर उभं केलं.

बेघरात आमचं नाव आता तरी येईल असं वाटे.

\$\$\$\$

शैक्षणिक संदर्भ गेल्या दोन वर्षांपासून इ-नियतकालिक म्हणून

प्रसिध्द होत आहे, व विनामूल्य वितरित होत आहे.

आपण या कामात योगदान देऊ इच्छिता का?

अधिक माहितीसाठी आमची वेबसाईट पहा.

<http://www.sandarbhociety.org/you-can-support/>

माझ्या शाळेचे सरकार

भाग १

लेखक: विजय जैन

अनुवाद: वैशाली डोंगरे

शिक्षण संस्था/ शाळा ह्या समाजाचाच एक भाग आहेत. विद्यार्थ्यांमध्ये समाजकारण, राजकारण, प्रशासकीय प्रक्रिया यांची जाणीव निर्माण करणे, व्यापक समाजहिताच्या दृष्टीने सुजाण नागरिक तयार करण्याची जबाबदारी शाळांवर आहे. हे जाणून त्या उद्देशाने अभ्यासक्रमात आणि शाळेच्या व्यवस्थापनात कशाचा अंतर्भाव करता येईल असा विचार माझ्या मनात गेले काही दिवस चालू होता. हा विचार करताना मला काही मुद्दे सुचले.

१ वेगवेगळ्या उपक्रमांत मुलांना सहभागी करून घेणे.

२ परिस्थितीनुरूप कौशल्याच्या आधारे निर्णय घेण्याची क्षमता विकसित करणे.

३ संस्थेच्या व्यापक हिताच्या दृष्टीने नियम तयार करणे आणि ते लागू करण्याची कार्यवाही करणे.

४ विद्यार्थ्यांमध्ये नेतृत्व गुणांचा विकास करणे.

काही शिक्षक मित्रांशी मी याबाबत चर्चा केली. त्यांच्या मते माध्यान्ह भोजन, वेगवेगळ्या समित्या, बैठकांमध्ये सहभाग आणि इतर शाळाबाह्य कामांचा बोजा शिक्षकांवर

पडतो. प्रसंगी शिकवण्याचं मुख्य काम जरा बाजूला ठेवून ही इतर कामं करत बसावं लागतं. शिक्षक आणि शिक्षण संस्था यांच्यापुढे असलेल्या याच समस्यांचं संधीत रुपांतर करून मुलांचं शिक्षण करता येईल का? असा विचार आला. मुलांच्या क्षमतेवर विश्वास ठेवला, चुका करायची आणि त्या सुधारून शिकायची संधी दिली तर? शाळेत चालणाऱ्या शैक्षणिक आणि शिक्षणबाह्य उपक्रमांमध्ये मुलांना सहभागी करून घेतलं तर?

सामाजिक आणि राजकीय व्यवस्था आणि प्रक्रियांसाठी आवश्यक मूल्यं रुजवावीत या हेतूने शाळेत विद्यार्थी संसदेचा प्रयोग करण्याचं मी ठरवलं. हे करताना दोन गोष्टींकडे विशेष लक्ष द्यावं लागणार होतं. एक म्हणजे मूल्य आणि जबाबदारीची नीट जाणीव होण्यासाठी मुलांचा पूर्ण सहभाग हवा आणि या निमित्ताने शाळेसाठी विकसित होणारी परंतु कायमस्वरूपी व्यवस्था तयार व्हावी.

वार्षिक परीक्षा संपत आल्या होत्या, परीक्षेचा निकाल लागेपर्यंत मुलं शाळेत येणार नव्हती. निकाल लागेपर्यंतच्या सुट्टीच्या काळातच मुलांशी बोलून विद्यार्थी संसद तयार करण्याचं काम पूर्ण करावं असा विचार मी केला. मुलांशी चर्चा केली. मुलं सुट्टीत शाळेत यायला तयार होती. मला मुलांना वर्गातलं साचेबद्ध शिक्षणही द्यायचं नव्हतं आणि निवडणूक प्रक्रियेची तांत्रिक माहितीही द्यायची नव्हती. मुलांची या बाबतची ऐकीव माहिती जाणून घेणं आणि विचार, तर्क करणं, त्यांचं विश्लेषण करणं, योग्य निर्णय घेणं, या क्षमतांचा विकास करणं हे माझं मुख्य उद्दीष्ट होतं.

काही शिक्षक मित्रांसोबत चर्चा करून टप्प्याटप्प्याने ही योजना आम्ही अमलात आणली. २३ एप्रिलपासून हे काम सुरु करावं असा आम्ही विचार केला. २१ एप्रिलला परीक्षा संपली होती. त्यामुळे मुलं त्यानंतर शाळेत येतील की नाही याबद्दल मी जरा साशंक

होतो. पण प्रत्यक्षात शाळेत पोचलो तेव्हा ७८ मुलं माझी वाट पाहात होती. सकाळच्या सभेनंतर मुलांना एकत्र बसवून चर्चेला सुरुवात केली. प्रथम मुलांना गावचे सरपंच, ग्रामसेवक यांची नावं विचारली. मुलांनी तीन नावं सांगितली -



हुमादेवी, मेडिया दिंडोर, ग्रामसेवक
लक्ष्मीदेवी, मेडिया कटरा, ग्रामसेवक
रेखादेवी, ग्रामपंचायत, वीरपूर, सरपंच
मुलं मेडिया दिंडोर आणि मेडिया
कटरा इथली असल्यानं त्यांना याचं दोन

गावांची माहिती होती.

चर्चा पुढे नेत मी विचारलं, “हे सरपंच किंवा ग्रामसेवक कसे झाले हे तुम्हाला माहिती आहे का?” यावर मुलांनी अशी उत्तरे दिली- सुनील (इ.तिसरी) – शिकत शिकत झाले. राजेश (इ.सातवी) – गावातल्या लोकांनी केलं त्यांना. मी- कोणत्या लोकांनी? मुलं- सर, गावातल्या लोकांनी. मी- म्हणजे तुम्ही पण निवडून दिलं का? भैरू- नाही सर, आमच्या आई बाबांनी. मी- तुम्ही का नाही मत दिलं? अजय (इ. दुसरी)- सर आम्ही तर लहान आहोत. मी- लहान मुलं मत देत नाहीत का? लीला- नाही सर, अठरा वर्षांचं झाल्यावर मत देता येतं.

गावात होणाऱ्या निवडणुकीबद्दल मुलांना थोडीफार माहिती आहे हे मला समजलं. मी पुढे विचारलं, “ मला सांगा हे निवडणुकीला एकेकटे उभे होते का?” मुलं- नाही सर, खूपजण होते, पण हेच लोक जिंकले. मी- कसे जिंकले? मुलं- सर, त्यांना जास्त मतं पडली म्हणून.

निवडणूक प्रक्रियेबद्दल त्यांना अजून काय माहिती आहे हे जाणून घेण्यासाठी मी

विचारलं- हेच का जिंकले?

अनिल- त्यांना जास्त मतं

पडली ना! मी- पण त्यांनाच

का पडली जास्त मतं? सुभाष-

सर, त्यांनी लोकांना काय काय

वस्तू वाटल्या. मी- काय? मुलं

एकदमच बोलू लागली- सर,

मिठाई, नमकीन, दारू, चहा, बिस्कटे पण दिली.



मी- या सगळ्या गोष्टी जे जिंकले त्यांनीच फक्त वाटल्या का? काळूराम- नाही सर, सगळ्यांनीच वाटल्या, पण हे जिंकले. मी- मग बाकीचे उमेदवार का हरले? अजेश- सर, त्यांनी घरं बंधू, विहिरी खणून देऊ, पेन्शन देऊ असं काय काय सांगितलं. मी- आणखी काय केलं? विनय- सभा घेतल्या. दिवान- आमच्या घरी पण आले होते. वसुंधरा- स्वतःचा फोटो असलेले कागद वाटले.

अशा चर्चेत पहिला दिवस संपला.

आज दुसरा दिवस. मी खूपच उत्साहात होतो. बरोबर आठ वाजता शाळेत पोचलो. सगळ्यांनी मिळून शाळेची स्वच्छता केली, झाडांना पाणी दिलं. सकाळच्या सभेनंतर चर्चेला सुरुवात केली. मी मुलांना विचारलं, “मतदान कसं करतात तुम्ही बघितलं आहे का?”

मुन्ना- सर, मतदान वीरपूरला होतं. तिकडे आम्ही गेलो नाही. यावर सुनीता म्हणाली- मतदान तर आपल्या गावात पण होतं. यावरून मुलांमध्ये थोडी चर्चा झाली. दोघांचं म्हणणं

आपापल्या जागी बरोबर होतं. ग्रामसेवक आणि सरपंच पदाच्या निवडणुकीचं मतदान ग्रामपंचायत मुख्यालय वीरपूरला असल्याने तिथं होतं पण आमदार आणि खासदार पदासाठी मतदान प्रत्येक गावात होतं. कित्येक गोष्टी मला मुलांकडूनच समजत होत्या. ग्रामपंचायत, विधानसभा आणि लोकसभेसाठी मतदान केंद्र वेगवेगळी असतात हे सुद्धा नव्यानेच समजलं.



मग मी मुलांना विचारलं- मतदान कसं करतात? एक मुलगा म्हणाला- सर, मशीनने. यावर दुसरी मुलगी म्हणाली- सर, आई म्हणते मतदान करण्यासाठी शिक्का वापरतात.

“मतदान यंत्राचं बटण दाबून आणि कागदावर शिक्का मारून दोन्ही पद्धतीने मतदान करता येतं.” मी सांगितलं, “आपल्याला ज्या व्यक्तीला मत द्यायचं असतं त्यांच्या नावापुढच्या चिन्हावर शिक्का मारायचा किंवा त्याच्या समोरचं बटण दाबायचं.” मग मी माझ्या लॅपटॉपवर ईव्हिएम मशीन कसं चालतं याचा यू ट्यूबवरचा व्हिडीओ दाखवला. ही सगळी चर्चा चालू असताना गावातल्या निवडणुकीबद्दल मुलांना बरीच माहिती आहे हे माझ्या लक्षात आलं.

आज तिसरा दिवस! शाळेत वेगळं काहीतरी चालू आहे हे ऐकल्यावर जी मुलं शाळेकडे फिरकली नव्हती ती पण यायला लागली. त्यामुळे आजची उपस्थिती १२३ होती.

बसल्यावर मुलं म्हणाली – सर, समजवा. मी विचारलं - शिक्का का समजवा? पण मुलं पुन्हा म्हणली – समजवा. मी म्हणालो- शिक्का का नाही? राजेश म्हणाला- हे शिक्कां

कुठे आहे, हे तर समजावणं आहे. मी चाचपणं चालूच ठेवलं- का शिकवणं का नाही? राजेश म्हणाला- शिकवणं तर वर्गात बसून असतं. हे समजून घेणं आहे.

वर्गातली बंधने, शिस्त यामुळे वर्गात जे सांगतात ते शिकवणं आणि जिथे मुलांचा सहभाग असलेले बरेच उपक्रम असतात, चर्चा असते ते समजून घेणं अशी मुलांची पक्की धारणा होती. हरकत नाही. मलाही त्यांना निवडणूक प्रक्रिया समजवायचीच होती, शिकवायची नव्हती.

आदल्या दिवशी लॅपटॉपवर ईव्हिएम मशीनचा व्हिडीओ मुलांना आवडला होता असं दिसत होतं. लोकेशने विचारलं- सर, इव्हिएम मशीन आम्हला बघायला आपल्या शाळेत आणता येईल का? हे काम जरा अवघड होतं. पण मग माझ्या लक्षात आलं, राजस्थानात ६-७ महिन्यात निवडणुका होणार आहेत. तेव्हा बूथ लेव्हल ऑफिसर गावकऱ्यांना इव्हिएम मशीन दाखवतो. (बूथ लेव्हल ऑफिसर - बीएलओ - मतदारांशी परिचित आणि त्याच मतदान क्षेत्रातील मतदार असलेला एक स्थानिक सरकारी/निम-सरकारी अधिकारी जो आपल्या स्थानिक ज्ञानाचा वापर करून निवडणूक प्रक्रिया अद्ययावत करण्यात मदत करतो.) तेव्हा मुलांना मशीन दाखवता येईल. मी मुलांना तसं कबूल केलं.

विनीताने विचारलं- सर, काही महिन्यांनी का? मी सांगितलं की तेव्हा निवडणुका होणार आहेत म्हणून. काळूरामनं विचारलं- म्हणजे आता पुन्हा नवीन सरकार येणार? चांगला प्रश्न विचारला. आजच्या माझ्या बोलण्याचा विषय सरकार म्हणजे काय, हाच होता.

मी विचारलं तर काही वेळ कोणीच काही बोललं नाही. मग अनिल म्हणाला- सरकार म्हणजे मोदी. मी विचारलं- ते कोण आहेत? पुंजालाल- पंतप्रधान. अजेश म्हणाला- सरकार म्हणजे धनसिंहजी (पंचायत राज्य मंत्री). माया म्हणली- नाही, वसुंधरा राजे (मुख्यमंत्री).

मुलांमध्ये सरकार म्हणजे काय यावरून वाद सुरु झाला. एक जण म्हणाला कलेक्टर, एक जण म्हणे सरपंच. मी मध्ये पडलो, म्हणालो- सगळे मंत्री, पंतप्रधान, आमदार, खासदार, सरपंच हे सगळे; शिवाय सरकारी काम करणारे शाळेतले शिक्षक, कलेक्टर, डॉक्टर हे सगळे सरकार आहेत. त्यांना सरकार म्हणजे काय हे कसं सांगावं हेच मला समजेना.

मी त्यांना विचारलं- सरकार काय काम करतं? अशोक म्हणाला- काहीच नाही. मी- का? अशोक- आमच्या शाळेला एकच खोली आहे (अशोक मेडिया कटरा गावचा आहे. तिथे शाळेला एकच खोली आहे). मी- पण ती खोली सरकारनेच बनवली आहे ना. बाकीचे सांगा, सरकार काय काम करतं?

मुलं एकेक करत सांगत गेली, त्या गोष्टी मी फळ्यावर लिहित गेलो. ही सगळी सहावी- सातवी मधली मुलं होती. त्यांच्या उत्तरांनी मी चकित होत होतो. म्हणूनच मी त्यांना बोलायला अधिक प्रोत्साहन देत होतो.

मुलं सांगत होती. सरकार विहिरी खणून देतं, घरं बांधून देतं, हातपंप बसवून देतं, शौचालयं, मंदिरं, इस्पितळ, धरण, कालवे बांधतं. रॉकेल, गॅस, नळ कनेक्शन देतं. सायकल, स्कूटी, लॅपटॉप देतं. निवडणुका घेतं, देशाचं रक्षण करतं, रेल्वे, बस चालवतं, बँका उघडतं, शिष्यवृत्ती देतं, झाडं लावतं... यातल्या बऱ्याच गोष्टी मुलांशी संबंधित होत्या तर काही त्यांनी घरी आईवडिलांकडून किंवा शेजारीपाजारी ऐकल्या होत्या.

आज चौथा दिवस! प्रार्थनेनंतर चर्चा पुढे सुरु झाली.

पहिली ते पाचवी आणि सहावी ते आठवी असे मुलांचे दोन गट करावे अशी माझी आधीची कल्पना होती. पण मी एकटाच हे काम करत असल्याने हे शक्य झालं नाही. आणि सगळ्या मुलांचं एकत्र सत्र घ्यायचं ठरलं. या गोष्टीचे काही फायदे पण झाले. लहान लहान

मुलंही मध्ये बोलून सहभाग घेत होती. चर्चेचा रोख आता शाळेसंदर्भात नेणे गरजेचे होते. मी मुलांना विचारलं, “आपल्या शाळेत सरकार केलं तर ते कोणकोणती कामं करेल?”

मुलं एकेक सांगत होती त्या गोष्टी मी फळ्यावर लिहायला सुरुवात केली. हे करताना सारख्या प्रकारची कामं एका गटात येतील अशा पद्धतीने लिहिली. मुलांनी सांगितलेली कामं अशी-

१ झाडं लावणं, त्यांना पाणी देणं, निगराणी राखणं

२ शाळेतील लिहिण्या-वाचण्याची व्यवस्था

३ जेवण आणि पिण्याच्या पाण्याची व्यवस्था

४ प्रातःसभेचं संचालन

५ शाळा आणि शौचालय सफाई

६ शाळेचा गणवेश, मुलांना शाळेत घेऊन येणे, मधल्या सुट्टीत पळून जाणाऱ्या मुलांना अडवणे

७ वाचनालयातून पुस्तके आणणे आणि वाटणे

८ १५ ऑगस्ट आणि २६ जानेवारी कार्यक्रमाची व्यवस्था

९ मुलांच्या आरोग्याकडे लक्ष देणे. इथे संताने लक्षात आणून दिलं की विमला काहीच बोलत नाही आणि ऐकत पण नाही, अशा मुलांकडे जास्त लक्ष देणं

जवळजवळ सगळ्या कामांची यादी मुलांनी सांगितली.

मी विचारलं, “आपल्या शाळेत तर सरकार नाहीये, मग ही कामं कोण करेल?” एक मुलगा म्हणाला “आम्ही करतो ना, सर”. त्याचं म्हणणं बरोबर होतं. शिक्षक आणि मुलं मिळून ही सगळी कामं करत होते.

मी पुढे विचारलं,” या सगळ्या कामाच्या जबाबदाऱ्या वाटून दिल्या तर?” सुनील- ते कसं काय? मी- कोणतं काम कोण करेल हे आपण मिळून ठरवलं तर? काळूराम- हो सर. हे चांगलं होईल. मी- तर मग आपण शाळेतही एक सरकार बनवू. सगळ्या मुलांनी मोठ्या आवाजात होकार दिला.

मी- पण सरकार कसं बनवणार? विनिता- सर आपण मतदान घेऊ. मी- हे कसं करायचं? आधी योजना तयार करा बरं. आम्ही एकमेकांशी आणि घरच्यांशी बोलून उद्या सांगू असं मुलं म्हणाली.

आज गावात लग्न होतं. मुलांना लवकर घरी जायचं होतं. जेव्हा गावात लग्न असतं तेव्हा मुलं शाळेत येत नाहीत. आज लग्न असूनही मुलं शाळेत कशी आली याचं शिक्षकांना आश्चर्य वाटत होतं. यावरून एक गोष्ट लक्षात आली की शाळेत आवडीचं काम असेल तर मुलं सुट्टी घेत नाहीत.

क्रमशः

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक १२१ मधून साभार.

§§§

लेखक: **विजय जैन**, राजस्थानातील बासवाडा जिल्ह्यातील मेडिया दिंडोरा येथे शासनाच्या उच्च प्राथमिक शाळेत गेली दहा वर्षे प्रबोधक म्हणून काम करत आहेत.

मराठी अनुवाद: **वैशाली डोंगरे**, प्रयास आरोग्य गटात कार्यरत.

इमेल : godonvaishali@gmail.com

 **इ- शैक्षणिक संदर्भ** 
आता सर्वांसाठी मोफत उपलब्ध

- २०१८ सालामध्ये शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करण्याची सुरुवात केली आहे आणि आपला त्यास भरघोस प्रतिसाद मिळतो आहे त्याबद्दल धन्यवाद.
- आपल्याला इ-अंक हवा असल्यास संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवरून (www.sandarbhsociety.org) डाऊनलोड करू शकता, किंवा sandarbh.marathi@gmail.com या इ-मेलवर आपला इ-मेल पत्ता व व्हॉट्सप क्रमांक आम्हाला कळवावा.
- इ-अंक करताना छपाई खर्च जरी वाचला तरी डीटीपी, कार्यालयीन खर्च, लेखा परीक्षण असे अनेक खर्च आहेतच. देणगी रूपाने आपण या खर्चाचा भार उचलू शकता. त्यासाठी आपणास विनंती आहे की, आपला सहभाग वार्षिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवावा. देणगीवर आयकर सवलत मिळू शकते.
- देणगीसाठी तपशील
 - ❖ रोख रक्कम कार्यालयात जमा करू शकता.
 - ❖ चेक किंवा डी डी : 'संदर्भ सोसायटी' या नावाने पुणे येथे वटणारा असावा.
 - ❖ इ-पेमेंट : Sandarbh Society
Account No.: 20047006634
Bank of Maharashtra, Mayur Colony, Pune
IFS Code: MAHB0000852

शैक्षणिक संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरो टेक,
६, एकता पार्क, निर्मिती शोरूमच्या मागे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे- ४.
फोन: ०२०-२५४६०१३८ (स. १० ते संध्या. ५, सोम. ते शनि.)