

ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१९

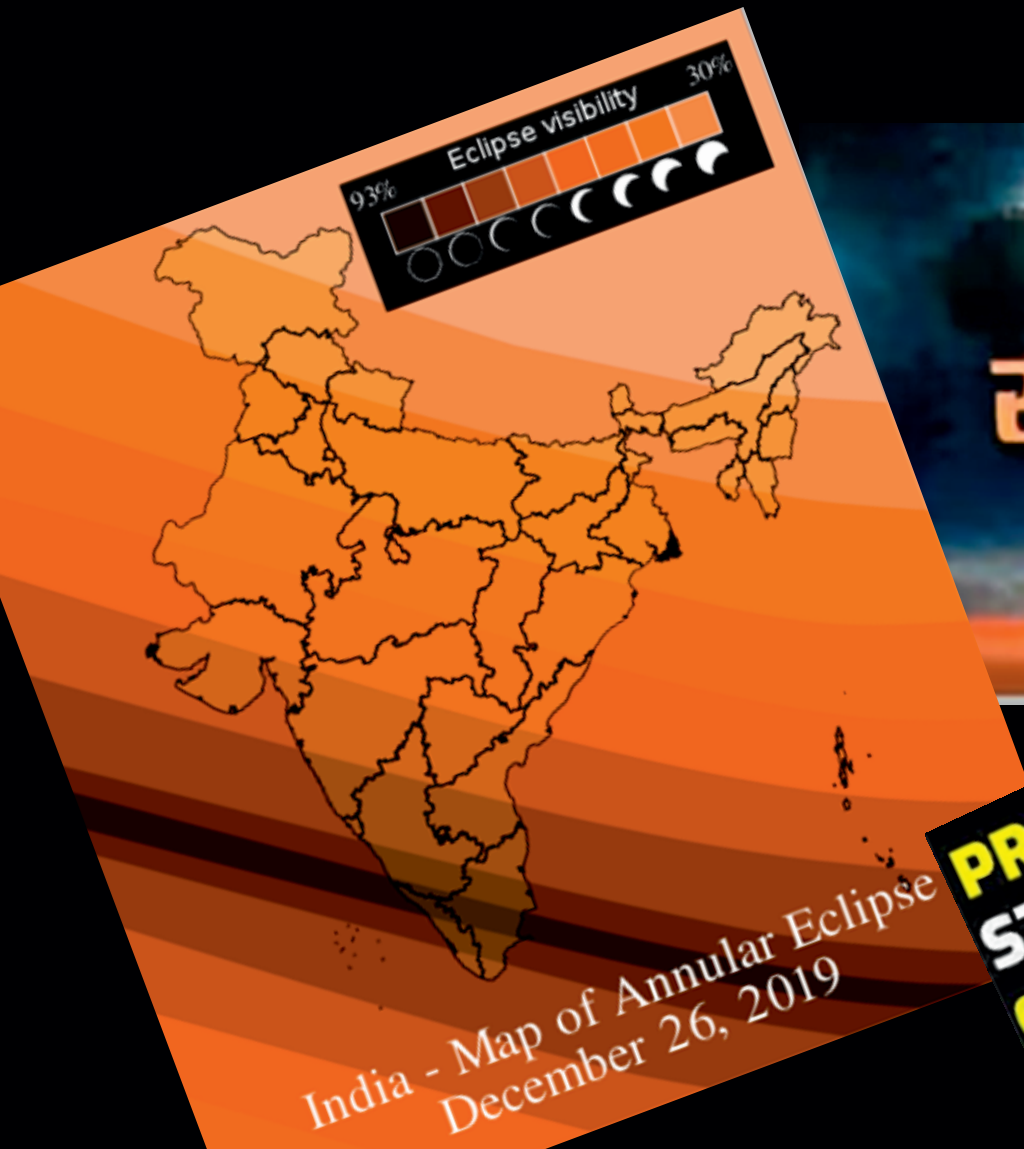
शैक्षणिक

अंक ११९

संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

विज्ञान की छद्म विज्ञान
निवड करावी लागते...



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

मांडणी :
प्रियदर्शिनी कर्वे
मुखपृष्ठ मांडणी :
अभय ढमढेरे

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

शैक्षणिक संदर्भ

अंक ११९

ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१९

पालकनीती परिवारासाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

E-mail : sandarb.marathi@gmail.com
web-site : www.sandarbhociety.org

देणगीचे चेक 'संदर्भ सोसायटी' या नावे काढावेत.

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




मुखपृष्ठाविषयी

विज्ञान की छद्मविज्ञान? ते तपासून पाहिल्याशिवाय कळत नाही. काहीही शोधायला जावे तर माहितीचा सागर उपलब्ध असतो. माहिती कोण सांगतेय, का सांगतेय, पुरावा काय, प्रमाण काय? तपासणी कशी केलीय, प्रयोग कसा केलाय? या सगळ्याची उत्तरे मिळवून निष्कर्ष काढता येतो, निर्णय घेता येतो... नाहीतर ग्रहणासारख्या दुर्मीळ घटनेचे दर्शनही घेऊ नका असे सांगणारे भोवती आहेतच. त्यासंबंधीचा लेख 'ग्रहण चर्चा' जरूर वाचा, पान ५७ वर.

छायाचित्रे: इंटरनेटवरून साभार. २६ डिसेंबर २०१९ या दिवशी होणारे कंकणाकृती सूर्यग्रहण जेथून दिसणार आहे, तो नकाशा विकीपिडिया वरून साभार.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक ११९ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१९

- वाचकांच्या प्रतिक्रिया अंक ११८.....०४
- वैज्ञानिक दृष्टिकोन आणि शिक्षण – नटराजन पंचपकेसन,
अनुवाद – नीलिमा सहस्रबुध्दे०८
-  माझा भूमितीचा वर्ग - भाग १ – प्रज्ञा कदम,
अनुवाद – ज्ञानदा गद्रे-फडके.....१४
- प्राचीन भारतातील वैज्ञानिक प्रगतीच्या दाव्यांचे मूल्यांकन भाग १
– मयंक वाहिया, मूळ अनुवाद – नीलेश मोडक२५
-  मुलांच्या लेखणीतून... – कृतिका बुरघाटे३८
- शून्यातून विश्वनिर्मिती महाइतिहास भाग २ – प्रियदर्शिनी कर्वे.....४६
- ग्रहण चर्चा – सव्यसाची चटर्जी, अनुवाद – संजीवनी आफळे.....५७
- नशामुक्ती : मुलांची मोहीम – शिरीष खरे६७
-  वैज्ञानिक दृष्टिकोन दिनानिमित्त विचारा का?? – सुधीर कुंभार.....७१
- अन्न सुरक्षेचं सैन्य - भाग ४, जल थल मल - भाग १४ – सोपान जोशी,
संक्षिप्त अनुवाद – अमर्लेंदु सोमण.....७७



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

वाचक प्रतिक्रिया अंक ११८

फेसबुक खंगाळत असताना अचानक कुठेतरी या 'शैक्षणिक संदर्भ' नावाच्या ऑनलाइन मासिकाचा 'संदर्भ' सापडला. म्हटलं बघुयात तर खरं काय आहे म्हणून एक दोन अंक डाउनलोड केले. वाचले. मग परत त्याच साइटवर गेलो आणि तिथली सूचना वाचली की, 'हे अंक मिळवायचे असल्यास आम्हाला मेल करा, विनामूल्य आम्ही हे अंक पाठवू'. मी मेल केला. sandarbh.marathi@gmail.com या ईमेल आयडी वर.

हा अंक ते दर दोन महिन्यांनी पाठवतात आपल्या मेल आयडी वर. अंक आपल्याला पीडीएफ स्वरूपात मिळतो. अतिशय दर्जेदार वैज्ञानिक लेख यात वाचायला मिळतात. आपली यथाशक्ती आपण यांना पैसेही पाठवू शकतो २००, ५००, १००० जी आपली शक्ती असेल ती. पैसे खरंच अशाच उपक्रमांना दिले पाहिजे.

आत्ताचा ताजा जून-जुलै २०१९ चा अंक परवा मिळाला. या अंकातले सर्वच लेख माझे काही वाचून झालेले नाहीये, पण जे वाचलेत ते आवडलेत, माहितीपूर्ण आहेत.

डॉ. मृदुला बेळे हे नाव बऱ्याच जणांना परिचयाचे असेल. मागे लोकसत्तेत त्या एक "कथा अकलेच्या कायद्याची" हे एक बौद्धिक संपदेसंदर्भात सदर लिहित असत. त्यांचा औषधांच्या एक्स्पायरी डेट संदर्भात असलेला लेख, आनंद कर्वेचा सर्वच क्षेत्रात (पशू, पक्षी, वृक्ष, फुलझाडे) झालेल्या उत्क्रांतीबद्दलचा लेखही उत्तम झाला आहे. हा लेख इयत्ता दहावीच्या विद्यार्थ्यांना (स्टेट बोर्डच्या) अतिशय उपयुक्त आहे, पूरक आहे.

वाचलेल्या लेखांपैकी 'इझीटॉक' या उपक्रमाचा लेख विशेष आवडला. कालपरवाच मी इंग्रजी भाषेतील आर्टिकल संदर्भात माझा अनुभव शेअर केला होता. तदनुषंगाने मला ह्या मुलांमध्ये इंग्रजी भाषेची भीती, न्यूनगंड काढून टाकण्यासाठी कृतिका बुरघाटे या चंद्रपूर जिल्ह्यातील शिक्षिकेने केलेल्या स्तुत्य उपक्रमाबद्दल वाचून फार हायसं वाटलं. असे सोपे उपक्रम ग्रामीण भागातील मुलांचा इंग्रजी बदलचा आत्मविश्वास वाढवण्यासाठी फार उपयुक्त आहेत.

आणखी एका लेखाचा उल्लेख करावा लागेल तो म्हणजे 'कार्ल झिमेर' या वैज्ञानिक लेखकाने लिहिलेला 'मानवाला रक्तगट का असतात?' या लेखाचा मराठी अनुवाद जो नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी केला आहे, तोही छान आहे. बरीच नवीन माहिती होती ही माझ्यासाठी. रक्तगटाचा इतिहास हा मुळात रक्तरंजित आहे. मुळात वेगवेगळे रक्तगट का असतात? ते आले कुठून? ते वेगवेगळे असल्याने करतात काय?

पिटर डीअॅडामो या लेखकाचं 'इट राईट फॉर युवर टाईप' हे माहीत नसलेलं पुस्तकही समजलं. यात खाल्लेल्या अन्नाचा वेगवेगळे रक्तगट पडण्यावर कसा परिणाम झाला याचे विवेचन आहे.

इतर लेख अजून वाचायचे आहेत. ते ही असेच माहितीपूर्ण असतीलच. एकंदरीत छान अंक झालाय हा.

अजिंक्य कुलकर्णी



नमस्कार! "जल थल मल" खालील अनुवादित लिखाण आवडले. राईलकरांसारख्या प्रेरितांचे मनोगत वाचण्यासारखे आहे. पण अक्षय्य ऊर्जास्रोतांची वास्तविकता तपासली तर सौर किंवा वायू ऊर्जेची भलावण करण्यात फार आत्ममग्न राहून चालणार नाही असे स्पष्ट दिसते आहे.

अंक पाठवल्याबद्दल आभार व शुभेच्छा!

आशुतोष प्रधान

नमस्कार,

शैक्षणिक संदर्भ माझ्या आणि माझ्या विद्यार्थ्यांसाठी नेहमीच आवडीचे पुस्तक ठरले आहे. गणित आणि विज्ञानात आवड असलेली मुले हे पुस्तक वाचण्यासाठी हिसकाहिसकी करतात, आजवर यातील अनेक गणिती प्रयोग मुलांनी करून मजा घेतली आहे.

मागील अंकातील रक्तगट, गोळ्यांची एक्सपायरी, हेलियमचा शोध, महा इतिहास, गुणधर्म आपले ठरविणारे दुसरेच हे सर्व नाविन्यपूर्ण लेख आहेत. सहज मिळणारे हे ज्ञान मुलांप्रमाणे मोठ्यांच्या देखील ज्ञानात मोलाची भर घालतात. नेहमीच्या अध्यापनात संदर्भ साहित्य म्हणून उपयुक्त. दर्जेदार शैक्षणिक साहित्य.

माझा स्वतःचा उपक्रम या सारख्या दर्जेदार मासिकात छापून आला ही माझ्यासाठी खूप आनंदाची आणि अभिमानाची गोष्ट आहे. माझ्या या लेखावर वैयक्तिकरित्या खालील प्रतिक्रिया आल्या.

- नमस्कार मॅडम. मी आपल्याच जिल्ह्यातील विद्यार्थी आहे. तुमचा नव उपक्रम 'इझीटॉक' खूपच उत्तम वाटला. हा उपक्रम मला 'शैक्षणिक संदर्भ' या मासिकामधून वाचायला मिळाला. जर आपल्या सारख्या शिक्षिका प्रत्येक शाळेत असतील तर ग्रामीण भागातील मुलांच्या शिक्षणाला, जीवनाला चांगली वाटचाल मिळेल. जर शिक्षकांनी असे उपक्रम सुरू केले तर जिल्हा परिषदेच्या शाळाही खाजगी शाळांना मागे टाकतील. **आशिष लांजेवार**
- तुमचा लेख खूप छान आहे. उपक्रम स्तुत्य आहे. आम्ही खरंच वर्गात राबवू तो. **माधुरी भाग्यवान**
- तुझा अनुभवलेख वाचला जून-जुलैच्या शैक्षणिक संदर्भमध्ये. आवडला. अभिनंदन. **सदानंद कदम**
- *Dear Madam, I have read your article in Shaikshanik Sandarbh. Really nice attempt. We will also try in our school.* **जगन्नाथ कवर**

धन्यवाद.

कृतिका बुरघाटे

†††

शैक्षणिक संदर्भच्या वाचकांची माहिती अद्ययावत करण्याचे काम सुरू आहे. तरी कृपया आपली माहिती <https://forms.gle/bmFnAKmEwM7daKk36> या गुगल फॉर्ममध्ये भरून आम्हाला पाठवावी ही विनंती. - शैक्षणिक संदर्भ संपादक मंडळ

वैज्ञानिक दृष्टिकोन आणि शिक्षण

लेखक : नटराजन पंचपकेसन अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे

विज्ञानाची पद्धती विज्ञानाच्या पलीकडच्या क्षेत्रात वापरणे म्हणजे वैज्ञानिक दृष्टिकोन. सामाजिक आणि नैतिक मुद्द्यांचा विचार करताना जेव्हा विज्ञानाची पद्धती वापरली जाईल, तेव्हा त्याला वैज्ञानिक दृष्टिकोन म्हणता येईल. तो अंगीकारण्यासाठी माणसाच्या वागण्याच्या पद्धतीत बदल होणे अपेक्षित असते, त्यामुळे तो विज्ञानाचा भाग असू शकत नाही. केवळ विज्ञानाचा अभ्यास केला म्हणून वैज्ञानिक दृष्टिकोन अंगी येत नाही, तर मानवी व्यवहारामध्ये विज्ञानाची पद्धती वापरली तर तो पक्का होतो. सर्व अभ्यासक्रमांच्या मध्ये, विज्ञानाच्या देखील, सामाजिक शास्त्रे आणि मानव्य विद्या यांचा समावेश असायला हवा, तरच वैज्ञानिक दृष्टिकोन तयार होऊ शकतो. तरुणांच्या मनात वैज्ञानिक दृष्टिकोन निर्माण होणे हे त्यांच्या शिक्षणाच्या दृष्टीने फार महत्वाचे आहे.

वैज्ञानिकांच्या बदलची एक मोठी तक्रार म्हणजे, 'विज्ञानाचा अभ्यास करून अंधश्रद्धा कमी होतात किंवा वैज्ञानिक दृष्टिकोन तयार होतो' हे म्हणणे काही खरे नाही. वैज्ञानिकांच्या संस्था, त्यांचे खाजगी आयुष्य याकडे एक नजर टाकली तरी हे स्पष्ट होईल. अंधश्रद्धा, जातीभेद, लिंगभेद, नको नको ते सर्व सापडेल. खरंच आहे, रोजचे काम विज्ञान क्षेत्रातले असले म्हणून

काही वैज्ञानिक दृष्टिकोन तयार होत नाही. त्यासाठी मनाचा एक कल आवश्यक असतो, तो



अंधश्रद्धेच्या कचाट्यातून कोणीच सुटलेले नाही; तरी आता विज्ञानाचे पारडे जड होऊ लागले आहे.

आपापल्या नीतीमूल्यांच्या चौकटीवरून ठरतो.

आपल्या देशात अजूनही तो कुटुंब आणि समाजच

ठरवत असतो. नैतिक मूल्य आणि शहाणपण किंवा

जाणतेपण हे विज्ञानाच्या परिघात येत नाही. आपली

वागणूक, आपले दृष्टिकोन हे मुख्यतः नैतिक

चौकटीनुसारच ठरत असतात. तरीदेखील विज्ञान

तंत्रज्ञानामुळे आपले आयुष्य गेल्या साठेक वर्षात

इतके बदलले की बऱ्याच अंधश्रद्धा मागे पडल्या. आज आपण कोणवारी कुठल्या दिशेला

प्रवास करणार आहोत याचा विचार करत नाही, किंवा ग्रहण सुटले म्हणून अंधोळीही करत नाही.

आणखी खोलात जायचे तर विज्ञानाचे क्षेत्र आणि विज्ञानेतर क्षेत्र यातील फरकाकडे

व्यापक दृष्टीने पाहायला हवे. प्रत्येकजण सभोवतालची दुनिया जाणून घेतो, ती स्वतःपासून

सुरुवात करून. आधी मी, मग बाह्य जग. त्यातल्या आवडी-नावडी, कल्पना, स्वप्न, सारे काही

सांगता येतेच असे नाही. बऱ्याचशा कल्पनांचे वास्तवाशी नाते नसते. आपापल्या आठवणी,

जाणिवा, मूल्ये, दृष्टिकोन, भविष्याबद्दलच्या कल्पना यातून आपली दुनिया तयार होत जाते. मग

त्यात कला, मानव्यविद्या, सामाजिक शास्त्रे येतात, त्याला अंतर्विश्व म्हणूया. त्यानंतरच्या

परिघात विज्ञान येत जाते. म्हणजे विज्ञान हे बाह्य जगात येते असे म्हणता येईल.

हे बाह्य जग व्यक्तिनिष्ठ नसते, तर वस्तुनिष्ठ, विषयनिष्ठ असते. ते सर्व लोकांसाठी एकच असते,

आपल्या जन्मापूर्वीही होते, आपल्यानंतरही तसेच असणार असते. हे आपल्याशिवायचे जे जग असते त्याची कल्पना आपण करू शकतो. त्यात भावना-कल्पना यांना काही स्थान नसते. इथे भौतिक- रसायन- तर्कशास्त्र, वैश्विक काळ- इतिहास, पुनरावृत्ती होणाऱ्या आणि सत्यता पडताळून पाहता येणाऱ्या गोष्टी असतात. त्या सगळ्यांना जाणून घेता येतात. या सगळ्या बाह्य गोष्टींशी विज्ञानाचा संबंध असतो. या गोष्टींबद्दलची माहिती, नियम, उत्क्रांती विज्ञानात येते. सामाजिक विज्ञान हे आतल्या परिघातल्या गोष्टींबद्दल असते.

मानवी वृत्ती आणि सामाजिक विज्ञान

भौतिक आणि सामाजिक शास्त्रांमधला फरक लक्षात घ्यायला हवा. भौतिक-रसायन-जीव यातले नियम म्हणजे निसर्गातले नियम हे माणसाच्या विचार-भावनांवर किंवा वृत्तींवर अवलंबून नसतात. उदा. बल, वस्तुमान, गुरुत्वाकर्षण, प्रकाशसंश्लेषण.

पैसा, संपत्ती, सरकार, विवाह अशा गोष्टी मानवी विचारांमधून अस्तित्वात आलेल्या आहेत. अर्थशास्त्र, राज्यशास्त्र, समाजशास्त्र त्याबद्दल सांगतात. मानवी व्यवहार आणि संस्कृतीतून या गोष्टी ठरतात.

निरीक्षणांमधली अनिश्चितता

विषय जितका जास्त व्यक्तिनिष्ठ, तेवढी निष्कर्षात विविधता दिसून येते. त्यामुळे एकेकट्या निरीक्षणाला अर्थ उरत नाही. त्यामुळेच सामाजिक शास्त्रातल्या अभ्यासात मोठ्या

प्रमाणात निरीक्षणे करून संख्याशास्त्रीय पद्धतीने निष्कर्ष काढावे लागतात. अर्थशास्त्रातल्या अभ्यासात हे नेहमी दिसून येते.

अंतर्विश्व आणि बाह्यविश्व यातील फरक

अंतर्विश्वात भौतिक विज्ञानाचा समावेश होत नाही, मात्र विज्ञानाच्या ज्या पद्धती आहेत त्या, म्हणजे तर्क आणि कार्यकारणभाव विवेक, यांची इथे महत्त्वाची भूमिका असते. मात्र इथे पुनरावृत्तीची आणि सत्यता पडताळून पाहण्याची तितकी शक्यता नसते. कारण अचूक प्रयोग पुन्हापुन्हा करून पाहणे इथे शक्य होत नाही. या क्षेत्रासाठी ‘सॉफ्ट सायन्सेस’ असा शब्द वापरला जातो. इथे वस्तुनिष्ठ अभ्यास करणे फार अवघड. शिवाय अलिप्तपणा तितकाच महत्त्वाचा. या अभ्यासात संख्याशास्त्रीय पद्धती अत्यावश्यक ठरतात. मानवी मूल्ये आणि नीतीमत्ता हे अंतर्विश्वाचे भागच असतात. म्हणूनच विज्ञान-तंत्रज्ञान वेगळे आणि शहाणपण वेगळे असे म्हटले जाते. विज्ञान हे मूल्यांपासून अलिप्त आहे. मग अस्तित्वात असलेली मूल्यव्यवस्था बदलायची असेल तर त्याला मार्ग कोणता?

अल्बर्ट आईनस्टाईनने म्हटले आहे, “मानवी वागणुकीसाठी ज्या श्रद्धा आणि धारणा आवश्यक आहेत, त्या काही शुद्ध विज्ञानाच्या मार्गामध्ये सापडणार नाहीत. ‘जे आहे’ त्याचे संपूर्ण ज्ञान मिळणे, हे ‘जे असायला हवे’ ते जाणण्यासाठी पुरेसे नाही. मूलभूत उद्दिष्टे, गरजा, त्यांची किंमत या दाखवायच्या गोष्टी नाहीत; त्या आपापल्या जाणून घ्यायच्या असतात. त्यासाठी उत्तुंग व्यक्तिमत्त्वे दिशा दाखवतात. त्या गोष्टी थेट जाणवतात, त्यांची वकिली करावी

लागत नाही.” आपण प्रत्येकजण जाणता-अजाणता अशी निवड करत असतो. आपल्या अंतर्विश्वाच्या केंद्रस्थानी मन निर्णय घेणारे असते, बुद्धी नाही! प्रेम, करुणा, सहानुभाव, हर्ष आणि उल्हास यांचा त्यात मोठा सहभाग असतो. बाह्य जगात मात्र हा उल्हास तपासून पाहावा लागतो. अंतर्विश्वात ही तपासणी अवघड असते. अनुभवसिद्ध खात्री, प्रायोगिक पुरावा, गणिती सिद्धता देणे जिथे शक्य नसेल तिथे वैयक्तिक समाधान हेच प्रमाण मानले जाते. उदा. संगीताचा आनंद... इथे इतरांचे मत ऐकले गेले तरी स्वतःचे समाधान सर्वात महत्त्वाचे ठरते. ‘मला आनंद देणारे’ ही भावनाच इथे निर्णायक ठरते.



वैज्ञानिक दृष्टिकोन रुजवण्यासाठी विज्ञान शिक्षणाला पर्याय नाही

या क्षेत्रात अनिश्चिततेशी सामना करावा लागतो. आपल्या निष्कर्षांना आधार शोधत राहावे लागतात. मात्र प्रत्यक्ष आयुष्यात लोक वैध कारणे मिळेपर्यंत थांबत नाहीत. सामाजिक महत्त्व, प्रभाव, भक्तिभाव, सत्तेची ताकद या सगळ्याचा परिणाम होतो. तर्क, वास्तव, विज्ञानाची पद्धती या सगळ्याचा उपयोग अत्यंत आवश्यक आहे. नाहीतर ‘राजा नागडा आहे’ हे आपल्याला समजू शकत नाही! ‘समाजरीत, लोक म्हणतात, गुरुमहाराज सांगतात’ अशा कोणत्याही कारणाने आपण आंधळे होतो. विशेषतः आपल्या देशात! शिक्षणाच्या संदर्भात हे

विशेषत्वाने लक्षात घ्यायला हवे. प्रत्येकाला वैयक्तिक आणि नैतिक मार्ग ठरवताना शिक्षणाचा आधार मिळायला हवा.

वैज्ञानिक दृष्टिकोन म्हणजे एखादा प्रश्न समजावून घेणे, उत्तराचे पर्याय तपासणे आणि मगच निर्णय घेणे. जगभरात विज्ञान शिकवताना विशिष्ट संकल्पना शिकवणे, काही गणिती आणि काही प्रायोगिक कौशल्ये शिकवणे एवढेच केले जाते. एखाद्या मुद्यावर चर्चा घडवणे, पर्यायांचा विचार करून निवड करणे याचा त्यात समावेश नसतो. खरे तर सामाजिक शास्त्रे शिकवताना हे सगळे करता येणार आहे. योग्य निवड करताना वैज्ञानिक दृष्टी ठेवण्यासाठी सामाजिक शास्त्रे मदत करतील. त्यातूनच वैज्ञानिक दृष्टिकोन तयार होत जाईल. विज्ञानाच्या अभ्यासक्रमात सामाजिक शास्त्रे न ठेवल्यामुळे आजचे विज्ञानाचे विद्यार्थी नैतिक मुद्द्यांवर नीटसा विचार करू शकत नाहीत. आजच्या प्रत्येक अभ्यासक्रमात वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचा अंतर्भाव होणे हे अर्थपूर्ण शिक्षणासाठी अत्यावश्यक आहे.

मूळ इंग्रजी लेख वाचा : <https://www.currentscience.ac.in/Volumes/113/09/1655.pdf>

§§§

लेखक : नटराजन पंचपकेसन, दिल्ली विद्यापीठात कार्यरत होते.

इमेल : nargispanchu@gmail.com

संक्षिप्त अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे, संदर्भ संस्था विश्वस्त, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटसदस्य.

इमेल : neelimasahasrabudhe@gmail.com

माझा भूमितीचा वर्ग

भाग १

लेखक : प्रज्ञा कदम अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे-फडके

माझ्या एम.एड. अभ्यासक्रमाचा भाग म्हणून मी माध्यमिक शाळेतील विद्यार्थ्यांना ‘भौमितिक रचना’ शिकवायचे ठरवले. ‘भौमितिक रचना’ हा विषय इयत्ता ५ वी ते इयत्ता १० वी पर्यंतच्या अभ्यासक्रमाचा भाग आहे. पण अभ्यासक्रमात ज्या प्रकारे भौमितिक रचना दिलेल्या आहेत, ते पाहता या रचना म्हणजे केवळ ‘कृती’ आहेत आणि त्यामध्ये नाविन्याला काहीच वाव नाही. विशिष्ट क्रमाने या रचना काढण्यामागचे कारण क्रमिक पुस्तकांमध्ये दिलेले नाही किंवा या रचना का बरोबर आहेत, हे सुद्धा सांगितलेले नाही.

मी सुद्धा रचनेच्या पायऱ्या शिकवणे, याच पद्धतीने नेहेमी शिकवत आले होते. मला सुद्धा असेच शिकवले गेले होते. भौमितिक रचना काढण्यासाठी दिलेल्या पद्धतीच्या मागची कारणे सांगण्याची गरज मला कधी वाटली नव्हती. मुले या पायऱ्या लक्षात ठेवतील आणि त्या शिकवल्यानुसार करतील, अशीच अपेक्षा असायची. पण मुलांना काही दिवसांनी तीच आकृती काढायला सांगितली तर मुलांना पाठ केलेल्या पायऱ्या आठवायच्या नाहीत आणि रचना पूर्ण

करता यायची नाही. इतकेच काय जर एखादी नवीन भौमितिक रचना काढायची असेल तर मलासुद्धा ते जमायचे नाही.

भौमितिक रचनांबद्दल पुस्तके वाचून आणि चर्चामधून माझ्या लक्षात आले की भौमितिक रचना म्हणजे ‘पट्टी, कंपास, गुण्या, कोनमापक वापरून, थोडक्या रेषा आणि वर्तुळे काढून दिलेल्या खास प्रकारच्या अनुभवजन्य सिद्धता’ आहेत. यात गृहीतापासून सुरुवात करून आपण नवीन छेदनबिंदू मिळवतो आणि शेवटी आपल्याला हव्या असलेल्या आकृत्या तयार होतात.

या व्याख्येतून मला समजले की ही गणिते म्हणजे नुसती क्रमवार कृतींची गणिते नाहीत तर या सिद्धता आहेत. म्हणजेच प्रत्येक कृतीसाठी काहीतरी कारण आहे, प्रत्येक रचनेमागे काहीतरी तर्क आहे. त्यामुळे ‘रचनांची गणिते म्हणजे एकेक सिद्धता आहेत’ हे मुलांना समजावे असे मला वाटू लागले. मुलांना स्वतः या सिद्धता तयार करता याव्यात अशी तयारी करून घ्यायची मी ठरवली..

प्रकल्पाच्या कामासाठी मी इयत्ता पाचवी, सहावी आणि सातवी मधल्या तीस विद्यार्थ्यांचा एक गट तयार केला. बऱ्याचशा शाळांमध्ये पूर्वानुमान करणे, एखादे दृश्य डोळ्यासमोर उभे करून पाहणे, गृहीतक मांडणे, अंदाज वर्तवणे, निवड करणे, योजनेची आखणी, योजनेची अंमलबजावणी, निर्णय घेणे, संयोजन किंवा समस्यापूर्ती अशा गणिती क्रियांमध्ये सहभागी होण्याची कोणतीच संधी मुलांना मिळत नाही. भौमितिक रचना हे साधन म्हणून वापरून मुलांना या प्रक्रियांमध्ये सहभागी करून घ्यावे अशी माझी संकल्पना होती.

मूलभूत भौमितिक रचनांवर काम करताना मी चौरस, आयत, समलंब चौकोन, पतंग अशा विविध चौकोनांच्या रचनांचा अनुभव मुलांना द्यायचे ठरवले. (कारण या चौकोनांचे कर्ण एकतर एकमेकांचे लंब दुभाजक असतात किंवा निदान दुभाजक तरी असतात.)

मुलांना विविध प्रकारच्या चौकोनांच्या रचना करायच्या असल्यामुळे, त्यांना ‘चौकोन म्हणजे काय?’ हे समजणे आवश्यक होते. त्यामुळे या कामातली पहिली कृती होती : ‘चार भुजा असलेल्या आकृतीला/ बहुभुजाकृतीला’ एक नाव देणे. (चार बाजू असलेल्या बहुभुजाकृतीला ‘चौकोन’ म्हणण्याच्या ऐवजी मी ‘चार बाजू असलेली आकृती’ असे म्हटले.) मुलांच्या सर्व कृती गटामध्ये केल्या गेल्या. प्रत्येक गटात पाच ते सहा विद्यार्थी होते.

जेव्हा मी मुलांना चार बाजू असलेल्या आकृतीसाठी एक नाव/संज्ञा सुचवायला सांगितले तेव्हा ती गोंधळून गेली. मुले म्हणाली की नेमके काय करायचे ते आम्हाला समजले नाही. म्हणून मी त्यांना एक उदाहरण दिले.

“जर मी ‘त्रिकोण’ असे म्हटले तर तुम्ही कोणत्या आकृतीचा विचार करता? तीन कोन असलेली एक आकृती. आता त्रिकोणात तीन कोन असतात, तीन बाजू असतात आणि तीन शिरोबिंदू असतात. आपण त्याला कोनांच्या संख्येवर आधारित नाव देण्याचे ठरवले आणि म्हणून आपण त्याला ‘त्रिकोण’ म्हणतो.”

“त्याचप्रमाणे जर तुम्हाला चार बाजू असलेल्या आकृतीला नाव द्यायचे असेल तर त्याच्यातले कोणकोणते घटक वापरता येतील, हे शोधा,” असे स्पष्टीकरण मी दिले.

जवळजवळ दहा मिनिटांनी मुले चार बाजू असलेल्या आकृतीसाठी वेगवेगळी नावे घेऊन

आली. गटात काम करत असताना मुले एकमेकांची मते विचारात घेत होती.

मुलांच्या पहिल्या गटाने ‘इंटरकनेक्शन’ असे नाव सुचवले. जेव्हा त्यांना या नावामागचे कारण विचारले तेव्हा त्यांनी असे स्पष्टीकरण दिले की ही आकृती चार कोन एकमेकांशी जोडून तयार करण्यात आलेली आहे. मी हे उत्तर मान्य केले.

दुसऱ्या गटाने ‘parallelogram’ हे नाव द्यायचे ठरवले. कारण... आम्हाला हे नाव आधीच माहिती होते आणि चार बाजू असलेल्या आकृतीसाठी हे नाव बरोबर आहे, असा आम्ही विचार केला.

विद्यार्थ्यांच्या तिसऱ्या गटाने ‘चौकोन’ ‘quadrilateral’ हे नाव दिले. ती म्हणाली की चार बाजू असलेल्या आकृतीला ‘quadrilateral’ म्हणतात, हे आम्हाला आधीपासूनच माहिती आहे.

चौथ्या गटाने ‘four sets’ म्हणजे चार संच हे नाव सुचवले. कारण ... चार बाजू असलेल्या आकृत्यांना चार बाजू, चार कोन, चार शिरोबिंदू असतात, त्यामुळे ही आकृती चार गोष्टींच्या संचापासून बनलेली आहे.

दुसऱ्या आणि तिसऱ्या गटातील मुलांनी त्यांचे आधीचे ज्ञान आठवण्याचा प्रयत्न केला तरी चौथ्या गटातील मुलांनी मात्र आधी शिकलेल्या ‘संचांच्या’ (सेट्स) कल्पनेशी त्यांचे निरीक्षण जोडण्याचा प्रयत्न केला.

पाचव्या गटाने ‘Dotted shapes’ म्हणजे बिंदूयुक्त आकार असे नाव दिले. त्यांनी असे स्पष्टीकरण दिले की हे सर्व आकार बिंदू / ठिपक्यांपासून बनलेले आहेत म्हणून ‘Dotted

shapes' असे नाव दिले.

शेवटच्या गटाने 'टेट्रा अँगल' (tetra-angle) असे नाव सुचवले. त्यांनी असे स्पष्टीकरण दिले की चार बाजू असलेल्या आकृती चार कोनांपासून बनलेल्या असतात, त्यामुळे त्यांना टेट्रा अँगल असे म्हणता येईल.

चौथा, पाचवा आणि सहावा गट चार बाजू असलेल्या आकृतींचे निरीक्षण करण्याचा आणि त्यांचे विश्लेषण करण्याचा प्रयत्न करत होता आणि त्यावर आधारित नाव सुचवण्याचा त्यांनी प्रयत्न केला.

सर्व नावे ऐकल्यावर, त्यातून एक नाव निवडायचे होते. त्यासाठी प्रत्येक नावाचे फायदे आणि तोटे शोधायचे होते.

'इंटरकनेक्शन' नावाबद्दल इतर गटातील सदस्य म्हणाले की हे नाव स्वीकारता येणार नाही कारण कोन खरेतर एकमेकांशी इंटरकनेक्टेड नसून रेषांनी एकमेकांना जोडलेले आहेत. ते एकमेकांपासून लांब आहेत.

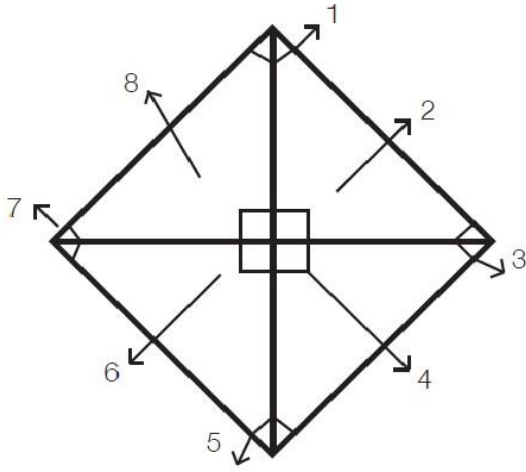
'पॅरललोग्राम' हे नाव इतर गटांनी फेटाळून लावले कारण सातव्या इयत्तेतील बहुतेक सर्व विद्यार्थ्यांना हे माहिती होते की हा एक खास प्रकारचा चौकोन असतो त्यामुळे चार बाजू असलेल्या सर्व आकृत्यांना हे नाव देता येणार नाही.

'क्वार्ट्रिलॅटरल' हे नाव मुलांनी फेटाळून लावले कारण ती म्हणाली की हे नाव पुस्तकात दिलेलेच आहे पण आपल्याला आपण दिलेले नाव हवे आहे.

मुलांनी 'डॉटेड शेप्स' हे नाव फेटाळून लावले कारण ती म्हणाली "बिंदू सोडून सुद्धा अनेक गोष्टी

आहेत.” ‘फोर सेट्स’ हे नाव अमान्य करण्यात आले कारण या नावात दोन शब्द आहेत. मुलांच्या मते त्यांना एकच शब्द असलेले नाव हवे होते.

शेवटी सर्व मुलांनी ‘टेट्रा अँगल’ हे नाव मान्य केले. काही विद्यार्थी म्हणाले की यात पण दोन शब्द आहेत, त्यामुळे हे मान्य करायला नको. एका मुलाने एक वेगळाच आक्षेप घेतला... चार बाजू असलेल्या आकृतीत आठ कोन असतात, त्यामुळे त्यांना ‘टेट्रा अँगल’ म्हणता येणार नाही.



याचे स्पष्टीकरण विचारल्यावर, त्याने चार बाजू असलेली आकृती आठ कोनांपासून कशी बनते हे फळ्यावर शेजारील आकृती काढून दाखवले.

वर्गातील इतर मुलांनी त्याला हे पटवून दिले की प्रत्येक कोपऱ्याचा एकेकच कोन मोजायला हवा. त्रिकोणाच्या बाबतीत तसेच असते. शेवटी वर्ग अशा निष्कर्षपर्यंत आला की चार बाजू असलेल्या आकृत्यांना ‘टेट्रा अँगल’ म्हणावे.

या सत्रात मी असे निरीक्षण केले की आधीचे ज्ञान आणि माहिती हा चर्चेचा खूप मोठा भाग असला तरीही मुले नवीन कल्पना आणि नवीन समज बनवण्यासाठी तयार असतात. अशा प्रकारच्या कामामुळे मुलांचे विषयाशी नाते जुळते कारण या विषयाचा आशय कसा तयार झाला आहे, हे त्यांच्या लक्षात येते.

आता वर्गाने खास टेढा अँगल्सच्या व्याख्या तयार करायला सुरुवात केली.

मुलांना एकेकटे काम करायला आवडते, अशी एक समजूत आहे. त्यानुसार मी मुलांना स्वतंत्रपणे काम देण्याचे नियोजन केले होते पण वर्गात आल्यावर असे दिसले की मुले आधीपासूनच गटांमध्ये बसलेली होती. त्यातील दोन गटांना ‘चौरसाची’ व्याख्या करण्याचे काम दिले, दोन गटांना ‘पतंगाची’ व्याख्या करण्याचे काम दिले, तर दोन गटांना ‘आयताची’ व्याख्या करण्याचे काम दिले. मुलांना ते-ते कापलेले आकार, ते-ते आकार असलेला रांगोळीचा कागद आणि त्या चौकौनांचे गुणधर्म असलेले वर्कशीट दिले होते. मग मी त्यांच्याशी चर्चा केली.

शिक्षिका: “तुम्ही वेगवेगळ्या विषयात वेगवेगळ्या व्याख्या पाहिल्या आहेत, तर व्याख्या म्हणजे काय?”

विद्यार्थी १: व्याख्या म्हणजे एक वाक्य असते, अगदी छोटे वाक्य असते.

विद्यार्थी २: कधीकधी ते मोठेपण असते.

शिक्षिका: त्यात काय सांगितलेले असते?

विद्यार्थी: त्या गोष्टीची माहिती.

शिक्षिका: त्यात सगळी माहिती असते का काही विशिष्ट माहिती?

विद्यार्थी: काही विशिष्ट माहिती.

शिक्षिका: सगळ्या व्याख्या तयार करताना काही निकष पाळावे लागतात. हे कोणते निकष असतात हे शोधा.

विद्यार्थ्यांनी आपापसात चर्चा केली आणि हे निकष सांगितले.

- त्यात एक वाक्य असले पाहिजे.
- या व्याख्येतून आपल्याला टेट्राअँगल्सचे सर्व गुणधर्म कळले पाहिजेत.
- या गुणधर्मांची पुनरावृत्ती झालेली नसली पाहिजे.

मुलांनी कामाला सुरुवात केली. मला असे दिसले की मुले गटात बसलेली असली तरीही जवळजवळ सर्वच मुले स्वतःची व्याख्या तयार करण्याचा प्रयत्न करत होती. आम्ही प्रत्येक प्रकारच्या टेट्राअँगल्ससाठी एक सर्वोत्तम व्याख्या निवडायचे ठरवले.

काही वेळाने मुलांनी चौरसाच्या खालील व्याख्या शोधल्या.

व्याख्या १ : चौरस म्हणजे चार समान बाजू असलेली आणि शेजारच्या बाजू समान असलेली एक आकृती आहे, त्यामुळे समोरासमोरील बाजू समांतर आहेत. चौरसामध्ये सर्व कोन समान असतात आणि समोरासमोरील कोनसुद्धा समान असतात, तसेच अंतर्गत कोनसुद्धा समान असतात.

व्याख्या २ : चौरस म्हणजे चार समान बाजू असलेली आणि सर्व कोन 90° असलेली एक आकृती आहे.

व्याख्या ३ : चार बाजू समान असलेल्या आणि समोरासमोरील बाजू समांतर असलेली आणि शेजारील बाजू समान असलेली आकृती आहे. कर्ण समान असतात आणि लंब असतात. अंतर्गत कोन समान असतात आणि पूरक असतात. कर्णसुद्धा एकमेकांना दुभागतात आणि एकमेकांना लंब असतात.

व्याख्या ४ : या टेट्रा-अँगलमध्ये प्रत्येक कोन 90° असतो, सर्व बाजू समान असतात आणि कर्ण समान असतात आणि एकमेकांना दुभागतात.

व्याख्या ५ : चौरस म्हणजे एक काल्पनिक चार बाजू असलेली भौमितिक आकृती असते, ज्यामध्ये सर्व बाजू, कोन आणि कर्ण समान असतात.

सर्व व्याख्या वाचल्यावर, मुलांनी व्याख्यांबद्दल आपली मते मांडली:

“पहिल्या व्याख्येत खूप वाक्ये आणि गुणधर्म आहेत. ते एकत्र करून एकच सामायिक गुणधर्म तयार करता येईल.”

“दुसऱ्या व्याख्येत चौरसाचा फक्त एकच गुणधर्म वापरलेला आहे आणि इतर गुणधर्म वापरलेले नाहीत. व्याख्येसाठी वापरलेला गुणधर्म आयताच्या बाबतीतसुद्धा खरा आहे आणि त्यामुळे तो चौरसच होईल असे नाही.”

“तिसऱ्या व्याख्येत सर्व गुणधर्मांची फक्त यादी केलेली आहे आणि त्यामुळे ते एकत्र करून एक लहान व्याख्या तयार करायला हवी.”

मुलांना चौथी व्याख्या आवडली आणि ती म्हणाली, “ही व्याख्या छोटी आहे आणि आवश्यक असलेले सर्व मूलभूत गुणधर्म यात आलेले आहेत.” मुलांना गटाने वापरलेला ‘टेट्रा अँगल’ हा शब्दसुद्धा आवडला. इतर मुलांनासुद्धा असे वाटले की चार बाजू असलेल्या आकृतीऐवजी त्यांनी हा शब्द वापरला असता.

मुलांना पाचवी व्याख्यासुद्धा आवडली, कारण त्यात असे म्हटले होते की “चौरस ही एक काल्पनिक आकृती आहे”. सर्व आवश्यक गुणधर्मसुद्धा यात समाविष्ट आहेत. संपूर्ण

वर्गाच्या चर्चेनंतर मुलांनी “चौरसाची” खालील व्याख्या तयार केली.

व्याख्या: हा एक टेट्राअँगल आहे, ज्याच्या सर्व बाजू समान आहेत आणि सर्व कोन समान आहेत.

हीच व्याख्या आपल्या पुढच्या कामासाठी वापरली जावी, असे ठरले.

दुसरी होती पतंगाची व्याख्या. मुलांनी या व्याख्या सांगितल्या.

व्याख्या १ : असा टेट्रा-अँगल ज्यामध्ये कर्ण वेगवेगळ्या लांबीचे आहेत आणि फक्त एक दुसऱ्या कर्णाला दुभागतो.

व्याख्या २ : एक चौकोन ज्याच्या शेजारील बाजू समान असतात. कर्ण असमान असतात आणि एक कर्ण दुसऱ्याला दुभागतो.

व्याख्या ३ : पतंग म्हणजे एक अशी भौमितिक आकृती ज्यात चार बाजू असमान असतात.

व्याख्या ४ : एक चौकोन ज्यात समान कोनांची एक जोडी आणि कर्ण एकमेकांना दुभागतात.

यावर काम करताना मुलांनी त्यांच्या कामाची विभागणी केली. सर्व गुणधर्म गोळा करण्याची जबाबदारी एकाच मुलाला दिली आणि उरलेल्यांनी व्याख्या तयार करण्यासाठी चर्चा सुरू केली. यावेळी मुलांनी केलेल्या पतंगाच्या व्याख्या चौरसाच्या व्याख्यांपेक्षा जास्त अचूक होत्या. चौरसाच्या व्याख्या करण्यासाठी त्यांना लागलेल्या वेळापेक्षा या व्याख्या करायला त्यांना कमी वेळ लागला. मुलांनी कमी शब्द आणि वाक्ये वापरण्याचा, तसेच सर्व गुणधर्म वापरण्याचा प्रयत्न केला. चर्चेच्या शेवटी मुलांनी तयार केलेली सामायिक व्याख्या गणिताच्या पाठ्यपुस्तकात दिलेल्या व्याख्येच्या अगदी जवळ जाणारी होती. ती अशी होती:

व्याख्या: असा चौकोन ज्यात समोरासमोरील कोनांची एक जोडी समान असते आणि मोठा कर्ण लहान कर्णाला दुभागतो.

इथे मुलांनी टेट्रा-अँगलऐवजी क्वाड्रँगल (quadrangle) हा शब्द वापरला. मी त्यांना त्याचा अर्थ स्पष्ट करायला सांगितले. तेव्हा मुलांनी असे सांगितले की क्वाड्रँगलमधील क्वाड्रा चा अर्थ सुद्धा ‘चार’ असाच आहे, त्यामुळे आपण टेट्रा-अँगलऐवजी क्वाड्रँगल हा शब्द वापरू शकतो.

आपले ज्ञान स्वतः तयार करण्याचा आनंद मुले घेत होती. स्वतः तयार केलेल्या ज्ञानाबद्दल त्यांच्या मनात अधिकाराची भावना तयार झाली होती.

आपल्या वर्गात, मुलांना थेट व्याख्या सांगितल्या जातात. पाठ्यपुस्तकातसुद्धा व्याख्या कशी तयार झाली, यावर काहीच नसते, तसेच गुणधर्म आणि व्याख्या स्वतंत्रपणे दिलेल्या असतात. एखाद्या व्याख्येत त्या संकल्पनेचे गुणधर्म कसे असतात आणि इतर गुणधर्म त्या व्याख्येवरून कसे समजून घेता येतात याबद्दल आपल्या वर्गात चर्चा करायला हवी.

§§§

लेखक : प्रज्ञा कदम, १२ वर्षे मुंबईतील विविध शाळांमध्ये गणित शिकवण्याचा अनुभव.

इमेल : pradnyak710@gmail.com

अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे-फडके, मुक्त भाषांतरकार.

इमेल : dnyanadaphadke@gmail.com

प्राचीन भारतातील वैज्ञानिक प्रगतीच्या दाव्यांचे मूल्यांकन भाग १

लेखक : मयंक वाहिया मूळ अनुवाद : नीलेश मोडक

नैसर्गिक प्रक्रियांच्या निःपक्षपाती अभ्यासाला आपण साधारणतः विज्ञान असं संबोधतो. अशा वैज्ञानिक अभ्यासाला आता अभूतपूर्व असा धोका निर्माण झाला आहे.

स्वातंत्र्य मिळाल्यानंतर विज्ञानक्षेत्रातील दिग्गजांनी भारतातील वैज्ञानिक संशोधनाचा आराखडा तयार केला होता. त्यावरच प्रश्नचिन्ह निर्माण करण्याचे नियोजनबद्ध प्रयत्न आज होत आहेत. ‘आधुनिक विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा सदुपयोग हाच प्रगतिशील भविष्याचा मार्ग आहे’, हे स्वातंत्र्योत्तर मांडणीतील सर्वमान्य तत्त्व होतं. त्यासाठी विज्ञान आणि तंत्रज्ञानातील संशोधन अतिशय महत्त्वाचं होतं. पण संशोधनाचा मार्ग काय असावा याचा निर्णय आंतरराष्ट्रीय विद्वत्तेच्या मार्गदर्शनाखाली भारतीय वैज्ञानिकांनीच घेणे अपेक्षित होते. त्याचा देशाला बराच लाभ झाला.

आंतरराष्ट्रीय संशोधनातील बव्हंशी सर्वच क्षेत्रांत लागणारं कौशल्य आज भारताकडे आहे. भारतीय वैज्ञानिकांचे आंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक समुदायासोबत घनिष्ठ संबंध आहेत. भारतीय आणि आंतरराष्ट्रीय विज्ञानासाठी ही बाब अतिशय उपयुक्त आहे.

परंतु डोळ्यांना झापडं लावल्यामुळे ज्या लोकांची दृष्टीच मर्यादित झाली आहे, त्यांना भारतीय वैज्ञानिक म्हणजे पाश्चात्य विज्ञानाच्या हातातील बाहुले वाटतात. वैज्ञानिकांचा देशाभिमान आणि बांधिलकीवरही ही मंडळी शंका उपस्थित करतात.

विज्ञान आणि वैज्ञानिक दृष्टिकोनापुढे निर्माण झालेले वैचारिक आव्हान गंभीर आहे. भूतकाळातील अवास्तव आणि तथाकथित विलक्षण कामगिरीचा सर्वत्र डंका पिटणारा समूह समकालीन विज्ञानापुढे सर्वात आक्रमक आव्हान बनत आहे.

निसर्गाच्या सर्व घटकांचा बुद्धिप्रामाण्यवादी पद्धतीने अभ्यास करणारी आम्ही वैज्ञानिक मंडळी भूतकाळातील अशा गौरवशाली कामगिरीवर पुराव्याअभावी विश्वास ठेवायला तयार नाही. त्यामुळे तर्क आणि प्रयोजनाशिवाय भूतकाळातील कामगिरीचे गौरवशाली चित्र रंगवणाऱ्या समूहाला आम्ही वैज्ञानिक सर्वात मोठा अडथळा वाटू लागलो आहोत.

प्राचीन विज्ञान आणि आधुनिक वैज्ञानिक

प्राचीन साहित्य स्वेच्छेने वाचणारे अनेक वैज्ञानिक त्याचे महत्त्व जाणतात आणि मर्यादाही मान्य करतात; परंतु अतार्किक अतिरेकी राष्ट्रवादी समूह कुठल्याही मर्यादा मान्य करू इच्छित नाहीत. याउलट तार्किक विश्लेषण धुडकावून देऊन भारताच्या इतिहासाबाबतच्या मुख्य

विचारधारेत बळजबरीने ते त्यांचा विचार रेटू पाहतात. ‘पुरातन काळातील महान द्रष्टे सर्वज्ञ होते’, हेच त्यांच्यासाठी त्रिकालाबाधित सत्य आहे. ‘आजचे वैज्ञानिक त्या काळी नव्हतेच; त्यामुळे पूर्वीच्या लोकांचे ज्ञान, त्यांची क्षमता त्यांना कळूच शकणार नाही’, असा या समूहाचा युक्तिवाद आहे. यावरून एक नक्की कळतं की, या समूहाला विज्ञानाच्या प्रगतीची प्रक्रिया मुळीच कळलेली नाही. त्यामुळे इतिहासातील विज्ञानाकडे बघण्याचा वैज्ञानिकांचा दृष्टिकोन जाणून घेणे महत्त्वाचे आहे.

भूतकाळाचे व आपल्या पूर्वजांच्या कामगिरीचे मूल्यांकन करणे वाटते त्यापेक्षा बरेच सोपे आहे. मानवी जीवनाशी संबंधित पुरातत्त्व अवशेषांचे वय समजले तर कालरेषा आखणे सहज शक्य होते. आधुनिक तंत्रज्ञान इतके प्रगत आहे की, काही मिलिग्रॅम अवशेषांच्या आधारे अचूक माहिती मिळवता येते.

अशा अभ्यासातूनच मानवाचा विकास कसा होत गेला, हे कळते. त्यानुसार साधारण दहा लाख वर्षांपूर्वी आधुनिक शरीररचनेचा मानव अस्तित्वात आला. एक लाख वर्षांपूर्वी त्याने विविध भूप्रदेश पादाक्रांत करण्यास सुरुवात केली. हा आधुनिक मानव सर्वप्रथम आफ्रिकेत वास्तव्यास होता आणि तिथून तो जगातील इतर प्रदेशांत पसरला. त्यादरम्यान स्थानिक मानवसदृश प्राण्यांसोबत त्यांचे समागम झाले, इत्यादी.

इतिहासातही किती जुन्या कालखंडाबद्दल आपण माहिती मिळवतोय, त्यानुसार ती किती अचूक आहे हे ठरते, पण ढोबळमानाने घटनांचा क्रम मात्र स्पष्ट आहे.

मानवी उत्क्रांती व निसर्गाबद्दलच्या आकलनक्षमतेचा विकास

साधारण सत्तर हजार वर्षांपूर्वी भारतीय उपखंडात मानव वास्तव्य करू लागला, असा सबळ पुरावा आहे. मानवनिर्मित साधने आणि इतर खुणांच्या आधारे कालानुरूप त्यांची सांस्कृतिक प्रगती कशी होत गेली, हे लक्षात येते.

सात ते दहा हजार वर्षांपूर्वी हा मानव शेतीकडे वळू लागला. भटकंती थांबवून तो स्थिरावू लागला. त्यादरम्यानच हा मानव भारतीय उपखंडातील विविध भागांत भव्य दगडी रचना उभारू लागला. हडप्पा संस्कृती त्याचेच एक उदाहरण. काही बारीक तपशीलांचा अपवाद वगळता हा घटनाक्रम निर्विवाद आहे.



हडप्पा संस्कृतीतील शहर मोहेंजोदारो येथील शहरप्रमुखाच्या घराचे अवशेष

(<https://cdn.britannica.com/61/167761-050-E2E2D400.jpg>)

इथे एक बाब नमूद करणे अतिशय महत्वाचे आहे. मानवाचे आफ्रिकेतून इतर प्रदेशात झालेले स्थलांतर, मानवी वसाहत आणि तंत्रज्ञानाची उत्क्रांती यांच्या अभ्यासातून दिसणारी कालरेषा पाहता, भारतीय संस्कृतीच्या प्राचीनतेबाबत केल्या जाणाऱ्या दाव्यांना काहीच आधार राहत नाही.

संस्कृतभाषक प्राचीन मानवी वसाहतींसंबंधीचे सर्व पुरावे मुख्यत्वे संस्कृत भाषेतील साहित्याशी निगडित आहेत. सुरुवातीच्या संस्कृतभाषकांशी थेट संबंधित असे पुरातत्वीय पुरावे अगदी अभावानेच आढळतात. त्यामुळे याबाबत निष्कर्ष काढताना चुका व्हायला बराच वाव आहे. पण तरीही दोन निकष वापरता येतात. एक म्हणजे, भाषा ही सतत बदलत असते. माझे आजोबा आणि माझ्या पिढीतील शब्दप्रयोग हे पूर्णतः वेगळे आहेत. माझ्यावर विश्वास नसेल, तर ऑक्सफर्ड इंग्लिश डिक्शनरीला दर वर्षी अशा भाषिक बदलांमुळे किती वेदनादायी प्रक्रियेला सामोरे जावे लागते, ते तपासून बघा. काळाबरोबर भाषा बदलत असल्याने, प्राचीन दस्तावेजसुद्धा कालरेषेवर मांडता येतात. उदाहरणार्थ- एखाद्या इंग्रजी निबंधात ‘Thou’ किंवा ‘Thine’ (प्राचीन इंग्रजीत ‘तू’ या द्वितीय पुरुषी सर्वनामासाठी वापरले जाणारे शब्द. आधुनिक भाषेत त्याऐवजी ‘You’ हा शब्द अधिक वापरला जातो) असा शब्दप्रयोग आढळला, तर नक्कीच तो किमान काही दशके किंवा कदाचित शेकडो वर्षे जुना असू शकतो. दुसरी पध्दत म्हणजे, अभ्यासत असलेल्या साहित्यातील अवकाशीय घटनांचे उल्लेख, वंशावळींचे उल्लेख, वनस्पती आणि प्राण्यांचे वर्णन इत्यादींचा अभ्यास करून ते लेखन नेमके कुठे केले गेले आणि कधी केले गेले असावे, याविषयी निश्चित माहिती मिळवता येते. त्यानंतर त्यातील

तंत्रज्ञानाविषयीची वर्णने अभ्यासून एक तर्कसंगत कालरेषा आखता येऊ शकते. साधारणतः तंत्रज्ञान काळाबरोबर अधिकाधिक प्रगत होत जाते, या गोष्टीचा वापर करून आपली कालरेषा सुसंगत आहे का, हेसुद्धा तपासून बघता येते.

गेल्या काही दशकांमध्ये आनुवंशशास्त्रात उल्लेखनीय प्रगती झाली आहे. त्याद्वारे मानव, प्राणी आणि वनस्पतींचा सखोल अभ्यास केला गेला. विविध मानवी समूहांचे परस्परसंबंध आणि स्थलांतराचा आकृतिबंध हे या शास्त्राच्या आधारे समजू शकले आहे. त्याचप्रमाणे भाषेचे आनुवंशशास्त्र आपल्याला आधारभूत पुरावे देऊ शकते. अगदी राजा अशोकाच्या कालखंडापासून अस्तित्वात असलेल्या विविध स्मारकांचा, लेखी नोंदींचा याच पद्धतीने अभ्यास केला, तर इतिहासातील मानवी कामगिरीविषयी थेट पुरावे मिळू शकतात.

मात्र टोकाच्या अतार्किक दाव्यांबाबत इतर काही युक्तिवादही करावे लागतात. विज्ञानाच्या कुठल्याही शाखेचा विकास हा इतर विज्ञान विषयांपासून अलिप्त राहून होत नसतो.

पुंजभौतिकीचं उदाहरण घेऊ. प्रथम आपल्याला उष्मगतिकी (थर्मोडायनामिक्स), आण्विक भौतिकी (अटॉमिक फिजिक्स) आणि विद्युतचुंबकीय सिद्धांतांचा (इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक थिअरी) सखोल अभ्यास करावा लागला. त्यानंतरच आपल्याला कळले की, अणूंच्या स्थैर्याचे स्पष्टीकरण देण्यासाठी एका नव्या सिद्धांताची आवश्यकता आहे.

त्याचप्रमाणे कुठल्याही अभ्यासाशिवाय थेट विमान बनवून उडवणे शक्य नव्हते. त्यासाठी हवा आणि वाऱ्याच्या गतिकीचे शास्त्र समजणे अत्यावश्यक होते. हवेचा दाब मोजणे,

मग ही हवा सपाट पृष्ठभागावरून वाहताना आणि वक्र पृष्ठभागावरून वाहताना दाबात काय फरक पडतो, हे जाणणे अपरिहार्य होते. ‘डॅनियल बरनौली’ हा संशोधक हवेच्या प्रवाहाचे मूलभूत तत्त्व या साऱ्या पार्श्वभूमीमुळेच मांडू शकला. शंभर वर्षांची औद्योगिक क्रांती, धातूबद्दलचे सखोल ज्ञान आणि इंधनाच्या ज्वलनातून ऊर्जा निर्माण करणारे इंजिन, इ. पार्श्वभूमी नसती, तर राईट बंधूंना विमानाची कल्पना तरी सुचली असती का? एका ग्रहावरून दुसऱ्या ग्रहावर जाण्यासाठी सर्वप्रथम त्यांच्यातील अंतर माहीत असणे आवश्यक आहे. सौरप्रणालीची सूर्यकेंद्रित संरचना पूर्णतः समजणे गरजेचे आहे. त्यासोबतच पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाला ओलांडून त्याच्या प्रभावाबाहेर जाऊ शकेल, असे शक्तिशाली इंजिनही लागेल. हे सगळे जुळून येण्यासाठी तंत्रे विकसित करणाऱ्या प्रयोगशाळा, तंत्रांची चाचणी करण्याच्या यंत्रणा, यंत्रे तयार करणारे कारखाने, अशा सर्वच बाबी एकसंधपणे उपलब्ध असणे आवश्यक आहे.

त्याचप्रमाणे आनुवंश अभियांत्रिकी (जेनेटिक इंजिनीअरिंग) शाखेच्या विकासासाठी रेणूंच्या पातळीवरील जीवशास्त्र समजून घेणे आवश्यक आहे. यासाठी मुळात रेणू हे अणू एकत्र येऊन बनतात, अणूंचे फार थोडे प्रकार अस्तित्वात आहेत; पण त्यातूनच संपूर्ण विश्वातील वैविध्य निर्माण झाले आहे, हे माहीत असायला हवे. कार्बन हा जीवसृष्टीचा केंद्रीय घटक आहे, हे समजायला हवे, आणि ते कळण्यासाठी मूलद्रव्यांची आवर्तसारणी कळायला हवी. आपल्याला आण्विक भौतिकशास्त्र आणि रसायनशास्त्र समजायला हवे. त्यासाठी क्ष-किरण, प्रकाश व अवरक्त प्रकाशाचा वापर करून छायाचित्रे घेणारे कॅमेरे व ती नोंदण्यासाठीच्या फोटोग्राफिक प्लेट्स आपल्याकडे असायला हव्यात. यांच्या मदतीने आपण अणूंपासून

मिळवलेल्या वर्णपटांचा अभ्यास करून ती माहिती गणिती सिद्धांतांद्वारे मांडली, की मग जीवशास्त्र आपल्याला कळू शकते. विविध गुंतागुंतीचे रेणू तयार करून त्यांचा अभ्यास करण्यासाठी सूक्ष्मदर्शकांचा वापर आवश्यक ठरतो. प्रजननाद्वारे आई-वडिलांकडून माहिती नवजात जीवापर्यंत पोचवली जाते ही आनुवंशिकतेची प्रक्रिया आपल्याला समजू लागते. विशिष्ट पेशी अत्यंत निर्जंतुक आणि अतिशीत वातावरणात वेगळ्या करून त्यांच्या अभ्यासाचे व त्यांच्यावर प्रयोग करण्याचे कौशल्य आत्मसात करावे लागते. अनेक दशकांच्या अशा अभ्यासातून आनुवंशशास्त्राचे मूलभूत नियम आपल्याला कळू लागतात.

जनुकांवर प्रक्रिया करून एखादा वेगळा जीव निर्माण करणे तर त्याहून किती तरी क्लिष्ट आहे. त्यासाठी आधी जनुके कशी काम करतात, एखाद्या सजीवातील एखादे जनुक काढून टाकल्यास होणारे बदल किंवा ती जनुके दुसऱ्या सजीवामध्ये रुजविल्यास होणारे परिणाम, यांबाबत पूर्ण माहिती असणे आवश्यक आहे. हे सगळे करण्यासाठी प्रचंड वेळ, साधनसामग्री, सखोल अभ्यास आणि अत्याधुनिक प्रयोगशाळा उपलब्ध असणे आवश्यक आहे, आणि आनुवंशिकतेचे कोडे सोडवण्यासाठीच कटिबद्ध असलेल्या संशोधकांचा एक समूह असणे आवश्यक आहे. खरे तर आधुनिक आनुवंशशास्त्राने जी काही प्रगती केली आहे त्यात भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र आणि जीवशास्त्रातील अनेक संशोधकांचा मोलाचा वाटा आहे. पुरातन काळी या शास्त्रात प्रगती करण्यासाठी लागणाऱ्या सोईसुविधा किंवा असे संशोधन करणारा गट अस्तित्वात असल्याचा कुठलाही पुरावा पुरातत्त्व अवशेषांमध्ये किंवा साहित्यातही आढळून येत नाही.

अशी अनेक उदाहरणे देणे शक्य आहे. पण सर्वात महत्वाचे म्हणजे विज्ञानाची भाषा ही गणित आहे, संस्कृत नव्हे! कुठल्याही विज्ञानाची सुरुवात वैज्ञानिक आपल्या कामाच्या वर्णनातून करत असले तरीही, वैज्ञानिक शोध गणिती स्वरूपात मांडल्यावरच खरी आणि वेगवान प्रगती सुरू होते. असे संशोधन मग इतरही क्षेत्रांमध्ये वापरणे शक्य होते. प्राचीन काळातील अशा प्रकारच्या संक्रमणाचा एकही पुरावा आपल्याकडे नाही. विज्ञानातील अत्याधुनिक प्रगती आता सहजी उपलब्ध असलेल्या काही गणितीय साधनांमुळेच शक्य होऊ शकली आहे. गणित क्षेत्रातील भारतीयांची सर्वोत्तम कामगिरी चौदाव्या ते सोळाव्या शतकादरम्यान केरळमधील गणिती विचारधारेतून मांडलेली प्रमेये इथे येऊन थांबते. ऋग्वेदात मोठमोठ्या आकड्यांची मांडणी सापडते, पण पारंपरिक बीजगणिताची सुरुवात खूपच नंतर झाली. प्राचीन ऋषीमुनींना त्याबद्दलचे ज्ञान नव्हते.

हे सर्व आपण दुर्लक्षित केले, तरीही एक प्रश्न उरतोच - त्या विस्मयकारी तंत्रज्ञानाचे आणि क्षमतांचे नेमके झाले तरी काय? ते तंत्रज्ञान अचानक लुप्त कसे काय झाले? त्यासंबंधीची मुद्देसूद मांडणी कुठल्याही लिखाणात का आढळून येत नाही? कोणत्या प्रलयकारी घटनांमुळे ते सगळे नष्ट झाले आणि आज त्याचा मागमूसही का आढळत नाही? अशा प्रलयकारी घटनांची सुध्दा एकही आख्यायिका किंवा दंतकथा का बनली नाही? परकीय आक्रमणांमुळे हे झाले असे म्हटले, तर नवा प्रश्न उपस्थित होतो - हे परकीय सत्ताधीश असे शक्तिशाली तंत्रज्ञान वापरून जगभर आपली सत्ता विस्तारित करू शकले असते; तेव्हा त्याचा स्वार्थासाठी वापर न करता, ती शस्त्रास्त्रे आणि तंत्रज्ञान त्यांनी नष्ट करणे काहीसे अविश्वसनीय नाही का वाटत?

शिक्षणावरील प्रतिबिंब

अतिरेकी व अविवेकी विचारांचा प्रभाव लोकांवर पडणे हे आपल्या शिक्षण व्यवस्थेचे अपयश आहे, आणि आपण वैज्ञानिक दृष्टिकोन रुजवण्यात अपयशी ठरल्याचे द्योतक आहे. लिंगबदलाच्या शस्त्रक्रियेमध्ये निष्णात असणारा डॉक्टर जेव्हा ही विद्या पुरातन काळात अस्तित्वात होती असे म्हणतो आणि ते पटवून देण्यासाठी महाभारतातील शिखंडी या किन्नराचं उदाहरण देतो, तेव्हा भारतीय मनावरील वैज्ञानिक विचारांच्या प्रभावांवरच प्रश्नचिन्ह निर्माण होते. इतिहासाचा अभ्यास करताना आपण तर्कशुद्ध आणि कालरेषेनुसार मांडणीकडे साफ दुर्लक्ष करतो आहोत, हे यावरून स्पष्ट होते. इतिहास हा केवळ सनावळ्यांपुरता मर्यादित नाही. मानवी संस्कृतीच्या विकासाच्या क्रमशः टप्प्यांचा अभ्यास म्हणजे खऱ्या अर्थाने इतिहासाचा अभ्यास.

त्यामुळे जर ‘पूर्वजांना अमुक तंत्रज्ञान अवगत होते’, असे कुणीही म्हणाला, तर क्षणभर विचारांना विश्रांती द्या. त्यानंतर नैसर्गिक प्रक्रियेबाबत ज्ञान मिळवण्यासाठी इतर काय काय माहिती आवश्यक आहे, याचा विचार करून बघा. ‘ही ज्ञानाची संपूर्ण उतरंड अमुक काळीच अस्तित्वात होती’, यावर स्वतःचा विश्वास बसला, तर तो इतरांनाही पटवून द्या. त्यासाठी मग त्या काळाशी सुसंगत भाषेतील विश्वसनीय दस्तावेज, प्रयोगासाठी लागणारी साधनसामग्री, तंत्रज्ञान आणि गणितविषयक कौशल्य यांच्या अस्तित्वाबाबतीतील पुरावे द्या. असे पुरावे नसतील, तर असे सर्व दावे अप्रशिक्षित मेंदूतून जन्माला आलेली दिवास्वप्नच आहेत. असे

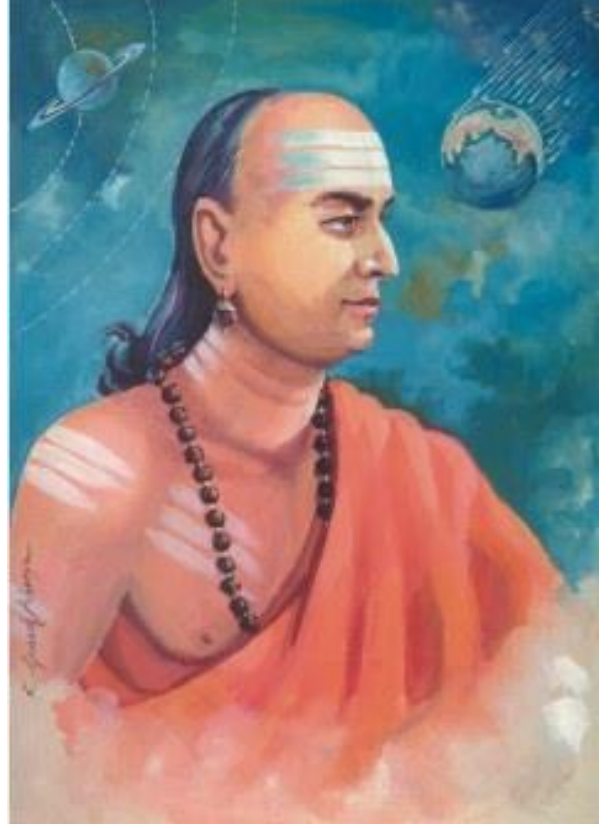
दावे करणाऱ्यांपैकी कुणीही आजवर, ‘यानंतर आता अमुक तंत्रज्ञान विकसित होईल आणि प्राचीन साहित्यात त्याबद्दल असं-असं विश्लेषण दिलं आहे’, असा अंदाज व्यक्त केलेला नाही. पूर्वीच्या वैज्ञानिकांना आपल्या क्षमतांचा पुरेसा अंदाज नव्हता, असेही मत मांडले जाऊ शकते; पण मग त्यानंतरच्या काळातील भाष्यकारांनी तरी त्या सर्व तंत्रज्ञानाच्या परिणामांसंदर्भात अंदाज मांडायला हवे होते. निदान आधुनिक वाचकांना प्राचीन मांडणीवरून असे अंदाज बांधता यायला हवेत.

वादविवादाची कर्कश्यता

अशा सबळ युक्तिवादाच्या आधारे मूल्यांकन केले, तर हे सर्व भपकेबाज दावे सपशेल अपयशी ठरतात. पण असे दावे भारताच्या भूतकाळाबाबतच्या शास्त्रशुद्ध व प्रामाणिक संशोधनाच्या विश्वासाहतेलाही सुरंग लावतात. अशा दाव्यांमुळे वैज्ञानिकांच्या मनोधैर्याचे खच्चीकरण होते, आणि आधुनिक विज्ञान आणि तंत्रज्ञानापासून लक्ष व संसाधने दूर जाऊ लागतात.

एकशे दोनव्या भारतीय विज्ञान काँग्रेसमध्ये ‘संस्कृतमधील विज्ञान’ या विषयावर चर्चासत्र आयोजित केले होते. त्यात प्राचीन भारतीयांच्या खऱ्या वैज्ञानिक क्षमतेबद्दल चर्चा झाली. त्याचदरम्यान ‘प्राचीन भारतीय परग्रहाच्या वाऱ्या करू शकत होते’, असे दावे वेगळ्या मंचावरून केले गेले. आपल्या पूर्वजांना भारतीय उपखंडापलीकडे भौगोलिक परिस्थितीचे ज्ञान नव्हते. त्यामुळे असे दावे मान्य करणे अवघड आहे.

पाचव्या शतकाच्या सुमारास भारतात पृथ्वीचा आकार गोल आहे, हेसुद्धा मानले जात नसे. त्याचदरम्यान आर्यभट्टाने सूर्यकेंद्रित ग्रहमालेची संकल्पना मांडली. पण जगाला वेगळे वळण लावणाऱ्या गणित आणि खगोलशास्त्रातील प्राचीन भारतीयांच्या अशा मूलभूत योगदानाकडे अतिरंजित दाव्यांमुळे कुणाचेही लक्ष जात नाही, ही मूलभूत समस्या आहे. आता तर अशी परिस्थिती निर्माण झाली आहे, की प्राचीन भारतीयांच्या वादातीत व पुराव्यांनिशी सिध्द झालेल्या उल्लेखनीय योगदानांबद्दल बोलणाऱ्यांचे कोणीच ऐकायला तयार नाही. समकालीन वैज्ञानिकांना त्यांत कट्टर राष्ट्रवादाची भुतं दिसतात, तर कट्टर राष्ट्रवाद्यांना त्यांचे कथन अपुरे वाटते. या सगळ्या गोंधळात आपल्या खऱ्या प्राचीन वारशाची हेटाळणी होते आहे.



आर्यभट्ट

[\(https://www.thebetterindia.com/152098/aryabhatta-mathematical-scientific-feats-aryabhataiya/\)](https://www.thebetterindia.com/152098/aryabhatta-mathematical-scientific-feats-aryabhataiya/)

पर्यायाने आपण सर्वच आपला राष्ट्रीय वारसा आणि गौरव गमावून बसतो. हे कोणाच्याच हिताचे नाही. असत्याचा वारंवार रेटा लावला तर ते सत्य म्हणून मान्य होईल, असा कट्टर राष्ट्रवाद्यांचा समज आहे. भारतीयांच्या खऱ्या वैज्ञानिक यशाला योग्य ती मान्यता मिळवून

देण्याच्या मूलभूत हेतूलाच त्यांची ही करणी बाधा पोचवते. समकालीन वैज्ञानिकांमध्ये अशा घटकांकडून तिरस्कृत झाल्याची भावना निर्माण होते. प्राचीन विज्ञानाबाबत तर्कसंगत चर्चा करू पाहणाऱ्या व्यासपीठावरही या घटकांच्या कर्कश आवाजामुळे चिंतेचे सावट पसरलेले जाणवते.

मयंक वाहिया यांचा हा लेख 'करंट सायन्स' या इंग्रजी नियतकालिकात २५ जून २०१५ च्या अंकात प्रसिद्ध झाला होता. त्याचा मराठी अनुवाद 'विज्ञान आणि समाज' (संपादक : विनोद शिरसाट) या साधना प्रकाशनाच्या पुस्तकामध्ये प्रसिद्ध झाला आहे. वरील लेख मूळ मराठी अनुवादाच्या आधारे शैक्षणिक संदर्भाच्या वाचकांसाठी काही संपादकीय संस्करण करून तयार केलेला आहे. मूळ मराठी लेख शैक्षणिक संदर्भला वापरायची परवानगी दिल्याबद्दल साधना प्रकाशन व भाषांतरकार नीलेश मोडक यांचे आभार.

मूळ लेख वाचा : <https://www.currentscience.ac.in/Volumes/108/12/2145.pdf>

§§§

लेखक : मयंक वाहिया, मुंबईतील टाटा मूलभूत विज्ञान संस्थेतील खगोलवैज्ञानिक, प्राचीन भारतातील खगोलविज्ञान हा त्यांच्या विशेष अभ्यासाचा विषय आहे.

इमेल : vahia@tifr.res.in

मूळ अनुवाद : नीलेश मोडक, डाटा सायंटिस्ट म्हणून बंगलोर येथे कार्यरत. साधना मासिकात सातत्याने लेखन करतात.

इमेल : neeleshmodak@gmail.com

मुलांच्या लेखणीतून...

लेखक : कृतिका बुरघाटे

मुलांनी व्यक्त व्हावं म्हणून मराठी शाळांत, त्यातल्या त्यात जिल्हा परिषदांच्या शाळांत, नेहमी काही न काही प्रयोग सुरू असतात. मुलांनी व्यक्त होणं मला गरजेचं वाटतं, कारण त्यातून मनाची अवस्था प्रकट होते. आपल्या मनात काय चाललंय हे जोवर बाहेर पडणार नाही, तोवर



मन आतल्या आत तडफडत राहतं. व्यक्त होत राहिलेलं मन मोकळं असतं. ते इतरांना स्वीकारतं, इतरांमध्ये मिसळतं. मन मोकळे करीत असलेल्या मुलांमध्ये नेतृत्वाचे गुण बऱ्यापैकी निर्माण होतात.

कुणाबद्दल आपल्याला ओढ वाटते, राग वाटतो, आकर्षण वाटते, चीड येते, मत्सर वाटतो, इ. हे व्यक्त झाल्याने स्वभाव कोणत्या दिशेला वळत आहे, ह्याची जाणीव होते.

त्यावर उपाय देखील करता येतो. व्यक्त होण्यास अनेक मार्ग आहेत. मी लेखन हा मार्ग निवडला. भाषेतील कौशल्य, लेखन कौशल्य विकसित होईल ही देखील भावना त्यामागे होती.

मुलांचं स्वतःचं विश्व असतं. या विश्वात डोकावून पाहताना बऱ्याच संवेदनशील बाबी अनुभवायला येतात. मुले नेहमी आपले अनुभव सांगत असतात. हे अनुभव कागदावर उतरले तर? पण आपल्याकडे लेखन कौशल्यात मुले कमी पडत असल्याची ओरड सर्वत्र ऐकू येते. मुलांना लेखनाची संधी दिली तर बरेच काही ती लिहू शकतात. त्यांच्या मनातील बरेच काही ती कागदावर उतरवतात. भले मग त्यात शुद्धलेखनाच्या चुका असतील, व्याकरणाच्या चुका असतील, भाषा ही प्रमाणभाषा नसेल, पण त्यात अनुभव असतो, त्यात कल्पना असतात, त्यात विचार असतात आणि आणखी बरेच काही....

खरे तर माझ्याकडे मराठी विषय शिकविण्यासाठी दिलेला नव्हता. मी इंग्रजी भाषा आणि सामाजिक शास्त्र ह्या विषयाची शिक्षिका आहे. पण मुलांमध्ये अभिव्यक्ती क्षमता निर्माण करायची असेल तर त्याला भाषा ही मर्यादा नसते. पुस्तक किंवा पुस्तकातील लेखन हेच प्रभावी आणि शिकण्यासारखं असतं हा भाव देखील मला हाणून पाडायचा होता.

माझ्याकडे देखील अनुभव आहेत, मी पण लिहू शकतो, मला देखील चांगल्या वाईट गोष्टी समजतात, माझ्या मनातही बऱ्याच वेळा चांगले वाईट विचार आले आहेत, जे सगळं मला सांगता येईल, लिहिता येईल ही भावना मुलांमध्ये निर्माण करण्याचा माझा एक छोटासा प्रयास मी नेहमी करीत असे.

इतिहास, भूगोल, नागरिकशास्त्र, कला, कार्यानुभव या विषयांच्या आधारे मी मुलांना बरेच विषय लिखाणासाठी देत असते. दैनंदिनी कशी लिहायची याचे बरेच प्रात्यक्षिक मी मुलांकडून करून घेतले. पण मनातले विचार मांडतांना मुलांना विषय दिला तर ती सहज लिहू

लागतात हे मला जाणवले. कुणी विषयाला अनुसरून अनुभव मांडतात, तर कुणी कल्पना मांडतात. कुणी ऐकलेले आठवतात, तर कुणी वाचलेलं आठवून लिहू पाहतात, कुणी विचारून लिहिण्याचा प्रयास करतात... पण लेखन मात्र करू लागतात.

वर्गात गप्पा मारण्यासाठी काही वेळ ठरवून दिलेली नाही. नियमित अध्यापनाच्या वेळी काही उदाहरणे, दाखले देत असतांना मुले आपल्याला त्यांच्या आयुष्यातल्या / गावातल्या / घरातल्या / टीव्हीवर पाहिलेल्या अशा अनेक गोष्टी सहज सांगत असतात. ह्या गप्पा निव्वळ बडबड नसते. त्या गप्पांना एका विशिष्ट दिशेने नेण्यासाठी मात्र प्रयत्न करावे लागतात. मुलांच्या गप्पात सहभागी होताना मी त्यांना त्या गप्पा क्रमवार कशा सांगता येतील, एकही प्रसंग वर खाली न होता कथेत तो कसा गुंफता येईल यासाठी अनेक प्रश्न विचारत असे.

मुले क्रमवार बोलायला तर लागली, परंतु विशेषणांचा वापर, भाव कुठे उतरत नव्हते. तेव्हा पुन्हा प्रश्नाचा वापर करून योग्य शब्द/ विशेषण वापरले जाईपर्यंत हे प्रश्न आणि विविध उत्तरं येत असत, त्यापैकी अधिक साजेसं उत्तर येईपर्यंत प्रश्न फिरत राही. उदा. लाडू चोरून खाण्यासाठी प्रयत्न करीत असताना साखरेचा डबा पडला. आईने मला धोपटलं.

इथे वाचताना अपुरेपणा जाणवतो. मग ती मधली जागा भरून काढण्यासाठी सोपे प्रश्न असे विचारले होते..

१ साखरेचा डबा पडला हे आईला कसं कळलं?

उत्तर - आवाज आला

२ आवाज कसा होता?

उत्तर - मोठा आवाज होता.

३ डबा पडल्याने मोठा आवाज का आला?

उत्तर - डबा दणकून पडला, मोठा आवाज आला.

४ आवाज आल्यावर आई कशा प्रकारे खोलीत आली? (आईची ॲक्शन सांगा रे)

उत्तर - आई धावत आणि ओरडत खोलीत आली.

असे अनेक लहान लहान प्रश्न विचारून जागा भरून काढणं सुरू होतं. मुलांना आता किरकोळ बाबीही कथेत महत्त्वाच्या का असतात हे कळू लागलं.

आमच्या कथा आधी तोंडीच असतात. एक सुंदर प्रसंग कथेसाठी तयार झाला की लेखन सुरू होतं. प्रसंग ज्याचा तो कच्चे लेखन करून आणत असे. वर्गात त्याचे वाचन होई, मग उरलेल्या बाबी त्यात भरण्यात येत, शब्दबदल होत. सामूहिक स्वरूपात त्या कथेचे संपादन होई असे आपण म्हणू.

सुरुवातीला पाचवीच्या मुलांसोबत हा प्रयोग केला, तेव्हा मी प्रमाण भाषेत ही कथा मुलांकडून अपेक्षित केली होती. तयार कथेला आता पुस्तकी भाषेत लिहायचं म्हटलं की मुलं चटकन तयार पण होत. मुलांमधील एक लेखक निवडून फळ्यावर एक एक वाक्य आम्ही प्रमाण भाषेत लिहून काढत असू. उदा. मण्याची आई मनली, कोटी गेलतास रे? हे पुस्तकी भाषेत कसे म्हणणार? मुले स्वतःच सांगायची – मण्याची आई म्हणाली, "कुठे गेला होतास?"

मग लेखक त्याचे लेखन करी, ऱ्हस्व-दीर्घच्या, विरामचिन्हाच्या किरकोळ बाबी मी स्वतः दुरुस्त करी.

आमचे सुरुवातीचे लेखन पाहिले की मला त्यात खूप उणिवा दिसतात, ते अगदीच



पाणचट आणि मुद्दाम लिहिलेलं लेखन वाटते. हे लेखन आम्ही ‘अर्णव भाग १’ या नावाने छापले. त्यात सुमित, निशा, सोनाली, पायल यांनी चित्रे दिलेली आहेत.

जसजसा आमचा प्रवास सुरु झाला तसतसे माझ्या विचारांत बदल

होत गेले. बोलीभाषेतला गोडवा मला जाणवू लागला. मुलांकडे प्रसंगांची कमतरता नव्हती. त्याची मोठी यादी माझ्याकडे होतीच. मी सगळ्यांना संधी द्यायचं ठरवलं. मुलांना एक एक शब्द देऊन बोलतं केलं. प्रसंग जसेच्या तसे उतरविण्यात आले, त्यात जास्त गोडवा दिसू लागला. मुले बारीकसारीक बाबी कथेत स्वतःहून टाकत होती. प्रत्येकाची एक तरी कथा असावी, प्रत्येकाला संधी मिळावी यासाठी मुलांसोबत झालेल्या गप्पातून मी प्रत्येकाच्या प्रसंगातील शब्द निवडत असे.

मी शाळेत नसताना मुले कथा लिहिण्यात वेळ घालवत. माझ्यासाठी शाळेत गेल्यावर मेजवानी असे कथांची. हे सर्व मी लिहून काढले, मुलांच्याच भाषेत, आठवण असावी म्हणून.

काही कथा आम्ही तयार केल्या. अपूर्ण वाक्य देऊन, कथेचा शेवट देऊन, तर कथेचा मुख्य गाभा देऊन, कधी नुसतंच सुरुवात देऊन. जसे..

१ एकदा काय झालं....

२ आमच्या गावात....

३ मला चांगलं आठवतं...

अशा लहानश्या सुरुवातीने मुलांच्या स्मृतींना उजाळा मिळत असे. मग अनुभवातील प्रसंग असो व ऐकलेले, वाचलेले, टीव्हीवर बघितलेले...मुलं त्यावर बोलू लागत, लिहू लागत.

सोनालीच्या कथा फारच रोचक असत, ती नेहमीच सगळ्यांवर आपल्या कथेने मात करत असे. तिच्या कथेत खूप निरागसता असे. मुलं देखील आपल्या कथा सोनालीकडे नेत आणि दुरुस्त्या करीत. साहिलच्या कथा तर अंतहीन होत्या. त्याला आता पुरे म्हणून मी कित्येकदा गप्प करायची. इतकं मोठं कधी लिहिशील असं विचारून त्याच्या कथेतील छोटासा प्रसंग मग त्याला लिहायला लावायची.

माझ्या वर्गातील चोवीसपैकी चोवीस मुलांच्या वेगवेगळ्या कथा आजही माझ्याकडे संग्रहित आहेत. मुलांच्या कथा मुलं वाचत, घरी वाचायला नेत, त्यांची भावंडं ते वाचण्यासाठी वर्गात गर्दी करीत. आमचं लेखन, आमचं पुस्तक, आमचं नाव ह्या गोष्टींनी मुलं असीम आनंदात दिसत. वाचनालयातील पुस्तकांपेक्षा अधिक वाचलं गेलेलं, आवडीने आणि समजपूर्वक वाचलं गेलेलं कोणते पुस्तक असेल तर मुलांच्या लेखणीतून उतरलेलं पुस्तक होय.

ऱ्हस्व, दीर्घ, विरामचिन्हे, प्रमाणभाषा ह्या काही अडचणी नाहीत, त्या परीक्षेतच मोजल्या जातात आणि मुलांचे खच्चीकरण करतात. त्याच्याशिवाय देखील (सुरुवातीच्या काळात) समजपूर्वक लेखन आणि वाचन होऊ शकतं. मुले जशी वरच्या वर्गात जातात, बाहेरगावी

शिकायला जातात, इतरांकडे बघतात, स्वतःच स्वतःला जपण्यासाठी बरेच बदल स्वतःमध्ये करून घेतात, त्यातील एक बदल म्हणजे त्यांची बोलण्याची भाषा बदलते आणि लेखनही त्यानुसार सुधारते. आपण मात्र संधी देऊन लिहितं केलं पाहिजे, प्रश्नाचं दीर्घ उत्तर तेही स्वमताने लिहिण्याची ही एक लहानशी सुरुवात होऊ शकते.

माझ्या पप्पाची स्कूटर

माझ्या पप्पाले वाटलं, सगळे लोक गाडी घेत आहेत, आपण कायले मागं राहावं? तवा पप्पानं एक जुनी स्कूटर घेतली. पप्पा लई खुशीत होते. पप्पाले काही राहवलं नाही, संध्याकाळी पप्पानं गाडी काढली आन गे म्हणा सगळं गाव फिरून आले. जसे घरापाशी आले तसे पडले नालीत.

आमच्या घरापाशी नाली हाय, तेथ गाडी फिरवाले जागा नाही, पप्पाले काही जमलं नाही.

पहिले तर आमाले कोण पडले काही समजले नाही. आवाज आला म्हणून आम्ही बघण्यासाठी धावत बाहेर आलो. ते स्कूटर तर नाव (पूर्ण) गाळनाने भरली होती अन आमचे पप्पा पण.

"छि बाप्पा, नोय हे आमचे पप्पा!" असे मनुशा वाटले, पण का करते?

आईनं पाणी आणलं अन पप्पाले अंधोळ घातली. मले म्हणली, "सोने जा शाम्पू घेऊन ये." मी शाम्पू आणला. पप्पाने तोंड शाम्पू लावून धुतलं, उरलेला शाम्पू अंगाले लावला. तवा कुठं वळखु येऊ लागले. "होय बाप्पा, आमचे पप्पाच होय."

रात्री बाजेवर झोपल्यावर आम्ही मस्त हसलो. पप्पा बी (सुद्धा) हसू लागले. असा आमचा फॅमिली ड्रामा रायते रोज!!

सोनाली वाघमारे, वर्ग सहावा.

मुलं लेखन करण्याचा कंटाळा करतात कारण का लिहायचे तेच त्यांना ठाऊक नाही. प्रश्नांची उत्तरं देण्यासाठी लेखन ही बाब मलाही मान्य नाही. लेखन तर त्यापलीकडे आहे. मी कशासाठी वाचतो पुस्तक किंवा इतर साहित्य, हे देखील मुलांना माहीत नाही. त्यासाठी मी 'रीड टू एक्सप्रेस' हा प्रकल्प वर्गात घेत होते. मी जे वाचलं आहे ते मला कितपत कळलं, यासाठी हा प्रयोग होता. यात अभिव्यक्ती लेखी होती. अर्थात वाचलेल्या साहित्याचा सारांश, स्वतःच्या शब्दात तपशील, किंवा त्याची कथा, संवाद, पोस्टर, त्यातील आवडलेले उद्गार, त्यावर कल्पना विस्तार, स्वतःचे मत, इ. काहीतरी त्या विद्यार्थ्यांनी तयार करायचे. आपल्या भाषेत अभिव्यक्त व्हायचे, वाचलेल्या साहित्यावर. फार मजेदार लेखन त्यातून बाहेर पडत असे.

मुलांचे लेखन या उपक्रमात जिल्हा परिषद उच्च प्राथमिक शाळा, गोवरी येथील मुले सहभागी झाली होती. मुलांनी लिहिलेल्या काही कथा वाचा, शैक्षणिक संदर्भच्या पुढील अंकांमध्ये.

§§§

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

महा इतिहास - भाग ०२

शून्यातून विश्वनिर्मिती

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

हे विश्व कसे निर्माण झाले, सूर्य, पृथ्वी, चंद्र, इ. ची निर्मिती कशी झाली, पृथ्वीचे अवकाशातील स्थान काय, पृथ्वीवर माणसाचे अस्तित्व कसे व का निर्माण झाले, इ. बदल अनेक आख्यायिका प्रत्येक संस्कृतीत आढळून येतात. काही संस्कृतींनी या आख्यायिकांना धर्मग्रंथांमध्ये स्थान दिले आहे (उदा. ऋग्वेद, कुराण, बायबल, इ.) तर काही संस्कृतींमध्ये या आख्यायिका लोककथांच्या रूपात लोकप्रिय आहेत. या आख्यायिकांना मूळकथा (ओरिजन स्टोरी) म्हटले जाते. प्रत्येक संस्कृतीतील शहाण्यासुरत्या माणसांना त्यांना तात्कालिक जे काही दिसत होते, जाणवत होते, माहीत होते, त्या आधाराने त्यांनी मूळकथा सांगितल्या, त्यातल्या काही लिखित साहित्यात आल्या, तर काही मौखिक परंपरांमधून जिवंत राहिल्या. मागील लेखात म्हटल्याप्रमाणे जर आता आपल्याला संस्कृती, धर्म, वंश या भेदांपलिकडे जाणारा विश्वाचा मानवीय इतिहास लिहायचा असेल, तर आपण आपली मूळकथा कशी लिहावी? आज मूळकथा लिहितानाही आपण आपल्याला जे माहित आहे, ते विचारात घेऊ शकतो. विज्ञानाने

आपल्याला मानवाच्या अस्तित्वापूर्वीच्या इतिहासाचेही दर्शन घडवले आहे. त्याच्या साहाय्याने आपण महा इतिहासाची सुरुवात आज उपलब्ध असलेल्या वैज्ञानिक माहितीतून दिसणाऱ्या मूळकथेपासून करूया.

आज आपल्याला माहीत असलेल्या ज्ञानानुसार आपले विश्व १३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी निर्माण झाले. काळ आणि अवकाश या दोन्ही गोष्टी विश्वाच्या उत्पत्तीबरोबरच अस्तित्वात आल्या. त्यामुळे हा महास्फोट कुठे झाला, व कधी झाला, किंवा त्यापूर्वी वा त्याजागी आधी काय होते, याची उत्तरे अर्थहीन आहेत.

तर १३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी अचानक शून्यातून काहीतरी अवतरले, आणि त्या काहीतरीमधून अवकाश, काळ, द्रव्य (मॅटर) व ऊर्जा (एनर्जी) निर्माण होऊ लागले. सुरुवातीला पूर्ण विश्व एका अणूच्या आकारात सामावलेले होते आणि आज संपूर्ण विश्वात जी ऊर्जा पसरलेली आहे, ती या एका अणूच्या आकारमानात एकवटलेली असल्याने, ते अतिशय उष्ण होते. इतक्या प्रचंड तापमानाला द्रव्य आणि ऊर्जा सहजासहजी एकमेकांत रूपांतरित होऊ शकत होते. मात्र निर्माण झाल्याबरोबर हा विश्वाणू प्रसरण पावू लागला व थंडही होऊ लागला. अस्तित्वात आल्यापासून एक सेकंदाच्याही आत त्याचा आकार आजच्या विश्वातील एखाद्या आकाशगंगेइतका झाला. जसे पाणी गार करत करत गेले, तर एका विशिष्ट तापमानाला त्यातील काही भागात बर्फाचे खडे तयार होऊ लागतात, तसेच विश्वाच्या प्रसरण होताना थंड होत जाण्यातूनही चार प्रकारच्या ऊर्जा एकमेकांपासून अलग झाल्या – गुरुत्वाकर्षण, विद्युतचुंबकीयत्व, आणि अणूकेंद्रकातच आढळून येणाऱ्या सबल (स्ट्रॉंग) व दुर्बल (वीक)

बलांच्या ऊर्जा. त्याचबरोबर द्रव्याचेही दोन प्रकार अलग झाले – कृष्ण द्रव्य (डार्क मॅटर) व आपण ज्याचे बनलेलो आहोत, ते आण्विक द्रव्य.

निर्मितीपासून साधारण २० मिनिटांच्या आत मूलभूत कणांच्या स्वरूपातील द्रव्य व मूलभूत बलांच्या स्वरूपातील ऊर्जा काहीसे स्थिरावू लागले. हायड्रोजनचे अणुकेंद्रक असलेले धन विद्युतभारित प्रोटॉन्स एव्हाना तयार झालेले होते, त्यातील काहींनी आपल्यासारखेच इतर गुणधर्म असलेल्या पण विद्युतीय दृष्ट्या उदासीन अशा न्यूट्रॉन्सबरोबर संधान बांधून हेलिअमची अणुकेंद्रेही तयार केली होती. काही प्रमाणात लिथियमची अणुकेंद्रेही या कालावधीत तयार झाली, पण विश्वाचे थंड होणे चालूच राहिले व काही काळासाठी मूलभूत कणांचे असे एकत्र येणे थांबले. आता विश्वातील द्रव्य एका तप्त प्लाझ्माच्या स्वरूपात होते. या प्लाझ्मामध्ये हायड्रोजन व हेलिअमच्या अणुकेंद्रकांखेरीज सुटे प्रोटॉन, न्यूट्रॉन व ऋणभारित इलेक्ट्रॉनही विहरत होते. यात धन व ऋण भारित कण जवळ-जवळ असल्याने यात विद्युतचुंबकीय ऊर्जा चांगलीच सळसळत असली पाहिजे. असाच तप्त प्लाझ्मा आजही ताऱ्यांच्या अंतरंगात आहे. पण अस्तित्वात आल्यापासून जवळजवळ ३,८०,००० वर्षे सारे विश्वच प्लाझ्माने भरलेले होते.

३,८०,००० वर्षांनी प्लाझ्माचे तापमान उतरत-उतरत अशा पातळीला आले की आणखी एक मोठा बदल झाला. प्रोटॉन्स व इलेक्ट्रॉन्स आता एकत्र येऊ लागले, आणि अचानक विविध प्रकारचे अणू तयार होऊ लागले. या घडामोडीत प्लाझ्मात अडकून पडलेल्या विद्युतचुंबकीय ऊर्जेच्या छोट्या छोट्या गुठळ्यांची म्हणजेच फोटॉन्सची एकदम द्रव्याच्या मूलभूत कणांच्या बंधनांमधून सुटका झाली आणि विद्युतचुंबकीय प्रारणे या विश्वात सळसळू लागली...

ब्रम्हने आळसावून चुळबुळ केली, आणि त्यातून विश्व जन्माला आले...

अल्लाच्या मनात आले, त्याने म्हटले – निर्माण हो, आणि विश्व अस्तित्वात आले...

गॉडने सर्वप्रथम स्वर्ग आणि पृथ्वी तयार केले. मग त्याने म्हटले – आता प्रकाश पडू दे, आणि प्रकाश प्रकटला...

सुरुवातीला शून्य होते, मग शून्यातून काहीतरी बाहेर आले, मग काहीतरीचे दोन भाग झाले – एक पुरुष तत्त्व व एक स्त्री तत्त्व...

या आणि अशा अनेक कथा जितक्या अब्धुत आणि चमत्कारिक वाटतात, तितकीच अब्धुतता आणि चमत्कार मी वर दिलेल्या वैज्ञानिक मूळकथेतही आहे. पण मग तरीही याच कथेला वैश्विक मूळकथा म्हणून मान्यता का द्यायला हवी, असा प्रश्न तुम्हाला पडेल.

ही वैज्ञानिक मूळकथा अपूर्ण आहे, तीत अजूनही सुधारणा होऊ शकतील. पण पौराणिक कथांप्रमाणे ही मूळकथा केवळ कल्पनाशक्तीवर अवलंबून नाही, तर ती वैज्ञानिक पुराव्यांच्या आधाराने उभी राहिलेली आहे. टप्प्याटप्प्याने जसजसे नवे ज्ञान प्राप्त होत गेले, तसतशी ही मूळकथा बांधली गेली, बदलतही राहिली. वैज्ञानिक मूळकथा इतर कथांपेक्षा जास्त विश्वसनीय मानण्यासाठी कोणते वैज्ञानिक पुरावे आपल्याकडे आहेत, ते पाहूया.

माणूस सर्व विश्वाकडे स्वतःच्या दृष्टिकोनातून पहात असल्याने माणूस ज्या पृथ्वीवर रहातो, ते विश्वाचे केंद्रस्थान असणार असे सर्वसाधारणतः मध्ययुगापर्यंत युरोपीय विद्वानांचे मत होते. पण कोपर्निकस (१४७३ ते १५४३), केपलर (१५७१ ते १६३०) व गॅलिलिओ (१५६४

ते १६४२) यांच्या निरीक्षणांवरून व त्यातून वैज्ञानिक पध्दतीने विचार करून काढलेल्या निष्कर्षांमधून पृथ्वी हे केंद्रस्थान नसून सूर्य हे केंद्रस्थान असावे हा विचार बळावू लागला. चर्चचा विरोध मोडून काढत हा विचार रुजत गेला व न्यूटनने (१६४२ ते १७२७) या सर्व ज्ञानाची नियमबद्ध मांडणी करून अवकाशात दिसणाऱ्या ग्रहगोलांच्या हालचालींचे पूर्ण स्पष्टीकरण देऊ शकणारी गणिती सूत्रेही मांडली.



गॅलिलिओ व न्यूटन

(<https://galileo.ou.edu/exhibits/galileo-and-space-science>)

भारतीय अवकाश निरीक्षक तर याच्या कितीतरी आधी (पाचवे ते दहावे शतक) या निष्कर्षांना पोहचले होते. अर्थात इथेही सूर्य पृथ्वीभोवती फिरतो की पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते, यावरून ज्ञानी लोकांमध्ये वादविवादही झाले होते (शैक्षणिक संदर्भ अंक ११४ ऑक्टो-नोव्हें २०१८ मधील पान १३ वरील लेख 'गाऱ्या गाऱ्या भिंगोऱ्या' पहा

<http://www.sandarbhociety.org/wp-content/uploads/2018/10/sandarbh-issue-114->

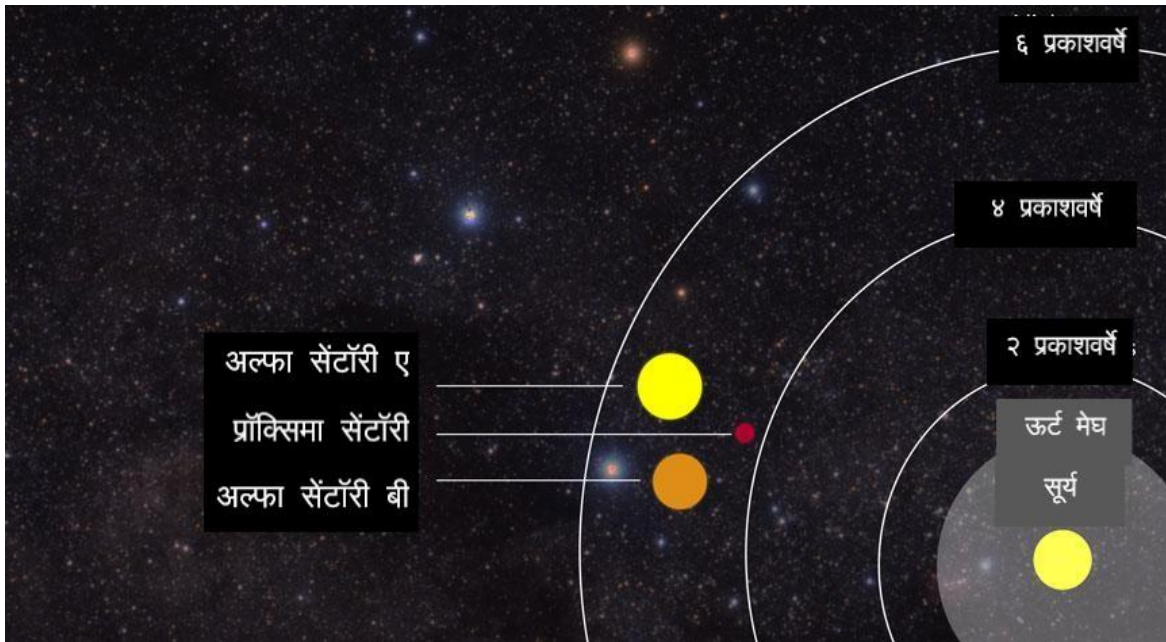
[2018.pdf](#)). पण भारतीय अवकाशज्ञान ज्योतिषशास्त्राच्या थोतांडाच्या दलदलीतच शतकानुशतके रुतून पडले. विश्वाचा अधिक सखोल अभ्यास करण्याच्या दृष्टीने त्यातून पुढे काहीच वाटचाल झाली नाही. न्यूटनचे काम हा पदार्थविज्ञानाच्या अभ्यासाचा पाया आहे. संवादाला कोणताही वाव न देणाऱ्या अतिशय कर्मठ अशा ख्रिश्चन चर्चचा विरोध मोडीत काढत युरोपीय अवकाश संशोधकांनी तार्किक विचारांची कास सोडली नाही, म्हणून हे साध्य झाले. विशेष म्हणजे चिकित्सेची परंपरा असूनही हिंदू धार्मिकतेच्या चौकटीतून बाहेर पडणे भारतीय अवकाश निरीक्षकांना शक्य झाले नाही. तसे झाले असते, तर पदार्थविज्ञानाची सुरुवात बरीच आधी झाली असती, आणि जगाचा इतिहासही फार वेगळा झाला असता.

न्यूटनच्या कामातून पृथ्वी केंद्रस्थानी की सूर्य हा प्रश्न निकालात निघाल्यानंतर दिसणाऱ्या विश्वाचा नकाशा तयार करता येईल का, हा पुढचा प्रश्न आला. ग्रह, चंद्र यांच्या परस्परसापेक्ष हालचालींच्या निरीक्षणांवरून त्यांचे परस्परसापेक्ष स्थान व अंतर यांचे अंदाज बांधणे आता शक्य होते. पण डोळ्यांना दिसणारे आणि फार फार तर गॅलिलिओच्या अगदी प्राथमिक स्वरूपाच्या दुर्बिणीतून दिसणारे ग्रह व ग्रहांचे चंद्र यापलीकडे विश्वाचे आकलन होऊ शकत नव्हते. त्यासाठी अधिक शक्तीशाली दुर्बिणींची निर्मिती होईपर्यंत, जवळजवळ १९व्या शतकाच्या मध्यापर्यंत वेळ जावा लागला.

मात्र या दुर्बिणींनी अचानक विश्व किती मोठे आहे याची जाणीव करून दिली. सूर्य हा आपल्या सर्वात जवळचा तारा आहे. त्यानंतर जवळ असलेला तारा आहे, प्रॉक्सिमा सेंटॉरी. या शेजाऱ्याचे आपल्यापासूनचे अंतर आहे साधारण ४,००,००,००,००,००,००० कि.मी. या

ताच्यापासून निघालेला प्रकाश आपल्यापर्यंत साधारण चार वर्षांनंतर पोहोचतो. आपल्याला जर आजच्या सर्वात वेगवान विमानाच्या वेगाने आपल्या या शेजाऱ्याला भेट द्यायची असेल, तर त्या प्रवासाला ५० लाख वर्षे लागतील.

अवकाश संशोधक हेन्रीएटा लेविट (१८६८ ते १९२१) हिने प्रॉक्सिमा सेंटॉरीपेक्षाही दूर असलेल्या ताऱ्यांच्या आकार व अंतराचा अंदाज बांधण्याचे तंत्र शोधून काढले, आणि विश्वाचा आवाका आपल्या कल्पनेच्याही पलीकडे असू शकतो, सूर्यही विश्वाचे केंद्रस्थान नाही, याची जाणीव होऊ लागली. आपली सूर्यमाला एका आकाशगंगेचा भाग आहे, आणि या आकाशगंगेच्या पलिकडेही अनेक तारे आहेत, हे १९२४ साली एडविन हबल (१८८९ ते १९५३) याने दाखवून दिले.



सूर्य व आपले इतर शेजारी तारे यांमधील अंतर

(<https://www.sciencenews.org/blog/context/visits-proxima-centauri-planet-probably-millennia-away>)

एकोणिसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला फ्राउनहॉफर (१७८७ ते १८२६) याने वर्णपटदर्शकाचा (स्पेक्ट्रोस्कोप) शोध लावलेला होता, व ताच्यांच्या प्रकाशाच्या वर्णपटांच्या अभ्यासातून दूरच्या ताच्यांमध्ये कोणती मूलद्रव्ये आहेत, हे पाहणे शक्य झाले होते (शैक्षणिक संदर्भ अंक ११८ जून-जुलै २०१९ मधील पान ४२ वरील चौकट पहा <https://www.sandarbhociety.org/wp-content/uploads/2019/08/Sandarbh-issue-118.pdf>). खूप लांबच्या ताच्यांपासून येणाऱ्या प्रकाशातील मूलद्रव्यांच्या दर्शक रेषा सरकलेल्या दिसताहेत, हे एकोणिसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला वैज्ञानिकांना आढळून आले.

आवाजाच्या बाबतीत हा परिणाम आपण नेहमी अनुभवतो. आपण रेल्वे क्रॉसिंगवर उभे असताना लांबून आगगाडी शिड्डी वाजवत येते, तेव्हा शिड्डीचा आवाजच फक्त मोठा होतो असे नाही, तर शिड्डी अधिकाधिक कर्कश्य होत आहे, असे वाटते. तसेच आगगाडी दूर निघून जाते, तेव्हा शिड्डीचा कर्कश्यपणा कमी होतो. लहरींच्या वारंवारितेत स्रोताच्या हालचालीमुळे होणाऱ्या या बदलाला डोपलर परिणाम म्हणतात. हाच परिणाम प्रकाशाच्या तरंगलांबीवरही होतो. त्यामुळे प्रकाशाचा स्रोत जर हालचाल करत असेल, तर त्याच्या प्रकाशाच्या वर्णपटातील रेषा सरकलेल्या दिसतात. या रेषांच्या सरकण्याच्या दिशेवरून खूप दूर असलेले तारे आपल्यापासून आणखी आणखी दूर जात आहेत, असा निष्कर्ष निघू लागला.

या साऱ्या अभ्यासांची संगती लावून हबलने विश्व प्रसरण पावते आहे, हा विचार मांडला, पण वैज्ञानिकांना हे स्वीकारणे फार जड गेले. कारण आज जर विश्व प्रसरण पावते आहे, तर कालही ते प्रसरण पावत असणार. म्हणजे कधीतरी सर्व आकाशगंगा एकमेकांच्या आजच्यापेक्षा

जास्त जवळ असल्या पाहिजेत. पण गुरुत्वाकर्षण सर्व अवकाशीय वस्तूंना एकमेकांपासून विशिष्ट अंतरावर बांधून ठेवते. म्हणजे त्यावर मात करणारे असे काही विश्वात असायला हवे. (अजूनही या शक्तीबद्दल आपल्याला फार माहिती नाही, तिला कृष्ण ऊर्जा - डार्क एनर्जी - असे म्हटले जाते.) किंबहुना कधीतरी सारे विश्व एका बिंदूत एकवटलेले असेल, आणि तिथून प्रसरण सुरू होणे, हा विश्वाचा आरंभ असला पाहिजे, हा या साऱ्याचा तर्कनिष्ठ निष्कर्ष होता.

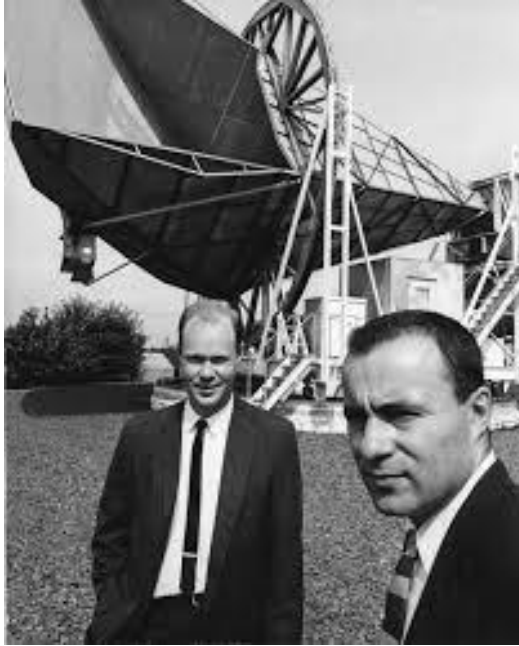
१९२७ साली जॉर्ज लमैत्रॅ (१८९४ ते १९६६) यांनी याआधारे एक क्रांतिकारी विचार मांडला. विश्व जर बदलते आहे, तर याचा अर्थ त्याला आरंभ आहे, आणि कदाचित अंतही असेल. म्हणजेच विश्वाला इतिहास आहे, आणि भविष्यही असणार आहे. हा विचार भितीदायक होता. विश्व अनंत काळापासून आज दिसते आहे, तसेच अस्तित्वात असले पाहिजे, व पुढेही तसेच ते राहील, हा विचार मनाला जास्त भावणारा होता. आपले अस्तित्व ठरावीक कालावधीसाठीच असले, तरी मानवी समाज व संस्कृती आजरामर राहू शकेल, असा एक दिलासा त्यातून मिळत होता.

अनादिअनंत स्थिर विश्वाची कल्पना मानणारा एक ज्येष्ठ वैज्ञानिक फ्रेड हॉइल (१९१५ ते २००१) याने एका रेडिओवरील कार्यक्रमात विश्व एका बिंदूतून प्रसरण पावते आहे, या त्याच्या मते वेडगळ कल्पनेसाठी उपहासाने “बिग बॅंग” हा शब्दप्रयोग केला. पण हेच नाव आता या सिध्दांताला दिले गेले आहे – बिग बॅंग किंवा महास्फोटाचा सिध्दांत. मात्र फ्रेड हॉइल यांनी आयुष्यभर या सिध्दांताचा प्रतिवाद केला, आणि इतरही काही संशोधक या गटात सहभागी होते. वर्णपटांमध्ये दिसणाऱ्या रेषांच्या सरकण्याचे त्यांनीही एक स्पष्टीकरण दिले, आणि तेही

वैज्ञानिक सूत्रांना धरून होते. त्यामुळे महास्फोट व स्थिर विश्व या दोन प्रस्तावांतला कोणता बरोबर व कोणता चूक हे कसे ठरवणार, हा प्रश्न निर्माण झाला होता.

१९४०च्या दशकाच्या अखेरीस जॉर्ज गमाऊ (१९०४ ते १९६८) याने सुचवले, की महास्फोटानंतर प्लाझ्मा गार होत गेल्यावर मूलद्रव्ये तयार होऊ लागली आणि अचानक विद्युतचुंबकीय प्रारणे विश्वात सळसळू लागली, त्या ऊर्जेच्या पाऊलखुणा आजही मोजता येऊ शकतील. कारण प्रकाशाचा वेग खूप जास्त असला तरी तो सीमित आहे. त्यामुळे विश्वाच्या आपल्यापासून खूप लांबच्या कोपऱ्यातून त्यावेळी निघालेली विद्युतचुंबकीय प्रारणे आत्ता आत्ता आपल्यापर्यंत पोहचत असतील. पण त्यावेळी यावर कोणी फारसा विश्वास ठेवला नाही.

मात्र १९६४ मध्ये अनपेक्षित रित्या हा पुरावा मिळाला.



पेंझियास आणि विल्सन. पार्श्वभूमीला त्यांनी बनवलेला रेडिओ लहरींचा संवेदनशील संग्राहक आहे.

(<https://www.bell-labs.com/>)

पेंझियास (जन्म १९३३) व विल्सन (जन्म १९३६) हे तंत्रज्ञ उपग्रहांद्वारे संदेशवहनासाठी अत्यंत संवेदनशील असा रेडिओ लहरींचा संग्राहक (अँटेना) बनवत होते. पण या संग्राहकात सातत्याने काही वेगळ्याच विद्युतचुंबकीय लहरी त्यांच्या संदेशांच्या लहरींमध्ये अडथळा निर्माण करत होत्या. खूप प्रयत्न करूनही या उपद्रवकारी लहरी टाळता येईनात, तेव्हा त्यांनी रॉबर्ट डाइक (१९१६ ते १९९७) या पदार्थवैज्ञानिकाकडे मदत मागितली.

डाइकला लगेचच हे कोडे
उलगडले – जॉर्ज गमाऊने सुचवलेल्या
प्रारणांच्या पाऊलखुणा पेंझियास व
विल्सन यांना सापडल्या होत्या.
अवकाशात कोणत्याही दिशेला
विद्युतचुंबकीय प्रारणांचा संवेदनशील
संग्राहक वळवला, तर ह्या अत्यंत क्षीण

वैश्विक पार्श्वभौमिक प्रारण अभ्यासा
आयफोन किंवा आयपॅड असेल तर महास्फोटाचा
पुरावा असलेले वैश्विक पार्श्वभौमिक प्रारण
अभ्यासता येतील. यासाठी ॲपचा पत्ता आहे:

<https://apps.apple.com/us/app/cmb-maps/id894952449/?platform=iphone>

शक्य आहे, त्यांनी जरूर याचा वापर करून पहावा.

लहरी सापडतात. या लहरींना वैश्विक पार्श्वभौमिक प्रारण (कॉस्मिक बॅकग्राउंड रेडिएशन) असे
म्हटले जाते. स्थिर विश्वाच्या संकल्पनेतून या प्रारणाचे स्पष्टीकरण देता येत नाही. त्यामुळे यातून
विश्व अनादिअनंत स्थिर असल्याचा प्रस्ताव चुकीचा असल्याचे सिद्ध झाले व महास्फोटातून
विश्वाची निर्मिती झाली असल्याच्या प्रस्तावाला सिद्धांत म्हणून मान्यता मिळाली.

अशा रितीने, विश्वाला इतिहास आहे आणि विश्वाची सुरुवात एका महास्फोटातून झाली
ही खरी किंवा सत्याच्या सर्वात जवळ जाणारी मूळकथा आहे, हे आता सर्वमान्य झाले आहे.

या लेखमालेसाठी संदर्भ म्हणून डेव्हिड व्ही. स्विश्वन व सहकाऱ्यांनी लिहिलेल्या “बिग हिस्ट्री – बिट्विन नथिंग
अँड एव्हरीथिंग” या पुस्तकाचा आधार घेण्यात आला आहे.

§§§

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, समुचित एन्व्हायरो टेक, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटसदस्य.

इमेल : pkarve@samuchit.com

ग्रहण चर्चा

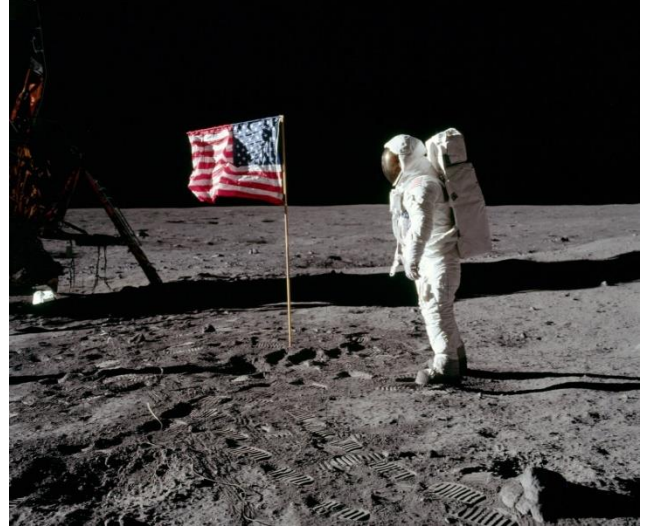
लेखक : सब्यसाची चटर्जी

अनुवाद : संजीवनी आफळे

२० जुलै २०१९ या दिवशी माणसाने चंद्रावर स्वारी केल्याला ५० वर्षे पूर्ण झाली. त्यावेळीही आणि आताही ही गोष्ट आपल्यापैकी अनेकांना रोमांचक वाटली होती. (पहा या विषयावरील लेख - एस. चटर्जी, डेक्कन हेराल्ड, २० जुलै २०१९, 'ए ट्रिप टू नॉस्टॅलजिया' :

<https://www.deccanherald.com/opinion/right-in-the-middle/a-trip-to-nostalgia-748274.html>) त्याआधी काही दिवसांपूर्वी,

म्हणजे १६ जुलै २०१९ या दिवशी रात्री आमच्या गृहसंकुलातील सदस्यांची सभा होती. काही ज्येष्ठ सदस्यांनी विनंती केली की सभा ९.३० पर्यंत संपवावी, कारण १७ जुलै म्हणजे दुसऱ्या दिवशी पहाटे १.३० वाजता चंद्रग्रहण सुरू होणार होते. त्यामुळे सगळ्यांनी रात्रीचे जेवण १० वाजेपर्यंत करून घ्यावे.



चंद्रावरील पहिली स्वारी २० जुलै १९६९

https://www.hq.nasa.gov/alsj/a11/A11_PAOMissionReport.html

आता मी माझ्या वैयक्तिक आयुष्यातील दोन घटना तुम्हाला सांगणार आहे. दोन्ही घटना ‘तांबडा चंद्र’ अर्थात खग्रास चंद्रग्रहणाशी निगडीत आहेत. पहिली घटना घडली २० फेब्रुवारी १९८९ साली. त्यावेळी माझी पत्नी वाणी गरोदर होती. आमचे नातेवाईक, हितचिंतक, शेजारी पाजारी विशेषतः आमची घरमालकीण सर्वजण वाणीकडे येऊन तिने ग्रहणाच्या वेळेस ‘काय करावे आणि काय करू नये’ याचा सल्ला देत होते.

कॉपर मून किंवा ब्लड मून (तांबडा चंद्र) २१ जानेवारी २०१९ चे खग्रास चंद्रग्रहण



जेव्हा चंद्र आणि सूर्याच्या मध्ये पृथ्वी येते त्यावेळी चंद्रग्रहण होते. पौर्णिमेच्या दिवशी जेव्हा चंद्र, सूर्य आणि पृथ्वी एका सरळ रेषेत येतात तेव्हा हे शक्य होते. खग्रास चंद्रग्रहणाच्या वेळी पृथ्वी चंद्रावर पडणारा सूर्यप्रकाश पूर्णपणे अडवते आणि फक्त पृथ्वीवरून परावर्तीत होणारा प्रकाश चंद्रावर पडतो. यामुळे चंद्र तांबडा दिसतो. याला कॉपर किंवा ब्लड मून म्हटले जाते.

शेवटी आम्ही आमच्या फॅमिली डॉक्टरांकडे गेलो. त्यांना आमच्याकडे ग्रहणाच्या दिवशी आयोजित केलेल्या गच्चीवरील स्नेह संमेलनासाठी आमंत्रित केले. आम्ही त्यांना हेही विचारले, “तुम्ही आम्हाला सांगू शकाल का की ग्रहण आणि गरोदरपणा यातील परस्पर संबंधांच्या दंतकथांची सुरुवात कधी झाली?” ते म्हणाले की, मला माहीत नाही, पण माहीत करून घेण्याची इच्छा आहे.

ठरलेल्या वेळी, गच्चीवर फक्त आम्ही तिघेजण उपस्थित होतो, मी स्वतः, वाणी आणि डॉक्टर. या ‘कॉपर मून स्नेहसंमेलना’ साठी आम्ही चहा, बिस्किटे, सामोसे आणि मिरचीच्या भज्यांची सोय केली होती. डॉक्टर येताना काही माहिती घेऊन आले होते, “तुमच्या प्रश्नाचे उत्तर देण्यासाठी मी तीन स्त्रीरोगतज्ञांना भेटलो. तिघांनाही या दंतकथांची सुरुवात कशी झाली हे ठाऊक नव्हते. पण तिघांनीही एकच सल्ला दिला आहे - आपण धोका कशासाठी पत्करायचा?”

“पण आम्ही तो धोका पत्करला आहे आणि तुम्ही पण या कटात सामील आहात!” आम्ही हसत हसत म्हणालो. ते हसले आणि सामोसा खात खात आम्ही तांबडा चंद्र बघत राहिलो.

आम्ही आजूबाजूला बघितले, सगळ्या गच्च्या रिकाम्या होत्या. काही शेजाऱ्यांनी तर ग्रहणाचे वाईट परिणाम आपल्या घरात होऊ नयेत म्हणून खिडक्याही बंद करून घेतल्या होत्या.

त्यानंतर ३ महिन्यांनंतर काहीही गुंतागुंत न होता माझी पत्नी प्रसूत झाली. आमचा मुलगा, आता ३० वर्षांचा आहे आणि सुप्रीम कोर्ट आणि दिल्ली हायकोर्टात वकील आहे.

चार वर्षांनंतर आमच्या मुलीचा जन्म झाला. काही नातेवाईकांनी लगेचच तिचा जन्म



कोणत्या 'ताच्या' च्या प्रभावाखाली झाला आहे हे बघितले आणि आम्ही त्याप्रमाणे तिचे नाव ठेवावे असे सांगितले.

एक खगोलशास्त्रज्ञ असल्यामुळे,

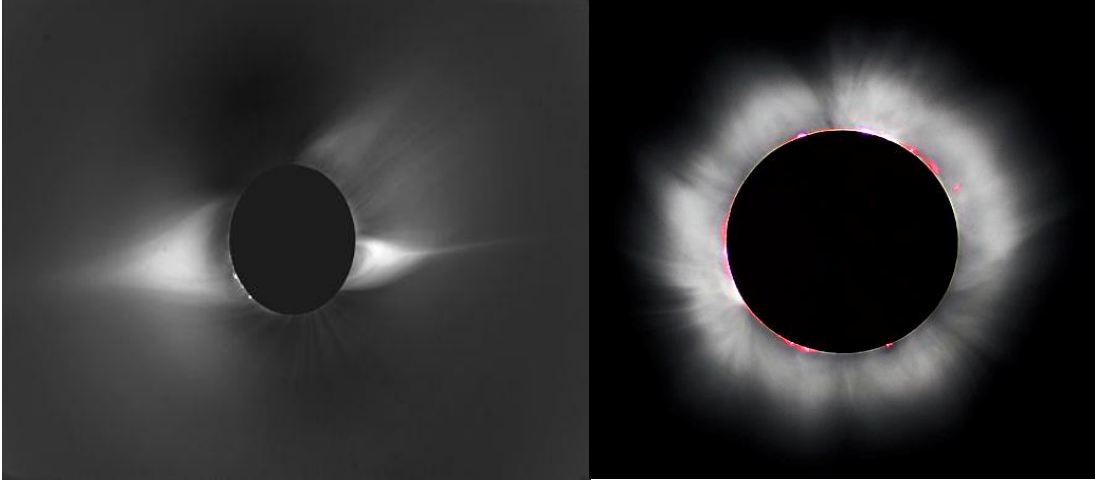
अल्फा सेंटॉरी आणि प्रॉक्झिमा सेंटॉरी

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=46833562>

तिचे नाव एका खऱ्या ताऱ्यावरून (चित्रपट तारका किंवा ज्योतिष

शास्त्रातील तारा नव्हे) ठेवावे ही चांगली गोष्ट आहे हे मी मान्य केले. मी निवडलेली नावे होती 'अल्फा सेंटॉरी' किंवा 'प्रॉक्झिमा सेंटॉरी'. हे दोन्ही तारे आपल्या सूर्यमालेपासून फक्त ४.२ ते ४.३ प्रकाशवर्षे (४,०६,७८,००,००,००,००० कि.मी.) दूर असल्यामुळे सगळ्यात जवळचे तारे आहेत. या सगळ्या वादविवादामध्ये दोन आठवडे निघून गेले, आणि मग नाव ठेवण्यासाठी असलेला सगळ्यात चांगल्या दिवसाचा मुहूर्तही निघून गेला आणि आमची नवजात मुलगी तशीच अनाम राहिली. अशा प्रकारे, आम्ही तिचे नाव नगरपालिकेच्या जन्म नोंदणी कार्यालयातही नोंदवू शकलो नाही! माझ्या पत्नीने दिलेले सूत्र असे होते, "ग्रह, तारे, धूमकेतू, आकाशगंगा किंवा कृष्णविवरे आणि शुभ्र बटू तारे विसरून जा आणि पृथ्वीवर अस्तित्वात असलेल्या गोष्टींचा विचार करा." म्हणून, आम्ही दोघांनीही तिचे नाव हिमालयातील नदीवरून 'अलकनंदा' असे ठेवले. ती आता २५ वर्षांची असून, पुणेस्थित नर्तकी आणि पत्रकार आहे.

पण ग्रहणे आपल्याला नेहमीच मोहित करत आली आहेत आणि जेव्हा जेव्हा ती आपल्या देशातून दिसणार असतात, तेव्हा लोक सहकुटुंब खग्रास सूर्यग्रहण बघण्यासाठी प्रवास करतात, उदा. रतनगड (राजस्थान, २४ ऑक्टोबर १९९५), गांधीधाम (गुजरात, ११ ऑगस्ट १९९९), पाटणा (बिहार, २२ जुलै २००९). दुदैवाने, शेवटच्या दोन ग्रहणांना पावसाळी ढगांचे ग्रहण लागले होते. पण ही ग्रहणे बघण्यासाठी प्रवास करणे, उत्साही लोकांना भेटणे, ग्रहण बघण्यातली प्रतीक्षा, या सगळ्या गोष्टींनी आम्हाला अपार आनंद दिला. या सर्व ग्रहणांच्या वेळी आम्ही ऑल इंडिया पीपल्स सायन्स नेटवर्कच्या ग्रहण निरीक्षण करण्याच्या गटात सहभागी होतो.



खग्रास सूर्यग्रहण : २४ ऑक्टोबर १९९५

११ ऑगस्ट १९९९

(दोन्ही छायाचित्रे विकीपिडियावरून)

आता तुम्हाला ३१ जानेवारी २०१८ च्या खग्रास चंद्रग्रहणाच्या वेळी घडलेली एक घटना सांगतो. त्यावेळी आम्ही आमच्या गच्चीतून ग्रहण बघायचे ठरवले होते. माझा मुलगा नेमका त्यावेळी बेंगळूरूमध्ये होता आणि रात्री दिल्लीला जाणार होता. तो म्हणाला, “मी

ग्रहणाची सुरुवात बघेन. मला माहीत आहे की मी आईच्या पोटात असताना तुम्ही दोघांनीही ग्रहण पाहिले आहे. तेव्हा मला तिथून ते बघण्याची ‘दिव्यदृष्टी’ असती तर! पण आता हे ग्रहण मात्र मी चुकवणार नाही.” गच्चीवरून ग्रहण बघितल्यानंतर तो विमानतळावर जाण्यासाठी निघून गेला. हल्ली या बाबतीत वेगवेगळ्या वैज्ञानिक गटांकडून तसेच बुद्धिप्रामाण्यवादी संस्थांनी केलेल्या प्रसारामुळे सकारात्मक बदल झाला आहे. रस्त्यावर बाहेर थोडेच लोक येत असले तरी आता ग्रहणाच्या काळात कार्यालये, सार्वजनिक दळणवळण सेवा सुरळीत चालू असतात. १९८० आणि १९९० मध्ये अशी परिस्थिती नव्हती. त्यादिवशी टॅक्सी ड्रायव्हर वेळेत हजर झाला आणि विमानही अगदी वेळेवर सुटले. चंद्र तांबडा ग्रहणग्रस्त असताना जरी आमचा मुलगा घरातून निघाला असला तरी दिल्लीत सुरक्षितपणे उतरला. पुण्यात माझ्या मुलीनेही तिच्या सहकारी आणि मित्रांबरोबर ग्रहण बघण्याचा आनंद लुटला.

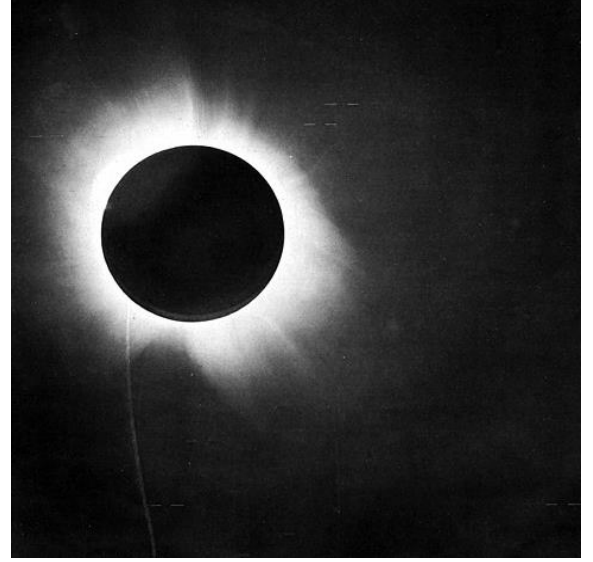
पण आमच्या घरी एक विशेष घटना घडली. मी आणि माझी पत्नी ग्रहण बघण्यासाठी गच्चीवर जात असताना, काहीजण जमा झाले आणि विचारू लागले की, तुम्ही ग्रहणाच्या धोकादायक परिस्थितीला स्वतःहून सामोरे जात आहात याची तुम्हाला कल्पना आहे ना? आम्ही म्हणालो की आम्हाला याची कल्पना नव्हती पण “तुम्हाला जर असं वाटतंय तर कृपया आमच्या बरोबर गच्चीत या आणि आमच्या भोवती राहून आम्हाला वाचवा.” त्यांना काय वाटले ते मला माहित नाही, पण ते आमच्या बरोबर अनिच्छेने नाही तर आपणहून गच्चीवर आले. आम्ही ग्रहण लागण्याची वाट बघत असताना गप्पांना सुरुवात झाली. आणि त्या गप्पांनी मनोरंजक वळण घेतले. दोन्ही बाजूंनी काहीच वाद झाला नाही, सगळे प्रश्न या अपूर्व भौतिक

घटनेशी संबंधित होते. जेव्हा ग्रहणाची पूर्णस्थिती संपली आणि फिकट चंदेरी प्रकाश कडेने डोकावू लागला तेव्हा मी लगबगीने घरातून थोडी मिठाई घेऊन आलो. “तांबड्या चंद्राच्या पार्टीची मजा लुटा.” मी म्हणालो आणि एक तुकडा तोंडात टाकला. अनपेक्षितपणे, सर्वांनी माझ्या मागोमाग तेच केले. त्यात कोणतीही नाखुशी नव्हती, ना कुठल्या धोक्याची भीती! फक्त एका महिलेने नकार दिला, पण तिचे पती आमच्यात सामील झाले आणि मिठाई खाऊ लागले. त्या देखील आमच्यासाठी मिठाई घेऊन आल्या आणि त्यांच्या पतीने ही निषिद्ध गोष्ट केल्याचे त्यांना काहीच वाटले नाही.

हा अनुभव जरी रोमांचकारी होता तरी त्यांच्या मनातली सुप्त भीती नाहीशी झाली आहे असे काही त्यावरून म्हणता येणार नाही. मी हा अनुभव सांगितला कारण प्रत्येक प्रसंग ही संवादाची संधी असते, आणि या गोष्टी ठरवून होत नाहीत.

आमच्या या ‘ग्रहणचर्चे’ च्या वेळी भारतीय परंपरांचा प्रश्न उद्भवला. यामुळे आम्हाला त्यांना आर्यभट्टाने केलेल्या ग्रहणाच्या विश्लेषणाविषयी सांगण्याची संधी मिळाली. त्याला माहीत होते की सूर्यग्रहणाच्या वेळेस चंद्र सूर्याला कसा झाकतो आणि चंद्रग्रहणाच्या वेळेस पृथ्वीची छाया चंद्राला कसे झाकून टाकते. मी म्हणालो, “हीसुद्धा भारतीय परंपरा आहे.” त्यांना आश्चर्य वाटले. अशा चर्चेत सहभागी होणे, प्राचीन आणि आधुनिक भारतीय परंपरेविषयी बोलणे, काय खरे आणि काय खोटे याविषयी बोलणे आमच्यासाठी आवश्यक होते. असा संवाद फक्त खगोलशास्त्रापुरताच मर्यादित नाही.

ग्रहणांचा विचार करताना खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळी लागलेल्या दोन शोधांबद्दल बोलावेच लागेल. हे शोध लागण्याकरिता अशा खग्रास ग्रहणाचीच आवश्यकता होती. पहिला शोध आहे सर्वात प्रथम आढळलेल्या हेलियमच्या प्रकाश वर्णपटाचा. १८ ऑगस्ट १८६८ या दिवशी गुंटूर या आंध्रप्रदेशातील गावात सूर्यग्रहणाचे निरीक्षण करताना ज्यूलस जॅन्सन या फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञाला हेलियम पहिल्यांदा आढळून आले. या प्राथमिक निरीक्षणानंतर हेलियम या मूलद्रव्याचा शोध कसा लागला ही मोठी कथा आहे. ती आपण शैक्षणिक संदर्भच्या जून-जुलै २०१९ च्या अंक ११८ मध्ये वाचलीच असेल.



२९ मे १९१९ चे खग्रास सूर्यग्रहण

<https://www.mpg.de/9244824/solar-eclipse-1919>

दुसरा शोध आहे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण बलामुळे होत असलेल्या प्रकाशाच्या वक्रीकरणाचा. २९ मे १९१९ या दिवशी खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळी हे नोंदले गेले. त्यासाठी आकाशात सूर्य दिसत असला पाहिजे पण सूर्यबिंब पूर्णपणे झाकलेले हवे अशी स्थिती गरजेची होती. ग्रहण काळात केलेल्या या निरीक्षणामुळे आईनस्टाईनच्या सापेक्षतेच्या सामान्य सिद्धांताचे अनुमान खरे असल्याचा पडताळा सर्वात प्रथम मिळाला. ही माहिती जरी ग्रहण काळात मिळाली असली तरी आर्थर एडींग्टन आणि त्याच्या सहकाऱ्यांना त्याचे विश्लेषण करण्यासाठी आणि आईनस्टाईनचे अनुमान खरे आहे याचा पडताळा करण्यासाठी पुढे चार

महिने लागले. अशा प्रकारे, २९ मे १९१९ चे खग्रास सूर्यग्रहण हे विसाव्या ‘शतकाचे सूर्यग्रहण’ होते.

अवकाश-काळाच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे वक्रीभवनाची आईनस्टाईनने मांडलेली कल्पना सैद्धांतिक होती पण विज्ञानाच्या क्षेत्रात स्वीकारली जाण्यासाठी प्रयोग, निरीक्षण, अनुमान या पायऱ्या अनुसरण्याची आवश्यकता होती. येथे प्रयोग म्हणजे खरेखुरे प्रयोग (नुसते वैचारिक प्रयोग नव्हेत) आणि खरीखुरी निरीक्षणे. ही निरीक्षणे परत परत तपासून बघायला हवीत. ही परत परत केलेली निरीक्षणांची तपासणी स्वयंचलितरित्या होत नाही. विज्ञानाला अनेक गोष्टी परिपक्व होण्याची वाट बघावी लागते, उदा. तंत्रज्ञान, मानव संसाधन आणि इतर क्षेत्रातील प्रगती – जरी या गोष्टी त्याच्याशी संबंधित नाहीत असे वाटले तरी.

याच्या व्यावहारिक उपयोगाची बाब त्यावेळी आईनस्टाईन किंवा एडींग्टन व इतर संशोधकांच्या कल्पनेच्या बाहेर होती. त्यांनी स्वप्नातही असा विचार केला नसेल की त्यांचे शोध शंभर वर्षांनंतर आपण नियमितपणे वापरत असलेल्या ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टीममध्ये उपयोगात येतील.

माझी खात्री आहे की इस्रोसुद्धा त्यांच्या निरनिराळ्या नैमित्तिक कामांमध्ये हे शोध वापरते. सध्या त्यांना श्रीहरीकोटाहून तिरुपती येथील तिरुमला देवळात जाण्याचा सगळ्यात जवळचा मार्ग शोधण्यासाठी कदाचित त्याचा उपयोग होत असेल! बाकीच्या सगळ्या गोष्टी दैवी आशीर्वादाने निभावून जातील - गुरुत्वाकर्षण असो किंवा नसो, काही फरक पडत नाही!

अवकाश-काळाचे वक्रीभवन परमेश्वराने आधीच मोजून ठेवलेले आहे आणि ते पुजाऱ्यांच्या मार्फत त्या प्रयोगाचे सूत्रधार असलेल्या वैज्ञानिकांपर्यंत पोहोचवले गेले! चांद्रयानाच्या उड्डाणापूर्वी आलेला अडथळा यामुळेच लपून राहिला नाही! परमेश्वराचा महिमा अगाध आहे!

“ओ टेम्पोरा!”* ओम टेम्पोरा!! ओहम टेम्पोरा!!!”

* याचा अर्थ “ओह, आमच्या काळा!” (“Oh, our times!”). असे रोमन सिनेटचा सदस्य सिसरो (१०६ बीसीइ- ४३ बीसीइ) याने म्हटले आहे. हे वाक्य सत्यजित रे यांनी त्यांच्या ‘महापुरुष’ या सिनेमामध्ये वापरले आहे.

§§§

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

नशामुक्ती : मुलांची मोहीम!

लेखक : शिरीष खरे

नशेच्या आहारी गेलेल्या कुठल्याही व्यक्तीची ती सवय बदलवणे खूप अवघड असते. पण २०१७ साली सांगली जिल्ह्यातील एका शाळेच्या लहान मुलांनी फक्त दोन वर्षात पूर्ण वस्तीची नशा करण्याची सवय सोडवली.

सांगलीच्या जिल्हा-मुख्यालयापासून साधारण १५० किलोमीटर दूर जत या तालुक्यामधील पांडेझरी हे एक छोटेसे दुष्काळग्रस्त गाव आहे. येथील शेतकरी ज्वारी आणि बाजरी पिकवतात. याशिवाय पाणी उपलब्ध असताना द्राक्ष शेतीला प्राधान्य दिले जाते. वस्ती विरळ आहे आणि लोकसंख्या अपेक्षेपेक्षा कमी आहे. चंद्रकांत कांबळे या गावचे सरपंच आहेत.

कांबळे सांगतात, “दीड-दोन वर्षांपूर्वी दुसरीत शिकणारा माझा मुलगा अरविंद मला म्हणाला की मी जेवणार नाही. मी त्याला खूप आग्रह केला, खूप समजावलं पण तो ऐकायला तयारच नव्हता. मी जेव्हा त्याच्या या हट्टामागचं कारण विचारलं तेव्हा त्याचं उत्तर ऐकून मला धक्काच बसला. तो म्हणाला. ‘तुम्ही जोपर्यंत व्यसन करता आहात तोपर्यंत जेवणार नाही. मी जेवावंसं वाटत असेल तर तुम्ही व्यसन करणे बंद करा.’ हे ऐकून मी विचारात पडलो.”

कांबळे यांनी सांगितलं की, मला हे ऐकून आश्चर्य वाटलं. गावात आत्तापर्यंत त्यांना असं कुणीच म्हटलं नव्हतं. त्यामुळे ही काय भानगड आहे हे समजून घ्यायला ते दुसऱ्या दिवशी



बाबरवस्तीच्या प्राथमिक शाळेत गेले. बाबरवस्ती पांडेझरी गावचीच एक वस्ती आहे. अरविंद याच शाळेत शिकतो. तिथे दिलीप वाघमारे त्याला शिकवतात.

बाबरवस्ती, पांडेझरी, सांगली प्राथमिक शाळा

याविषयी दिलीप वाघमारे

सांगतात, “शाळेच्या एका उपक्रमात आमच्या मुलांनी आपल्या आणि आपल्या आजूबाजूच्या लोकांच्या चांगल्या आणि वाईट सवयी ओळखल्या होत्या. हे करत असताना विद्यार्थ्यांनी दारू आणि तंबाखूचे सेवन आरोग्यासाठी कशाप्रकारे हानिकारक असते यावर देखील चर्चा केली. यामुळे अरविंदला वाटत होते की आपल्या वडिलांनी या पदार्थांचे सेवन करू नये. त्याने वडिलांना सांगितले की, जर तुम्ही या पदार्थांचे सेवन बंद केले तर गावातील इतर लोकांची सवय सोडवायला देखील मदत होईल.” दिलीपसरांचं हे बोलणं ऐकून चंद्रकांत कांबळे भावूक झाले. मग त्यांनी सरपंच या नात्याने लहान मुलांच्या नेतृत्वाखाली गावातील लोकांसाठी व्यसनमुक्ती अभियान चालवण्याचा संकल्प हाती घेतला.

दिलीप वाघमारे बाबरवस्तीच्या शाळेत पहिली ते चौथीच्या एकूण ४८ विद्यार्थ्यांना शिकवतात. यामध्ये २६ मुलं आणि २२ मुली आहेत. गावातील बहुतांश लोक ऊस तोडणीसाठी

स्थलांतर करतात. दिलीप यांच्या मते नशामुक्ती अभियान बरंच अडचणीचं होतं. “३०० लोकसंख्या असणाऱ्या आमच्या वस्तीच्या या शाळेत शिकण्यासाठी एकूण ५० विद्यार्थी देखील नव्हते. त्यामुळे आमच्यासमोर पहिला प्रश्न होता - आम्ही काय करायचं?” सर्वात प्रथम त्यांनी विद्यार्थ्यांमध्ये या बाबतीत जागृती करण्यासाठी काही विशेष सत्रे आयोजित केली. त्यात विद्यार्थ्यांसोबत व्यसनांमुळे होणाऱ्या दुष्परिणामांची चर्चा केली. मग विद्यार्थी त्यांच्या घरी, शेजारी, गल्ली आणि परिसरातील लोकांना व्यसनाच्या दुष्परिणामांबद्दल सांगू लागले. विद्यार्थी गावातील लोकांना तंबाखू खाल्ल्याने देशातील आणि जगभरातील किती लोकांना तोंडाचा कर्करोग झाला हे सांगत. ते गावातील लोकांना तोंडाच्या कर्करोगाचे फोटो दाखवत फिरायचे आणि नंतर अशी वेळ आली की या विद्यार्थ्यांच्या कुटुंबातील लोकांनी विद्यार्थ्यांसोबत मिळून पूर्ण गावात व्यसनमुक्ती फेरी काढली.

तिसरीमध्ये शिकणारी आरती कौर सांगते, “मी माझ्या आजोबांना गुटखा सोडायला सांगितलं तेव्हा त्यांनी ऐकलं नाही. मी पुन्हा पुन्हा सांगितलं तरी ते लपूनछपून गुटखा खायचे. एकदा त्यांना गुटखा खाताना बघून मी रडायला लागले. तेव्हा ते म्हणाले की रडू नको, आता नाही खाणार गुटखा!”

तिसरीचीच धनसरी म्हणते, “माझे बाबा मला पैसे देऊन गुटखा आणायला सांगायचे. एक दिवस मी त्यांना म्हटलं, हे खाणं जर इतकं चांगलं आहे तर मी पण खाणार! ते म्हटले हे खूप खराब असतं. मग मी म्हटलं की असं असतं तर तुम्ही तो खाल्लाच नसता. असं म्हणून मी त्यांचं गुटखा खाणं बंद केलं.”

दिलीप सांगतात त्यांनी शालेय स्तरावर बरेच सांस्कृतिक कार्यक्रम घेतले. ‘नशा सोडणे का गरजेचे आहे?’ अशा विषयांवर व्याख्याने आयोजित केली. यामध्ये व्यसनांशी संबंधित विषयतज्ञांना बोलावले. यामध्ये विचारवंत आणि सामाजिक कार्यकर्त्यांचा देखील समावेश होता. याशिवाय व्यसनमुक्ती शिबीर देखील त्यांनी आयोजित केले.

ग्रामस्थ गोडप्पा कुलाडे सांगतात की व्यसन एवढ्या सहज नाही सुटत. पण, मुलांच्या प्रेमापोटी मात्र आम्ही विरघळलो. त्यांच्या मते गावात दोन वर्षांपूर्वी गुटखा खाण्याचे प्रमाण अधिक होते. आज अशी परिस्थिती आहे की पन्नासातून एखादी व्यक्ती गुटखा खाताना दिसते. परंतु गावातील लोक अशा माणसांना गुटखा खायला मनाई करतात. ग्रामस्थ बालाजी पडलवार यांनी सांगितलं, “मला दारूच्या दुष्परिणामांची माहिती नव्हती असं नाही, पण व्यसनाने मनाचा ताबा घेतला होता म्हणून सोडता येत नव्हती. पण जेव्हा मुलं आणि सगळा गाव दारू प्यायला मनाई करायला लागला, तेव्हा मी विचार केला की कशाला दारू पिऊन वातावरण खराब करायचं.” शेवटी कल्पना कौरें या वृद्ध महिलेने सांगितले, “मोठे या नात्याने लहानांना चांगल्या सवयी शिकवणे हे आपले काम असते. पण जेव्हा लहान मुलं आपल्याला सांगतात काय चांगलं आणि काय वाईट आहे, तेव्हा सुरुवातीला वाईट वाटलं तरी शेवटी चांगलंच वाटतं.”

§§§

लेखक : शिरीष खरे, शांतिलाल मुथा फाउंडेशन, पुणे या संस्थेत कार्यरत.

इमेल : shirish2410@gmail.com

वैज्ञानिक दृष्टिकोन दिनानिमित्त विचारा का???

लेखक : सुधीर कुंभार

घोकंपट्टीतून शिक्षणाची सोडवणूक करणे व शिक्षण पाठ्यपुस्तक केंद्रित न करता मुलांच्या सर्वांगीण विकासासाठी ते उपयोगी पडेल असे देणे हे राष्ट्रीय अभ्यासक्रम आराखडा २००५ मधील मार्गदर्शक तत्व आहे.

वैज्ञानिक दृष्टिकोन दिनानिमित्त गावपातळीवरील स्थानिक समस्यांचा मागोवा घेण्यासाठी शालेय विद्यार्थ्यांना प्रोत्साहन दिले पाहिजे. त्यादृष्टीने पुढील काही प्रश्नांवर माहिती मिळवून तिची चिकित्सा करण्याचे उपक्रम होऊ शकतात.

- गाय, म्हैस, शेळी शेतकऱ्यांच्या दृष्टीने फायदेशीर आहे का? बैलांचे महत्त्व शेती पद्धतीत कमी झाले आहे का? देशीच्या जागी संकरित जनावरे आल्याने दूध उत्पादनात फरक पडला आहे का?

- एखाद्या परिसरात मत्स्य व्यवसाय, मत्स्य शेती, इ. होत असल्यास तिथे यांत्रिकीकरणामुळे काही परिणाम झाला आहे का?

गावाच्या दृष्टीने उपयुक्त असेही काही उपक्रम वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून घेता येणे शक्य आहे.

- रासायनिक तसेच जैविक कीटकनाशकांच्या परिणामांची माहिती लोकांना पुरवणे.
- लग्न समारंभ, सण, उत्सवातील भोजनाच्या कार्यक्रमात अन्न वाया जाऊ नये म्हणून नवे वैज्ञानिक उपाय सुचवण्यासाठी मुलांना उद्युक्त करणे.
- बाजारादिवशी किंवा यात्रेदिवशी अन्नपदार्थ विक्रीच्या दुकानांची पाहणी करून तिथे काय काय दिसले याच्यावर चर्चा करणे, भेसळ शोधून काढण्यासाठी विज्ञानाचा वापर करणे.
- आपल्या परिसरातील ऊर्जेबाबत स्वयंपूर्ण असणारी वस्ती, खेडे, शहर वा कारखाना यावर माहिती घेणे. बायोगॅस, सौर चूल, सोलर वॉटर हिटर याबाबत विक्रेत्याकडून व वापरकर्त्याकडून माहिती मिळवणे. भविष्यात ऊर्जा संकट येऊ नये म्हणून कोणते उपाय आहेत, कोणते करावे लागतील, यावर विचार व चर्चा करणे.

याशिवाय शाळेत विद्यार्थ्यांबरोबर महत्वाच्या प्रश्नांवर चर्चाचे काही उपक्रम वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून घेता येतील.

- व्यसनांचे मुलामुलींवर काय परिणाम होतात त्याबद्दल चर्चा घडवून आणणे.

- विद्यार्थिनींना मासिक पाळी संदर्भात पुरेसे ज्ञान व मार्गदर्शन मिळत नाही. याविषयी वाटणारा संकोच, कुटुंबातील निरक्षरता त्यामुळे त्या बोलत नाहीत. परिणामी मासिक पाळी मध्ये घ्यावयाची काळजी, सॅनिटरी पॅडचा वापर, इ. विषयी त्यांना पुरेसे ज्ञान मिळत नाही त्याचा परिणाम त्यांच्या शैक्षणिक गुणवत्तेवर, समाजीकीकरणावर, आरोग्यावर होतो. या संदर्भात गैरसमज दूर करण्यासाठी संवाद घडवून आणणे.

विद्यार्थ्यांच्या मदतीने स्थानिक पातळीवर जनजागृतीसाठी काही उपक्रम हाती घेता येतील.

- केसांच्या जटांसारख्या अंधश्रद्धामुळे आर्थिक, मानसिक, शारीरिक, लैंगिक शोषण होत असल्याची अनेक उदाहरणे ग्रामीण भागात दिसतात. याबाबत जनजागृती केली पाहिजे. प्रसंगी त्या विरोधात उभे राहिले पाहिजे.
- कामगारांना हाताने मैला साफ करायला किंवा डोक्यावरून न्यायला लावण्याची प्रथा आता कायद्याने बंद झाली आहे. पण अनेक कामगार स्वच्छतेसाठी बूट, ग्लोव्हज, हेल्मेट सारखी कोणतीही उपकरणे न घेता गटारात उतरतात आणि जीव गुदमरून मृत्युमुखी पडतात. सांडपाण्याच्या विघटनातून हायड्रोजन सल्फाईड, अमोनिया यासारख्या वायूंचे उत्सर्जन होत असते, त्यांना स्वच्छतेचे हे सेवक बळी पडतात. आपण समाजाने दिलेले हे बळी आहेत याची जाणीव आपल्याला व्हायला हवी. याबाबत समाजात व कामगारांतही जागरूकता निर्माण करण्यासाठी प्रयत्न करता येतील.

- उघड्यावर शौचाला बसण्यातून पसरणारे बरेचसे रोग असतात. त्यातून हजारो बालके मृत्युमुखी पडताना दिसतात. याबाबत जनजागृती करता येईल.
- नॅशनल बायोडायव्हर्सिटी बोर्ड अर्थात राष्ट्रीय जैवविविधता प्राधिकरणाची स्थापना झाली आहे. त्याचे कार्यही सुरू झाले आहे. मात्र स्थानिक पातळीवर जैवविविधता राखण्यासाठी, जपण्यासाठी आदिवासी, ग्रामीण व नागरी अशा तिन्ही समुदायांनी प्रयत्न केले पाहिजेत. स्थानिक लोकांनी आत्तापर्यंत गावाच्या आसपास आहेत त्या संपन्न देवराया, गावठाण मालकीचे डोंगर, इ. संपदा आहेत तशा जपणे, टिकविणे व वाढविणे गरजेचे आहे. देवराया जपल्या पाहिजेत कारण या भारतातील जैवविविधतेच्या जनुक बँका आहेत. या बँका बंद करून चालणार नाहीत. यात जगात इतरत्र कोठेही नाहीत असे जीव आहेत. मानवी हस्तक्षेपापासून, अतिक्रमणापासून पाणी व जंगले राखली पाहिजेत. आपल्याला पूर्वी विविध वनस्पती, गवते, वेली दिसत. घुबडे, गिधाडे, विविध प्रकारचे प्राणी, पक्षी, साप, विंचू आणि कीटक दिसत असत. पण आता ते दिसत नसल्याची तक्रार स्थानिक शेतकरी नेहमी करतात. त्यांच्या मतावर चर्चा झाली पाहिजे.

विज्ञान शिक्षण ऐकून व स्मरणाने होत नसते तर योग्य निरीक्षणे, वैज्ञानिक कृती, निष्कर्ष काढण्याची क्षमता, तर्कशक्ती या कौशल्यांचा विकास व्हावा लागतो. विज्ञानातून समस्या निराकरणाचे कौशल्य यावे यासाठी प्रयोग व कृती करण्याची संधी विद्यार्थ्यांना दिली पाहिजे. यातून विद्यार्थ्यांची प्रयोगशीलता वाढीस लागेल आणि समस्येच्या उत्तरापर्यंत जाण्याची शास्त्रीय पद्धत विकसित होईल. यासाठी मिळालेल्या माहितीची, अनुभवाची चिकित्सा करण्याची क्षमता

शिक्षकांमध्ये आणि प्रत्येक विज्ञान शिकणाऱ्यात यावी लागेल. वैज्ञानिक दृष्टिकोनाची निर्मिती होऊन त्याचा वापर दैनंदिन जीवनात होऊ लागेल तेव्हा विज्ञान समाजातील सर्व स्तरातील घटकांपर्यंत पोहचेल. विज्ञानाभिमुख समाज निर्माण होईल. साजऱ्या होणाऱ्या वैज्ञानिक दृष्टिकोन दिनात वैज्ञानिक पद्धतीने नुसता विचार करून चालणार नाही तर यापुढे सातत्याने वैज्ञानिक पद्धतीने कृतीचीही आवश्यकता आहे.

आपल्या परिसरात पर्यावरण रक्षण व संवर्धन करणे ही आपली सामाजिक व वैयक्तिक जबाबदारी म्हणून शिक्षक व विद्यार्थी एक वैज्ञानिक व बालवैज्ञानिक म्हणून सतर्क राहून सातत्याने कार्यरत राहिले तर भविष्यात अडचणी येणार नाहीत, असे कर्मवीर भाऊराव पाटील विद्यालय येथे सुरू असलेल्या विज्ञान पंधरवड्याच्या उपक्रमात मानले जाते. गेली एकोणीस वर्षे विज्ञान पंधरवड्याचे आयोजन केले जाते. यासाठी रयत शिक्षण संस्थेच्या विज्ञान परिषदेचे सहकार्य मिळाले आहे. दरवर्षी विज्ञान पंधरवड्यात विविध कार्यक्रमांचे आयोजन केले जाते.

आकाश दर्शन, पक्षी निरीक्षण, व्यसनमुक्ती बरोबरच विविध पर्यावरण उपक्रम, प्रकल्प यावर मार्गदर्शन केले जाते.

भारतातील कला व त्यातील विज्ञान यावर व्याख्यान, आरोग्य व आहारासंबंधी चर्चासत्र, इ.मध्ये विद्यार्थी भाग घेतात.

रणांगणातील विज्ञान व संगणक नेटवर्किंग, औषध निर्मिती, इ. वरही व्याख्यान घेतले जाते. शास्त्रज्ञांच्या विज्ञान क्षेत्रातील योगदानावर चित्रपट दाखवून माहिती दिली जाते.

शाळेतील विज्ञान मंडळाच्या सदस्यांनी वीज, पाणी, शेती, इंधन, वाहन प्रदूषण व आरोग्य यांचे सर्वेक्षण केले आहे.

या निमित्ताने पाणीबाणी सारखे पथनाट्य बसविण्यात आले. विज्ञान गीते सादर केली गेली.



विज्ञान पंधरवड्यातील उपक्रम

विज्ञान दृष्टिकोन दिनानिमित्त नागरिकांनी व विद्यार्थ्यांनी प्रश्न विचारावे. मानवी प्रगतीसाठी इच्छुक सर्वांनीच प्रश्न विचारले पाहिजेत. जरी ते प्रश्न कोणाला अडचणीत आणणारे, नको असणारे असले तरी. जरूर विचारा अनंत प्रश्न... का? कसे? कोठे? कोणी? कशासाठी??

§§§

लेखक : सुधीर कुंभार, समन्वयक, रयत विज्ञान परिषद, रयत शिक्षण संस्था, सातारा.

इमेल : kumbhar.sudhir1966@gmail.com

अन्न सुरक्षेचं सैन्य - भाग ४

लेखक: सोपान जोशी

अनुवाद: अमलेंदु सोमण

मागच्या लेखात शेतीत होत गेलेले बदल आपण बघितले. शेतकरी आणि पशुपालन करणारे भटके लोक यांच्यात परस्परांना फायदेशीर ठरतील असे चांगले संबंध होते. पिकाची कापणी झाल्यावर शेतकरी गुरं आणि शेळ्यामेंढ्यांना चारण्यासाठी आणत. जनावरांना चारा मिळत असे आणि जमिनीला त्यांच्या शेणाचं नैसर्गिक खत मिळे. पण यांत्रिक शेतीने ही पूर्वापार चालत आलेली देवाणघेवाण आता नष्ट होत चालली आहे. आता आपल्याकडेही शेतीची तथाकथित प्रगत पद्धत सुरु झाली आहे. त्याचा परिणाम आणि त्यावरील उपाय जाणून घेऊ या भागात.

युरोप आणि अमेरिकेतली शेती तर आता पूर्णपणे खत-उत्पादन कंपन्यांच्या तालावरच चालते आहे. तिथे शेती इतकी महाग झाली आहे की अब्जावधी रुपयाच्या अनुदानाशिवाय ती होऊच शकत नाही. २०१२ मध्ये या विकसित देशांनी आपल्या शेतकऱ्यांना २५८ अब्ज

डॉलरचं सरळ अनुदान दिलं होतं. पण खरं तर हे अनुदान शेतीऐवजी या कंपन्यांचा व्यवसाय तारून नेण्यासाठीच उपयोगी पडतं आहे.

चीन आणि भारतदेखील या अनुदानित शेतीच्या दिशेनेच वाटचाल करत आहे. कोरडी शौचालयं म्हणजे मागासलेपणाचं चिन्ह मानलं जाऊ लागलं आहे. जी शहरं आपलं मलमूत्र विकून पैसा कमावत होती, तीच आता कोट्यवधी रुपये खर्च करून मैला वाहून नेणाऱ्या ट्रेनेच्या नाल्या तयार करत आहेत. भारतात आता शेणखत मिळणं दुरापास्त झालं आहे. त्याचं एक कारण म्हणजे चुली पेटवायला शेणाच्या गोवऱ्यांचा वापर आणि दुसरं म्हणजे पिकांमध्ये झालेले बदल. पूर्वी ज्वारी, बाजरी, डाळी आणि तीळ यांचं उत्पादन घेतलं जायचं, त्यामुळे जनावरांच्या चाऱ्याचीही व्यवस्था होत असे. सरकार आता धान्य खरेदी करतं आणि ते स्वस्त धान्य दुकानात विकतं, त्यामुळे भात आणि गहू या पिकांनी इतर सगळ्या पिकांना शेतीतून



कापणीनंतर शेतात उरलेले निरुपयोगी खुंट

जवळजवळ हद्दपारच केलं आहे. शिवाय ज्या संकरित जातीमुळे हरितक्रांती टिकून आहे त्या पिकांच्या जाती बुटक्या असतात. त्यातून चारा कमी दर्जाचा आणि कमी मिळतो.

काही समृद्ध म्हणवणाऱ्या प्रदेशांमध्ये कापणीनंतर उरलेले खुंट जाळले जातात. त्याचं कारण यंत्राने होणाऱ्या शेतीत अशा खुंटांचा काही उपयोगच उरत नाही. पंजाब आणि हरयाणा

या राज्यांत कित्येक वर्षांपासून हे चालू आहे. आता ही पद्धत मध्यप्रदेशातल्या विदिशासारख्या गव्हाचं उत्पादन करणाऱ्या प्रदेशात देखील सुरू झाली आहे.

एका शास्त्रज्ञाचा असा अंदाज आहे की भारतात अशा खुंटांच्या स्वरूपात पिकांचे सुमारे ५० कोटी टन अवशेष शिल्लक राहतात. त्यातले सुमारे १४ कोटी टन असे जाळले जातात. त्यामुळे खतांचा नाश तर होतोच, शिवाय मोठ्या प्रमाणात वायुप्रदूषणसुद्धा होतं. कापणीच्या हंगामात पंजाब आणि हरयाणामध्ये खुंट जाळण्याचा परिणाम म्हणून दिल्लीसारख्या शहरांवर दर वर्षी ऑक्टोबरच्या सुमाराला एक धुराची चादर पसरल्यासारखं वातावरण असतं. अशा परिस्थितीत ज्यांना शक्य असतं ते बाजारातून पेंड खरेदी करून गुराढोरांना आपल्या कुंपणाच्या आतच खायला घालतात. ज्यांना शक्य नसतं, ते आपली ढोरं सामायिक गायरानात चारतात. गावोगावी असलेल्या या जमिनी कित्येक वर्षे सुरू असलेल्या चराईमुळे आता खराब झाल्या आहेत किंवा सरकारांनी भूमिहीनांना वाटून टाकल्या आहेत. अशा जमिनींचा बलदंड माफियांनी ताबा घेणं यात आता आश्चर्य वाटण्यासारखं काही राहिलेलं नाही. गावांमधले समाज विस्कळीत होण्याचा अशा सार्वजनिक साधनसंपत्ती शिल्लक न राहण्याशी अगदी सरळ संबंध आहे – मग ते जलस्रोत असोत की गायरानं. गावोगावी फिरणारे कृषीशास्त्रज्ञ स्पष्टच म्हणतात की पूर्वी ज्या निगुतीने शेणखत जपलं जायचं तसं आता होत नाही. शेतकरी कृत्रिम खतांनी काही जादू होण्याची वाट पहात आहेत.

आपल्या समाजातले कित्येक जण असं मानतात की या सगळ्या गोष्टी कालबाह्य झाल्या आहेत आणि त्याच्याबद्दल दुःख करणं निरर्थक आहे. त्यांचं म्हणणं असं आहे की सतत बदल

होत राहणं हेच शाश्वत आहे आणि आपण आता नव्या जगाच्या दिशेने चाललो आहोत. ते आग्रहाने असंही म्हणतात की या बदलामुळेच आपल्याकडे हरित क्रांती शक्य झाली. परदेशातून विकत आणलेली खतं वापरून का होईना, पण आपण धान्यांच्या उत्पादनात आत्मनिर्भर झालो. ही गोष्ट काही प्रदेशांच्या बाबतीत खरी आहे. उदाहरणार्थ, पंजाब आणि आंध्रप्रदेशमध्ये कालव्यातलं पाणी आणि कृत्रिम रासायनिक खतांमुळे धान्याचं उत्पादन आणि त्याबरोबर शेतकऱ्यांची कमाई भरपूर वाढली.

पण या प्रदेशांतली परिस्थिती आता ३० वर्षांपूर्वीसारखी राहिली नाही. आता सिंचनासाठीच्या कालव्यांची स्थिती खराब होत चालली आहे. बागाईत भूजलावर चालू आहे. भूजलाची गुणवत्ता आणि उपलब्धता खालावत चालली आहे. पंजाबमध्ये हरितक्रांतीमुळे आलेल्या समृद्धीचा रंग फिकट होत चालला आहे, ही बातमीही आता जुनी झाली. पण ज्या कृषी संस्थांच्या मदतीने ही हरितक्रांती आली त्या आपल्या पुराण्या यशाचेच गोडवे गात आहेत. आजच्या समस्यांना तोंड देण्यासाठी त्यांच्याकडे कुठला विचारही नाही आणि युक्तीही नाही.

कृषीशास्त्रज्ञच नाही तर शेतकरीदेखील त्या जादूच्या शोधाची वाट पाहत आहेत - नवी हरित क्रांती किंवा 'सदाबहार हरित क्रांती'ची. किंवा फ्रिट्झ हेबरने हवेतून नायट्रोजन खेचून घेण्याच्या शोधासारख्या नव्या शोधाची. हा नवा चमत्कार कुठून येईल ते मात्र कोणालाच ठाऊक नाही. ही वेडी आशा आहे की विज्ञानावरचा अंधविश्वास, तेही कळत नाही. शेतीची पैदावार वाढवण्याची मागणी पुन्हापुन्हा केली जाते – प्रत्येकाला भोजन मिळण्यासाठी एकमेव उपाय आहे तो महाग तंत्रज्ञान वापरून उत्पन्न वाढवण्याचाच.

युनोची ‘फूड अँड अँग्रीकल्चर ऑर्गनायझेशन’ कित्येक वर्षांपासून सांगते आहे की दुनियेत जितकं अन्न पैदा होतं त्याचा किमान एक तृतीयांश भाग फेकून दिल्यामुळे वाया जातो – खास करून श्रीमंत देशांमध्ये. काही जणांचा अंदाज आहे की वाया जाण्याचं प्रमाण ५०% सुद्धा असू शकेल. हा नाश जर वाचवता आला तर कदाचित पैदास वाढवण्याची गरजही राहाणार नाही. परंतु हा नाश थांबवण्यात कोणालाच रस नाही, कारण त्यामुळे उद्योगात आणि व्यापारात फायदा वाढत नाही.

काही कृषीशास्त्रज्ञांचं असं स्पष्ट मत आहे की आजचं कृषीविज्ञान शेतकऱ्यांच्या उपयोगाचं राहिलेलं नाही. त्याचं कारण हे की आपले वैज्ञानिक जी विदेशी पुस्तकं वाचतात, ती तिथल्या परिस्थितीला अनुसरून लिहिलेली असतात. ज्या गोष्टी दोन्हीकडे सारख्याच आहेत त्या तर त्यांना व्यवस्थितपणे ठाऊकच असतात, पण आपल्या इथली जी वैशिष्ट्ये आहेत ती पुस्तकातून शिकता येत नाहीत कारण आपल्या परिस्थितीला अनुसरून ती पुस्तके लिहिलेलीच नसतात. त्या गोष्टी आपल्या शेतकऱ्यांपासून शिकता येतील, परंतु आपल्या कृषीशास्त्रज्ञांची आणि तंत्रज्ञांची अशी धारणा आहे की इथले सगळे शेतकरी मूर्ख आहेत आणि त्या शेतकऱ्यांचा उद्धार हेच त्यांचं कर्तव्य आहे.

या पुढची हरित क्रांती कशी आणता येईल हेच आजच्या कृषी संशोधन संस्थांचं उद्दिष्ट आहे. आजचं कृषी संशोधन हे कृत्रिम रासायनिक खतं, भूजलाचा उपसा आणि महाग संकरित बियाणं यांच्याच भोवती फिरतं. शेती करण्याचा दुसरा एखादा मार्ग शोधण्याची त्यांची मानसिकताच नाही.

सरकारी कार्यक्रम अयशस्वी झाल्यानंतर आपले कृषीशास्त्रज्ञ खाजगी कंपन्यांकडे डोळे लावून बसले आहेत. त्यांना सर्वात जास्त आशा आहे ती जेनेटिक इंजिनियरिंगच्या साहाय्याने शोधलेल्या सुधारित बीजांकडून. यातूनच शेतीचे काही चमत्कार दिसतील अशी जबरदस्त आशा सर्वत्र आहे. यातून जरी एखादी जादूची कांडी मिळाली तरी, ती भरपूरच महाग असेल यात शंका नाही.

आता आपल्या शेतकऱ्यांची सर्वात मोठी समस्या आहे ती म्हणजे शेतीत लागणाऱ्या सर्व वस्तूंच्या किमतीतील वाढ. अशा परिस्थितीत अधिक महाग बियाणं उपयोगात आणायचं म्हटलं तर शेती कितपत यशस्वी आणि किफायतशीर होईल त्याचा अंदाज करणं अवघड नाही.



आधुनिक शेतीत वापरली जाणारी असंख्य

रासायनिक उत्पादने

अधिक नफ्यामागे धावताना सोन्याची अंडी देणाऱ्या आपल्या मातीचा मात्र नाहक बळी जातो आहे. मातीचा अभ्यास केवळ नव्या कृत्रिम खतांचं उत्पादन आणि विक्रीवर केंद्रित आहे. इथे पिकांवरच्या किडींचा अभ्यास हा फक्त नवीन कीटकनाशकं विकण्यासाठीच होतो आहे. शेतकऱ्यांनाही

याची आता सवय होते आहे. प्रत्येक नवीन कीटकनाशक, नवीन खत आणि नवीन संकरित बियाणं गडबडीत विकत घेतलं जातं. पण ज्याला मृदा म्हणतात त्या मातीचा वरचा सुपीक थर बनण्यासाठी शतकं लागतात. तो नवीन बनवून विकता येत नाही.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरचा मातीचा थर निरनिराळ्या प्रकारच्या खडकांपासून तयार होतो. काळानुसार हे खडक तुटतात. हवा अन् पाण्याचा मारा आणि उन्हाची उष्णता यामुळे खडक भुसभुशीत व्हायला लागतात, त्याचं रूप खडीसारखं होतं, नंतर वाळू आणि त्यानंतर त्यांची माती होते. याचं शेवटचं रूप म्हणजे चिकणमाती. त्या प्रदेशातला खडक ज्या रासायनिक घडणीचा असेल त्याच प्रकारची तिथली माती होते. म्हणजे कुठे फॉस्फेटचे खडक असतील तर तिथे नैसर्गिक फॉस्फरसयुक्त माती तयार होते.

मातीच्या वरच्या थरात निरनिराळ्या प्राण्यांचे अवशेष कुजून मिसळत राहातात. या अवशेषांवर कित्येक प्रकारचे लहान आणि सूक्ष्मजीव-जिवाणू जगतात आणि वाढतात. त्यांचे श्वासोच्छवास आणि विष्टा यातून मातीला मिळत असलेल्या खतांचं आणि जैविक अवशेषांचं रूपांतर वनस्पतीच्या मुळांना सहजपणे शोषून घेता येईल अशा घटकात होतं. मातीत सुपीकता कमी असली तरीही जिवाणूमुळे वनस्पतींना ही पोषकद्रव्ये सहज मिळतात. जर जिवाणूंची संख्या कमी असेल तर भरपूर घातलेली कृत्रिम खतंसुद्धा पिकांना शोषून घेता येत नाहीत आणि अशी न पचलेली खतं मातीचं नुकसानच करतात.

मातीची सुपीकता हा केवळ भूगोल, भौतिकशास्त्र वा रसायनशास्त्राचा विषय नाही. कित्येक शास्त्रज्ञ मातीला केवळ सजीवांचं भरणपोषण करणारं एक यंत्र आहे असं मानत नाहीत, तर ती स्वतःच एक प्राणी आहे असं मानतात. मातीच्या सुपीकतेमुळे वर जंगलं उगवतात किंवा पीक येतं, तसंच खुद्द मातीच्या आतदेखील असीमित जीवन अस्तित्वात असतं. जेव्हा वृक्षवेली

जीवनाच्या या सागरातून आपल्या मुळांच्या साहाय्याने त्या जीवनाचा थोडासा अंश ओढून घेतात, तेव्हा जीवनाच्या या भूमिगत विविधतेचा परिणाम मातीच्या पृष्ठभागावर प्रतीत होतो.

भारतासारख्या विषुववृत्तीय उष्ण प्रदेशातली माती ध्रुवीय प्रदेशातल्या मातीहून निराळी असते – तिथल्या खडकांचा प्रकार सारखाच असला तरीही. विषुववृत्ताजवळच्या भागात कडक सूर्यकिरणे सरळ लंबरूप पडतात. त्यांच्या उष्णतेमुळे पाणी सुकून जातं आणि जैविक अवशेष सडण्याऐवजी तुकडे होऊन विखरून जातात. मग त्यात नव्या जीवनाला आधार देण्याची शक्ती राहात नाही आणि तिथे वाळवंटं तयार होत जातात. त्यामुळे उष्ण प्रदेशातल्या कोरड्या जमिनीत जैवभार कमी असतो. त्याच्या तुलनेत समशीतोष्ण प्रदेशातल्या मातीतलं पाणी सुकून जात नाही, ते मातीत दीर्घकाळ राहातं आणि ते सुपीकतेला बांधून ठेवतं.

कृषी विज्ञानाची आपल्याकडील पुस्तकं समशीतोष्ण प्रदेशात केलेल्या निरीक्षणं आणि प्रयोगांवर आधारलेली आहेत. त्यात असं लिहिलेलं असतं की आपल्याकडील मातीत जैविक तत्त्व म्हणजेच कार्बन कमी आहे, ही गोष्ट खरी आहे, पण या माहितीचा कोणताही फायदा नाही, कारण आपण आपलं वातावरण तर बदलू शकत नाही. पण पाणी आणि सूक्ष्मजीवांचं मातीत संतुलन व्यवस्थित असेल तर अशा उष्ण प्रदेशात जी जैवविविधता विकसित होते तशी इतरत्र कुठेही होऊ शकत नाही. ते मात्र या पुस्तकात शिकवलं जात नाही.

उष्ण कटिबंधातली वर्षावने हे याचं उत्तम उदाहरण आहे. शीतोष्ण भागातल्या जंगलात सलग कित्येक किलोमीटरपर्यंत जशी एकाच प्रकारची झाडं दिसतात, तशीच शेतांमध्ये

दूरवरपर्यंत सलग एकाच प्रकारची पिकंही वाढलेली दिसतात. याविरुद्ध उष्ण कटिबंधात चांगली शेतं चांगल्या वनांसारखीच विविधतापूर्ण आणि बहुरंगी दिसतात. समशीतोष्ण प्रदेशातल्यासारखी एकाच प्रकारचं पिकं घेणं हे समजूतदारपणाचं लक्षण अजिबात नाही. तरीही समशीतोष्ण प्रदेशातल्या कालव्याच्या पाण्यावर केलेल्या किफायतशीर औद्योगिक शेतीसारखं खोटं स्वप्न आपल्या शेतकऱ्यांना दाखवलं जातं.

अशा परिस्थितीत आपल्या कृषी संशोधन संस्थांमध्ये मृदाविज्ञानाकडे सखोल दृष्टीने पाहिलं जातच नाही. कित्येक कृषीशास्त्रज्ञ स्वतःच असं स्पष्टपणे सांगतात की आपल्याकडे मातीचा अभ्यास म्हणजे केवळ कृत्रिम खतं विकण्यासाठी केलेला



**आधुनिक शेतीची अपरिहार्य गरज –
रासायनिक खते**

अभ्यास – म्हणजे कोणत्या पिकासाठी किती युरिया, किती फॉस्फेट आणि किती पोटॅश पाहिजे याचाच अभ्यास असंच होऊन राहिलं आहे. शास्त्रज्ञांचे संबंध आता शेतकऱ्यांऐवजी खतं आणि इतर रसायनं तयार करून विकणाऱ्या कंपन्यांबरोबर जास्त घनिष्ठ असतात.

शिवाय ज्या खतांची पिकांना अगदी कमी मात्रा लागते पण ज्यांच्याविना पिकं अशक्त राहतात त्यांच्याकडे मात्र पुरेसं लक्ष गेलेलं नाही. या खतांची बाजारपेठ अगदी लहान आहे, म्हणून अर्थातच त्यांच्या विक्रीत पुरेसा फायदाही नाही. साहजिकच यांच्यावर संशोधनही कमीच झालं आहे. अशी एकूण ३० तत्त्वं पिकांना आवश्यक आहेत. त्यात लोखंड, जस्त आणि तांबे

यासारखी १८ तत्त्वं अत्यावश्यक आहेत आणि आणखी १२ तत्त्वं अगदी कमी प्रमाणात लागतात अशी आहेत. पण ही सूक्ष्म प्रमाणात का होईना, मिळाली नाहीत तर पिकांना इतर तत्त्वांचा उपयोग पुरेसा करून घेता येत नाही. या तत्त्वांना शेतीलायक करण्यासाठी एक नैसर्गिक स्रोत म्हणजे मातीत जैविक खत असणं. हेच खत आपल्या खऱ्याखऱ्या सैन्याचं भरणपोषण करतं, म्हणजे मातीत राहून आपल्या अन्नसुरक्षेसाठी सतत कार्यरत असणाऱ्या जिवाणूंचं. या सैन्याला परदेशातून आयात केलेल्या शस्त्रांची की कृत्रिम खतांची गरज नाही. त्यांना फक्त जैविक खाद्य लागतं.

या खताचा एक भरपूर मोठा स्रोत आहे आपलं मलमूत्र – जे आपण ड्रेनेजच्या पाण्यात मिसळून फेकून देतो - आपल्याच नद्या आणि तलावांचं स्वच्छ पाणी दूषित करायला. आपल्या विष्टेत कार्बन आणि तो पचवून माती पिकांसाठी योग्य बनवणारे जिवाणू भरपूर असतात. मातीतल्या जिवाणूंना लागतो ऊर्जेसाठी कार्बन आणि प्रोटीन तयार करण्यासाठी नायट्रोजन. जर मातीत कार्बनयुक्त जैविक तत्त्वांचं प्रमाण नायट्रोजनच्या २० ते ३० पटीत नसेल तर मातीत कितीही फॉस्फरस आणि नायट्रोजन असला तरीही त्याचा पिकांना फायदा करून घेता येत नाही. फक्त खतांची नासाडी होते. जेव्हा पिकांची कापणी होते, तेव्हा मातीतील खतं बाहेर जातात. दहा पंधरा वर्षांपूर्वीच्या अंदाजाप्रमाणे मातीत तऱ्हेतऱ्हेची खतं घालून सुद्धा भारतातल्या सुपीक जमिनीतून दर वर्षी सुमारे एक कोटी टन खतं वाया जातात.

हा आकडा पुन्हा एकदा उद्धृत करण्यायोग्य आहे. एक कोटी टन !

ही खतं परत मातीत यावीत यासाठी एक उत्कृष्ट मार्ग आहे – तो म्हणजे मानवाचं मूत्र. ड्रेनेजमधून जल स्रोत प्रदूषित करण्यासाठी फेकून देण्याऐवजी ते जर व्यवस्थितपणे शेतात पोहोचवता आले तर फॉस्फरससाठीचा तो एक उत्कृष्ट स्रोत आहे. मनुष्याच्या शरीरातून जितका फॉस्फरस बाहेर पडतो त्यातला अर्धा मूत्रावाटे जातो. (जगभरातल्या लोकसंख्येकडून सुमारे ३० लाख टन फॉस्फरसचं पुनराभिसरण होतं.) शिवाय मूत्रात नायट्रोजनदेखील भरपूर असतो.

फॉस्फरसवर संशोधन करणाऱ्या एका शास्त्रज्ञाने पृथ्वीला एका मर्यादित प्रमाणात खतं आणि इतर नैसर्गिक साधनं असलेल्या अंतरीक्षयानाची उपमा दिली आहे. ते म्हणतात की म्हणूनच ही मर्यादित साधनं जपून आणि काळजीपूर्वक वापरायला हवीत, कचरा म्हणून टाकून देणं योग्य नाही. थोडं पुढे जाऊन असंही म्हणता येईल की शहरांमध्ये पुष्कळ लोकांचं मलमूत्र एकाच जागी मिळू शकतं, ते एकत्र करून खताच्या स्वरूपात परत शेतात पोहोचवण्याची व्यवस्था करता आली तर ते खूप फायद्याचं ठरेल.

कोलकाता शहराचा मैला जसा जलभूमीकडे जातो आणि तिथलं उत्पादन परत शहराकडे जातं त्याचप्रमाणे ही खतं कोणत्याही स्वरूपात परत शेतांमध्ये पोहोचवण्याची व्यवस्था हवी. पण कोलकात्यामध्ये जसे केवळ उताराच्या सहाय्याने मैलापाणी योग्य जागी पोहोचू शकते, तसा प्रत्येक शहराचा भूगोल काही असू शकत नाही. अर्थात या जटिल प्रश्नाला वेगवेगळी उत्तरं असू शकतात. जगात जुन्या तऱ्हेच्या नैसर्गिक पद्धतीने स्वच्छतेच्या प्रश्नाचं उत्तरं मिळवण्याचा प्रयत्न जगात कित्येक जण करताहेत – आपल्या भारतातसुद्धा! ही मंडळी प्रत्येक शरीराकडे एक खताचा स्रोत या नजरेने पाहतात. लहानसहान गोष्टींकडेही नीट लक्ष देऊन पाहणाऱ्याच्या दृष्टीला

निसर्गाच्या विराट लीला जाणवतातच. या कामात प्राचीन समयसिद्ध विचारांनाही जागा आहे आणि वैज्ञानिक संशोधनातून मिळणाऱ्या नव्या नव्या शोधांनाही !

सोनखताला इंग्रजी शब्द आहे मॅन्युअर. फ्रेंच भाषेत त्याचा जुना अर्थ आहे हाताने केलं जाणारं काम. म्हणजे शेण आपल्या हातांनी जमिनीला देणं. जगभरातल्या शेतकऱ्यांना ठाऊक होतं की खत आपल्या हातांनी जमिनीला द्यायचं असतं. सध्याच्या ट्रेनेजच्या जमान्यात सुद्धा हे काम करणारे कितीतरी लोक आहेत. तेच लोक 'मल' 'जला'त नाही टाकत, तर त्याच्या स्वगृही म्हणजे स्थळात म्हणजेच जमिनीत पोहोचवतात.

‘जल थल मल’ या सोपान जोशी लिखित आणि गांधी शांती प्रतिष्ठान, दिल्ली यांच्यातर्फे प्रकाशित पुस्तकातील नवव्या प्रकरणाचा संक्षिप्त अनुवाद.

§§§

लेखक : सोपान जोशी, ‘जल थल मल’ या पुस्तकाचे संशोधन, लेखन आणि मांडणी

संक्षिप्त अनुवाद : अमलेंदु सोमण, इंजिनीअर, विज्ञानप्रसारासाठी अनुवाद व लेखन करतात.

संदर्भ संस्थेला सर्व प्रकारचे पाठबळ देतात.

इमेल : amalendusoman@gmail.com



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.sandarbhociety.org) किंवा sandarbh.marathi@gmail.com या इ-मेलवर आपला इ-मेल पत्ता आम्हाला कळवावा. सोबत आपला व्हॉट्सप क्रमांक 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.)