

ऑगस्ट-सप्टें. २०११

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक ७१

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे  
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी,  
अमलेंदू सोमण.

विश्वस्त :

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

साहाय्य :

ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर.

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ, मांडणी, छपाई :

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ७१

ऑगस्ट-सप्टेंबर २०११

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा.लि.

फ्लॉट नं. ६, एकता पार्क को.ऑप.हौ.सोसा.

निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,

लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४

फोन : २५४६०९३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com

web-site : sandarbhociety.org

पोस्टेजसहित वार्षिक वर्गणी : ₹ २००/-

अंकाची किंमत : ₹ ३०/-

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



आरसा हे सौंदर्य निरखण्यासाठीचं एक साधन. पण जेव्हा त्यातल्या प्रतिबिंबाची ओळख पटेल, त्यानंतरच. पण आरशात प्रतिबिंब डावी उजवी बाजू उलटून का दिसतं? वर खाली उलट का होत नाही? या आणि अशाच काही प्रश्नांबद्दल लेख पहा...

सांग दर्पणा पान १० वर. प्रवाळाचं एक सुंदर चित्र कव्हर ४ वर.

एक खुशखबर

येत्या ऑक्टोबर महिन्यात येणारा संदर्भाचा अंक 'तपपूर्ती विशेषांक' असणार आहे. संदर्भच्या या बारा वर्षांच्या वाटचालीत वाचक, लेखक, आणि मित्रपरिवाराचे मोलाचे सहकार्य आम्हाला लाभले आहे आणि यापुढेही ते असेच लाभणार आहे याविषयी खात्री आहे.

मनःपूर्वक धन्यवाद.

तपपूर्ती विशेषांकाच्या निमित्ताने आपण जाहिराती, प्रायोजकत्व आणि देणग्या जरूर द्याव्यात.

सकारात्मक प्रतिसादाच्या अपेक्षेत.

संपादक मंडळ

# अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ७१



खेळ : भाषेच्या तासाला ..... ३

- स्फटिकशर्करा की साखरेचा पाक ..... ६
- सांग दर्पणा ..... १०
- आहार कोणता आणि कशासाठी-भाग ३ .... १५
- प्रवाळांची अनोखी दुनिया ..... २२



धाकटा अनंत... मधला अनंत... मोठा अनंत ..... २९

- साबण म्हणजे काय? ..... ३७
- क्वीन ऑफ ग्रीन - अनीता ..... ४३
- डार्विन नसते तर काय झाले असते? ..... ५२



एक जत्रा वेगळ्या प्रकारची ..... ६०

- खरं काय? खोटं काय? ..... ६७
- मराठी विज्ञान अधिवेशन ..... ७७
- सूची ..... ७९



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.



◀ १ जुलै २०११

▼ १६ जुलै २०११

शैक्षणिक संदर्भचे ज्येष्ठ वाचक श्री. सूर्यकांत गोपाळ केतकर यांच्या स्मृतीप्रीत्यर्थ त्यांच्या कुटुंबीयांनी संदर्भलारु. २५,०००/- देणगी दिली. त्यामधून शंभरेक मुलांसाठी



विज्ञानखेळणी तयार करण्याची दोन शिबिरे जुलै महिन्यात पार पडली. नवनवीन खेळणी तयार करणं आणि ती खेळणं हा मुलांसाठी एक धमाल अनुभव होता.या सर्वांना संदर्भच्या सहा अंकांचा संचही भेट देण्यात आला. संदर्भ नवीन वाचकांपर्यंत पोचवण्यासाठी असे उपक्रम फार मोलाचे ठरतात.

केतकर कुटुंबीयांना मनःपूर्वक धन्यवाद.

### चुकीची दुरुस्ती

गेल्या अंकामध्ये, अणुऊर्जा : कोणत्या विकासासाठी? या प्रकाश बुरटे यांच्या लेखामध्ये काही चुका राहिल्या होत्या. बरोबर माहिती पुढीलप्रमाणे १) पान ४७ वर भारतीयांचा सरासरी वार्षिक वीजवापर ५१५ युनिट वरून जपानएवढा म्हणजे ७००० पर्यंत जायला लागेल. २) पान ५० वरील 'काही किरणोत्सारी पदार्थ व समस्थानिके कायम विघटित होत राहतात' याऐवजी 'U-235, U-238, Th-238 अशी काही किरणोत्सारी समस्थानिके दीर्घकाळ विघटित होत राहतात. त्यांचा अर्धआयुष्यकाल पृथ्वीच्या आयुष्याशी तुलना करता येण्याएवढा आहे'.



## खेळ : भाषेच्या तासाला

लेखक : विश्व विजया सिंह • अनुवाद : सुषमा गद्रे

भाषा हा सर्वांच्यासाठी एक अत्यावश्यक विषय आहे, मग तुम्ही शिक्षक असा वा विद्यार्थी. शाळेत शिकविली जाणारी पुस्तके व्याकरण वैशिष्ट्यांनी भरलेली असतात. आणि आपल्या शिकवण्याच्या पद्धतीही आकर्षक किंवा प्रभावी नाहीत. भाषा शिकविण्यासाठी खेळांची मदत घेतली तर मुले निश्चित सहभागी होतील आणि वर्गात एक आनंद व उत्साह येईल.

वार्षिक परीक्षेच्या अगोदर उजळणी चालू होती तेव्हा पाचवीच्या वर्गात हिंदी शिकवताना पुस्तकात विरुद्धार्थी (विलोम) शब्दांचा खूप वापर झाल्याचे दिसून आले. धड्याखालील प्रश्नांमध्ये बऱ्याच शब्दांचे पर्यायी शब्दपण विचारले होते. इथे शब्दांच्या समूहासाठी एक शब्द माहीत असणे अपेक्षित होते.

ह्यावर आम्ही एक खेळ बनविण्याचा निर्णय घेतला. सर्व प्रथम वर्गातील ३/४ मुलांना सर्व धड्यात वापरलेले विरुद्धार्थी शब्द शोधण्याचे काम सोपवले. खूप लांबलचक यादी तयार झाली आता त्यांना कागदाच्या वेगवेगळ्या चिट्ठ्यांवर ते लिहावयाचे होते. या कामात मुले खूप उत्साहाने सहभागी झाली.

दुसऱ्या दिवशी वर्गात शिरतानाच मी मुलांना म्हटले की चला आज आपण एक खेळ खेळू या. तेव्हा तर सर्व मुले आनंदाने

उड्या मारू लागली. वार्षिक परीक्षेच्या पूर्वीच्या त्या गंभीर दिवसात खेळाच्या कल्पनेनेच त्यांना खूप हायसे वाटले. मुलांना सांगितले की त्यांनी आपलं दप्तर, पुस्तक, पेन, पेन्सिल काहीही घेऊ नये. हे सांगितल्यावर तर त्यांचे चेहरे आणखीनच उजळले. सगळे वर मोठ्या वर्गात पोहोचले. तिथे टेबल खुर्च्या काहीही नव्हते. सतरंजीवर सगळे गोलाकार बसलो. आता एका मुलाने एका डब्यात कालच्या सर्व चिट्ठ्या ठेवल्या. तो डबा उचलला, पाळी पाळीने सगळ्या मुलांच्या समोर नेला. सगळ्यांना एक एक चिट्ठी मिळाली तेव्हा त्यांना दोन मिनिटांचा वेळ दिला गेला. आता त्यांनी आपल्या चिट्ठीमध्ये लिहिलेल्या शब्दाच्या विरुद्ध अर्थी शब्द असणाऱ्या चिट्ठीवाल्या मुलाचा शोध घेऊन जोडी बनवायची होती. टाळी वाजताच खेळ सुरू झाला आणि दोन मिनिटांसाठी खोलीत वेगवान हालचाली आणि गोंगाट

सुरु झाला. मुले आपल्या आपल्या जोडी बरोबर हात पकडून रांगेत उभी राहात होती. ज्यांनी सर्वात कमी वेळात आपली जोडी शोधली होती ते सर्वात पुढे होते. हळूहळू उरलेल्या विद्यार्थ्यांची संख्या कमी होत गेली आणि खेळ सोपा होत गेला. जेव्हा सगळ्या जोड्या तयार झाल्या तेव्हा मुलांना ओळीने पुढे येऊन आपले शब्द सांगायचे होते. अशा प्रकारे ज्या मुलांना काही शब्दांचे विरुद्ध अर्थी शब्द माहीत नव्हते त्यांना खेळता खेळता माहीत झाले.

असं खेळता खेळता मिळविलेलं ज्ञान त्यांना आयुष्यभर आठवणीत राहिल. ह्या खेळातला त्यांचा उत्साह अर्थातच पाठांतर करण्यापेक्षा जास्त होता. ह्या खेळानंतर असाच खेळ समानअर्थी शब्दांसाठी पण रचला. ह्या खेळातसुद्धा सगळ्या मुलांना एक एक चिठ्ठी मिळाली. ह्या वेळेला त्यांना सांगितले की एक एक शब्द सांगितल्यानंतर त्या शब्दाचा पर्यायी शब्द किंवा समानअर्थी शब्दाचा समूह तयार करावयाचा आहे. उदा. आकाश म्हटल्यावर गगन, अंबर, नभ, अंतरिक्ष ह्या चिठ्ठ्या असणारी मुले एक कोपऱ्यात पळत एकत्र आली. अशा प्रकारे शब्दांचा पुकारा केल्यानंतर एकानंतर एक समूह बनत गेले. सर्व शब्द पूर्ण झाल्यानंतर सुद्धा

काही मुले मध्येच बसून राहिली होती. ह्याचा अर्थ स्पष्ट होता त्यांना आपल्या शब्दाचा पर्यायी शब्द माहीत नव्हता. अशात त्यांनी पाळी पाळीने उभे राहून आपला शब्द सांगायचा होता. ते जेव्हा शब्द सांगत तेव्हा त्यांचा पर्यायवाचक समूह त्यांना हाक मारून आपल्या जवळ बोलवत होता.

याचा अर्थ असा की बऱ्याच मुलांना जे पर्यायी शब्द माहीत नव्हते ते आता माहीत झाले. सगळ्या मुलांच्या समूहांची जुळवणी झाल्यावर प्रत्येक समूहाला आपले शब्द सांगायचे होते. अशा प्रकारे सर्व मुलांना दिल्या गेलेल्या शब्दांचे पर्यायी शब्द त्यांना आता माहीत झाले.

खेळांचा हा क्रम इथेच संपत नाही. भाषेच्या काही अन्य वैशिष्ट्यांवर असे छोटे खेळ बनविले जावेत, ते वर्गात खेळले जावेत असं वाटलं.

अशा तऱ्हेचे अनेक प्रयोग वर्गात केले गेले. मुलांना नाम सांगण्यास सांगितले गेले. मुलांनी खूप शब्द (नामे) सांगितले. या शब्दांमधून आता १० शब्द निवडायचे होते व फळ्यावर लिहावयाचे होते. मुलांना



सांगितले की ह्या शब्दांचा उपयोग करून एक कथा लिहा. लवकरच मुलांनी आपापल्या कथा लिहिल्या. काही मुलांची कथा अपूर्ण राहिली. ती त्यांनी घरी पूर्ण करून नंतर वर्गात आणावयाची होती. ह्या पूर्ण प्रक्रियेच्या दरम्यान विशिष्ट नामे घेऊन वेगवेगळ्या तऱ्हेच्या कथा जमा झाल्या. त्या पुढे विद्यालयाच्या पत्रिकेत प्रकाशित करण्यात आल्या. अशा तऱ्हेने मुले कथेची गुंफण करण्यात तयार झाली.

कथा रचण्याच्या दिशेने मुलांना प्रोत्साहित करण्याचा एक आणखी प्रयोग आम्ही केला. रांगेत बसलेल्या मुलांना सांगितले गेले की एक मुलगा एक वाक्य सांगेल, दुसरा मुलगा पहिल्या वाक्याला जोडून एक असे वाक्य सांगेल की त्यामुळे कथा पुढे सरकायला हवी. अशा तऱ्हेने प्रत्येक मुलाला बोलायची संधी मिळाली. प्रत्येक मुलाने सांगितलेले वाक्य फळ्यावर लिहिले गेले. आणि मग एका मुलाने ती संपूर्ण कथा वाचली. सर्व मुले खूष होती. कारण ही त्यांची सर्वांची कथा होती. आम्हाला असे दिसून आले की काही वर्णाक्षरांच्या प्रयोगात मुलांना अडचण येत आहे. उदा. क्ष, त्र. याचा अभ्यास करण्यासाठी एक रंजक खेळ तयार केला. मुलांना सांगितले की पानाचे तीन उभे भाग करा. प्रत्येक भागाला वर क्ष, त्र, ज्ञ लिहा. ज्या शब्दांच्या सुरवातीस, मध्ये किंवा शेवटी या अक्षरांचा वापर झाला आहे असे शब्द ह्या भागात लिहायचे होते मुले खूप उत्साहित

होऊन हे काम १५, २० मिनिटे करत होती. जेव्हा मुले थांबू लागली तेव्हा त्यांना सांगितले की पाहिजे असल्यास पुस्तक उघडून त्यातून असे शब्द शोधून ते लिहू शकतात. त्याचीही मुलांना मजा आली. त्यांचे चेहरे आनंदाने उजळले पुन्हा एकदा त्यांचे काम जलद सुरू झाले. आपल्या कामात ते इतके मग्न होते की तास कधी संपला ते त्यांना कळलेही नाही. काम अर्धवट राहिले होते, त्यांना ते पूर्ण करावयाची इच्छा होती म्हणून उरलेले काम गृहपाठ स्वरूपात पूर्ण करण्यासाठी त्यांना दिले. तसे तर ते काम नव्हतेच. त्यांच्यासाठी तर तो एक खेळ होता. तो घरी किंवा शाळेत खेळला, तरी मजा ही येणारच होती.

अशा प्रकारचे अनमोल खेळ व कृती भाषा शिक्षणाचा आनंद देतात. विशेषतः जेव्हा वर्गात मुलांची संख्या जास्त असते तेव्हा हे खेळ खूप प्रभावशाली होऊ शकतात. अशा प्रकारे प्रत्यक्ष कृतीमधून दिले जाणारे शिक्षण हे मुलांच्या दृष्टीने खेळ जास्त व अभ्यास कमी अशा स्वरूपाचे होते. मुले ह्यामध्ये मनापासून एकाग्र होतात आणि असे ज्ञान चिरकालीन असते कारण इथे थेअरी व प्रॅक्टिकल बरोबरीने असतात.

शैक्षणिक संदर्भ अंक ७३ मधून साभार. ▲▲

लेखक : विश्वविजयासिंह, विद्याभवन शाळेत ३४ वर्षे अध्यापन, मुख्याध्यापिका पदावरून निवृत्त, सध्या विद्याभवन सोसायटी उदयपूर मध्ये कार्यरत. लहान मुलांसाठी कविता, गोष्टी आणि अध्ययनविषयक लिखाणात रस.

अनुवाद : सुषमा गद्रे, पुणे. बी.एस्.एन्.एल. मध्ये कार्यरत



## स्फटिकशर्करा की साखरेचा पाक

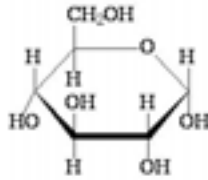
लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे

निसर्गात साखर अनेक रूपांमध्ये आढळते. रसायनशास्त्राच्या दृष्टिकोनातून स्टार्च आणि सेल्युलोज हीसुद्धा साखरेचीच रूपे आहेत, पण आपल्या दृष्टिकोनातून आपण गोड चव, पाण्यात विद्राव्य आणि आपल्याला पचविता येणे, या तीन निकषांना उतरणाऱ्या पदार्थांनाच साखर म्हणतो. त्यानुसार निसर्गात आढळणाऱ्या साखरेच्या विविध रूपांपैकी ग्लूकोज, फ्रुक्टोज आणि स्युक्रोज यांनाच आपण साखर म्हणतो.

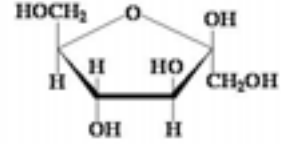
ग्लूकोज आणि फ्रुक्टोज यांच्यात कार्बनचे प्रत्येकी ६ अणू असतात तर स्युक्रोजमध्ये त्यांची संख्या १२ असते. ग्लूकोज, फ्रुक्टोज आणि स्युक्रोज यांचे मिश्र द्रावण जर आटवले, तर त्यातून स्युक्रोज हे स्फटिक

रूपाने द्रावणातून बाहेर पडते. असे द्रावण गाळणीतून गाळून घेतल्यास आपल्याला स्युक्रोज शुद्ध स्फटिकांच्या रूपाने मिळते. आपण दैनंदिन व्यवहारात वापरतो ती साखर हीच. तिलाच स्फटिकशर्करा या नावानेही ओळखले जाते.

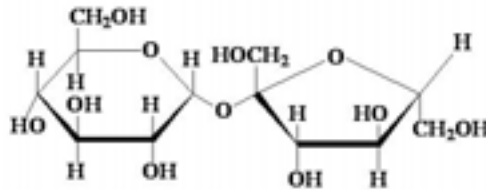
आधुनिक शर्कराउद्योगाचा पाया १९व्या शतकात घातला गेला. त्यावेळी साखर शुद्ध स्वरूपात मिळविण्याचा स्फटिकीकरण हा



glucose



fructose



sucrose



एकमेव उपाय तंत्रज्ञानां माहिती होता. त्यामुळे हा संपूर्ण उद्योग स्फटिकरूपी शर्करेचे उत्पादन या एकाच उद्देशाने उभारला गेला आणि पुढेही साखर उद्योगाचे मुख्य उद्दिष्ट हेच राहिले. साठवण, वाहतूक आणि विक्री याही दृष्टींनी दाणेदार व कोरड्या रूपात साखर निर्माण करणे हाच योग्य पर्याय होता.

### किती पाणी? किती काळ?

साखर उद्योग म्हणजे स्फटिकशर्करेचा उद्योग या धोरणाचा परिणाम असा झाला की ज्या पिकांमधून सर्वाधिक प्रमाणात स्फटिकशर्करा मिळू शकते अशीच पिके साखर उद्योगासाठी वापरली जाऊ लागली. परिणामतः भारतातला साखर उद्योग सर्वतोपरी उसावर अवलंबून राहिला, तर समशीतोष्ण प्रदेशात शर्कराकंद हेच एक पीक साखर निर्मितीसाठी वापरले जाऊ लागले. उसाला लागणीपासून पक्क होईपर्यंत एक वर्षाहून अधिक काळ लागतो. शर्कराकंद हे ५॥ महिन्यांमध्ये तयार होणारे पीक असल्याने त्याला उसाच्या मानाने कमी पाणी लागते. त्यामुळे गेली सुमारे ४० वर्षे भारतात शर्कराकंदाच्या चाचण्या घेतल्या जात आहेत, पण भारतात उसाची जागा



शर्कराकंद घेऊ शकेल असे अजूनतरी कोणी खात्रीपूर्वक म्हणू शकत नाही.

भारतात सर्वाधिक साखर महाराष्ट्र राज्यात निर्मिली जाते. साखरेसाठी लागवड केल्या जाणाऱ्या उसाच्या खोडांमध्ये सुमारे ७० टक्के पाणी, १५ टक्के बॅगास (चोयट्या) व १५ टक्के एकूण शर्करा (म्हणजे ग्लुकोज, फ्रुक्टोज आणि स्फटिकशर्करा हे तिन्ही घटक मिळून) हे पदार्थ असतात. यांपैकी वर निर्देश केलेल्या पाण्यातच साखर विरघळलेली असते. त्यामुळे उसाचा रस काढून तो आटवला की त्यातून स्फटिक रूपाने साखर वेगळी काढता येते. खोडांमधील स्फटिकशर्करेचे प्रमाण स्थळकाळानुरूप बदलते. भारताचा विचार केल्यास ते खोडाच्या वजनाच्या ९.५ टक्क्यांपासून १३.५ टक्क्यांपर्यंत असते. स्फटिकशर्करा काढून घेतल्यानंतर शिल्लक राहिलेल्या रसाला मळी असे म्हणतात. तिच्यात असणाऱ्या ग्लुकोज आणि फ्रुक्टोज या शर्करांचा मानवी अन्न म्हणून उपयोग केला जात नाही. तर ती पशुखाद्यात मिसळली जाते किंवा तिचा विविध जैव औद्योगिक क्रियांमध्ये सूक्ष्मजंतूंना खाद्य म्हणून उपयोग केला जातो. सध्या या मळीपासून इथेनॉल तयार करणे हा तिचा सर्वात मोठा उपयोग आहे.

आपल्या देशाची वाढती लोकसंख्या आणि लोकांचे वाढते आर्थिक उत्पन्न यांचा विचार केल्यास असे दिसते की साखरेची मागणी प्रतिवर्षी वाढतच जाणार आहे. साखर



उद्योगात पुढे फायदाच फायदा आहे हे डोळ्यासमोर दिसत असल्याने महाराष्ट्रात सुमारे ५०० खाजगी कंपन्यांनी साखर कारखाने स्थापन करण्याची परवानगी मागितली आहे आणि सरकारने ती दिली आहे. ऊस हे दीर्घ मुदतीचे पीक आहे आणि त्याला वर्षभर सिंचनाची आवश्यकता असते. महाराष्ट्रातील फक्त सुमारे १५ टक्के शेतजमीन बारमाही सिंचनाखाली येत असल्याने उसाखालील क्षेत्र वाढविण्यासाठी ज्यादा जमीन उपलब्ध होणे अशक्यच आहे. तेव्हा आपण उसाच्या जागी अल्पमुदतीच्या इतर पिकांचा विचार करावा आणि निव्वळ स्फटिकशर्करा म्हणजेच साखर हा विचार सोडून द्यावा असे दोन धोरणात्मक बदल करणे आवश्यक ठरेल.

### साखरेचा पाक

अल्पमुदतीच्या ज्या एका देशी पिकावर बऱ्यापैकी संशोधन करण्यात आले आहे ते म्हणजे गोड ज्वारी. या ज्वारीच्या खोडात उसाप्रमाणेच साखर साठविली जाते. इतर ज्वारीप्रमाणेच हेही पीक तीन ते चार महिन्यात तयार होते. याच्या खोडामध्ये खोडाच्या वजनाच्या सुमारे १० ते १२ टक्के साखर असते. या पिकाचा शर्करा उद्योगात उपयोग

केला जात नाही कारण यातल्या एकूण साखरेपैकी स्फटिकशर्करेचे प्रमाण बरेच कमी, म्हणजे एकूण साखरेच्या फक्त ६० ते ८० टक्के इतकेच असते. शर्कराकंदात हे प्रमाण १०० टक्के असते तर उसात ते ९० टक्क्यांच्या पुढे गेल्याशिवाय त्याची तोड केली जात नाही. त्यामुळे सध्या गोड ज्वारी या पिकापासून स्फटिकशर्करा न करता हा रस आटवून त्यापासून काकवीसारखा पाक बनविला जातो आणि हा उद्योग जगात जेथे जेथे चालविला जातो तिथे तो ग्रामीण वा कौटुंबिक व्यवसाय या पातळीवरच राहिला आहे.

### कमी गोड का जास्त गोड ?

ऊस, शर्कराकंद, गोड ज्वारी, ताड-माड-खजूर यांतून मिळणारी नीरा, अमेरिकेतील शुगरमेलचे वृक्ष इ. स्रोतांपासून आपल्याला थेट साखर मिळते, पण स्टार्च हे सुद्धा साखरेचेच रूप असल्याने सर्व धान्यपिके आणि सर्व प्रकारचे कंद हे सुद्धा साखरेचे स्रोत होऊ शकतात. स्टार्च पासून साखर मिळविण्यासाठी अमायलेज, डायस्टेज वगैरे नावांनी ओळखले जाणारे विकर वापरावे लागतात. या विकरांमुळे स्टार्चचे ग्लुकोजमध्ये रूपांतर होते. ग्लुकोजचे स्फटिक होत नसल्याने या पद्धतीने तयार केलेली साखर पाक या स्वरूपात वापरावी लागेल. स्फटिकशर्करेच्या मानाने ग्लुकोजला गोडी कमी असते पण फ्रुक्टोज साखरेच्या अडीचपट गोड असते. ग्लुकोजच्या द्रावणावर आणखी

एका विकराद्वारे प्रक्रिया घडवून आणली की त्यातल्या काही ग्लुकोजचे फ्रुक्टोजमध्ये रूपांतर होते. अशा तऱ्हेने ग्लुकोज व फ्रुक्टोजच्या मिश्र द्रावणापासून केलेला पाक स्फटिकशर्करेच्या पाकाइतकाच गोड लागतो.

### स्वस्तसुद्धा...

जर साखरेच्या स्फटिकांऐवजी पाक या स्वरूपात साखर वापरण्याच्या प्रथेला समाजमान्यता मिळाली तर आपण धान्य, रताळी, बटाटे यांसारख्या विविध अल्पमुदतीच्या पिकांपासून साखर तयार करू शकू, आणि ही साखर कदाचित स्फटिकशर्करेपेक्षा स्वस्त सुद्धा असेल.

आपण सध्या जी दाणेदार साखर उसापासून बनवितो, तिच्या ऐवजी ग्लुकोज-



फ्रुक्टोजसह एकूण साखरेचे ८० टक्के प्रमाण असणारा पाक तयार केला तर रस आटविण्यात खर्ची पडणाऱ्या ऊर्जेची तर बचत होईलच पण शिवाय उसातल्या ग्लुकोज आणि फ्रुक्टोज यांचा समावेश पाकात झाल्यामुळे कारखान्यांची उत्पादकताही आपोआप वाढेल. पाक स्वरूपात साखर तयार करण्याचा आणखी एक फायदा म्हणजे वर दिल्याप्रमाणे ऊस आणि शर्कराकंद या दोन पिकांशिवाय अन्य पिकांचाही साखरउद्योगाला वापर करता येईल.

स्फटिकशर्करेऐवजी पाक ही पद्धत रूढ झाली तर साखरेची साठवण करण्यासाठी कारखान्यांना मोठ्या टाक्या बांधाव्या लागतील. कोल्ड्रींक, मिठाई किंवा केक-बिस्किटे बनविणाऱ्या व्यावसायिकांनाही आपापल्या कारखान्यांमध्ये टाक्या बसवाव्या लागतील. साखरेची वाहतूक दूध किंवा पेट्रोलप्रमाणे टँकरद्वारे करावी लागेल. आणि किरकोळ ग्राहक साखरेचा पाक प्लास्टिकच्या बुधल्या-बाटल्यांमधून खरेदी करतील.

पाक कोणत्या वनस्पतीपासून केला आहे त्यानुसार त्यातील ग्लुकोज, फ्रुक्टोज व स्युक्रोजचे प्रमाण बदलेल म्हणून त्याचा उल्लेख बाटलीच्या किंवा बरणीच्या लेबलवर करावा लागेल.



लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे, ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ, अॅप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूटचे संस्थापक, संचालक.

काही प्राण्यांना कधी लक्षातच येत नाही की आरशात दिसणारं प्रतिबिंब आपलंच आहे, दुसऱ्याचं नाही. हा दुसरा तिसरा कोणी नसून आपणच आरशात दिसतो आहोत. उदा. पोपट आपल्या पिंजऱ्यात पडलेल्या

आरशापासून लगेच दूर होतात. चिम्पांझीला सुद्धा लगेच जाणीव होते की आरशात दिसणारं प्रतिबिंब आपलंच आहे. परंतु चिम्पांझी जास्त बुद्धिमान असल्यामुळे त्याचे कुतुहल लगेच जागृत होते. चिम्पांझी एकाद्या

## सांग दर्पणा

लेखक : मार्टिन गार्डनर • अनुवाद : गिरीश गोखले

खेळण्यांमध्ये दिसत असलेले प्रतिबिंब पाहून उगाचच अस्वस्थ होत असतो. त्याला सारखं वाटत असतं की आपण एकटे नसून अजून एक आपल्यासारखा पोपट पिंजऱ्यात आहे. अर्थात् पक्ष्यांच्या मनात काय उलथापालथ होत असते याचा तर्क करणे म्हणजे जरा कठीणच काम आहे!

पण कुत्रा व मांजर मात्र जरा आणखी समजूतदार, हुशार असतात. पहिल्यांदा गोंधळतील पण लगेच त्यांच्या लक्षात येतं की हे आपलेच प्रतिबिंब आहे आणि ते

छोट्या आरशाशी तासन्तास खेळू शकतो. आरशात बघून बघून चित्रविचित्र हावभाव, चेहेरे करून तसेच आरशाचा उपयोग करून आपल्यामागे काय आहे याचा पण कानोसा तो घेऊ शकतो. इतकंच नाही तर आरशात दिसणारी वस्तू आणि प्रत्यक्षात दिसणारी वस्तू याची तुलना सुद्धा करू शकतो.

हा लेख वाचत असतानाच कल्पना करा की एका आरशामध्ये आपण चिम्पांझी प्रमाणेच कुतुहलाने आणि आश्चर्याने आपल्याला निरखत आहोत. त्यासाठी अशी

कल्पना करू की आपल्या खोलीतील एक संपूर्ण भिंतच आरशाने व्यापली आहे. आणि आपण त्या भव्य आरसाभिंतीसमोर उभे आहोत आणि आरशात आपल्याला निरखून पहात आहोत. नक्कीच आपल्या समोर हुबेहूब



आपलीच छबी दिसेल. पण सावधान! हुबेहूब तशीच का थोडा थोडा फरक आहे? सूक्ष्मसा फरक जाणवला ना? आपला चेहरा मात्र बराचसा तंतोतंत जुळतोय. पण आपला डावा आणि उजवा भाग एकदम एकसारखा दिसतोय असं वाटत नाहीय. आपण आपला भांग डावीकडे



काढलाय कदाचित आपला एक कान अथवा भुवई थोडीशी उंचावलेली वाटतेय! नाक सुद्धा थोडेसे एका बाजूला वळल्यासारखे वाटतेय. या एका गालावर काहीतरी खरचटल्यासारखे किंवा जन्मखूण असल्यासारखी दिसतेय! महाशय, जरा नीट बघितलं तर लक्षात येईल काहीतरी वेडेवाकडे / थोडेसे निराळे आकार समोरच्या चेहऱ्यात दिसतायत!

आणखी निरखून पाहिलं तर असं लक्षात येईल की आरशात दिसणाऱ्या आपल्या चेहऱ्यात म्हणजे नाक-डोळे-भुवई मध्ये थोडा थोडा बदल आहे, त्यांनी आपली जागा जराशी सोडलीय! आपण भांग डावीकडे काढलाय तर समोरच्या पड्ड्याने उजवीकडे! थोडक्यात आरशात दिसणाऱ्या आपल्या छबीने आपल्याला चक्क उलटं करून ठेवलंय.

फक्त आपला चेहराच नाही तर खोलीतल्या सर्व वस्तू आरशांत बघितल्यावर विरुद्ध दिशेला दिसतील. सर्व वस्तू जशा

आहेत तशाच पण काहीतरी वेगळेपणा जाणवत असतो.

पण सर्वच्या सर्व गोष्टी मात्र उलट सुलट दिसत नाहीत. खुर्च्या, टेबले, दिवे या वस्तू आहेत तशा दिसतात. आरशासमोर एक कपबशी धरली तर ती आहे तशीच दिसते. मात्र घड्याळाचं तसं नाही तुम्ही घड्याळ आरशासमोर धरा आणि बघा काय गंमत होते ते! घड्याळातले सगळे आकडे व त्यांवरून फिरणाऱ्या काट्याची गती उलटी झालेली लक्षात येईल. याच गुणधर्माचा उपयोग कित्येक रहस्यकथांमध्ये केलेला तुम्हाला आठवेल.

आरशासमोर उभे राहून हातात एक पुस्तक घ्या. आरशापासून योग्य अंतरावर उभे राहिल्यास पुस्तकात काही बदल झाल्याचे दिसणार नाही. आता जरा आरशाच्या जवळ या आणि पुस्तक वाचायचा प्रयत्न करा! लगेच तुम्हाला उलटी अक्षरे दिसू लागतील आणि वाचणे कठीण होईल.

लहान मुलांच्यामध्ये उलट अक्षरे लिहून आरशासमोर धरून त्याचा सुलट अर्थ लावणे हा खेळ नेहमी खेळला जातो. मुलांना याच्या मध्ये खूप मजा वाटते. पण मोठ्यांना मात्र यातली मजा तेवढी घेता येत नाही कारण त्यातले स्वारस्य संपून गेलेले असते. अनेक वेळा हा खेळ खेळून त्यातली मजा आता वाढत्या वयाबरोबर अनुभवता येत नाही. त्यातले रहस्य आपल्याला उमगले आहे याची खात्री वाटत असते. पण जरा बारकाईने विचार करा. खरंच आरशाची जादू आपल्याला पूर्ण कळली आहे का?

### फक्त उलटापालट का ?

मी तुम्हाला काही प्रश्न विचारून याची खातरजमा करतो. आरशात तुम्हाला फक्त डाव्या-उजव्या बाजूंचीच का उलटापालट झालेली दिसते? खालची वर आणि वरची खाली अशी उलटापालट का दिसत नाही? वास्तवात आरसा हा सपाट व गुळगुळीत असतो. त्याची डावी/उजवी कड आणि खालची/वरची कड यात काही फरक नसतो. मग तो फक्त डावी बाजू उजवीकडे आणि उजवी डावीकडे का दाखवतो? डोके व पाय यांची अदलाबदल मात्र तो करत नाही. आरशात आपल्याला मजकूर उलटा तर दिसतो पण तो फक्त उजवीकडून डावीकडे जाताना दिसतो. पण वरची ओळ वरच असते आणि खालची ओळ खालीच असते. त्याच्यात उलटापालट होत नाही. समजा या आरशाला आपण घड्याळ्याच्या दिशेने

नव्वद अंश वळवलं तर काही वेगळा फरक पडेल? काही फरक पडत नाही. आपले तोंड आहे तसेच त्या जागी दिसेल मग आरशाला फक्त डावी-उजवीची अदलाबदल का आवडते? खाली वर का नाही?

या प्रश्नाने नक्कीच आपली मती गुंग होईल. आपल्या मित्रांना सुद्धा हा प्रश्न विचारून त्यांना तुम्ही कोड्यात टाकू शकाल. आधी लिहिल्याप्रमाणे आपली अवस्था त्या हुशार चिम्पांझी सारखी होऊन या कोड्याचे उत्तर शोधायचा प्रयत्न कराल, का कुत्रा/मांजराप्रमाणे 'आहे हे असे आहे' असे म्हणून झटकून टाकाल! थोडा मेंदूला ताण घाल तर उत्तर मिळेल पण ते कष्टसाध्य असेल. पटकन कुणाला याचे अचूक उत्तर मिळणे अवघड आहे.

आपण आरसा असा बनवू शकतो ज्यामध्ये डावी/उजवी ही अदलाबदल अजिबात होणार नाही. अरेच्या! तुम्ही म्हणाल, असं असेल तर सर्व आरसे असे का बनवत नाहीत? असे म्हणजे कसे?

चित्र क्र. १ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे कडा नसलेले दोन आरसे आपापसात ९० अंशाच्या कोनात उभे करा. ज्यामध्ये दोन्ही आरसे दोन कडांना अगदी चिकटून असतील. जरा खाली वाकून आपला चेहरा आरशात पहा. चेहरा हुबेहूब न दिसता जर थोडा रूंद अगर उभट दिसला तर आपली जागा जरा पुढे मागे/ डावी उजवीकडे करा ज्या योगे चेहरा आहे तसा दिसला पाहिजे.



चित्र क्र. १



चित्र क्र. २

आता आपला उजवा डोळा बंद करा आणि पहा. आरशातल्या आपल्या प्रतिबिंबाचा डावा डोळा - म्हणजे - उजव्या डोळ्याच्या समोरचा डोळा बंद होण्याऐवजी प्रतिबिंबातील छबीचा सुद्धा उजवाच डोळा बंद झालेला दिसेल. म्हणजेच आरशाची किमया न होता आपल्याला दुसरा माणूस जसा बघेल तसेच रूप आरशात दिसते. याला आपण खरी छबी / प्रतिबिंबित नसलेली म्हणू.

अशाच पद्धतीचा अजून एक आरशाचा प्रकार आपल्याला करता येईल. प्रतिबिंब दिसेल असा एक चमकदार, पातळ असा पत्रा घ्या, त्या पत्र्याचा चित्र क्र. २ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे आकार करा. या कामचलाऊ आरशामध्ये आता जर आपला चेहरा बघितला तर वरीलप्रमाणेच आपल्याला आपली खरी छबी (प्रतिबिंबित नसलेली) बघायला मिळेल. याची खातरजमा आपण एक डोळा मिटून अथवा जीभ/डावी

उजवीकडे बाहेर काढून करू शकतो. अशा वाकलेल्या आरशाचा उपयोग करण्यात ग्रीक पूर्वज खूप वाकबगार होते. प्रख्यात ग्रीक तत्त्वज्ञ प्लेटो आपल्या टिमीअस या पुस्तकात या आरशाच्या गुणधर्माचा उल्लेख करतात. रोमन कवी एक्वेटियस 'ऑन द नेचर ऑफ थिंग्स' या प्रख्यात कवितेमध्ये आरशाच्या या गुणधर्माचा उल्लेख करताना आढळतो.

या विशिष्ट पद्धतीने बनवलेल्या आरशाला जर आपण आणखी नव्वद अंशात वळवले तर काय बरं दिसेल? चि.क्र. ३ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे आपला चेहरा आता उलटा दिसायला लागेल.

थोडक्यात एका विशिष्ट पद्धतीने ठेवलेल्या आरशात प्रतिबिंब आहे तसंच दिसतं. डावं-उजवा किंवा खालीवर अशी उलटापालट अजिबात होत नाही. पण त्याची ठेवण जरा बदलली की चित्र एकदम पालटून जातं. खाली वर होऊन जातं.

चिम्पांझी सुद्धा आरशात बघून विचारात



चित्र क्र. ३



पडतो की दिसत तसं नसतं! आणखी शोध घेण्याची गरज आहे.

या शतकातल्या दोन विस्मयचकीत करणाऱ्या घटनांच्या शोधांमागे सुद्धा आरशाच्या या उलट/सुलट गुणधर्माचा नक्कीच मोठा हातभार आहे. या दोन घटना म्हणजे - भौतिकशास्त्रातील समता संरक्षण सिद्धांताचा फोलपणा दाखवणं आणि जीव शास्त्रज्ञांनी शोधलेली जनुकीय संरचनेतील आनुवंशिकतेसंबंधी वैशिष्ट्य ज्यावर असतात त्या DNA ची पीळदार रचना. त्यावर प्रकाश टाकणाऱ्या शोधाच्या मुळाशी सुद्धा आरशातल्यासारख्या उलट/सुलट प्रतिमांच्या गुणधर्माचे योगदान आहे. त्यामुळे या गुणधर्मावर जर आपण जास्त लक्ष दिले तर विज्ञानातील आणखी काही रहस्ये उलगडण्यास नक्की हातभार लागेल.

अलिकडेच केलेल्या संशोधनात गॉर्डन जी गॅल्प, (ज्यु.) यांनी आरशाच्या या गुणधर्माचा उपयोग केला. त्यांनी असे दर्शवले की चिम्पांझी आणि ओरांगउटान या जातींमध्ये एक विशेष संवेदना असते जी इतर माकड प्रजातींमध्ये आढळत नाही. आरशात आपलेच प्रतिबिंब आहे हे चिम्पांझीला लगेच उमगते. आरशाचा उपयोग करून आपल्या शरीराचा न दिसणारा भाग पाहण्यासाठी त्यांचा लगेच प्रयत्न सुरू होतो. एका चिम्पांझीला बेशुद्ध करून त्याच्या कानाजवळ वास नसलेला, चकचकीत असा ठिपका रंगवला की शुद्धीवर आल्यावर आरशात बघेपर्यंत चिम्पांझीला त्याची जाणीव सुद्धा होणार नाही. पण जेव्हा आरशात तो ठिपका त्याच्या दृष्टीस पडला, त्या क्षणापासून अथक प्रयत्न करून तो ठिपका घालवायचा, पुसायचा प्रयत्न त्याने केला.

खुणांची सांकेतिक भाषा शिकवलेल्या माकडांना जर विचारले की आरशात कुणाची छबी आहे तर स्वतःकडे खूण करून आपलीच छबी असल्याचे ते सांगू शकतात! तर असे हे दर्पणाचे सांगणे.



शैक्षणिक संदर्भ (हिंदी अंक) ७१  
सप्टें-ऑक्टो १० मधून साभार

लेखक : मार्टिन गार्डनर, प्रख्यात गणितज्ञ.  
कोड्यांमधून गणित घालत विषय शिकविण्याची त्यांची पद्धत होती.  
हिंदी अनुवाद : मनोहर नोतानी, भोपाळ  
अनुवाद : गिरीश गोखले, पुणे



# आहार कोणता आणि कशासाठी?

## भाग ३

लेखक : आयझॅक अँसिमॉव • अनुवाद : सुजाता गोडबोले

एकमनने बेरी बेरी बरा करणारा घटक शोधून काढल्यानंतर अधिकाधिक रसायनशास्त्रज्ञांनी सूक्ष्म प्रमाणात आवश्यक असणारे इतर घटक शोधून काढण्यासाठी निरनिराळ्या आहारांचा अभ्यास सुरू केला.

काळजीपूर्वक तयार केलेले आहार पांढऱ्या उंदरांना खाऊ घालणे हा एक मार्ग होता. उंदरांना सहजपणे पिंजऱ्यात ठेवता येत असे, ते छोटे होते, त्यांना फारसे अन्न लागत नसे, त्यांना बरीच पिठ्ठे होत असल्यामुळे प्रयोगशाळेत त्यांची कमतरता भासत नसे अशा अनेक कारणामुळे प्रयोगासाठी उंदीर वापरत असत. त्याचप्रमाणे आपण खातो तेच अन्न उंदीरही खातात. उंदरांना जिवंत रहाण्यासाठी जर एखादा घटक आवश्यक असेल तर मनुष्यप्राण्यांनाही त्याची जरूर असणार असे मानायला हरकत नव्हती.

एल्मर वेर्नर मॅक कोलम व मार्गॅरिट डेव्हिस हे दोन अमेरिकन रसायनशास्त्रज्ञ १९१३ साली उंदरांवर संशोधन करत होते.

त्यांच्या असं लक्षात आलं की साखर, प्रथिने आणि खनिजे असलेला विशिष्ट प्रकारचा आहार दिल्यास उंदरांची वाढ खुंटते. परंतु त्यात जर थोडे लोणी किंवा अंड्याचा बलक मिसळला तर त्यांची वाढ होते आणि ते निरोगी रहातात.

लोणी किंवा अंडे यात सर्वसामान्य वाढीसाठी आवश्यक असे काहीतरी असले पाहिजे. हा जो काही घटक होता तो लोणी किंवा अंडे यातून पाण्यात वेगळा होत नव्हता. म्हणजेच तो पाण्यात विरघळणारा नव्हता.

अन्नातील घटकांची दोन प्रकारात विभागणी होऊ शकते. काही घटक पाण्यात विरघळतात पण स्निग्ध पदार्थात विरघळत नाहीत. अन्य काही घटक स्निग्ध पदार्थात विरघळतात पण पाण्यात विरघळत नाहीत.

उंदरांची वाढ होण्यासाठी आवश्यक घटक लोणी किंवा अंड्याचा बलक अशा स्निग्ध पदार्थात असल्याने तो पाण्यात विरघळला नाही तर त्यात आश्चर्य

वाटण्यासारखे काहीच नव्हते. परंतु स्निग्ध पदार्थात विरघळणारी आणि पाण्यात न विरघळणारी द्रव्ये काही वेळा 'इथर' नावाच्या रसायनात विरघळत असत.

लोणी किंवा अंड्याचा बलक इथर मध्ये भिजवल्यावर त्यातील वाढीसाठी आवश्यक असणारे घटक इथरमध्ये आले. हा घटक उंदरांच्या आहारात मिसळला असता उंदरांची चांगली वाढ होऊन ते निरोगी रहातात हे मॅक कोलम व डेव्हिसना माहित होते.

सुरवातीला ज्या उंदरांच्या आहारात स्निग्ध पदार्थात विरघळणाऱ्या घटकांची कमतरता होती त्यांना काही विशेष आजार झाल्याचे त्यांच्या लक्षात आले नाही. त्या उंदरांची वाढ होणे मात्र थांबले.

त्याच वर्षी थॉमस बर ऑसबोर्न आणि लाफाय्येत बेनेडिक्ट मॅडेल हे दोन अमेरिकन रसायनशास्त्रज्ञ उंदरांवर प्रयोग करत होते. ज्या उंदरांच्या आहारात स्निग्ध पदार्थात विरघळणाऱ्या घटकांचा अभाव होता त्यांच्या डोळ्यांना त्रास होतो असे त्यांच्या लक्षात आले. त्यांचे डोळे कोरडे होऊन त्यांना सूज आली होती.

काही वेळा माणसांनाही असा आजार होत असे. यात डोळे नुसते सुजत इतकेच नव्हे तर हा आजार झालेल्या लोकांना कमी प्रकाशात, विशेषतः रात्री नीट दिसत नसे. त्यामुळे याला 'रातआंधळेपण' असेच नाव मिळाले होते.

यावरून असे दिसते की जीवनसत्वे दोन

असावीत. स्निग्ध पदार्थात विरघळणाऱ्या जीवनसत्वामुळे रातआंधळेपणा बरा होतो आणि पाण्यात विरघळणाऱ्या जीवनसत्वामुळे बेरी बेरी बरा होतो.

दोन निरनिराळ्या जीवनसत्वांना दोन वेगळी नावे असावीत हे योग्यच होते. एखाद्या रसायनाला योग्य ते नाव देण्यासाठी त्याच्या रेणूतील अणूंची रचना समजून घेणे शास्त्रज्ञांच्या दृष्टीने महत्वाचे असते. त्यावरून ते योग्य असे नाव निवडतात.

परंतु १९१३ साली अशी काहीच शक्यता नव्हती. जीवनसत्वाच्या रेणूतील अणूंची रचना कोणालाच माहित नव्हती आणि ती लवकर कळेल असेही कोणाला वाटत नव्हते. मॅक कोलम आणि डेव्हिसने मग त्यांना खरी नावे देण्याचे टाळले. त्याऐवजी केवळ अक्षरेच वापरण्याचे त्यांनी ठरवले.

### अ, ब आणि क

स्निग्ध पदार्थात विरघळणाऱ्या जीवनसत्वाला त्यांनी 'अ' जीवनसत्व म्हणायचे ठरवले. पाण्यात विरघळणाऱ्या बेरी बेरी बरा करणाऱ्या जीवनसत्वाला 'ब' असे नाव दिले. अशा प्रकारे जीवनसत्वांना नाव म्हणून अक्षरेच वापरण्याची पद्धत प्रचलित झाली.

स्कर्वी बरा करणारे एखादे जीवनसत्व असेल का याचाही शास्त्रज्ञ विचार करत होते. एकमनने बेरी बेरी बरा करणारा घटक शोधल्यापासून स्कर्वी बरा करणाऱ्या घटकाचा शोधही चालू झाला.

स्कर्वी बरा करणारा घटक शोधून

काढण्याचा एक मार्ग म्हणजे संत्र्याच्या रसातील निरनिराळे घटक वेगळे करणे आणि स्कर्वी झालेल्या लोकांवर त्यांचा प्रयोग करून पाहणे.

पण तोपर्यंत स्कर्वी क्वचितच कोणाला होत असे आणि स्कर्वी होण्यासाठी मुद्दाम कोणाला चुकीचा आणि अयोग्य आहार घ्यायला सांगणेही योग्य नव्हते. स्कर्वी हा एक गंभीर आणि क्लेशकारक आजार आहे आणि मुद्दाम तो होऊ देण्यासाठी कोण तयार होणार? शिवाय स्कर्वी खूपच हळू हळू वाढतो म्हणजे ते फारच वेळकाढू काम होते.

प्राण्यांवर प्रयोग करणे हाच यावरचा उपाय होता. माणसांच्या ऐवजी प्राण्यांना विशिष्ट आहार देणे सोपे होते. परंतु प्राण्यांना स्कर्वी झाल्याचे आढळत नव्हते. ज्या आहाराने माणसांना स्कर्वी होत असे त्या आहाराने तो उंदरांना किंवा कोंबड्यांना होत नसे. म्हणजे उंदीर किंवा कोंबड्यांना स्कर्वी न होणाऱ्या जीवनसत्वाची आवश्यकता नव्हती किंवा त्यांच्या शरीरातच हे जीवनसत्व तयार होत असावे.

सुदैवाने १९१२ साली अॅक्सेल होल्स्ट हे जर्मन डॉक्टर आणि अल्फ्रेड फ्रॉलिच हे ऑस्ट्रियन शास्त्रज्ञ या संबंधी संशोधन करत होते. पांढऱ्या उंदरांना (गिनी पिग्ज) स्कर्वी



होतो असं त्यांच्या लक्षात आलं. मनुष्यप्राणी आणि माकडे यांच्याखेरीज स्कर्वी होणारा हा एकमेव प्राणी आहे. पांढऱ्या उंदरांना माणसापेक्षा फारच लवकर स्कर्वी होऊ शकतो. या उंदरांनी जर फक्त धान्यच खाल्ले तर त्यांना स्कर्वी होतो असं या शास्त्रज्ञांच्या लक्षात आले. पण धान्याच्या जोडीला जर त्यांना कोबीची पाने दिली तर मात्र स्कर्वी होत नसे.

आता स्कर्वी बरा करणारा घटक शोधणे शक्य होते. हा घटक पाण्यात विरघळत असे पण तो 'ब' जीवनसत्वाहून अगदीच वेगळा होता. ब जीवनसत्व तसे स्थिर होते. त्याचे रेणू सहजपणे बदलत नसत. ब जीवनसत्व पाण्यात विरघळून ते पाणी उकळून गार केल्यावरदेखील त्याचा बेरी बेरी बरा करण्यासाठी उपयोग होत असे.

पण हा स्कर्वी विरोधी घटक वेगळा होता. पाण्यात विरघळून ते पाणी अर्धा तास उकळले तर त्याच्या रेणूत बदल होत असे. मग त्याने स्कर्वी बरा होत नसे. यावरून हा

घटक ब जीवनसत्वाहून निराळा असल्याचे सिद्ध होते.

जॅक सेसिल ड्रमंड या इंग्रज रसायनशास्त्रज्ञाने १९२० साली असे सुचविले की या घटकाला स्वतःचे स्वतंत्र अक्षर देण्यात यावे.

त्याने याला 'क' जीवनसत्व असे नाव दिले आणि आजतागायत आपण तेच वापरत आहोत. (अ जीवनसत्वात अमिन वर्गाचे रेणू नसल्यामुळे व्हिटॅमिन शब्दातील शेवटचे इ हे अक्षर गाळावे हे त्यानेच सर्वप्रथम सुचविले होते.)

### एक नवे जीवनसत्व

आता मुडदुसाचे काय? हॉपकिन्स आणि फंक या दोघांनाही हा एक जीवनसत्वाच्या अभावामुळे होणारा आजार आहे असेच वाटत होते. आहारात काही घटकांचा समावेश केला असता मुडदुस होत नाही हे डॉक्टरांना बऱ्याच काळापासून माहित होते. मोसंब्याच्या रसाने जसे स्क्वीं होणे टळते तसेच कॉड माशाच्या यकृतातील तेलकट भागामुळे (ज्याला आता आपण कॉड लिव्हर तेल म्हणतो) मुडदुस होत नसे.

मुडदुस विरोधी घटक तेलकट पदार्थात मिळतो म्हणजे हे तेलात किंवा स्निग्ध पदार्थात



मुडदुस

विरघळणारे अ जीवनसत्व असणार. अ जीवनसत्वामुळे मुडदुस होणे थोपवता येईल का? कारण कॉड लिव्हर तेलात देखील अ जीवनसत्व आहेच. रातआंधळेपणा थोपविणाऱ्या अनेक प्रकारच्या अन्नपदार्थात अ जीवनसत्व होते आणि त्याने मुडदुसही होत नसे.

पण एकाच जीवनसत्वामुळे रातआंधळेपणा आणि मुडदुस यासारखे दोन इतक्या निराळ्या प्रकारचे आजार थोपवता येऊ शकतील? का दोन वेगवेगळी जीवनसत्वे एकाच पदार्थात सहजच उपलब्ध होती? हे एकच जीवनसत्व होते की दोन जीवनसत्वे होती हे शोधून काढण्याचा काही मार्ग होता का?

तापवून वितळवलेल्या लोण्यातून प्राणवायू सोडल्यास, नंतर गार झाल्यावर ते लोणी रातआंधळेपणावर निरुपयोगी ठरते असे हॉपकिन्सच्या १९२० साली लक्षात आले. म्हणजेच अ जीवनसत्व तापवले असता प्राणवायूच्या संयोगाने नष्ट होत होते.

कॉड लिव्हर तेलात अ जीवनसत्व असते म्हणून १९२२ साली मॅक कॉलमने (याने अ जीवनसत्वाचा शोध लावला होता) गरम कॉड लिव्हर तेलातून प्राणवायू सोडून पाहण्याचे ठरवले. हे तेल गार झाल्यावर रातआंधळेपणावर निरुपयोगी ठरले. यातील अ जीवनसत्व नष्ट झाले होते.

प्राणवायू सोडून तापविलेले कॉड लिव्हर तेल मुडदुस मात्र अजूनही थोपवू शकत होते!

मुडदुस विरोधी घटक नष्ट झाला नव्हता म्हणजेच तो अ जीवनसत्व नव्हता. हे नवेच जीवनसत्व असणार, आणि मॅक कोलमने त्याला ड जीवनसत्व असे नाव दिले.

### पेलाग्राचे कारण

आता फंक्ने जीवनसत्वाच्या अभावाने होणारा ठरविलेला पेलाग्रा म्हणजे खरखरीत त्वचेचा रोग अद्याप बाकी होता. आहाराने तो निश्चितच बरा होत असे. अमेरिकेच्या दक्षिणेकडील गरीब लोकांना कधी कधी मुलांना दूध देणे परवडत नसे. मग मुलांना हा आजार होत असे. त्यांच्या आहारात दुधाचा समावेश केला की त्वचा परत चांगली होत असे.

जोसेफ गोल्डबर्गर या अमेरिकन डॉक्टरचे याकडे लक्ष वेधले गेले. १९१५ साली मिसिसिपी राज्यातील तुरुंगातल्या ११ लोकांवर त्याने एक प्रयोग करून पाहिला. फक्त त्याने सांगितलेला आहारच त्यांनी



जोसेफ गोल्डबर्गर



पेलाग्रा

घ्यायचा होता आणि हे जर त्या कैद्यांनी मान्य केले तर त्यांना शिक्षेतून सुटका देण्याचे राज्यपालांकडून त्याने मान्य करून घेतले.

सहा महिनेपर्यंत त्या कैद्यांना दूध आणि मांस विरहित आहार देण्यात आला. त्यातल्या सात कैद्यांना पेलाग्राची निश्चित लक्षणे दिसू लागली. त्यानंतर त्यांना दूध व मांसाचा आहार देण्यात आला आणि काही दिवसातच ते सर्वजण बरे झाले.

जीवनसत्वाचा अभाव हेच या रोगाचे कारण असणार असे यावरून दिसून आले. पण खात्री करून घेण्यासाठी हा रोग होणारा एखादा प्राणी शोधणे आवश्यक होते. कुत्र्यांना होणारा 'ब्लॅक टंग' नावाचा आजार म्हणजे माणसांचा पेलाग्राच आहे असं टी. एन. स्पेन्सर या अमेरिकन पशुवैद्याने १९१६ साली दाखवून दिले.

'ब्लॅक टंग' वर केलेल्या संशोधनातून, हा आजार बरा करणारा घटक हे एक पाण्यात विरघळणारे जीवनसत्व आहे हे निश्चित

झाले. परंतु याला नेहमीप्रमाणे नाव म्हणून नवे अक्षर मिळाले नाही. गोल्डबर्गरने त्याला 'पी पी फॅक्टर' म्हणजे 'पेलाग्रा प्रिव्हेंटिव्ह' किंवा 'पेलाग्रा रोखणारे' असे नाव दिले आणि बरीच वर्षे ते प्रचारात होते.

जसजशी नवनवी जीवनसत्वे शोधून काढण्यात आली त्याबरोबर त्यांना अक्षराने संबोधणे विशेष सोईचे राहिले नाही.

हर्बर्ट मॅक्लीन इव्हॅन्स आणि के. जे. स्कॉट या दोघा अमेरिकन शास्त्रज्ञांनी स्निग्ध पदार्थात विरघळणारे, पण अ किंवा ड जीवनसत्वाहून वेगळे असे आणखी एक नवे जीवनसत्व शोधून काढले. हे नसल्यास उंदरांना पिळ्ळे होत नसत. त्याला त्यांनी ई जीवनसत्व असे नाव दिले.

त्यानंतर आणखी एक स्निग्ध पदार्थात विरघळणारे जीवनसत्व 'फ' मिळाल्याचे

सांगण्यात आले. पण तो दावा चुकीचा ठरला आणि आजतागायत असे कोणतेही 'फ' जीवनसत्व अस्तित्वात नाही.

पी या इंग्रजी अक्षरापर्यंतची जीवनसत्वे असल्याचे सांगण्यात येत असे पण त्यात काहीच तथ्य नाही. ई जीवनसत्वानंतरचे के जीवनसत्व हे एकच खरे जीवनसत्व डॉनिश रसायनशास्त्रज्ञ हेन्रिक डॅम याने १९२९ साली शोधून काढले.

### ब ची मालिका

यात आणखी एक गुंतागुंत आहे. बरीच वर्षे रसायन शास्त्रज्ञांना वाटत होते की ब जीवनसत्व हे काही एकच जीवनसत्व नाही. यामुळे बेरी बेरी होत नसे हे खरे परंतु यात आणखीही काही असे घटक होते की त्यांचा बेरी बेरी वर काही प्रभाव नव्हता पण ज्यांच्यामुळे अन्य काही आजार बरे होत

जानेवारी २०११ पासून  
नव्या स्वरूपात



वार्षिक वर्गणी  
रु. २००/-

## पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, डेक्कन जिमखाना, पुणे ४.  
फोन : २५४४९२३०

असत. कदाचित हे एक मिश्र जीवनसत्व असून त्यात इतरही काही जीवनसत्वे असतील का ?

१९२७ साली विल्यम डेव्हिस साल्मन या अमेरिकन शास्त्रज्ञाने ब जीवनसत्वाचा असा एक नमुना तयार केला की त्यामुळे बेरी बेरी तर बरा होत असे पण नेहमीच्या ब जीवनसत्वामुळे होते तशी उंदरांची वाढ योग्य प्रकारे होत नसे. त्याने तयार केलेल्या ब जीवनसत्वाच्या आणखी एका नमुन्यामुळे उंदरांची वाढ योग्य प्रकारे होई पण त्याने बेरी बेरीला प्रतिबंध होत नसे.

बेरी बेरी वर निरुपयोगी असणाऱ्या या जीवनसत्वाला साल्मनने 'जी' जीवनसत्व असे नवे नाव दिले. इतर रसायनशास्त्रज्ञांना मात्र हे नाव योग्य वाटले नाही. हे नवे जीवनसत्व इतके ब जीवनसत्वासारखे होते की त्याचे नावही ब सारखेच असावे असे त्यांचे मत होते.

बेरी बेरी रोखणाऱ्या जीवनसत्वाचे नाव 'ब-१' असे ठेवले तर उंदरांची योग्य वाढ करणाऱ्या जीवनसत्वाचे नाव ठेवले 'ब-२'.

नंतर असं दिसून आलं की सुरवातीच्या ब जीवनसत्वात येवढी दोनच नव्हे पण

आणखीही बरीच जीवनसत्वे होती. म्हणून मग शास्त्रज्ञ त्यांना 'ब गटातील जीवनसत्वे' असे म्हणू लागले. गोल्डबर्गरचा 'पी पी फॅक्टर' म्हणजे या गटातीलच एक जीवनसत्व ठरले.

ब गटातील जीवनसत्वांना क्रमांक देणे हे देखील जीवनसत्वांना अक्षराने नाव देण्याइतकेच गोंधळाचे होऊ लागले. रसायनशास्त्रज्ञांनी शोधलेल्या या गटातील निरनिराळ्या जीवनसत्वांची यादी ब-१४ पर्यंत पोचली. यातील बरीचशी चुकीची ठरली. ब-१ आणि ब-२ याखेरीज आणखी दोन क्रमांकच खरे महत्त्वाचे आहेत.

पॉल ग्योर्जी या हंगेरियन डॉक्टरला १९३४ साली असे आढळले की एक विशिष्ट घटकाच्या अभावामुळे उंदरांना त्वचारोग होतो. त्या घटकाला त्याने ब-६ असे नाव दिले. जॉर्ज रिचर्ड्स मिनोट आणि विल्यम पॅरी मर्फी या दोघा अमेरिकन डॉक्टरांनी असा शोध लावला की यकृतात असे काहीतरी होते की ज्याच्यामुळे 'पॅर्निशियस अॅनिमिया' नावाचा रक्तक्षयाचा एक गंभीर आजार थोपवता येतो. या घटकाला कालांतराने ब-१२ असं नाव देण्यात आलं.



---

पुस्तक अंश : **जीवनसत्वांचा शोध** लेखक : आयझॅक अॅसिमॉव् अनुवाद : सुजाता गोडबोले

**arvindguptatoys.com** या साईटवरून साभार.

अनेक वैज्ञानिक पुस्तके, प्रयोग, खेळ यांच्यासाठी ही साईट जरूर बघा

# प्रवाळांची अनोखी दुनिया

लेखक : डी. इंदुमती • अनुवाद : यशश्री पुणेकर

समुद्राचा विषय म्हणजे जलचरांची आठवण व्हायलाच पाहिजे. आणि त्यातल्या प्रवाळांबद्दल बोलणं निघालं म्हणजे तर एक प्रश्न हमखास पडायलाच पाहिजे की प्रवाळ हे प्राणी आहेत की वनस्पती?

तर याचं उत्तर असं देता येईल की प्रवाळ हे प्राणी आहेत पण त्यांच्या आत वनस्पती आहेत. जरा विचित्र वाटतंय ना! पण हेच विचित्र जीव समुद्राला एक अनोखं सौंदर्य देतात. जगातल्या सगळ्या समुद्रांमध्ये आढळणारे प्रवाळ-आहेत तरी कसे?

जिवंत प्रवाळ हे कॅल्शियम कार्बोनेटच्या कवचामध्ये असणारे छोटे प्राणी असतात. ते वनस्पतीही नसतात आणि खडकही नसतात. प्रवाळांचा प्रत्येक उंचवटा पॉलिप (छोटे मोड) म्हणून ओळखला जातो. ते विविध आकारात आणि प्रकारात आढळतात. अगदी छोटे पॉलिप काही मिलीमीटरचे तर काही दहा/वीस सेंटीमीटरचे असतात. अशा अनेक छोट्या मोठ्या पॉलिप्सच्या एकत्रित सहनिवासाला (colonies) प्रवाळ म्हणतात. यांचेही

वैशिष्ट्यपूर्ण आकार असतात. काही मेंदूवरच्या सुरकुत्यांप्रमाणे तर काही फ्लॉवर सारखे. काही टेबलटॉपप्रमाणे तर काही तारांप्रमाणे किंवा खांबासारखे.

असे अनेक प्रवाळसमूह लांबचलांब पसरलेले असतात. त्यांना प्रवाळ शैलभिती (रीफ) म्हणतात. विषुववृत्तीय आणि उष्णकटिबंधातल्या समुद्रात पाण्याखाली मैलोनमैल पसरलेल्या शैलभिती दिसतात. हिंदी महासागर, प्रशांत महासागर, दक्षिणपूर्व आशियातील समुद्र, तांबडा समुद्र या ठिकाणी जवळ जवळ ९२% प्रवाळ आढळतात.

## प्रवाळ पॉलिप

प्रवाळाच्या प्रत्येक उंचवट्यामधील ऊतींमध्ये असंख्य एकपेशीय झूझॅन्थेली असतात. प्रत्येक घनसेंटीमीटर ऊतींमध्ये करोडो झूझॅन्थेली आढळतात. वनस्पतींप्रमाणेच झूझॅन्थेली स्वतःचे अन्न स्वतः प्रकाशसंश्लेषणाने बनवू शकतात. त्यामुळे पॉलिप्सना ते पौष्टिक अन्न पुरवतात. जवळ जवळ ९०% अन्न आणि ऊर्जा त्यांना झूझॅन्थेलीकडूनच मिळते. त्यांच्यामुळेच



प्रवाळांना असे विविध मनोवेधक रंग मिळतात. झुंझंथेली नष्ट झाल्यावर प्रवाळ हळूहळू पांढरे पडत जाते आणि शेवटी अन्नाअभावी मरून जाते.

या सहजीवनात प्रवाळ झुंझंथेलीला संरक्षण देतं. त्यांना प्रकाशसंश्लेषणासाठी आवश्यक असा कार्बनडायऑक्साईडचा पुरवठाही प्रवाळच करते. हे सहजीवन परस्परपूरक आणि दोघांनाही फायदेशीर ठरते.

प्रकाशसंश्लेषणासाठी प्रकाश उपलब्ध होईल अशा जागेवरच प्रवाळ शैलभित्ती आढळतात. प्रकाश शुद्ध पाण्याच्या पातळीखाली जास्तीत जास्त ६० मीटर्स पर्यंत पोचू शकतो. त्यामुळेच समुद्रपातळीच्या खाली ५० मीटर्सपर्यंत प्रवाळ शैलभित्ती आढळतात. खरं तर प्रवाळांसाठी उबदार, स्वच्छ, प्रकाशयुक्त उथळ समुद्र अतिउत्तम जागा आहे.

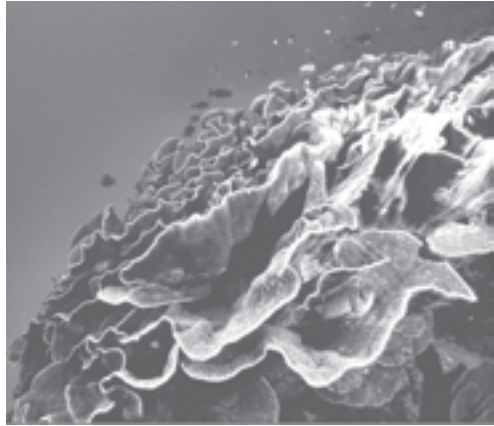
पॉलिप कॅल्शियम कार्बोनेटचा साठा करतात. हाच प्रवाळांचा पाया असतो. त्याचं एक कवच बनतं. त्या कवचांच्या आत आणि बाहेरही प्रवाळांचे समूह वाढतात. हे कवच प्रवाळांचा भक्कम आधार असते. कवचाबाहेर प्रवाळांची वाढ होते म्हणून त्यांना exo-skeleton म्हणतात. या कवचबाह्यवाढीमुळे आतल्या पॉलिपला संरक्षण आणि आधार दोन्ही मिळतं. त्यामुळे त्यांची भराभर वाढ होऊन प्रवाळाचे तोंड वर वर

येते. पण जर पॉलिप पाण्याच्या पृष्ठभागावर आले तर मात्र मृत होतात आणि त्यांच्यापासून चुनखडक बनतो.

या शैलभित्तीमध्ये प्रवाळाबरोबरच शैवालही असते. त्यांच्याकडूनही कॅल्शियम कार्बोनेटमध्ये वाढ होते. शैलभित्तीवर शैवाल चुनखडकांचा थर निर्माण करतात. त्यांमुळे ते जास्त भक्कम होते. अशाप्रकारे हजारो वर्षे चुनखडकाचे थरावर थर साठत जातात.

### प्रवाळ कसे वाढतात ?

प्रवाळांना वाढीसाठी स्वच्छ पाण्याची गरज असते. प्रकाश संश्लेषणासाठी प्रकाश आत शिरण्यासाठी स्वच्छ पाणी आवश्यक आहे. पण याचा अर्थ पाण्यात शैवाल आणि प्लवक (plankton) कमीतकमी असायला हवे, पण शैवाल नाही म्हणजे पौष्टिकता नाही. मग प्रवाळांना पोषण कसे मिळणार? हे तर एक कोडंच आहे. कमी अन्न मिळूनही प्रवाळ इतके कसे विपुल प्रमाणात दिसतात? अनेक शतके याचं उत्तर शोधण्याचा प्रयत्न केला





गेला. अगदी चार्लस् डार्विन यांनीही. त्यांच्या समुद्रसफरीमध्ये जेव्हा प्रथम प्रवाळ बघितले तेव्हाही हा प्रश्न त्यांना पडला होता.

उपलब्ध असलेले अन्नच पुन्हा पुन्हा वापरण्याने हा प्रश्न सोडवला आहे. प्रवाळ शैलभित्ती भोवतीच्या पाण्यातील खाजणांमध्ये खडकाच्या आणि शैलभित्तीच्या क्षरणाने निर्माण झालेल्या पदार्थातून पुन्हा प्रवाळांना पोषक घटक मिळतात. खाजणांमुळे प्रवाळांचं लाटा आणि पाण्याच्या फटकाऱ्यांपासून संरक्षण होतं.

वनस्पती या अन्नसाखळीतील मूलभूत घटक आहेत. त्यांना वाढीसाठी सूर्यप्रकाश आणि पोषकतत्वांची गरज असते. समुद्रामध्ये त्या सूक्ष्म प्रकाशप्लवकांच्या (microscopic phytoplankton) स्वरूपात असतात. प्रवाळारांगांमध्ये आणि खाजणांमध्ये समुद्रतृण आणि शैवाल

पोषकतत्त्व देत असतात. बहुतेक पॉलिप्स हे निशाचर असतात. रात्री ते आपल्या लांब लांब शुंडिका अंधारात प्लवकांपर्यंत नेऊन अन्न मिळवतात. प्रकाशप्लवक मासे आणि इतर जलचरांचंही खाद्य आहेत. तेच प्रवाळांना पोषक अन्न देतात.

बरेचसे सुविरल (sponges) प्रवाळांच्या फर्टीमध्ये असतात. पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर येणारे प्रकाशप्लवक ते मोठ्या प्रमाणावर शोषून घेतात. त्यांच्या उत्सर्जनातून बाहेर पडणारे पदार्थ प्रवाळांचं अन्न असतात. प्रवाळ थेट पाण्यातूनही नायट्रोजन आणि फॉस्फरस शोषून घेतात. बरेचसे प्रवाळ रात्रीच्या वेळी लांब शुंडिकांमधून त्यांच्या भोवतीच्या पाण्यात फिरणाऱ्या प्राणीप्लवकांकडून नायट्रोजन घेतात. त्यातला काही त्या झूझंथेलीला देतात. म्हणूनच प्रवाळ संथ, स्तब्ध पाण्यात आढळत नाहीत.



अनुतटीय शैलभित्ती

जास्त आढळतात. अंदमान, निकोबार बेटे आणि लक्षद्वीप, कच्छ (गुजरात), मन्नार (तामिळनाडू) इथं सर्वत्र प्रवाळ शैलभित्ती मोठ्या प्रमाणावर आहेत. प्रवाळ शैलभित्तींचे वेगवेगळे प्रकार आहेत.

प्रवाळांचा पृष्ठभाग खडबडीत असल्याने पोषक घटक शोषून घ्यायला जास्त जागा उपलब्ध होते. त्यांच्यावर आपटणाऱ्या पाण्याच्या लाटांमधून प्रवाळ अन्नघटक शोषून घेतात. काही वेळा लाटांच्या फटकाराने प्रवाळांचे तुकडे होतात. फक्त लाटांमुळेच नाही तर सुविरल, मासे आणि इतर जलचरांमुळेही प्रवाळ कवचाचे तुकडे पडतात आणि त्यामुळेच खाजणाच्या तळात दलदल तयार होते.

### प्रवाळ शैलभित्ती

प्रवाळांच्या शैलभित्तींनी महासागराच्या ०.१% इतका प्रदेश व्यापला आहे. त्यातील बहुसंख्य दक्षिणपूर्व आशिया आणि ऑस्ट्रेलियासह प्रशांत-महासागरात

**अनुतटीय शैलभित्ती** (fringing reef) - या शैलभित्ती सागर किनाऱ्याला लागूनच असतात. त्या जवळ उथळ प्रवाह किंवा खाजणे असतात. अंदमान जवळच्या शैलभित्ती या प्रकारच्या आहेत.

**रोधक शैलभित्ती** (barrier reef) - या शैलभित्ती किनाऱ्यापासून आत असतात. किनारा व भित्तींच्या मध्ये खूप खोल प्रवाह किंवा खाजणे असतात. ग्रेट बॅरिअर रीफ ही ऑस्ट्रेलियातील शैलभित्ती सुमारे २०,००० वर्षांपासून निर्माण होते आहे. यामध्ये २९००



रोधक शैलभित्ती



स्वतंत्र शैलभित्ती असून ती २५०० किमी पेक्षा लांब आहे.

**वर्तुळाकार शैलभित्ती** (atoll reef) - ह्या रोधक शैलभित्तींप्रमाणेच असतात. पण खाजणाच्या सर्व बाजूंनी असल्याने वर्तुळाकार दिसतात. मालदीवमध्ये अशा शैलभित्ती आढळतात.

**रेतीची वारुळे** (cays) - शैलभित्तींवर छोटे छोटे रेतीचे उंचवटे तयार होतात. प्रवाळांच्या क्षरणातून बाहेर पडलेले पदार्थ शैलभित्तींवर साठत जातात आणि समुद्राच्या पृष्ठभागावर त्यांची रेतीची वारुळ तयार होतात. कधी कधी ती इतक्या प्रमाणात असतात की जणू काही बेटच.

त्यावर माणसाला वावरता येईल इतकी ती मोठी होतात. ही रेती वारुळे उष्णकटिबंधीय वातावरणात पॅसिफिक, अंटलांटिक आणि हिंदी महासागरात आढळतात. काही तर इतकी मोठी आहेत की शेकडो हजारो लोकांना

राहण्यासाठी आणि शेतीसाठी उपयुक्त आहेत.

चार्ल्स डार्विन यांच्या मते अशी रेतीची बेटे ही समुद्रतळाच्या जमिनीच्या उंचसखलपणाने तयार होतात. पहिल्यांदा ज्वालामुखीतून तयार झालेल्या बेटाभोवती अनुतटीय शैलभित्ती तयार होतात. नंतर बेटाची

जमीन खाली धसते आणि अनुतटीय भित्तींच्या रांगा निर्माण होतात.

जमिनीचं खाली धसणं चालू राहिल्याने अनुतटीय भित्तींचं रोधक भित्तींमध्ये रूपांतर होतं. तटामध्ये मोठी आणि खोल खाजणे निर्माण होतात. जमीन खाली खाली धसत जाते. शेवटी बेट पाण्याखाली जातं आणि वर्तुळाकार शैलभित्ती निर्माण होतात. त्यांच्यामधील खाजणे खूप खोल असतात.

डार्विन यांनी सांगितलं होतं 'प्रत्येक खाजणाच्या खाली एखादा खडक असण्याची शक्यता आहे (bed rock)'. हाच बेटाचा उर्वरित भाग. खाजणांच्या तळाचा पुन्हा पुन्हा शोध घेतल्यावर त्यांचे हे म्हणणे खरे असल्याचे आढळले आहे.

**प्रवाळ शैलभित्तीतील जैवविविधता**

प्रवाळ शैलभित्तींना समुद्रातील हिरवळ म्हणतात. प्रवाळ जरी कमी पोषकतत्त्व असलेल्या पाण्यात वाढत असले तरी

त्यांच्यामध्ये विपुल प्रमाणात जैवविविधता आढळते. शैल-भिर्त्तींमध्ये सागरी प्रजातींपैकी २५% जीवांचा निवास आढळतो. शास्त्रज्ञांनी तिथे जवळजवळ २५,००० प्रजाती

असल्याचा अंदाज केला आहे.

अनेक जातींचे मासे, समुद्रपक्षी, सुविरल, जेलीफिश, खेकडे आणि चिंबोच्या, तारामासा, समुद्रकाकडी, कासवं आणि जलसर्प यांच्यासाठी शैलभिर्त्ती हा उत्तम निवार आहे. कधी कधी डॉल्फिन्सही शैलभिर्त्तींना भेट देतात. यातील काही चक्र प्रवाळांवरच पोट भरतात. काही त्यांच्यातील शैवांलावर ताव मारतात.

माशांच्या जवळजवळ ४००० प्रजाती प्रवाळांमध्ये राहतात. प्रवाळांइतकेच मासेही रंगबिरंगी असतात. त्यांची नावेच पहा ना - पोपटीमासा, फुलपाखरीमासा.इ.

प्रवाळ म्हणजे मत्स्य जगतातील उद्योगासाठी एक मोठे आश्रयस्थान आहे.

### प्रवाळांना धोका

अनुत्पीय प्रवाळभिर्त्ती निर्माण होण्यासाठी जवळजवळ १० हजार वर्षे लागतात तर वर्तुळाकार शैलभिर्त्ती तर जवळजवळ ३ कोटी वर्षांनी तयार होतात. पण जर समुद्रतळाची जमीन जास्त प्रमाणात खचली आणि

### रेतीची वारुळे



समुद्राच्या पातळीत जास्तच वाढ झाली तर मात्र प्रवाळांचा मृत्यू होतो, कारण त्यांच्या योग्य निवासापेक्षा ते जास्त खोल जातात. तिथे सूर्यप्रकाश पोचत नाही आणि पर्यायाने प्रवाळ नष्ट होतात.

जागतिक तापमान वाढीमुळे समुद्रपाण्याच्या पातळीत झालेल्या वाढीने प्रवाळांवर फार मोठा परिणाम होतो.

प्रवाळ समुद्रतटांना लाटांच्या आघातापासून वाचवतात. अनेक बेटे केवळ त्यांच्याभोवती असलेल्या शैलभिर्त्तींमुळे अस्तित्वात आहेत. त्यामुळेच प्रवाळभिर्त्तींची हानी या बेटांना धोकादायक ठरू शकते.

समुद्रपातळीत वाढ होण्याखेरीज समुद्राच्या पाण्याची तापमान वाढ हे सुद्धा एक संकट प्रवाळांच्या अस्तित्वासाठी धोक्याचं असतं.

समुद्राच्या तापमानात वाढ झाल्याने प्रवाळांचे रंगही नष्ट होतात. या प्रकारामुळे आत्तापर्यंत जगातील सुमारे १०% प्रवाळ नष्ट झाले आहेत.



माणसाच्या निसर्गविरोधी विघातक कारवायांमुळे जगातील ६०% प्रवाळांचं अस्तित्व धोक्यात आलं आहे. विशेषतः दक्षिण पूर्व आशियातील जवळजवळ ८०% प्रवाळ भितींसाठी अतिशय धोकादायक वातावरण आहे.

### संरक्षण

प्रवाळांचं संरक्षण करणं संपूर्ण जगतासाठी गरजेचं आहे. प्रवाळ भितींजवळ मासेमारी करणं टाळलं तर बऱ्याच प्रमाणात फरक पडू शकतो. तिथल्या जैवविविधतेमध्ये वाढ व्हावी यासाठी प्रयत्न करायला हवेत.

भारतात अंदमान-निकोबार बेटे, मन्नार, कच्छचे किनारे, लक्षद्वीप इथली बेटं ही संरक्षित केली आहेत. मन्नारचं नाव

अलीकडेच त्या यादीत समाविष्ट केलं आहे.

थोडक्यात प्रवाळांचं बऱ्याच गोष्टीत महत्त्व आहे. पर्यटकांना त्यांचे रंग भुरळ पाडतात. मासे, कासव इत्यादी. जलचरांसाठी ते निवासस्थान आहेत. मत्स्यउद्योग आणि औषध क्षेत्रात त्यांचा उपयोग होतो.

त्यांच्यामुळे समुद्रतटांचं वारा आणि लाटांपासून संरक्षण होतं. त्यातील विपुल जैवविविधता हे आकर्षणाचं केंद्र तर आहेच, पण त्याच्या संशोधनालाही वाव आहे.

मात्र त्यांच्या संरक्षणासाठी सर्व जगाने प्रयत्न करणे गरजेचे आहे. निसर्गसाखळीत त्यांचं स्थान अबाधित राहावं म्हणून सर्वांनी काळजी घ्यायला हवी.



लेखक : डी. इंदुमती, चेन्नई येथील इन्स्टिट्यूट ऑफ मॅथेमॅटिकल सायन्स मध्ये कार्यरत  
अनुवाद : यशश्री पुणेकर.

धाकटा अनंत

मधला अनंत

मोठा अनंत

लेखक : जॉर्ज गॅमॉ  
अनुवाद : अमलेंदू सोमण

सिस्सा-बिन-दाहिर

ची गोष्ट तुम्हाला ठाऊक

असेलच. असं म्हणतात की बुद्धिबळाच्या खेळाचा तो मुकुटमणी होता. त्यामुळे राजा त्याच्यावर इतका प्रसन्न झाला की राजाने त्याला दरबारात बोलावलं आणि म्हणाला, 'सिस्सा, मी तुझ्यावर बेहद खुष आहे. काय पाहिजे ते मागून घे.' सिस्सा म्हणाला, 'महाराज, मी आपला प्रजाजन आहे हेच माझं मोठं बक्षीस आहे. तुमचा आग्रहच असेल तर जरा विचार करून उद्या सांगतो' दुसऱ्या दिवशी तो म्हणाला, 'महाराज, माझं मागणं इतकंच आहे-बुद्धिबळाच्या या पटावरच्या पहिल्या चौकोनात गव्हाचा एक

दाणा ठेवा, दुसऱ्यात दोन, तिसऱ्यात चार... अशा प्रकारे प्रत्येक पुढच्या चौकोनात दुप्पट दाणे ठेवत जायचे. मग पटावर जितके दाणे मावतील तितके मला पुरेत. राजा म्हणाला 'अरे सिस्सा, राजाकडे मागताना इतकंसंच का मागतोस रे बाबा? अजून काही तरी माग!' सिस्सा म्हणाला 'मी बुद्धिबळाचा प्रेमी आहे, मला इतकं खूप झालं!' राजाने प्रधानाला आज्ञा दिली 'देऊन टाका रे याला काय हवं ते! मला वाटतं फार तर लागतील गव्हाची २-४ पोती!' शिपाई कोठारात गेले आणि त्यांनी मोजायला सुरवात केली. संध्याकाळी राजाने विचारले 'सिस्सा गेला का रे? उत्तर मिळालं अजून धान्य मोजण्याचं

काम चालू आहे महाराज !' सकाळी उठल्यावर राजाने पुन्हा विचारलं 'काय चाललय काय?सिस्सा अजून का गेला नाही?' कारण हिशोब अजून चालूच होता. शेवटी दुसऱ्या दिवशी संध्याकाळी हात बांधून प्रधान आला आणि म्हणाला महाराज क्षमा असावी ! मी आता पर्यंत हिशेबच करत होतो आणि लक्षात आलं की आपल्या कोठारातच काय, आणि राज्यात काय, संबंध जगातही पटावरच्या शेवटच्या चौकोनापर्यंत पोहोचता येईल इतके गहू नाहीत ! प्रधानाने जो हिशोब केला तसा आपण केला तर असं लक्षात येईल की सिस्साची मागणी पूर्ण करण्यासाठी शेवटच्या घरात १८, ४४६, ७४४, ०७३, ७०९, ५५१, ६१६ इतके दाणे लागतील; आणि एकूण दाणे लागतील ३६, ८९३, ४८८, १४७, ४१९, १०३, २३१. गव्हाच्या एका दाण्याचं वजन असतं ५०ते ६४ मिलीग्रॅम. आपण ५०च धरू ! म्हणचे राजा सिस्साला देणं लागतो त्या

गव्हाचं वजन होईल १, ८४४, ६७४, ४०७, ३७१, टन-म्हणजेच १, ८४४.७ अब्ज टन. आजचं जगातल्या सर्व प्रकारच्या धान्याचं एकूण उत्पादन आहे २ अब्ज टन म्हणजे राजा देणं लागतो आख्या जगाचं ९२२ वर्षांचं उत्पादन ! आता बोला ! कबूल ही संख्या मोठी आहे- आपल्या कल्पनेपेक्षाही मोठी पण ही संख्या 'अनंत' नाही.एखादं माकड कम्प्युटरवर टाईप करायला लागलं - कित्येक वर्षं न थांबता त्याचा उद्योग चालू राहिला, तरी पुरेसा वेळ मिळाला तर त्याने किती अक्षरे छापली ते देखील आपल्याला मोजून लिहून ठेवता येईल !

पण काही संख्या खरंच अनंत असतात म्हणजे इतक्या मोठ्या असतात की कितीही वेळ दिला तरी त्या लिहिणंही शक्य नाही. उदा.सर्व संख्यांची एकूण संख्या ही नक्कीच 'अनंत' आहे, किंवा कोणत्याही रेषेवर असणाऱ्या बिंदूंची संख्याही नक्कीच 'अनंत' आहे, असं असेल तर सगळ्या 'अनंत'



प्रोफेसर कॅटर आणि आफ्रिकी आदिवासी आपल्या मापन क्षमतेच्या बाहेरच्या संख्यांची तुलना करताना.



संख्या सारख्याच 'अनंत' असतात की त्यांच्यात काही फरक असतो? - म्हणजे एक अनंत संख्या दुसऱ्या अनंत संख्येपेक्षा मोठी असू शकते का? अशी तुलना करून पाहता येईल का? या तुलनेला काही अर्थ असेल का?

### छोटा अनंत < मोठा अनंत

प्रसिद्ध गणितज्ञ जॉर्ज कॅन्टरने या प्रश्नाचं उत्तर देण्याचा प्रयत्न केला. त्याला खरोखरच अनंताच्या अंकगणिताचा प्रवर्तक मानलं जातं. आता आपल्याला 'छोटी अनंत संख्या आणि मोठी अनंत संख्या यांची तुलना करायची आहे पण मोजायला आपल्याकडे काय आहे? आता आपली स्थिती हॉटेन्टॉट सारखी आहे. हॉटेन्टॉटला फक्त ३ पर्यंत आकडे मोजता यायचे. त्यामुळे त्याच्याकडे तांब्याची नाणी जास्त आहेत की काचेचे मणी ते पाहण्यासाठी त्याला एक युक्ती योजावी लागायची. एका नाण्याजवळ एक मणी ठेवायचा, दुसऱ्या नाण्याजवळ दुसरा मणी ...असं करता करता जर शेवटी नाणी शिल्लक उरली तर नाणी जास्त आहेत म्हणायचं! दोन्हीची संख्या सारखीच असेल तर काहीच जास्तीचं शिल्लक राहणार नाही. दोन अनंताची तुलना करताना आपण हीच युक्ती वापरली तर? असाच जॉर्ज कॅन्टरनेही विचार केला. आपल्याला ज्या दोन अनंतांची तुलना करायची आहे, त्यांतल्या वस्तूच्या कल्पनेनेच जोड्या लावत जायचं. मग जर कोणत्याच गटातली वस्तू

शिल्लक राहिली नाही तर दोन्ही गट सारखे, नाहीतर ज्या गटातल्या वस्तू शिल्लक राहतील तो गट मोठा, सोपं आहे की नाही?

विनोद नाही, अनंतांची तुलना करताना हाच नियम सर्वात तर्कसंगत आहे, किंबहुना हाच एक नियम खरोखरच शक्य आहे. उदा. सर्व (अनंत) विषम संख्यांचा गट याची तुलना करताना सहजच लक्षात येईल की जितक्या सम संख्या आहेत. तितक्याच विषम संख्या आहेत. कारण जोड्या लावत गेलं तर कोणतीच संख्या-सम किंवा विषम- शिल्लक राहणार नाही.

१	३	५	७	९	११	१३	१५...
⇕	⇕	⇕	⇕	⇕	⇕	⇕	⇕
२	४	६	८	१०	१२	१४	१६...

थोडक्यात सम संख्यांचा 'अनंत' हा विषम संख्यांचा अनंत हे दोन्ही सारखेच आहेत.

इथपर्यंत सगळं सरळ आणि सोपं आहे, पण आता आपण 'अनंत' संख्यांमध्ये हात घातलाच आहे, तर काही आश्चर्यकारक आणि अनपेक्षित गोष्टींसाठी आपल्या मनाची तयारी ठेवायला हवी. आता सांगा फक्त सम संख्यांचा अनंत आणि एकूण (सम+विषम) संख्यांचा अनंत यांतला कोणता अनंत मोठा? सहज मनात येतं की नक्कीच एकूण (सम+विषम) संख्यांचा अनंत फक्त सम संख्यांचा अनंतापेक्षा मोठा असणार. पण तसं नाही! जर आपण जोड्या लावायला सुरूवात केली तर आश्चर्य वाटेल (आणि

लक्षात येईल) की दोन्ही गट सारख्याच संख्यांचे आहेत! पहा की पुढे.....

१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८...

⇕ ⇕ ⇕ ⇕ ⇕ ⇕ ⇕ ⇕

२ ४ ६ ८ १० १२ १४ १६...

सर्व संख्यांचा अनंत आणि फक्त सम संख्यांचा अनंत दोन्ही समानच आहेत यात विरोधाभास जरूर वाटतोच (एखाद्या गटाचा अर्धा भाग त्या गटाइतकाच कसा काय असू शकतो?) पण एक ध्यानात घ्यायला हवं की आपली गाठ 'अनंता'शी आहे, आणि पर्याप्त संख्यांच्या तुलनेने त्यात काही वेगळे गुण सापडणं नक्कीच अनपेक्षित नाही.

खरोखरच अनंताच्या राज्यात एक भाग पूर्णाइतकाच असू शकतो. (इथे ईशावास्योपनिषदातला श्लोक आठवतो -

“पूर्णमदः पूर्णमिदं पूर्णात् पूर्णमुदच्यते।

पूर्णस्य पूर्णमादाय पूर्ण एवावशिष्यते।।” पूर्ण आहे, ते

पूर्ण आहे, पूर्णातून पूर्ण उत्पन्न होते आणि पूर्णातून पूर्ण काढून घेतले तरी पूर्णच शिल्लक राहते!)

एक गोष्ट आता आपल्या नक्की लक्षात येईल की अनंत संख्यांचे काही गुणधर्म आपल्या नित्याच्या व्यवहारातल्या अंकगणितापेक्षा वेगळे आहेत. जॉर्ज कॅन्टरच्या नियमांनुसार दोन अनंतांची तुलना

करताना असं सिद्ध होऊ शकतं की ३/७ किंवा ७३५/८ सारख्या सामान्य अपूर्णाकांची संख्या (संख्याचा अनंत) सगळ्या पूर्ण संख्यांइतकीच आहे.या जोड्या कोणत्या नियमानुसार लावायच्या? सोपं आहे ! ज्या अंश आणि छेदांची बेरीज २ आहे, त्यांपासून सुरुवात करायची-असा एकच अपूर्णाक आहे-तो म्हणजे १/१. नंतर ही बेरीज ३ असलेले अपूर्णाक आहेत, १/२ आणि २/१. ही बेरीज ४ असलेले अपूर्णाक आहेत ३/१, २/२ आणि १/३. अशाच पद्धतीनं आपण पुढे जात राहिलो तर एक अनंत संख्यांची साखळी मिळेल, खालच्या ओळीत

पूर्णाक क्रमाने लिहीत गेलो तर अपूर्णाक आणि पूर्णाक दोन्ही अनंत समानच आहेत असं लक्षात येईल.

तुम्ही म्हणाल, हे तर सगळं छान आहे! थोडक्यात काय, सगळ्या अनंत संख्या सारख्यांच असतात, होय ना? आणि असंच असेल तर त्यांची तुलना

करण्याचा उद्योग करायचा कशाला? पण तसं नाही बरं का!! आपण शोधलं तर अंकगणितातल्या पूर्णाकांच्या अनंतापेक्षा मोठी संख्या मिळेलच! एखाद्या रेषेवर असलेल्या बिंदूच्या संख्येची तुलना आपण पूर्णाकांच्या संख्येबरोबर केली तर असं ध्यानात येईल की हे दोन्ही असमान आहेत. जितके पूर्णाक (किंवा अपूर्णाक - कारण



डॉ. जॉर्ज गॅमॉ

पूर्णाकाचा अनंत आणि अपूर्णाका अनंत दोन्ही समानच आहेत.) त्यापेक्षा रेषेवरील बिंदूची संख्या किती तरी मोठी आहे. पाहू कसं ते! चला, एका रेषेवर असणारे बिंदू आणि पूर्णाकाची संख्या यांच्या जोड्या लावू. समजा, एका रेषेची लांबी १ सें.मी. आहे. रेषेवर कोणताही एक बिंदू घेऊ आणि एका टोकापासून त्या बिंदूचं अंतर अनंत अंकांच्या दशांश अपूर्णाकाच्या रूपात लिहू उदा.

$$०.७ \ ५ \ ३ \ ६ \ ९ \ ८ \ २ \ ५ \ ४ \ ७....,$$

०.३ ७ ९ ६ ५ ३ ० २ ४... अशा पद्धतीने रेषेवरचा प्रत्येक बिंदूचं एका टोकापासूनचं अंतर (वर्णन) एका दशांश अपूर्णाकाच्या रूपात लिहिता येईल. याचाच अर्थ असा की आता आपल्याला तुलना करायची आहे ती अपूर्णाकांची संख्या आणि रेषेवरच्या बिंदूची संख्या (म्हणजेच अनंत अंकांच्या दशांश अपूर्णाकाची संख्या) यांची! आता ते अनंत अंकांचे दशांश अपूर्णाक आणि सर्वसाधारण अपूर्णाक यांच्यात काय फरक आहे? आपण गणितात शिकलो की प्रत्येक अपूर्णाक अनंत आवर्ती दशांश अपूर्णाकाच्या रूपात लिहिता येतो. उदा.

$$२/३ = ०.६६६६..... = ०.(६);$$

$$३/७ = ०.४२८५७१ ४२८५७१ .... = ०.(४२८५७१)$$

पूर्वी आपण सिद्ध केलेलंच आहे की सर्व पूर्णाकांची संख्या सर्व अपूर्णाकांच्या संख्येइतकीच आहे. रेषेवरच्या प्रत्येक बिंदूचं अंतर व्यक्त करण्यासाठी मात्र असे आवर्ती

अनंत अंकांचेच अपूर्णाक असतील असं नाही. बहुतेक करून आपल्याला असेच अनंत अंकांचे दशांश अपूर्णाक मिळतील की जे आवर्ती नाहीत!

समजा, कोणी म्हणालं की आपण सगळ्या अनंत अंकांचे दशांश अपूर्णाकांची यादी करून घेऊ, आणि मग तुलना करू. ठीक आहे! चला तर

क्र.	संख्या
१.	०.३८६०२५९६०७८
२.	०.५७३५०७६२०५०
३.	०.९९३५६७५३२०७
४.	०.०.२५७६३२००४५६
५.	०.००००५३२०५६२
६.	०.०९९०९६३८५६७
७.	०.५५५२२७३०५६७
८.	०.०५८९१३६५४८३

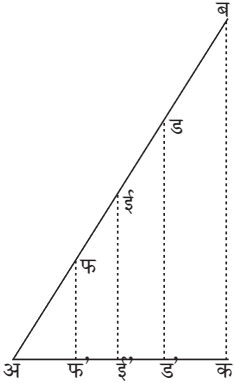
आता यातली प्रत्येक संख्या अनंत अंकांपर्यंत लिहिणं अशक्य आहे. मग साहजिकच आपण असं करू, की या संख्यांचा क्रम आपण कोणत्या तरी सामान्य नियमानुसार लावून घेऊ - जसा आपण अपूर्णाकांच्या संख्येसाठी केला होता. त्या नियमाप्रमाणे आपल्या मनात येणारा कोणताही दशांश अपूर्णाक या यादीत नक्की कोठेना कोठे दिसेलच.

ठीक आहे! आता आपल्याला असं सहजच दाखवता येईल की हे खरं असूच शकत नाही - कारण आपण केव्हाही या यादीत नसलेले असे अनंत अंकांचे कित्येक

दशांश अपूर्णांक लिहू शकतो. एकदम सोपं! आपण अशी संख्या लिहू जिच्यात पहिला अंक संख्यांच्या क्रमातल्या पहिल्या अंकापेक्षा वेगळा असेल, दुसरा अंक दुसऱ्या संख्येच्या दुसऱ्या अंकापेक्षा वेगळा...

कोणी म्हणालं 'तुम्ही तयार केलेली संख्या आपल्या यादीतली १३७वी संख्या आहे,' तर सांगायचं 'शक्यच नाही, कारण त्या संख्येतला ५४७वा अंक माझ्या संख्येतल्या ५४७व्या अंकातून वेगळा आहे.

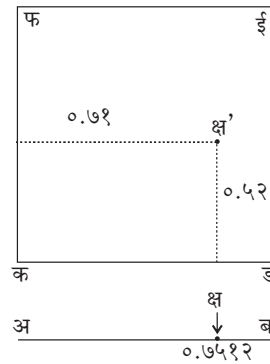
आता खात्री झाली असेल की कोणत्याही रेषेवरील बिंदू आणि पूर्णांक यांच्या जोड्या जुळणं अशक्य आहे. प्रत्येक पूर्णांकाची जोडी आपण आवर्ती अनंत दशांश अपूर्णांकाशी जुळवू शकतो, मग जे बिंदू असे नाहीत (म्हणजे अनावर्ती (non-repetitive) अनंत अपूर्णांक) ते जोडीविना शिल्लक राहतील. याचाच अर्थ असा की रेषेवरच्या अनंत बिंदूंची संख्या पूर्णांकाच्या अनंत संख्येपेक्षा खूप मोठी आहे.



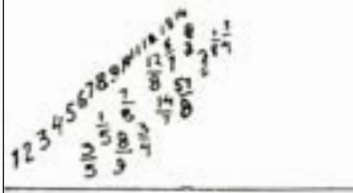





दोन्ही रेषांवर बिंदूंची संख्या समान आहे.  
**आकृती २**

आपण एक सेंमी लांबीच्या रेषेबद्दल बोललो; पण एक इंच, एक फूट, एक किमी किंवा एक मैल लांबीच्या रेषेवरच्या बिंदूंची संख्या सारखीच असते! आपल्या अनंताच्या अंकगणिताच्या नियमांनुसारच! आकृती २ पहा. दोन भिन्न लांबीच्या अब आणि अक रेषांवरील बिंदूंची तुलना केलेली आहे आणि जोड्या लावलेल्या आहेत. अब वरच्या प्रत्येक बिंदूवरून बकला समांतर रेषा काढल्या (डड', ईई', फफ'...इ.) अक वरच्या प्रत्येक बिंदूची जोडी अब वर आहे. म्हणजे आपल्या नियमाप्रमाणे अब आणि अक दोन्ही रेषांवरील बिंदूंची संख्या सारखीच (अनंत) आहे, तसंच हेही सत्य आहे की कोणत्याही रेषेवरील अनंत बिंदूंची संख्या अनंत पूर्णांकाच्या संख्येपेक्षा मोठी आहे.

कदाचित हे वाचून आश्चर्य वाटलं असेल. पण अधिक आश्चर्य वाटेल अशी आणखी एक गोष्ट सांगायलाच हवी. ती म्हणजे कोणत्याही मर्यादित पृष्ठभागावरच्या बिंदूंची



रेषेवरील आणि चौरसावरील बिंदूंच्या संख्यांची तुलना **आकृती-३**

	 <p>सर्व पूर्णांक आणि अपूर्णांक संख्यांची अनंत संख्या</p>
	 <p>कोणत्याही रेषा, चौरस, आणि घनाकृतीवरील भौमितिक बिंदूची संख्या</p>
	 <p>सर्व भौमितिक वक्र रेषांची संख्या</p>

संख्यादेखील कोणत्याही रेषेवरच्या बिंदूइतकीच असते. आकृती ३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे १ सेंमी लांबीची अब ही एक रेषा काढा. आणि १ सेंमी लांबी व १ सेंमी रुंदीचा कडईफ हा एक चौरस काढा. अब वरचा कोणत्याही क्ष या बिंदूचं एका टोकापासूनचं अंतर आपल्याला एका संख्येने व्यक्त करता येईल उदा. ०.७५१२०३८६.....या संख्येपासून आपण २ वेगवेगळ्या संख्या तयार करू - फक्त विषम स्थानांवरच्या अंकांनी तयार होणारी पहिली संख्या (०.७१०८...) आणि फक्त सम स्थानांवरच्या अंकांनी तयार होणारी दुसरी संख्या (०.५२३६...) हे दोन सहनिर्देशक (co-ordinates) असलेला क्ष' हा बिंदू आपल्याला दाखवता येईल आणि क्ष आणि क्ष' ही जोडी आपल्याला मिळेल. याचप्रमाणे

चौरसातल्या कोणताही य या बिंदूचे सहनिर्देशक (co-ordinates) जर ०.४८३५... आणि ०.९९०७...असतील, तर आपल्या रेषेवर ०.४९८९३०५७.... हा जोडीचा बिंदू दाखवता येईल. या पद्धतीने रेषेवरच्या प्रत्येक बिंदूची जोडी आपल्याला चौरसात मिळेल. अशा जोड्या लावत गेलो तर कोणताच बिंदू रेषेवर किंवा चौरसात आपल्याला शिल्लक मिळणार नाही. म्हणजेच रेषेवरच्या बिंदूची संख्या ही चौरसातल्या बिंदूइतकीच आहे.

अगदी अशाच तऱ्हेने कोणत्याही घनात असलेल्या बिंदूची संख्या देखील एका रेषेवर असलेल्या बिंदूइतकीच आहे हे सहजच सिद्ध करता येईल. म्हणजे रेषेवरच्या म या बिंदूच्या लांबीचे २ ऐवजी ३ सहनिर्देशक (co-ordinates) तयार करायचे म्हणजे त्यांनी

मिळणारा 'म' बिंदू ही त्याची जोडी होईल. अशाच प्रकारे चौरसाची किंवा घनाची लांबी कितीही असली तरी त्यातील बिंदूंची संख्या सारखीच (अनंत) असेल हे पण सिद्ध करता येईल; आहे की नाही मजा?

आपण पाहिलं की सर्व पूर्णांक किंवा अपूर्णांक यांची संख्या अनंत आहे. रेषेवरील बिंदूंची संख्याही अनंत आहे, पण हा अनंत पूर्णांकाच्या अनंतापेक्षा खूप मोठा आहे. मग काय, हीच संख्या सर्वात मोठी आहे? छे छे ! गणितज्ञांना याहीपेक्षा मोठी संख्या ठाऊक आहे ती म्हणजे वक्र रेषांची संख्या! हेही सोपं आहे! आपण केवळ ४ बिंदू घेतले तर त्यांना जोडणाऱ्या कितीतरी वक्र रेषा काढता येतील, मग एखाद्या पृष्ठभागावरच्या अनंत बिंदूंना जोडणाऱ्या वक्र रेषांची संख्या अनंत पटीने मोठी असणारच!

अनंताच्या अंकगणिताच्या जनक जॉर्ज कॅन्टर याने अनंत संख्यांसाठी हिब्रू भाषेतील अलेफ या अक्षराचा ( $\aleph$  चिन्हाचा) वापर केला आणि या अनंत संख्यांची पातळी दर्शवण्यासाठी  $\aleph - 0$ ,  $\aleph - 1$ ,  $\aleph - 2$  अशी चिन्हे अनुक्रमे पूर्णांकांचा अनंत, बिंदूंचा अनंत आणि वक्र रेषांचा अनंत यांसाठी वापरली.

आपण जसं म्हणतो की पृथ्वीवर ७ खंड आहेत, किंवा पल्ल्यांच्या कॅटमध्ये ५२ पत्ते असतात, त्याचप्रमाणे आपण म्हणू शकतो की संख्यांची साखळी दाखवण्यासाठी आपण लिहू शकतो  $1, 2, 3, 4, 5, \dots \aleph - 0$ ,  $\aleph - 1$ ,  $\aleph - 2, \dots$  इ.

आपल्या अनंताच्या गप्पा संपवण्यापूर्वी एक मात्र ध्यानात ठेवायला हवं की अनंताचा दर्जा आपण जसा जसा वाढवत नेऊ, तशा तशा त्या संख्या इतक्या अफाट वेगाने मोठ्या होत जातात की त्यांनी दर्शवल्या जाणाऱ्या वस्तुसमूहाची कल्पना करणेही अवघड होऊन बसते.  $\aleph - 0$  म्हणजे पूर्णांकाची अनंत संख्या,  $\aleph - 1$  म्हणजे रेषेवरील बिंदूंची संख्या,  $\aleph - 2$  म्हणजे सर्व वक्र रेषांची संख्या, पण मग  $\aleph - 3$  कोणत्या वस्तुसमूहाला दाखवण्यासाठी वापरायचा? ते अजून काही कोणाला सुचलेलं नाही!

आता आपली स्थिती हॉटेन्टॉटच्या नेमकी विरुद्ध झाली आहे - त्याला पुष्कळ मुलं होती, पण बिचाऱ्याला ३ च्या पुढचे अंक मोजता येत नव्हते (त्यामुळे आपल्याला मुलं किती तेच त्याला सांगता येत नव्हते); आपल्याकडे अनंत संख्यांचा दर्जा दाखवणारे अंक चिकार आहेत ( $\aleph - 0$ ,  $\aleph - 1$ ,  $\aleph - 2, \dots$ ) पण,  $\aleph - 3$  किंवा त्यापुढे मोजता येईल असे वस्तुसंच आपल्याकडे नाहीत! तुम्हापैकी कोणाला सुचलं तर जरूर कळावा; आणि नोबेल पारितोषिकाचे मानकरी व्हा!



हिंदी संदर्भ अंक ७२ मधून साभार

प्रख्यात वैज्ञानिक व विज्ञानलेखक जॉर्ज गॅमॉ यांच्या 'वन, टू, थ्री..... इन्फिनिटी' पुस्तकाचा अनुवाद - परमाणुस सितारोंतक मधून हिंदी अनुवाद : डॉ. राकेश पोपली, विज्ञान लेखक प्राध्यापक

मराठी अनुवाद : अमलेंदू सोमण, पुणे

# साबण म्हणजे काय काय?

लेखक : किरण फाटक



‘साबण म्हणजे स्वच्छता’ असं समीकरण आपल्या डोक्यात पक्कं बसलेलं असतं. अगदी इसवीसनाच्या खूप पूर्वीपासूनही माणसं साबणाचा वापर स्वच्छतेसाठी करत होती असं उपलब्ध लिखाणांवरून दिसतं. पुढील काळात सूक्ष्म जंतू मारू शकण्याचा साबणाचा औषधी गुणधर्म पहिल्या आणि दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात डॉक्टरांच्या लक्षात आला, तेव्हापासून आरोग्यासाठीही साबण वापरला जाऊ लागला. ह्यातूनच पुढे साबण बनवणं हा एक मोठा उद्योगधंदा जगभर सुरू झाला. आणि मग पुरातन काळात काही लोकांपुरताच मर्यादित असणारा साबण हळूहळू सामान्य माणसापर्यंत पोचला. कालांतराने साबणाचे औद्योगिक क्षेत्रातले उपयोगही लोकांच्या लक्षात येऊ लागले. मात्र साबणामध्ये निसर्गाची कितीतरी गुपितं दडलेली आहेत. ती जाणून घेणं मजेदार आहे. आपण या लेखमालेतून त्यांच्याविषयी पाहणार आहोत.

तसं बघायला गेलं, तर साबण ही रोजची एक अगदीच मामुली गोष्ट. त्यामुळे साबणाविषयी फारसा विचार करण्याची गरजच कोणाला वाटत नाही. उदा. जर एखाद्या मुलानं कुतुहलापोटी विचारलं की, ‘साबणाला फेस का येतो?’ तर ह्या वरवर अगदी सोप्या वाटणाऱ्या प्रश्नाचं उत्तर देता देता मात्र वडील मंडळींच्या तोंडाला फेस यायची वेळ येईल!

सांगायचा हेतू ही की, वरकरणी साध्या वाटणाऱ्या साबणामध्ये निसर्गाच्या खूप करामती आहेत.

एक रोजचं उदाहरणच बघू या.

एखादं तेलकट भांडं आपल्याला धुवायचं असलं तर आपण त्यात पाणी टाकतो. पण पाणी भांड्यात सगळीकडे पसरत तर नाहीच उलट पाण्याचे थेंब खालील चित्रात दाखवल्याप्रमाणे भांड्यात अंग



चोरल्यासारखे कुठे कुठे जमा होऊन बसलेले दिसतात. तेल आणि पाणी एकमेकांचे जणू शत्रूच असतात. त्यांचं हाडवैर एवढं असतं की, हे तेलकट भांडं नुसत्या पाण्याने कितीही धुवायचा प्रयत्न केला तरी भांड्याचा तेलकटपणा जात नाही.

आणि आता ह्या भांड्यात थोडासा साबण टाका, घासा आणि पाण्याने धुवा. भांड्यात साबणाचं पाणी पटापट पसरायला लागेल, आणि तेलकटपणा जाऊन भांडं स्वच्छ झालेलं दिसेल.

कारण साबण एक युक्ती करतो. तो तेल आणि पाणी दोघांना आपल्याबरोबर घेऊन भांड्यापासून दूर नेतो.

मग काय, तेल आणि पाण्यासारखे एकमेकांचे कट्टर वैरीही हातात हात घालून भांड्यातून पळ काढतात आणि भांडं स्वच्छ झाल्याने आपणही खूष होतो! त्याच प्रकारचं आणखी एक उदाहरण बघा.

तेल आणि पाणी एकमेकात मिसळायचा प्रयत्न तुम्ही करून पाहिलाय कधी? करून बघा.

चित्रात डावीकडच्या नळीत पाणी व तेल हलवून एकत्र करायचा प्रयत्न केला आहे. पण ते एकमेकात मिसळत तर नाहीतच उलट स्थिर ठेवल्यावर अलग होताना दिसतात.

मात्र साबणाच्या मध्यस्थीने तुम्ही वरील चित्रं बदलवू शकता. म्हणजे नळीत थोडा साबण घातला की तेल आणि पाणी एकमेकात मिसळायला लागेल.

तेल आणि पाणी ह्यांच्यात दुवा साधण्याचा गुण साबणात कुठून येतो?

ह्या लेखमालेत वरील प्रश्नाचा छडा आपण लावणार आहोतच. पण त्याआधी जगभरचा साबणाचा इतिहास आपण बघणार आहोत.

साबणाच्या फिल्मचं वैशिष्ट्य तर अजूनच वेगळं आहे. साबणाच्या फिल्मच्या अभ्यासाने किचकट गणिती प्रश्न सोडवता येतात. कारण दिलेल्या बिंदूंमध्ये किंवा कडांमध्ये कमीतकमी क्षेत्रफळाची फिल्म कशी





करता येते ते साबणाच्या फिल्मद्वारे निसर्ग आपल्याला शिकवत असतो. शिवाय लवचिकता, रंग दिसण्याची क्रिया, परावर्तन करू शकणारे पृष्ठभाग, अंतर्वक्र व बहिर्वक्र पृष्ठभाग, पारदर्शकता, आकारांमधील विविधता ह्याबद्दलही साबणाच्या फिल्म्स आपल्याला खूप माहिती देतात. अर्थात ह्या लेखमालेत आपण त्यातल्या गणितात न शिरता फक्त गमतीचा भाग बघणार आहोत. या अंकात आपण साबणाचा इतिहास पाहू.

### साबणालाही इतिहास आहे

समजा, तुम्हाला कपडे स्वच्छ धुवायचे आहेत. आणि एखाद्यानं सुचवलं की कपडे धुण्यासाठी प्राण्यांची थोडीशी चरबी वापरा. तर ती कल्पना तुम्हाला कशी वाटेल? तुम्ही म्हणाल, 'छे, नाही पटत.' त्यावर मग पुढे तुम्हाला सुचवलं गेलं की, त्या चरबीत थोडी राख मिसळून कपडे धुवायची आयडीया करून बघा. हे ऐकल्यावर मात्र तुम्ही नक्की म्हणाल, 'काय वेड्यासारखं सांगताय'.

पण खरोखरच एके काळी साबण हा चरबी आणि राख ह्या घटकांपासून बनवला जाई. आणि आजही साबणातील मूळ घटक चरबी व राख ह्या प्रकारातलेच आहेत. हे घटक म्हणजे तेल आणि काही विशिष्ट अल्कली पदार्थ.

मात्र आता काही साबण नैसर्गिक पदार्थांपासून न बनवता कृत्रिम पदार्थांपासून बनवले जातात. अशा कृत्रिम साबणाला 'डिटर्जंट' हे नाव दिलं गेलं आहे. लॅटीन

भाषेतील 'पुसून काढणे' ह्या अर्थाच्या शब्दावरून डिटर्जंट हे नाव आलेलं आहे.

### साबणामागची दंतकथा

साबणासाठी चरबी आणि राखेचा संबंध आहे असं कळल्यानंतर, नोंदी नसणाऱ्या इतिहासपूर्व काळात साबणाचा शोध कसा लागला असेल ह्याचा अंदाज आपण बांधायला लागतो. मग असं वाटतं की कदाचित अती प्राचीन काळात पाऊस पडल्यानंतर प्राणी जाळलेल्या जागेच्या आसपास लोकांना विचित्र फेस आढळून येत असेल. किंवा जंगलात मांस शिजवण्यासाठीच्या भांड्यात जळणाऱ्या राख कधीकधी वाऱ्याबरोबर उडून पडत असेल आणि अशा भांड्यात पाणी ठेवले असता त्यातही विचित्र फेस येऊन ते भांडं नेहमीपेक्षा स्वच्छ झालेलं लोकांना आढळलं असेल. अशा घटनांच्या निरीक्षणातून कदाचित साबण संकल्पनेची सुरवात झाली असेल. आणि तसं असेल तर साबणाचा इतिहास मानवी संस्कृतीच्या उदयापासून सुरू झाला असावा असं म्हणता येईल.

फार फार वर्षांपूर्वीच्या रोम शहरामधील एका दंतकथेनुसार तेथील टायबर नावाच्या नदीवर भांडी, कपडे धुण्यासाठी बायका जात असत. त्या नदीजवळच्या मारुंट 'सॅपो' नावाच्या डोंगरावर प्राण्यांच्या आहुती दिल्या जात. ह्या आहुत्यांमधून राहिलेली चरबी व झाडांची राख झऱ्यांमधून वाहत येत नदीच्या काठावरच्या चिखलात मिसळत असे.

बायकांना असं आढळून येई की, त्या ठिकाणच्या चिखलाने घासल्यास भांडी स्वच्छ निघतात. म्हणून माऊंट सॅपोजवळच्या ह्या चिखलाला सॅपो म्हणलं जाऊ लागलं. पुढे ह्या सॅपो चा 'सोप' झाला. जो आपल्यासाठी साबण झाला.

ही जरी दंतकथा असली तरी साबणाचा शोध असा अपघातानेच लागला असावा. नाहीतर कपडे धुण्यासाठी चरबी आणि राख

कुणाला वापरावेसे वाटतील?

### पुरातन नोंदी

असा एक प्रश्न डोक्यात येतो की, भारतात साबण कधीपासून वापरात येऊ लागला असेल? कारण इटलीसारख्या देशात जशा दोन हजार वर्षापूर्वीच्या साबणासंबंधीच्या नोंदी आढळतात तशा नोंदी भारत, चीन वगैरे हजारो वर्षांचा इतिहास असणाऱ्या देशातील साबणाच्या बाबतीत

### पिअर्स सोपची गंमत

पिअर्स सोप ह्या गाजलेल्या, पारदर्शी साबणाचा इतिहास आहे इंग्लंडमधला.

१७८९ साली अॅन्ड्र्यू पिअर्स नावाचा शेतकऱ्याचा मुलगा केशकर्तनाचं शिक्षण घेऊन लंडनमधे आला. इंग्लंडमधे त्या काळात जो साबण मिळे तो कमी प्रतीचा असल्याने लोकांच्या त्वचेला त्याचा त्रास होत असे. हे चाणाक्ष अॅन्ड्र्यूच्या लक्षात आल्याने त्याने शुद्ध, सौम्य साबण बनवण्यासाठी खूप परिश्रम घेतले आणि उत्कृष्ट पिअर्स सोप तयार केला.

आजही हा साबण तेव्हासारखाच आहे. फक्त आता त्यात आधीची काही अशुद्ध द्रव्यं वगळण्यात येऊन 'इंग्लीश गार्डन फ्लॉवर'चा मनमोहक सुगंध घालण्यात आला आहे. ह्या साबणाचा पारदर्शकपणा हे त्याचं पहिल्यापासूनचं वैशिष्ट आहे. साबणाच्या व्यापारी स्पर्धेत टिकण्यासाठी १८८६ साली जाहिरात करण्यासाठी बबल्स नावाच्या एका प्रसिद्ध पेंटिंगचा वापर पिअर्स सोपसाठी फार यशस्वी ठरला ह्या पेंटिंगमधील साबणाचे फुगे फुगवणारा कुरळ्या केसांचा गोंडस छोटा मुलगा लोकांच्या मनात चांगलाच भरला व पिअर्स सोपचा खूप प्रचंड वाढला.

असं म्हणतात की हे पेंटिंग काढणाऱ्याला, आयुष्य हे साबणाच्या फुग्यासारखं क्षणभंगुर असतं हे सूचित करायचं होतं. एका बाजूला फुटकी कुंडी (मृत्यू) आणि दुसऱ्या बाजूला कुंडीतलं झाड (आयुष्य) ह्या गोष्टीही क्षणभंगुरता दाखवतात. हे पेंटिंग जाहिरातीला दिल्यामुळे त्यावेळी 'कला आणि जाहिरात' असा वादही झाला होता.



इंटरनेटवर आढळल्या नाहीत. भारतात कदाचित अलीकडे म्हणजे ब्रिटिशांच्या काळात साबण आला असावा.

साबणाच्या नोंदी नसल्या तरी भारतात शिकेकाई, रिठे वगैरे काही वनस्पतींचा कपडे धुण्यासाठी आणि राख, चिखल वगैरे गोष्टींचा भांडी घासण्यासाठी उपयोग होत असे.

इ.स.पूर्वी २८०० काळातल्या पुरातन हिब्रू नोंदी सांगतात की बॅबिलोनियन संस्कृतीतील लोक कपडे धुण्यासाठी झाडांच्या साली वापरत. काही नोंदींप्रमाणे बॅबिलोनियन संस्कृतीतील लोक त्या काळात साबण करत असत. लोकर आणि कापड तयार करण्याआधी त्यांचे धागे स्वच्छ करून घेण्यासाठी साबणाचा उपयोग तेव्हा केला जाई.

इ.स.पूर्व २५०० काळातील सुमेरियन संस्कृतीमध्ये चरबी व राखेपासून साबण तयार करण्याच्या कृतींच्या नोंदी आढळतात.

इ.स.नंतर पहिल्या शतकात रोमन लोक मूत्राचा वापर करून साबणासारखा पदार्थ तयार करत. कदाचित मूत्रातील अमोनियम कार्बोनेट बरोबर प्राण्यांच्या कातडीतील चरबीची क्रिया होऊन साबण तयार होत असावा.

क्लिओपात्रा राणीच्या शाही स्नानात घोडीचं दूध व नाईल नदीकाठच्या झुडपांची तेलं ह्यांचा समावेश असे.

इ.स. पूर्व २७ ते इ.स.नंतर ४७६ ह्या काळात रोमन साम्राज्याची खूप भरभराट झाली होती. त्या काळात उच्चभ्रू ग्रीकांकडे टाईल्स लावलेल्या बाथरूम्स असत. त्यांच्या जिम्नॅशियममध्ये गार व गरम पाण्याचे शॉवर्स असत. आंघोळीसाठी साबणाचा वापर होत होता, मात्र साबणाचा उपयोग श्रीमंत माणसांपुरताच मर्यादित होता.

त्या काळातील रोममधील प्रसिद्ध ग्रीक फिजिशियन गॅलेन, साबणाचं औषधोपचारातलं महत्त्व लोकांना सांगत असे. इ.स. नंतर दुसऱ्या शतकात साबण सामान्य माणसांपर्यंत पोचला.

तरी पण रोममध्ये सार्वजनिक स्नानगृहांमध्ये साबणाचा वापर सुरू व्हायला बराच अवधी लागला. इटलीमधील पॉम्पेई शहरातील उत्खननात रोमन लोकांची



साबणप्रियता तेथे सापडलेल्या साबण उद्योगांच्या अवशेषांवरून लक्षात येते.

### घरगुती साबण ते बाजारी साबण

रोमन साम्राज्याच्या पाडावानंतर म्हणजे इ.स. ५०० नंतरच्या मध्ययुगात युरोपात घराघरामधून साबण तयार होऊ लागला. ह्यासाठी लोक लाकूड किंवा झाडपाल्याची राख उकळत्या पाण्यात टाकत. नंतर त्यात प्राण्यांची चरबी घालून ते मिश्रण घोटून एकजीव करत. हे मिश्रण गार झाल्यावर घट्ट होई आणि ह्याचा साबणासारखा उपयोग केला जाई.

आठव्या शतकात साबण तयार करण्याचं लोण स्पेनमध्ये पोचलं. इटलीच्या लोकांकडून फ्रेंचांनी साबणाचं तंत्र शिकून घेतले. पण त्यांनी साबणात चरबीऐवजी ऑलिव्ह ऑइलचा वापर केला.

नवव्या शतकात मर्सिलीजमध्ये तर चौदाव्या शतकात व्हेनिसमध्ये साबण तयार होऊ लागला.

१५०० सालाच्या सुमारास इंग्लंडमध्ये पहिल्या जेम्स राजाने साबण तयार करणाऱ्यांना खास सवलती दिल्या होत्या. स्विडिश व फ्रेंच लोकांनी, त्यांनीच शोधून

काढलेले ग्लिसरीन साबणामध्ये मिसळायला सुरुवात केली.

अमेरिकेतील वेगवेगळ्या वसाहतींमध्ये सोळाव्या शतकापर्यंत साबण बनवला जात होता. येथील लोक राख व पाणी यांच्या मिश्रणाचा दाटपणा अजमावण्यासाठी त्यावर अंडं किंवा बटाटा ठेवत. अंडं तरंगलं किंवा हळू खाली गेलं तर मिश्रण योग्य असल्याचं समजलं जाई. नंतर त्यात चरबी टाकून उकळत व गार करून साबण तयार करत. काही वसाहतीतील लोक एका विशिष्ट झाडाच्या पानांच्या शिरांची राख वापरत. 'सोप ट्री' नावाच्या झाडांच्या मुळ्यांचाही ते साबणात वापर करत. साबणाच्या मिश्रणात गार होताना मीठ टाकल्यास साबण चांगला घट्ट होतो हे त्यांना माहीत होते पण मिठाचा साठा थंडीच्या दिवसासाठी टिकवून ठेवावा लागत असल्याने फक्त मोठ्या प्रमाणावर साबण करणारेच क्रियेच्या अगदी शेवटी मिश्रणात मीठ टाकत.

सतराव्या शतकाच्या सुरुवातीला लोक मोठ्या प्रमाणात अमेरिकेत येऊ लागले त्यामुळे साबणाच्या निर्मितीला अमेरिकेत खूप चालना मिळाली. ▲▲

लेखक : श्रीमती किरण फाटक, पुणे, भौतिकशास्त्राच्या प्राध्यापक (निवृत्त). विज्ञान वाहिनीमध्ये कार्यकर्त्या.

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का ?

**sandarbhociety.org**

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

# क्वीन ऑफ ग्रीन अनीता

लेखक : प्रज्ञा पिसोळकर

इंग्लंडच्या लिटल् हॅम्पटन गावी अनीता नावाच्या एका जिद्दी मुलीचा जन्म १९४३ साली झाला. तिचं कुटुंब इटलीतून इंग्लंडला आलं होतं. उपजीविकेसाठी तिचे आईवडील खानावळ चालवित. मासेमारी करणारे स्थानिक त्यांची गिन्हाईक असत. सकाळी ५ ते रात्री १२ पर्यंत खानावळ चालू असे. सर्वच गिन्हाईकांशी या कुटुंबाचे जिवाळ्याचे संबंध होते.

खानावळीत अनीता व तिची भावंडं त्यांच्या सवडीनुसार श्रमत. हाती घेतलेलं कोणतही काम जीव ओतून करायला ती तिथेच शिकली. तिच्या भावी व्यवसायावर या वातावरणाचा खोल ठसा उमटलेला दिसतो. व्यवसाय म्हणजे केवळ आर्थिक देवाणघेवाण नाही. व्यवसायात माणुसकीही तितकीच महत्त्वाची असते हे बाळकडू तिला तिच्या सहृदय आईकडून मिळालं होतं. खानावळीतली गिन्हाईक म्हणजे त्यांचं विस्तारित कुटुंबच झालं होतं.

समाजाभिमुख असलेली अनीता स्वभावाने बंडखोर होती. शाळा, चर्चमध्ये मिळालेल्या शिकवणुकीला ती प्रतिप्रश्न करत

असे. कोणतंही काम करताना रुळलेल्या वाटांवरून चालण्यापेक्षा वेगळाच पायंडा पाडण्याची तिची धडपड असे.

## सुरुवातीचा पेशा

शिक्षण पूर्ण झाल्यावर तिनं सुरुवातीला शिक्षिकेचा पेशा पत्करला. तिला शिकवण्यात आनंद वाटत असे. १९६२ मध्ये ती इस्त्राईलमधल्या एका 'किबुत्स' मध्ये शिकवायला गेली. १०-१२ वर्षांच्या संवेदनशील वयात तिच्या हाती एक पुस्तक पडलं होतं. त्यात तिनं कॉन्सन्ट्रेशन कॅम्पमधील फोटो पाहिले होते. ज्यूंचा झालेला छळवाद वाचला होता. त्याचा तिच्या मनावर सखोल परिणाम झाला होता. मानवजातीच्या सोसण्याबद्दल तिचं मन तेव्हाच सहवेदनेनं व करुणेनं भरून गेलं होतं. किबुत्समधील वास्तवात याला खतपाणी मिळालं. सोसणाऱ्या मानवसमूहांना मदत करण्याची प्रेरणा तिला इथेच मिळाली असणार.

इस्त्राईलमधून परतल्यावर खानावळीत तिची 'रॉडिक्स' नावाच्या वल्लीशी ओळख झाली. ते एकमेकांच्या प्रेमात पडले. १९७० साली विवाहबद्धही झाले. अनीता दोन



अनीताला या व्यवसायाचे ना काही ज्ञान होते ना अनुभव. तिच्या संपर्कात येणाऱ्या प्रत्येक व्यक्तीकडून ती सौंदर्य प्रसाधनाबद्दल माहिती मिळवू लागली त्या संदर्भातल्या वाचन/संशोधनात ती गढली.

टॅक्सी ड्रायव्हरपासून

ते मैत्रिणीच्या सासू-बाईपर्यंत तिनं यासाठी अनेकांचा पिच्छा पुरविला. सौंदर्य खुलविण्यासाठी लोक काय काय करतात याचं तिनं संशोधन केलं.

तिने साऊथ पॅसिफिक व आफ्रिकेत भरपूर प्रवास केला. दुभाष्याच्या मदतीनं तिने तेथील स्त्रियांशी संवाद साधला. त्या स्त्रियांचा साधेपणा व त्या वापरत असलेल्या नैसर्गिक सौंदर्य प्रसाधनांनी ती प्रभावित झाली. तिच्या सौंदर्य प्रसाधनात तिने जोजोबा तेल, ऱ्हास सोल मड यांसारख्या नैसर्गिक पण परदेशातील आकर्षक (Exotic) घटकांचा वापर करण्याची कल्पकता दाखवली.

ती कामाला चिवट होती. निष्कांचन असली तरी तिच्या परिस्थितीबद्दल तिने वास्तववादी उद्गार काढले आहेत. ती म्हणते, 'माझ्याकडे दातावर मारायलाही पैसा नव्हता हेच माझ्या यशाचं गमक आहे.'

घरच्या घरी स्टोव्हवर प्रक्रिया करत तिची सौंदर्य प्रसाधनाची पहिली बॅच तयार झाली.

मुलींची आई झाली. रॉडिक्स दांपत्यानेही एक हॉटेल सुरू केलं. धाडसाची आवड असलेला रॉडिक्स काही वर्षांनी एका थरारक प्रवासासाठी एकटाच घोड्यावरून निघून गेला. तोवर त्यांचे हॉटेलही त्यांनी बंद केलं होतं. ३३व्या वर्षी २ लहान मुलींच्या पालनपोषणाची जबाबदारी अनीतावर पडली.

पोटापाण्यासाठी तिने नव्या व्यवसायाचा श्रीगणेशा केला. यासाठी तिने ४००० पौंडांचे कर्ज घेतले. त्वचा व केस यांच्यासाठी ती सौंदर्यप्रसाधनं बनवू लागली.

### व्यवसायाची मुहूर्तमेढ

त्या काळातली सौंदर्यप्रसाधने अत्यंत महागडी असत. आणि त्यांच्यात प्रामुख्याने रसायनं वापरली जात. अनीतानं नेमकी ही गोष्ट हेरली. Great person don't do different things but do things differently या उक्तीनुसार ती वागली. तिनं सौंदर्य प्रसाधनात नैसर्गिक घटकच वापरण्याचं ठरविलं.

हॉस्पिटलमध्ये युरिन सॅपल गोळा करण्यास वापरण्यात येणाऱ्या बाटल्या तिने मिळवल्या. तिच्या मैत्रिणींनी सौंदर्य प्रसाधनं त्या बाटल्यांमध्ये भरण्यास तिला मदत केली. बाटल्यांवर हस्ताक्षरातच लेबल्स लावली. मयतीचं सामान विकणाऱ्या दुकानासमोर तिनं पहिलं दुकान थाटलं

विविध प्रकारच्या युक्त्या लढवून ती गिन्हाईकांना आकर्षित करत असे. एकदा तर तिने स्ट्रॉबेरीचा इसेन्स तिच्या दुकानाकडे येणाऱ्या रस्त्यावर शिंपडला होता. त्या आल्हाददायक वासाचा मागोवा घेत कित्येक गिन्हाईकं तिच्या दुकानाकडे चालत गेली.

सुरुवातीला तिचा व्यवसाय एकखांबी तंबू होता. सौंदर्य प्रसाधनाबद्दल संशोधन, त्यासाठी कच्चा माल खरेदी, सौंदर्य प्रसाधनाची निर्मिती, त्याचं मार्केटिंग या साऱ्या आघाड्यांवर ही दोन छोट्या मुलींची आई अष्टभुजा होऊन लढत होती. वर्षभरातच तिनं दुसरं दुकान टाकलं.

रॉडिक्स परतला. अँडीज पर्वतराजीत त्याचा घोडा अतिश्रमानं मरण पावला होता. रॉडिक्सची साथ मिळताच अनीताचा उत्साह दुणावला. मर्यादित भांडवलावरच तिची शेजारच्या शहरांमध्येही दुकानं सुरू झाली. रॉडिक्सच्या सुपीक डोक्यातून फ्रँचाईझी नेमायची कल्पना निघाली. ती अत्यंत यशस्वी झाली. दुकानाच्या विस्तारात नवऱ्याची बहुमोल मदत झाली. असं अनीता कृतज्ञतापूर्वक सांगत असे.

## अनीता, स्त्रियांची कैवारी

त्या काळी सौंदर्य प्रसाधन म्हणजे खास स्त्रियांचा प्रांत 'तुम्ही याच व्यवसायात का पडलात?' या प्रश्नाचं अनीता मोठं मासलेवाईक उत्तर देते. ती म्हणते, "मी देशोदेशी हिंडले. स्त्री-पुरुषांशी बोलले. मला लक्षात आलं, स्त्रिया त्यांच्या 'असण्या'पेक्षा 'दिसण्या'ला फार महत्त्व देतात. आपल्या शरीराला कॅनव्हास समजून त्यावर रंगरंगोटी करतात. त्यामुळे सौंदर्य प्रसाधनाच्या मागणीला जगात कधीच अंत असणार नाही. मी या व्यवसायात त्यामुळेच आले. पण या व्यवसायात पुरुषांचं वर्चस्व आहे. हे पुरुष स्त्रियांच्या भीतीचं (सुंदर न दिसण्याच्या) भांडवल करत आहेत. म्हणून ही इंडस्ट्री स्त्रियांच्या शोषणावर उभी आहे.

मला स्त्रियांना ह्या भीतीतून बाहेर काढायचं आहे. माझी सौंदर्याची कल्पना म्हणजे मदर तेरेसा आहेत. समाजासाठी निरपेक्षपणे झिजणाऱ्या या स्त्रीचं सौंदर्य दैवी आहे". स्त्री सौंदर्याचा पठडीबद्ध दृष्टिकोन तिनं नाकारला. स्त्री सौंदर्यात तिनं स्वअस्मितेचा अंतर्भाव केला.

अनीतानं स्त्रियांची कायम पाठराखण केली. तिच्या फ्रँचाईझी या ३० वर्षांखालील स्त्रिया असत. तिच्या कर्मचाऱ्यांमध्येही ७५% महिला होत्या. एकेक स्त्री ती पारखून घेई. त्या स्त्रीला खडतर प्रशिक्षणातून जावं लागे. अनीताचं तत्त्वज्ञान तिच्या पचनी पडलं की ती स्त्री दुकानाच्या विस्तारित कुटुंबाची घटक होई.

अनीतानं दुकानाच्या आवारातच डे केअर सेंटर्स काढली. तिथं स्त्री कर्मचाऱ्यांची मुलं आनंदाने बागडत. स्त्री कर्मचाऱ्यांना अनीता सढळ हस्ते मदत करे. त्यांच्या कौटुंबिक अडचणी समजावून घेई. अशा 'केअरिंग' बाँसच्या प्रेमात तिचे कर्मचारी न पडले तरच नवल.

एक स्त्री (कर्मचारी) दुसऱ्या स्त्रीला (गिन्हाईक) चांगल्या प्रकारे समजावून घेऊ शकते, असा विश्वास तिला होता. कर्तबगार स्त्रियांची टीम हा तिच्या यशस्वितेमधला मोठा घटक होता.

### अजब मार्केटिंग

सौंदर्य प्रसाधनांची दुकानं तर अनेक जण चालवतात. यात काय मोठं? असा प्रश्न सहजच पडेल पण अनीताचा या सगळ्याकडे बघण्याचा दृष्टिकोन फारच वेगळा होता.

अनीतानं व्यवसायाच्या प्रचलित संकल्पनांना अडगळीत टाकलं. स्वतःचं व्यावसायिक तत्त्वज्ञान मांडलं. ते आचरणात आणण्याचं धैर्य दाखविलं. तिंनं बिझनेसची भाषाच बदलून टाकली. ती म्हणे, "Industries don't get reinvested by profits but they get reinvented by heretics"

तिच्या स्पर्धाकांचा ती सखोल अभ्यास करे. तिचे स्पर्धक मार्केटिंगसाठी जे काही करत त्याच्या बरोबर उलट ती वागे. नेहमीच्याच गोष्टी वेगळ्या प्रकारे करण्यावर तिचा भर असे. सर्जनशीलता व सातत्याने

नवेनवे उपक्रम हे तिच्या व्यवसायाचे परवलीचे शब्द होते.

प्रांजळपणा हा तिच्या मार्केटिंगचा आत्मा होता. तिच्या दुकानांच्या दर्शनी भागातच स्पष्टपणे लिहिलेलं असे. "कोणतेही सौंदर्य प्रसाधन केवळ त्वचा स्वच्छ करते व तिला पॉलिश करते. सौंदर्य प्रसाधनामुळे जादू घडत नाही. त्वचा तरुण होत नाही." आपल्या प्रॉडक्ट्सच्या बाबतीत तिंनं कधीच भूलथापा मारल्या नाहीत. खोटी आश्वासनं दिली नाहीत. तिच्या दुकानात देखण्या मॉडेल्सच्या फोटोंची वानवा असे. जाहिरातींवर ती मुळीच खर्च करत नसे.

### अनीताचं वेगळेपण

तिच्या दुकानांमध्ये साधं, आदबशीर, सौहार्दपूर्ण वातावरण असे. कुठल्याही प्रकारचा भपका, झगमगाट नसे. जगातल्या तिच्या कोणत्याही दुकानात गेलं तरी तेच अकृत्रिम आल्हाददायक वातावरण गिन्हाईकांना आकर्षित करे. तिच्या उत्पादनांशी एकनिष्ठ राहणाऱ्या गिन्हाईकांची संख्या दिवसेन्दिवस वाढू लागली.

तिच्या सौंदर्य प्रसाधनांचा उत्तम दर्जा याला कारणीभूत होताच पण अनीता तिच्या गिन्हाईकांना सुजाण करत होती. दुकानामध्ये सौंदर्यप्रसाधनाबद्दल माहितीपूर्ण पुस्तिका गिन्हाईकांना विनामूल्य उपलब्ध असत. सौंदर्यप्रसाधनाच्या बाटल्यांवरील लेबल्सवरही माहिती असे. त्या सौंदर्यप्रसाधनात कोणकोणते घटक आहेत. त्यांचे उपयोग



काय याची गिऱ्हाईकांना जाणीव होई. यासाठी तिचा स्वतंत्र लेखनविभाग होता. त्यात लेखक व ग्राफिक डिझायनर्स अहोरात्र काम करत.

तिच्या दुकानात भली मोठी व आकर्षक 'सजेशन बॉक्स' असे. गिऱ्हाईकांकडून येणाऱ्या फीड बॅकवर व सूचनांवर अनीता जास्त विचार करित असे. तिचं स्वतःचं रिसर्च डिपार्टमेंट असलं तरी त्या सूचनांनुसार ती आपल्या प्रॉडक्टमध्ये सुधारणा करी. तिच्या कर्मचाऱ्यांचे बोनस त्यांनी व्यवसाय वृद्धीसाठी केलेल्या जगावेगळ्या सूचनांवर आधारित असत.

### ग्रीन पॉलिसी

अनीता वर्तमानपत्राची आवडती आयडॉल होती. तिने भरपूर जगप्रवास केला होता. त्यामुळे ती अनुभवसंपन्न झाली होती. ती गोष्टीवेल्हाळ बाई होती. जगप्रवासातील अनुभव ती रंगवून सांगत असे. तिची मुलाखत मिळविण्यासाठी वर्तमानपत्रांमध्ये अहमहमिका असे. आपल्या संशोधन विभागातील माहिती देणं, सौंदर्य-प्रसाधनाबद्दल सोप्या भाषेत शास्त्रीय विवेचन करणं यात तिचा हातखंडा होता. मुलाखतीमधून तिच्या दुकानांची विनासायास व विनामूल्य जाहिरात होत असे.

पर्यावरण व पर्यायानं वसुंधरेचं जतन करण्याकडे तिचा कटाक्ष असे. तिच्या व्यवसायातून कमीत कमी कचरा निर्माण व्हावा याबद्दल ती आग्रही असे. अनावश्यक वेष्टणं ती वापरत नसे. सौंदर्य प्रसाधनाच्या बाटल्यांचा पुनर्वापर (रिसायकलिंग) व्हावा म्हणून ती प्रयत्नशील असे. वापरलेल्या बाटल्या जर गिऱ्हाईकांनी परत केल्या तर ती त्यांना किंमतीत १५% पर्यंत सवलत देई. तिच्या व्यवसायाची आर्थिक भरभराट झाल्यानंतरही तिचं ही पद्धत चालू ठेवली. ही पर्यावरणप्रेमी पद्धत पुढे 'ग्रीन पॉलिसी' म्हणून सुप्रसिद्ध झाली.

तिचा भर 'नूतनीकरणयोग्य' (Renewable) ऊर्जास्रोत वापरण्यावर होता. तिच्या व्यवसायात निर्माण होणारा कार्बन शोषून घेण्यास तिचं भरपूर सामाजिक वनीकरण केलं.

### वनस्पतीजन्य घटकांचा वापर

पूर्वी प्राण्यांवर सौंदर्य प्रसाधनाच्या चाचण्या



होत. अशा चाचण्या ती अनैतिक व अनावश्यक समजत असे. या चाचण्याविरुद्ध तिनं चळवळ उभी केली. तिच्यासाठी सातत्यानं २० वर्षं लढा दिला. अखेर १९९८ मध्ये युनायटेड किंगडमूनं अशा चाचण्यांवर बंदी घातली.

काही सौंदर्य प्रसाधनामध्ये व्हेल माशाची चरबी वापरत. व्हेल्सची त्यासाठी बेसुमार हत्या होत असे. अनिता 'व्हेल बचाव' मोहिमेतही सहभागी झाली. ती आपल्या सौंदर्य प्रसाधनात केवळ वनस्पतीजन्य घटक वापरत असे, रासायनिक अथवा प्राणिजन्य घटक वापरत नसे.

ते वनस्पतीजन्य घटक सर्वोत्तम स्रोतांपासून मिळविण्याबद्दल अनीता आग्रही असे. त्यासाठी ती दरवर्षी २-४ महिने जागतिक दौऱ्यांवर असे. तिच्या सोबत एक मानववंशशास्त्रज्ञ व एक दुभाष्या असे.

विविध समाजांमध्ये अगदी आदिवासींमध्येही सौंदर्य प्रसाधन म्हणून काय काय वापरतात याचा अनीता अभ्यास करत असे.

श्रीलंकेत स्त्रियांना आपला चेहरा अननसाच्या फाकेनं घासताना तिनं पाहिलं. त्यानंतर चेहऱ्याला विलक्षण टवटवी येते असं तिनं नोंदविलं. यावर प्रयोगशाळेत तिनं संशोधन केलं. अननसातील एक एन्झाईम त्वचेवरच्या मृत पेशी हटवते असं आढळलं. या निरीक्षणानंतर तिनं लगेच 'पाइन्पल फेस वॉश' हे सौंदर्य प्रसाधन विकसित केलं.

पॉलिनेशियन बेटावरील स्त्रियांना तिनं कोकोच्या बियांचा अर्क केसांना चोपडताना पाहिलं. त्यामुळे त्यांचे केस चमकदार होत. अनीतानं मग पॉलिनेशियन कोको बटर आयात केलं व तिच्या अनेक सौंदर्यप्रसाधनात वापरलं.

अशी मनोरंजक निरीक्षणं तिनं शास्त्रज्ञांच्या नजरेनं आफ्रिका, हवाई बेटे, जपान येथेही टिपली. त्यावर प्रयोग केले. आणि त्या त्या वनस्पतींचा कल्पक वापर आपल्या सौंदर्य प्रसाधनात केला.

**मानवतावादी व समाजाभिमुख दृष्टिकोन**  
अनीतानं जणू काही मानवजातीच्या कल्याणासाठीच आपला व्यवसाय केला. ती म्हणे "व्यवसायामुळे माणसाला आर्थिक ताकद मिळते त्यानं ती ताकद जगात सकारात्मक बदल करण्यास वापरावी." ती केवळ 'बोलबच्चन' नव्हती. तर ती 'आधी केले मग सांगितले' या गटाचं प्रतिनिधित्व करत होती. ती स्वतःला अभिमानानं 'सोशल अॅक्टिव्हिस्ट' म्हणवून घेत असे. तिनं वैश्विक कल्याणाच्या पार्श्वभूमीवरच आपला व्यवसाय केला. मानवधर्माच्या आड येणाऱ्या पण आर्थिकदृष्ट्या फायद्याच्या अनेक गोष्टी तिनं धुडकावल्या. एका मुलाखतीत ती म्हणते, "पृथ्वीवरील सर्व घटक परस्परावलंबी आहेत. हे आंतरसंबंध सांभाळण्यातच मानवता दडली आहे. ते उध्वस्त होऊ नयेत याची खबरदारी प्रत्येक व्यवसायानं घेतली पाहिजे. अन्यथा जगात शांतता व सुव्यवस्था

राहणं मुश्कील आहे.”

तिच्या या सामाजिक जाणीवेत ती आपल्या कर्मचाऱ्यांनाही सहभागी करून घेत असे.

१) तिच्या दुकानांमध्ये धूपपानाला बंदी असे.

२) समाजसेवा करण्यासाठी ती कर्मचाऱ्यांना त्यांच्या रूटिन कामातून काही

काळ मुक्त करत असे. अपंग, अनाथ, कॅन्सरग्रस्त, एडसग्रस्तांना मदत करण्यास ती प्रोत्साहन देई. बक्षीसे देई. असल्या उपक्रमांतून तिला कणमात्रही आर्थिक प्राप्ती होत नसे. ३) आपल्या कर्मचाऱ्यांना तिनं सायकली घेऊन दिल्या होत्या. सायकली वापरणाऱ्यांचा ती जाहीर कौतुक, सत्कार करत असे.

“मॉडर्नरायझर क्रीम माझ्या दृष्टीनं महत्त्वाचं नाहीच. पण माझ्या व्यवसायाचं साधन वापरून मला समाजात सकारात्मक बदल कसा घडवून आणता येईल यात मात्र मला स्वारस्य आहे.” व्यावसायिक समाजात चांगले बदल घडवून आणू शकतात असा तिचा ठाम विश्वास होता. कारण त्यासाठी त्यांच्या हातात infrastructure व संपत्ती असते. नफा कमाविणाऱ्या कोणत्याही व्यवसायानं आपल्या नफ्यातील काही हिस्सा समाजाला परत केला पाहिजे असं तिचं



आग्रही प्रतिपादन असे. आपल्याकडील काही कंपन्यासुद्धा हेच तत्त्वज्ञान जगत आहेत.

### फाऊंडेशनची स्थापना

तिनं १९९० मध्ये स्थापन केलेल्या फाऊंडेशनने मानवाधिकार, नागरी अधिकार, प्राणी व पर्यावरण संरक्षण यासाठी सातत्यानं अर्थसहाय्य केलं.

देश व धर्म यांच्या सीमा पार करून तिनं रुमानियन अनाथ मुलांना सढळ हस्ते मदत केली. बालहक्कांची जोपासना करण्यासाठी ट्रस्ट स्थापन केले.

व्हेल्स बचाव मोहिम, सदाहरित जंगलं जाळणं थांबवा मोहिम यांसारख्या चळवळीत फाऊंडेशनचं महत्त्वपूर्ण योगदान होतं. ॲसिड रेन, प्लॉस्टिकचा पुनर्वापर, ओझोन थराचं संरक्षण याबद्दल फाऊंडेशन जनजागृती करत असे.

### ट्रेड, नॉट एड (व्यापार-मदत नव्हे!)

अनीताने कार्यान्वयित केलेल्या अनेक

योजनांपैकी ही योजना विशेष गाजली. भारतासह २० देशांमधील आर्थिकदृष्ट्या मागास लोकांसाठी ही योजना राबवली गेली. तिने गरीब देशांमधील साधनसंपत्ती वापरून त्याच देशातील लोकांच्या प्रगतीसाठी कंबर कसली. १९८७ मध्ये दक्षिण भारतातील बाभळीच्या साली अनीताने 'फूट वेअर' सौंदर्यप्रसाधनात वापरल्या तिच्या स्पर्धकांपेक्षा चौपट पैसे तिने त्या बाभूळ उत्पादकांना दिले. शिवाय त्या लोकांसाठी तिने एक ट्रस्ट स्थापन केला. प्रत्येक उत्पादकाचे बचत खाते उघडले. ट्रस्ट बाभूळ साली वेचणाऱ्यांच्या मुलांच्या आरोग्याची व शिक्षणाची काळजी घेई. पुढच्या ३ वर्षांत त्या मुलांना तिने विविध कुटीर उद्योग सुरू करून दिले.

अशाच योजना तिने आफ्रिका, थायलंड, मेक्सिको, नेपाळ, मलेशिया सोमालियामध्येही कार्यान्वयित केल्या. तिच्या

कामाचा असा प्रचंड आवाका पाहून आपण थक्क होतो.

तिच्या व्यग्र दिनक्रमातून ती नियमितपणे लेखनासाठी सुद्धा वेळ काढत असे. तिच्या वेळेच्या नियोजनाला खरोखरच सलाम करायला हवा. तिच्या व्यक्तिमत्त्वाचे 'बहु' आयाम दाखविणारीही पुस्तकं आहेत.

- Body & Soul : Profit with principles
- Take it personally : How to make conscious choices to change the world.
- Business, as unusual

अनीता अनेक राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय पुरस्कारांची मानकरी झाली. २००३ मध्ये एलिझाबेथ राणीनेही तिचा विशेष सत्कार केला.

### विरोधक

ही बेडर स्त्री विरोधकांना पुरून उरली. तिच्या 'पर्यावरण जतन' मोहिमेची विरोधकांनी 'मार्केटिंग ट्रिक्स' म्हणून अवहेलना केली.

## हिंदी – संदर्भ

'एकलव्य' ही मध्यप्रदेशातील शालेय शिक्षणामध्ये सुधारणा घडवून आणण्यासाठी सतत कार्यरत असणारी संस्था आहे. त्यांच्यातर्फे चालविले जाणारे 'शैक्षणिक संदर्भ' हे एक शैक्षणिक विज्ञान आशयाचं हिंदी 'ट्रैमासिक' आहे. प्रत्येक अंकामध्ये विविध विषयांवरील मनोरंजक लेख वाचायला मिळतात. हिंदी भाषक मित्रांसाठी अनमोल असं ज्ञान साधन!

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये १५०/- आहे.

पत्ता : एकलव्य, इ-१०, बी.डी.ए. कॉलनी, शंकर नगर,  
शिवाजीनगर, भोपाळ ४६२०१६

ब्राझीलमधील जंगल धरणाच्या पाण्याखाली जाण्याचं संकट उद्भवलं होतं. त्या विरोधात तिनं दहा लाख सह्या अवघ्या महिन्याभरात गोळा केल्या. काहींनी त्याला 'राजकीय स्टंट' म्हणून नाक मुरडलं. तिनं अण्वस्त्रांच्या विरोधात मोहीम उघडली तर तिला घरचाच आहेर मिळाला. 'आपण असल्या फंदात पडू नये' असं मत तिच्याच काही फ्रँचाईझींनी मांडलं. कंपनीचे शेअर होल्डर्स सुचवू लागले की तिने समाजसेवा करण्याऐवजी कंपनीचा नफा कसा वाढेल इकडे लक्ष द्यावं. या साऱ्यांना तिनं खणखणीतपणे सुनावलं, "कोणत्याही व्यवसायाची जबाबदारी केवळ फायदा कमाविणं एवढीच नाही. कंपनीची यशस्विता नफ्यानं जोखली जात नाही. त्या व्यवसायानं समाजाला काय योगदान दिलं आहे यावर ती जोखली जाते."

अनीताची गरुडभरारी मात्र वादातीत होती. ३० वर्षांत तिचं एक दुकान आता बहुराष्ट्रीय कंपनी बनली होती. १८ भाषा बोलणाऱ्या ५१ देशांमध्ये ती २०५० शाखांनी बहरली होती.

### निवृत्तीचे वेध

कंपनीच्या भविष्याबद्दल अनीता सजग होती. १९९० मध्येच ती म्हणाली, "कंपनीनं आता माझ्यावर अवलंबून राहणं कमी करावं. कंपनीच्या नेतृत्वानं आता आपल्या पुढच्या पिढीला प्रोत्साहन द्यायला हवं. नव्या पिढीनंही सध्याच्या नेतृत्वाच्या केवळ पावलावर पाऊल ठेवून चालण्यात धन्यता

मानू नये. तिनं जुन्या पिढीला 'ओव्हरटेक' करायला हवं."

२००६ मध्ये तिने कंपनी 'L'oreal cosmetics' ला १३० × १०<sup>६</sup> पौंडाना विकलं. त्यातील ३०% रक्कम तिने तिच्या 'ट्रस्ट'ला देणगीदाखल दिले. या अनपेक्षित विक्रीमागचं कारण २००७ मध्ये जगाला कळलं.

२००४ मध्ये तिच्या लक्षात आलं होतं की तिला 'हिपॅटायटीस सी' चा संसर्ग झाला आहे. ती तीव्र स्वरूपाच्या लिव्हर सिरोसिसने आजारी पडली. पण तिनं अंधरुणाला खिळून रहायचं नाकारलं. 'हिपॅटायटीस सी' बद्दल जनजागृती करण्यासाठी तिनं ट्रस्ट स्थापन केला. आहे त्या परिस्थितीत ती कार्यरत राहिली.

१० सप्टें, २००७ मध्ये मेंदूत रक्तस्राव होऊन ६४ वर्षांची ही तेजस्वी स्त्री काळाच्या काळ्या पडद्याआड लुप्त झाली. ही 'क्वीन ऑफ ग्रीन' शेवटचा श्वास घेत असताना तिचा नवरा व त्यांच्या दोन मुली तिच्याकडे हतबलपणे पहात राहिले.

इंग्लंडमधल्या ह्या अतिश्रीमंत स्त्रीने २०० मिलीअन डॉलर्सपेक्षाही अधिक संपत्ती विविध सामाजिक कामांसाठी मागे सोडली होती.

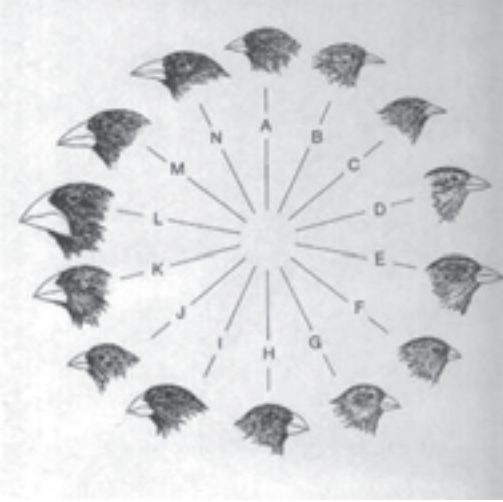


लेखक : प्रज्ञा पिसोळकर, एम.एस्सी.  
फिटनेस एक्सपर्ट. चिंचवड व निगडी येथे फिटनेस सेंटर चालवतात. ट्रेकिंग, वाचन लेखनाची आवड.  
E-mail : pradnya17@gmail.com

“जीवसृष्टीच्या विकासामध्ये कोणत्याही शक्तीचा हेतू किंवा तिचे नियंत्रण नक्कीच नाहीये. आहेत ते त्याबद्दलचे अनेक अंदाज आणि असंख्य शक्यता.” मानववंशशास्त्रज्ञ चार्ल्स डार्विनच्या या मांडणीनंतर ‘आपण कोण आहोत? कोठून आलो आहोत’ यासारखी कोडी उकलायला आपल्याला खूप मदत झाली. डार्विनच्या ‘नैसर्गिक निवडी’च्या सिद्धांताच्या आधारे विज्ञानाने मोठीच झेप घेतली. विशेषतः डार्विनच्या ‘ओरिजिन ऑफ

ज्ञानात भर पडत गेली आणि लक्षात आलं की भोवताली सगळं सातत्याने परिवर्तन पावत आहे. आणि या घडत असलेल्या बदलांचे भौतिक प्रक्रियांच्या संदर्भात अर्थ लावता येतील.

डार्विनच्या जन्मापूर्वीसुद्धा अनेकांना वाटत होतं की पृथ्वीवरच जीवसृष्टीची उत्पत्ती झाली आणि नंतर विकासाची प्रक्रिया सतत चालू आहे. एवढंच नाही प्राचीन भारतातील काही जण ‘जीवसृष्टी ईश्वरासारख्या बाह्य शक्तींनी निर्माण केली नसून स्वयंविकासाच्या निरंतर



## डार्विन नसते तर काय झाले असते ?

लेखक : कॅरन हॅडॉक

अनुवाद : वैशाली डोंगरे

स्पिसीज’ पुस्तक प्रकाशित झाल्यानंतरच्या गेल्या दीडशे वर्षात आपण कशासाठी जगतो, कुणासाठी जगतो अशा मूलभूत प्रश्नांची उत्तरं जाणून घेणं आपल्याला शक्य झालं. त्यांच्या कामामुळेच आपल्याला समजलं की, अजैविक पदार्थातील विविध रासायनिक व भौतिक प्रक्रियांमधून जीवसृष्टीचा विकास झाला. डार्विनच्या नंतरच्या काळात आपल्या

प्रक्रियेतून तिची निर्मिती व विकास झाला आहे’ असं मानणारे होते. परंतु बऱ्याच काळापर्यंत हे विचार धूसर, अस्पष्ट आणि सैद्धान्तिक अनुमान पातळीवरच होते. ठोस पुरावे नसल्याने ठामपणे त्याबद्दल काही म्हणता येत नव्हतं. म्हणूनच डार्विनच्या कामाचं महत्त्व आहे. आपल्या आयुष्यभराच्या कष्टपूर्वक आणि शास्त्रीय कसोट्यांवर

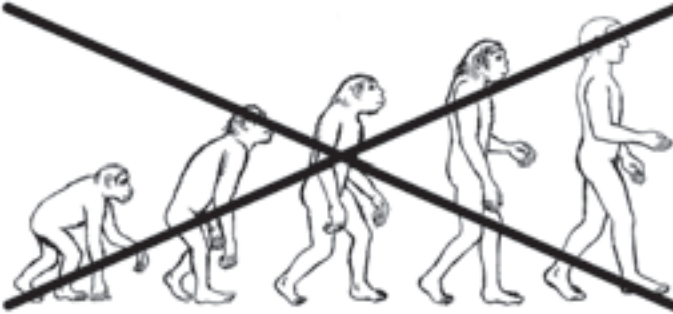
आधारित अभ्यासातून त्यांनी जीवनसृष्टीच्या विकासाचं विवरण तयार केलं. त्यांनी लिहिलंय 'प्रत्येक नवीन प्रजाती आपल्याच एखाद्या पूर्वज प्रजातीमध्ये काही परिवर्तन घडून येऊन तयार झालेली असते,'

डार्विनच्या निष्कर्षांचे बोट धरून भूतकाळात डोकावल्यास, आता आपल्याला जे केवळ जीवाश्मांच्या स्वरूपात पाहता येतील अशा अब्जावधी सजीवांच्या आणि आपल्या आजूबाजूला पसरलेल्या जीवसृष्टीच्या वैविध्यांकडे आणि त्यातही असलेल्या समान सूत्रांकडे बघताना आपण आश्चर्यचक्रीत होऊन जातो. उदा. पक्ष्यांचं डायनॉसॉरशी नातं लागतं. पक्षी आणि डायनॉसॉर यांचं मगरी सुसरींशी नातं आहे. पाल ही सापाच्या प्रजातीशी संबंधित आहे. सापाचं मगरीच्या प्रजातीशी नातं आहे. आणि या सर्वच्या सर्व प्राण्यांचं कासवाशी नातं लागतं. अशा निरीक्षणांमधून तर्कसंगत वर्गीकरण करता येतं आणि त्यातून वेगवेगळ्या सजीवांचे परस्पर संबंध आणि परस्परालंबन दिसून येतं.

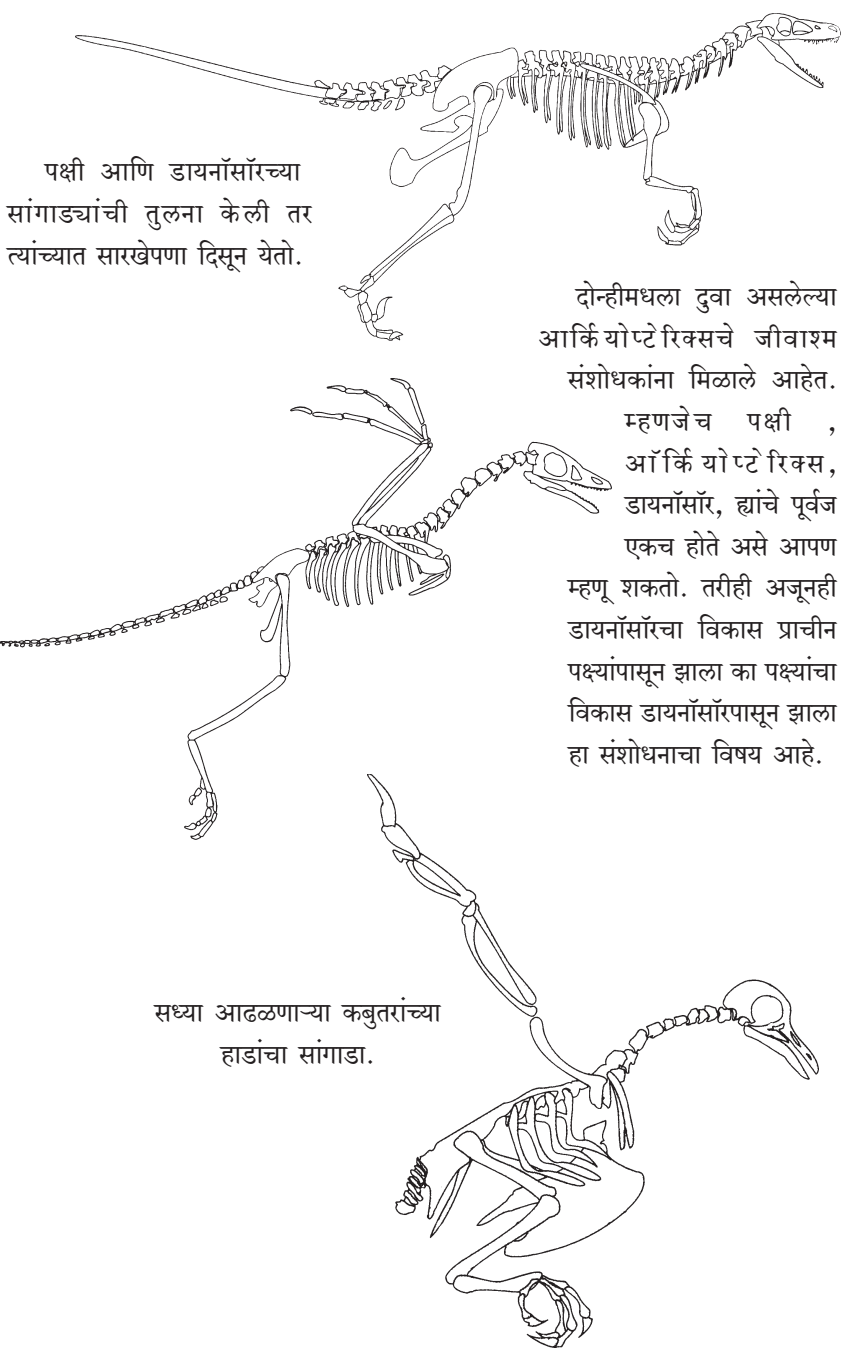
## जीवनाची गुंतागुंत

पृथ्वीवर असलेल्या सर्व सजीवांच्या शरीर रचनेचा पाया त्यांची एकसमान आण्विक जडणघडण हा आहे. आपल्या जनुकांपासून प्रथिने तयार करण्यासाठी ते सर्वजण एकाच जनुकीय संकेतांकाचा (genetic code)चा उपयोग करतात. सर्व जनुके डी.एन.ए.च्या (डीऑक्सिरायबोन्युक्लिक आम्ल) साखळ्यांपासून बनतात. आणि वेगवेगळ्या सजीवांच्या डी.एन.ए. साखळ्यांमध्येही खूप साम्य असतं. उदा. माकड व माणसाच्या डी.एन.ए. साखळ्या ९५-९८% एकमेकांसारख्या असतात, कारण माकड व माणूस एकाच पूर्वज प्राण्यापासून निर्माण झाले आहेत. तरीसुद्धा, आपल्या रानवट वागण्यानंतरसुद्धा, आपल्याला त्या वानरांशी असलेलं नातं कबूल करवत नाही.

समानता असूनही सजीवांच्या वेगवेगळ्या प्रजातींमध्ये एवढंच नाही तर एकाच प्रजातीच्या एखाद्याच समुदायामध्येसुद्धा विश्वास बसणार नाही इतकी विविधता



चुकीची प्रतिमा बनवणे : अशा प्रकारच्या चित्रांमधून असा चुकीचा समज होतो की माणूस माकडापासून विकसित झाला.





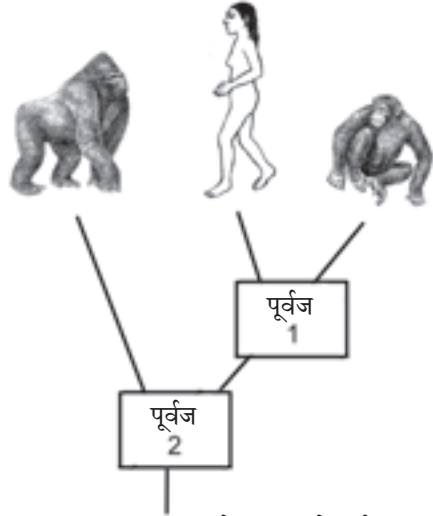
असते. ह्यातले काही बदल आनुवांशिक असतात आणि ते एका पिढीकडून दुसऱ्या पिढीकडे संक्रमित होतात. डार्विनने 'नैसर्गिक निवडीचा' सिद्धांत मांडला. त्याला कारणीभूत असलेल्या निरीक्षणांपैकी हेही एक होतं. ह्या सिद्धांताच्या आधारे त्यांनी उत्क्रांती कशी झाली आणि कशी होतही राहिल ह्यासंबंधी विवेचन केले.

एका प्रजातीपासून दुसरी प्रजाती निर्माण झाली हे अनुमान खूप-पूर्वीपासून माणसाने केले होतं. परंतु नैसर्गिक निवडीच्या आधारे ही प्रक्रिया नक्की कशी घडते, हे डार्विनच्या संशोधनामुळे समजलं आहे. खरंतर डार्विनच्या मते त्यांना नैसर्गिक निवड म्हणण्यापेक्षा नैसर्गिक संरक्षण म्हणणं अधिक योग्य होईल. कारण निवड म्हटलं की काही खास हेतून किंवा, कोणीतरी केलेली असते. खरंच तसं वाटतं ना!

शेतीचं तंत्र अवगत झाल्यावर माणसाने काही खास हेतू डोळ्यांसमोर ठेवून वनस्पती व प्राण्यांच्या जाती निर्माण केल्या. उदा. भारतात नेहमी वापरात असणाऱ्या कोबी, फ्लॉवर, (पानकोबी, फूलकोबी) मोहरी, मुळा, बीट, नवलकोल यासारख्या भाज्या किंवा ब्रोकोली, ब्रुसेल्स स्प्राऊटस सारख्या परदेशी भाज्या; ह्या सर्व भाज्यांच्या जाती माणसाने जंगली मोहरीसदृश वनस्पतीपासून विकसित केल्या. एकाच प्रकारच्या ह्या वनस्पतीच्या वेगवेगळ्या शेतात लावलेल्या रोपांमध्ये विविधता असे. काहींना

जवळजवळ असलेली मोठी पाने होती. काहींची मुळं जाड रसरशीत होती, तर काहींची खोडं जाड होती तर काही रोपांना दाट पुष्पगुच्छ होते. अशी खास वैशिष्ट्ये निवडून त्यांची हजारो वर्षे लागवड केल्यानंतर वेगवेगळ्या भाज्यांच्या जाती तयार झाल्या. निसर्गातही अशी निवडीची प्रक्रिया चालू असते (पण हेतूपूर्वक नव्हे) असे डार्विनने दाखवून दिलं.

गेल्या २०० वर्षात ब्रिटनमधल्या ठिपकेदार पतंगामध्ये ही नैसर्गिक निवडीची प्रक्रिया प्रत्यक्षात दिसून झाली. तिथे ठिपक्यांच्या पतंगामध्ये काळे ठिपके असलेले पांढरे पतंग जास्त मोठ्या प्रमाणात होते. परंतु अचानक काही अनुक्रीय बदल घडून (mutation) यापैकी काही पतंगाचा रंग



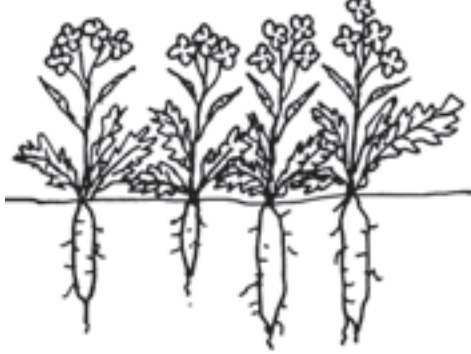
माणूस व माकडाचे एकसारखे पूर्वज : माणूस आणि माकडांच्या उत्पत्तीच्या आणि विकासाचा संबंध दाखवण्याची योग्य पद्धत.



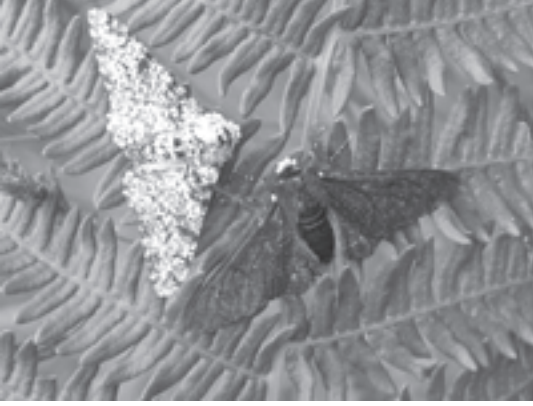
हजारो वर्षापूर्वी शेतकऱ्यांनी एका प्रकारच्या जंगली मोहरी सदृश रोपांची लागवड केली. त्यांना जाड रसदार मुळ असलेला प्रकार आवडला म्हणून त्यानंतरच्या वर्षी त्यांनी तशी मुळ असलेल्या रोपाच्या बियांची लागवड केली.



असं करता करता अनेक वर्षांनंतर जाड रसरशीत मुळ असलेल्या वनस्पतींची संख्या वाढली.



अनेक पिढ्यांनंतर मुळा ही नवीन वनस्पती तयार झाली. शेतकऱ्यांनी कृत्रिम निवडीच्या आधारे नवीन प्रकारची वनस्पती तयार केली. वरील उदाहरणात विशिष्ट हेतू ठेवून माणसाने हस्तक्षेप केला आहे. परंतु निसर्गात जीवसृष्टीचा विकास एखादा हेतू किंवा ध्येय डोळ्यासमोर ठेवून होत नाही.



ब्रिटनमधील पांढऱ्या आणि काळ्या ठिपक्यांच्या पतंगांच्या संख्येच्या प्रमाणात प्रदूषणांमुळे बदल झालेले दिसून आले.

गडद बदामी होऊ लागला. आधी फिकट रंगांचे पतंग जास्त सुरक्षित होते. दुपारच्या उन्हात झाडांच्या खोडांवरच्या लायकेनच्या (लायकेन-दगडफुलासारखी पांढरट वनस्पती) थरांमध्ये हे पतंग चटकन दिसून येत नसत व शिकार होण्यापासून वाचत. परंतु वाढत्या उद्योगधंद्यामुळे आणि त्यामुळे वाढलेल्या प्रदूषणामुळे खोडांवर लायकेन-ऐवजी कारखान्यातून बाहेर पडणाऱ्या धुराची काजळी जमा होऊ लागली. त्यामुळे गडद रंगांचे पतंग जास्त सुरक्षित राहू लागले तर फिकट रंगाच्या पतंगांना धोका निर्माण झाला. गडद रंगांचे पतंग शिकार होण्यापासून वाचत व पुढच्या पिढीला जन्म देत. त्यामुळे पतंगांच्या थव्यामध्ये बदामी रंगाचे पतंग जास्त दिसू लागले व फिकट रंगाच्या पतंगांची संख्या कमी होत गेली.

या उदाहरणामध्ये प्रत्यक्षात नवीन प्रजाती निर्माण झालेली नाही, तर दोन्ही प्रकारच्या

पतंगांच्या संख्येचे प्रमाण बदलले. परंतु मूळचा रंग बदल काही खास हेतू डोळ्यांसमोर ठेवून झाला नव्हता तर अनुकूलनामुळे एकूण संख्येमध्ये फिकट रंगांच्या पतंगांचे प्रमाण मात्र कमी झाले.

‘नैसर्गिक निवड’ ही हेतुपूर्वक किंवा योजनाबद्ध प्रक्रिया नाही तर आपोआप घडत जाणारी प्रक्रिया आहे. जीवसृष्टीच्या विकासाच्या प्रक्रियेमागे काही

खास ध्येय नाही आणि कोणतीही एक जीवजाती दुसऱ्या जीवजातीपेक्षा जास्त परिपूर्ण (किंवा महत्त्वाची सुद्धा) नाही. जैव विकासामध्ये योगायोग हाच फार महत्त्वाचा ठरतो. तो कुणासाठी वा कशासाठी मुद्दाम घडवला जात नाही. याचा अर्थ असा नाही की त्या योगायोगाला काहीही कारणच नसतं. कारण असतं पण ते ‘मुद्दाम’ घडवलेलं नसतं.

### योगायोग का गरज

इ.स.पू. ३५० च्या सुमारास डेमॉक्रिटसने म्हटलं होतं की या दुनियेत जे काही घडतं ते केवळ योगायोगाने आणि गरजेप्रमाणे घडतं. या विधानाला डार्विनच्या संशोधनामुळे नवाच अर्थ मिळाला.

डार्विन व त्याच्या सहकाऱ्यांनी उत्पत्ती आणि नैसर्गिक निवडीच्या सिद्धांताचे पुरावे म्हणून अनेकविध प्राणी व वनस्पतींचा अभ्यास केला. त्यासाठी नमुने गोळा

## पूर्णत्वाची दिशा ?

जीवसृष्टीचा विकास हा परिपूर्णतेच्या दिशेने होणारा प्रवास आहे असं मानलं जातं. प्रत्यक्षात हा दृष्टिकोण जैव विकासाचं खरं चित्र स्पष्ट करत नाही. उदा. अगदी माणूससुद्धा परिपूर्ण नाहीये! आपण सरळ चालू शकत असलो, तरी फारफार वेळ उभं राहू शकत नाही. माणूस खूप जोरात पळू शकतो परंतु आवश्यकते इतका ऑक्सिजन मिळाला नाही तर जिवंत राहू शकत नाही. कमरेच्या हाडाच्या रचनेमुळे प्रसूतीच्यावेळी स्त्रियांना बराच त्रास सहन करावा लागतो. कधी कधी आपली प्रतिकारक्षमताच आपल्या पेशींवर आणि उर्तीवर हल्ला चढवते. प्रतिकारक्षमता शरीरविरोधी काम करू लागल्यानं संधिवातासारखा आजार होतो. काही लोकांमध्ये मलेरियाविरोधी जनुके असतात परंतु ह्याच जनुकांमुळे सिकल सेल अॅनिमिया (लाल पेशींची रचना बदलल्याने होणारा पंडुरोग) होतो. प्रत्येकच जीव कुठल्या ना कुठल्या बाबतीत अपूर्ण असतो. खरंतर पूर्णत्व म्हणजे तरी काय? माणसाला मासे, चिमण्या किंवा माकडांपेक्षा जास्त विकसित म्हणता येईल कां? की मासे पाण्यात राहू शकतात किंवा चिमण्या उडू शकतात म्हणून त्यांना जास्त विकसित म्हणता येईल? माणूस जास्त विकसित की मधमाशा? माणसाला मध बनवता येत नाही की उडता येत नाही. माणसाची संख्या या दुनियेत सर्वात जास्त नाहीये की माणूस सर्वात वेगवान किंवा सर्वात मजबूत म्हणून ओळखला जात नाही. त्याचा मेंदूसुद्धा सर्वांपेक्षा मोठा नाहीये. मग माणूस सर्वोत्कृष्ट का मानायचा? म्हणूनच डार्विन म्हणतो एक जीव दुसऱ्यापेक्षा जास्त विकसित आहे असं म्हणणं असमंजसपणाचं होईल.

## जैव विकास म्हणजे पुनर्जन्म का ?

पूर्वापार अशी समजूत आहे की, एका जीवाच्या मृत्यूनंतर त्याचा आत्मा दुसरे शरीर धारण करतो त्यामुळे सगळीच सजीवसृष्टी वनस्पती, प्राणी आणि हवा, पाणी, माती यांचा परस्परांशी संबंध असतो. सर्वजण जीवसृष्टीच्या नियमांनुसार जगतात. प्रत्येक आत्मा जीवनचक्रात फिरत असतो. पण पुनर्जन्म ही भौतिक वास्तवात घडणारी घटना नसून तिचा संबंध आत्म्याशी आहे असं मानलं जातं. आधुनिक विज्ञानानुसार जी तत्त्वं मान्य केली गेली आहेत त्यात आणि पुनर्जन्माबद्दलच्या पारंपरिक श्रद्धेत खूप फरक आहे. वैज्ञानिक संशोधनानुसार संपूर्ण प्रजातीच्या गणसंख्येच्या गुणधर्मात बदल होत जातात. एकाच वेळी एकाच ठिकाणी वाढणाऱ्या एकाच प्रकारच्या सजीवांच्या समूहाला त्या प्रजातीची गणसंख्या म्हणता येईल. एका प्रकारच्या सजीवांचा समूह दुसऱ्या ठिकाणच्या समूहासारखा नसतो. आणि एका समूहामधेही विविधता दिसून येते. खरंतर ह्या वैविध्यामुळेच सजीवसृष्टी टिकून आहे. काही सजीवांच्या एखाद्या समूहात एखादं वेगळं वैशिष्ट्य दिसायला लागतं. काही वेळा हा वेगळेपणा इतक्या प्रमाणात वाढतो की ह्या सजीवांचे आपल्या मूळ प्रजातीबरोबर प्रजननसंबंध राहू शकत नाहीत. आणि मग अशा वेगळ्या वैशिष्ट्यांसह वेगळी प्रजाती निर्माण होते.

जीवसृष्टीतलं परिवर्तन आणि त्याचे प्रभाव बघितले की मग आपल्याला कळतं की जीवसृष्टी विकास पावते आहे. जीवसृष्टीच्या विकासाच्या ह्या संकल्पनेइतकं जीवशास्त्रात काहीही अर्थपूर्ण नाहीये !



ब्रिटनमधील पतंगांबाबतीत वरील चित्रात औद्योगिककरणाच्या आधीची परिस्थिती दाखवली आहे तर खालील चित्रात प्रदूषणामुळे बदललेली परिस्थिती दाखवली आहे.



करण्यासाठी गॅलापॅगोस बेटे, दक्षिण अमेरिका व इतरत्र भरपूर प्रवास केला. त्यांना असं दिसलं की प्राणी जेव्हा एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी स्थलांतर करतात, तिथे वस्ती करतात, त्यांचं पर्यावरण बदलतं, जगणं बदलतं त्यानुसार त्यांचं रंग-रूप नवनवीन प्रकारे विकसित होत जातं. अनेक दशकांच्या कष्टपूर्वक अभ्यासातून 'ऑन द ओरिजिन ऑफ स्पिशीज' ह्या पुस्तकाची निर्मिती झाली. शिवाय इतर अनेक प्रकाशनांच्या अभ्यासातून, त्या काळातले वैज्ञानिक, विचारवंत यांच्याशी चर्चेतून, डार्विन अशा निष्कर्षापर्यंत आले की जीवसृष्टीतील कोणतीही गोष्ट कायमस्वरूपी नसून तिच्यात सतत विकास आणि बदल होत असतात. डार्विनच्या ह्या नव्या संशोधनाने धर्मसमजुतींना आव्हान दिले.

आता आपल्याला माहित झाले आहे की रसायनांच्या प्रक्रियांमधून जीवसृष्टी निर्माण झाली. जसजसा तिचा विकास झाला तसतशी चेतना व जाणिवाही विकसित झाल्या. आधुनिक साधनांच्या मदतीने प्राण्यांवर

केलेल्या प्रयोगांच्या साहाय्याने प्राण्यांमधील चेतासंस्थेचे कार्य कसे चालते, हे आपण समजून घेत आहोत. इतकंच नाही तर अत्यंत गुंतागुंतीच्या मानवी चेतासंस्थेचे कार्यसुद्धा तशाच भौतिक रासायनिक प्रक्रियांच्या स्वरूपात समजून घेता येईल. जीवनाच्या उत्पत्तीची ही समजूत हे स्पष्ट करते की जीवन आपल्या आत्तापर्यंतच्या कल्पनांपेक्षा कितीतरी अधिक गूढ आणि अनाकलनीय आहे. डार्विनच्याच शब्दात सांगायचं तर अतिशय साधीसुधी सुरुवात होऊन त्यातून अगणित सुंदर व अद्भूत जीव निर्माण झाले व पुढेही होत राहतील. ▲▲

लेखक : कॅरन हॅडॉक, पुण्याच्या महिंद्र इंटरनॅशनल स्कूल येथे बायोफिजिक्स शिकवतात.

हिंदी अनुवाद : मनोहर नोतानी, इंजिनियर, गेली २० वर्षे अनुवाद आणि संपादन कार्यात सहभागी.

मराठी अनुवाद : वैशाली डोंगरे, प्रयास पुणे यांच्या आरोग्य गटात कार्यरत.



## एक जत्रा वेगळ्या प्रकारची

लेखक : संदीप दिवाकर ● अनुवाद : नागेश मोने

कितीतरी विविध प्रकारच्या कृती करून गणित शिकता येतं हे आता सगळ्यांना समजलंय. पण या लेखातलं पुढचं वर्णन वाचल्यावर तुम्हाला आश्चर्य व आनंद वाटे. अशासाठी की गणिताची सुद्धा जत्रा भरवता येते!

जत्रा म्हटलं की आपल्या डोळ्यासमोर एक ठराविक दृश्य उभं राहतं. सजलेली हरत-हेची दुकानं, खाण्याच्या पदार्थांची दुकानं, टपऱ्या, झोपाळे, फुगेवाला, बासरीवाला, गर्दी असं बरंच काही. पण आंध्र प्रदेशातल्या चित्तूर जिल्ह्यात एक निराळीच जत्रा आम्ही पाहिली

विशेष म्हणजे ती एका शाळेत भरली होती!

दुपारी जेव्हा आम्ही शाळेत पोहोचलो तेव्हा मुलांनी आमचं स्वागत केलं. एक जण सर्वांना नाव, पत्ता विचारत होता, त्याची नोंद करून ठेवत होता. एक मुलगी कार्डावर माहिती नोंदवून प्रत्येकाला कार्ड देत होती.

शाळा तर अशी सजवली होती की विचारूच नका! मुलांच्या चेहेऱ्यावर असा काही आनंद दिसत होता की जणू दृष्ट लागावी! गणित जत्रेबद्दल त्यांच्या मनात खूपच आत्मीयता जाणवत होती. मुलांनी काही दुकाने लावली होती. चण्या-फुटाण्याचे दुकान, नारळाच्या पाण्याचे दुकान, फुग्याचे दुकान अशी विविध दुकाने! कितीतरी मुलं आपापल्या कामात गर्क होती, आलेल्यांना सामावून घेत होती. आम्हीही त्यात सहभागी झालो.

### मुलांनी उंची मोजली!

काही मुलं एक दोन व्यक्तींच्या भोवती जणू घेराव घालून उभी असल्याचं मला दिसलं. माझं कुतुहल चाळवलं गेलं. तिथं गेलो तर एका मुलानं माझं स्वागत केलं. दुसऱ्यानं मला कार्ड मागितलं आणि

शेजारच्या भिंतीलगत मला खेटून उभं केलं. तिसऱ्यानं शेजारची खुर्ची ओढली त्यावर उभे राहून, हातातली पट्टी माझ्या डोक्यावर ठेवून म्हणाला ५ फूट ३ इंच ! कार्डावर नोंद केली गेली आणि कार्ड मला परत दिलं गेलं. बोला, तुमचं वजन किती!

शेजारच्या गटातील मुलं आपापल्या कामात गुंतून गेली होती! एक मुलगा पुढं आला, त्यानं कार्ड मागितलं आणि दुसऱ्यानं वजन मोजण्याच्या यंत्रावर मला उभं रहायला सांगितलं. वजन सांगितलं गेलं आणि एकानं कार्डावर नोंद केली. भिंतीवर एक तक्ता होता. आपल्या वय/ उंचीनुसार वजन किती वजन हवं हे एका मुलीनं सांगितलं, माझं कार्ड मला परत दिलं. मला मौज वाटायला लागली!





### पटपट, बिया मोजा

एका गटात काही मुली होत्या. त्यांच्या कडं छोट्या डब्यांमध्ये चिंचोके होते. एक मुलगी पुढं आली. डबीतले एकेक चिंचोके करत दुसऱ्या डब्यात टाकायचा हा खेळ होता. एका मिनिटात कोण जास्तीत जास्त मोजते आहे असा हा खेळ. मी एका मिनिटात ४५ चिंचोके मोजले. एका मुलीनं कार्डावर त्याची नोंद केली, दुसरीनं तिच्याकडच्या वहीत त्याची नोंद केली.

### रूपये-पैसे मोजणे

शेजारच्या एका गटात रूपये पैसे मोजण्याचा खेळ सुरू होता. १०, २०, २५, ५० पैशाची नाणी होती आणि १, २ रुपयांचीही नाणी होती. एका रिकाम्या डब्यात, नाणी

असलेल्या डब्यातील नाणी न बघता काढायची, एका वेळेला एकच, आणि मोजायची असा मजेशीर खेळ होता. समजा १० पैशाचं नाणं अगोदर काढलं आणि नंतर २५ पैशाचं तर म्हणायचं ३५ म्हणून . मग समजा १ रुपयाचं नाणं आलं तर म्हणायचं एक रुपया ३५ पैसे असं. १ मिनिटात अशी किती रक्कम जमा होते ते बघायचं, त्याची नोंद कार्डावर आणि वहीत करायची.

### उंचीचा अंदाज बांधायचा

एका ठिकाणी गटामध्ये लांबीचा / उंचीचा अंदाज बांधायचा एक मजेशीर खेळ होता. चार पाच लहान मोठ्या लाकडी पट्ट्या ठेवल्या होत्या. त्यावर अ, आ, इ, ई असं कागदावर लिहून चिकटवलेलं होतं. येणाऱ्या



## मापन जत्रा

स्थळ : भारत विद्यालय, चित्तूर, आंध्र प्रदेश

दिनांक : ..... प्रवेश क्रमांक .....

नाव : ..... शाळा / संस्थेचे नाव .....

गाव : ..... वय : ..... वर्षे .....

उंची : ..... फूट ..... इंच .....

वजन : .....कि ग्रॅ (आपले वजन ..... इतके हवे)

पावलाची लांबी : ..... से.मी.

१ फूट = पायाची लांबी + ..... बोटे

एक मिनिटात किती बिया मोजल्या : .....

एक मिनिटात किती रूपये मोजले : .....



प्रत्येकाला पट्टीची लांबी/उंची विचारली जायची व त्याचा अंदाज कागदावर / कार्डावर नोंदवला जायचा. मी एका मुलीला विचारलं की प्रत्यक्षात किती लांबी आहे सांगा. तर ती म्हणाली, “आज आम्ही सगळ्यांना हा प्रश्न विचारणार आहे आणि याचं खरं उत्तर उद्या आमच्या शाळेत तुम्हाला मिळेल.”

थोडं पुढच्या बाजूला वजनाचा अंदाज बांधण्याचा खेळ होता. एक दगड होता, एक नारळ होता आणि एक भोपळा होता. एका मुलीनं त्यांच्या वजनाचा अंदाज बांधायला सांगितला, कार्डावर नोंद केली व वहीतही नोंद केली. मजा येत होती या सगळ्यांत.

**मोजा : पाणी किती मावत असेल ?**

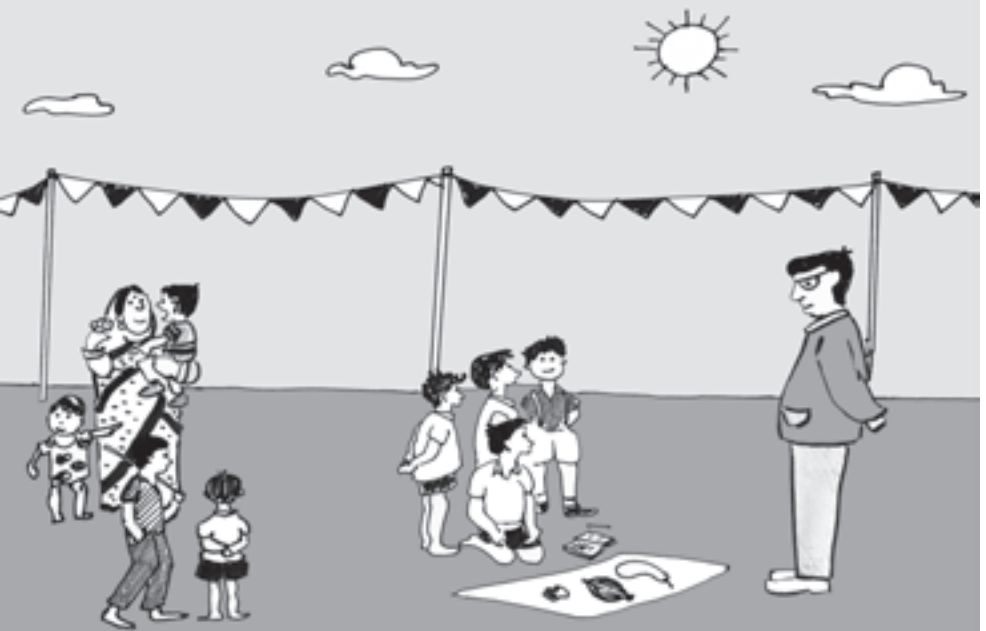
शीर्षकावरूनच तुमच्या लक्षात आलं असणार खेळ मनोरंजक असणार म्हणून. एका

बाकावर एक पाण्याचे पिंप आणि बादली ठेवली होती. बादलीत किती लिटर पाणी मावेल आणि पिंपात किती लिटर — एक विद्यार्थी येणाऱ्या प्रत्येकास विचारत होता. लोकांचा अंदाज कार्डावर आणि वहीत नोंदवला जात होता. किती ‘मग’ पाणी बादलीत मावेल? एका मगात किती पाणी मावते असे भरपूर प्रश्न त्यातून निर्माण होत होते. आपापला अंदाज योग्य की अयोग्य हे प्रत्येकाने पडताळून पहायचे होते.

बाब नेहमीचीच पण इतका आणि असला विचार कुणी केलाय या अगोदर ?

**रूंदी आणि उंची समान आहे !**

एका भिंतीवर एक आडवी पट्टी लावली होती. त्यावर मोजण्याच्या खुणा होत्या. तिथल्या एका मुलानं मला विचारलं, “तुमची उंची किती ?” म्हटलं, पाच फूट तीन इंच, “मग तुमची एकूण रूंदी तितकीच असणार,” एक





मुलगा लगेच म्हणाला. मला कळेचना, एकूण रूंदी ही काय भानगड आहे? तो म्हणाला, “तुमचे दोन्ही हात असे लांब करा. तुमच्या एका हाताचा मधल्या बोटाच्या टोकापासून, दुसऱ्या हाताच्या मधल्या बोटाच्या टोकापर्यंतची लांबी म्हणजे तुमची एकूण रूंदी! प्रत्यक्षात मोजली तेव्हा ती उंची इतकीच भरली!

मग आम्ही मुलांनी लावलेल्या निरनिराळ्या दुकानात गेलो. कुणाला शहाळ्याचे पाणी तर कुणाला बिस्किटे हवी होती. कुणाला चणे-फुटाणे तर कुणाला रंगीबेरंगी फुगे हवे होते. सगळी मुलं, दुकानदार झालेली, मोठ्या आत्मविश्वासाने व्यवहार सांभाळत होती. पैसे देण्या-घेण्यात कुणी अजिबात चूक करित नव्हते.

या आगळ्या-वेगळ्या जत्रेने आम्ही खूपच प्रभावित झालो. ज्या शिक्षकांच्या मार्गदर्शनाने व प्रेरणेने हे घडले होते त्यांना भेटण्याची आम्हाला इच्छा झाली. त्यांना भेटलो. “समाजाला शाळेशी जोडण्याचा हा एक अनोखा मार्ग आहे,” त्या म्हणाल्या. “ज्यांची मुलं शाळेत येत नाहीत अथवा कमी येतात अशा पालकांशी अनौपचारिक गप्पा होतात. आपली मुलं उपक्रमात सहभागी होतात याचं पालकांना अप्रूप असतं.”

मुलांचे गट बनवताना छोटी-मोठी मुलं एकत्र केली जातात. छोट्या मुलांना लहान सहान कामं तर मोठ्यांना थोडी मोठ्या स्वरूपाची कामं दिली जातात. आलेल्यांचे स्वागत करणे, त्यांच्याशी गप्पा मारणे अशी छोटी कामं, तर मोजणे, त्याची नोंद करणे,

चर्चा करणे अशी कामं म्हणजे मोठी कामं.

जत्रेमधून बाहेर पडताना मला जाणवलं की कार्डावर माझ्या संदर्भातील कितीतरी माहिती जमा झालेली आहे. मुलांचा, शिक्षकांचा आनंद तर इतका जाणवत होता की आपल्यालाही त्यामुळे आनंद होत होता.

तुम्हाला कशी वाटली ही मापन जत्रा?

तुम्हीही प्रयत्न करा अशी जत्रा भरविण्याचा!

शोध यांची उत्तरे

- १) सर्वात जास्त व सर्वात कमी उंची कोणाची ?
- २) सर्वात अधिक व सर्वात कमी वजन कोणाचे ?
- ३) किती जणांचा उंची, वजन, घनफळाचा अंदाज योग्य होता ?
- ४) एका मिनिटात सर्वात अधिक बिया / रूपये कोणी मोजले ?

शैक्षणिक संदर्भ अंक ७१ मधून साभार

मूळ लेख : **संदीप दिवाकर** (राज्य शिक्षण केंद्र, मध्यप्रदेश, व्याख्याते)

चित्रे : **ऋचा टेंबे** (NID, अहमदाबाद)

मराठी-अनुवाद : **नागेश मोने**, प्रताप हायस्कूल सांगली येथे मुख्याध्यापक

### ‘प्रतिज्ञानेश्वर’ प्रकल्प

भारतातील अनेक राज्यात १२वीची गणित, रसायन, भौतिक, जीवशास्त्र विषयांची परीक्षा मराठीतून देण्याची सोय १९७७ पासून आहे. इतर काही राज्यात खूपजण ही परीक्षा मराठीतून देत असले तरी महाराष्ट्रात मात्र फार थोडेजण ही परीक्षा मराठीतून देत होते. समर्थ मराठी संस्थेने ही माहिती राज्यभर पोचवल्याने मार्च २०११ ला २५०० हून अधिक विद्यार्थ्यांनी ही परीक्षा मराठीतून दिली. इंजि./मेडि-सीईटी मराठीतून देता येते, याचा लाभ घेऊन त्यापेक्षा अधिक विद्यार्थ्यांनी सीईटीही मराठीतून दिली. या विद्यार्थ्यांना १२ वी आणि सीईटी अशा दोन्ही परीक्षेत चांगले यश मिळाल्याने मराठीतून परीक्षा देण्याचे प्रमाण वाढत आहे. याबाबत अधिक माहितीसाठी ५६६७७ या क्रमांकावर हा संदेश पाठवावा, असे आवाहत समर्थ मराठी संस्थेचे अध्यक्ष पा. अनिल गोरे यांनी केले आहे.

वरील सर्व विषय मराठीतून अधिक चांगले समजतात म्हणून या विषयांची पुस्तके नसतानाही मुले मराठीतून अभ्यास करून ही परीक्षा मराठीतून देण्याची धडपड करतात. संस्थेच्या ‘प्रतिज्ञानेश्वर’ प्रकल्पाच्या माध्यमातून मागील वर्षी वरील विषयांची मराठी पुस्तके प्रकाशित झाली. आता १२ वीची पुस्तकेही तयार होत आली असून १२ वी भौतिकशास्त्र पुस्तक बाजारात उपलब्ध झाले आहे. अनेक गावातील दुकानात अजून ही पुस्तके नाहीत, म्हणून ज्या कोणाला ही पुस्तके हवी असतील, त्यांना समर्थ मराठी संस्थेच्या माध्यमातून पुस्तके उपलब्ध केली जातील. विद्यार्थ्यांचे गट, शाळा, कनिष्ठ महाविद्यालये यांनी एकत्रित मागणी नोंदवली तर किंमतीत सवलत आणि विनामूल्य पाठवणी अशी व्यवस्था संस्था करेल.

गरजू आणि हुशार विद्यार्थ्यांपर्यंत ही पुस्तके पोचवण्याची ज्यांना इच्छा असेल त्यांनी आणि थेट विद्यार्थ्यांनी संपर्क साधावा.

प्रा. अनिल गोरे, समर्थ मराठी संस्था, ७०५ बुधवार पेठ, पुणे ४११ ००२.

भ्रमणध्वनी ९४२२००१६७१, वीपत्ता [marathikaka@gmail.com](mailto:marathikaka@gmail.com)



लेखक : रिनचिन ● अनुवाद : प्रीती केतकर

शाळा सुटल्यावर घरी जाताना मगन शबरीला शोधत होता. पण बहुतेक ती आधीच निघून गेली होती. कारण पुढेही कुठे ती दिसत नव्हती आणि मागून येणाऱ्या मुलांच्या घोळक्यातही दिसत नव्हती. जे काही घडलं होतं त्यानंतर तिला कोणाशीच बोलण्याची इच्छा नसणार. एक सुस्कारा टाकून मगन चालायला लागला. समोर पसरलेल्या डोंगररांगा आणि डोंगरापलीकडच्या घरांच्या दिशेने जाताना तो स्वतःच्याच विचारात बुडून गेला होता.

दुपारच्या कडक उन्हात इतक्या दूर चालत जायचं म्हणजे शिक्षाच होती. शबरी त्याच्यासाठी थांबली असती तर किती बरं झालं असतं !

सकाळी जेव्हा गुरुजींनी वर्गात येऊन विचारलं, “बाहेरच्या फळ्यावर ते कोणी लिहिलंय ?” तेव्हा ह्या सगळ्यांची सुरुवात झाली होती. सगळ्यांनाच हा प्रश्न पडला की काय लिहिलंय... आणि गुरुजींनी काही म्हणायच्या आत जवळजवळ सगळी शाळा बाहेर धावली. तिथे मोठ्यामोठ्या अक्षरात

लिहिलं होतं - 'नवीन गुरुजी खोटारडे आहेत.' सगळ्या मुलांचा श्वास रोखला गेला. काही जणांना वाटत होतं की त्यांच्या तोंडून आता हसू बाहेर फुटणार ! पण गुरुजी मागे उभे होते आणि हसण्याचा परिणाम चांगला होणार नाही हे सगळ्यांनाच माहित होतं. कारण नवीन गुरुजींचे हात चांगलेच 'चालत' असत.

मागे उभ्या असलेल्या मोठ्या गुरुजींनी बाला गुरुजींना सगळ्या मुलांना आत घेऊन जायला सांगितलं आणि नवीन गुरुजींना त्यांच्याबरोबर हातपंपाजवळच्या झाडाखाली यायला सांगितलं. नवीन गुरुजी ज्या पद्धतीनं हेडसरांशी बोलत होते त्यावरून असं वाटत होतं की ते खूप रागावले आहेत. सगळ्या मुलांना शिक्षा केली जावी अशी त्यांची इच्छा असणार हे उघडच होतं. ते म्हणत होते की सगळ्यांना फोडून काढलं पाहिजे. हे लोक इथे आपल्या शिक्षकांचा असाच मान राखतात का ? मोठेपणी ही सगळी मुलं त्यांच्या अडाणी आईबापांसारखीच होणार. आम्ही जर त्यांना मोठ्यांचा आदर करायलाही शिकवू शकत नसलो तर इतकी सगळी मेहनत घेऊन काय उपयोग ? ते मोठमोठ्यांनं बोलत होते. आणि तिकडे कान लावून बसलेल्या मुलांना त्या शब्दांमधे भरलेला कडवटपणा आणि तुच्छता सगळं ऐकू येत होतं.

बाहेर जाणाऱ्या मुलांना अडवत बाला गुरुजींनी सगळ्या मुलांना आतल्या वर्गात बसवलं. मग घसा खाकरला आणि मुलांना

विचारलं, "कोणी लिहिलंय ते ? ही काय चांगली गोष्ट आहे का ?" मुलं चुपचाप बसली होती. बाला गुरुजी मुलांच्यातलेच एक वाटतील इतके वयानं लहान होते त्यामुळे ह्यापेक्षा जास्त काही बोलण्याचं सामर्थ्यच त्यांच्यापाशी नसावं. थोडावेळ ते गप्पच बसले. आता काय करावं हे न समजून त्यांनी मुलांना हिंदीचं पुस्तक काढायला सांगितलं आणि दुर्गीला तिसरा धडा मोठ्यानं वाचायला सांगितलं. तिच्या र ट फ करत वाचण्याशी जुळवून घेत सगळी मुलं मनातल्या मनात वाचत होती.

शबरीच्या पुस्तकात बघण्याच्या मिषानं मगननं तिच्याकडे चोरट्या नजरेनं पाहिलं. फळ्यावरचं तिनंच तर नव्हतं ना लिहिलं ? कारण हा सगळा किस्सा आज सकाळी नाही, बऱ्याच दिवसांपूर्वी सुरू झाला होता. खास करून पाचवी आणि आठवीच्या मुलांना नवीन गुरुजींनी गणित शिकवायला सुरुवात केली तेव्हा. हे गुरुजी नवीनच आले होते. ते जवळच्या एका खेड्यात राहात होते आणि मोटरसायकलवरून शाळेत यायचे. बरेचदा त्यांना उशीर व्हायचा. मुलांशी ते वाईट वागायचे. ते मुलांवर फक्त हिंदीतून बोलायची सक्ती करायचे. बाकीचे शिक्षक भाषेच्या बाबतीत इतके कडक नव्हते. ते मुलांना त्यांच्या बोलीभाषेत समजावून सांगायचे. मुलं आपसात त्यांच्या बोली भाषेत बोलली तरी ते रागावत नसत. पण हे गुरुजी वेगळे होते. मगन बाला गुरुजींशी त्यांच्या भाषेत बोलताना

पकडला गेला तेव्हा त्याला कान पिरगाळत नवीन गुरुजी बाला गुरुजींना म्हणाले, “जर मुलं हिंदी बोलायला शिकली नाहीत तर शाळा काढण्याचा आणि ह्या सगळ्या शिक्षणाचा काय उपयोग ?” मुलांनी त्यांच्या भाषेचा उपयोग करायला बाला गुरुजींची काहीच हरकत नव्हती हे सगळ्यांना माहीत होतं. कारण शेवटी ती त्यांचीही भाषा होती. आणि ते ती सहज वापरू शकत. पण नवीन गुरुजी बोली भाषेला तुच्छ लेखत असल्यामुळे तेही शाळेत जास्त करून हिंदीतच बोलायला लागले होते.

ह्या सगळ्या कारणांमुळे नवीन गुरुजी कोणालाच आवडत नव्हते. मारण्यासाठी हात

आणि हिडिसफीडिस करायला त्यांची जीभ अगदी कायमच तयार असायची. त्यामुळे बऱ्याच मुलांनी संधी मिळाली की त्यांना धडा शिकवायची शपथ घेतली होती. पण त्यांना माहीत होतं की ह्या गुरुजींना मुद्दाम त्यांच्या शाळेत पाठवलं होतं. कारण गेल्या वर्षी आठवीच्या बोर्डाच्या परीक्षेत एकही विद्यार्थी पास झाला नव्हता. जास्त करून गणित आणि इंग्रजीमधेच मुलं नापास झाली होती. ह्यावर्षी थोडीतरी मुलं पास व्हावीत यासाठी विशेष शिक्षक म्हणून त्यांची नियुक्ती झाली होती. त्यामुळे इतर शिक्षकच काय पण हेडमास्तरही त्यांच्यापुढे दबून असत.

नवीन गुरुजींची शिकवण्याची पद्धत



अगदी साधी सरळ होती. त्यांच्याजवळ एक टिपणवही होती. त्यात गणितं सोडवलेली होती. ते ती गणितं फळ्यावर लिहायचे. मुलांनी ती पाठ करायची. याच पद्धतीची दुसरी गणितं सोडवता यावीत म्हणून गणितं सोडवण्याची रीतही पाठ करायची. नवीन शिक्षकांच्या शिकवण्याच्या पद्धतीची मुलांना हळुहळू सवय होत होती. काय केलं, कसं बोललं म्हणजे त्यांचा राग ओढवून घ्यावा लागणार नाही हे ती शिकत होती. इतकं करूनही नवीन गुरुजी रागावणार नाहीत याची खात्री नसे. त्यामुळे इतकी काळजी घेऊनही मुलांवर बरेचदा मार खाण्याची वेळ यायची.

काल गुरुजींचा मूड खराब होता. म्हणजे रोज जितका असतो त्यापेक्षाही खराब. त्यांचं तोंड आणि हात चाबकासारखेच चालत होते. गुरुजींनी आपली टिपणवही काढण्यासाठी आपल्या झोळीत हात घातला पण ती मिळाली नाही. त्यांनी शबरीकडे पाहून ती वही मागितली. “वही माझ्याकडे नाहीये गुरुजी.” शबरीनं जराही वेळ न घालवता स्वच्छ सांगून टाकलं. “तुझ्याजवळ नाहीये ? काल नाही का तू माझ्याकडून नेली होतीस ? “नाही गुरुजी, मी मागितली होती पण तुम्ही नंतर देईन असं म्हणालात. पण घायला विसरलात.” “मी दिली होती तुला वही. खोटारडी कुठली.” गुरुजींनी शबरीला काही बोलायचा अवसर न देताच एक थोबाडीत मारली. “तुम्ही सगळे असेच आहात, चोर !” असं म्हणून ते सगळ्यांची दप्तरं

ठेवली होती तिथे गेले. त्यांनी दुसऱ्या एका मुलाला शबरीचं दप्तर उपडं करायला सांगितलं. तिच्या दप्तरातलं सगळं सामान खाली पडलं, तिचा खडू, पाटी, एक पेन्सिलचा तुकडा आणि दोन वह्या - एक गणित आणि इंग्रजीची आणि दुसरी विज्ञान, समाजविज्ञान आणि हिंदीची. सगळ्या वस्तू फरशीवर पडल्या होत्या - सगळ्यांच्या समोर - पण टिपणवही नव्हती. शबरी धावतच तिच्या दप्तरापाशी गेली. तिच्या डोळ्यात राग होता. “टिपणवही माझ्याजवळ नाहीये गुरुजी. तुम्ही आमच्यापैकी कोणालाच ती दिली नाहीत. तुमच्या झोळीतच असेल, परत बघा.” थोडा स्वतःचा बचाव करत थोडं समजावून सांगत ती हे सगळं एका दप्तरात बोलली.

तिनं हे बोलायचा अवकाश की गुरुजींचा चेहरा लाल झाला. “आता तू मला सांगणार की मी काय करायचं ते ? तुझं म्हणणं आहे मी खोटं बोलतोय ?” “नाही गुरुजी मला तसं नव्हतं म्हणायचं.” ती अडखळत बोलली. बाकीच्या मुलांकडून समर्थन मिळावं म्हणून त्यांच्याकडे बघत ती पुन्हा म्हणाली, “मी बरोबर बोलत्येय.” तेव्हा पाठीमागून गज्जन म्हणाला, “गुरुजी, तुम्ही परत एकदा तुमच्या झोळीत बघा. मिळेल एखादवेळेस.” हे तो परिस्थिती सावरून घेण्याच्या उद्देशानं समजुतीच्या सुरात बोलला. गज्जन वर्गात सर्वात मोठा होता, शाळेचा सहाय्यकही होता. आणि बरेचदा तो वडीलकीची भूमिका





कशाचीच पर्वा नव्हती. त्यामुळे त्यांनी गज्जनला दोन थपडा लगावल्या. एक गालावर बसली आणि एक मान आणि खांद्याच्या मध्ये कुठेतरी लागली. आता गुरुजी भयंकर रागावले होते. सगळी मुलं घाबरून गेली. ती काय करू शकत होती ? कोणीही काहीही बोलणं म्हणजे गुरुजींच्या माराला आमंत्रण दिल्यासारखंच होतं. आता नेमकं काय करावं हे न समजून गुरुजीही थोडावेळ नुसतेच उभे राहिले. मग मुलांकडे एक नजर टाकून बाहेर गेले. शबरी मुसमुसून रडत होती. तिला मार खायची सवय नव्हती. ती अगदी शांत आणि आज्ञाधारक मुलगी होती. कोणतेही शिक्षक तिला कधीच काही म्हणत नसत. गज्जनं

तरी प्रयत्न केला. बाकी कोणाची हालचाल करण्याचीसुद्धा हिंमत झाली नाही. गुरुजी परत आले तर ?

आणि शबरी एकाएकी अंगात बळ संचारल्यासारखी धावत गुरुजींच्या झोळीपाशी गेली आणि तिने ती उघडली. “तू हे काय करत्येस ?” मगन न राहवून पळत तिच्याजवळ गेला. गज्जनही पुढे झाला पण तोपर्यंत शबरीनं झोळी उलटी केली होती आणि रजिस्टर, पेन, टॉवेल आणि गॉगलबराबेर टिपणवहीसुद्धा जमिनीवर पडली. अगदी मगनच्या पायाजवळ. “बघ, मी म्हटलं ना, मी खोटं बोलत नव्हते.” शबरी म्हणाली. तिचा आवाज कापत होता.



वही घेऊन ती गुरुजींकडे निघालीच होती पण गज्जननं तिला थांबवलं. मगन काही न बोलता पुस्तकं आणि इतर वस्तू परत गुरुजींच्या झोळीत ठेवायला लागला. गज्जन म्हणाला, “वेडी आहेस का ? तुला काय वाटलं गुरुजींना हे आवडेल ?” “पण हे खरं आहे.” शबरी म्हणाली, “बघा, माझं नाही, गुरुजींचंच चुकलं होतं.” गज्जन म्हणाला, “कुठे फरक पडतो ? ते गुरुजी आहेत. आम्ही त्यांना सांगितलेलं त्यांना आवडणार नाही. ते आणखी मारतील. त्यापेक्षा जाऊ दे झालं.”

“ते येतायत हं !” कोणीतरी इशारा दिला. तेव्हा मगन भराभरा शेवटची वस्तू झोळीमध्ये ठेवून झोळी खुर्चीला अडकवून मुलांच्यात जाऊन बसला. त्या गडबडीत जाताजाता तो एका मुलाच्या अंगावर पडला. गुरुजी परत आले तेव्हा शांत दिसत होते. पण जेव्हा त्यांनी खुर्चीकडे पाहिलं तेव्हा त्यांच्या लक्षात आलं की मुलांनी त्यांच्या झोळीमध्ये उचकाउचकी केल्या. आता स्फोट होणार म्हणून मुलं श्वास रोखून बसली होती. पण काही झालं नाही. खुर्चीत न बसता फळ्यावर ते एक प्रश्न लिहायला लागले. जेव्हा ते

बोलले तेव्हा त्यांचा आवाज अडखळत होता. फळ्यावर प्रश्न लिहून सगळ्यांना तो सोडवायला सांगितला. मगनला असं वाटलं की त्याला प्रश्न पुरता समजण्यापूर्वीच गुरुजींनी सगळ्यांना पाट्या समोर ठेवायला सांगितल्या. त्यांच्या हातात छडी होती आणि ते एका मागून एक पाट्या बघत उत्तर बरोबर आहे की चूक ते तपासत होते. कोणाचंच उत्तर बराबर नव्हतं. त्यांनी दिलेल्या वेळात प्रश्न सोडवणं कसं शक्य होतं? पण गुरुजींना त्याच्याशी काही कर्तव्य नव्हतं. “उत्तर नाही आलं? करा हात पुढे.” प्रत्येक हातावर दोनदोन छड्या बसल्या. अशा तऱ्हेनं वीस मुलांना मारून गुरुजींनी छडी फेकली आणि आपली झोळी उचलून चालते झाले.

शबरी आणि इतर सर्वजण आपले दुखरे हात मांड्यांवर चोळत उभे राहिले. ह्यापूर्वी त्यांनी कधी छडी खाल्ली नव्हती असं नाही. पण दिवसभर जे काही घडलं होतं त्याच्या पार्श्वभूमीवर ही गोष्ट सहन करता येत नव्हती. पण ती काही करूही शकत नव्हती. थोडा वेळ ती चुळबुळत राहिली. मग कोणीतरी शबरीला म्हटलं, “सगळं तुझ्यामुळे झालं. कुणी सांगितलं होतं त्यांच्या झोळीला हात लावायला?” “अरे, तिचं काय चुकलं? चूक गुरुजींची होती. कोणत्याही परिस्थितीत त्यांनी आपल्याला मारलंच असतं.” – कोणी काही कोणी काही बोलायला लागले. हळुहळू सगळेच आपसात तू-तू-मी-मी करायला लागले. सगळेजण गुरुजींनी केलेला अपमान

विसरले. गुरुजींनी अन्याय केला तरी मुलं प्रतिकार करू शकत नव्हती. त्यापेक्षा ही बरोबरीच्यांशी लढाई त्यांच्या आवाक्यातली होती. म्हणजे एका परीनं आपसात भांडून त्यांनी गुरुजींवरच्या रागाला वाट करून दिली.

मगनला वाटलं की शंकर असता तर त्यानं काहीतरी मार्ग काढला असता. चलाखी करून, हसतखेळत. पण शबरी वेगळी होती. स्पष्टवक्ती आणि प्रत्येक गोष्ट गंभीरपणे घेणारी. आता वर्गातल्या मुलांच्या भांडणाला कुस्तीच्या मॅचचं स्वरूप आलं होतं. मुलं आता मजेत मस्ती करत होती. शबरी थोडा वेळ सगळं बघत उभी राहिली आणि मग आपलं दमर घेऊन निघून गेली. त्या दिवशीही मगन एकटाच घरी गेला.

...आणि आज फळ्यावर ते लिहिलेलं... ते बघून मोठे सर (मुख्याध्यापक) आणि नवीन गुरुजींच्यात बराच वेळ चर्चा झाली. मग ते दोघं आत आले. मोठ्या सरांनी विचारलं, “बोर्डवर ते कोणी लिहिलं, कोणी सांगेल का?” सगळे गप्प होते. “मी सगळ्यांनाच शिक्षा द्यावी अशी तुमची इच्छा आहे का? ज्यानं केलं असेल त्यानं आपली चूक कबूल केली पाहिजे.” सगळे गप्प. नवीन गुरुजी म्हणाले, “हे बघा, बघा... ही सगळी मुलं खोटारडी आणि चोर आहेत. आणि चूक ती कबूल करतील असं वाटतंय तुम्हाला? सगळ्यांना हाडं मोडेस्तोवर मारलं पाहिजे.” ते बोलतच राहिले असते पण त्यांना अडवत मोठे गुरुजी मुलांजवळ येत

म्हणाले, “ह्या वर्गातली सगळी मुलं खोटारडी आहेत ? ज्यानं लिहिलंय त्यानं हात वर करावा.” त्यांच्या आवाजात एक कळकळ होती. शबरीनं हात वर केला. मगनची शंका खरी निघाली. मोठ्या गुरुजींनी सगळ्यांना बाहेर पाठवलं. फक्त शबरी आणि दोन्ही गुरुजी आत होते.

शेवटी जेव्हा ते बाहेर आले तेव्हा शबरी चुपचाप हँडपंपाच्या दिशेनं गेली. मगन धावत तिच्यामागे गेला आणि विचारलं की काय झालं. पण शबरी गप्पच होती. मगननं पंप चालवून पाणी काढलं. पाणी पिऊन स्कर्टला तोंड पुसत शबरी म्हणाली, “खरं काय आहे यानं काही फरक पडत नाही. गुरुजींचं नेहमीच बरोबर असणार. मला ह्या सगळ्याबद्दल तिरस्कार वाटतो. मला आता शाळेत यावंसं नाही वाटत.”

आता एवढं सगळं झाल्यावर ती त्याच्यासाठी कशी थांबणार ? हे मगन समजू शकत होता. तिचं बरोबर होतं. आणि बरोबर आहे म्हणून शिक्षा देणं चुकीचं आहे. मोठ्यांच्या राज्यात मुलं म्हणून राहायची वेळ येणंच चुकीचं आहे. अशा विचारात मगन घरी पोचला.

दुपारी तो आईला घरकामात मदत करत होता पण त्याचं मन मात्र दूर, शबरीच्या बरोबर होतं. दोस्तीमध्ये हीच अडचण असते तुमच्या दोस्ताला लागलं, तो उदास असला की तुम्हालाही अस्वस्थ वाटतं. आईनं त्याला आणखी एक घागर पाणी आणायला

सांगितलं तेव्हा त्याला वाटलं की आता तरी त्याला नशिबाची साथ मिळाली. हँडपंपाच्या समोरच शबरीचं घर होतं.

मगन उतारावरून धावत धावत हँडपंप सोडून सरळ शबरीच्या घरी गेला. शबरी एका कोपऱ्यात बसून चित्र काढत होती. तिची आई आत काम करत होती. त्याला वाटलं की त्याला कोपऱ्यात बसलेल्या शबरीशी बोलता येईल. पण काय आणि कसं बोलावं ते कळत नव्हतं. ती खूप उदास दिसत होती. त्याला तिला एवढंच सांगायचं होतं की तिनं जे काही केलं ते का केलं, तिचा राग, हे सगळं तो समजू शकतो. पण त्याला माहित होतं की तो हे नीट सांगू शकणार नाहीये म्हणून थोडावेळ तो गप्प बसला.

शबरीच्या आईनं दोघांना कोपऱ्यात बसलेलं बघितलं. “शबरी, मगनबरोबर जा आणि या भाजीच्या गड्ड्या त्याच्या घरी देऊन ये. मी त्यांच्यासाठीच आणल्या होत्या पण द्यायच्या राहून गेल्या.” मगनचा स्वतःच्या नशिबावर विश्वास बसेना. आता शबरीला त्याच्याबरोबर त्याच्या घरी यावं लागेल. तेव्हा कदाचित तो तिला आपलं म्हणणं सांगू शकेल. शबरी अनिच्छेनंच मगनबरोबर निघाली. दोघं मगनच्या घरी पोचली तेव्हा मगनची आई म्हणाली, “मी भाकरी करत्येय. या दोघं, गरमगरम खाऊन घ्या.” मगननं मोठ्या खुशीनं शबरीला चुलीजवळ बसवलं. आईनं दोघांना भाजी निवडायला सांगितली.

आई भाकरी करत होती आणि दोघं चुपचाप भाजी निवडत होती. थोड्या वेळानं आई म्हणाली, “काय शबरी, आजकाल शाळेत खूप अभ्यास करत असतेस, तुझं अक्षर अगदी चमकतं म्हणे.” ती हसऱ्या आवाजात बोलली, मग मात्र शबरीला राहवलं नाही, “माहित्येय काकू शाळेत काय झालं?” ... आणि पावसाची जोरदार सर पडावी तसं सगळं तिनं भडाभडा बोलून टाकलं. तिनं मगनकडे पाहिलंही नाही. एखादा टॉवेल पिळून काढावा तसं तिनं सगळं काही, बाकी काहीही न ठेवता सांगून टाकलं. मगनला बोलायची संधीच दिली नाही. “त्यांचं सगळं चुकीचंच होतं. पण गुरुजींबरोबर कसं भांडणार?” – शेवटी तो एवढंच बोलू शकला.

आई काही न बोलता भाकऱ्या करत होती. थोड्या वेळानं म्हणाली, “गुरुजींनी स्वतःची चूक मान्य करायला नकार दिला किंवा मोठ्या गुरुजींनी तुमची बाजू घेतली नाही यामुळे काही फरक पडत नाही.” “पण..पण...” दोघांनी त्यांना अडवायचा प्रयत्न केला पण आई बोलतच राहिली, “मला माहित्येय की गुरुजींचं चुकलं. पण ते ती मान्य करतील अशी तुमची अपेक्षा होती का?” दोघं गप्प राहिली. “तुमचे नवीन गुरुजी स्वतःची चूक कशी मान्य करणार? सगळ्यांसमोर त्यांचा अपमान नसता का झाला?” “आणि माझा अपमान झाला त्याचं काय?” शबरी चिडून म्हणाली,

“एकदा माफी मागायला त्यांचं काय जात होतं?”

“त्यांचा रुबाव नसता का कमी झाला? एका छोट्या मुलीसमोर झुकले असते तर त्यांचा धाक कसा राहिला असता?” त्यावर शबरी म्हणाली, “गुरुजींनी जे काही केलंय त्यामुळे मला त्यांच्याबद्दल आदर नाही वाटत.” “म्हणजे नुकसान कुणाचं झालं?” आईनं विचारलं आणि स्वतःच उत्तर दिलं, “गुरुजींचं!” त्यावर झटकन मगन म्हणाला, “कसं? त्यानंतरही त्यांनी आम्हाला मारलं आणि कोणी काही बोललं नाही.” “माहित्येय. पण त्यांनी काहीतरी गमावलंय... तुमचा आदर” आता शबरीच्या चेहऱ्यावर जराशी खुशी आली आणि तिनं हळूच मान हलवली. त्यावर मगनची आई पुढे म्हणाली, “पण तू माझा आदर मिळवलायस, आणि कदाचित आणखी काही लोकांचाही. जे लोक बहुतेक नवीन गुरुजींना वाईट वाटू नये म्हणून राग आल्याचं नाटक करत होते त्यांचा.” मगन आणि शबरीनं गोंधळून त्यांच्याकडे पाहिलं.

“पण मार तर आम्हालाच पडला ना!” शबरी म्हणाली. “म्हणे मार पडला” आईनं शबरीची नक्कल करत म्हटलं. त्यामुळे दोघं खूप चकित झाले आणि मग हसायला लागले.

“टीचरशी पंगा घेतलात तर मारच पडणार ना, का ते लाड करणारेत तुमचे?” आईही हसत म्हणाली. “त्यांची चूक सगळ्यांना



समजल्येय, म्हणूनच छडी चालवतायत तुमचे गुरुजी.” आईनं तव्यावरची भाकरी काढून अर्धे अर्धे दोन तुकडे केले, त्यावर गुळाचा खडा ठेवला आणि दोघांना दिली. त्यांनी ती पटकन खाऊन टाकली. रोज रोज थोडंच असं मिळत होतं !

“ठीक आहे, तुमचे नवीन गुरुजी वाईट आहेत, पण तुम्ही शाळेत न जाण्यानं काय होणार आहे ?” हे वाक्य आई जरा कडक आवाजातच बोलली मग लगेच हसत हसत शबरीला चिडवलं, “हे काय शबरी, इतक्यातच हरलीस ?” शबरीनं मान खाली घातली होती पण तिच्या डोळ्यातले भाव बदलायला लागले होते. दोघं मुकाट्यानं भाकरी खात होती. आणि हळू आवाजातच बोलत होती. जाताना शबरी बोलली काही नाही पण असं वाटत होतं की उद्या ती शाळेत

जाईल.

रात्री मगन पाणी प्यायला गेला तेव्हा ओट्याजवळच्या रिकाम्या घागरीकडे त्याचं लक्ष गेलं. तेव्हा कुठे त्याच्या लक्षात आलं की तो रिकामीच घागर घेऊन परत आला होता. आईनं काही विचारलं कसं नाही कोण जाणे. आणि घरात पाणी होतंच तर मग आईनं त्याला पाणी आणायला पाठवलंच का ? तो हसला आणि आईजवळ झोपायला निघून गेला.



शैक्षणिक संदर्भ जाने.-फेब्रु.२०११ मधून साभार

लेखक : रिनचिन, मुलांसाठी आणि मोठ्यांसाठी कथा लिहितात. भोपाळला वास्तव्य.

हिंदी भाषांतर : सुशील जोशी, एकलव्य तर्फे चालवल्या जाणाऱ्या स्रोत फीचरशी संबंधित, विज्ञानशिक्षण आणि लेखनात रुची.

मराठी भाषांतर : प्रीती केतकर, पुणे. पालकनीती गटात सहभागी.

४६वे अखिल भारतीय  
मराठी विज्ञान अधिवेशन,  
पुणे, ३ ते ५ नोव्हेंबर २०११

मराठीतून विज्ञानाचा प्रसार व्हावा म्हणून 'मराठी विज्ञान परिषद' या संस्थेची १९६६ ला स्थापन झाली. आज महाराष्ट्रात आणि महाराष्ट्राबाहेर मिळून ६८ विभागांमध्ये हे काम चालते. या सर्व ठिकाणी काम करणाऱ्या कार्यकर्त्यांना एकत्र जमण्याचे साधन म्हणून दरवर्षी अ. भा. मराठी विज्ञान अधिवेशन होते. या वर्षीचे ४६ वे अधिवेशन टिळक स्मारक मंदिर, पुणे येथे होईल.

यंदाच्या अधिवेशनाचे अध्यक्षपद डॉ. आदिती पंत भूषविणार आहेत. डॉ. पंत यांचा समुद्रविज्ञान विषयाचा मोठा व्यासंग आहे. भारताने काढलेल्या पहिल्या अंटार्क्टिका मोहिमेत त्या सामील झाल्या होत्या. आज त्या एक मान्यवर संशोधक आहेत. पुणे येथे राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाळेत त्या संशोधन तसेच तरुण संशोधकांना मार्गदर्शन करतात.

याशिवाय 'मातृभाषेतून विज्ञान प्रसाराचे अनुभव' कथन करण्यासाठी महाराष्ट्राजवळील राज्यांमधून कानडी, कोकणी, तेलगु, गुजराती, हिंदी भाषक विज्ञान प्रसारक येणार आहेत.

तरुण मराठी वैज्ञानिकांशी वार्तालापाचा

कार्यक्रमही आयोजित करण्यात आला आहे. राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय पातळीवर ज्या तरुण वैज्ञानिकांचे संशोधन मान्य पावले आहे अशांच्या विज्ञान अभ्यासाच्या प्रेरणांचे दर्शन या निमित्ताने होईल.

भारतात निर्माण झालेल्या, विकसित झालेल्या प्राचीन, अर्वाचीन तसेच आधुनिक विज्ञान शाखांची माहिती करून देणारे सत्र अधिवेशनात असेल. आयुर्वेद, खगोलशास्त्र गणित, योगशास्त्र, विपश्यना इ. ची माहिती मिळेल.

'आजचे जगणे किती वैज्ञानिक किती अवैज्ञानिक' या विषयावर एक खुली चर्चा होईल. या निमित्ताने आजच्या जगण्याचा अविभाज्य भाग झालेल्या खाद्यसवयी, शहरीकरण, प्रदूषण, माध्यमांची भूमिका यांचा ऊहापोह होईल.

एखाद्या वैज्ञानिकाच्या जीवनावर किंवा शोधावर किंवा संकल्पनेवर आधारित लघुनाटिका सादर केल्या जातील. यामध्ये सहभागी होण्यासाठी शालेय, महाविद्यालयीन तसेच खुल्या वयोगटातील व्यक्तींच्या गटांनी तयारी करावी असे आवाहन करण्यात येत

आहे. यातील उत्तम लघुनाटिकांची व्हिडीओ सीडी काढण्याची योजना आहे.

अधिवेशनाच्या काळात 'पुणे शहरातील विज्ञान-तंत्रज्ञान' या विषयावरील एक प्रदर्शन पुणे विद्यार्थी गृह, सदाशिव पेठ येथे आयोजित केले जाईल. पुणे शहरातील विविध संशोधन संस्था, तंत्रविज्ञान संस्था, पर्यावरण स्नेही उत्पादक, विज्ञानविषयक प्रकाशने, वैज्ञानिक प्रयोग साधने, विज्ञान प्रसारक संस्था, तसेच शेती, आरोग्य, अन्न-अन्नप्रक्रिया, इलेक्ट्रॉनिक्स, जैव वैज्ञानिक शाळा यांमधली यशस्वी प्रयोगांची मांडणी येथे केलेली असेल.

२ नोव्हेंबरला विज्ञान प्रसारक म्हणून काम करू इच्छिणाऱ्या १८ ते ३५ या वयोगटातील व्यक्तींसाठी एका कार्यशाळेचे आयोजन करण्यात आले आहे.

अधिवेशनात सभासद म्हणून उपस्थित राहण्यासाठी किमान पाचशे रुपये इतके शुल्क द्यावे अशी अपेक्षा आहे. या खेरीज देणगी रूपाने, किंवा प्रायोजक म्हणून किंवा

स्मरणिकेत जाहिरात देऊन या उपक्रमास आर्थिक सहाय्य करावे अशी विनंती आहे. अधिवेशनाच्या संयोजनात आपला वैयक्तिक सहभाग देऊ इच्छिणाऱ्या स्वयंस्फूर्त व्यक्तींचेही स्वागत आहे.

अधिवेशनाच्या शेवटच्या दिवशी म्हणजे ५ नोव्हेंबरला एक वैज्ञानिक सहल काढण्यात येईल. पुणे जिल्ह्याच्या पश्चिमेकडील सह्याद्रीच्या डोंगररांगामध्ये स्थानिक लोकांनी परंपरेने जोपासलेल्या अनेक देवराया आहेत. या देवराया म्हणजे जैविक विविधतेचे चिरंतन स्रोत आहेत, खुले खजिने आहेत. तेथील जीवसृष्टीची माहिती प्रत्यक्ष जागेवर जाऊन करून घेणे हा एक अनोखा अनुभव म्हणता येईल.

मराठीतून विज्ञान प्रसार करणे तसेच मराठी मातीतून निर्माण झालेल्या विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि सामूहिक शहाणपणाचे ज्ञान संकलित करणे हे एकट्या दुकट्याचे काम नाही. यासाठी अनेक हातांची, विचारशील मेंदूची आणि कृतिशील व्यक्तींची नितांत आवश्यकता आहे. आपला सहभाग बहुमोल आहे.



सहभागी होण्यासाठी संपर्क करा.  
**मराठी विज्ञान परिषद**, पुणे विभाग.  
टिळक रस्ता, पुणे ४११ ०३०.  
ई-मेल [mavipa.pune@gmail.com](mailto:mavipa.pune@gmail.com)  
विनय र.र. : 9422048967,  
संजय भामरे : 9552526909,  
समाधान गायकवाड : 9270434507



## ७९ ते ६४ या अंकातील लेखांची सूची (लेखाच्या पुढे अंक आणि पान क्र. दिले आहेत)

### भौतिकशास्त्र

अणूतील मूलकणांचा वेध	६५.१०	आहार कोणता आणि	
कुतुहल दरबार	६५.४७	कशासाठी (भाग-२)	७०.३
वेगे वेगे चालू	६६.३	<b>प्राणीशास्त्र</b>	
चेंडूचा झोक	६६.१४	हवी तिथेच हवी	
पूल बांधताना	६७.३	तेवढीच वाढ (भाग-२)	६५.५७
व्यायाम आणि आख्यायिका	६७.५०	शिकार जिकडे पाय नेतील तिकडे	६६.०६
सुर्र के पिओ... वो भी चाँदपर	६८.२६	हवी तिथेच हवी	
दिसतंय का भासतंय?	६८.४६	तेवढीच वाढ (भाग-३)	६६.२०
प्लास्मा-पदार्थाची चौथी अवस्था	६९.१३	अन्न हे पूर्णब्रह्म	६८.३२
पंख्याचा वारा, गार की गरम?	७०.५३	अनुमानाचं महत्त्व आणि	

### रसायनशास्त्र

रूप देखणे-ग्राफीन	६९.४४	अनुभवाचंही	६९.५३
औषधनिर्माण	७०.३५	मोठा? किती मोठा?	६९.६६

### जीवशास्त्र

प्रोजेरिया : वेगात वाढणारं वय	६५.३	<b>वनस्पतीशास्त्र</b>	
खास पाहुणा आपल्या		बीजांकुरण	६९.३
भेटीला - डोळा (भाग-३)	६५.७२	रोपवाटिका	
खास पाहुणा आपल्या		व्यवसायासाठी नवीन तंत्रे	७०.६३

### भेटीला - डोळा (भाग-३)

खास पाहुणा आपल्या		<b>खगोलशास्त्र</b>	
भेटीला - डोळा (भाग-४)	६६.५६	आर्यभट्ट आणि पृथ्वीच्या	
शरीराकारा ही तुझी कहाणी	६७.४४	अक्षाचे फिरणे	६५.४२
खास पाहुणा आपल्या		चला अंतराळात	६६.२५
भेटीला - डोळा (भाग-५)	६७.६८	सृष्टीची उत्पत्ती	६६.७६
भुतांचा पाठलाग		कुणीतरी आहे तिथं	६६.७८
हातापायांची भुते (भाग-२)	६८.३७	ग्रहांचे नृत्य	७०.२०
आहार कोणता आणि			
कशासाठी (भाग-१)	६९.४८		

## पर्यावरण

जैववैविध्य विकास आणि रोजीरोटी	६५.२०
ऊर्जा बचतीचा मंत्र	६५.३४
माणसाची वाटचाल आत्मघाताकडे	६५.४९
प्लॉस्टिक पिशव्यांचे भोजन	६६.६६
अरलचे भवितव्य	६७-९
तेल, विहिरी आणि गळती	६७.२८
और लाठी भी ना टूटे (भाग-१)	६८.४८
और लाठी भी ना टूटे (भाग-२)	६९.२४
विकास कसा हवा?	७०.१५
अणू आणि ऊर्जा	६९.३५
अणु ऊर्जा - कोणत्या विकासासाठी	७०.४६

## गणित

जीवनातले गणित	६५.१६
टॉलेमीचे प्रमेय	६५.३६
मिली सेंटी डेसी	६५.५६
वर्गसमीकरणे	६८.२८
सुंदरमूची चाळणी	६९.२८

## आरोग्य

पौष्टिक आहार घेणे सोपे आहे	६७.३९
बायांनो घट्टमुट्ट व्हा	६७.५८
आयुर्वेदाच्या चष्यातून माणूस	६९.१७
आयुर्वेदातील डायट	७०.९

## इतिहास

पुण्याचा इतिहास समजावून घेताना	६५.२६
मध्ययुगीन भारतीय कला	६५.६३
कॉफी	६६.७
पूर्व मध्ययुगीन-भारतीय कला	६६.३१
भारतीय कला - कैलास लेणे	६७.२०
वेरूळ, घारापुरीची लेणी	६९.६१
भारतील कलेचा इतिहास	७०.४०

## कथा

शाळेतलं पुस्तक	६७.७३
पत्र	६८.६३
गोष्टीचं झाड	७०.६८

## पुस्तक परिचय

महाराष्ट्राचा चित्रमय इतिहास	६६.१७
धान्यांची कूळकथा	६६.६१
चरत रहा पण...	६८.५९

## अध्ययन-अध्यापन

पहिली आले, त्यानंतर	६६.७०
का? आणि असंच का?	६८.११
शिक्षण आनंददायी बनवू या	७०.२४
कधी न कधी मुलं	
वाचायला शिकतातच	७०.५९

## सामाजिक

आबादी आबाद मोजताना	६६.४९
कंबोडियातील कांताबोफा रुग्णालय	६७.६५
साथी-आरोग्य व	
आरोग्य सेवांच्या मानवी हक्कासाठी	६८.१९
खरंच बदललंय हे गाव	६८.५२

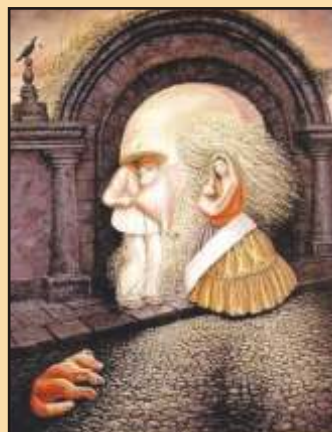
## चरित्र

कणखर तनामनाची स्त्री -	
हैदी हॉकिन्स	६८.३
आकाशाला गवसणी	६९.४१

## इतर

विज्ञान रंजन स्पर्धा - प्रश्न	६८.६८
विज्ञान रंजन स्पर्धा - उत्तरे	६९.७४

मोजा बरं... नक्की चेहरे किती ?



शैक्षणिक संदर्भ : ऑगस्ट-सप्टेंबर २०११ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्त्रबुद्धे यांनी  
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

