

फेब्रुवारी - मार्च २०२०

शैक्षणिक

अंक १२२

# संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



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

मांडणी :  
प्रियदर्शिनी कर्वे  
मुखपृष्ठ मांडणी :  
अभय ढमढेरे

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

शैक्षणिक  
**संदर्भ**  
अंक १२२  
फेब्रुवारी - मार्च २०२०

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 : sandarbh.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

झपाट्याने बदलणाऱ्या आजच्या अशाश्वत जगात केवळ तंत्रज्ञानच नव्हे तर सामाजिक आणि वैयक्तिक संकल्पनाही बदलत आहेत. अविरत आदळणारा माहितीचा धबधबा, कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि तिच्यावर आधारित सतत बदलणारे तंत्रज्ञान यामुळे पुढील काळासाठी कोणती कौशल्ये आपल्या मुलांना अवगत असावी लागतील हे समजणे कठीण झाले आहे. आत्तापर्यंत शाळेत आणि घरी मुलांना कोणती कौशल्ये शिकवायची याचा साचा ठरलेला होता.

२०५० पर्यंत प्रचंड वेगाने होणारे बदल आणि त्याचबरोबर वाढलेले आयुष्यमान यामुळे हा पारंपरिक साचा निरुपयोगी ठरणार आहे. अनोळखीपणा हीच नव्या जगाची ओळख राहणार असल्याने तुमचे आणि एकूणच मानवजातीचे आजवरचे अनुभव तितकेसे विश्वासाह आणि मार्गदर्शक उरणार नाहीत. यापुढच्या काळात संपूर्ण मानव जातीला आत्तापर्यंत कधीही न अनुभवलेल्या गोष्टींशी सामना करावा लागेल. मग मुलांना शिकवायचं तरी काय? याच विषयावर प्रकाश टाकला आहे युवाल नोआ हरारी यांनी '२१ व्या शतकासाठी...' या पान ३७ वरील लेखात...

# अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक १२२ फेब्रुवारी - मार्च २०२०

- वाचकांच्या प्रतिक्रिया अंक १२१.....०४
-  कोडी सोडवा, गणित शिका भाग १ – किरण बर्वे .....०७
- माझ्या शाळेचे सरकार - भाग २ – विजय जैन,  
अनुवाद – वैशाली डोंगरे.....१२
- जीवसृष्टीचा आरंभ, महाइतिहास भाग ५ – प्रियदर्शिनी कर्वे.....२१
- मुलांच्या गोष्टी – संकलन – कृतिका बुरघाटे.....३०
- २१व्या शतकासाठी... – युवाल नोआ हरारी,  
अनुवाद – यशश्री पुणेकर.....३७
- पर्यावरणस्नेही कृती : खरंच उपयुक्त आहेत? – ख्रिस्तोफ मॅडलेन,  
अनुवाद – संजीवनी आफळे.....५१
- महिलांद्वारे मराठी विकिपिडियावर ज्ञाननिर्मिती.....५७
- उल्कापिंड भाग १ – जॉन विंडहम  
अनुवाद – यशश्री पुणेकर.....६०
-  आवर्तसारणी : सिलिकॉन – सब्यसाची चटर्जी,  
अनुवाद – संजीवनी आफळे.....६९



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

# वाचक प्रतिक्रिया अंक १२१

## रंगीत सावली

वा, खूपच छान प्रयोग. अवनीश शुक्लांसारखे शिक्षक मुलांबरोबर असे प्रयोग करत आहेत ही फारच समाधानकारक गोष्ट आहे. संदर्भमधील लेख हे असे एकएक मिळणं हे चांगलं वाटतं आहे. बाइट साइझ असल्यामुळे वाचलं जाण्याची शक्यता वाढली आहे.

## मकरंद म्हैसकर

+++

माझ्या मते एखाद्या अपारदर्शक वस्तूवर प्रकाश पडला की तो वस्तूमुळे अडवला जाऊन मागे त्या वस्तूची सावली पडते. आपण सहसा पांढरा प्रकाशस्रोत वापरत असल्याने मागे पडणारी सावली ही काळी असते. कारण पांढऱ्या रंगात सगळे रंग असल्याने वस्तूच्या मागे कुठलाच प्रकाश पोचणार नाही. वातावरणात पांढरा प्रकाश असताना वस्तूवर उदा. निळा प्रकाश टाकल्यास तो वस्तूच्या मागे पोचू न शकल्याने निळ्याच्या कॉम्प्लिमेंटरी रंगाची सावली पडावी, असे मला वाटते, निळ्या प्रकाशामुळे निळी सावली पडणार नाही, तसेच लालमुळे लालही पडणार नाही, असा माझा अंदाज आहे. प्रयोग करून पाहिल्यावर पुन्हा लिहीन.

## अनघा जलतारे

+++

सावली रंगीत असते.... हे वाचल्यावर बुचकळ्यात पडलो ... हे कसे शक्य .... ही पहिली प्रतिक्रिया... नंतर उत्सुकतेपोटी लेख वाचला व हा प्रयोग करून पाहण्याची इच्छा निर्माण झाली. एक शिक्षक

असल्याने काहीतरी वेगळे विद्यार्थ्यांना दाखवता येईल यादृष्टीने याबद्दल ज्यादा माहिती वाचायला आवडेल....

श्री अजय काळे (प्राथमिक शिक्षक)

+++

**निमित्त सूर्यग्रहणाचे**

सूर्यग्रहणाबद्दल दिलेली प्राथमिक माहिती विद्यार्थी तसेच सामान्य माणसालाही खूप उपयुक्त.

दिलीप सावरकर

+++

**मुलांच्या गोष्टी**

नमस्कार, फारच छान आहेत गोष्टी. चांगला उपक्रम आहे हा. अशा प्रकारचा प्रयोग किंवा अनुभव पुन्हा पुन्हा घ्यायला आवडेल. धन्यवाद.

मेघा घांग्रेकर

+++

गोष्टी वाचल्या... लेखन शैलीबद्दल काय बोलू? काळजाला घर पाडलं त्यांनी.

दीप्ती पुजारी

+++

खूप चांगल्या कथा. मराठीत बघून छान वाटले.

ओंकार जोशी

+++

## पेट्रीकॉर

अतिशय माहितीपूर्ण लेख. संशोधन कसे करावे याचेही मार्गदर्शन या लेखातून मिळते. धन्यवाद!

विनायक शुक्ल

+++

## महाइतिहास : आपली पृथ्वी

अतिशय सुंदर लेख आहे. पृथ्वीची माहिती चांगल्या पद्धतीने सांगितली आहे. धन्यवाद...

सचिन देसले

+++

## कसे मिळवले प्रभुत्व स्टीलच्या गुणधर्मांवर

नमस्कार. अंक पाठविल्याबद्दल आभार. सर्वच माहिती वाचनीय. आवर्तसारणी वर्षानिमित्त लेख वाचनीय.

शिवलिंग पदमनवार

+++

## वाचनाचा एक प्रयोग

नमस्कार, लेख खूपच वाचनीय आणि छान झाला आहे. धन्यवाद!

विनायक चित्रे

+++

वाचून खूप छान वाटले. असाच उपक्रम सगळ्या शाळांत राबवायला पाहिजे.

धनश्री माणगुळकर

# कोडी सोडवा, गणित शिका

## भाग १

लेखक: किरण बर्वे

मनोरंजनाच्या हेतूने, वेळ चांगला घालवण्यासाठी कोडी घालणे आणि सोडवायचा प्रयत्न करणे शतकानुशतके चालत आले आहे. कोडी म्हणजे काय हे प्रत्येकालाच कळते. शालेय अभ्यास आणि कोडी वेगवेगळी असतात हेही कोड्यांच्या लोकप्रियतेचे कारण असावे. कोडी सोडवली तर बुद्धी तल्लख होते आणि तर्क बुद्धी विकसित होते हे अनुभवास येते. हे तर सर्वानाच मान्य आहे की कोडी सोडवणे हे वेळ घालवण्याचे चांगले साधन आहे.

मनोरंजक समस्येशी झट्या घेताना आनंद मिळतो. या उपजत प्रेरणेतूनच शिकता शिकवता येते, तर्कबुद्धी कोड्यांच्या सहाय्याने विकसित करणे याचा पुढचा टप्पा क्रमबद्ध कोड्यांच्या मालिकेतून गणित शिकवणे असा असू शकतो का?

भारतात कोडी घालणे आणि सोडवणे याला प्रतिष्ठा होती. भास्कराचार्याची लीलावती आणि बीजगणित ही गणितावरील पुस्तके एका बाजूने बघायला गेले तर एका विशिष्ट क्रमाने रचलेली कोडी आणि त्यांची उत्तरे यांनीच बनलेली आहेत असे आपण नक्कीच म्हणू शकतो. (या दोन्ही ग्रंथांत तत्कालीन ज्ञात गणित एकत्र करून शिकवले आणि

मग त्या आधारे काही संशोधन मांडले आहे, हे लक्षात घेऊ.) म्हणजेच अतिशय आकर्षक पद्धतीने एखादा प्रश्न मांडणे, व्यवहारातील घटनेच्या आधारे प्रश्न उपस्थित करणे, अर्थात कोडे घालणे, ते सोडवण्यासाठी एक पद्धत विकसित करणे ही गणित शिकवण्याची पद्धत भास्कराचार्यांनी अतिशय शास्त्रशुद्ध रीतीने उपयोगात आणली आहे. जगातल्या इतरही भागात कमी अधिक प्रमाणात अशा पद्धती वापरल्या गेल्या आहेत.

आधुनिक काळात पाश्चात्य शिक्षणतज्ञ कोडी सोडवत शिकता येईल का आणि कसे शिकता येते याचा काटेकोरपणे अभ्यास करत आहेत. कोडी याचा अर्थ आकर्षक वेष्टनात दडलेली समस्या. अर्थातच कोडी सोडवून समस्या सोडवण्याचे तंत्र विकसित करता येते. समस्या सोडवण्याच्या पद्धतींचा विकास म्हणजेच गणित अशी व्याख्याही आपण एका मर्यादित राहून करू शकतो. वारंवार आपण हे बघितलेच आहे की गणित हा खेळ आहे. नियम ठरवून तर्काच्या आधारे खेळला जाणारा खेळ. अर्थातच अतिशय आनंददायी!

नमनाला घडाभर तेल नको. प्रस्तावना लांबवू नका असे तुम्ही म्हणता आहात. खरे ना? मलाही तसेच वाटत आहे. विनाकारण बोलण्यापेक्षा करून दाखवा असेच तुमच्या मनात येते आहे. ओके, मग करायची सुरवात. दोन छान कोडी सोडवू या, चला.

एका वर्तुळाकृती टेबलाभोवती बसून अ, ब आणि क या तीन मुली पत्ते खेळत आहेत. त्यातील एक मराठी, एक तमिळ आणि एक बंगाली आहे. कुठली मराठी, कोणती बंगाली, कोणती तमिळ हे माहित नाही.

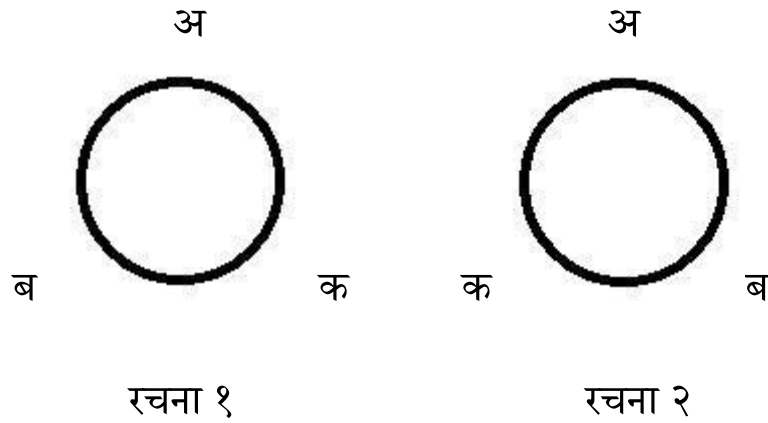
खेळताना प्रत्येक मुलगी तिच्या उजव्या बाजूला बसलेल्या मुलीला तीन पाने देते. ब ने मराठी मुलीला पाने दिली. तर ज्या मुलीने बंगाली मुलीला पाने दिली तिला अ ने पाने



दिली. हुशार वाचकांनो, पटापट सांगा, कोणती मुलगी मराठी, कोणती तमिळ व कोणती बंगाली ते.

मला तर काही सुचत नाही, कुठे सुरवात करू असे वाटले तर आणि लगेच उत्तर आले आहे तरीसुद्धा, कोडे अजून दोनदा वाचा आणि एकेका वाक्यात दिलेली माहिती गोळा करा. सूत्र रूपाने रचना करून कोडे असे मांडू या.

तीन मुली अ, ब, क. त्या मराठी, तमिळ आणि बंगाली आहेत. त्यात कोण कोणाच्या शेजारी आहे. वर्तुळाकृती असल्याने प्रत्येक जण उरलेल्या दोघींच्या जवळ किंवा मध्ये आहे. आपल्याला कोण मराठी, कोण बंगाली, कोण तमिळ हे शोधायचे आहे. म्हणजे पहिले व दुसरे विधान यात असलेला संबंध शोधायचा आहे. हा संबंध जुळवता येण्यासाठी माहिती दिली आहे.



पहिले विधान - प्रत्येक मुलगी तिच्या उजवीकडच्या मुलीला पत्ते देते. म्हणजे अ – ब – क – अ अशा रीतीने त्या बसल्या आहेत का अ- क – ब- अ अशा पद्धतीने हे महत्वाचे आहे (आकृती १ आणि २) कारण पहिल्या रचनेत अ पाने ब ला देते ब क

ला आणि क अ ला. दुसऱ्या रचनेत मात्र अ ते क , क ते ब आणि ब ते अ अशा रीतीने पाने पास केली जातात.

पुढचे विधान - ब ने मराठी मुलीला पाने दिली. याचा अर्थ ब मराठी नाही आणि मराठी मुलगी ब च्या उजवीकडे आहे.

तिसऱ्या विधानात अ ने कोणाला पाने दिली हे जरा घुमवून सांगितले आहे. ज्या मुलीने बंगाली मुलीला पाने दिली तिला अ ने पाने दिली हे सांगितले आहे. नीट बघितले तर या एका वाक्यात दोन छोटी महत्वाची विधाने आहेत. ज्या मुलीने बंगाली मुलीला पाने दिले तिला अ ने दिले. अ ही बंगाली नाही. आणि अ च्या उजवीकडच्या मुलीने बंगाली मुलीला पाने दिली.

या माहितीचा उपयोग करत असताना दोन रचनांचा वेगवेगळा विचार करणे चांगले किंबहुना आवश्यकच. प्रथम पहिल्या रचनेत काय होते बघू या.

पहिल्या रचनेत अ ने ब ला पाने दिली म्हणजे ब ही बंगाली आहे असे म्हणता येईल का? नाही. कारण जिने बंगाली मुलीला पाने दिली तिला अ ने पाने दिली. याचा अर्थ काय तर पहिल्या रचनेत अ ने ब ला पाने दिली म्हणजेच ब ने बंगाली मुलीस पाने दिली वा याचा अर्थ ब ने क ला पाने दिली असल्याने क ही बंगाली आहे!! आता अ तमिळ असेल किंवा मराठी तसेच ब ही यातील कोणी असेल. नक्की कोण मराठी? अजून काही माहिती आहे का जी वापरता येईल? हो. ब मराठी नाही आणि अ बंगाली नाही. ब मराठी नाही म्हणजे ती तमिळ आहे. छान! क ही बंगाली आणि ब तमिळ म्हणजेच अ झाली मराठी. सुटले, सुटले कोडे. तपासून बघा.

वरील आकृतीमध्ये अ, ब , क यांच्या शेजारी मराठी, तमिळ, बंगाली असे लिहा.  
कोडे वाचा आणि ताळा करा.

दुसऱ्या रचनेप्रमाणे तिघी बसल्या असतील, तर काय उत्तर येईल?

या प्रकारचे आणखी एक कोडे देत आहे जरूर सोडवा.

सरदारजी, मल्याळी, मराठी आणि काश्मिरी अनुक्रमे फेटा बांधून, छान लुंगी पेहरून, धोतर नेसून आणि शाल पांघरून एका वर्तुळाकार टेबलाभोवती बसून जेवण घेत होते. बोलता बोलता चुकून सरदारजीने उजवा हात पसरला. शालीला हात लागतो की काय अशी शंका इतरांना वाटली. वाचली शाल वाचली. नेहमी उजव्याच हाताने जेवणाऱ्याने सरदारजीच्या ताटातला गुलाबजामून मटकावला आणि चुकून धोतराला तो पुसला. तर हुशार वाचक हो, मला सांगा मराठी माणसाच्या समोर कोण बसले होते? मल्याळीच्या डावीकडे कोण होते?

**क्रमशः**

**§§§**

---

लेखक: **किरण बर्वे**, भास्कराचार्य प्रतिष्ठान येथे गणित शिकवतात. विज्ञान व गणित विषयात लेखन करतात. संदर्भ गटात सहभागी.

इमेल: [barvekh@gmail.com](mailto:barvekh@gmail.com)

# माझ्या शाळेचे सरकार

## भाग २

लेखक: विजय जैन

अनुवाद: वैशाली डोंगरे

सुट्टीच्या दिवसांतही निवडणूक प्रक्रियेसारखी गोष्ट जाणून घ्यायला मुलं उत्साहाने सहभागी होत होती. सलग सात-आठ दिवस शाळेत येत होती. शाळेत निवडणूक घ्यायची ठरल्यावर तर त्यांचा उत्साह शिगेला पोचला. आता खरीखुरी निवडणूक कशी पार पडली आणि काय काय घडले या विषयी....

आज पाचवा दिवस. मुलांना विचारलं की कोणीकोणी या विषयावर चर्चा केली.

राजेश – सर, आजोबा म्हणाले शाळेत शिक्षक काय काय करून घेतात, त्यांनाच विचार.

मी - शाळा तुमची आहे. काय आणि कसं करायचं हे तुम्ही ठरवायचं आहे.

मुलांचे सहा गट केले आणि त्यांना सांगितलं, सरकार कसं बनवायचं, कोणत्या कामासाठी कोणती पदं असतील या सगळ्याची तुम्ही आपापल्या गटात चर्चा करा. अर्धा तास मुलं चर्चा करत होती. गटातली मोठी मुलं बोलत होती आणि लहान मुलं त्यांचं लक्ष देऊन ऐकत होती. काही लहान मुलं थोड्या वेळाने कंटाळून खेळायला बाहेर निघून गेली. मी आणि माझे सहकारी गटात जाऊन काय चर्चा चालू आहे हे बघत होतो पण आमचं मत मात्र मांडत नव्हतो. अर्ध्या तासानं मी विचारलं “जाऊया का पुढे?”

आता एकत्र चर्चा पुन्हा सुरु झाली आणि त्यात पुढील गोष्टींवर एकमत झालं.

१ प्रत्येक वर्गामधून एक विद्यार्थी निवडावा.

२ जी दहा कामं निवडली आहेत ती आठ गटात विभागावीत.

३ एकाला सरपंच बनवावं.

सरपंच आणि आठ वर्गांतून आठ मुलं कशी निवडायची यावर सगळे अडले.

राजेश - सर्वात हुशार विद्यार्थी निवडावा.

मुन्ना - एका वर्गात तीन-चार हुशार विद्यार्थी असतील तर?

राजेश - मग निवडणूक घ्यावी.

पूजा - सर, निवडणूक घेऊया.

मी - पण कशी घेणार?

पूजा - ज्यांना निवडणुकीला उभं राहायचं असेल त्यांना उभं राहू द्या. त्यांच्यामधून एकाला निवडूया.

मी - आणि सरपंच?

आठ वर्गांतून मतदान घेऊन आठ प्रतिनिधी निवडावेत आणि सगळ्या शाळेत मतदान घेऊन सरपंच निवडावा असं एकमतानं ठरलं. शाळेच्या सरकारला बालपंचायत म्हणायचं ठरलं. तेवढ्यात राधा म्हणाली - ३० तारखेला निकाल लागला की पहिलीची सगळी मुलं दुसरीत जातील मग पहिलीचा वर्गच नसणार. मग सात वर्ग प्रतिनिधी निवडायचे असं ठरलं. मध्यान्ह भोजन बनवणाऱ्या ताई दोन-तीन वेळा जेवण तयार आहे असा सांगून गेल्या होत्या म्हणून मुलं जेवायला गेली. जेवणानंतर मुलांना खेळायचं होतं.

अनिल - सर, वर्ग प्रतिनिधी काय काम करतील?

अशोक - काल आपण ठरवलं ना झाडांना पाणी द्यायचं, साफसफाई...

अनिल - पण प्रतिनिधी तर सातच आहेत आणि काल आपण लिहिलेली कामं दहा आहेत.

मग आदल्या दिवशीच्या कामांच्या यादीबद्दल चर्चा झाली. पर्यावरण प्रतिनिधी, स्वच्छता आणि आरोग्य प्रतिनिधी, पोषण आहार प्रतिनिधी, शिक्षण प्रतिनिधी, उपस्थिती प्रतिनिधी, प्रार्थना, उत्सव आणि जयंती प्रतिनिधी आणि वाचनालय प्रतिनिधी अशी सात पदं निर्माण करायची ठरलं.

आता निवडणूक कशी घ्यायची हे ठरवायचं होतं. हे सुद्धा मुलांनीच ठरवावं आणि अगदीच गरज पडली तर मी मदत करावी असं मला वाटत होतं.

मी विचारलं - गावात निवडणूक आहे हे कसं कळतं?

नारायण - सर सरकार तसं जाहीर करतं.

मी - अगदी बरोबर. निवडणुकीची अधिसूचना काढावी लागते.

मग चर्चा करून आम्ही निवडणुकीचा कार्यक्रम ठरवला. मुलांना दुसऱ्याच दिवशी निवडणूक हवी होती. पण मी म्हणालो, की ज्यांना उभं राहायचंय त्यांना प्रचारासाठी वेळ द्यायला पाहिजे. आज निवडणुकीची अधिसूचना जारी केली जाईल. उद्या ज्यांना उभं राहायचं आहे ती मुलं फॉर्म भरतील आणि त्यांना निवडणूक चिन्ह दिलं जाईल. ३० एप्रिलला सकाळी निवडणूक होईल आणि दुपारी मत मोजणी होईल. मे महिन्यात विभागांची वाटणी होईल आणि त्याप्रमाणे टीम केली जाईल.

मुख्याध्यापकांच्या सहीने निवडणुकीची अधिसूचना काढली आणि शाळेच्या नोटीसबोर्डवर लावली. मुलांमध्ये उत्साहाचं वातावरण होतं.

सहावा दिवस- प्रार्थनेनंतर मुलांना वर्गानुसार बसवलं आणि कोणाला वर्ग प्रतिनिधी म्हणून उभं करायचं हे ठरवायला अर्धा तास दिला. एकाच मुलाचं नाव ठरलं तरी चालेल असं सांगितलं. नऊ वाजता फॉर्म भरायची प्रक्रिया सुरु झाली. दुपारच्या जेवणानंतर निवडणूक चिन्ह द्यायची होती. मुलांना याची माहिती असल्याने हे करताना त्यांना खूप मजा वाटली.

तीन वर्गप्रतिनिधी बिनविरोध निवडले गेले होते. आता चार वर्गप्रतिनिधी आणि सरपंच पदासाठी निवडणूक व्हायची होती. बिनविरोध निवडलेल्या प्रतिनिधींचं सगळ्यांनी टाळ्या वाजवून अभिनंदन केलं. शाळेतील शिक्षक आणि सेवक वर्गही यावेळेस उपस्थित होता. आज आणि उद्याचा दिवस प्रचारासाठी आहे असं मुलांना सांगितलं.

आठवीच्या वर्गातली मुलं निकालानंतर शाळा सोडून जाणार होती. त्या पैकी चार मुलांना जो कोणी मतदानाला येईल त्याच्या नावापुढे हजेरी पत्रकावर खूण करायचं काम समजावून सांगितलं. एका मुलाला मार्कर पेनाने बोटावर मतदान केल्याची खूण करायचं काम



दिलं. वर्गप्रतिनिधींच्या निवडणुकीची मतपत्रिका वर्गानुसार आणि सरपंचपदाच्या निवडणुकीची मतपत्रिका सर्व विद्यार्थ्यांना देण्याची जबाबदारी दोन विद्यार्थ्यांना दिली. एका मुलाला मतपेटीपासून थोड्या अंतरावरून सगळ्या प्रक्रियेवर लक्ष द्यायला सांगितलं. पूर्वतयारी छान झाली.

प्रचार सुरु झाला. सरपंचपदासाठी चुरशीची स्पर्धा होती. मेडिया कटारा गावात पाचवी पर्यंतच शाळा असल्याने पुढे तिथली मुलं याच शाळेत येत होती. दोन्ही गावं जवळजवळ होती. त्यांच्यामध्ये कधी कधी किरकोळ भांडणं होत. त्याचा परिणाम निवडणूक प्रचारातही

दिसत होता. काळूराम मेडिया दिंडोर गावाचा तर अशोक मेडिया कटारा गावचा होता. त्यामुळे मुलं दोन गावच्या दोन गटात विभागली गेली. वर्गप्रतिनिधी आणि सरपंचाच्या वेगवेगळ्या मतपत्रिका बनवायचं काम मी घरी जाऊन कॉम्प्युटरवर केलं.

आज सोमवार, ३० एप्रिल ! परीक्षेचा निकाल आणि निवडणूक अशी दोन कामं आज शाळेत होणार होती. आधी मुलांना निकाल दिला आणि मग निवडणूक प्रक्रियेला सुरुवात झाली. ठीक ९ वाजता मतदान कर्मचारी मुलांना एका वर्गात बसवलं. आठव्या इयत्तेपासून सुरुवात करायचं ठरलं. शाळेतील एक शिक्षिका सुरुवातीपासूनच या गोष्टीत रस घेत होत्या. मुलांना ओळीत उभं करायला, शांत बसवायला त्यांनी मदत केली.

सकाळी प्रचार बंद झाला होता पण सरपंचपदाचे दोन्ही इच्छुक उमेदवार मुलांना भेटत होते. इतक्यात कोणीतरी सांगितलं की एका वर्गप्रतिनिधी उमेदवाराने सगळ्यांना गोळ्या वाटल्या. आम्ही यावर काहीच प्रतिक्रिया दिली नाही. मुलं भोवती जे बघतात त्या परिसरातून शिकलेल्या कोणकोणत्या गोष्टी इथे करतात ते आम्हाला बघायचं होतं.

निवडणूक प्रक्रियेला सुरुवात झाली. ज्या लहान मुलांना अडचण येत होती त्यांना शिक्षिका मदत करत होत्या. दहा वाजता मतदान संपलं.

मुलांना निवडणुकीचा निकाल ऐकण्याची उत्सुकता होती म्हणून जेवणाची सुट्टी आज लवकर



केली. साडेदहा वाजता मतमोजणी सुरू झाली. सगळ्या उमेदवारांना मतपेटीजवळ बसवलं. वर्गप्रतिनिधी आणि सरपंचपदाच्या मतपत्रिका वेगळ्या काढल्या. प्रत्येक मतपत्रिका उमेदवारांना उघडून दाखवली आणि बाद मतपत्रिका काढून टाकल्या. आधी



सरपंचपदासाठीची मतमोजणी झाली. त्यात काळूराम विजयी झाला. तो लगेच बाहेर निघाला पण त्याला थांबवून सांगितलं की सगळी मतमोजणी झाल्याखेरीज कोणालाच बाहेर जाता येणार नाही. खोलीचं दार बंद होतं. मुलं खिडकीच्या काचेतून, दाराच्या फटीतून बघायचा प्रयत्न करत होती.



आठव्या इयत्तेतून राजेश दिंडोर, सहावीतून सुभाष, चौथीतून विनय दिंडोर आणि दुसरीतून सोनिया दिंडोर हे वर्ग प्रतिनिधी म्हणून निवडून आले. खोलीत असलेल्या मुलांनी मतमोजणीची प्रक्रिया पूर्ण झाल्याचं जाहीर केलं आणि निकाल सर्वांना

सांगितले. सगळीकडे एकच कल्ला झाला. मुलांनी काळूरामला उचलून खांद्यावर घेतलं. टाळ्या वाजवून आणि उड्या मारून मुलांनी विजयी उमेदवारांचं अभिनंदन केलं.

आज खातेवाटप करायचं होतं. विजेत्या मुलांना आणि मतदान कर्मचारी म्हणून काम करणाऱ्या मुलांना सगळ्यांच्या समोर बसवलं आणि निवडणूक नीट पार पाडल्याबद्दल त्यांचं अभिनंदन केलं. सातही पदांची नावं फळ्यावर लिहिली. विजयी उमेदवारांना कोणत्या विभागात काम करायला आवडेल असं विचारलं. आणि त्यांच्या मदतीने खातेवाटप झालं.

काही मुलं सुभाषला चिडवत होती, “तू तर आता पर्यावरण प्रतिनिधी आहेस. झाडांना पाणी घालायचं काम आता तूच करायचं”. ज्या उद्देशाने ही बालपंचायत तयार केली तो उद्देशच हरवून जाईल असं मला वाटलं. मुलांशी बोलूनच यावर उपाय शोधायचं मी ठरवलं. जेवणानंतर मुलांना एकत्र बसवून मी विचारलं- आता सगळी जबाबदारी या आठ जणांची आहे असं वाटतंय का तुम्हाला?

मुलं म्हणाली - हो सर, आता या आठ जणांनीच सगळी कामं करायची.

सरपंच काळूराम - एव्हढं सगळं आम्ही कसं करणार?

मी - काळूरामचं बरोबर आहे. मग आता काय करायचं?

विनिता - यांच्या सोबत आपण आणखी मुलं देऊ.

राजेश - बरोबर. आपण यांचे गट करू.

मी- पण कसं?

खूप चर्चा झाली आणि शेवटी असं ठरलं की प्रत्येक वर्गाप्रतिनिधीने प्रत्येक वर्गातून एकजण घेऊन आठ जणांची एक टीम बनवावी. अशी ५७ मुलं निवडली गेली.

प्रत्येक टीम काय काय काम करणार हे आज ठरवायचं होतं. मुलांना आपापल्या गटात बसून काय काम करायचं हे ठरवायला सांगितलं आणि काळूरामला प्रत्येक गटात थोडा थोडा वेळ जायला सांगितलं.

एक तासानंतर मुलांनी जी तयारी केली होती ती पाहून मी आश्चर्यचकित झालो. मुलं इतकी छान योजना करतील असं मला वाटलं नव्हतं. त्यांच्या योजनेत काहीच बदल न करता मी त्यांना काम सुरु करायला सांगितलं.

## शिक्षण गट

- १ एखाद्या वर्गात शिक्षक नसतील तर त्यांना बोलावून आणू.
- २ शिक्षक नसतील तर आम्ही शिकवू.
- ३ सगळ्या तासिका वेळेवर होतील याकडे लक्ष देऊ.

## आरोग्य आणि स्वच्छता गट

- १ शाळा स्वच्छ ठेवणे

२ सगळी मुलं आंघोळ करून येतायत ना हे पाहणे

३ मुलांची नखं, दात स्वच्छ असतील हे पाहणे

### पर्यावरण गट

१ झाडांना पाणी देणे

२ बकऱ्या झाडाची पाने खाणार नाहीत याकडे लक्ष देणे

३ नवीन झाडे लावणे

### मध्यान्ह भोजन गट

१ जेवण्यापूर्वी सतरंज्या घालणे

२ मुलं जेवण्यापूर्वी हात धुतायत ना हे पाहणे

३ जेवणाची भांडी, ताटं वाट्या स्वच्छ असतील याकडे लक्ष देणे

### उपस्थिती गट

१ सगळी मुलं हजर राहतील याकडे लक्ष देणं

२ जी मुलं गैरहजर असतील त्यांच्या घरी जाऊन चौकशी करणं

३ जेवणाच्या सुट्टीत पळून जाणाऱ्या मुलांवर लक्ष ठेवून त्यांना थांबवणं

### वाचनालय गट

१ वर्गात ठेवलेल्या पुस्तकांची काळजी घेणं

२ मुलांनी पुस्तकं न फाडता नीट वापरावीत याकडे लक्ष देणं

३ रोज पुस्तक वाचन करणं

### उत्सव, प्रार्थना गट

१ रोजची प्रार्थना नीट होईल हे पाहणं

२ सरस्वतीच्या तसबिरीपुढे उदबत्ती लावणं

३ उत्सवांची तयारी करणं

बालपंचायत तयार झाल्यावर शाळेच्या व्यवस्थापनातल्या बऱ्याच गोष्टींची जबाबदारी या पंचायतीनं उचलली. दोन उदाहरणांवरून हे लक्षात येईल.

एकदा सकाळी चार वाजून पन्नास मिनिटांनी राजेशचा फोन आला – सर खडू संपलेत. येताना घेऊन याल का?

शाळेत होणाऱ्या स्वातंत्र्यदिन आणि इतर कार्यक्रमाची जबाबदारी घेऊन मुलांनी ते भव्य स्वरूपात साजरे केले.

विद्यार्थी संसद करण्याचा हा अनुभव, मुलांवर विश्वास टाकून त्यांना संधी देण्यासाठी प्रेरणादायी ठरला आहे.

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक १२१ मधून साभार

§§§

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

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

इमेल : [godonvaishali@gmail.com](mailto:godonvaishali@gmail.com)

महा इतिहास - भाग ०५

# जीवसृष्टीचा आरंभ

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागील लेखात आपण पृथ्वीच्या भौतिक व रासायनिक जडणघडणीची कहाणी पाहिली. हेडिअन काळाच्या अखेरीस (साधारण ३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी) पृथ्वीची मूलभूत संरचना बऱ्यापैकी स्थिरावली होती, आणि जीवसृष्टीच्या उत्पत्तीसाठी अनुकूल अशा बऱ्याच गोष्टी जुळून येऊ लागल्या होत्या. पृथ्वीवरील जीवसृष्टीचा आरंभ कसा झाला ते या लेखात पाहू.

संपूर्ण सूर्यमालेत पृथ्वी हा सर्वात वैशिष्ट्यपूर्ण ग्रह आहे, कारण या एकमेव ग्रहावर जीवसृष्टी आहे. पण पृथ्वीवर सजीवांची उत्पत्ती कशी झाली, हे समजून घेण्यासाठी आपल्याला पृथ्वीची काही वैशिष्ट्ये समजावून घ्यावी लागतील.

आपल्या आकाशगंगेत आपल्या सूर्यमालेचे स्थान बऱ्यापैकी शांत जागी आहे. सूर्याच्या फार जवळ इतर तारे नाहीत. त्यामुळे सूर्यमालेतील ग्रहांना इतर ताऱ्यांच्या उपद्रवी गुरुत्वाकर्षणाचा सामना करावा लागत नाही, की आपल्या जवळपास ताऱ्यांचे विस्फोट, कृष्णविवरे अशा सनसनाटी घटनाही घडत नाहीत. सूर्यमालेमध्ये सूर्यापासून पृथ्वीचे अंतर जीवसृष्टीसाठी अगदी योग्य आहे. पृथ्वीपेक्षा सूर्याच्या जास्त जवळ असणारे ग्रह खूपच उष्ण आहेत, तर पृथ्वीपेक्षा लांब असणारे खूपच थंड आहेत. त्यामुळे केवळ पृथ्वीवरच पाणी द्रव स्वरूपात उपलब्ध आहे. पाण्याशिवाय सजीव सृष्टीची उत्पत्ती आणि अस्तित्व अशक्य

आहे. पृथ्वीच्या गर्भातील चुंबकीय पदार्थांमुळे पृथ्वीभोवती चुंबकीय क्षेत्र आहे. ह्यामुळे सूर्यापासून अधून मधून बाहेर पडणारे प्रारणांचे झोत दूर ढकलले जातात. यामुळे सजीव सृष्टीला संरक्षण मिळते. (पृथ्वीचे चुंबकीय क्षेत्र आणि सूर्यापासून आलेले शक्तिशाली प्रारणांचे झोत यांचे जेव्हा जेव्हा द्वंद्व होते, तेव्हा दोन्ही ध्रुवीय प्रदेशांतील आकाशात मनोहारी व अद्भुत रंगांची उधळण दिसते. यालाच अरोरा म्हणतात.) पृथ्वीचा अक्ष सूर्यासापेक्ष कललेला आहे, आणि स्वतःभोवती फिरताना पृथ्वी दुगडुगते. यामुळे पृथ्वीचे तापमान उष्ण व शीत अशा टोकांमध्ये सातत्याने बदलत असते. पृथ्वी अगदी बाल्यावस्थेत असताना जवळजवळ तिच्याच आकाराचा एक ग्रहगोल भटकत तिच्या मार्गात आला. या टक्करीतून उडालेल्या शकलांमधून चंद्राची निर्मिती झाली. चंद्राच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे पृथ्वीचे दुगडुगणे कमी झाले, व त्यामुळे तिच्या तापमानातील नैसर्गिक चढउतारही कमी झाले. जीवसृष्टीला तग धरून रहाण्यासाठी, उत्क्रांत होण्यासाठी दीर्घकाळ पृथ्वीचे तापमान स्थिर रहाणे, ही बाब महत्त्वाची ठरली.

पृथ्वीवर जीवसृष्टी कशी निर्माण झाली, कोठे निर्माण झाली, केव्हा निर्माण झाली, या प्रश्नांची ठाम आणि खात्रीशीर उत्तरे आपल्याला देता येत नाहीत. पण काही गोष्टींबाबत वैज्ञानिकांचे बऱ्यापैकी एकमत आहे.

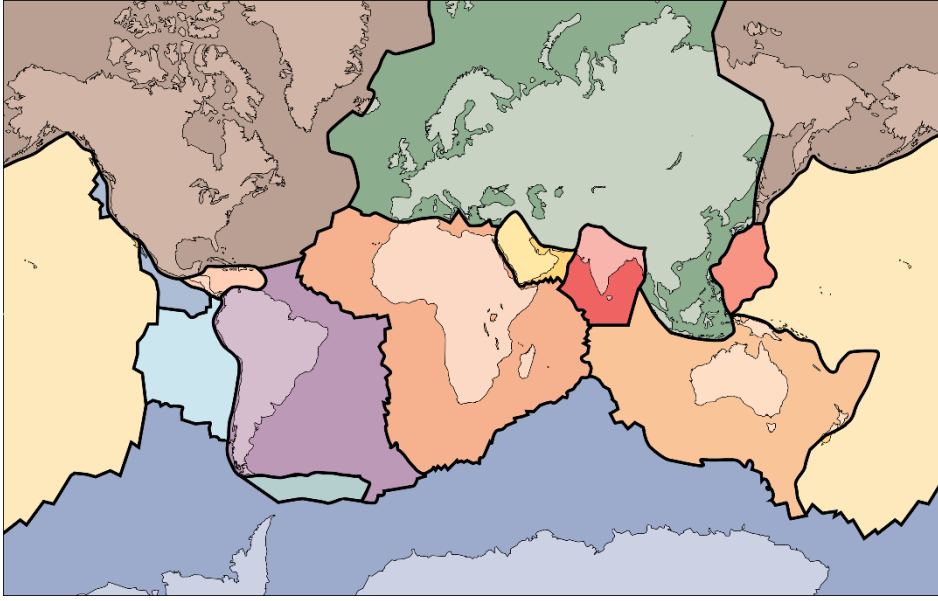
मागच्या लेखात आपण पाहिले, की पृथ्वीच्या भौतिक-रासायनिक रचनेनुसार पृथ्वीच्या आवरणाचा वरचा थर लिथोस्फिअर हा टणक आहे, तर त्याच्या खालचा अस्थेनोस्फिअर हा थर काही ठिकाणी टणक तर काही ठिकाणी चिकट प्रवाही आहे. लिथोस्फिअर हे काहीसे अंड्याच्या कवचासारखे आहे. त्याच्या खालील अस्थेनोस्फिअरच्या प्रवाही भागांपासून ते अलग आहे. पृथ्वीच्या गर्भातील ऊर्जेमुळे जी

काही ढवळाढवळ सतत चालू असते, त्याच्या ताणतणावांमुळे लिथोस्फिरला भेगा पडलेल्या आहेत. खालच्या काहीश्या प्रवाही अस्थेनोस्फिरवर हे लिथोस्फिरचे तुकडे तरंगत आहेत. भूगर्भातल्या घडामोडी, वितळलेल्या खडकांचे प्रवाह इ. मुळे हे तुकडे इतस्ततः ढकलले जातात. या साऱ्यामुळे पृथ्वीची भूगर्भशास्त्रीय रचना जरी अब्जावधी वर्षांपूर्वी स्थिरावली असली, तरी भौगोलिक रचना – महासागरांचे आकार, विविध भूखंडांचे परस्परसापेक्ष स्थान, इ. – सतत बदलते राहिले आहे, आणि पुढेही बदलत राहिल.

पृथ्वीच्या भौगोलिक रचनेच्या या सिध्दांताला प्लेट टेक्टॉनिक्स म्हणतात. पृथ्वीचे कवच एकसंध नाही, तर तरंगणाऱ्या अनेक तुकड्यांचे बनले आहे, आणि हे तुकडे मंद गतीने इतस्ततः फिरत रहातात, एकमेकांशी जुळत व अलग होत रहातात, आणि त्यामुळे पृथ्वीचा भूगोल बदलता आहे, असे थोडक्यात याचे वर्णन करता येईल. पृथ्वीच्या भूगोलाबद्दल आपली समज पूर्णतः बदलवून टाकणारा हा विचार संशोधनाच्या विविध क्षेत्रांमधल्या कोड्यांची उकल करताना हळूहळू उलगडत गेला, व साधारण १९६०च्या दशकात त्याला संशोधकांची सार्वत्रिक मान्यता मिळाली.

आज जगाचा भौगोलिक नकाशा जसा दिसतो, ती पृथ्वीची कायमस्वरूपी रचना नाही. एकेकाळी पृथ्वीवरील सर्व भूखंड एकत्र एकवटलेले होते. त्यानंतर त्यांची शकले होऊन ते एकमेकांपासून दुरावले. भारतीय उपखंड एकेकाळी आजच्या दक्षिण अमेरिका, आफ्रिका व ऑस्ट्रेलिया खंडांबरोबर एका महाकाय खंडाचा भाग होता. साधारण १४ कोटी वर्षांपूर्वी या महाखंडाची शकले झाली, त्यानंतर दक्षिण अमेरिकेचा भाग आफ्रिकेपासून पश्चिमेकडे वाहत गेला तर भारतीय उपखंडासहित ऑस्ट्रेलिया असा एकत्र तुकडा उत्तरेकडे वाहू लागला. साधारण १० कोटी वर्षांपूर्वी ऑस्ट्रेलियापासून विलग झाल्यावर भारतीय उपखंडाचा तुकडा

हळूहळू उत्तरेकडे वाहत येऊन सुमारे ३.५ कोटी वर्षांपूर्वी युरेशियाच्या तुकड्यावर आदळला. या टकरीतून हिमालय पर्वताचा जन्म झाला. अजूनही भारतीय उपखंडाचा तुकडा युरेशियाला रेटत उत्तरेकडे वाहू पहातो आहे, आणि त्यामुळे हिमालयाची उंची वाढते आहे. पुढील काही अब्ज वर्षांमध्ये पुन्हा सारे भूखंड एकवटतील असा वैज्ञानिकांचा अंदाज आहे. आज लिथोस्फिअरच्या तुकड्यांची जी परस्परसापेक्ष रचना आहे ती चित्र १ मध्ये दाखवली आहे.



चित्र १ पृथ्वीच्या लिथोस्फिअरची तुकड्या-तुकड्यांची रचना व आजचा भूगोल  
(स्रोत [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tectonic\\_plates\(Empty\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tectonic_plates(Empty).png))

पृथ्वीची भूगर्भीय रचना स्थिरावल्यापासून ते आजपर्यंत पृथ्वीच्या भूगोलाचे बदलते चित्र पहाता, महाइतिहासाच्या कालपटावर क्षणभंगुर असणाऱ्या सीमारेषांच्या रक्षणासाठी आपण अब्जावधी वर्षांमध्ये उत्क्रांत झालेली जीवसृष्टी क्षणार्धात नष्ट करण्याची क्षमता असलेली शस्त्रास्त्रे सरसावून लढाया का करत आहोत, असा विचार मनात येतो!

अर्थात प्लेट टेक्टॉनिक्सचा जीवसृष्टीच्या उत्पत्तीशी काय संबंध, हा प्रश्न तुम्हाला पडला असेल. तर आपण त्या विषयाकडे वळूया.

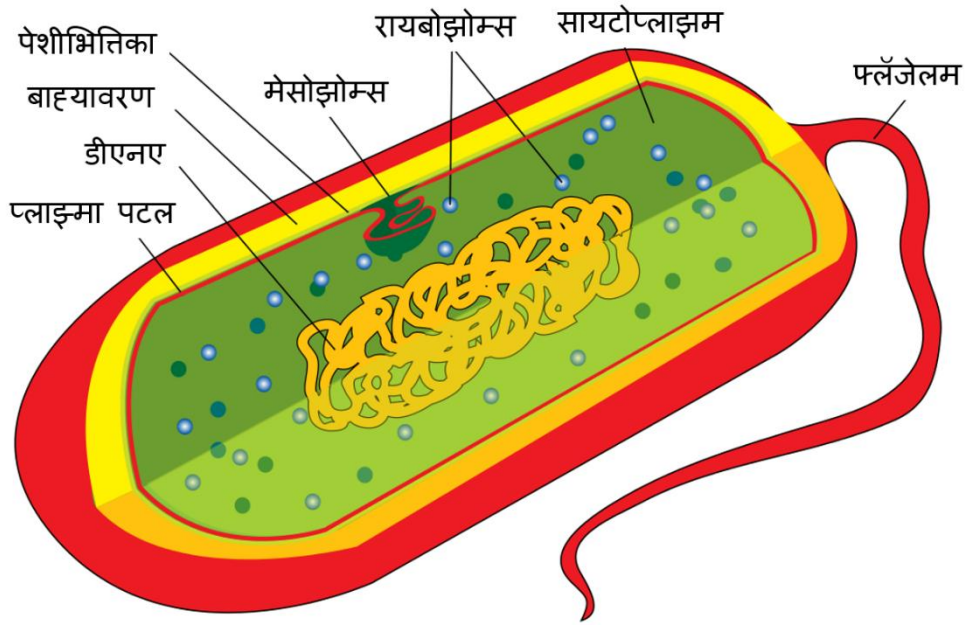


पृथ्वीच्या कवचाच्या तुकड्यांच्या हालचालींमुळे तुकड्यांच्या सीमारेषांवर ताणतणाव असतात. इथेच ज्वालामुखींचे उद्रेक सर्वात जास्त होतात. महासागरांच्या तळाशी अशा भेगांजवळ कारखान्यांच्या धुराड्याच्या चिमण्यांसारख्या खडकाळ चिमण्या आग ओकत असतात. या चिमण्यांमधून वितळलेल्या किंवा बाष्पाच्या स्वरूपातील विविध रसायने भूगर्भातून महासागराच्या तळाशी बाहेर येतात. या चिमण्यांच्या तोंडाशी काही हजार अंश सेल्सिअस इतके जास्त तापमान असते. बाहेर पडणाऱ्या रसायनांची महासागरांच्या पाण्याबरोबर रासायनिक प्रक्रिया होत असते. अशा या उच्च तापमानाला असलेल्या, विविध प्रकारच्या रसायनांनी युक्त, पाण्याखालील आणि ऑक्सिजन व सूर्यप्रकाश विरहित ठिकाणी काही जिवंत राहू शकेल, हे अशक्यप्राय वाटते. पण इथेच अगदी प्राथमिक रचना असलेले जीवाणू आढळून येतात. या जीवाणूंना आर्किया किंवा प्राचीन जीवाणू म्हटले जाते.

वैज्ञानिकांच्या मते सुमारे ३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी या चिमण्यांमध्ये जीवसृष्टीचा आरंभ झाला असावा. अशा प्रकारची स्थिती प्रयोगशाळेत कृत्रिमरित्या निर्माण केली असता, प्राथमिक स्वरूपाची अमिनो आम्ले व प्रथिने तयार होतात, यावरून या सिध्दांताला पुष्टी मिळते. दुसऱ्या एका मतानुसार या काळात पृथ्वीवर असलेले मुख्यतः मिथेन व कार्बन डाय ऑक्साइडयुक्त वातावरण विचारात घेतले, तर महासागरांच्या भरती-ओहोटीच्या भागातही रासायनिक प्रक्रियांमधून एकपेशीय जीवाणूंची उत्पत्ती झाली असावी.

यामध्ये एक महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे जीवसृष्टीच्या निर्मितीसाठी ऑक्सिजन वायूची कमतरता आवश्यक होती, कारण ऑक्सिजन हा रासायनिकदृष्ट्या अत्यंत क्रियाशील वायू आहे. ऑक्सिजनमुळे कार्बनच्या संयुगांचे झपाट्याने ऑक्सिडीकरण होते. म्हणूनच मृत सेंद्रीय पदार्थ झपाट्याने कुजतात. ऑक्सिजनयुक्त वातावरणात केवळ नैसर्गिक अपघातांनी

कार्बन व इतर अणू एकमेकांच्या सान्निध्यात येऊन, बांधले जाऊन गुंतागुंतीचे सेंद्रीय रेणू तयार व्हायला वावच मिळाला नसता. म्हणूनच त्यावेळच्या पृथ्वीवरील मुख्यतः भरपूर सेंद्रीय रेणूनी युक्त व ऑक्सिजन विरहित वातावरण जीवसृष्टीच्या निर्मितीसाठी पूरक ठरले. कार्बनचा अणू त्याच्या वैशिष्ट्यपूर्ण संरचनेमुळे इतर बऱ्याच मूलद्रव्यांच्या अणूशी विविध प्रकारच्या रासायनिक बंधांनी जोडला जाऊ शकतो. पाण्यामध्ये पोहणारे सेंद्रीय रेणू पाण्याच्या हालचालीमुळे एकमेकांच्या संपर्कात येत रहातात, तुटत-जुळत रहातात. पाण्याचे अस्तित्व जीवसृष्टीच्या उत्पत्तीसाठी महत्त्वाचे ठरले ते यामुळे. कोट्यवधी वर्षे अशा प्रक्रिया होत राहिल्या की, त्यातून काही वैशिष्ट्यपूर्ण सेंद्रीय रचना तयार होतात. अशाच पध्दतीने प्राथमिक स्वरूपाच्या पेशी तयार झाल्या असाव्यात. या पेशींना प्रोकॅरिओट म्हटले जाते. प्रोकॅरिओट पेशीची रचना चित्र २ मध्ये दाखवली आहे.



चित्र २ प्रोकॅरिओट – प्राथमिक एकपेशीय जीवाणू

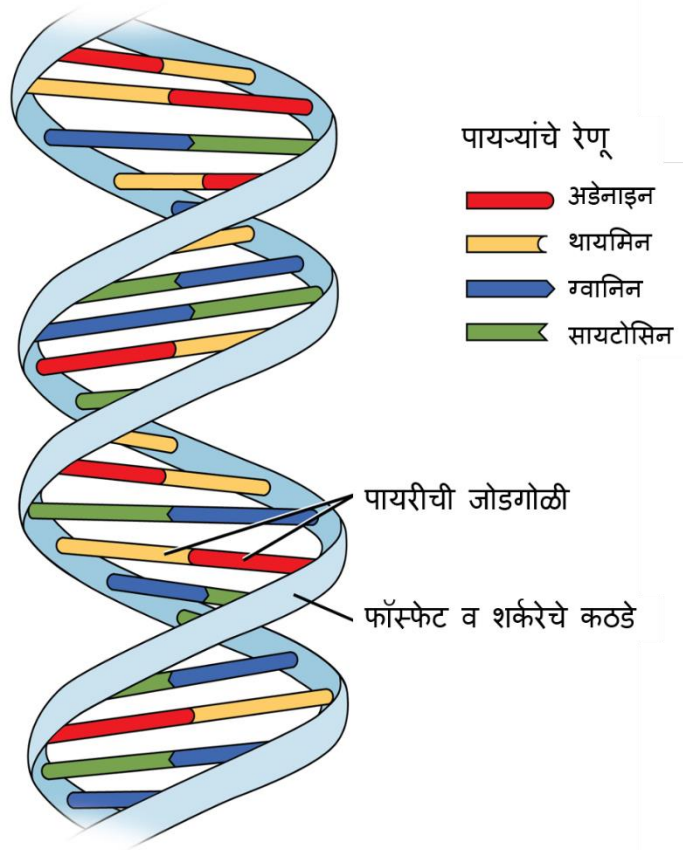
(स्रोत - [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Prokaryote\\_cell\\_diagram.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Prokaryote_cell_diagram.svg))

यामध्ये पुनरुत्पादनाची क्षमता असलेला डीएनए रेणू, प्रथिने निर्माण करू शकणारे रायबोझोम्स, अन्नाचे ऊर्जेत रूपांतर करणारे मेसोझोम्स, असे घटक आहेत. हे सारे घटक सायटोप्लाझम या द्रव्यामध्ये तरंगत असून, त्यांभोवती एक प्लाझ्मा पटल, पेशीभित्तिका व बाह्यावरण यांचे संरक्षक कवच आहे. फ्लॅजेला या शोपटीसारख्या अवयवाच्या मदतीने हा एकपेशीय जीव पाण्यात इतस्ततः फिरू शकतो.

या पेशी सजीव समजल्या जातात, कारण त्या पुनरुत्पादन करू शकतात. त्यासाठी डीएनए रेणूची वैशिष्ट्यपूर्ण रचना उपयुक्त ठरली.

दुहेरी स्प्रिंगसारखी किंवा वेटोळ्या जिन्यासारखी डीएनएची रचना आहे (चित्र ३

पहा). या जिन्याचे कठडे हे एका आड एक फॉस्फेट व शर्करेच्या रेणूंनी बनलेले असतात. या जिन्याच्या कठड्यांमधल्या पायऱ्या या दोन दोन विशिष्ट रेणूंच्या जोड्यांच्या बनलेल्या असतात. सायटोसाइन (सी) व ग्वानिन (जी) हे रेणू नेहमी एकमेकांबरोबरच जोडी जमवतात, तर अडेनाइन (ए) आणि थायमिन (टी) हे एकमेकांशी जोडी जुळवतात. या रचनेमुळे डीएनएचा हा रेणू उभा मधोमध दोन धाग्यांमध्ये



चित्र ३ डीएनएची संरचना (स्रोत

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:229\\_Nucleotides-01.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:229_Nucleotides-01.jpg)

विभागला तरी प्रत्येक धागा आजूबाजूला पोहत असलेले सेंद्रीय रेणू वापरून त्याच्या मूळच्या जोडीदार धाग्याची पुनर्निर्मिती करू शकतो. अशारितीने एका डीएनपासून अगदी मूळच्या डीएनएसारखेच दोन नवे रेणू तयार होऊ शकतात. अर्थात हे घडत असताना काही पायऱ्यांमध्ये चुकाही होतात. पण या चुकांमुळे (व इतरही काही कारणांमुळे) जैवविविधता निर्माण होते. विविधतेमुळे आजूबाजूची परिस्थिती प्रतिकूल झाली तरीही काही पेशींमध्ये त्यावर मात करण्याची क्षमता असू शकते. परिणामी काही पेशी तरी जिवंत रहाण्याची शक्यता वाढते. त्यामुळे जैवविविधता सजीवांच्या अस्तित्वासाठी खूप महत्त्वाची आहे.

सुमारे ३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी अस्तित्वात आलेले कित्येक जीवाणू आजही टिकून आहेत. या पेशींचे विभाजन होऊन प्रत्येक अर्धा भाग उरलेल्या अर्ध्याची बांधणी करतो. अशारितीने हे जीवाणू मरत नाहीत, तर वृद्धिंगत होत रहातात. अर्थात अन्न उपलब्ध न होणे, पाण्याचा तुटवडा, मिठाचा प्रादुर्भाव, इ. संकटे आली तर, आणि आजच्या काळात प्रतिजैवकांच्या प्रभावामुळे, या पेशी मृत्युमुखी पडू शकतात.

ऊर्जा व इतर आवश्यक द्रव्ये मिळवण्यासाठी हे जीवाणू आपल्या परिसरातील मुख्यतः सेंद्रीय रेणूंचे अन्न म्हणून भक्षण करतात. या प्राचीन जीवाणूंना रेणूंपासून ऊर्जा मिळवण्यासाठी ऑक्सिजनचा वापर करावा लागत नाही, तर या पेशी किण्वनाची प्रक्रिया वापरतात. यामध्ये वापरलेल्या रेणूपेक्षा कमी ऊर्जा असलेली आम्ले व अल्कोहोल तयार होतात.

आज आपण या जीवाणूंच्या जीवनचक्राचा आपल्या फायद्यासाठी वापर करून घेत आहोत. दुधापासून दही, चीज बनवणे, पिष्टमय पदार्थ व शर्करा आंबवून मद्य बनवणे, इ. व्यवसाय हे या प्राचीन जीवाणूंच्या जिवावर चालू आहेत.

सागरांच्या तळाशी ज्वालामुखीच्या सान्निध्यात रहाणाऱ्या आर्किया जीवाणूंनी तर सल्फरसारख्या असेंद्रिय पदार्थांपासूनही ऊर्जा मिळवण्याचे कौशल्य साध्य केले आहे.

पण साधारण ३.५ अब्ज वर्षांपूर्वी केवळ प्रथिने व अमिनो आम्लांवर अवलंबून असणाऱ्या जीवाणूंना अन्नाची कमतरता पडू लागली, आणि त्या बदलत्या परिस्थितीत नैसर्गिक उत्क्रांतीच्या प्रक्रियेने एक फारच क्रांतीकारी वळण घेतले. या वळणामुळे पृथ्वीवरील जीवसृष्टी तर बदललीच, पण पृथ्वीचे संपूर्ण रूपच पालटून गेले.

महाइतिहासाच्या या कलाटणी देणाऱ्या घडामोडींबद्दल वाचूया, पुढील लेखात.

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

§§§

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

इमेल : [pkarve@samuchit.com](mailto:pkarve@samuchit.com)

शैक्षणिक संदर्भ अंक ११२ जून-जुलै २०१८, अंक ११३ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१८ तसेच अंक ११९ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१९ हे वैज्ञानिक दृष्टिकोन विशेषांक होते.

हे आणि संदर्भचे इतरही अंक संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवर उपलब्ध आहेत. जरूर वाचा.

[www.sandarbhociety.org](http://www.sandarbhociety.org)

# मुलांच्या गोष्टी

संकलन: कृतिका बुरघाटे

कृतिका बुरघाटे या प्रयोगशील शिक्षिकेने मुलांमध्ये लेखन अभिव्यक्ती विकसित करण्यासाठी कसा प्रयत्न केला याबद्दल आपण आमच्या अंक ११९ मध्ये वाचलेच आहे. (<https://www.sandarbhociety.org/issue-119/>) या उपक्रमातून शाळेतील मुले लिहिती झाली. त्यांच्या लेखणीतून उतरलेल्या कथा 'अर्णव' या पुस्तिकेत प्रकाशित केल्या आहेत. त्यातील काही निवडक कथा मागील अंकात दिल्या होत्या, काही इथे देत आहोत.

## मदन्याचा अभ्यास

लेखक: साहिल उताने, वर्ग ६ वा

मदन्या अभ्यासात लय हुशार आहे असं मले नेहमी वाटे.

त्याचा अभ्यास अख्या गावात फेमस होता. तो अभ्यासले बसला तं आजूबाजूच्या समद्या घराईचा अभ्यास हा हा म्हणता पुरा होई. सगळ्याले वाटे मदन्या लय हुशार आहे. मदन्यापायी लय लोक इतिहास भूगोल शिकले. चौथ्या वर्गातील शिवाजी महाराज तर आता समदे लोकायले पाठ हाये.

निकाल लागल्यावर कोणिबी मदन्याले पास नापास ईचारात नोयते. समद्याले ठाव होत ह्या पास होतेच म्हणून.

आता तुम्हा समद्याले प्रश्न पडला असलं, कसा करत असल मदन्या अभ्यास म्हणून.



त्याचं असं हाय, मदन्याले मनातल्या मनात वाचले कवा बी जमलं नाय. तो वाचले बसला तर जोरजोरात वाचून काढी. एक प्रश्न दहा येळा तरी म्हणे. अन उत्तर बी दहा येळ वाचे.

"शिवाजी महाराजांचे गुरू कोण होते?"(दहा येळ)

"शिवाजी महाराजांचे गुरू दादाजी कोंडदेव होते."(दहा येळ)

आता कसा नाय अभ्यास होणार चार घराईचा?

आहुबाजूचे पोर तर त्याचं ऐकू ऐकू शिकले. आई बाबाले वाटे

लय अभ्यासू हाय आमचा मदन्या.

पण हे अस्सल बात नाय, बात तर पुढं हाय.

मदन्या कितिबी येळ कावून का ना वाचे त्याले काय बी लक्षात नाय राहायचं. पेपरात त्याले काय बी नाय लिवता यायचं. तो समदे वर्ग गुरुजींच्या किरपेन पास झाला. हे बात कोणाले बी पत्ता नाय लागली.

जवा मदन्या १० वी ची परीक्षा देला तवा त्याचा निकाल अख्खा गाव पाहाले जमा झालता. समद्या पेपरात भोपळा पाहून समद्याचे डोळे फिरले. "बाप्पा गा हे तर इपरिताच घडलं म्हणाचं, आमले वाटलं मेरिट येत पोरगं अन टीव्ही, पेपरात फोटो येते आमचा समद्याचा."

कायतरी घोळ हाय, ह्या निकाल चूक हाय, गुरुजीकड जाऊन ईचारलं पायजे म्हणून दोघंतिघं शाळंत गेले. तवा गुरुजीनं सांगलं समदं.

मदन्या वाचाले लय पटाईत हाय, शंका नाय, पण मदण्याचा लय मोठा प्रॉब्लम हाय, त्याले पेपरात काय बी लिवता नाय येत, वाचलेलं काय बी समजत नाय, त्याले प्रश्न बी समजेना, त्यो दहा येळ वाचतो पण आपण का वाचत हाओ हे त्याले समजतच नाय. त्याले लक्ष देऊन वाचता येत नाही. त्याच्या काय बी लक्षत राहत नाही बघा.

हे आयकून समदे गार पडले. मदन्याले कॅन्सरपेक्षा लय मोठी मेंदूची बिमारी हाय असं वाटून समदे लोक मदन्याची कीव करू लागले. आई बाबाचं तर काई विचारू नका, ते तर समदी आशा सोडून बसले अन मदन्या शाळा सोडून टपरीवर आता पेपर वाचतो जोरजोरात. ज्याले वाचता येत नाही त्याच्यासाठी वाचक हाय मदन्या.

सहाव्या इयत्तेतल्या साहिलने लिहिलेली ही कथा शिक्षण अक्षमता असलेल्या मुलांबद्दल शिक्षण व्यवस्थेत असलेली असंवेदनशीलता दाखवून आपल्या डोळ्यात झणझणीत अंजन घालते. आपल्या व्यवस्थेमध्ये अशी मुले पुढे पुढे ढकलता येतात, त्यांच्याकडे दुर्लक्ष केले तरी चालते, आणि त्यांना आवश्यक ती मदत मिळतच नाही!

भाषा शिकताना ऐकणं, बोलणं, वाचणं, लिहिणं... हे टप्पे सहज समजले जातात. त्यातले पहिले दोन मूल घरात शिकतं, आणि दुसरे दोन शाळेत शिकेल अशी सामान्य अपेक्षा असते. मुळात भाषा शिकायची ती दुसऱ्याच्या मनातले विचार, भावना समजावून घ्यायला. जी माणसं प्रत्यक्ष भेटणार नाहीत, त्यांच्याकडूनही काही जाणून घ्यायचे ते वाचनाच्या मार्गाने. पण शाळेच्या धबडग्यात अन परीक्षांच्या चक्रात याचा आपल्याला विसर पडल्याचं दिसतं.

वाचणं म्हणजे केवळ लिहिलेल्या शब्दाचा उच्चार करता येणं नव्हे, ते समजून घेणंदेखील आहे. तसंच लिहिणं म्हणजे आपल्याला जे वाटतं, समजतं, मांडावंसं वाटतं तेच लिपीबद्ध करणं आहे, याची आठवण ठेवायला हवी. शाळेतल्या मुलांनी लिहिलेले निबंध ज्यांना तपासायला लागतात, त्यांना बरेचदा केवळ शब्द लिहिता येतात, म्हणून लिहिलेली पाने वाचायला मिळतात.

ही परिस्थिती बदलण्यासाठी काय करता येईल? काय प्रयोग चालू आहेत? आपल्या प्रतिक्रियांच्या अपेक्षेत आहोत. - संपादक मंडळ

\$\$\$\$



# ऑनलाइन शॉपिंग

लेखक: रोशन बोबडे, वर्ग ७ वा



सूरज मालेकरच्या बापाने त्याले इंटरनेटवाला मोबाईल घेऊन देला. आमच्या गावात ७ वी तल्या पोराले असा मोबाईल घेऊन देणारा पहिलाच बाप होय. मालेकराकड लय पैसे हायेत, त्याले मिजास बी बहुत हाय.

सूरजनं त्या मोबाईलवर ऑनलाइन शॉपिंग केली. त्यानं लॅपटॉप बोलावलं म्हणे. सगळ्याले सांगत सुटला. आमच्या वर्गात सगळे त्याचा लॅपटॉप कवा येते का म्हणून वाट पाहत होते. जेव्हा त्याच्या घरी सामान आलं पोस्टनं तेव्हा त्याचे डोळे फाटले, "हे का हो गा आलं? मी तर दुसरंच बोलावलं होतं."

त्याले खेळण्यातला साडे चार हजाराचा काहीतरी सामान आला होता. आता कसं?

त्याले काही बी चिंता नाही वाटली, वापस करून देतो. पैसे वापस भेटते म्हणून तो बापाले समजावत होता. त्याचा बाप होता म्हणून समजला, आमचा गिन तर असता न जीवच घेतला असता.

आमी नाय करो बा असा खेळ पैशाचा.

\$\$\$\$

# आठवडी बाजार

लेखक-सोनाली वाघमारे, वर्ग ६ वा

मले शनिवार बाजारले जायले लगीत आवडते. तेथ सगला बाजार फिराले मस्त मजा येते.

खास मजा तर त्या जिलेबी, भजे अन शेव विकणाऱ्याच्या हाटेलासमोर असते. मस्त तळण्याचा वास येस असते, बाया माणसं त्याच्यापाशी रांग लावून असतेत.



समोसे, कचोरी, वडे, पुरी पाहून मजा तोंडले मस्त पाणी सुटते.

आईजवळ, आजीजवळ, बाबाजवळ जिद करून मी पैसे जमा करतो, ते या हाटेलात बसून पाहिजे ते खाण्यासाठी.

आई मले बाजारात थैल्या धराले नेते. आईचं समदं सामाईन घेऊन झाल्यावर मी हाटेलात जाची जिद करतो. मले माहीत असते आई म्हणणार पैसे सरले. मी मग माज्या

खिशातून पैसे काढून दाखवतो. आई मग मले हाटेलात नेते, पायजे ते खाऊ देते अन बहिणीसाठी, घरच्याइसाठी शेव, जिलेबी घेते. मले घरी गेल्यावर का खाल्लं ते सांगू नको म्हणते. बहीण जिद केली तर तिले समजवाले लगीत तरास होते.

एका बाजाराच्या दिवशी मी सोता काही खाललो नाही पण बईनीसाठी २ समोसे आनलो. तवा आईनं मजा लाड केला होता.

\$\$\$\$

## एमू

**लेखक: पायल जमदाडे, वर्ग ६ वा**

आमच्या गावातील एका माणसाने शहामृग आणले.

शेतात मोठ खोपट करुन कोंबडी पालन केल्यासारखं काम त्यानं सुरू केलं. सारं गाव शहामृग पाहाले शेतात धावलं. सगळ्या गावात शहामृगाची चर्चा झाली.

पुस्तकात पायलेला शहामृग आमच्या गावात आला म्हणून आमी लई खुशीत होतो. आमी समदे पोर पोरी शेतात जाऊन शहामृग पाहून आलो, त्याचे पिल्ले, अंडे लाजवाब होत ते, लोक त्याले कोंबडी म्हणून खावाले येत होते, पार्टीया करत होते, लई महाग आहे म्हणे ते, मोठे पैसे वाले लोक येत होते त्याले खावाले.



मले तर कसं कसं वाटे. इतल्या दुरून परदेशातून शहामृग आणलं तर ठेवाले नाही का पायजे पाहासाठी. पोर आली असती पहाचे पैसे घ्याची होते त्यानं. पण खाची आवड लोकायले भारी अन पैसे कमवाची बी.

आमी टीचरले सांगलो तर ते विश्वासच करे नाही. शहामृग इथं येऊच शकत नाही म्हणे. मग आमी ६ वा, ७ वा वर्ग शेतात परिसर भेट म्हणून न्यायला लावलो, टीचर तरी बी नाहीच म्हणे.

जेवा आमी तो शहामृग अन त्याचे पिले अंडे दाखवले तवा टीचर पागलावानी हासली. आम्ही समदे परेशान झालो. मग टीचरन मोबाईल काढला अन आमा समद्याले त्यात शहामृग दाखवला अन मग एमू दाखवला.

"हा एमू पक्षी आहे. ह्याचा व्यवसाय करतात. कुकुटपालन सारखा. हे महाग आणि चवदार असते." असं काही काही सांगायले लागली, तवा खोपडीतून भाऊ बाहेर आला, कल्ला काहले करता, शहामृग चिडंल न म्हणून वरडला.

टीचर त्याच्यावर वरडली. शहामृग होय का हा म्हणून विचारली. तवा तो म्हणाला, "नाही जी हे इमू हाय."

मग गावात आणि पोरांना खोट्या हा एमू आहे हे सांगायला काय झालं होतं, शहामृग सांगून का फसवितो सगळ्यांना, म्हणून टीचरनं त्याला चांगला झापला. तवापासून आमी त्याले शहामृगवाला भाऊ म्हणतो.

\$\$\$\$

# २१ व्या शतकासाठी...

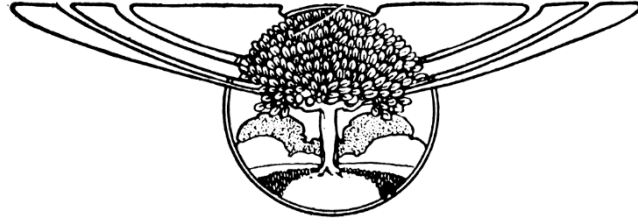
लेखक: युवाल नोआ हरारी

अनुवाद: यशश्री पुणेकर

आश्चर्यचकित करणाऱ्या या युगात जुने आदर्श बदलले आहेत

आणि नवीन आदर्श निर्माण झालेलेच नाहीत.

मग अशा काळात जगायचं तरी कसं?



आजची पिढी अभूतपूर्व क्रांतीचा सामना करते आहे. सातत्याने आणि वेगाने बदलत्या, अनिश्चित अशा परिस्थितीला तोंड देण्यासाठी आपण स्वतःसाठी आणि आपल्या मुलांसाठी काय तयारी करू शकतो? आज जन्माला आलेलं मूल २०५० च्या सुमारास साधारण तीस वर्षांचं असेल. बहुधा ते २१००पर्यंत जगेल आणि तेव्हा सक्रिय नागरिकही असू शकेल. २२व्या शतकात त्यांच्या प्रगतीला सहाय्यक असं आपण आपल्या मुलांना काय शिकवू शकतो? रोजगार, आजूबाजूचं आकलन आणि जीवनाच्या धकाधकीत मार्ग शोधण्यासाठी कोणती कौशल्ये त्यांच्यासाठी आवश्यक आहेत?

## बदलांचे स्वरूप आणि त्याचा वेग

२१०० तर सोडाच पण २०५० साली जगाचं स्वरूप कसं असेल, हेसुद्धा आपल्याला माहिती नाही. आपण भविष्याचा अंदाज कधीच अगदी तंतोतंत सांगू शकत नाही, हे तर सत्यच आहे पण पूर्वीपेक्षा ही गोष्ट आज अधिकच कठीण झालेली आहे. तंत्रज्ञान जरी आपलं शरीर, मेंदू आणि बुद्धी पुन्हा तयार करण्याइतकं सक्षम झालेलं असलं, तरीही पुढे घडणाऱ्या कोणत्याही गोष्टीबद्दल आपण निश्चित काहीही सांगू शकत नाही. ज्या गोष्टी सुरुवातीला चिरस्थायी मानल्या गेल्या, त्यासुद्धा झपाट्याने बदलताना दिसत आहेत.

१०१८ मध्ये भविष्यातील अनेक गोष्टींबाबत लोकांना माहिती नव्हती, पण तरीही मानवी समाजाचे मूलभूत गुणधर्म बदलणार नाहीत याची त्यांना खात्री होती.

तुम्ही जर १०१८ मध्ये चीनमध्ये राहात असता तर साम्राज्ये बदलतील, महामारी लाखो लोकांचे बळी घेऊ शकेल याचा अंदाज तुम्हाला येऊ शकला असता. १०५० मध्ये किंवा नंतरही बहुतांश लोक शेतकरी किंवा विणकर म्हणून काम करतील ही गोष्ट तुम्हाला स्पष्टपणे माहिती असणार होती. हुकुमशहा तेव्हाही जनतेवर अवलंबून असतील, पुरुषांचं स्त्रियांवर वर्चस्व राहिल, आयुर्मान साधारण चाळीस वर्ष असेल आणि मानवाचं शरीर होतं तसंच असेल याचीही कल्पना तुम्हाला असली असती.

म्हणूनच १०१८ मध्ये गरीब चिनी माणूस आपल्या मुलांना भात लावणी करण्याची आणि रेशीम विणण्याची पद्धत शिकवत असे आणि श्रीमंत चिनी माणूस आपल्या मुलांसाठी कन्फ्यूशियसचे साहित्य, चित्र-लिपी किंवा घोडेस्वारीचे शिक्षण देई तर मुलींना विनम्र आणि

आज्ञाधारक गृहिणी होण्याचे शिक्षण देत असे. या कौशल्यांची गरज १०५० मध्ये नक्कीच पडणार होती.

उलटपक्षी, २०५० मध्ये आपल्याला चीन किंवा उर्वरित जग कसे दिसेल याची काहीही कल्पना नाही. लोक रोजीरोटीसाठी काय करतील, सैन्य किंवा नोकरशहा कसे काम करतील हे आपल्याला माहित नाही आणि लैंगिक संबंध कसे असतील याची आपल्याला कल्पना नाही. काही लोक बहुधा आजच्या काळापेक्षा जास्त आयुष्य जगतील आणि जैवअभियांत्रिकी तंत्रज्ञान तसंच मेंदू आणि संगणकाचा थेट परस्परसंबंध एकूण मानवी शरीरातच अभूतपूर्व क्रांती घडवून आणतील. म्हणूनच, मुले आज जे काही शिकतात ते २०५०पर्यंत कुचकामी ठरण्याची शक्यता आहे.



सध्या बऱ्याच शाळा माहिती साठवण्यावर लक्ष केंद्रित करत आहेत. पूर्वी याची गरज होती, कारण माहिती कमीच होती आणि मंद गतीने होणारा माहितीचा प्रसारही सेन्सॉरशिपद्वारे वारंवार थांबवला जाई. उदाहरणार्थ, १८००मध्ये ग्रामीण भागात बाहेरच्या विस्तृत जगाबद्दल जाणून घेणे खूपच कठीण असे. रेडिओ, दूरदर्शन, दैनिक वृत्तपत्र असं कोणतंही माध्यम किंवा छापील साहित्य नव्हतं. आधुनिक शाळा आल्या, आणि त्यांनी प्रत्येक मुलाला लिहिणे, वाचणे ही कौशल्ये आणि भूगोल, इतिहास आणि जीवशास्त्र या मूलभूत गोष्टी शिकवायला सुरुवात केली, तेव्हा त्यांच्यात बरीच सुधारणा घडून आली. या उलट २१ व्या शतकात आपल्यावर माहितीचा

धबधबा कोसळतोय आणि त्यावर कसलीही सेन्सॉरशिप नाही. खेरीज या माहितीतून चुकीचे संदेश पसरवले जात आहेत, आणि आपलं लक्ष विचलित करण्याचे प्रकार घडत आहेत. तुम्ही आयुष्यातला सगळा वेळ विकिपीडिया वाचण्यात, टेड टॉक्स बघण्यात आणि फ्री ऑनलाइन कोर्स करण्यात घालवू शकता. एका बाजूला कोणतेही वास्तव कोणालाही दडवून ठेवता येणार नाही. मात्र दुसरीकडे परस्परविरोधी बातम्या आणि लक्ष विचलित करणाऱ्या सूचना देऊन भरकटवण्याची शक्यता धोकादायकरित्या वाढली आहे. सगळ्या जगातले लोक अलेप्पोमधल्या गोळीबाराबद्दल किंवा वितळणाऱ्या ध्रुवीय हिमशिखरांबाबत अगदी ताज्या बातम्यांपासून केवळ एक बटण अंतरावर आहेत. पण या सगळ्यांबद्दल इतकी परस्परविरोधी माहिती उपलब्ध आहे की कोणावर विश्वास ठेवायचा हे ठरवणं अवघड जावं. याखेरीज एक बटण दाबून मिळणाऱ्या असंख्य गोष्टी तुमची एकाग्रता बिघडवतात आणि जेव्हा राजकारण आणि विज्ञान कठीण होऊ लागतं तेव्हा त्याच्याऐवजी मांजरांचे गमतीशीर व्हिडीओ, सेलिब्रिटीजचे चटपटीत किस्से आणि पोर्नोग्राफी बघण्याचा मोह होऊ लागतो.

## माहिती नकोच!

अशा प्रकारच्या जगात शिक्षकांनी विद्यार्थ्यांना काही जास्तीची माहिती देण्याची गरज नाही, कारण त्यांच्याकडे आधीच भरपूर आहे. त्याउलट माहितीची योग्य अर्थपूर्ण व्याख्या करण्याची, महत्त्वपूर्ण माहिती आणि गौण माहिती असा फरक करण्याची आणि माहितीचे प्रचंड साठे एकेमकांना जोडून जगाचे व्यापक चित्र निर्माण करायला शिकवण्याची गरज आहे. वास्तविक गेली शेकडो वर्षे पश्चिमेकडील उदारमतवादी शिक्षणाचा हाच आदर्श आहे. शिक्षक स्वतः विचार करत नसले तरी ते विद्यार्थ्यांना विचार करण्यासाठी प्रोत्साहित करत



आहेत. त्यांची अशीच समजूत असावी की विद्यार्थ्यांना भरपूर माहिती आणि थोडंसं स्वातंत्र्य दिलं तर ही मुलं आज ना उद्या आपल्या बुद्धीनुसार जगाचं सुसंगत आणि अर्थपूर्ण आदर्श चित्र निर्माण करतील.

पण आता आपल्याकडे इतका वेळ शिल्लकच उरलेला नाही. येणाऱ्या काही दशकांमध्ये घेतले जाणारे निर्णय विश्वाचं भविष्य ठरवतील. हे निर्णय आजच्या वैश्विक दृष्टिकोनावर अवलंबून असतील. जर या पिढीकडे संपूर्ण विश्वाच्या भविष्याकडे पाहण्याची सम्यक दृष्टीच नसेल तर सर्वांचेच भवितव्य विस्कळीत होईल.

## तर मग काय शिकवायचं?

माहिती व्यतिरिक्त, बहुतेक शाळा अवघड समीकरणे सोडवणे, सी++ मध्ये संगणक आज्ञावली लिहिणे, रसायने ओळखणे, भाषा शिकणे यासारख्या पूर्वनियोजित कौशल्यांवर लक्ष केंद्रित करतात. परंतु आपल्याला २०५० मध्ये रोजगाराचे जग कसे असेल याचा अंदाज नसल्यामुळे खरोखर आवश्यक असलेल्या विशेष कौशल्यांची सुद्धा कल्पना नाही. २०५०पर्यंत आज्ञावली कृत्रिम बुद्धिमत्ता लिहू शकेल आणि आपल्याला फक्त 'नमस्कार, कसे आहात' इतकेच म्हणता येत असले तरी गुगल भाषांतर अॅपद्वारे आपण कोणत्याही भाषेमध्ये जवळजवळ अचूक संभाषण करू शकू.

अनेक अध्यापनतज्ञांच्या मते शाळांमध्ये आता चार 'सी' शिकवण्यावर लक्ष केंद्रित केलं पाहिजे - क्रिटिकल थिंकिंग (विश्लेषक विचार), कम्युनिकेशन (संवाद), कोलॅबोरेशन (सहकार्य), क्रिएटिविटी (सर्जनशीलता).

विचार, संवाद, सहकार्य आणि सर्जनशीलतेच्या जोडीला व्यापक स्तरावर तांत्रिक गोष्टींवरचा भर कमी करून सामान्य जीवन जगण्याच्या कौशल्यांवर जास्त जोर द्यायला हवा. यामध्ये बदलाला सामोरे जाणे, नव्या गोष्टी शिकण्याची तयारी असणे आणि अनपेक्षित परिस्थितीत मानसिक संतुलन कायम राखण्याची क्षमता या कौशल्यांचाही समावेश होईल. २०५०च्या जगात राहण्यासाठी फक्त नवे विचार आणि नवी उत्पादने एवढं पुरेसं नाही तर स्वतःला सातत्याने नव्या पद्धतीने घडवणे सर्वात महत्त्वाचे ठरणार आहे.

## माणूसपणदेखील बदलेल...

परिवर्तनाची गती वाढते तसतसे 'माणूसपणा'च्या अर्थात बदल होण्याची शक्यता असते. १८४८ मध्ये कम्युनिस्ट जाहीरनाम्यामध्ये म्हटले होते की 'जे काही ठोस आहे ते विरघळते आणि हवेत विरून जाते'. परंतु मार्क्स आणि एंजल्स सामाजिक आणि आर्थिक संरचनांबद्दल विचार करीत होते. २०४८ पर्यंत भौतिक आणि संज्ञानात्मक संरचनादेखील हवेमध्ये किंवा डेटाबिटच्या ढगात विलीन होतील.



१८४८ मध्ये लाखो लोक शेती सोडून कारखान्यात काम करायला शहराच्या दिशेने निघाले. पण शहरात येऊन त्यांना स्वतःची ओळख, लिंगभाव बदलावे लागले नाही आणि कोणतंही सहावं ज्ञानेंद्रिय जोडावं लागलं नाही. त्यांना एक नोकरी मिळाली की आयुष्यभर तीच चालू राही. २०४८ पर्यंत लोकांना कदाचित स्वतःची ओळख, लिंगभाव, पंचेन्द्रियांनी

मिळणाऱ्या संवेदनासुद्धा सतत तपासत, बदलत राहावं लागेल. कृत्रिम बुद्धिमत्ता रोपण करावे का, सायबरस्पेस मधली आपली जागा बदलावी का याचा विचार करत राहावे लागेल.

एखाद्याला त्रिमितीय आभासी खेळ तयार करण्याचे काम मिळाले, त्यात कल्पनेला वाव असणारी दुनिया आणि पैसा दोन्ही सापडले तरी फक्त दहाएक वर्षांतच अशा तऱ्हेचे सगळे व्यवसाय कृत्रिम बुद्धिमत्तेद्वारे चालू लागतील. म्हणजे दर दहा वर्षांनी तुमची स्वतःबद्दलची कल्पना, ओळख, ध्येय सारे काही बदलत राहिल. सहचर मिळवण्याची तुमची कल्पना, पद्धत यासह सगळेच बदलेल. त्यासाठीही तुम्ही एखाद्या अल्गोरिदमवर अवलंबून राहाल. पैसा मिळवण्यातही तुम्हाला कृत्रिम बुद्धिमत्ता मागे टाकेल. अगदी पंचेचाळिसाव्या वर्षीही तुम्हाला नव्यानेच सुरुवात करावी लागू शकेल!

हे बदल शब्दशः अशाच स्वरूपात होतील असं समजू नका. आपण भविष्यातील वास्तवापासून खूप दूर असण्याचीही शक्यता आहे. २०५०चं एखादं वर्णन तुम्हाला विज्ञान कथेप्रमाणे वाटत असेल तर ते खोटं असण्याची शक्यता आहे, आणि जर ते विज्ञान कथेप्रमाणे वाटत नसेल तर ते निश्चितच खोटं आहे! आपण खात्रीपूर्वक काहीच सांगू शकत नाही, पण 'बदल' ही एकमात्र निश्चित गोष्ट आहे.

## स्थिरावू नका

सततचे गंभीर बदल कदाचित जीवनाचा मूलभूत साचाच छिन्नविच्छिन्न करून टाकतील. शेकडो वर्षे आयुष्य दोन काळात विभागलं गेलं होतं - एक शिकण्याचा काळ आणि त्यानंतर काम करण्याचा काळ. आधी तुम्ही माहिती करून घेता, मग कौशल्य

मिळवता, एक जीवनदृष्टी तयार करता आणि एक स्थिर ओळख निर्माण करता. जरी पंधराव्या वर्षी तुम्ही (कोणत्याही शाळेत न जाता) घरच्या शेतीत काम करत असला तरी सर्वात महत्वाचं काम शिकण्याचंच असे. भातशेती कशी करायची, व्यापाऱ्याशी भाताचा भाव कसा ठरवायचा, जमीन आणि पाण्यावरून इतर गावकऱ्यांशी होणारी भांडणे कशी मिटवायची हे सगळं शिक्षण तेव्हा चालू असे. याच कौशल्यांवर आयुष्यातल्या पुढच्या काळात तुम्ही अवलंबून होता- आपलं स्थान निर्माण करण्याकरता, रोजगार मिळवण्याकरता आणि समाजात आपलं काही योगदान देण्याकरता...

२०५० पर्यंत प्रचंड वेगाने होणारे बदल आणि त्याचबरोबर मोठे आयुष्यमान यामुळे



हा पारंपरिक साचा निरुपयोगी ठरणार आहे. जीवनाची शिवण उसवून जाईल आणि जीवनाच्या वेगवेगळ्या कालखंडांमधली सलगता कमी कमी होऊ लागेल. 'मी कोण

आहे?' हा प्रश्न आधी कधीच नव्हता इतका जटील वाटेल. यामुळे मानसिक ताप आणि तणावात प्रचंड वाढ होण्याची शक्यता आहे. कारण बदल नेहमीच तणाव निर्माण करतो.

एका विशिष्ट वयानंतर माणूस बदल स्वीकारायला तयार नसतो. पंधरा वर्षांच्या वयात सगळं जीवनच बदलातून जात असतं. तुमचं शरीर वाढत असतं, मेंदूचा विकास होत असतो, तुमचे नाते संबंध दृढ होत असतात. प्रत्येक गोष्ट सातत्याने बदलत असते. तुम्ही स्वतःचा शोध घेत असता. तुमचं स्वतःचं असं एक व्यक्तिमत्त्व घडत असतं. कित्येक मुलांना या सर्व गोष्टींची भीतीही वाटत असते आणि तरीही त्या तितक्याच रोमांचकारीपण वाटत असतात.

रोज नवनव्या शक्यता तुमच्या समोर येत असतात आणि जिंकण्यासाठी सगळं जग तुमच्यापुढे हजर असतं. पण पन्नासाव्या वर्षी तुम्हाला बदल नकोसे होतात. बरेचसे लोक या टप्प्यावर जग जिंकण्याचे प्रयत्न सोडून देतात. इतकं बघितलेलं, अनुभवलेलं असतं की सगळ्याचा उबग यायला लागतो. स्थिरता हवीशी वाटते. आपली कौशल्ये, आपला चरितार्थ, आपली ओळख आणि जगाकडे बघण्याचा दृष्टिकोन तयार करण्यात तुम्ही खूप काही ओतलेलं असतं, आणि पुन्हा एकदा हे सगळं शून्यापासून सुरू करायची इच्छा नसते. एखादी गोष्ट मिळवण्याकरता जितकी मेहनत घेतलेली असते, तितकीच ती गोष्ट सोडून देणं आणि त्याहून नव्या गोष्टीसाठी सज्ज होणं कठीण असतं. अजूनही तुम्ही नवे अनुभव आणि छोट्या छोट्या संबंधांचा ताळमेळ घालण्यात आनंद घेऊ शकता, पण स्वतःच्या व्यक्तिमत्त्वात आमूलाग्र बदल करायला तयार नसता.

याची कारणे न्युरोलॉजिकल आहेत. एकेकाळी वाटत होतं त्यापेक्षा सध्या मोठ्या माणसाचं मन अधिक लवचीक आणि परिवर्तनशील असलं तरी त्यात तरुण मेंदूइतका लवचीकपणा नसतो. मज्जातंतू आणि दोन मज्जापेशींमधील धागे पुन्हा नव्याने जोडणे कठीण काम आहे. पण तुम्ही स्थिर ओळख, काम किंवा दृष्टिकोनाला चिकटून राहिलात तर जग तुम्हाला डावलून, मागे टाकून सरळ पुढे निघून जाईल. आयुर्मर्यादा वाढणार आहे हे लक्षात घेता तुम्हाला एक अज्ञानी - रूढीवादी माणूस म्हणून अनेक दशकं जगावं लागेल. समकालीन राहण्याकरता तुम्हाला फक्त आर्थिकच नव्हे तर सामाजिक दृष्ट्याही तयार असलं पाहिजे. त्यासाठी सतत शिकत राहण्याची आणि स्वतःला नव्याने घडवत राहण्याची गरज असेल, अगदी पन्नास वर्षांच्या 'युवा'वस्थेतही.

## सर्व काही नवीनच!

अनोळखीपणा हीच नव्या जगाची ओळख राहणार असल्याने तुमचे आणि एकूणच मानवजातीचे आजवरचे अनुभव तितकेसे विश्वासाह आणि मार्गदर्शक उरणार नाहीत. उत्तरोत्तर प्रत्येक माणसाला आणि समग्र पातळीवर संपूर्ण मानव जातीला आत्तापर्यंत कधीही न अनुभवलेल्या गोष्टींशी सामना करावा लागेल. उदाहरणार्थ - अतिशय बुद्धिमान यंत्रे, यांत्रिक पद्धतीने बनवलेली माणसे, तुमच्या भावनांशी भयानक पद्धतीने खेळणारे अल्गोरिदम, माणसाने तयार केलेल्या गोष्टींनी हवामानात होणारी उलथापालथ आणि दर दहा वर्षांनी आपला व्यवसाय बदलण्याची गरज.

अशा अतिशय वेगळ्या अभूतपूर्व स्थितीचा सामना करताना तुम्ही 'योग्य' असं काय कराल? भरपूर माहिती असेल, पण या माहितीला एकत्र करण्याचे आणि तिचं विश्लेषण करण्याचे काहीच उपाय नसतील तेव्हा तुमच्या कामाचं स्वरूप काय असेल? अशा अथांग अनिश्चतेने भरलेल्या जगात कसं राहायचं? अनिश्चितता हेच या जगाचं लक्षण असणार आहे.

अशा जगात जिवंत राहण्यासाठी आणि बहरण्यासाठी तुम्हाला मानसिक लवचीकपणाची आणि भावनिक संतुलनाची खूपच जास्त गरज पडेल. परिचित असलेल्या गोष्टी सोडून घ्याव्या लागतील आणि पूर्णपणे नव्या अनभिज्ञ गोष्टींना आपलंसं करावं लागेल. दुर्दैवाने, मुलांना अनोळखी गोष्टींशी जुळवून घ्यायला आणि मानसिक संतुलन राखायला शिकवणं, हे भौतिक शास्त्रातली समीकरणं आणि पहिल्या महायुद्धाची कारणं शिकवण्यापेक्षा खूप कठीण आहे.

## न समजणारे जग

पंधरा वर्षांच्या किशोरवयीन मुलांना मी सांगतो - मोठ्या माणसांवर जास्त विश्वास ठेवू नका, त्यांच्यापैकी बहुतेकांचे हेतू चांगले आहेत, परंतु त्यांना जग समजलेलं नाही. आजच्या तुलनेत पूर्वी, प्रौढांचे अनुकरण करणं जास्त सुरक्षित होतं कारण त्यांना जग चांगलंच समजलेलं होतं आणि जगातील बदलाची गती धीमी होती. पण एकविसावें शतक पूर्णपणे वेगळं असणार आहे. परिवर्तनाच्या वाढत्या वेगामुळे, मोठी माणसं तुम्हाला जे काही सांगताहेत ती चिरंतन शहाणपणाची गोष्ट आहे का जुनापुराणा पूर्वग्रह आहे हे आपल्याला कधीच निश्चितपणे सांगता येणार नाही.

मग तुम्ही कोणत्या गोष्टीवर विश्वास ठेवाल? तंत्रज्ञानावर? हा तर आणखीनच



जोखमीचा मामला आहे. तंत्रज्ञान तुम्हाला भरपूर साहाय्य करू शकते, पण जर तंत्रज्ञान तुमच्या आयुष्यावर हुकुमत गाजवू लागलं तर? तर मग तुम्ही त्याच्या कार्यप्रणालीशी बांधले जाता. हजारो वर्षांपूर्वी मानवाने शेतीचा शोध लावला पण या तंत्रज्ञानाने एका अगदी छोट्या अभिजात

वर्गाला समृद्ध केलं आणि बाकी सगळी माणसं गुलामगिरीत ढकलली गेली.

तंत्रज्ञान वाईट अजिबातच नाहीये. तुम्हाला तुमच्या जीवनात काय हवे आहे याची कल्पना असेल तर ते मिळवून देण्यासाठी तंत्रज्ञान तुम्हाला मदतच करेल. पण तुम्हाला ते माहितीच नसेल, तर तंत्रज्ञान तुमच्या आयुष्याचं धोरण ठरवेल आणि तुमच्या आयुष्यावर

नियंत्रण मिळवेल. स्मार्टफोनमध्ये तोंड खुपसून भकास चेहऱ्याने रस्त्यावरून जाणारी मंडळी तुम्ही पाहिली आहेत का? तुम्हाला काय वाटतं? तंत्रज्ञान त्यांच्या हातात आहे का तंत्रज्ञान त्यांना नियंत्रित करतंय?

मग काय फक्त स्वतःवर विश्वास ठेवायचा का? ही गोष्ट कथा कादंबऱ्यांमध्ये आणि फिल्ममध्ये योग्य वाटेल कदाचित पण वास्तवात याचा काही उपयोग नाही. माणसं जेव्हा स्वतःचा आवाज ऐकण्याचा प्रयत्न करतात तेव्हा बाहेरच्या भुलवणाऱ्या योजनांना बळी पडतात. डोक्यातल्या जैवरासायनिक घोटाळ्यांसह आपण नेहमीच सरकारी प्रचार, वैचारिक मतपत्रिका आणि व्यावसायिक जाहिरातींच्या प्रभावाखाली असतो आणि त्याचीच पुनरावृत्ती करतो. म्हणून आपल्या बुद्धीने दिलेला आवाज कधीही विश्वासाह राहात नाही.

जसजसं जैवतंत्रज्ञान आणि यांत्रिकीकरण प्रगत होत जाईल तसतसं लोकांच्या भावभावनांशी आणि इच्छाआकांक्षांशी खेळणं सोपं होत जाईल. आणि तेव्हा आपल्या हृदयाची हाक ऐकणं आधीच्या तुलनेत खूपच कठीण होऊन जाईल. जेव्हा कोका-कोला, अमेझॉन, बायडू किंवा सरकारला तुमच्या मनावर कसा ताबा मिळवायचा आणि तुमच्या मेंदूचं कोणतं बटण दाबायचं हे समजेल तेव्हा तुम्ही त्यांना कसे ओळखाल?

तुम्हाला तुमची काम करण्याची प्रणाली (ऑपरेटिंग सिस्टम) समजून घ्यायला खूप मेहनत घ्यावी लागणार आहे. तुम्ही कोण आहात आणि आयुष्यात तुम्हाला काय मिळवायचे आहे हे जाणून घेण्यासाठी खूप कष्ट पडणार आहेत. हा तर आपल्या पुराण-पोथ्यांमध्ये दिलेला सल्ला आहे : 'स्व'ची ओळख करून घ्या, स्वतःला ओळखा. पण हा सल्ला तत्काळ अमलात आणण्याची आता जितकी गरज आहे तितकी आधी कधीच भासली



नव्हती. आज आपण अत्यंत गंभीर प्रतिस्पर्ध्यांचा सामना करत आहोत. कोका-कोला, अमेझॉन, बायडू किंवा सरकार सगळेच्या सगळे तुम्हाला ताब्यात घेऊ पाहताहेत. केवळ तुमचा स्मार्टफोन, कॉम्प्युटर, बँक खातं नाही तर ते आता तुमच्या जैविक कार्यप्रणालीवर कब्जा करायचा प्रयत्न करताहेत. तुम्ही ऐकलं असेल की आपण कॉम्प्युटर हॅकिंगच्या युगात राहत आहोत. पण हे तर अर्धसत्य आहे. खरंतर आपण माणसांना हॅक करण्याच्या युगात आहोत.

अल्गोरिदम अगदी या क्षणालाही तुमच्यावर नजर ठेवून आहे. तुम्ही कुठे जाता, काय खरेदी करता, कोणाला भेटता या सगळ्यावर आता तीक्ष्ण नजर असणार आहे. लवकरच ते तुमच्या प्रत्येक पावलावर, हालचालीवर, श्वासावर इतकंच नाही तर स्पंदनांवरही नजर ठेवणार आहेत. तुम्हाला अधिकाधिक चांगल्या रीतीने जाणून घेण्यासाठी त्यांचा महामाहिती (बिग डेटा) आणि यांत्रिकीकरणावर (मशीन लर्निंग) भरोसा आहे. आणि ज्या क्षणी हे अल्गोरिदम तुम्हाला तुमच्यापेक्षासुद्धा अधिक ओळखू लागेल त्या क्षणापासून ते तुम्हाला नियंत्रित करू लागतील. तुमच्याशी कटकारस्थानं करू शकतील आणि तुम्ही या सगळ्यात काहीही करू शकणार नाही. तुमची मालकी तुमच्या हातातून निसटून त्यांच्या हातात जाईल.

## आनंदी व्हायचंय?

सगळी मालकी अल्गोरिदमकडे सोपवून आणि तुमच्याच नव्हे तर दुनियेच्या निर्णयाची जबाबदारी त्याच्यावर टाकून तुम्ही खुशाल आनंदी राहण्याचा मार्ग खुला आहे. असं असेल तर चिंतामुक्त होऊन प्रवासाचा आनंद घ्या. आता तुम्हाला काहीही करायची

गरज नाही. अल्गोरिदम सगळं सांभाळेल. पण जर तुम्हाला तुमच्या अस्तित्वावर आणि भावी आयुष्यावर स्वतःचं थोडं जरी नियंत्रण हवं असेल, तर तुम्हाला अल्गोरिदम, अमेझॉन आणि सरकारपेक्षा अधिक वेगाने हालचाल करायला हवी. त्यांनी तुम्हाला जाणून घेण्याआधी तुम्ही स्वतःला जाणून घ्यायला हवं. तुम्हाला खूप वेगाने पुढे जायचे असेल तर बरोबर जास्त सामान नेऊ नका, तुमचे भ्रम, तुमच्या समजुती इथेच सोडून जा, खूप जड आहेत त्या!

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ अंक १२६ मधून साभार. हा लेख मंजुल प्रकाशन यांनी प्रकाशित केलेल्या युवाल नोआ हरारी यांच्या '२१वीं सदी के लिए २१ सबक' या पुस्तकातून साभार.

§§§

लेखक: युवाल नोआ हरारी, हिब्रू विश्वविद्यालय, येरुसलेम इथे प्राध्यापक, आंतरराष्ट्रीय ख्यातीप्राप्त लेखक.

हिंदी अनुवाद: मदन सोनी, वरिष्ठ हिंदी लेखक, समीक्षक व अनुवादक.

मराठी अनुवाद : यशश्री पुणेकर, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इमेल : [yashashreegpunekar@gmail.com](mailto:yashashreegpunekar@gmail.com)

# पर्यावरणस्नेही कृती : खरंच उपयुक्त आहेत?

लेखक : ख्रिस्तोफ मॅडलेन

रूपांतर : संजीवनी आफळे

हा लेख फ्रान्समधील परिस्थितीनुसार लिहिलेला आहे, पण यात मांडलेले मुद्दे आपणही विचार करावा, असेच आहेत.

‘दात घासताना नळ बंद करून’ आपण आपली पृथ्वी वाचवू शकतो, असा विश्वास पर्यावरणप्रेमी नागरिक बाळगत असतानाच, पर्यावरणीय संकट मात्र दिवसेंदिवस जास्तच तीव्र होत आहे. तरीही, अशा अनेक पर्यावरणस्नेही कृती आपण आपल्या रोजच्या जीवनाचा अपरिहार्य भाग बनवून त्या करत आहोत. पण जे काही नाट्यपूर्ण आणि वादळी बदल पर्यावरणात होत आहेत, ते उलथून टाकण्याइतक्या किंवा थांबवण्याइतक्या खरंच का या कृती प्रभावी आहेत?

गेल्या दशकाभरापासून अशा काही पर्यावरणावरील संकट टाळणाऱ्या कृतींचा अवलंब सगळ्यांनी करावा असा आग्रह धरला जातो आहे. त्या पैकी काही : गरज नसेल तेव्हा दिवे बंद करणे, पाण्याच्या नळाला एअरेटर बसवून त्याची धार नियंत्रित करणे, ओल्या व सुक्या कचऱ्याचे वर्गीकरण करणे, आपली गाडी न वापरता सार्वजनिक वाहनांचा किंवा सायकलचा वापर करणे.... अशा अनेक कृती, कमी जास्त प्रमाणात उपयुक्त असणाऱ्या.

यातील काही कृती आकर्षकरीत्या पेश करून त्यांचे 'येणाऱ्या संकटावरील एकमेव उपाय' असे व्यापारीकरणही करण्यात आले. आज बाजारात उपलब्ध असलेले एल.इ.डी. दिवे, नळाच्या पाणी बचत करणाऱ्या तोट्या, ओला कचरा जिरवण्याची उपकरणे, महागडी सेंद्रीय उत्पादने अशी काही उदाहरणे. राजकारणी आणि उद्योजकांच्या आर्थिक हितसंबंधांना बाधा येऊ न देता देखील फक्त नागरिक प्रत्येक गोष्ट बदलू शकतात यावर विश्वास ठेवण्यासाठी एक शोभिवंत, रम्य मार्ग दाखवला गेला. पण वैयक्तिकरित्या केलेल्या अशा कृती खरोखर कितपत परिणामकारक आहेत? यासाठी फ्रान्समध्ये 'कार्बन ४' या समितीने फ्रेंच माणसाने केलेल्या पर्यावरणपूरक कृतींचा हरितगृह वायू उत्सर्जनावर काय परिणाम होतो याचा अभ्यास केला.

### चौकट १ कार्बन फूटप्रिंट किंवा कर्बभार

कार्बन फूटप्रिंट किंवा कर्बभार म्हणजे 'एखाद्या व्यक्तीने, संस्थेने किंवा वस्तूने प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षरीत्या केलेले हरितगृह वायूंचे उत्सर्जन'. हरितगृह वायूंमध्ये (greenhouse gases: GHGs) कार्बन डाय ऑक्साईड ( $CO_2$ ), मिथेन ( $CH_4$ ), नायट्रस ऑक्साईड ( $N_2O$ ), सल्फर हेक्झाफ्लोराईड ( $SF_6$ ) आणि फ्लोरोकार्बन संयुगांचा समावेश होतो. सर्व हरितगृह वायू सारख्या प्रमाणात धोकादायक नसतात.

उदा. १ किलो मिथेनच्या उत्सर्जनमुळे २३ किलो कार्बन डाय ऑक्साईडच्या उत्सर्जनाइतका परिणाम होतो. म्हणून कार्बन फूटप्रिंट काढण्यासाठी त्या प्रक्रियेत उत्सर्जित होणाऱ्या सर्व हरितगृह वायूंसाठी कार्बन डाय ऑक्साईडचे सममूल्य काढले जाते, व मग त्यांची बेरीज केली जाते. उदा. एखाद्या घटनेत १० टन कार्बन डाय ऑक्साईड व २ टन मिथेन वायूंचे उत्सर्जन होत असेल, तर त्या घटनेची कार्बन फूटप्रिंट किंवा कर्बभार १० अधिक (२ गुणिले २३ म्हणजे ४६) म्हणजे ५६ टन कार्बन डाय ऑक्साईड सममूल्य आहे असे म्हणतात.

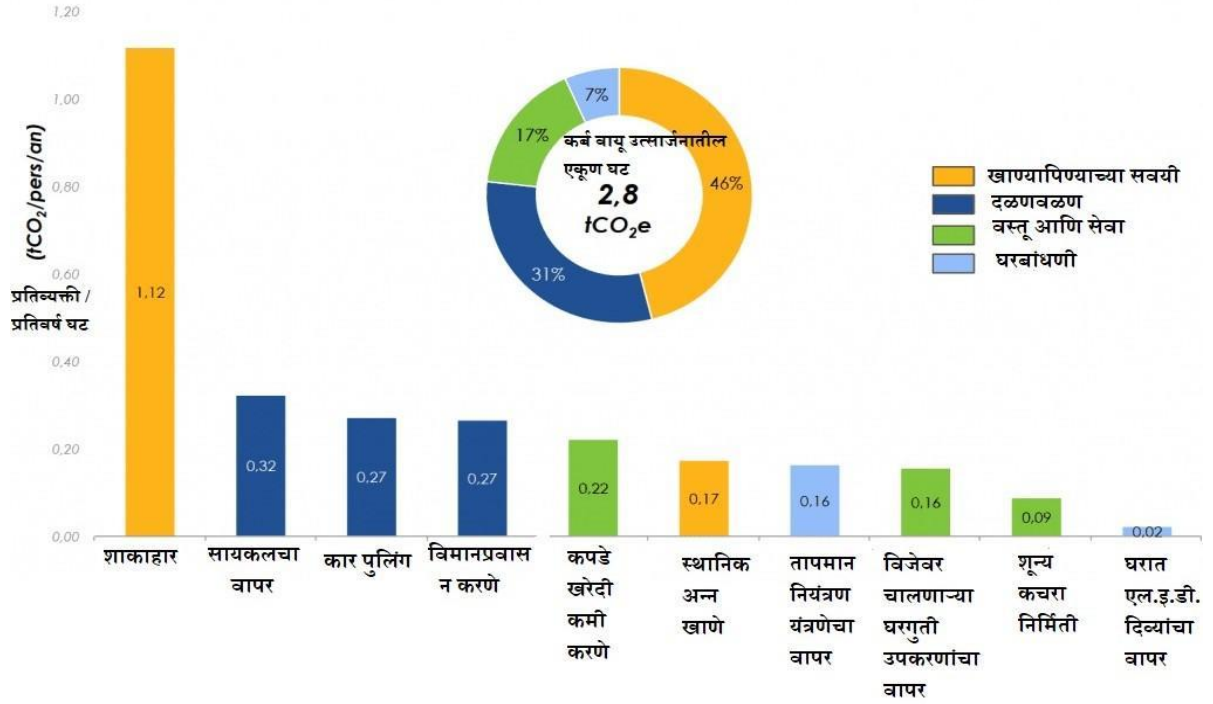
२०१७ मध्ये एक फ्रेंच माणूस वर्षाला १०.८ टन कार्बन डाय ऑक्साईड सममूल्य हरितगृह वायू उत्सर्जित करत असे. पॅरिस कराराची पूर्तता करण्यासाठी २०५० पर्यंत हे उत्सर्जन साधारण ८०% नी कमी व्हायला हवे आहे. हे अत्यंत कठीण असे आव्हान आहे.



### फ्रेंच माणसाचा सरासरी कर्बभार

कार्बन ४ या संस्थेच्या अहवालाप्रमाणे, वैयक्तिकरीत्या करण्याच्या गोष्टींमध्ये, फ्रान्समध्ये मांसाहाराकडून शाकाहाराकडे वळणे या एकाच गोष्टीमुळे कर्बवायू उत्सर्जन १० टक्क्यांनी कमी होऊ शकते. यामुळे पशुधनामुळे (रवंथ करणाऱ्या प्राण्यांपासून होणारे मिथेन वायू उत्सर्जन) आणि जंगलतोडीमुळे होणारे कर्बवायू उत्सर्जन आटोक्यात राहते. यानंतर वाहतूक आणि दळणवळणाच्या साधनांचा वापर (यामध्ये विमानप्रवास कमी करणे, कारपूलिंग आणि सायकलचा वापर सामाविष्ट आहे.) आणि वस्तू आणि सेवांचा वापर (यामध्ये कपडे खरेदी, घरगुती उपकरणांची खरेदी आवश्यकतेनुसारच करणे, उच्च

तंत्रज्ञानावर आधारित उपकरणांचा पुनर्वापर किंवा ती भाड्याने घेणे आणि शून्य कचरा निर्मिती अंतर्भूत आहे.) यांचेही मोठे योगदान आहे. तसेच घराशी निगडित गोष्टीही (यामध्ये तापमान नियंत्रण यंत्रणेचा योग्य वापर आणि एल.इ.डी. दिव्यांचा वापर अशा सवयी येतात.) महत्त्वाच्या आहेत.



### व्यक्तिगत पातळीवरील पर्यावरणस्नेही बदलांमुळे कर्बभारातील संभाव्य घट

पण या सर्व गोष्टी एकत्र केल्या तर काय चित्र दिसते? कार्बन ४ चा अहवाल असे दाखवून देतो की जर एखाद्या फ्रेंच माणसाने सगळ्या पर्यावरणस्नेही सवयी काटेकोरपणे अंगिकारल्या तरी त्याचे कर्बवायू उत्सर्जन २५ टक्क्यांनीच कमी होऊ शकेल. हे अपेक्षित ८० टक्क्यांपेक्षा फारच कमी आहे. सर्व लोक सर्व गोष्टी काटेकोरपणे पाळतीलच असे नाही. त्यामुळे वास्तविकतेचा विचार केला तर आपण सरासरी कार्बन फूटप्रिंटच्या फारफार तर ५ ते १०% घट फ्रेंच नागरिकांच्या व्यक्तिगत कृतींमधून होण्याची अपेक्षा करू शकतो.

## चौकट २ भारतातील परिस्थिती

या पार्श्वभूमीवर भारतातील परिस्थिती काय आहे ते पाहू. भारतीयांचा दरडोई सरासरी कर्बभार आता २.७ टन कार्बन डाय ऑक्साइड सममूल्य आहे. जगातील प्रत्येक व्यक्तीचा कर्बभार जर २ टनच्या आसपास असेल, तर जागतिक तापमान वाढीच्या संकटाला आपण आवाक्यात आणू शकू, असे वैज्ञानिकांचे म्हणणे आहे. म्हणजे भारतीयांनी सध्यातरी फार काही करायची गरज नाही, असे वाटू शकते. पण यात काही महत्त्वाच्या गोष्टी विचारात घ्यायला हव्यात.

एक म्हणजे शहरी आणि ग्रामीण भारतीयांच्या ऊर्जावापरात तसेच जीवनशैलीत मोठे अंतर आहे. शहरी मध्यमवर्गीय व श्रीमंत नागरिकांचा कर्बभार निश्चितच शहरी गरीब, तसेच ग्रामीण व आदिवासी नागरिकांपेक्षा जास्त आहे, पण शहरी गरीब, ग्रामीण व आदिवासी नागरिकांची संख्या शहरी मध्यमवर्गीय व श्रीमंत नागरिकांच्या तुलनेत खूपच जास्त आहे. याचा अर्थ शहरी मध्यमवर्गीय व श्रीमंत भारतीयांचा कर्बभार २.७ टन या सरासरीपेक्षा बऱ्यापैकी जास्त असणार, हे उघडच आहे. तेव्हा शहरी नागरिकांनी त्यांचा कर्बभार कमी ठेवण्यासाठी प्रयत्न करणे आवश्यक आहे. (तुम्ही शहरी नागरिक असाल आणि आपला व्यक्तिगत कर्बभार किती हे पाहू इच्छित असाल, तर ही लिंक पहा - <https://www.climatecollectivepune.org/CPC/>)

दुसरे म्हणजे भारतात अजूनही ऊर्जा प्रणाली, पाणी पुरवठा प्रणाली, शेती व पशुपालन तसेच अन्नप्रक्रिया व पुरवठा प्रणाली, घरबांधणी, रस्ते, रेल्वे, बंदरे, विमानतळे व इतर दळणवळणाच्या सोयींची निर्मिती, इ. अनेक आघाड्यांवर बरेच काम व्हायचे आहे. जसजशी ही कामे पुढे सरकतील, तसतशी भारताच्या एकूण कर्ब उत्सर्जनात भर पडेल. तेव्हा आपल्या व्यक्तिगत सवयी काहीही असल्या तरी आपला दरडोई सरासरी कर्बभार पुढील काही दशके वाढता राहिल, असे दिसते. त्यामुळे भारतातही आपल्या व्यक्तिगत सवयींपेक्षा एकंदर विकासाच्या वाटचालीची आखणी हा जास्त कळीचा मुद्दा आहे.

फ्रान्ससारख्या विकसित देशांनी मुक्त हस्ते खनिज इंधनांचा वापर आपला विकास साधण्यासाठी केला. जागतिक हवामान बदलाचे संकट जगावर घोंघावू लागेस्तोवर हे देश या वाटेवर बरेच पुढे निघून गेले होते, आणि त्यामुळेच गेली कित्येक दशके हा विषय ऐरणीवर असूनही त्यांना आपला मार्ग बदलता आलेला नाही. यापासून धडा घेऊन विकासासाठी वेगळा मार्ग अवलंबायचा, की आंधळेपणाने या देशांचे अनुकरण करायचे, हे आपण ठरवायचे आहे.

शेवटी हा अहवाल इतर वैज्ञानिक अहवालांप्रमाणेच सरकार आणि उद्योगक्षेत्र यांनी तातडीने काहीतरी मूलगामी आणि भरीव गुंतवणूक व उपाययोजना करावी अशी अपेक्षा व्यक्त करतो. “नागरिकांच्या वैयक्तिक प्रयत्नांतूनच सर्व काही साध्य होईल ही अपेक्षा फोल तसेच धोकादायक आहे. ही समस्या राजकीय आणि सामाजिक व्यवस्थेची आहे.” आता सामूहिक कृती करणेच गरजेचे आहे ज्याने धोरणात्मक तसेच आर्थिक व्यवस्थेत बदल घडवण्याची प्रेरणा मिळेल. परंतु, समाजातल्या अतिशय कमी लोकांचा गट असे बदल करण्यास तयार आहे. "व्यापार आणि धंद्या" ची कायमच चलती असते आणि त्याबरोबरच निर्णय घेणारे नेहमीच आत्मविश्वासाने सांगत राहतात की प्रत्येक गोष्ट 'काहीही बदलल्याशिवाय' बदलली पाहिजे. परिणाम: गेल्या काही वर्षांत पर्यावरणाची स्थिती दिवसेंदिवस ढासळत आहे आणि धोक्याच्या घंटा वाजू लागल्या आहेत.

मूळ फ्रेंच लेख : <https://www.notre-planete.info/actualites/3022-gestes-eco-citoyens-efficacite>

---

§§§

---

लेखक : ख्रिस्तोफ मॅग्देलिन, notre-planete.info या वेबसाईटचे संस्थापक आणि संचालक, पर्यावरण तज्ञ आणि नवीन तंत्रज्ञानाचे अभ्यासक

रूपांतर : संजीवनी आफळे, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इमेल - [saaphale@rediffmail.com](mailto:saaphale@rediffmail.com)



# महिलांद्वारे मराठी विकिपिडियावर ज्ञान निर्मिती

विकिपिडिया हा एक लोकसहभागातून लोकांसाठी निर्माण केलेला मुक्त ज्ञान स्रोत आहे. विकिपिडियाची सुरुवात जरी इंग्रजी भाषेत झाली असली, तरी इतर भाषांमध्ये मुक्त स्वरूपात ज्ञान उपलब्ध करून देण्यासाठीही ह्या व्यासपीठाचा उपयोग होतो आहे. मात्र त्यासाठी वेगवेगळ्या भाषिकांनी यात रस घेऊन योगदान देणे आवश्यक आहे.

उपलब्ध ज्ञानसाठा पहाता इंग्रजी तसेच इतरही विविध भाषांच्या तुलनेत मराठी विकिपिडिया अजूनही बऱ्यापैकी बाल्यावस्थेत आहे. त्यातही महिलांचे योगदान खूपच कमी आहे. जागतिक महिलादिनानिमित्त महिलांनी एकत्र येऊन विकिपिडियावर विविध प्रकारे ज्ञाननिर्मिती करावी, यासाठी उपक्रम राबवले जातात.

शनिवार ७ मार्च २०२० रोजी महाराष्ट्र ज्ञान महामंडळ व सेंटर फॉर इंटरनेट अँड सोसायटी यांच्यासह समुचित एन्व्हायरो टेक यांनी महिला संपादकांच्या पुढाकारातून मराठी विकिपिडियावर जागतिक वातावरण बदल या विषयाशी संबंधित नोंदी तयार करण्याचे काम सुरू केले. यासाठी एक दिवसाची कार्यशाळा आयोजित करण्यात आली होती. विकिपिडियावर ज्ञान निर्मिती करण्यासाठी तज्ञ म्हणून सुबोध कुलकर्णी व जागतिक वातावरण बदल या विषयातील तज्ञ म्हणून प्रियदर्शिनी कर्वे यांनी मार्गदर्शन केले. महाराष्ट्र

ज्ञान महामंडळाने कार्यशाळेसाठी सर्व व्यवस्था उपलब्ध करून दिली. वीस महिला संपादक या कार्यशाळेत सहभागी झाल्या.



कार्यशाळेत सहभागी सर्वांनी प्रथम विकिपिडियावर ज्ञान निर्मिती करण्याबाबत प्राथमिक माहिती समजून घेतली. मग जागतिक वातावरण बदलाशी संबंधित उपलब्ध माहितीचा आढावा घेतला गेला, व कोणत्या विषयांवर नोंदी करणे गरजेचे आहे, त्यावर चर्चा केली. सर्वांनी आपापसात विषयांची वाटणी करून घेतली व कामाला सुरुवात केली.

कार्यशाळा संपण्यापूर्वी प्राथमिक स्वरूपात दोन नोंदी विकिपिडियावर तयार झाल्या, व इतर १८ नोंदीवर प्राथमिक काम झाले. शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकातर्फे जागतिक वातावरण बदल या विषयाशी संबंधित आत्तापर्यंत प्रकाशित झालेले लेख इ-पुस्तकरूपात विकिस्रोतवर उपलब्ध करून देण्याच्या कामालाही या दिवशी सुरुवात झाली.

या उपक्रमात केवळ महिलाच नाही तर सर्वजण सहभागी होऊ शकतात. जागतिक वातावरण बदल हे या शतकातील मानवापुढील सर्वात मोठे आव्हान आहे. त्यामुळे याबाबतची निरपेक्ष ज्ञानकोशीय स्वरूपाची माहिती विविध भाषांमधून सर्वसामान्यांना उपलब्ध होणे अत्यंत गरजेचे आहे. त्यामुळे हे काम पुढेही चालू रहाणारच आहे. सहभागी होण्यात इच्छुकांनी [pkarve@samuchit.com](mailto:pkarve@samuchit.com) या इमेलवर कळवावे. भविष्यात आणखी एक कार्यशाळा घेण्याचा विचार आहे. यामध्ये झालेल्या कामाचा आढावा घेतला जाईल, आणि नव्या सहभागींना मार्गदर्शन केले जाईल.



७ मार्चच्या कार्यशाळेबद्दल अधिक माहितीसाठी पहा - [वातावरण बदल संपादन कार्यशाळा](#)

§§§



# उल्कापिंड

भाग १

लेखक : जॉन विंडहम

अनुवाद : यशश्री पुणेकर

पूर्ण घर हलत होतं, कपाटातला फोटो खाली पडला आणि त्याच्या काचांचा खच सगळीकडे पसरला. घराच्या जवळच काहीतरी फुटलं होतं आणि त्याचा जबरदस्त मोठ्ठा धडाम असा आवाज आला होता. सॅली फॉटेन खिडकीजवळ गेली आणि पडदा बाजूला करून बाहेर अंधारात बघण्याचा प्रयत्न करू लागली.

“मला काहीच दिसत नाहीये”. “अशा आवाजांमुळे मला युद्धाची आठवण होते,” ग्राहम, सॅलीचा प्रियकर म्हणाला. “तुला काय वाटतं, पुन्हा नवीन युद्ध सुरु होईल का?”

तो असं म्हणतच होता तेवढ्यात दार उघडून सॅलीचे बाबा आत डोकावले, “तुम्ही तो आवाज ऐकलात ना? मला वाटतं एखादा उल्कापिंड पडला असेल. बागेच्या पलीकडे त्या शेतात मी एक धूसर प्रकाश बघितला. चला बघूया”.

त्यांनी कोट घातले आणि विजेरी घेऊन ते बाहेर पडले.

ती वस्तू शेताच्या मधोमध पडली होती. जोरात आपटल्यामुळे तिथे जवळजवळ दोन मीटर रुंदीचा खड्डा पडला होता. त्यांनी त्या खड्डयाजवळ जाऊन पाहिलं पण घसरलेल्या मातीशिवाय काही दिसलं नाही. सॅलीची पाळलेली कुत्री, मिटी त्या मातीत नाक खुपसून वास घेऊ लागली. “मला खात्री आहे की हा छोटासा उल्कापिंडच आहे आणि तो जमिनीत रुतला आहे.” सॅलीचे बाबा म्हणाले. “उद्या काही जणांना बोलावून माती खोदून घेऊ.”

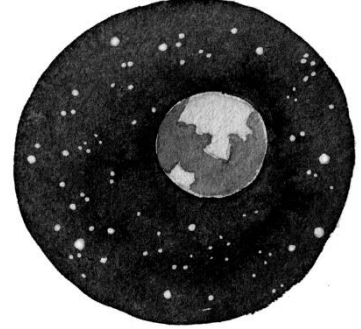
\$\$\$

### ऑनच्या डायरी मधून

माझ्या या प्रवासाबद्दल सांगायचं तर महान नेता कॉर्टफ्ट यांच्या भाषणाचा उल्लेख करणं अनिवार्य आहे. ज्या दिवशी आम्ही फोर्टा सोडणार होतो त्याच्या आदल्या दिवशी त्यांनी सगळ्यांना एकत्र बोलावून सांगितलं, “उद्या सगळे गोलक प्रवासाला निघतील. उद्या फोर्टाचे विज्ञान आणि कौशल्य निसर्गावर विजय मिळवेल. फोर्टामध्ये आपल्या आधीही काही प्रजाती राहात होत्या पण त्या निसर्गावर नियंत्रण मिळवू शकल्या नाहीत आणि यामुळेच जेव्हा जेव्हा मोठे नैसर्गिक बदल झाले तेव्हा त्या जिवंत राहू शकल्या नाहीत आणि नामशेष झाल्या. आपण एकामागून एक अनेक समस्यांचा सामना केला आहे आणि आता पहिल्यापेक्षा जास्त ताकदवान झालो आहोत. आता आपल्याला आत्तापर्यंतच्या सर्वात जटील समस्येवर उपाय शोधायचा आहे. आपलं हे जग, फोर्टा, आता म्हातारं झालं आहे आणि मरणप्राय अवस्थेत आहे. त्याचा अंत आता जवळ आलाय. म्हणूनच आपण निरोगी आणि बलवान आहोत तोवरच इथून बाहेर पडणं आवश्यक आहे. एक नवीन जागा शोधूया म्हणजे आपली प्रजाती जिवंत राहू शकेल आणि टिकेल.”

“उद्या गोलक नवीन जागा शोधायला आसमंतात सर्व दिशांना बाहेर पडतील. तुमच्यापैकी प्रत्येकाकडे फोर्टाचा पूर्ण इतिहास, कला, विज्ञानाचं ज्ञान आणि कौशल्य आहे. या ज्ञानाचा वापर करून दुसऱ्याला मदत करा. झालंच तर त्यांच्याकडून शिका आणि फोर्टाचं ज्ञान समृद्ध करा. जर तुम्ही तुमच्या ज्ञानाचा उपयोग केला नाही, त्यात वाढ केली नाही तर आपल्या प्रजातीचं भविष्य नष्ट होईल. आणि जर आपण या पूर्ण ब्रह्मांडाचे एकमेव बुद्धिमान जीव असू तर आपल्यावर फक्त आपल्या प्रजातीचीच नाही तर ब्रह्मांडात आकार घेऊ पाहणाऱ्या सर्व बुद्धिमान जीवांची जबाबदारी आहे. तेव्हा आता निघा ब्रह्मांडाच्या सफरीला. जा, बुद्धीचा वापर करा. सगळ्यांशी दयाळूपणे वागा आणि सत्याचा मार्ग धरा. शांत मनाने जा. आमचे आशीर्वाद तुमच्या पाठीशी आहेत.”

या भेटीनंतर मी आम्हाला ज्या ग्रहावर पाठवणार होते तो ग्रह टेलिस्कोपमधून पुन्हा एकदा बघितला. हा ग्रह फार तरुण नाही पण फार वृद्धही नाही. हा निळ्या मोत्यासारखा चमकणारा ग्रह आहे कारण याच्यावर पाण्याचे प्रमाण अधिक आहे. या ग्रहावर मला पाठवतायत याचा मला फार आनंद वाटला. इतर गोलक जिकडे जाणार आहेत त्या जागा काही विशेष चांगल्या वाटल्या नाहीत.



मी पूर्णपणे आशावादी आहे. मला आता कोणतीच भीती वाटत नाही. मी उद्या गोलकात गेलो की वायूच्या प्रभावाने झोपून जाईन. आणि माझे डोळे उघडतील तेव्हा मी एका नव्या झगमगत्या जगात असेन. जर मी उठलो नाही तर निश्चितच काहीतरी गडबड झाली असणार पण मला ते कधीच समजणार नाही.

संध्याकाळी खाली जाऊन मी सर्व गोलक शेवटचे बघून घेतले. खरंच किती अद्भुत आहे हे! आमच्या शास्त्रज्ञांनी अशक्यप्राय गोष्टी शक्य करून दाखवल्या. यांच्याइतक्या मोठ्या वस्तू आजपर्यंत झाल्याच नव्हत्या. हे इतके जड आहेत की साधेसुधे असते तर अंतराळात उडण्याऐवजी हे फोटांच्या वातावरणातच अडकून राहिले असते. आम्ही धातूचे हे तीस डोंगर उभे केलेत! विश्वासच बसत नाही. पण हेच वास्तव आहे आणि हे सगळे उद्यासाठी सज्ज आहेत. यातील काही त्यांच्या निर्धारित जागेवर पोचणार पण नाहीत...

हे प्रभू, आमचा गोलक वाचला तर आमच्या समोर येणाऱ्या सगळ्या आव्हानांना आम्ही तोंड देऊ आणि आमच्यावर टाकलेला विश्वास खरा करून दाखवू. कदाचित हे माझे अखेरचे शब्द असतील, आणि जर मी पुन्हा लिहू शकलो तर ते एका नव्या जगात, एका नव्या आकाशाखाली असेल.

\$\$\$

“तो आउटहाऊसमध्ये आहे.” सॅलीने उल्कापिंड बघायला आलेल्या पोलीस इन्स्पेक्टरला सांगितलं, “तो जमिनीत काही फार खोल गेला नव्हता, म्हणून आमच्या माणसांना तो सहज बाहेर काढता आला. आणि वाटलं होतं तेवढा गरम पण नव्हता म्हणून उचलून आउटहाऊसमध्ये आणता आला.” सॅली इन्स्पेक्टरला बागेतून विटांनी बांधलेल्या आउटहाऊसकडे घेऊन गेली. पाठोपाठ तिचे बाबा आणि ग्राहम पण गेले. आउटहाऊसची फरशी लाकडी फळ्यांची होती. उल्कापिंड मध्यभागी ठेवला होता. त्याचा व्यास एक मीटर पेक्षाही कमी होता. आणि तो धातूच्या एखाद्या सामान्य चेंडूसारखा दिसत होता. “मी युद्ध कार्यालयाला कळवलं आहे,” इन्स्पेक्टर म्हणाला. “तुम्ही याला हात लावायला नको

होतं. आणि आता जोपर्यंत युद्ध कार्यालय याची तपासणी करत नाही तोवर याला स्पर्श करू नका. तुम्ही म्हणताय की हा उल्कापिंड आहे पण हे एखादं रहस्यमय हत्यारही असू शकेल.” इन्स्पेक्टर असं बोलून वळला आणि ते सगळे बागेकडे परत निघाले.

इतक्यात दारापाशी इन्स्पेक्टर अचानक थांबला. “हा फुरफुरण्याचा आवाज कुठून येतोय?” ते सगळे अगदी शांत होऊन ऐकू लागले. आता त्यांनाही फुरफुरण्याचा अतिशय हळू आवाज ऐकू येऊ लागला. हा आवाज नक्की कुठून येतोय हे समजणं जरा कठीणच होतं. मग ते सगळे उल्कापिंडाकडे बघू लागले. ग्राहम त्या धातुच्या चेंडूपाशी गेला आणि वाकून त्याने उजवा कान चेंडूला लावला. “हो,” तो म्हणाला. “इथूनच आवाज येतोय.” मग अचानक त्याने डोळे मिटले आणि तो खाली पडला. सगळे त्याच्याकडे धावले आणि त्याला ओढून आउटहाउसच्या बाहेर घेऊन आले. ताजी हवा मिळाल्यावर लगेचच त्याने डोळे उघडले. “काय झालं?” त्याने विचारलं. तो ठीक आहे हे पाहून सर्वांना बरं वाटलं. “तुला खात्री आहे का की आवाज त्याच्यातूनच येतोय?” इन्स्पेक्टरने विचारलं. “हो, नक्कीच. शंकाच नाही.” सॅलीच्या आधाराने उठत ग्राहम म्हणाला. “तुला कुठला विचित्र वास पण आला का?” इन्स्पेक्टरने विचारलं. “तुम्हाला एखाद्या वायूचा म्हणायचंय का? नाही, मला नाही वाटत वायू असेल,” ग्राहम म्हणाला.

“हं...” इन्स्पेक्टरने विचारले, “उल्कापिंडातून असा फुरफुरण्याचा आवाज येतो का मि. फॉटेन?” “मला नाही वाटत.” “मलाही नाही,” इन्स्पेक्टर म्हणाला. “पण मला हे मात्र वाटतंय की कोणी तज्ञ माणूस येऊन हे बघेपर्यंत आपण सगळ्यांनी दक्ष राहिलं पाहिजे.”

\$\$\$



## ऑनच्या डायरीतून

माझे डोळे आत्ताच उघडलेत. आम्ही उडतो आहोत का? का अजून उडायला सुरुवातच नाही केली? मला माहिती नाही. आत्ता तासाभरापूर्वी तर आम्ही गोलकात आलो ना? का एक दिवस झाला, का एक वर्ष, का एक शतक? एका तासाभरापूर्वी नसेल कारण मी खूप थकलोय, माझं अंग ठणकतंय.

पण थोड्याच वेळापूर्वीचीच गोष्ट असेल, आम्ही लांब रस्त्यावरून गोलकात आलो. प्रत्येकजण आपापला कक्ष शोधून त्यात जाऊन बसला. मी तर कक्षात स्वतःला जखडूनच घेतलं. कक्षाचं प्लास्टिकचं दार हवा भरल्यामुळे फुगलं आणि मला येऊन चिकटलं. मला कुठूनही धक्का बसू नये म्हणून ही व्यवस्था. मी वाट बघत झोपलो. एका क्षणी मी तिथे ताजातवाना आणि भरपूर ताकदवान होऊन झोपलो होतो आणि या एका क्षणाला मी इथे थकून दुखऱ्या अंगाने पडून राहिलो आहे.

आमचा प्रवास नक्कीच संपला असणार. मशीनमधून झोपेच्या वायूऐवजी ताजी हवा सोडायला सुरुवात झालीये. नक्कीच आम्ही त्या सुंदर आणि झगमगणाऱ्या निळ्या ग्रहावर आलो असू. नव्या अंतराळात फोर्टा लांब कुठेतरी एक छोटासा प्रकाश म्हणून उरलं असेल. मला खूप उत्साही वाटू लागलं.

आत्तापर्यंत माझं आयुष्य एका मरणाऱ्या ग्रहावर गेलं होतं. पण आता माझ्यासाठी एक नवी दुनिया, नव्या भविष्याची दारं उघडणार होती.

मला आमच्या मशीनचा आवाज ऐकू येत होता. या प्रवासाला येताना जो लांब रस्ता बंद केला होता तो आता उघडत असेल.

इथे आम्हाला काय सापडेल हे सांगता येत नाही. हे जग कसंही असलं तरी आम्हाला धैर्य आणि विश्वास कायम ठेवला पाहिजे. आमच्यापैकी प्रत्येकाकडे दहा लाख वर्षांचं ज्ञान आणि इतिहास आहे, ते सारं सुरक्षित ठेवलं पाहिजे.

हा ग्रह तर बराच तरुण आहे आणि इथे आम्हाला बुद्धिवान जीव भेटले तर ते त्यांच्या प्रारंभिक अवस्थेत असतील. त्यांना शोधून त्यांच्याशी मैत्री करायला हवी. कदाचित ते आमच्यापेक्षा वेगळे असतील. पण आम्हाला हे लक्षात ठेवलं पाहिजे की आम्ही 'त्यांच्या' ग्रहावर आलो आहोत. त्यांचं नुकसान करणं दुष्टपणा ठरेल.

जर आम्हाला असे कोणी जीव भेटले तर आम्हाला जे येतंय ते त्यांना शिकवणं हे आमचं कर्तव्यच आहे. त्यांना जे माहिती आहे ते त्यांच्याकडून शिकून, एकत्र मिळून काम करू. कदाचित एक दिवस आम्ही फोटोपेक्षाही जास्त सभ्य जग बनवू शकू.

\$\$\$

“आणि हे काय आहे, सार्जेंट ब्राउन?” इन्स्पेक्टरने विचारलं. “ही मांजर आहे, सर,” सार्जेंट ब्राउन म्हणाला. “हे मलाही दिसतंय,” इन्स्पेक्टर म्हणाला. “मी हे विचारतोय की तू मांजरीला काय करतोयस?” “मला वाटतं युद्ध कार्यालयाच्या लोकांना हिची तपासणी करावी लागेल.” सार्जेंट म्हणाला. “तुला खरंच असं वाटतंय की युद्ध कार्यालयाच्या लोकांना या मेलेल्या मांजरीमध्ये काही रस असेल?” इन्स्पेक्टर. तेव्हा सार्जेंटने म्हणणं स्पष्ट केलं, “मी उल्कापिंडाची तपासणी करायला आउटहाऊसमध्ये गेलो होतो. मी कमरेला एक दोरी बांधली होती म्हणजे आत कुठला वायू असेल तर बाहेरची माणसं मला दरवाजातून ओढून काढू शकतील. मी रांगत रांगत त्या चेंडूपर्यंत पोचलो पण तिथे कोणताही वायू शिल्लक

नव्हता. मी चेंडूला कान लावला तर फुरफुरण्याचा आवाजही बंद झालेला होता. पण आता दुसराच आवाज येत होता... हळूहळू घोंघावल्याचा आवाज.”

“घोंघावल्याचा?” इन्स्पेक्टरने शंकित होऊन प्रश्न विचारला, “नक्की ना? तुला फुरफुरण्याचा म्हणायचंय का?” “नाही सर,” सार्जंट म्हणाला. “तो आवाज दूर कुठेतरी इलेक्ट्रिक कटिंग मशीन चालू असल्यासारखा येत होता. पण मला या आवाजावरून असं वाटलं की तो चेंडू अजूनही जिवंत आणि सक्रिय आहे. मी सुरक्षेसाठी माझ्या माणसांना बागेतल्या मातीच्या ढिगाऱ्यामागे लपायला सांगितलं. जेवणाच्या सुट्टीत आम्ही आउटहाऊसपाशी एक मांजर बघितली. ती आत कशी आली काय माहिती? खाऊन झाल्यावर मी पुन्हा उल्कापिंडाची पाहणी करायला आउटहाऊसमध्ये गेलो तर ही मांजर मला त्याच्या जवळच पडलेली दिसली.”

“वायूमुळे मेली असेल का ती?” इन्स्पेक्टरने विचारलं. सार्जंटने नकारार्थी मान हलवत सांगितलं, “नाही सर, हे जरा विचित्रच वाटतंय. हे बघा काय आहे.”



सार्जंटने मांजरीचं कलेवर जमिनीवर

ठेवलं आणि तिचं डोकं उचलून धरलं. तिच्या हनुवटीखाली छोट्या गोलाच्या आकारात केस जळले होते. आणि जळलेल्या भागाच्या मधोमध एक छोटंसं छिद्र होतं. मग त्याने मांजरीचं डोकं हळूच खाली ठेवलं आणि इन्स्पेक्टरला तिच्या डोक्यावरही तसंच छिद्र आणि गोलाकार दाखवला. मग त्याने खिशातून एक बारीक सरळ तार काढली आणि मांजरीच्या हनुवटी खालच्या छिद्रात घातली. तार तिकडून जाऊन डोक्यावरच्या छिद्रातून बाहेर आली.

“याचा अर्थ तुमच्या लक्षात येतोय का सर?” सार्जंटने विचारलं. इन्स्पेक्टरने भुवया उंचावल्या. मांजरीच्या अगदी जवळून छोट्या बंदुकीने तिच्यावर कोणीतरी गोळी उडवली होती. पण शरीरातून बाहेर पडणारी गोळी अगदी एकसारखं निशाण आणि केस जळल्याची खूण नाही करणार. म्हणूनच ही दोन छोटी छिद्रं एकच गोळी आत जाऊन बाहेर आलेल्याची नाहीत. असं असेल का, की दोन छोट्या छोट्या गोळ्या एकाच वेळी वरून आणि खालून मारल्या असतील? नाही नाही... काहीतरी काय!

“नाही सार्जंट, मला कळत नाहीए की ही छिद्रं नेमकी कशामुळे पडली आहेत. तुला काही सुचतंय का?” इन्स्पेक्टरने विचारले. “अजिबात नाही, सर.” सार्जंट. “आणि आता त्या चेंडूत काय चाललंय? अजूनही घोघावल्याचा आवाज येतोय का?” इन्स्पेक्टरने विचारलं. “नाही सर. जेव्हा मला तिथे मांजर आढळली तेव्हा त्यातून कोणताही आवाज येत नव्हता.” इन्स्पेक्टरने उसासा टाकला. “युद्ध कार्यालयाचा तज्ञ लवकर आला पाहिजे.”

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ १२२ मधून साभार.

क्रमशः

§§§

---

लेखक: जॉन विंडहम, प्रसिद्ध इंग्लिश विज्ञानकथा लेखक.

हिंदी अनुवाद: भरत त्रिपाठी, एकलव्य, भोपाळ समूहात सहभागी.

चित्रे: सौम्या मेनन, चित्रकार आणि ॲनिमेशन फिल्मकार.

मराठी अनुवाद: यशश्री पुणेकर, संदर्भ गटात सहभागी.

इमेल - [yashashreegpunekar@gmail.com](mailto:yashashreegpunekar@gmail.com)

# आवर्तसारणी : सिलिकॉन

लेखक : सव्यसाची चटर्जी

अनुवाद : संजीवनी आफळे

आवर्त सारणी आपली पाठ सोडेल असे वाटत नाही! या लेखात सिलिकॉनची पाळी आहे. असे म्हटले जाते की आपण सध्या 'सिलिकॉन जगता'मध्ये राहात आहोत.

एक काळ असा होता की जेव्हा आपण उशाखाली विजेरी ठेवून झोपत होतो. रात्रीची झोप झाल्यावर तुम्हाला जाग आली आणि तरीही सगळीकडे अंधार असला, तर तुम्ही तुमच्या हातावरच्या किंवा भिंतीवरच्या घड्याळावर विजेरीचा प्रकाशझोत मारून ठरवत होतात की आता लगेच उठायचे की अजून थोडा वेळ झोपायचे. आता आपल्यापैकी बहुतेकांच्या बाबतीतली परिस्थिती बदललेली आहे. आता आपण आपल्या मोबाईल किंवा स्मार्ट फोनमध्ये किती वाजले ते बघतो. इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांचा लहान झालेला आकार आणि कमी उर्जेवर काम करण्याची त्यांची क्षमता यामुळे हे शक्य झाले आहे.

आपण सर्वांनी कॅलिफोर्निया येथील सिलिकॉन व्हॅली बद्दल ऐकलेले आहे. पण ही जागा काही सिलिकॉनपासून तयार झालेली नाही. पृथ्वीवर इतर ठिकाणी (वाळूने भरलेले सागरी किनारे वगळता. वाळू म्हणजे सिलिकॉन डायऑक्साईड.) जेव्हा सिलिकॉन आढळते तेव्हाच येथेही आहे. या ठिकाणाला सिलिकॉन व्हॅली असे नाव देण्याचे कारण म्हणजे आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक उद्योगाचे हे मोठे केंद्र आहे. या उद्योगांमध्ये सिलिकॉनवर आधारित

इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे वापरली जातात. याच कारणामुळे बंगळूरूला भारताची सिलिकॉन व्हॅली म्हटले जाते. येथे एक ग्राम सुद्धा सिलिकॉन तयार होत नाही, परंतु जर भारत सरकारने इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांसाठी आवश्यक दर्जाचे सिलिकॉन उत्पादन करण्याच्या स्वदेशी प्रयत्नांना पाठींबा दिला असता, तर बंगळूरू हे इलेक्ट्रॉनिक उद्योगाला लागणाऱ्या सिलिकॉन उत्पादनाचे केंद्र होऊ शकले असते. ही कहाणी आहे इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स, बंगलोर आणि मेटूर केमिकल्स, तामिळनाडू यांच्यामधल्या सहयोगाची. एक संशोधन करणारी प्रयोगशाळा आणि एका उद्योगामधला हा सहयोग १९६० ते १९८० या काळात घडून आला. या सहयोगाची शोकांतिका आता बाजूला ठेवतो, ती नंतर कधीतरी सांगेन.

मी १९७०च्या सुरुवातीला फिजिक्स ऑनर्स घेऊन बी.एस्सी. करत होतो. पदार्थविज्ञानाच्या एका शाखेने तेव्हा खळबळ माजवली होती; ती होती सॉलिड स्टेट फिजिक्स म्हणजे 'घन अवस्थेचे पदार्थविज्ञान'. कारण ट्रांझिस्टर, कॅसेट टेपरेकॉर्डर यासारखी नवनवीन सॉलिड स्टेट इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे बाजारात मुसंडी मारत होती. नंतर आले टू इन वन, वॉकमन, इलेक्ट्रॉनिक कॅलक्युलेटर, इलेक्ट्रॉनिक घड्याळे, वैयक्तिक संगणक, लॅपटॉप, सेलफोन, स्मार्ट फोन, वगैरे.

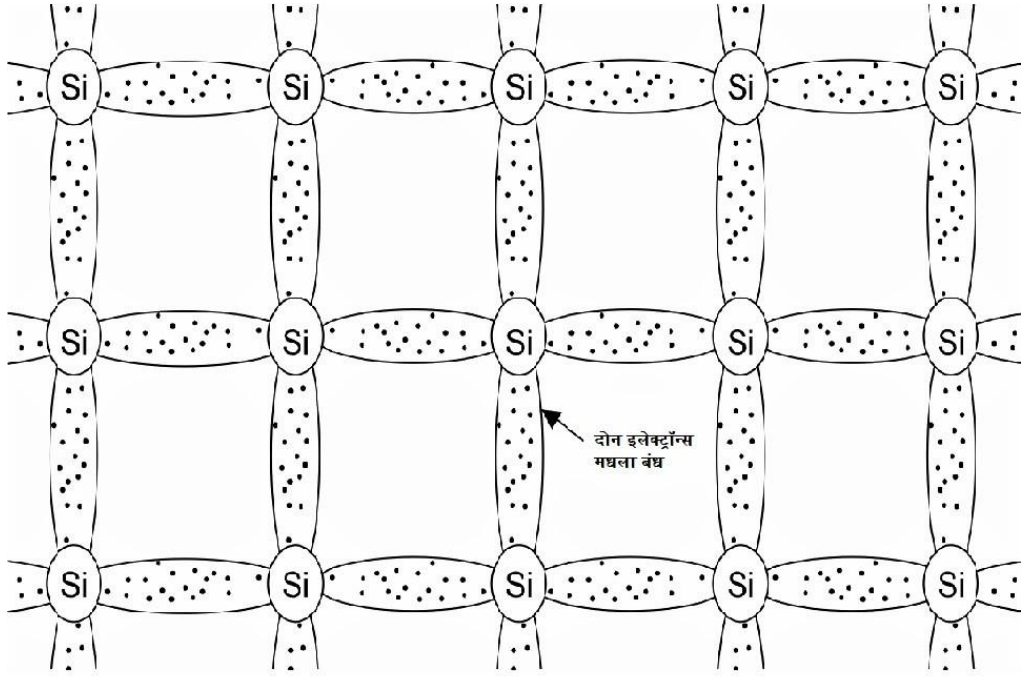
एके दिवशी सुप्रसिद्ध हृदयरोग तज्ञ असलेल्या माझ्या काकांनी मला पोर्टेबल इलेक्ट्रोकार्डियोग्राफ मशिन दाखवले आणि विचारले, "तू फिजिक्स ऑनर्स शिकतो आहेस, या मशिनवर "सॉलिड स्टेट ट्रांझिस्टराइज्ड" असे का लिहिले आहे?"

माझे उत्तर म्हणजे एक अर्धवट बांधलेला अंदाज होता. मी म्हणालो, "आधी डायोड किंवा ट्रायोड व्हाल्व्हसारखी इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे म्हणजे निर्वात नळ्या होत्या.

क्लायस्ट्रोनसारख्या काही प्रकारच्या नळ्यांमध्ये वायू भरलेला असे. पण ही नवीन उपकरणे म्हणजे घनरूप वस्तू आहेत; यात निर्वात पोकळीही नाही की कमी दाबाखाली भरलेला वायूही नाही. यातील बऱ्याच उपकरणांमध्ये ट्रांझिस्टर वापरलेला आहे... वगैरे वगैरे... हे पण घनरूप उपकरण आहे, यात वायूही नाही आणि निर्वात पोकळी पण नाही.”

डायोड किंवा ट्रायोड सारख्या निर्वात नळ्या साधारण १९०० सालापासून उपयोगात आल्या आणि अशा प्रकारे इलेक्ट्रॉनिक युग सुरू झाले. रेडियो, टेलीव्हिजन, बिनतारी उपकरणे आणि राक्षसी आकाराच्या संगणकांमध्ये १९७० पर्यंत निर्वात नळ्या वापरल्या जात होत्या. ट्रान्झिस्टर आणि इंटिग्रेटेड सर्किट चिप सारख्या घनरूप इलेक्ट्रॉनिकसवर आधारित वस्तूंच्या आगमनामुळे १९६० च्या उत्तरार्धात त्या हळूहळू टप्प्याटप्प्याने नाहीशा झाल्या. हे होण्यामागे आवर्तसारणीच्या चौथ्या भागातील काही मूलद्रव्यांचे इलेक्ट्रॉनिक गुणधर्म कारणीभूत ठरले. ही मूलद्रव्ये होती जर्मेनियम (रासायनिक सूत्र: Ge) आणि सिलिकॉन (रासायनिक सूत्र: Si). या मूलद्रव्यांच्या सर्वात बाहेरील इलेक्ट्रॉन कक्षेत ४ इलेक्ट्रॉन असतात. इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे तयार करण्यासाठी जर्मेनियम आणि सिलिकॉनच्या अतिशय शुद्ध स्वरूपातील स्फटिकांची आवश्यकता असते. त्यातील अशुद्ध घटकांचे प्रमाण प्रतीअब्ज एक भागापेक्षा कमी असावे लागते (१,०००,०००,००० भागांमध्ये एका भागापेक्षा कमी). नंतर त्यामध्ये विशिष्ट प्रमाणात अतीशुद्ध बोरॉन (तिसऱ्या गटातील मूलद्रव्य, रासायनिक सूत्र: B) - ज्याच्या बाह्य इलेक्ट्रॉन कक्षेत ३ इलेक्ट्रॉन असतात - किंवा अतीशुद्ध फॉस्फरस (पाचव्या गटातील मूलद्रव्य, रासायनिक सूत्र: P) - ज्याच्या बाह्य इलेक्ट्रॉन कक्षेत ५ इलेक्ट्रॉन असतात - मिसळले जातात. याला डोपिंग असे म्हटले जाते.

‘सारखा विद्युतभार असलेले कण एकमेकांना दूर ढकलतात’, या नियमाप्रमाणे दोन इलेक्ट्रॉन्सनी एकमेकांना दूर ढकलायला हवे. जेव्हा दोन सिलिकॉन किंवा जर्मेनिअम अणू एकत्र आणले जातात, तेव्हा त्यांच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्सना अडचणीचा सामना करावा लागतो. हे इलेक्ट्रॉन्स एकमेकांना दूर ढकलतात, पण त्याच वेळी ते अणूच्या खूप जास्त धनभारित असलेल्या केंद्रकाच्या आकर्षणापासून दूरही जाऊ शकत नाहीत.



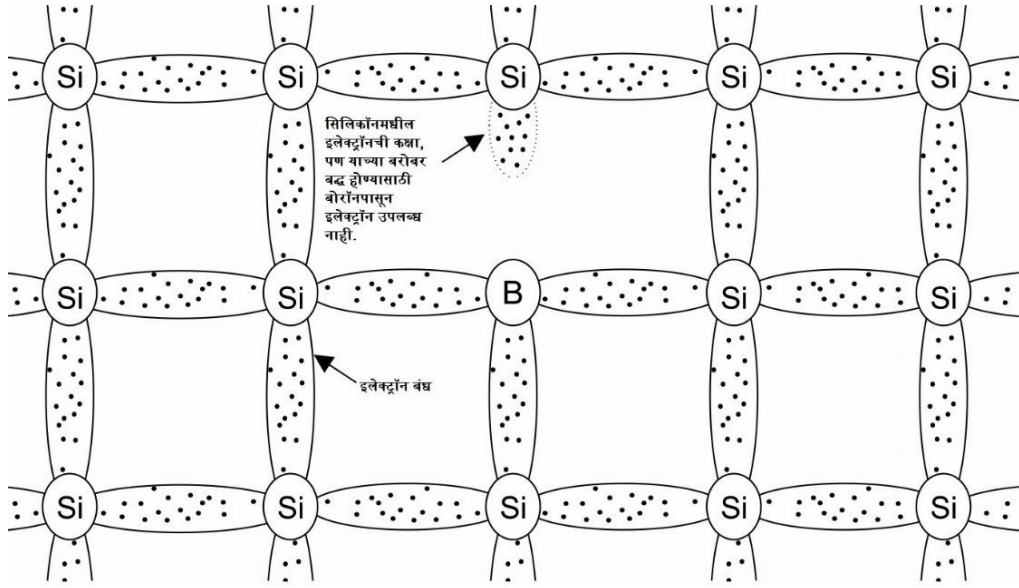
आकृती १ : शुद्ध सिलिकॉनच्या स्फटिकातील अणूमधले बंध

जेव्हा हे दोन अणू एकमेकांपासून  $1/100,000,000$  सेंमी इतक्या कमी अंतरावर असतात, तेव्हा इलेक्ट्रॉन्सना कोणत्या केंद्रकाबरोबर जावे ते समजत नाही. ते एका अणूकडून दुसऱ्या शेजारच्या अणूकडे पुंजभौतिकीच्या नियमानुसार उड्या मारत राहतात. हे इलेक्ट्रॉन्स शेजारशेजारच्या अणूंमध्ये वाटून घेतले जातात. या शांत सहजीवनामध्ये जो मैत्रीचा करार होतो, त्याला कोव्हॅलेंट बंध असे म्हणतात. यामुळे दोन अणू एकमेकाला बांधले किंवा



जोडले जातात. अशा प्रकारे, अणू जोडले जाऊन रेणू तयार होतात, आणि घन पदार्थाचे स्फटिक तयार होतात. हे कोव्हॅलंट बंध शक्तीशाली असतात आणि ते मोडणे खूप अवघड असते. अशा प्रकारे शुद्ध सिलिकॉनमध्ये इलेक्ट्रॉन्समधील बंध आकृती १ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे असतात. सगळे इलेक्ट्रॉन्स कोव्हॅलंट बंधाने एकत्र जोडलेले असतात. हे इलेक्ट्रॉन्स त्यामुळे वाहून जाऊ शकत नाहीत. शुद्ध सिलिकॉन किंवा शुद्ध जर्मेनियममध्ये मुक्त इलेक्ट्रॉन्स नसल्यामुळे ते विद्युत प्रवाह वाहून नेऊ शकत नाहीत.

आता आपण सिलिकॉन (किंवा जर्मेनियम) मध्ये बोरॉनचे अणू मिसळले, तर हे बंध आकृती २ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे असतील.



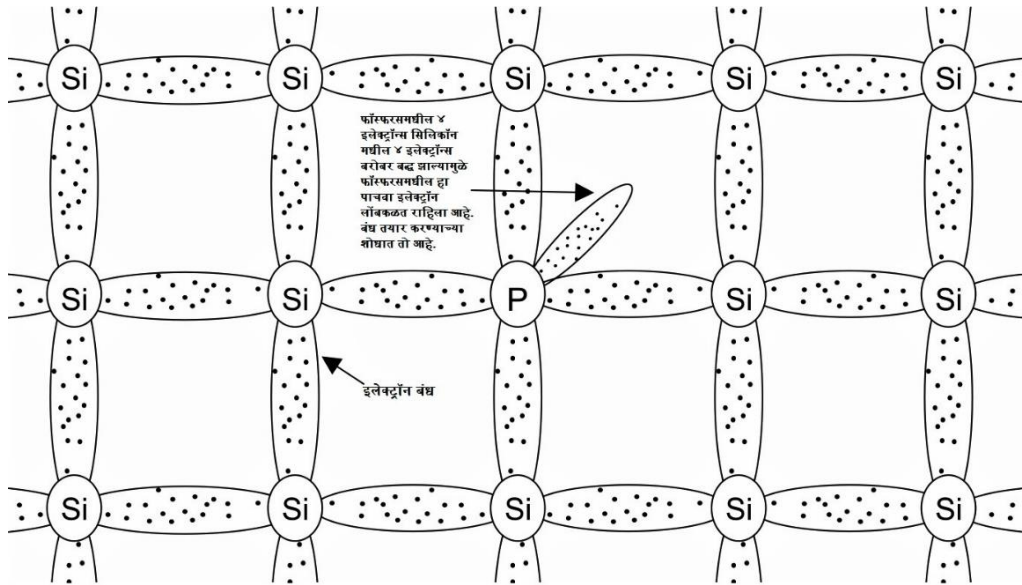
आकृती २ : बोरॉन मिसळलेल्या सिलिकॉनच्या स्फटिकातील अणूमधले बंध

बोरॉनजवळच्या सिलिकॉन अणूमधला एक इलेक्ट्रॉन बंद नाही आहे कारण बोरॉनच्या बाह्य कक्षेत तीनच इलेक्ट्रॉन्स आहेत. यामुळे हे बंध असमतोल आहेत. जर आता आपण विद्युतदाब दिला तर शेजारच्या सिलिकॉनच्या अणूमधील इलेक्ट्रॉन्स बंध तोडून हा

असमतोल कमी करण्यासाठी धावत येतील. असा बंध तोडल्यामुळे, बंध तोडला त्या जागी असमतोल निर्माण होतो. मग, त्याच्या शेजारचे इलेक्ट्रॉन ती जागा घ्यायला धावतील. अशा रितीने विद्युतप्रवाह वाहायला सुरुवात होते. अशा अगदी थोड्या प्रमाणात बोरॉन मिसळलेल्या सिलिकॉन स्फटिकांना पी प्रकारचे अर्धसंवाहक (सेमीकंडक्टर) म्हणतात.

आता समजा आपण फॉस्फरस सारख्या पाचव्या गटातल्या मूलद्रव्याचे काही अणू सिलिकॉनच्या स्फटिकांमध्ये मिसळले. फॉस्फरसच्या बाह्य कवचात ५ इलेक्ट्रॉन्स आहेत.

आता आकृती ३ मध्ये आपण एक जास्तीचा इलेक्ट्रॉन फॉस्फरसमधून बाहेर लोंबकळताना बघू शकतो.



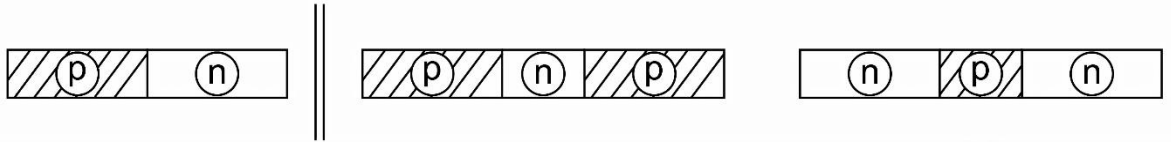
आकृती ३ : फॉस्फरस मिसळलेल्या सिलिकॉनच्या स्फटिकातील अणूंमध्ये बंध

जर आता यामधून विद्युतप्रवाह सोडला तर हा लोंबकळत असलेला इलेक्ट्रॉन बंध तोडून दुसरा बंध जोडण्यासाठी सोबती शोधत दुसऱ्या जागी जातो. अशा प्रकारे, विद्युत प्रवाह

वाहता होतो. अशा अल्प प्रमाणात फॉस्फरस मिसळलेल्या सिलिकॉन स्फटिकांना एन प्रकारचे अर्धसंवाहक म्हणतात.

आपण पाहिले की शुद्ध सिलिकॉन विद्युत प्रवाह वाहून नेऊ शकत नाही, पण फॉस्फरस किंवा बोरॉन मिसळल्यावर त्याला अंशतः विद्युतवाहक (अर्धसंवाहक) बनवता येते. हे अणू एक अब्ज भागांस एक भाग (१०००,०००,००० मध्ये १ भाग) या प्रमाणात मिसळले तर विद्युतवाहकता ३० पटींनी वाढते!

विद्युतवाहकतेवर डोपिंगचा होणारा परिणाम बघून एक प्रश्न उद्भवतो: आपण जर पी आणि एन प्रकारचे स्फटिक एकमेकांना जोडले तर काय होईल? असा स्फटिकांचा जोड डायोड म्हणून वापरता येतो. व्हॅक्युम डायोडला हा झाला घनरूप पर्याय.



**आकृती ४ : घन रूपातील पी-एन डायोड व पी-एन-पी आणि एन-पी-एन ट्रांझिस्टर**

पुढचा प्रश्न असा: आपण जर त्यांना सॅंडविच सारखे म्हणजे पी-एन-पी किंवा एन-पी-एन असे एकत्र केले तर काय होईल? अशा उपकरणांना ट्रांझिस्टर असे म्हणतात आणि हे व्हॅक्युम ट्रायोडची जागा घेऊ शकतात. आकृती ४ मध्ये याची रचना दाखवली आहे.

या उपकरणांमध्ये सुरुवातीला जर्मेनियम वापरले जात असे. पण नंतर, सिलिकॉनने त्याच्या अष्टपैलू गुणधर्मांमुळे आणि उपकरणे बनवण्याच्या सरलतेमुळे अर्धसंवाहक उपकरणांमध्ये जर्मेनियमची जागा घेतली. पी प्रकारचे अर्धसंवाहक तयार करण्यासाठी तिसऱ्या गटातल्या बोरॉनखेरीज गॅलियम आणि इंडियमही वापरले जातात तर एन प्रकारचे

अर्धसंवाहक तयार करण्यासाठी पाचव्या गटातल्या फॉस्फरसबरोबरच अँटिमनी आणि आर्सेनिकही वापरले जातात.

ट्रांझिस्टरची कल्पना सर्व प्रथम ऑस्ट्रो-हंगेरियन पदार्थवैज्ञानिक ज्युलियस एडगर लीलिएनफिल्ड यांना १९२६ मध्ये सुचली. १८९० मध्ये भारतात जगदीशचंद्र बोस यांनी रेडियो रिसीव्हर तयार करण्यासाठी स्फटिकांच्या विद्युत गुणधर्मांचा अभ्यास केला होता. मात्र असे रिसीव्हर आता वापरले जात नाहीत.

पहिला ट्रांझिस्टर विल्यम शॉकले, वॉल्टर ब्राटेन आणि जॉन बार्डीन यांनी १९४७ मध्ये अमेरिकेतील बेल लॅब्स येथे तयार केला. त्याबद्दल त्यांना १९५६ सालचे नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले. १९४८ मध्ये हर्बर्ट मातारे आणि हाईनरीश वेल्कर या जर्मन पदार्थवैज्ञानिकांनीही स्वतंत्ररित्या ट्रांझिस्टर तयार केला.

अर्धसंवाहक तयार करणारे कारखाने हा जगातील मल्टी ट्रिलियन डॉलर मूल्याचा उद्योग झाला आहे. भारताचे त्यातील स्थान नगण्य आहे आणि आपण इलेक्ट्रॉनिक वस्तू आयात करणारा देश आहोत.

§§§

---

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

इ-मेल : [chatsab99@gmail.com](mailto:chatsab99@gmail.com)

अनुवाद : संजीवनी आफळे, शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इ-मेल : [saaphale@rediffmail.com](mailto:saaphale@rediffmail.com)



# इ- शैक्षणिक संदर्भ



## आता सर्वांसाठी मोफत उपलब्ध

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

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