

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०२२

शैक्षणिक

अंक १३८

प्रदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे,
यशश्री पुणेकर, संजीवनी आफळे

मांडणी :

प्रियदर्शिनी कर्वे

मुखपृष्ठ मांडणी :

अभय ढमढेरे

इ-पेमेंट करीता तपशील:

Sandarbh Society

Account No.: 20047006634

Bank of Maharashtra,

Mayur Colony, Pune

IFS Code: MAHB0000852

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक १३८

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०२२

पालकनीती परिवारासाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

फोन नं. २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com

web-site : www.sandarbhsociety.org

देणगीचे चेक 'संदर्भ सोसायटी' या नावे काढावेत.

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

मुखपृष्ठाविषयी

जगभरातील पाणथळ जागांच्या संरक्षणासाठी, त्यांच्या संसाधनांच्या संवर्धनासाठी, सुयोग्य वापरासाठी राष्ट्रीय पातळीवर कृती आणि आंतरराष्ट्रीय सहकार्यासाठी एक रचनात्मक प्रारूप रामसर ठरावाद्वारे केलं गेलं आहे. ठरावीक निकष पूर्ण केलेल्या पाणथळ जागांना रामसर स्थळ म्हणून घोषित केलं जातं. २०१५ साली ठाणे खाडी फ्लेमिंगो अभयारण्यासह भारतातील रामसर स्थळांची संख्या ७५ झाली आहे. मुखपृष्ठावर दिसते आहे भारतातील कांदळवनाचे आणि त्यातील निसर्गसंपदेचे चित्र.

❖ मुखपृष्ठावरील चित्रे : • चिलका लेक - chilka-lake-bird-sanctuary-in-odisha-18414536.html

• सह्याद्री पर्वतरांगातील पाणथळ वनस्पती - wetlands-sahyadri-ranges-aquatic-plants-7140988

• भरतपूर पक्षी अभयारण्य, राजस्थान - <https://www.birdersinn.com/birding.html>

• कांदळवन रामसर साईट

चित्र स्रोत- इंटरनेट सेवा

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक १३८ ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २०२२

- वाचकांच्या प्रतिक्रिया - अंक १३७०४
-  ● नदी कशी तयार होते? - संजीवनी आफळे१०
-  ● प्रश्नांकडून उत्तरांकडे प्रवास - भाग ३ : आधी कळस मग पाया
- किरण बर्वे१९
- माधारीचा पर्याय - डॉ. मुरारी तपस्वी २६
-  ● माणसाने माती खावी का ? - डॉ आनंद कर्वे ३२
- डॉ. वसंत खानोलकर: भारतातील रोगनिदानशास्त्राचे जनक
- डॉ नितीन हांडे ३७
-  ● वर्तमानाची पायाभरणी - भाग २ : महा इतिहास - भाग २०
- डॉ प्रियदर्शिनी कर्वे ४५
-  ● पर्यावरणाचे रक्षक : कांदळवने - यशश्री पुणेकर ५३
-  ● हिरव्या झाडाला रंगीत फळं फुलं का ? - सौमित्र ६३



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

वाचकांच्या प्रतिक्रिया अंक १३७

लेख : सिद्धांत आधी आम्ही मांडला!

‘सिद्धांत आधी आम्ही मांडला’ हा मूळ अमित शांडिल्य यांचा नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी अनुवादित केलेला लेख वाचला.

कोणताही प्राचीन सिद्धांत आम्हीच आधी मांडला आणि मग तो इतरांनी उचलला असे कोणी म्हणत असतील तर ते अयोग्य आहे. बऱ्याचदा हे अज्ञानमूलक असते आणि त्यात अभिनिवेश असतो. असे दावे एक प्रकारचा अंध अभिमान तयार करत असतात. अशा प्रचाराला खोडून काढण्यासाठी अभ्यासाने पुरावे आणि परंपरा यांचा अभ्यास करून खरे काय आहे ते मांडावे लागते. प्रस्तुत लेख असे करण्याचा प्रयत्न असेल असे वाटत होते. मात्र सिद्धांत आधी आम्ही मांडला या दाव्याच्या मर्यादा दाखवण्याच्या उद्देशाने लिहिलेल्या लेखात सुद्धा, अज्ञानमूलक प्रतिपादन आणि अभिनिवेश दोन्ही दिसले. पायथागोरसचे सूत्र वेदांत नाही. मात्र ते बौधायन शूल्बसूत्रात आहे. त्यामुळे काटकोन त्रिकोणा विषयीच्या या आज प्रसिद्ध असलेल्या प्रमेयाला बौधायन प्रमेय अथवा पायथागोरस बौधायन प्रमेय म्हणावे असा एक मतप्रवाह आहे. शूल्बसूत्रात बौधायनाने मांडलेला सिद्धांत आणि पायथागोरसचा सिद्धांत यात मोठा फरक आहे. त्यामुळे बौधायन प्रमेय म्हणजेच पायथागोरस सिद्धांत आम्हीच आधी मांडला हे चुकीचे आहे असे लेखकाचे मत आहे.

लेखाच्या ४ थ्या पानावरील ‘थोडक्यात पासूनत्यामुळे तो त्याच्या नावाने ओळखला जाणे अनेकांना योग्यच वाटेल’ या वाक्यांमध्ये बौधायन प्रमेय आणि पायथागोरस प्रमेयांची तुलना केली आहे. ही वाक्ये अशी:

थोडक्यात, इथे एक मान्यताप्राप्त सूत्र मांडले गेले आहे. त्याची सिद्धता दिलेली नाही. शिवाय इथे विशिष्ट संख्यांच्या संदर्भात त्याचा उल्लेख आहे. त्यांना इतर संख्यांची, सिद्धतेची गरज नव्हती.

पायथागोरसने मांडलेला सिद्धांत हा अधिक व्यापक होता, सर्व संख्यांसाठी होता. त्यात एकेका पायरीने सिद्धता दिलेली होती. त्यामुळे त्याच्या नावे तो ओळखला जाणे अनेकांना योग्यच वाटेल.

यात निर्देशिलेले ‘मान्यताप्राप्त सूत्र’ म्हणजे काय? शूलबसूत्रांच्या लेखनाच्या वेळी भारतातील गणितींना हे सूत्र किंवा सिद्धांत अगोदरपासून माहित होता. अगदी पुष्कळ जणांची मान्यता त्या सिद्धांताला मिळाली होती. आणि मग यथावकाश तो शूलबसूत्रात लिहिला असे म्हणायचे आहे का? मान्यताप्राप्त या विशेषणाचा अर्थ काही लागत नाही. दुसरे म्हणजे सूत्ररूपात ही सिद्धांत मांडलेला नाही. हा भौमितिक सिद्धांत आहे. त्यात कोणत्याही संख्येचा संबंध नाही. शूलबसूत्र या नावात सूत्र यांचा अर्थ थोडक्यात महत्वाचे, सूत्र रूपाने सांगणे असा आहे.

बौधायनाने मांडलेला सिद्धांत आणि पायथागोरसचा सिद्धांत तंतोतंत सारखेच आहेत. त्यातील भाषा, भौमितिक विधान अर्थात आशय सर्व एकसमान आहे. एक व्यापक आणि दूसरा सपक असे नाही. अजिबात फरक नाही. पायथागोरस सिद्धांत काटकोन त्रिकोणात कर्णावरील चौरसाचे क्षेत्रफळ बाजूवरील चौरसांच्या क्षेत्रफळाच्या बेरजेइतके असते हा आहे. लेखात बौधायन सिद्धांत नेमका हाच दिला आहे. म्हणजे दुसरा मुद्दा

ABCD आणि EFGH हे दोन चौरस आहेत. लहान चौरसाचा एक कोन मोठ्यावर बरोबर ठेवा. बाजू जोडून घ्या. आकृतीत G इथे लहान चौरसाचा बिंदु दाखवला आहे. तेथून या वर्गाची भुजा वाढवा ती मोठ्या वर्गाच्या भुजेल K मध्ये छेदते. बौधायन सिद्धांतानुसार $AK^2 = AJ^2 + JK^2$. आज ही लहान चौरसाची भुजा आणि JK मोठ्या चौरसाची भुजा. AJ^2 आणि JK^2 म्हणजे दोन चौरसांचे क्षेत्रफळ. त्यामुळे AK भुजा असलेल्या चौरसाचे क्षेत्रफळ ही दोन चौरसांच्या क्षेत्रफळाची बेरीज! अर्थात येथे स्वच्छपणे आज ज्याला पायथागोरस प्रमेय म्हणतात ते वापरले आहे. त्रिकुट सांगणे आणि या पद्धतीने वापरलेला भौमिती सिद्धांत यात मोठा फरक आहे. ही मोठी प्रगती आहे.

अजून एक चूक म्हणजे पायथागोरस प्रमेयाची सिद्धता पायथागोरसने दिली हे विधान. आज तरी गणिताच्या इतिहासात संशोधन करणारे देशोदेशींचे तज्ञ युक्लीडने दिलेली सिद्धता हीच या प्रमेयाची पहिली सिद्धता आहे असे मानतात. विविध देशांतील विद्वान सातत्याने गणिताच्या इतिहासावर संशोधन करून मांडणी करत असतात. आणि त्यांच्या नजरेतून सुटलेली पायथागोरसने एकेका पायरीने दिलेली सिद्धता लेखकाला जर माहित असेल तर त्याने ती दाखवून द्यावी, जागतिक पातळी वर त्यांची दखल घेतली जाईल.

इजिप्त वा बाबिलोनीयन यांना पायथागोरसचा सिद्धांत माहिती असावा असे काहींचे म्हणणे आहे. दोन्ही ठिकाणच्या लिखाणात काही त्रिकुटे सापडली, किंवा कोडे आढळले. जे कोडे असे तीन अंक बाजू असलेले त्रिकोण काटकोन असतात हा शोध आहे. नेमका सिद्धांत मांडलेला नाही. त्यामुळे 'सिद्धांत आधी आम्ही (भारतीयांनी) मांडला' हे शीर्षक

योग्यच आहे. इ. स.पूर्व ३०० च्या अगोदर एक देशातून दुसऱ्या देशात ज्ञान जाणे संभवत नाही. त्यामुळे भारतीय, इजिप्तचे गणिती आणि ग्रीकांनी स्वतंत्रपणे हा सिद्धांत शोधला असे म्हणणे सयुक्तिक ठरते. खरे तर कोणी आधी मांडला यापेक्षाही त्या काळात अनेक ठिकाणी स्वतंत्रपणे हा सिद्धांत शोधला गेला याला महत्त्व आहे.

विनाकारण छाती फुगवून आम्हाला खूप पूर्वी सर्व ज्ञान होते असे दावे गैर आहेत. त्याने वर्तमानात फायदा नाही आणि मग आर्यभट्ट, ब्रह्मगुप्त, भास्कराचार्य यांचे महत्त्व काय उरते? विनाकारण भ्रम होतो. ही प्रवृत्ती रोखायची असेल तर वेगळी, विवेकी पद्धत उपयोगी होईल. भारतीयांच्या प्राचीन, मध्ययुगीन वैज्ञानिक प्रगतीविषयी मोकळा दृष्टीकोन ठेवायला हवा. जे सिद्ध झाले आहे त्याबद्दल अभिमान हवा. असे शोध समाजापर्यंत उत्साहाने पोचवायला हवेत. त्याने आत्मविश्वास वाढतो. आणि लेखात लिहिले आहे त्याप्रमाणे आम्ही तुम्ही असे विभाग पडत नाहीत. आणि असा मोकळेपणाने अभ्यास केला की सरसकट विधानातील गफलती दाखवून वस्तुस्थिती समोर आणून देता येते. मग 'अमुक व्यक्ती ना, ही असेच म्हणणार', अशी प्रतिक्रिया देऊन दुर्लक्ष करायची सोय राहत नाही. अर्थपूर्ण चर्चेला वाव राहतो.

किरण बर्वे

†††

Dear Madam/Sir, Namaskar

It was very kind of you to make your excellent publications freely downloadable. Thank you very much.

I am most grateful for the access. In particular, it was amazing to be able to download and read the two articles by Padmakar Rajaram Bhut (the late Nandaji Khare) in the 92-2015 and 93-2015 issues within a few minutes of reading about them in his autobiographical book 'Aivaji'.

निरंजन जोशी

†††

लेख : धुक्याचं पाणी

अत्यंत उपयुक्त माहिती.

सुहास सापटणेकर

---xxx---

शैक्षणिक संदर्भच्या इ-अंकाला आपला भरघोस प्रतिसाद मिळतो आहे त्याबद्दल धन्यवाद.

इ - अंक करताना छपाई खर्च जरी वाचला तरी डीटीपी, कार्यालयीन खर्च, लेखा परीक्षण असे अनेक खर्च आहेतच. देणगी रूपाने आपण या खर्चाचा भार उचलू शकता. त्यासाठी आपणास विनंती आहे की आपला सहभाग देणगीच्या रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवावा व हा उपक्रम सुरू ठेवण्यास सहकार्य करावे. देणगीवर आयकर सवलत मिळू शकते.

देणगीसाठी तपशील अंकाच्या दुसऱ्या व शेवटच्या पानावर उपलब्ध आहे.

नदी कशी तयार होते?

लेखक : संजीवनी आफळे

प्राचीन काळापासून नद्या आपल्यासाठी जीवनदायिनी ठरल्या आहेत. नदीच्या पाण्याने पिण्यासाठी आणि स्वच्छतेसाठी आपली पाण्याची गरज भागवली तर तिच्या किनाऱ्यावर उगवलेल्या वनस्पती आणि पाण्यात वाढलेले सजीव यांनी आपल्या अन्नाची गरज पूर्ण केली आणि त्यामुळेच नद्यांच्या समृद्ध काठांवर निरनिराळ्या संस्कृती बहरल्या. नदी आपल्या जीवनाचा अविभाज्य घटक बनली.

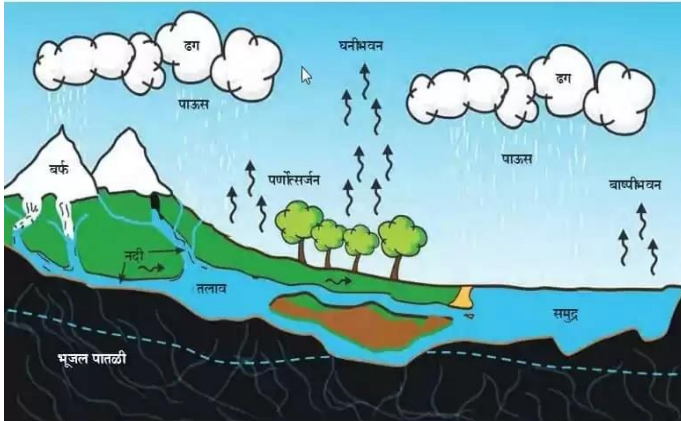
नीट पाहिले तर आश्चर्य वाटते, की काही नद्या कशा कायम पाण्याने भरलेल्या दिसतात, तर काही फक्त पावसाळ्यात ओसंडून वाहतात आणि एरवी रोडावतात, असे का? काही खळाळत्या, तर काही धीरगंभीर वाहणाऱ्या का असतात? वाहणाऱ्या पाण्याला नदी केव्हा म्हणतात? नदी कशी तयार होते? कोठून कोठे लांब प्रवास करत नदी समुद्राला मिळते. कोठून येते नदीतले पाणी?

नदी म्हणजे समुद्राकडे, तलावाकडे किंवा दुसऱ्या एखाद्या नदीच्या दिशेने वाहणारा गोड्या पाण्याचा नैसर्गिक प्रवाह.

सूर्यमालेची रचना होत असताना आजूबाजूच्या अवकाशातून भ्रमण करणारे अनेक धूमकेतू व अशनी बालपृथ्वीवर (आणि सूर्यमालेतील इतरही बालग्रहांवर) आदळत होते.

पाण्याचे रेणू हे या साऱ्यांद्वारे सूर्यमालेत आले. आदिम पृथ्वी म्हणजे ज्वालामुखीतील शिलारसाचा प्रदीप्त गोळा होता. जेव्हा या तप्त शिलारसातले पाणी वेगळे होऊ लागले, तेव्हा पृथ्वीचे गरम वातावरण थंड व्हायला सुरुवात झाली. जेव्हा तापमान पुरेसे कमी झाले, तेव्हा पाणी पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर द्रव स्वरूपात वाहू लागले. हे पाणी आपल्या पृथ्वीवरील पाणीसाठ्याचे मूळ होते. सूर्यमालेत पृथ्वीचे सूर्यापासूनचे अंतर नेमके असे आहे की केवळ याच ग्रहावर पाणी द्रवरूपात राहू शकण्याजोगे तापमान आहे. असे असूनही पृथ्वीच्या वातावरणात पाण्याचे बाष्पही मोठ्या प्रमाणात आहे. हवेची आर्द्रता या स्वरूपात ते आपले अस्तित्व जाणवून देत असते.

जलचक्राद्वारे पृथ्वीवरील पाण्याचे सातत्याने वाटप होत रहाते. जेव्हा पृथ्वीच्या



जलचक्र

चित्र स्रोत :-

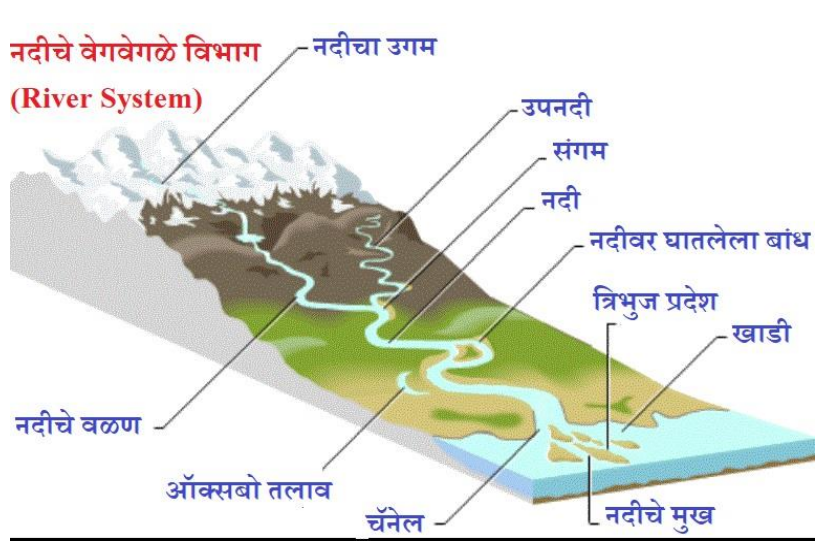
<https://www.webshodhinmarathi.com/water-cycle-information-in-marathi/>

पृष्ठभागावरील तलाव, नद्या, नाले आणि महासागरांमध्ये आढळणाऱ्या पाण्याचे सूर्याच्या उष्णतेमुळे बाष्पीभवन होते, तेव्हा हवेत दग तयार होतात. दगांमधील पाण्याची घनता पुरेशी वाढली की पाऊस पडतो आणि चक्र पुन्हा सुरू होते. अर्थात,

वाटेत काही पाणी लोक आणि प्राणी वापरतात आणि त्यापैकी काही या चक्रातून बाहेरही पडते, परंतु आपल्या वातावरणातील पाण्याचा हा चक्रीय प्रवाह साधारणपणे पृथ्वीवरील प्रवाही गोडे पाणी टिकवून ठेवतो.

नदी ही एक अशी जलवाहिनी आहे जी पाऊस पडण्याच्या काळात तिला मिळणाऱ्या सर्व प्रवाहांचे पाणी वाहून नेते. भारतासारख्या देशात वर्षातील एक विशिष्ट कालावधी असतो ज्याला आपण 'पावसाळा' (मान्सून) म्हणतो. भारतात या काळात पाऊस वर्षाच्या इतर महिन्यांपेक्षा जास्त वारंवार पडतो, तर जगाच्या अनेक भागांमध्ये कधी जास्त तर कधी कमी पाऊस वर्षभर पडतो. त्यामुळे भारतातील नद्या पावसाळ्याच्या

महिन्यांत (जून ते ऑक्टोबर) अतिशय मोठ्या प्रमाणात पाणी वाहून नेतात आणि नंतर जवळजवळ अचानक त्यांच्यातील पाणी कमी होते. याला नदीचा 'प्राथमिक' किंवा 'बेस' प्रवाह म्हणतात. भारतीय



उगमापासून ते समुद्राला मिळेपर्यंतच्या नदीच्या वेगवेगळ्या अवस्था

(चित्र स्रोत :-<https://www.geographypods.com/21-river-features.html>)

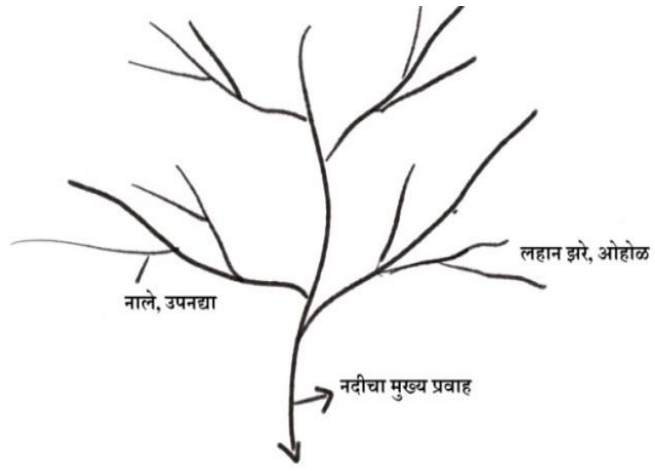
नद्यांच्या परिसंस्थेतील वनस्पती आणि प्राणी अशा प्रकारे वर्षभरात त्यांच्या प्रवाहात होणाऱ्या या अचानक बदलांशी जुळवून घेत असतात.

प्रत्येक नदीचा एक उगम असतो आणि तेथून तिचे पाणी वाहायला सुरुवात होते. या उगमाला 'हेडवॉटर' असे म्हणतात. हे पाणी कोणत्या दिशेने वाहणार ते गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाप्रमाणे ठरते, आणि ते उताराच्या दिशेने वहाते.

नदीच्या उगमाचा स्रोत मुख्यत्वेकरून पावसाच्या पाण्यामुळे तयार होणारे झरे किंवा पर्वतातील वितळणारा बर्फ असतो. परंतु नदीच्या उगमाचे हे पाणी जमिनीखालूनही झऱ्यांच्या रूपाने वर येऊ शकते किंवा एखाद्या तलावातूनही नदीचा उगम होऊ शकतो. असे असले तरी पाऊस हा नदीच्या पाण्याचा मुख्य स्रोत असतो.

आपण जिला 'नदी' म्हणतो ती शेकडो आणि कधीकधी हजारो लहान लहान प्रवाहांची मिळून तयार होते. डोंगराळ भागात जेव्हा मुसळधार पाऊस पडतो, तेव्हा त्याचे

पाणी लहान लहान झऱ्यांच्या रूपाने उतारावरून खाली ओघळते आणि ओहोळ वाहू लागतात. हे ओहोळ एकत्र येऊन पुढे नाला तयार होतो. हा नाला दरीतून वाहात जातो. त्याला पुरेसे भूजल मिळाले की त्याचा प्रवाह स्थिर होतो. अशा नाल्यांच्या उपनद्या बनतात आणि अशा अनेक उपनद्या एकत्र होऊन नदी तयार होते.



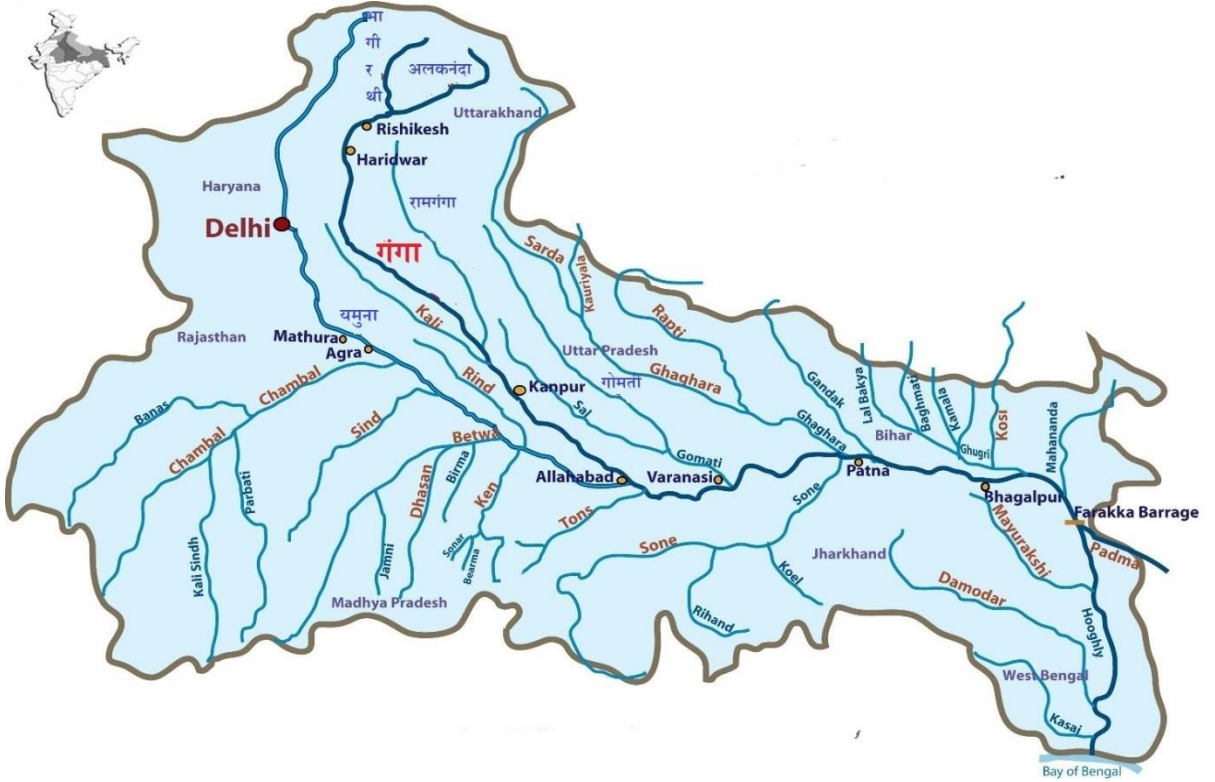
नदी तयार होताना तिच्या प्रवाहांची रचना एखाद्या वृक्षासारखी दिसते

चित्र स्रोत :- [https://geography-](https://geography-revision.co.uk/gcse/river-landscapes/river-and-drainage-patterns/)

[revision.co.uk/gcse/river-landscapes/river-and-drainage-patterns/](https://geography-revision.co.uk/gcse/river-landscapes/river-and-drainage-patterns/)

हिमालयातील अलकनंदा आणि भागीरथी या गंगेच्या उपनद्या देवप्रयाग येथे एकत्र मिळतात. विलक्षण गोष्ट म्हणजे नदी ही अनेक फांद्या असलेल्या एखाद्या वृक्षासारखी असते.

नदीचा मुख्य प्रवाह तिच्या पाण्याचा निचरा ज्या नैसर्गिक आणि मानवाने बदल केलेल्या जमिनीच्या क्षेत्रात करतो, त्या संपूर्ण भागाला नदीचे 'पाणलोट' क्षेत्र (catchment) किंवा 'खोरे' (basin) असे म्हणतात. बहुतेक मोठ्या नद्यांच्या खोऱ्यांचे स्पष्टपणे वेगळे असे तीन विभाग असतात.



गंगेचे खोरे

हिमालयातील गंगोत्री येथे समुद्र सपाटीपासून ७००० मीटर उंचीवर एका हिमनदीतून गंगा नदी 'भागीरथी' या नावाने उगम पावते. देवप्रयाग येथे 'अलकनंदा' नदीशी भागीरथीचा संगम होतो आणि पुढे ती गंगा नदी म्हणून ओळखली जाते. गंगा नदीचे विस्तीर्ण पाणलोट क्षेत्र चीन, नेपाळ, भारत आणि बांगलादेश या देशांमध्ये १०,००,००० चौरस कि.मी. इतक्या क्षेत्रात पसरलेले आहे. भारतात तिचे खोरे उत्तर प्रदेश, उत्तराखंड, मध्य प्रदेश, छत्तीसगड, बिहार, झारखंड, राजस्थान, पश्चिम बंगाल, हरयाणा, हिमाचल प्रदेश आणि दिल्ली या राज्यांमध्ये विस्तारलेले आहे. गंगा शेवटी बंगालच्या उपसागराला जाऊन मिळते. तिच्या एकूण २५०० कि.मी इतक्या प्रवासात तिला यमुना, गोमती, रामगंगा अशा अनेक उपनद्या येऊन मिळतात.

(चित्र स्रोत :- <http://www.cwc.gov.in/ugbo/gangabasin>)

पहिला म्हणजे 'डोंगराळ भागातील पाणलोट क्षेत्र'. नदीचा या क्षेत्रातील प्रवाह नैसर्गिक, कृषी आणि नागरीकरण असलेल्या दऱ्याखोऱ्यांमधून वाहातो. हा प्रवाह सतत बदलता असतो आणि तो पाऊस, हिमनदीतून वितळणाऱ्या बर्फाचे पाणी, इतर मिळणारे प्रवाह, झरे, नाले आणि धबधबे यावर अवलंबून असतो. या व्यतिरिक्त दरीतील भूजलावर हा प्रवाह फारसा अवलंबून नसतो. येथे नदीचा प्रवाह तीव्र उतारांवरून खाली अती वेगाने

नद्या

वाहतात सदैव पुढे पुढे
डोंगरांतून, दऱ्यांतून, आणि सपाटीवरून.
खडकांतून, गवतातून आणि जमिनीखालून
सुद्धा.

खेड्यांतून, गावांतून आणि शहरांतून.
झऱ्यांतून, ओढ्यांतून आणि विहिरींत सुद्धा.
खळाळत, तर कधी संथपणे!
लाव्हापासून सागरापर्यंत -
कोठे त्यांचा उगम आणि कोठे शेवट ?
अगम्य, अनोखा त्यांचा प्रवास
प्रत्येकीचा ताल अनवट !

जोरदार वाहतो आणि डोंगरातील इतर प्रवाह त्याला येऊन मिळत असतात. त्यामुळे या प्रवाहाची जमिनीची झीज करण्याची क्षमताही खूप जास्त असते. या क्षेत्रात दाट झाडीने नदीचा प्रवाह वेढलेला असतो.

दुसरा भाग म्हणजे 'मैदानी खोरे'.

येथेही नदी नैसर्गिक, कृषी आणि

नागरीकरण झालेल्या भागातून वाहते. येथे ती वळणावळणांनी वाहते, ती बहु-वाहिनी असते, तिचे पात्र विस्तीर्ण असते आणि तिचे ठरावीक असे पूरक्षेत्र असते. तिचा प्रवाह मुख्यत्वेकरून पावसावर अवलंबून असतो आणि पावसाळा नसलेल्या काळात भूजलाचा निचरा करणाऱ्या खडकांतून तिला पाणी मिळते. या क्षेत्रात वेगवेगळ्या ठिकाणी नदीला तिच्या उपनद्या येऊन मिळू शकतात, परंतु छोटे प्राथमिक ओहोळ नदीला मिळण्याचे प्रमाण कमी असते. हे खोरे प्रामुख्याने समृद्ध जलसाठा असलेल्या खोल गाळाच्या

साठ्यांनी बनलेले असते. काही भागांमध्ये रुंद दऱ्या दिसतात. प्रवाहाला मध्यम उतार असतो आणि नदीचा वेगही कमी असतो. नदीच्या काठावर वृक्षांपेक्षा गवत जास्त प्रमाणात आढळते. नदीपात्रातील बहुतेक वनस्पती पुरावर अवलंबून असतात आणि पूर आल्यानंतर वनस्पतींच्या आणि प्रवाहाच्या स्वरूपात मोठ्या प्रमाणावर बदल होण्याच्या घटना घडतात. पुरादरम्यान आणि नंतर मातीची धूप होणे आणि गाळ साचणे ही एक नैसर्गिक घटना आहे.

नदीच्या खोऱ्याचा तिसरा भाग म्हणजे 'नदीच्या मुखाजवळील त्रिभुज प्रदेश'. या भागात नदीच्या प्रवाहाचे अनेक वेगवेगळ्या प्रवाहांत रूपांतर होते. हे प्रवाह पुढे समुद्राला मिळतात. हा नदीचा अतिशय गतिमान भाग असतो आणि तिच्या प्रवाहातील पाणी मुख्यत्वेकरून समुद्राच्या भरती-ओहोटी वर अवलंबून असते. या भागाला नदीचे मुख असेही म्हणतात. येथेही नैसर्गिक, कृषी तसेच नागरी भागातून नदी वाहाते. ज्या नदीकाठावर नागरी आक्रमण झालेले नाही, तेथे खारफुटी (मॅग्नोव्ह) प्रकारच्या वनस्पतींचे जंगल आढळते. नदीच्या प्रवाहाचे स्वरूप टिकवून ठेवणे हे या खारफुटीच्या जंगलांचे मुख्य कार्य असते. गाळ साठणे हे या खोऱ्याचे वैशिष्ट्य असते.

गंगेचा त्रिभुज प्रदेश (सुंदरबन) जगप्रसिद्ध आणि जगातला सर्वात मोठा त्रिभुज प्रदेश आहे. येथे गंगा, ब्रह्मपुत्रा आणि मेघना या तीन मोठ्या नद्या बंगालच्या उपसागराला मिळतात. १०५,००० चौरस किलोमीटर पसरलेला हा अतिशय सुपीक प्रदेश आहे. याचा दोन तृतीयांश भाग बांगलादेशमध्ये असून एक तृतीयांश भारतात आहे.

नदी जेथे समुद्राला मिळते त्या भागात नदीला 'खाडी' असेही म्हटले जाते. नदीच्या मुखाजवळ समुद्राचे खारे पाणी नदीच्या गोड्या पाण्यात मिसळून खाडी तयार होते.

अमेरिकेतील न्यूयॉर्क येथे समुद्राला मिळणारी हडसन नदी हे खाडीचे उदाहरण आहे. येथे समुद्राचे खारे पाणी २४१ किलोमीटर पर्यंत नदीच्या पात्रात वर पोचलेले आहे.

अशा या तीन क्षेत्रांतून वाहाणाऱ्या नद्यांचे त्या वाहून आणत असलेल्या गाळानुसार तीन प्रकार पडतात. नदी किती गाळ वाहून आणेल ते हवामान, भूविज्ञान आणि नदीच्या प्रवाहाचा उतार यावर अवलंबून असते. पहिला प्रकार म्हणजे 'तरुण' नदी. या नदीच्या प्रवाहाला तीव्र उतार असतो आणि तिला अगदी कमी उपनद्या असतात. ही नदी वेगात वाहाते. अमेरिकेतील ट्रिनीटी नदी आणि स्पेन येथील एब्रो नदी ही तरुण नद्यांची उदाहरणे. दुसरी आहे 'प्रौढ' नदी. तरुण नदीच्या तुलनेत या नदीचा उतार कमी असतो आणि ती मंद गतीने वाहाते. तिला अनेक उपनद्या येऊन मिळतात. तिच्यातील गाळाचे प्रमाणही कमी असते. ओहायो नदी आणि थेम्स नदी या प्रकारच्या नदीची उदाहरणे आहेत. आणि तिसरा नदीचा प्रकार म्हणजे 'जुनी' किंवा 'वृद्ध' नदी. या नदीचा उतार कमी असतो. गंगा, नाईल आणि युफ्राटिस या जगप्रसिद्ध नद्या जुन्या नद्यांच्या प्रकारात मोडतात.

नदीचे पाणी शेतीत जलसिंचनासाठी, पिण्यासाठी, दळणवळणासाठी, विद्युतनिर्मितीसाठी, पोहणे आणि नौकानयनासाठी वापरले जाते. या साऱ्यांसाठी नदीच्या प्रवाहामध्ये तसेच प्रवाहाच्या आजूबाजूला बदल केले जातात. नदीच्या आजूबाजूची जागा लागवडीखाली आणण्यासाठी आणि नागरीकरणासाठी वृक्षतोड केली जाते.

विद्युतनिर्मितीसाठी नदीचा प्रवाह धरणे बांधून अडवला जातो किंवा जास्त जमीन लागवडीखाली आणण्यासाठी किंवा शहरीकरणासाठी कालवे काढून तिचे पाणी वळवले जाते. धरणांमुळे तिच्या गोड्या पाण्यातील आणि काठावरील परिसंस्थेवर हानिकारक

परिणाम होतात. नदीच्या काठावर राहणाऱ्या आणि तिच्या पाण्यावर पिण्याच्या पाण्यासाठी, मासेमारीसाठी, दळणवळणासाठी आणि शेतीसाठी अवलंबून असणाऱ्या मानवी समूहांचे नुकसान होते. धरण बांधताना कामगारांसाठी घरे व इंधनपुरवठ्यासाठी तसेच धरणाच्या कामाकडे जाणारे रस्ते बांधण्यासाठी वृक्षतोड केली जाते. धरणात पाणी अडवल्यामुळे नदीचा प्रवाह आणि तिचे खोरे आक्रसते. कोरड्या मोसमात धरणातून सोडल्या जाणाऱ्या पाण्यामुळे नदीच्या पाण्याची पातळी खूप वाढते आणि काठावर राहणाऱ्या लोकांना सतर्क राहावे लागते. पावसाळ्यात जोरदार पाऊस किंवा ढगफुटी सारखी घटना घडली तर नदीचे पात्र हे पाणी वाहून नेण्यास अपुरे पडते आणि पूर येतात. हिमालयात वारंवार घडणाऱ्या पुराच्या घटना याचे द्योतक आहेत.

मानवी हस्तक्षेपाचा नदीचा प्रवाह, तिचे पाणी, त्यातील परिसंस्था, तिच्यातल्या गाळाची वाहतूक आणि खाडीचे स्वरूप यासारख्या वैशिष्ट्यांवर झालेल्या परिणामांचा अंदाज लावण्यासाठी विस्तृत प्रमाणात संशोधन केले गेले आहे आणि केले जाते आहे. या संशोधनातून असे दिसते की नदीची नैसर्गिक रचना समजून घेऊन ती टिकवणे अत्यंत महत्त्वाचे आहे.

§§§

लेखक : संजीवनी आफळे, शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इ. मेल : saaphale@rediffmail.com

(कळीचे शब्द : नदीच्या पाण्याचे स्रोत, जलचक्र, नदी म्हणजे काय, नदीचे मुख्य भाग, नदीचे खोरे, नद्यांचे प्रकार, मानवी हस्तक्षेपाचा नदीवर होणारा परिणाम)

प्रश्नांकडून उत्तरांकडे प्रवास - भाग ३

आधी कळस मग पाया

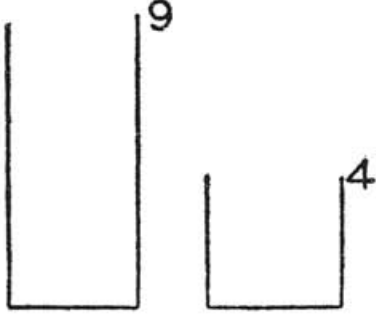
लेखक : किरण बर्वे

आधीच्या लेखामध्ये आपण उत्तर शोधण्यासाठी उपयुक्त पद्धतीचा आराखडा समजून घेतला आहे. त्याच वेळी दिलेली माहिती, त्यात असलेले नियम आणि संख्यात्मक माहिती, यांचे विश्लेषण करून मग उत्तरापर्यंत कसे जाता येते याचे एक अगदी सोपे उदाहरण बघितले. माहितीचे विश्लेषण हा आपल्या पद्धतीचा गाभा आहे. या लेखात जे उत्तर हवे आहे, जी 'अपेक्षित स्थिती' आहे, तिच्यावर बारकाईने विचार करून योजना कशी बनवायची हे बघणार आहोत. एक सोपे कोडे सोडवताना पद्धतीचा हा पैलू उलगडणार आहोत. शाळेत असताना किंवा नंतर आपण हे कोडे सोडवलेही असेल.

नदीमधून, पाण्याच्या मोठ्या साठ्यातून, तुम्हाला बरोबर ६ लिटर पाणी काढायचे आहे. तुमच्या जवळ ९ लिटरचे एक आणि ४ लिटरचे एक, अशी दोनच भांडी आहेत. बरोबर ६ लिटर पाणी कसे काढाल?

अनीता, रोहन आणि आशुतोष. तिघे कोडे कसे सोडवतात, बघू या. तिघांनी कोडे बघितले व मनातल्या मनात गणित करू लागले.

समजा ४ लिटरचे भांडे भरले ते ९ लिटरच्या रिकाम्या भांड्यात ओतले... रोहन विचार करत होता. अनिताला वाटले अगोदर ९ लिटरचे भांडे भरून मग काय करता येईल



आकृती १: ९ व ४ लिटरची भांडी

ते बघू. तसे तिघांनी वेगवेगळे प्रयोग करून बघितले. एकमेकांना ते आपला विचार सांगू लागले की गोंधळ उडत होता. म्हणून विचार मनातल्या मनात सुरू झाला. थोड्या वेळाने एका वेळेला एकजण बोलेल असे ठरले.

आता आपण आपल्या प्रश्न सोडवायच्या पायऱ्यानुसार मांडू.

काय हवे आहे : ६ लिटर पाणी.

माहिती : नदी आहे. म्हणजे भरपूर पाणी उपलब्ध आहे तसेच पाणी ओतूनही देता येईल. ९ लिटर आणि ४ लिटरचे भांडे आहे.

माहिती समजावून घेणे : ९ आणि ४ लिटर भांड्यांचा वापर करायचा आहे. त्यांच्यावर कोणत्याही खुणा नाहीत म्हणजे, १ लिटर, २ लिटर इ. दाखवणाऱ्या.

६ लिटर पाणी एखाद्या भांड्यात मिळाले असे जेव्हा नक्की म्हणतो त्या वेळी भांड्यावर खुणा असतात आणि मग ६ लिटरच्या खुणेपर्यंत पाणी भरलेले असते.

लक्षात घ्या आशुतोष मला ६ लिटर पाणी मिळाले आहे असे गृहीत धरून विचार करत आहे. त्याच्याकडे अशा खुणा असलेले भांडे ६ लिटरपर्यंत भरलेले आहे असे त्याला डोळ्यासमोर दिसत आहे.

मुले सतत विचारात आहेत.

काय हवे आहे : ६ लिटर पाणी

कोणती अट आहे?

अट : भांड्यांवर खुणा नाहीत.

मुलांनी प्रथम मनातल्या मनात प्रयोग केले. या भांड्यातून पाणी दुसऱ्यात ओतू. एक भांडे रिकामे करू. वेगवेगळ्या क्रमाने या क्रिया करू. इ. प्रश्न, त्यातील माहिती वापरून थेट सोडवायचे प्रयत्न केले. ते थकले. ही पद्धत काही फारसे देत नाही. विशेष प्रगती होत नाही असे जाणवले. (कदाचित, करता करता जमूनही जाईल, पण अपघाताने.)

आशुतोषला रोहनेने विचारले, समजा आपण 6 लिटर पाणी मोजले आहे. तर ते 9 लिटरच्या भांड्यात असणार. आता एक वेगळी सुरुवात झाली.

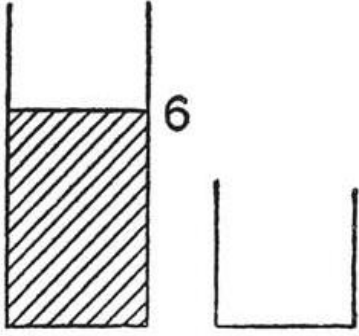
जे हवे आहे ते मिळाले आहे असे गृहीत धरा. आणि ते पूर्वी कधीतरी, कोणत्या प्रकारे मिळाले ते आठवा.

हा सर्व विचार इतका मुद्देसूद (explicitly) आपण करत नाही. आपण बघितलेल्या सर्वसाधारण आराखड्याचा विचार करू या. आपण प्रश्न सोडवण्याच्या पद्धतींचा अनुभव, अनुमान इ.च्या आधारे, विशिष्ट पायऱ्यांच्या आधारे अभ्यास करत आहोत. अधिक स्पष्टता आणायचा प्रयत्न आपण करणार आहोत. परत एकदा त्या पायऱ्या मांडू. आणि मग परत कोड्याच्या सोडवणुकीकडे वळू.

प्रश्न समजून घेणे.

माहिती : काय माहित आहे? त्यातील घटक कोणते? त्यांचा 'आपल्याला जे हवे'
त्यांच्याशी संबंध काय?

माहितीच्या घटकांचे म्हणणे काय आहे. घटक नेमके काय सुचवतात? अर्थात



आकृती २

९ लिटरच्या भांड्याला ६ लिटर
ची खूण असल्यावरची स्थिती

आपल्याला जे हवे त्या संदर्भात. जे हवे आहे ते मिळाले
आहे असे जणू गृहीत धरून.

अट काय आहे? थेट माहितीवरून कोड्यात
हवे आहे ते मिळते? अर्थातच तसे नाही. मग त्यासाठी
कोणती अट आहे. अधिकचे काही बंधन आहे का?

आपल्या कोड्यासंदर्भात,

काय हवे आहे : ६ लिटर पाणी

माहिती / साधन : ९ लिटर, ४ लिटर चे भांडे. नदीतून पाणी घ्यायचे आहे. कितीही
पाणी घेऊ शकतो. अर्थात ओतूनही देऊ शकतो.

अट / अडचण : भांड्यांवर लिटरच्या खूणा नाहीत.

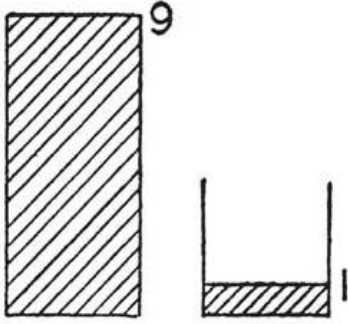
परत विचार करू.

६ लिटर पाणी मिळाले आहे. जणू काही पूर्वी ते असे खूणा असलेल्या भांड्यांतून
मिळाले. काही करून ९ लिटरच्या भांड्यात आपल्याला एक अदृश्य खूण हवी. आता एक

निश्चित दिशा मिळाली आहे. ९ लिटरच्या भांड्यात ६ लिटरचे पाणी असेल. आणि '६ लिटरची खूण' आपण तयार करायची आहे. प्रश्न सोडवायची दिशा, एक योजना डोळ्यासमोर आली.

आता अधिक विश्लेषण न करता कोडे सोडवू. आकृत्या बघून, आवश्यक तितकेच शब्दात मांडून.

म्हणजे ९ लिटरच्या भांड्यामध्ये ३ लिटर पाणी नाही. ३ लिटर भाग रिकामा आहे.



आकृती ३

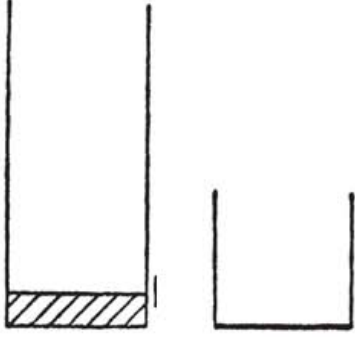
४ लिटरच्या भांड्याने ३ लिटर मोजता येईल का?

३ लिटरचे दोन भाग पाण्याने भरलेले आहेत, एक रिकामा आहे. आपल्याला तीन लिटर पाणी मोजता आले तर मग ६ लिटर पाणी मिळेल. तीन तीन लिटर मोजून ६ लिटर करायचे. अथवा थेट ९ लिटरच्या भांड्यात ३ लिटर वेगळे काढत आले तर तसे ही उत्तर मिळेल. ही महत्त्वाची पायरी आहे, ६

लिटर पाणी हवे, ६ लिटर पाणी हवे असा धोशा थांबवून, ६ लिटर पाणी मिळण्यासाठी कोणती स्थिती मिळायला हवी, हा विचार सुरू झाला.

मग ४ लिटरचे भांडे मी ३ लिटर मोजता येईल असे केले, असे समजू. म्हणजे ४ लिटरमध्ये एक लिटर कमी आहे, असे करायचे आहे. किंवा ४ लिटरच्या भांड्यात खालती एक लिटर पाणी आहे आणि फक्त ३ लिटर पाणी ४ लिटरच्या भांड्यात बसू शकेल. अर्थात ४ लिटरच्या भांड्यात मी ३ लिटर पाणी मोजीन, असे करायचे आहे.

४ लिटर भांड्यातले १ लिटर पाणी ९ लिटरच्या भांड्यातून मिळणार. ९ लिटरमधून

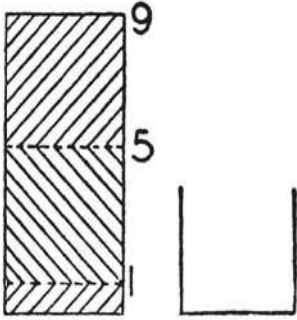


आकृती ४

९ लिटरच्या भांड्यातून १ लिटर पाणी मिळवले

४ लिटर काढले. टाकून दिले. मग अजून एकदा ४ लिटर काढले फेकून दिले. आणि आपण उत्तराच्यासाठी उपयुक्त परिस्थितीत आलो. आपल्याला जे हवे आहे ते कसे मिळू शकेल या विचारातील, अपेक्षित शेवटच्या उत्तराच्या जवळच्या स्थितीवर आपण आलो. येथून आपण ६ लिटर पाणी मिळवू शकू.

एक लिटर पाणी ४ लिटरच्या भांड्यामध्ये ओतले. ४ लिटरच्या भांड्यात आता ३



आकृती ५

९ लिटरच्या भांड्यातील वरचे ३ लिटर पाणी ४ लिटरच्या भांड्यात ओतले की ६ लिटर पाणी उरले.

लिटर जागा शिल्लक आहे. ९ लिटरचे भांडे भरून घेतले. त्यातील पाणी ४ लिटरचे भांडे भरेपर्यंत ओतले. आता ९ लिटरच्या भांड्यात बरोबर ६ लिटर पाणी शिल्लक राहिले.

आपण एक योजना बनवली ती योग्य आहे असे आपल्याला वाटते आहे, कारण दिलेली माहिती ते अपेक्षित माहिती या प्रवासाचे निश्चित स्वरूप

आपल्यासमोर आहे. प्रत्यक्ष कोड्याचे उत्तर लिहिताना, देताना आपण प्रश्नात दिलेल्या माहिती आधारे आणि अटींसह सुरवात करून आपल्या विचाराने ठरवलेल्या पायऱ्यांनी

मागे मागे जात टप्प्याटप्प्याने उत्तर मांडतो. ही उत्तर काढायची पद्धत म्हणजेच **आधी कळस मग पाया रे!**

अर्थात आपण या वेळी जे उत्तर अपेक्षित आहे त्यावर अधिक विचार केला. ते मिळाले आहे असे गृहीत धरले. तिथे कसे पोचता येईल, कोणत्या स्थितीतून उत्तराच्या स्थितीला आपण येऊ शकतो, ते शोधले. आता या पायरीवर कोणत्या स्थितीतून येऊ शकू, असा विचार करत आपण एक एक पायरीने 'दिलेल्या माहिती' जवळ आलो. अर्थात 'अपेक्षित उत्तर' संबंधीच्या माहितीचे विश्लेषण करत आपण आपली योजना तयार केली. 'दिलेल्या माहितीचे' विश्लेषण त्याद्वारे योजना आणि उत्तर; तसेच 'आधी कळस मग पाया' या दोन्ही मार्गांची तोंड ओळख आपण करून घेतली आहे.

योजना कशी बनवावी? ती अयशस्वी होईल का हे अगोदर तपासता येते का? या पुढील लेखात आपण यांचा विचार करणार आहोत.

क्रमशः

§§§

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

इ.मेल : barvekh@gmail.com

(कळीचे शब्द: गणित समजावून घेणे, दिलेल्या माहितीचे विश्लेषण, गणित सोडविण्याच्या पायऱ्या)

माघारीचा पर्याय

लेखक : डॉ. मुरारी तपस्वी

हवामान बदल, जागतिक तापमानवाढ यावर वैज्ञानिक गेल्या अनेक वर्षांपासून इशारे देत आहेत, पण धोरणकर्त्यांना यावरचे संशोधन म्हणजे वातानुकूलित प्रयोगशाळेत बसून केलेली वायफळ बडबड वाटत होती. पण आता त्याचे परिणाम अगदी उंबरठ्यापर्यंत येऊन पोहोचले आहेत, तरी राज्यकर्त्यांना त्यावर त्वरेने धोरणात्मक निर्णय घेण्याची वेळ आलेली आहे असे वाटताना दिसत नाही.

वारंवार येणारी वादळं, नद्यांना पूर, असह्य होणारा उकाडा, अवकाळी येणारा पाऊस, अतिवृष्टी या रूपात हवामान बदलाचे परिणाम दिसून येत आहेत. जागतिक स्तरावर, समुद्राच्या पाण्याच्या पातळीत वाढ होण्यामुळे २०५० पर्यंत ३० कोटी लोकसंख्येवर त्याचा परिणाम होण्याचे भाकीत वर्तवले गेले आहे. २१ व्या शतकाच्या अखेरीस, हवामान कसे विकसित होते त्यानुसार हिंदी महासागरातील समुद्राची पातळी सुमारे ०.५ ते ०.८ मीटरने वाढण्याची शक्यता आहे. समुद्राच्या पातळीत वाढ झाल्याने किनारपट्टीवरील पिण्याच्या पाण्याच्या स्रोतांमध्ये खाऱ्या पाण्याचा प्रवेश होईल.

जैन आणि कर्मकर या जोडगोळीने करंट सायन्स नावाच्या नियतकालिकात लेख लिहून याला तोंड द्यायला कोणता निर्णय श्रेयस आहे त्याची चर्चा केली आहे.



२०१९ मध्ये कोल्हापूर व सांगली भागात अभूतपूर्व पूर आलेला होता.



२०१८ मध्ये केरळमध्ये शतकभरातील सर्वात जास्त नुकसानकारक पूरस्थिती निर्माण झाली होती.

स्थूलमानाने नद्यांना पूर आले की त्याचे व्यवस्थापन तीन प्रकारे केले जाते - एक म्हणजे नद्यांवर बंधारे घालणे किंवा त्याच्या प्रवाहाला इतरत्र वळणे देत पूरस्थितीवर नियंत्रण आणणे, दुसरे पूर आला की तेथील रहिवाशांचे तात्पुरते स्थलांतर करणे, आणि तिसरा पर्याय म्हणजे पुराच्या पाण्याला कायमस्वरूपी वाट करून देण्यासाठी आणि त्यापासून वारंवार निर्माण होणाऱ्या धोक्यांपासून मानवजातीनेच सुरक्षित स्थळापर्यंत मागे हटणे. जेव्हा दरवर्षीच अशा प्रसंगांना तोंड द्यायची पाळी येते तेव्हा तिसरा पर्यायच शहाणपणाचा ठरतो. त्याला मॅनेज्ड रिट्रीट (managed retreat - MR) म्हणजेच माघारीतून मिळवलेले यश असे म्हणता येईल!

या पर्यायाचा वापर सिंधू संस्कृतीपासून झालेला आढळतो. सिंधू संस्कृतीतील समृद्ध शहरांमधील रहिवाशांना मोठ्या व दीर्घकालीन दुष्काळामुळे कायमस्वरूपी स्थलांतर करणे भाग पडले असे एक अनुमान काढले जाते. युरोपातही ऐतिहासिक काळात अशी उदाहरणे आहेत. स्थलांतर हे फक्त मानवी वस्तीपुरतेच नसते तर पशु-पक्षीही बदलत्या हवामानाला तोंड देण्याकरता स्थलांतर करतात हेही आपल्याला माहिती आहे.

चक्रीवादळादरम्यान समुद्रकाठी वसलेल्या रहिवाशांच्या तात्पुरत्या स्थलांतरामुळे मनुष्यहानी टळते हे आपण गेली काही वर्षे अनुभवत आहोतच.

यामध्ये पूररेषा ठरवणे ही पहिली महत्त्वाची पायरी आहे. पूररेषा दोन प्रकारच्या असतात - निळी रेषा व लाल रेषा. निळी रेषा गेल्या २५ वर्षांतील सर्वाधिक पुराची स्थिती विचारात घेऊन आखली जाते तर लाल रेषा ठरवण्यासाठी गेल्या १०० वर्षांतील सर्वाधिक पूरस्थितीचा विचार केला जातो. नगरनियोजन शास्त्राच्या संकेतांनुसार निळ्या रेषेच्या आत कोणत्याही प्रकारचे बांधकाम करण्यास मनाई



निळी व लाल पूररेषा – भूतकाळातील पुराच्या नोंदीनुसार ठरवलेल्या या काल्पनिक रेषा असतात.

असते. लाल व निळी रेषे यांमध्ये काही प्रकारची सार्वजनिक उपयुक्ततेची बांधकामे केली जाऊ शकतात, पण घरे बांधून वस्ती करणे या भागासाठीही निषिद्ध आहे.

हवामान बदलामुळे पर्जन्यचक्र बदलले आहे व पुढेही बदलणार आहे. भारताचा विचार केला तर आता मौसमी पावसाचा कालावधी लांबला आहे, पावसाचे सरासरी प्रमाण वाढले आहे, पण प्रत्यक्ष पाऊस पडण्याचे दिवस कमी झाले आहेत. परिणामतः जेव्हा पाऊस पडतो तेव्हा तो अक्षरशः कोसळतो. नद्यांवर बांधलेली धरणे हे पूरनियंत्रणाचे एक साधन असते. पण मौसमी पावसाच्या कालावधीत धरणे भरण्याचा जो परिचित आकृतीबंध होता, तोही पर्जन्यचक्रातील बदलांबरोबर बदलतो आहे. कधी नदीखोऱ्यात बेसुमार पाऊस झाल्याने, तर कधी धरणांचे जलाशय भरून गेल्यामुळे पाणी सोडावे

लागल्याने, नद्यांची पात्रे अनपेक्षित वेळी व अनपेक्षित वेगाने फुगतात. एकंदरीतच नदीला पूर येण्याच्या वेळा, पुराचे प्रमाण, आणि पूरस्थिती टिकून रहाण्याचा कालावधी या कशासाठीच जुने ठोकताळे आता उपयोगाचे राहिलेले नाहीत. या सर्व बाबी विचारात घेऊन सर्वच नद्यांच्या पूरेषांची नव्याने आखणी करणे आवश्यक झाले आहे. शहरांमधून वाहणाऱ्या नद्यांच्याबाबत शहरीकरणाचा रेटा व नदीपात्रातील अतिक्रमणे यांमुळेही नद्यांच्या पुराची प्रकृती बदलते आहे. त्यामुळे नवीन पूरेषा आखताना या सर्वच बाबी विचारात घ्यायला हव्यात.

पूरेषेची एकदा आखणी झाली की त्याच्या आत कुठलीही वसती करायची परवानगी द्यायची नाही ही जबाबदारी संबंधित शासनाची. नवीन पूरेषा आखल्यावर पूर्वीपासून उभी असलेली एखादी वस्ती रेषेच्या आत येत असेल तर तिचेही स्थलांतर करणे आवश्यक आहे.

सर्वसाधारणपणे भारतीय रहिवाशांना आपला भाग कायमस्वरूपी सोडून स्थलांतर करणे मानसिकदृष्ट्या खूप अवघड जाते, कारण त्यांचे तेथील निसर्गाशी, वडिलार्जित मिळालेल्या जमीन-जुमल्याशी, शेजाराशी भावनिक नाते जुळलेले असते. या सगळ्यापासून दूर जाणे अवघड जरी असले तरी ते पटवून देणे, उत्तम पर्यायी व्यवस्था करून नवे बस्तान बांधण्यासाठी लागणारी मदत करणे ही जबाबदारीही संबंधित शासनाचीच.

पण प्रत्यक्षात यातले काहीच घडताना दिसत नाही. नवीन पूरेषा आखणे दूरच, असलेल्या पूरेषांच्या आत विविध प्रकारचे अनिर्बंध बांधकाम चालू आहे. दरवर्षी

किनारपट्टीवरील पूरस्थिती अधिकाधिक गंभीर होत असताना दिसत असूनही नव्याने पूरेषेच्या आसमास मालमत्ता घेणारे महाभागही मोठ्या प्रमाणात आहेत.

इंटरनेटवर गोव्यात समुद्राकाठी किती मालमत्ता विकाऊ आहेत याचा शोध घेतला तेव्हा एका संकेतस्थळावर ७१ जाहिराती आढळल्या. प्रत्येकी किंमत कोट्यवधी रुपयात ! २०५० पर्यंत या मालमत्ता धोक्यात येऊ शकतात हे त्यांना कळत कसे नाही? नदीकाठांची परिस्थितीही यापेक्षा फार वेगळी नाही. मोठ्या शहरात नदीकाठावर, ओढ्याकाठी भराव घालून नव्या मालमत्ता उभ्या केलेल्या दिसून येतात. त्या सगळ्याच दरवर्षी येणाऱ्या पुरांमुळे धोक्यात येत आहेत.

भारतात लोकसंख्येची घनता प्रचंड मोठ्या प्रमाणात आहे. सुमारे दर चौरस कि.मी. मध्ये ४२० जण वसती करून असतात. कॅनडा, ब्राझील, अमेरिकेत हेच प्रमाण अनुक्रमे ४, २५, ३४ आहे. त्यातही मोठी शहरे सगळी समुद्राकाठी - ज्याची पातळी २०५० पर्यंत



**पूरस्थिती निर्माण झाल्यावर
आपत्ती व्यवस्थापन यंत्रणा
कार्यरत होतात.**

वाढण्याचे संकेत आहेत. सुमारे साडेतीन कोटी भारतीय यामुळे एकविसाव्या शतकाअखेरीपर्यंत अडचणीत येऊ शकतात. या शहरांतील लोकसंख्या कमी होण्याऐवजी वाढतच चालली आहे. यांचे कायमस्वरूपी स्थलांतर करण्याची आवश्यकता आहे आणि त्याचे आपल्याकडे

काहीही नियोजन नाही. चक्रीवादळे, पूर, इ. नैसर्गिक संकटांतील आपत्तीग्रस्तांना दरवर्षी तात्पुरती मदत करण्यातच आपला खर्च होतो. धोरणात्मक निर्णय घेऊन पाण्याचा धोका असलेल्या सर्व वस्त्यांच्या कायमस्वरूपी स्थलांतराची सोय केली तर हा वारंवार होणारा खर्च टाळता येणे शक्य आहे, आणि तोच एक शहाणपणाचा, उत्तम पर्याय आहे असे हे

संशोधक म्हणतात. याकरता येत्या २५ वर्षात, ५० वर्षात कुठल्या भागातल्या लोकांना स्थलांतर करावे लागेल याचा शास्त्रशुद्ध अभ्यास करून त्या ठिकाणांवर लक्ष केंद्रित करायला हवे. स्थलांतराच्या जागांचा जलविज्ञान, हवामानशास्त्रीय, भूवैज्ञानिक आणि पर्यावरणीय दृष्टीने विचार करणे आवश्यक ठरते, नाहीतर आगीतून फुफाट्यात अशी परिस्थिती उद्भवू शकते. त्याकरता आवश्यक असे कायदेही करावे लागतील. अर्थात स्थलांतर करायच्या जागांचा विचार देशपातळीवर न करता गावपातळीवर, प्रादेशिक स्तरावर करण्याची आवश्यक आहे, कारण लहान स्तरावरचे नियोजन अधिक चांगल्या पद्धतीने होते असे त्यांचे म्हणणे आहे.

शासन नियोजन, कायदे करील तेव्हा करो. वैयक्तिक पातळीवर आपण असे नदी किनारी, समुद्राकाठी राहात असू तर तेथून सुरक्षित जागी स्वतःहूनच हलण्याचा निर्णय घेणे हे शहाणपणाचे. मालमत्ता खरेदीचा विचार असेल तर अशी नदीकाठची, समुद्राकाठची मालमत्ता मोठी गुंतवणूक करून न घेणे श्रेयस्कर. आपल्याच नाही तर आपल्या पुढच्या पिढीचा विचार केल्याबद्दल ती पिढी तुमची उतराई होईल.

§§§

लेखक: डॉ. मुरारी तपस्वी, राष्ट्रीय समुद्रविज्ञान संस्था, गोवा येथून ग्रंथपाल म्हणून निवृत्त.
ग्रंथालयशास्त्रात विद्या वाचस्पती.

इमेल: tapaswimurari@gmail.com

(कळीचे शब्द: हवामान बदल, जागतिक तापमानवाढ, हवामान बदलाचे परिणाम, निळी पूरेषा, लाल पूरेषा,
नदीच्या पुराचे व्यवस्थापन, रहिवाशांचे स्थलांतर)

माणसाने माती खावी का?

लेखक : डॉ. आनंद कर्वे

प्राण्यांना लागणारे सर्व अन्नघटक त्यांना वनस्पतींकडूनच मिळतात कारण प्राणिमात्र हे एकतर वनस्पतिभक्षक तरी असतात किंवा वनस्पतिभक्षकांचे भक्षक असतात. जगात जेथे कोठे वनस्पतींच्या वाढीसाठी योग्य असे पाऊसमान आणि तापमान असते तिथे आपणांस हिरव्यागार वनस्पती वाढताना दिसतात. त्यामुळे आपण हे गृहीत धरू शकतो की वनस्पतींना आणि पर्यायाने सर्व जीवमात्रांना जगण्यासाठी आवश्यक असणारे खनिजघटक जगातल्या सर्व प्रकारच्या मातीत आढळतात. आपल्या आसमंतातील हवेत थोडीफार धूळ नेहमीच असते आणि तिचा काही अंश आपल्या पोटात सतत जातच असतो.



आपले आरोग्यही अनेक खनिजघटकांवर अवलंबून असते. सर्व जीवमात्रांचे पेशिकाद्रव्य प्रथिनांनी बनलेले असते आणि नायट्रोजन हा प्रथिनांचा एक प्रमुख घटक असतो. याशिवाय अनेक प्रथिनांमध्ये गंधकही असते. आपली हाडे ही मुख्यतः कॅल्शियम

फॉस्फेटपासून बनलेली असतात. आपल्याला कॅल्शियम कमी पडले तर हाडे ठिसूळ होतात. रक्तातल्या हिमोग्लोबीनमध्ये तसेच पेशिकेच्या चयनात ऑक्सिडीकरणासाठी लागणाऱ्या सायटोक्रोममध्येही लोह असते. शरीराला पुरेसे लोह मिळाले नाही तर अॅनिमिया (रक्तक्षय) हा रोग होतो. मज्जासंस्थेतील संदेशवहनासाठी पोटॅशियम लागते. आपल्या जठरात पचनासाठी जे हायड्रोक्लोरिक आम्ल लागते ते निर्माण करण्यासाठी आपल्या रक्तात मीठ (सोडियम क्लोराइड) असावे लागते. थायरॉइड ग्रंथीच्या कार्यासाठी आयोडीन लागते. जर सेलेनियमची कमतरता असेल तर मेंदू नीट कार्य करीत नाही. आपले केस आणि नखे यांमध्ये गंधक असते. पेशींमधील नाभिकाम्लात फॉस्फरस असतो. याशिवाय जस्त, बोरॉन, कोबाल्ट, तांबे, मॅगॅनीज, मॅग्नेशियम, मॉलिब्डेनम, ही मूलद्रव्येही विविध कार्यांसाठी लागतात.

आपल्याला लागणारे सर्व खनिज घटक आपल्याला आपल्या अन्नातूनच मिळतात, पण पोटभर अन्न मिळत असूनही बरेचदा विशिष्ट खनिजघटकांच्या कमतरतेने आजार उद्भवतात. असे खनिजघटक वापरून बनविलेली औषधे आधुनिक औषधालयांमध्ये मिळतात, पण औषधांचे इतर काही दुष्परिणामही होऊ शकतात. याऐवजी रोज थोडी माती पोटात गेली तर आपल्याला आपोआपच सर्व खनिजे मिळत राहतील. गरोदर स्त्रियांना बरेचदा माती खावीशी वाटते याचेही कारण त्यांच्या आहारातली खनिज घटकांची कमतरता हेच असावे.

वनस्पतींना कार्बन हे मूलद्रव्य हवेतील कार्बन डायऑक्साइडद्वारे मिळते, तर हायड्रोजन व ऑक्सिजन हे घटक पाण्याद्वारे मिळतात. पाठ्यपुस्तकांनुसार नायट्रोजन आणि अन्य सुमारे पंधरा खनिजघटकांसाठी वनस्पतींना मातीवर अवलंबून राहावे लागते. परंतु

मातीतली खनिजे पाण्यात विरघळत नसल्याने ती वनस्पतींना मुळांवाटे घेताच येत नाहीत, हे कोणतेच पाठ्यपुस्तक सांगत नाही. पाण्यात विरघळू शकतील असे खनिजघटक वनस्पतींना उपलब्ध करून देण्यासाठीच शेतकऱ्यांना आपल्या शेतात रासायनिक खते घालावी लागतात. पण मग निसर्गातील वनस्पतींना मातीतले खनिजघटक कसे मिळतात, हे आजवर एक कोडेच होते. मी त्याचे उत्तर शोधून काढले.

मला प्रथम लागलेला शोध होता तो असा की मातीतली खनिजे



मातीतील विविध प्रकारचे सूक्ष्मजीव
(सौजन्य - पॅसिफिक नॉर्थवेस्ट
नॅशनल लॅबोरेटरी, यूएसए.)

जरी वनस्पतींना घेता येत नसली तरी मातीत राहणाऱ्या सूक्ष्मजंतूंना ती घेता येतात. माझा दुसरा शोध असा होता की वनस्पती मातीतल्या सूक्ष्मजंतूंना मारून खातात. जमिनीवर वाढणाऱ्या प्रत्येक वनस्पतीच्या मुळांमधून मातीतल्या सूक्ष्मजंतूंना मारण्यासाठी आवश्यक अशी प्रतिजैवके आणि मृत जंतू पचविण्यासाठी

आवश्यक असे पाचक विकर स्रवतात. आपल्या पूर्वजांना सूक्ष्मजंतू किंवा मुळांमधील प्रतिजैवके यापैकी कोणत्याच विषयाची माहिती नव्हती, पण तरीही आयुर्वेदातील ६० टक्के औषधे विविध वनस्पतींच्या मुळांवर आधारित आहेत, हे नाकारता येणार नाही.

मातीतली खनिजे पाण्यात विरघळत नाहीत, याचा वरील विवेचनात उल्लेख झालेला आहेच. त्यामुळे जर एखाद्याने माती खाल्ली तर तिच्यातली खनिजे त्याच्या शरीरात शोषली न जाता विष्ठेबरोबर शरीरातून निघून जाण्याची शक्यता काही नाकारता येत नाही. त्यामुळे पोटात गेलेल्या मातीचे पुढे काय होते, हे पाहण्यासाठी मी एक प्रयोग केला.

बायोगॅस संयंत्रात आपण जनावरांच्या शेणात आढळणारे सूक्ष्मजंतू म्हणजे पर्यायाने जनावरांच्या आतड्यात वास करणारे जंतूच वापरतो. त्यांना मातीतली खनिजे घेता येतात का हे पाहण्यासाठी मी बायोगॅस संयंत्रात थोडी माती वजन करून घातली. हे संयंत्र तीन महिने चालविल्यानंतर संयंत्रात घातलेल्या मातीचे पुन्हा वजन केले ते २० टक्क्यांनी कमी भरले. बायोगॅस संयंत्रातील सूक्ष्मजंतूंनी मातीतली खनिजे घेतल्यामुळेच मातीचे वजन कमी झाले असणार. म्हणजे केवळ मातीतले सूक्ष्मजंतूच नव्हेत तर आपल्या आतड्यात राहणारे जंतूसुद्धा त्यांच्या संवर्धनमाध्यमातून त्यांना लागणारे खनिजघटक घेतात, मग हे घटक जरी पाण्यात अविद्राव्य असले तरीही ते त्यांना घेता येतात.

पाण्यात अविद्राव्य असणाऱ्या खनिजघटकांचे ग्रहण सूक्ष्मजंतू कसे करू शकतात यावरही मी विचार केला. व्यावहारिक दृष्ट्या जरी मातीतली खनिजे पाण्यात अविद्राव्य असली तरी प्रत्यक्षात मात्र ती अत्यल्प प्रमाणात विरघळतात. त्यामुळे तयार होणाऱ्या द्रावणात खनिजांचे प्रमाण अत्यंत कमी म्हणजे १ दशलक्ष भाग पाण्यात २ ते ५ भाग खनिजे इतके कमी असते. याला वैज्ञानिक परिभाषेत पार्ट्स पर मिलियन किंवा पीपीएम असे म्हणतात. इतक्या कमी तीव्रतेच्या द्रावणातून वनस्पतींची मुळे जरी विद्राव्य पदार्थ घेऊ शकत नसली तरी सूक्ष्मजंतूंना ते शक्य असते.

परंतु माणसांनी माती खावी की नाही या प्रश्नाचे होकारार्थी उत्तर मला अगदी योगायोगाने मिळाले. पुण्यातल्या मंडईत फिरत असता मला असे दिसले की एका गाळ्यात राखी रंगाची सुमारे ३ सें.मी. जाडीची ठेकळे विकायला ठेवली होती. ती कशासाठी वापरतात असे विचारल्यावर दुकानदाराने मला सांगितले की



ती खायची माती आहे. या विषयावर मी अधिक चौकशी केल्यावर मला असे समजले की ही माती भारतात पाकिस्तानातून आणली जाते आणि ती युनानी वैद्यकशास्त्रात वापरली जात असल्याने मुख्यतः मुसलमान लोकच ती खातात. मराठवाड्यातल्या औरंगाबाद शहरात या मातीचा दर वर्षीचा खप सुमारे १६ टन आहे. अर्थात हीच विशिष्ट माती का वापरायची? आपल्या आजूबाजूला असलेली साधी माती वापरता येईल का? कोणतीही माती नुसतीच उचलून खाणे अर्थातच सुरक्षित असणार नाही. मग त्यासाठी कोणती प्रक्रिया करावी? यात मातीचे रासायनिक स्वरूप बदलून तिची परिणामकारकता कमी होणार नाही यासाठी काय करावे लागेल? या व अशा अनेक प्रश्नांची उत्तरे वैज्ञानिक पध्दतीने शोधावी लागतील.

§§§

लेखक: **आनंद कर्वे**, अप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूट (आरती) संस्थेचे संस्थापक अध्यक्ष. प्रसिध्द वनस्पती शास्त्रज्ञ व शेतीतज्ञ.

इमेल: adkarve@gmail.com

(कळीचे शब्द: अन्न व आरोग्य, आरोग्यासाठी खनिज घटक, मातीतील खनिजे, आरोग्यकारक सूक्ष्मजीव, आयुर्वेद, युनानी औषध पध्दती, खायची माती)

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकात प्रसिध्द झालेल्या लेखमाला अशा स्वरूपाची ,एका लेखकांचे लेख ,एकाच विषयावरील लेख , पुस्तके उपलब्ध -वेबसाइटवर सध्या पुढील तीन इ .पुस्तक स्वरूपात उपलब्ध करून देत आहोत-संकलने आता आम्ही इ आपला अभिप्रा .इतरांपर्यंतही पोहचवा ,जरूर पहा .आहेतःाय व सूचना आम्हाला इमेलने कळवा .

जल मल पुस्तकातील निवडक प्रकरणे-थल-<https://www.sandarbhociety.org/pdf/Jal-Thal-Mal%20.pdf>

डॉ आनंद कर्वे यांच्या लेखांचे संकलन <https://www.sandarbhociety.org/pdf/vaidnyanik-mushafiri.pdf>

द्विजगण अवघे लेखमाला <https://www.sandarbhociety.org/pdf/Dvijaga%E1%B9%87a-e-book.pdf>

वसंत खानोलकर:

भारतातील रोगनिदानशास्त्राचे जनक

लेखक : डॉ. नितीन हांडे

वसंत खानोलकर: भारतातील पॅथॉलॉजीचे जनक. कुष्ठरोग, प्रजननशास्त्र, अनुवंशशास्त्र आणि सर्वात महत्वाचं म्हणजे कर्करोग या विषयांमध्ये पायाभूत संशोधन करणारे डॉ खानोलकर हे भारतात झालेल्या आरोग्यविज्ञानाच्या प्रगतीमधील एक ऋषितुल्य व्यक्तिमत्त्व. त्यांच्या मार्गदर्शनाखाली शास्त्रज्ञांच्या कैक पिढ्या घडल्या. अनेक नव्या संस्थांची पायाभरणी त्यांच्या पुढाकाराने आणि मार्गदर्शनाखाली झाली आहे. अशा थोर व्यक्तिमत्त्वाची ओळख पुढच्या पिढीला व्हावी म्हणून हा लेख.

वसंत रामजी खानोलकर यांचा जन्म कोकणातील एका छोट्या खेडेगावात गोमंतक मराठा समाजातील एका सुशिक्षित कुटुंबात एप्रिल १८९५ रोजी झाला. वसंत ऋतुमध्ये जन्माला आला म्हणून 'वसंता' हा सात भावांपैकी एक. रामजी धोंडो खानोलकर हे वसंताचे वडील. रामजींनी वैद्यकीय शिक्षण पूर्ण करून त्यांच्या वडिलांप्रमाणं ब्रिटिश

सैन्यात जाण्याचा निर्णय घेतला होता. एकोणिसावें शतक संपन्न होत असताना चीन विरुद्ध आठ युरोपिय देश बॉक्सर लढाईमध्ये लढत होते. या युद्धातून विजयी होऊन परतताना ब्रिटिश सैन्यात डॉक्टर असलेले रामजी खानोलकर हे क्वेट्टा या शहराच्या प्रेमात पडले आणि त्यांनी तिथंच स्थायिक होण्याचा निर्णय घेतला. तिथं त्यांनी स्वतःचा दवाखाना सुरू केला, तो बघता-बघता नावारूपाला आला.

त्या काळात घोडागाडी बग्गी, मोटारगाड्या आणि भला मोठा बंगला असा खानोलकरांचा थाट होता. दोन मजली इमारतीत ३० खानोलकर कुटुंबीय राहत होते. मात्र १९३५च्या भूकंपात रामजी आणि त्यांच्या परिवारातील इतर १३ जण मृत्युमुखी पडले. उरलेले खानोलकर पुन्हा कंबर कसून उभे राहिले.

त्यांनी घराचा काही भाग पुन्हा दुरुस्त करून घेतला आणि आपला वैद्यकीय व्यवसाय पुन्हा सुरू केला. मात्र त्यानंतर राजकीय भूकंप झाला. १९४७ मधील फाळणीमुळे वातावरण ढवळून निघालं. अखेरीस जीव वाचवत सर्व खानोलकरांना भारतात परत यावं लागलं.

प्रचंड अभ्यासू व्यक्तिमत्व असलेल्या रामजी यांना अनेक भाषा अवगत होत्या, त्यांच्याकडे अनेक दुर्मिळ पुस्तकांचा संग्रह होता. त्यामुळे सर्व मुलांना कोणत्याही



विषयाचा सखोल अभ्यास करण्याची सवय लागली. वडीलांच्या वैद्यकीचा वारसा घेत विष्णू आणि वसंत आणि इतर तीन भाऊ वैद्यकीय पेशामध्ये उतरले, विक्रमने सैन्यामध्ये जाऊन तिथं वडिलांचा वारसा जपला.

ज्ञानाचा समृद्ध वारसा लाभलेल्या वसंताचं बालपण अतिशय मजेत गेलं. लंडन विद्यापीठातून त्यानं विज्ञान शाखेची पदवी मिळवली तसेच १९१८ मध्ये वैद्यकीय पदवी देखील प्राप्त केली. सर्वात कमी वयाचा ग्रॅहम रिसर्च स्कॉलर म्हणून वसंताचं नाव झालं. १९२३ मध्ये वसंता रोगनिदानशास्त्रात (पॅथॉलॉजी) एम.डी. झाला. इथं काम करत असताना अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर मूलभूत विज्ञान आणि वैद्यकीय संशोधनात सखोल अनुभव मिळवला.

भारतात परत येऊन डॉ. वसंत खानोलकर यांनी ग्रँट मेडिकल कॉलेजमध्ये नोकरी स्वीकारली. इथे ते पदवी आणि पदव्युत्तर विद्यार्थ्यांना रोगनिदानशास्त्र या विषयाचे अध्यापन करू लागले. शिक्षणासाठी उपयुक्त विविध नमुन्यांचं संग्रहालय त्यांनी सुरू केलं. उती आणि पेशी यांची छायाचित्रं घेणं सुरू करून त्यांनी रोगनिदानशास्त्राच्या पद्धतशीर शिक्षणाचा पाया रचला. एकविसाव्या शतकात अशा छायाचित्र विभागाचं तुम्हाला कौतुक वाटणार नाही. खानोलकर यांच्या काळात त्याचं महत्त्व वाटत नव्हतं आणि हा पैशाचा अपव्यय असेल असा लोकांचा आक्षेप होता. मात्र असा विभाग चालू करत असाल तरच मी नोकरी स्वीकारेन, असे ठणकावून सांगून खानोलकर यांनी गुणवत्तेत तडजोड करायचं नाकारलं. डॉ. वसंत यांनी नेहमीच अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करण्याचा आग्रह धरला.

शवविच्छेदनासाठी वेगळा विभाग करून घेत असताना त्यांनी विद्यार्थ्यांसाठी व्यायाम शाळा देखील बनवून घेतली. वेळप्रसंगी आपल्या विद्यार्थ्यांना रोगनिदानशास्त्रामधील अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा अनुभव घेऊन येण्यासाठी परदेशी जाण्याचा आग्रह केला.

संशोधनांमध्ये प्राण्यांचा वापर करणं गरजेचं असतं, त्यासाठी त्यांनी प्राणीविभाग सुरू केला. मात्र या प्राण्यांना हाताळण्यासाठी विशेष प्रशिक्षणाची आवश्यकता असते, त्यामुळे आपल्या एका तंत्रज्ञाला त्यांनी परदेशात या प्रशिक्षणासाठी पाठवलं. पाश्चात्य देशातील वैद्यकीय शिक्षणाच्या तुलनेत भारतीय शिक्षण कमी पडू नये म्हणून त्यांनी वैद्यकीय अभ्यासक्रमात अनेक बदल सुचवले. आरोग्य विज्ञान क्षेत्रात भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, प्रायोगिक जीवशास्त्र (एक्सपेरिमेंटल बायोलॉजी), जीवरसायनशास्त्र,



जीवभौतिकशास्त्र तसेच संख्याशास्त्र यांसारख्या सर्व ज्ञानशाखांची मदत होऊ शकते हे त्यांनी ओळखलं होतं, त्यांनी विद्यार्थ्यांच्या विचारांना देखील तशीच दिशा दिली.

या कालावधीत खानोलकरांना कर्करोग आणि कुष्ठरोग यांच्या संशोधनात अधिक वेळ देणं गरजेचं वाटू लागलं. त्यांनी प्राध्यापकी सोडली आणि टाटा मेमोरियल रुग्णालयात प्रमुख रोगनिदानतज्ञ म्हणून १९४१ मध्ये ते रुजू झाले. त्यांच्या संशोधनाचा विषय भारतातील

कर्करोग हा होता. भारतात कर्करोगाचे कोणते प्रमुख प्रकार आहेत हे शोधण्यासाठी त्यांनी रुग्णालयातील आकडेवारीचा अभ्यास केला. कर्करोगासाठी कारणीभूत ठरणाऱ्या सवयींचा त्यांनी अभ्यास केला, त्यातूनच तंबाखू सेवनाने कर्करोग होण्याची शक्यता वाढते हे संशोधन पुरेशा पुराव्यांसह पुढं आलं.

भारतातील बहुसंख्य कष्टकरी समाज तंबाखू चघळतो, या सवयीला कुपोषण, तोंडाची अस्वच्छता आणि रोजच्या आहारामध्ये जीवनसत्वांचा अभाव या सर्वांची जोड मिळते आणि कर्करोगाची शक्यता वाढते. याशिवाय बदलतं पर्यावरण, वाढतं औद्योगीकरण आणि नात्यांमधील विवाह हे देखील महत्त्वाचे कारण असल्याचं त्यांनी मांडलं. कर्करोगाची शक्यता कमी करायची असेल तर आंतरजातीय, आंतरधर्मीय, आंतरवंशीय विवाह करणे फायद्याचे ठरते हे यावरून अधोरेखित होते.

‘धोतराचा कर्करोग’ संकल्पनेचा शोध त्यांनीच लावला. वर्षानुवर्ष धोतराची गाठ एकाच ठिकाणी बांधल्यामुळे तिथं त्वचेचा कर्करोग होऊ शकतो असं त्यांच्या निदर्शनास आलं.

पूर्वी असा समज होता की कर्करोग होण्याचा धोका युरोप, अमेरिकेसारख्या प्रगत खंडातील नागरिकांना आशिया, आफ्रिका सारख्या अप्रगत खंडातील नागरिकांपेक्षा आठ पट अधिक असतो. मात्र कर्करोग होण्याची शक्यता सर्वच लोकांना सारखी असते असा दावा खानोलकर यांनी सांख्यिकीच्या आधारे केला. या संदर्भातील त्यांचे शोधनिबंध अनेक राष्ट्रीय आणि आंतरराष्ट्रीय नियतकालिकांमध्ये प्रकाशित झाले आहेत.

खानोलकर यांच्या कामाची दखल घेऊन सरकारने १९५२ मध्ये इंडियन कॅन्सर



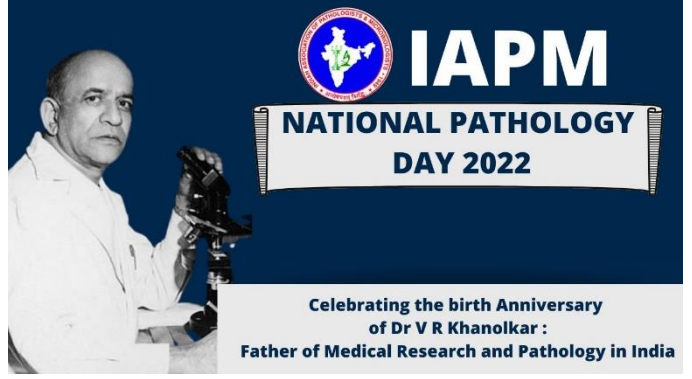
रिसर्च सेंटर (आय. सी.आर.सी.) ही संस्था सुरू केली, आणि खानोलकरांना या संस्थेचे प्रमुख केलं. रॉकफेलर फाउंडेशन, जागतिक आरोग्य संघटना यासारख्या जगभरातील महत्त्वाच्या संघटनांनी या संस्थेला आर्थिक पाठबळ दिलं होतं. ही संस्था आता अँडव्हान्सड सेंटर फॉर ट्रीटमेंट, रिसर्च, एज्युकेशन इन कॅन्सर या नावाने ओळखली जाते. नवी मुंबईतील खारघर येथील टाटा

मेमोरियल सेंटरचा ही संस्था भाग असून तेथील एका इमारतीला खानोलकरांचे नाव दिलेले आहे.

कर्करोगाव्यतिरिक्त खानोलकरांनी कुष्ठरोगावरही महत्त्वाचं संशोधन केलं आहे. कुष्ठरोगाचे जंतू मज्जापेशीमध्ये वसतात हे त्यांनी शोधून काढलं. कुष्ठरोगाच्या जंतूंचे पुनरुत्पादन प्रयोगशाळेत करण्यामध्ये देखील त्यांनी यश मिळवलं. पुनरुत्पादनाचं शरीरशास्त्र यावर देखील खानोलकरांनी संशोधन केलं आहे. इंडियन कौन्सिल ऑफ मेडिकल रिसर्चने कुटुंबनियोजनाचा शास्त्रीय अभ्यास करण्यासाठी एक समिती नेमली, त्या समितीचे खानोलकर ७ वर्षे अध्यक्ष होते. यावेळी भारतात बालमृत्यूचं तसेच अपमृत्यूच पपेक्षा खूपच अधिक होतं प्रमाण युरो. तुम्हाला नवल वाटेल, पण १९५० साली भारतीयांचं

सरासरी आयुर्मान अवघं ३५ वर्षे होतं. (आज २०२२ मध्ये ७० वर्षे म्हणजे दुप्पट झालं आहे.) त्यावेळी देशाचं सरासरी आयुष्यमान कसं वाढवता येईल यावर त्यांनी मोलाचं मार्गदर्शन केलं आहे .

या थोर तपस्वी व्यक्तिमत्त्वाचा मृत्यू मुंबईच्या के.ई.एम. रुग्णालयात झाला. २९ ऑक्टोबर १९७८ रोजी त्यांची प्राणज्योत मालवली. जीवशास्त्राचा एक अध्याय समाप्त झाला. मात्र त्यांचं नाव भारतीय आरोग्यक्षेत्रात अजरामर



झालं आहे. त्यांच्या सन्मानार्थ नॅशनल अकॅडमी ऑफ मेडिकल सायन्सने १९८७ मध्ये डॉ. खानोलकर स्मृती व्याख्यान सुरू केलं असून दरवर्षी जीवशास्त्रात भरीव कामगिरी करणाऱ्या शास्त्रज्ञाचा इथं पदक, मानपत्र आणि रोख रक्कम देऊन गौरव करण्यात येतो आणि त्या शास्त्रज्ञाचं व्याख्यान ऐकायची संधी सर्वांना मिळते. भारतात पॅथोलॉजीचा पाया रचणाऱ्या खानोलकरांचा जन्मदिवस आता 'नॅशनल पॅथोलॉजी डे' म्हणून साजरा करण्यात येतो.

खानोलकर इंडियन असोसिएशन ऑफ पॅथॉलॉजिस्ट अँड मायक्रोबायोलॉजिस्ट या संस्थेचेही संस्थापक अध्यक्ष होते. कर्करोग आणि कुष्ठरोग यावर त्यांची तीन पुस्तके प्रसिद्ध झाली असून त्यांच्या १०० पेक्षा जास्त संशोधन पत्रिकांना आंतरराष्ट्रीय नियतकालिकांमध्ये स्थान मिळालं आहे. खानोलकर ६ भारतीय आणि ४ युरोपियन भाषा

बोलू आणि वाचू शकत होते. इंटरनॅशनल कॅन्सर रिसर्च कमिशनचे अध्यक्ष, इंडियन कॅन्सर रिसर्च सेंटरचे निदेशक, कर्करोग आणि कुष्ठरोगावरील जागतिक आरोग्य संघटनेच्या समितीचे सदस्य आणि मुंबई विद्यापीठाचे कुलगुरू यासारखी महत्त्वाची पदं त्यांनी भूषवली आहेत. १९५५ मध्ये पद्मभूषण पुरस्कार देऊन भारत सरकारने त्यांना सन्मानित केलं आहे. प्रसिध्द महिला जीववैज्ञानिक व कॅन्सरवर महत्त्वपूर्ण संशोधन करणाऱ्या कमल रणदिवे ह्या डॉ. खानोलकरांच्या विद्यार्थिनी होत्या. अशा कर्तृत्ववान शास्त्रज्ञांची पिढी भारतात घडवण्याचे त्यांचे कार्यही मोलाचे आहे.

डॉ. वसंत खानोलकर यांच्या सर्व जीवनकार्याला व ध्यासाला सलाम.

मूळ लेख <https://richyabhau.blogspot.com/2022/07/blog-post.html>

§§§

लेखक: डॉ. नितीन हांडे, अंधश्रध्दा निर्मूलन समिती कार्यकर्ता, 'ज्ञानाचा प्रवाहो चालीला' पुस्तकाचे सहलेखक, 'डावकिनाचा रिच्या' या टोपणनावाने ब्लॉग लिहितात.

इ-मेल : dr.nitin.hande@gmail.com

(कळीचे शब्द: आरोग्य विज्ञान, कर्करोग, कुष्ठरोग, वैद्यकशास्त्र शिक्षण, वैद्यकीय संशोधनात

अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर, नॅशनल पॅथॉलॉजी डे)

वर्तमानाची पायाभरणी - २

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागच्या लेखापासून वर्तमान मानवी समाजव्यवस्थेचा पाया कसा रचला गेला हे आपण पाहत आहोत. इ.स. ८०० ते १२०० दरम्यान मध्ययुगीन उष्याच्या कालखंडाने मानवी जगतात भरभराट निर्माण केली व जग जवळ आणले. पण जगभरातील माणसांचा वाढता संपर्क १४व्या शतकातील महाभयंकर प्लेगच्या सार्थीना कारणीभूत ठरला. यामुळे जगाची लोकसंख्या तर कमी झालीच पण आर्थिक भरभराटीलाही खीळ बसली, हे आपण मागच्या लेखात पाहिले.

१३५० नंतर जगभरातील मानवी समाज संकटांमधून सावरू लागले. पुन्हा एकदा व्यापारउदीम नव्या जोमाने वाढू लागला. यापूर्वी आफ्रो-युरेशियामधील घडामोडी या अमेरिका व ऑस्ट्रेलिया खंडांतील घडामोडींपासून अलिप्त होत्या. पण १३५० पासून १७व्या शतकापर्यंत हे चित्र झपाट्याने बदलले. या काळात मानवी इतिहासात प्रथमच संपर्काचे जाळे पृथ्वीव्यापी बनले आणि अर्थातच सामूहिक ज्ञाननिर्मितीचा झपाटाही त्यामुळे वाढला. यामध्ये चिनी व युरोपीयन दर्यावर्द्यांनी व्यापारानिमित्त केलेल्या समुद्री सफरींचा महत्त्वाचा वाटा होता. लांबवर प्रवास करू शकणाऱ्या जहाजांच्या निर्मितीचे, तसेच लांबवरच्या समुद्री सफरींमध्ये आवश्यक दिशादर्शनाचे तंत्रज्ञान व कौशल्य या वेळपर्यंत विकसित झालेले होते, म्हणूनच हे शक्य झाले.

चीनमधील मिंग वंशाच्या सम्राट यॉंगल यांनी १५व्या शतकाच्या सुरुवातीच्या कालखंडात सात समुद्र सफरींचे आयोजन केले. या समुद्र सफरींचे नेतृत्व अॅडमिरल झेंग हे

या मुसलमानधर्मीय तृतीयपंथी व्यक्तीने केले. या समुद्र सफरींद्वारे चीनने हिंद महासागरातील



अॅडमिरल झेंग हे यांचा
चीनमधील संग्रहालयातील
मेणाचा पुतळा (स्रोत –
विकीपिडिया)

जावा व सुमात्रापर्यंत व्यापारी संबंध प्रस्थापित केले. यापैकी काही मोहिमा श्रीलंकेत व भारताच्या पूर्व किनाऱ्याने वर अगदी गंगेच्या मुखापर्यंतही गेल्या. काही जहाजे श्रीलंका ओलांडून मालदीव तसेच भारताच्या पश्चिम किनाऱ्यावरील कालिकतपर्यंत पोहोचली. पुढे मध्य आशिया व आफ्रिकेच्या पूर्व किनारपट्टीवरील मोगादिशूपर्यंतचाही पल्ला त्यांनी गाठला. परंतु सम्राट यॅंगल यांच्या निधनानंतर ह्या समुद्रसफरी थांबवण्यात आल्या.

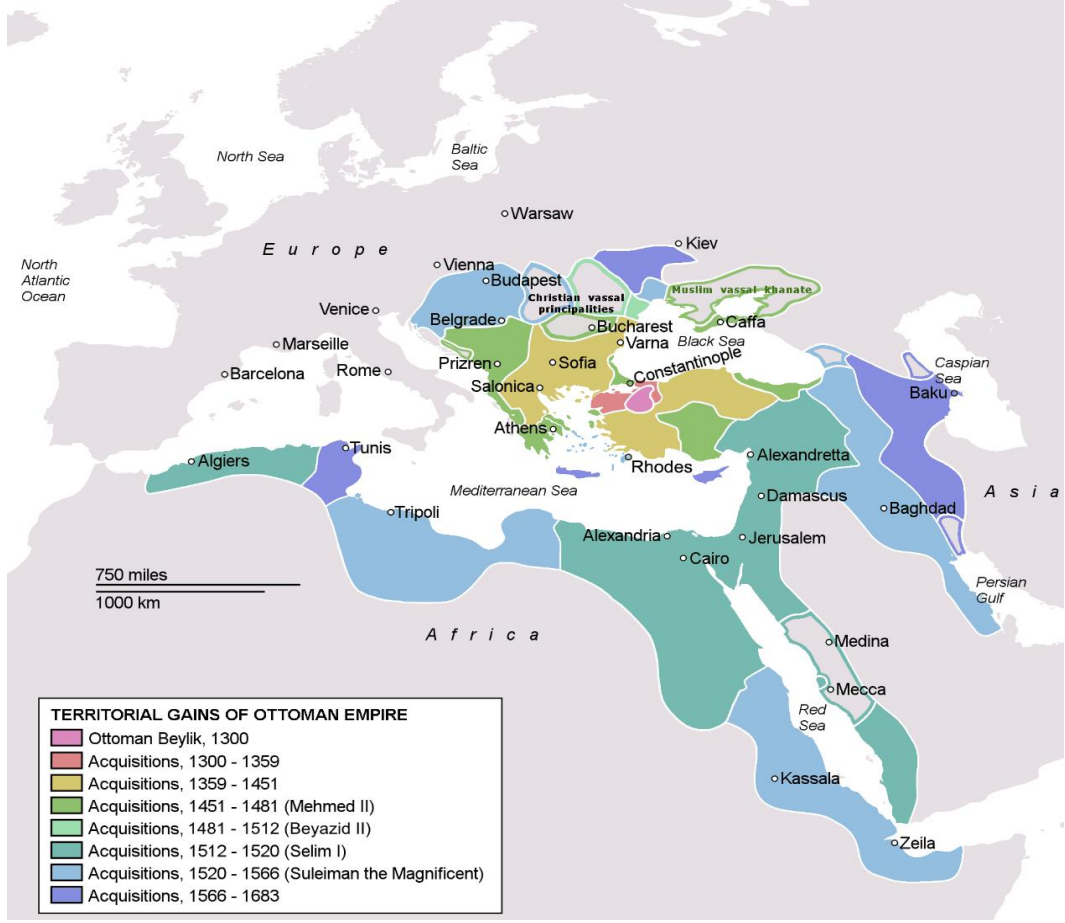
चिनी जहाजांची क्षमता व खलाशांचे कौशल्य

पहाता आफ्रिकेला वळसा घालून अमेरिकेपर्यंतही त्यांची जहाजे पोहचू शकली असती. पण चिनी सम्राटांच्या दृष्टीने असे करणे मूर्खपणाचे ठरले असते, कारण या सात समुद्रसफरींमधून मिळालेला पैसा आणि त्यांना आलेला खर्च याचा मेळ बसला नव्हता. अशा परिस्थितीत आणखी दूरवरच्या सफरी करणे आतबट्ट्याचे ठरले असते.

चिनी साम्राज्यच मुळात अतिशय मोठे व नैसर्गिक संसाधनांनी परिपूर्ण होते. त्यांच्या आजूबाजूच्या तितक्याच समृद्ध बाजारपेठा असलेल्या आशियाई देशांशी व्यापारी जाळे प्रस्थापित झाल्यावर त्यापलीकडे पाहण्याचे त्यांना काहीच कारण नव्हते. त्यांना त्यांच्या आसपास कोणी सागरी शत्रूही नव्हते, त्यामुळे लष्करी आरमारावर फार खर्च करण्याचीही त्यांना आवश्यकता वाटली नाही.

अशीच काहीशी परिस्थिती जगाच्या इतरही काही भागांमध्ये होती. अमेरिकेतील अँझटेक साम्राज्य १५व्या शतकात प्रस्थापित झाले. येथेही मोठी तांत्रिक प्रगती झालेली होती. पण अतिशय संपन्न असलेल्या या विशाल साम्राज्याला व्यापारउदीमासाठी सागरी मोहिमा आखून अज्ञाताचा वेध घेण्याचे काहीच कारण नव्हते. भारतीय उपखंडातही अंतर्गत समृद्धीमुळे इतर जगाचा वेध घेण्याची गरज फार कोणा राज्यकर्त्यांना वाटली नाही. मध्य आशियातील ऑटोमान साम्राज्याच्या बाबतीतही हेच म्हणता येईल. हे साम्राज्य १३व्या शतकात उस्मान नावाच्या सम्राटाने स्थापन केले होते. ब्लॉक डेथच्या झटक्यांनंतर या साम्राज्याचा चहुंदिशांनी विस्तार झाला आणि या सम्राटांनाही सागरी मोहिमा आखण्याची गरज भासली नाही.

युरोपातील परिस्थिती मात्र या साऱ्यापेक्षा वेगळी होती. आफ्रोयुरेशियातील व्यापारी जाळ्यांच्या उत्तर सीमेवरचा हा भाग होता. युरोपात ब्लॉक डेथनंतर लोकसंख्या कमी होऊन अर्थव्यवस्थाही दुर्बल झालेली होती. यातून अनेक छोटी-छोटी राज्ये उभी राहिली होती. त्यांच्यात एकमेकांशी स्पर्धा होती आणि आजूबाजूला संसाधनांची कमतरता होती. येथील समाज ख्रिश्चनधर्मीय होता आणि आफ्रिका व आशियाशी व्यापाराचे खुष्कीचे मार्ग मुस्लीमधर्मीय ऑटोमान साम्राज्याने अडवलेले होते. अशा परिस्थितीत तगण्यासाठी आणि आपला व्यापारउदीम वाढवण्यासाठी समुद्री मार्गांचा धांडोळा घेणे हाच त्यांच्यापुढील व्यवहार्य पर्याय होता. मुस्लीमांना शह देण्यासाठी ख्रिश्चनांची संख्या वाढवणेही युरोपीयन शासकांना महत्त्वाचे वाटत होते. त्यामुळे अर्थकारण व धर्मप्रसार या प्रेरणांमधून युरोपातील वेगवेगळ्या शासकांनी भारत व आफ्रिकेच्या समृद्ध बाजारपेठांपर्यंत पोहचण्यासाठी सागरी मार्गांनी मोहिमा आखायला सुरूवात केली.



ऑटोमान साम्राज्याची व्याप्ती (स्रोत - विकीपिडिया)

पोर्तुगीजांनी आफ्रिकेच्या पश्चिम किनारपट्टीच्या कडेकडेने येऊन, केप ऑफ गुड होपला वळसा घालून आफ्रिकेच्या पूर्व किनारपट्टीवरील व सरतेशेवटी भारताच्या पश्चिम किनारपट्टीवरील व्यापारी बंदरांपर्यंत पोहोचण्याचा समुद्री मार्ग विकसित केला. स्पेनच्या सम्राटांच्या आर्थिक सहकार्यातून ख्रिस्तोफर कोलंबसने भारतापर्यंत पोहोचण्याचा वेगळा मार्ग शोधण्याचा प्रयत्न केला. पण तो अमेरिका खंडात जाऊन पोहोचला. १७व्या शतकात पोर्तुगीज व स्पॅनिश दर्यावर्दी ऑस्ट्रेलिया खंडातही जाऊन पोहोचले. पण तिथे अजूनही भटक्या टोळ्या वावरत असल्याने देवाणघेवाणीवर आधारित व्यापारउदीम प्रस्थापित करण्यासारखी परिस्थिती नव्हती. ऑस्ट्रेलिया खंडाचे युरोपपासूनचे अंतरही खूप जास्त होते.

या साऱ्या सागरी मोहिमांसाठी युरोपीयन दर्यावर्दीनी शिडाची गलबते वापरली व ःतुमानाप्रमाणे बदलणाऱ्या नैसर्गिक वाऱ्याच्या प्रवाहांचा हुशारीने वापर केला. युरोपीयनांच्या समुद्रमार्गे व्यापारात पृथ्वीच्या भौगोलिक रचनेमुळे निर्माण झालेल्या वाऱ्याच्या विशिष्ट आकृतीबंधांचा इतका महत्त्वाचा वाटा होता की या वाऱ्यांनाच व्यापारी वारे (ट्रेड विंड्स) म्हणून ओळखले जाते. पृथ्वीच्या भौगोलिक जडणघडणीचा इतिहास आणि माणसांचा इतिहास एकमेकांशी कसे जुळलेले आहेत याचे हे एक उदाहरण.



कालिकतच्या राजदरबारात वास्को द गामा. पोर्तुगीज चित्रकार व्हेलोसो सालगाडो (१८६४-१९९५) यांनी काढलेले तैलचित्र (स्रोत – विकीपिडिया)

१५१९ मध्ये फर्डिनांड मॅजेलान हा पोर्तुगीज दर्यावर्दी स्पेनच्या सम्राटांच्या आर्थिक मदतीने पाच जहाजे घेऊन सागरी मोहिमेला निघाला. अमेरिका खंडाच्या दक्षिणेकडून त्याने पॅसिफिक समुद्र पार केला. १५२१ मध्ये फिलिपाईन्समध्ये मॅजेलान मृत्युमुखी पडला पण त्याचा सहकारी डेल कानो हा १५२२ मध्ये एका जहाजानिशी स्पेनला पोहोचला. या

साऱ्या सफरीत सहभागी होता पांगलिमा अवांग नावाचा मलेशियातून स्पेनमध्ये आणलेला एक गुलाम. दुभाषाचे काम करण्यासाठी त्याचा ह्या मोहिमेत समावेश करण्यात आला होता. या मोहिमेनंतर हा गुलाम परत आपल्या घरी परतला. समुद्रमार्गे पहिली पृथ्वीप्रदक्षिणा करण्याचे श्रेय मॅजेलानला दिले जाते, पण खऱ्या अर्थाने हे करणारा अवांग हा पहिला माणूस होता.

युरोपीयनांना आफ्रिका व आशियामधील समृद्ध संसाधने हवी होती. पण आफ्रिका व आशियातील संपन्न समाजांना युरोपीयनांकडून काहीच नको होते. अशा प्रतिकूल परिस्थितीतही अतिशय चाणाक्षपणे युरोपीयनांनी व्यापारी जाळे निर्माण केले आणि त्यात आपले स्थान वरचढ राहिल याचीही तजवीज केली. त्यांना हे करता आले कारण ज्या ज्या भागात युरोपीयन दर्यावर्दी पोहचले तिथे तिथे त्यांनी अंतर्गत कलहांचा फायदा उचलला. शेजार-शेजारच्या राजे व उमरावांमधील किरकोळ भांडणांच्या आगीत तेल ओतून त्यांनी आपल्याजवळील दारूगोळ्याच्या शस्त्रांचे तंत्रज्ञान व लष्करी कौशल्ये या गोष्टी आफ्रिकी व आशियाई राज्यकर्त्यांसाठी मौल्यवान बनवल्या. कधी एका राज्यकर्त्याला तर कधी त्याच्या प्रतिस्पर्ध्याला मदत करून दोन्ही बाजूंकडून व्यापाराचे हक्क व स्वस्त किंमतींची हमी मिळवायची, हे त्यांचे तंत्र होते. आशिया व आफ्रिका येथून अतिशय स्वस्तात संसाधने (आणि गुलामही) खरेदी करायची व युरोपात चढ्या दराने विकायची, यातून युरोपीयन व्यापाऱ्यांसाठी प्रचंड नफा कमावून देणारी एक जागतिक अर्थव्यवस्था उभी राहिली.

यामध्ये प्रथम पोर्तुगीज आघाडीवर होते. १६व्या शतकाच्या सुरुवातीला हिंदी महासागरात त्यांनी आपले व्यापारी व राजकीय वर्चस्व उभे केले. पूर्व आफ्रिकेच्या

किनारपट्टीवर किलवा, इराणच्या खाडीवरील होर्मुझ, भारताच्या पश्चिम किनारपट्टीवर गोवा आणि पूर्व आशियात मलाका येथे त्यांनी लष्करी ठाणी उभारली. मात्र १७व्या शतकात आधी डच व नंतर ब्रिटीश व्यापाऱ्यांनी पोर्तुगीजांना या भागातून हद्दपार केले.

डच व ब्रिटीश या दोघांच्याही राजाश्रयातून उभ्या राहिलेल्या, मजबूत लष्करी पाठबळ असलेल्या आणि आमिर-उमरावांची भरघोस आर्थिक गुंतवणूक असलेल्या 'ईस्ट इंडिया कंपनी' होत्या. हे जगातले पहिले आंतरराष्ट्रीय उद्योग होते. डचांनी दक्षिणपूर्व आशिया व इंडोनेशियातून पोर्तुगीजांची हकालपट्टी केली तर ब्रिटिशांनी भारतीय उपखंडातून. या साऱ्या घडामोडींमध्ये स्थानिक राजकारणात युरोपीयनांची ढवळाढवळ वाढत गेली. तरीही जवळजवळ १८व्या शतकापर्यंत ही सारी व्यापारी मोहीमच होती, त्यात युरोपीयन राजदरबारांचा राजकीय हस्तक्षेप नव्हता.



ब्रिटिश ईस्ट इंडिया कंपनीच्या अधिकाऱ्यांचे अंदाजे १७६० मधील चित्र (स्रोत - विकीपिडिया)

अमेरिकेत मात्र युरोपीयन लोक व्यापारी म्हणून नाही तर आक्रमक योद्धे बनून पोहचले. स्पॅनिश लोकांनी उत्तर अमेरिकेत तर पोर्तुगीजांनी दक्षिण अमेरिकेत स्थानिक समूहांना देशोधडीला लावून वसाहती स्थापन केल्या व आपल्या साम्राज्यांचा विस्तार करून तेथील संसाधनांवर थेट ताबा प्रस्थापित केला. कदाचित आफ्रिका व आशियामधील समाजांच्या तुलनेने अमेरिका खंडातील समाज कमी प्रगत होते, लोकसंख्या कमी होती, व स्थानिक समूहांची परस्परांमधली संपर्कजाळी कमकुवत होती.

त्यामुळे त्यांना थेट बाजूला हटवणे युरोपीयन लोकांना सोपे गेले असावे. १८व्या शतकापासून पुढे युरोपीयनांनी ऑस्ट्रेलिया खंडातही मूळच्या रहिवाशांना बाजूला सारून आपल्या वसाहती स्थापन केल्या.

थोडक्यात म्हणजे जगाच्या संसाधन-समृद्ध भूभागांमधील समाज आत्मसंतुष्ट होते. युरोपात नसलेली संसाधन-सुरक्षितता प्राप्त करून घेण्यासाठी युरोपीयन लोक साहसवादी बनले. जिथे जिथे संपन्नता दिसली तिथे तिथे त्यांनी साम, दाम, दंड, भेद या सर्व मार्गांचा उपयोग केला आणि संसाधनांवर ताबा प्रस्थापित केला. पण या घडामोडींचा एक परिणाम म्हणजे १७व्या शतकाच्या अखेरपर्यंत माणूस - होमो सेपियन - ही संपूर्ण जगभरात पसरलेली, सर्व नैसर्गिक परिसंस्थांमध्ये तगणारी आणि जगभरात पसरलेले संपर्कजाळे असलेली पृथ्वीवरील एकमेव प्रजाती बनला.

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

§§§

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

इ-मेल : pkarve@samuchit.com

(कळीचे शब्द: चिनी दर्यावर्दी, युरोपीयन दर्यावर्दी, ओटोमान साम्राज्य, पोर्तुगीज, स्पॅनिश, वास्को द

गामा, कोलंबस, मॅजेलान, युरोपीयन वसाहतवाद, ईस्ट इंडिया कंपनी)

पर्यावरणाचे रक्षक - कांदळवने

लेखक : यशश्री पुणेकर

२०२२ मध्ये स्वातंत्र्याच्या अमृत महोत्सवी वर्षात भारतातील रामसर स्थळांची संख्या ७५ झाली आहे. २०१५ साली ठाणे खाडी फ्लेमिंगो अभयारण्य (ठाणे क्रीक फ्लेमिंगो सॅक्च्युअरी - TCFS) या जागेला 'रामसर स्थळ' म्हणून निवडण्यात आले होते. या लेखात याबद्दल अधिक जाणून घेऊया.

काय आहे ही रामसर मान्यता ?

इराण मधील रामसर या शहरात २ फेब्रुवारी १९७१ रोजी जगभरातील पाणथळ जागांच्या संरक्षणासाठीच्या उपाययोजनांवर चर्चा करण्यासाठी एक परिषद भरवण्यात आली या परिषदेतील ठरावाला 'रामसर ठराव' म्हणून ओळखले जाते .

हा ठराव १९७५ सालापासून अंमलात आलातेव्हापासून . संयुक्त राष्ट्रांच्या सदस्य देशांपैकी सुमारे ९० देशांनी हा ठराव स्वीकारला %आहे. भारताने हा करार १ फेब्रुवारी १९८२ रोजी स्वीकारला .हा एक आंतरराष्ट्रीय करार आहेकरारानुसार पाणथळ जागा या . आणि त्यांच्या संसाधनांच्या संवर्धनासाठी व सुयोग्य वापरासाठी राष्ट्रीय पातळीवर कृती आणि आंतरराष्ट्रीय सहकार्यासाठी एक रचनात्मक प्रारूप निर्माण केलं जातं .

एखादी जागा रामसर स्थळ म्हणून घोषित झाल्यामुळे त्या पाणथळ जागेचं संवर्धन आणि योग्य वापर करण्यास मदत होते. यासाठी राष्ट्रीय आणि आंतरराष्ट्रीय सहकार्य आणि केंद्रीय निधी प्राप्त होऊ शकतो. पर्यटनाला चालना मिळते, स्थानिकांसाठी रोजगार निर्माण होतो आणि वाढलेल्या पर्यटनामुळे आजूबाजूला आर्थिक लाभ मिळतोसंबंधित क्षेत्र, आणि राज्यातील इतर पाणथळ प्रदेशांच्या संवर्धनासाठी जागरूकता निर्माण होते.

एखाद्या जागेला रामसर स्थळ म्हणून निवडताना काही निकष लावले जातातया .
.निकषांची कसून तपासणी केल्यावरच रामसर पदनाम मिळू शकतेहे निकष पुढीलप्रमाणे.

निकष १ :ही जागा त्या विशिष्ट जैव भौगोलिक प्रदेशात आढळलेल्या नैसर्गिक किंवा-मानवनिर्मित पाणथळ प्रदेशाचे प्रातिनिधिक, दुर्मीळ उदाहरण असावी.

निकष २ :ही जागा असुरक्षित, धोक्यात असलेल्या किंवा गंभीरपणे धोक्यात असलेल्या प्रजाती किंवा धोक्यात असलेल्या पर्यावरणीय घटकांना साहाय्यक ठरणारी असावी.

निकष ३ :त्या विशिष्ट जैवभौगोलिक प्रदेशातील जैवविविधता राखण्या-साठी आवश्यक वनस्पती आणि प्राणी इथे जास्त संख्येने असायला हव्यात .

निकष ४ :ही जागा स्थानिक वनस्पती आणि प्राणी प्रजातींना त्यांच्या जीवनचक्रातील महत्त्वाच्या टप्प्यावर किंवा प्रतिकूल परिस्थितीत आश्रय देणारी असावी.

निकष ५ :इथे नियमितपणे २००००, किंवा त्यापेक्षा अधिक पाणपक्ष्यांचा अधिवास असावा.

निकष ६: एका प्रजातीच्या किंवा उपप्रजातींच्या किमान १ %सजीवांचा तिथे रहिवास असावा .

निकष ७ : पाणथळ भूमीला साहाय्यक ठरणाऱ्या आणि त्याद्वारे जागतिक जैवविविधतेमध्ये भर घालणाऱ्या स्थानिक माशांच्या उपप्रजाती, प्रजाती आणि त्यांचा नियोजित जीवनक्रम यांचा समावेश या परिसंस्थेत असावा .

निकष ८ : तिथे कायम राहणाऱ्या तसेच स्थलांतरित होणाऱ्या माशांसाठी आणि पक्ष्यांसाठी इथे अन्नाची आणि प्रजननाची सोय असायला हवी.

निकष ९ : या परिसंस्थेत नैसर्गिकरित्या आढळणाऱ्या सजीवांसोबतच इतर सजीवांच्या किमान १ प्रजाती इथे आढळायला हव्यात %

हे सर्व निकष प्राप्त केल्यामुळे ठाणे खाडी फ्लेमिंगो अभयारण्य रामसर स्थळ म्हणून घोषित करण्यात आले.



ठाणे खाडी फ्लेमिंगो अभयारण्य

ठाणे आणि नवी मुंबईच्या सीमारेषांच्या लगत, पूर्व द्रुतगती महामार्गाच्या पूर्वेला ठाणे खाडी आहे. अत्यंत शहरी भागांनी वेढलेलं, ठाणे खाडी फ्लेमिंगो अभयारण्य मुलुंड,

विक्रोळी, भांडुप आणि कांजूरमार्ग या परिसरामध्ये पसरलेलं आहे. या अभयारण्यात १२ खारफुटीच्या प्रजाती, खारफुटीच्या ३९ सहयोगी वनस्पती, फ्लेमिंगोसह पक्ष्यांच्या १६७



ठाणे फ्लेमिंगो अभयारण्यात आलेले फ्लेमिंगो

प्रजाती, माशांच्या ४५ प्रजाती, ५९ प्रजातीची फुलपाखरे, ६७ कीटक प्रजाती आणि कोल्हयासारख्या इतर सस्तन प्राण्यांच्या प्रजाती आढळतात. फ्लेमिंगो पक्षी येथे त्यांचा स्थलांतर चक्राचा भाग

म्हणून येतात. मागील काही वर्षांमध्ये इथे एक लाखाहून अधिक फ्लेमिंगो पक्षी आल्याची नोंद केली गेली होती.

कांदळवन म्हणजे काय?

सागरी किनाऱ्यावरील भरती ओहटीच्या परिणामांमुळे खाडीलगत दलदलयुक्त आणि क्षारयुक्त भागामध्ये विशिष्ट प्रकारची रचना असलेली वनस्पतींची परिसंस्था आढळून येते, त्याला कांदळवन (मॅनग्रोव्ह) म्हणतात. इथे आढळणाऱ्या वनस्पतींना स्थानिक लोक कांदळ, तीवर, चिपी, खाजण अशा अनेक नावांनी ओळखतात. कांदळवन हे प्रामुख्याने अनेक जलचर प्राणी, मासे, खेकडे ह्यांचे आश्रय स्थान आहे. तसंच स्थलांतरित पक्ष्यांचा तो सुरक्षित अधिवास असतो. कांदळवनांमुळे या ठिकाणी वातावरणाबरोबर वायूंची देवाणघेवाण होत रहाते व अतिशय पोषक आणि आल्हाददायक वातावरण निर्माण होते. हे नसेल तर खाडीच्या किनारी घुसमटवणारा कोंदटपणा जाणवतो.

काही विशिष्ट प्रकारची खारफुटी झाडं, जेव्हा भरपूर संख्येने वाढतात, तेव्हा तिथे समृद्ध कांदळवनं तयार होतात. या वनांमध्ये आढळणाऱ्या खारफुटी वनस्पती टोकाच्या

बदलांबाबत अतिशय सहनशील असतात, कारण अतिक्षारयुक्त माती, दलदल तसंच समुद्राच्या लाटांचे प्रहार सहन करत सक्षमपणे आपलं अस्तित्व त्या टिकवून ठेवतात.



समुद्र कांदळवन

त्यासाठी त्यांना अनेक अनुकूलने करावी लागतात. काही कांदळवनाच्या पानांमध्ये क्षारांचं निस्सारण करण्याची क्षमता असते. झाडावर रुजणारी बी हे कांदळवनाच्या काही प्रजातींचे वेगळे वैशिष्ट्य आहे.

खारफुटीच्या मुळांमध्ये विशेष अनुकूलन दिसून येतं. कांदळवनामध्ये झाड चिखलात उभे राहण्यासाठी आधार मुळे, जमिनीच्या विरुद्ध दिशेने हवेत वाढणारी (प्राणवायू घेण्यासाठी) श्वसन मुळे, आणि गुढ्याप्रमाणे वाकलेली मुळे अशा वैशिष्ट्यपूर्ण रचना दिसून येतात. कांदळवनातील वनस्पती प्रजातींची मुळे पाण्यात विद्राव्य विषारी घटक शोषून घेतात. त्यामुळे पाणी स्वच्छ होतं. या झाडांच्या मुळांमुळे जमिनीची धूप होत नाही व वादळात, पुरात किनारपट्टी भागाचं संरक्षण होतं.

समुद्री जीव कांदळवन जंगलात प्रजनानासाठी येतात. त्यामुळे मत्स्यसाठा देखील वाढतो. औषधे, टॅनिन, फर्निचरकरता लाकूड, कागद, टुथपेस्ट आदींची निर्मिती या

कांदळवनाच्या प्रजातींमधून होते. कांदळवनं वादळी वारे, त्सुनामी, चक्री वादळे, पाऊस यांपासून संरक्षक भिंतीचे काम करतात. थोडक्यात म्हणजे कांदळवन हे सागरी किनाऱ्यासाठी वरदान आहे, म्हणून त्याचं रक्षण करणं महत्त्वाचं आहे.

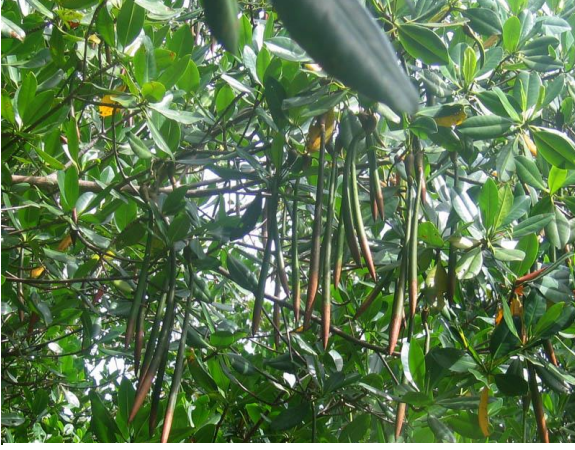
जगातील ८० खारफुटी प्रजातींपैकी भारतात ४५च्या आसपास प्रजाती आढळतात तर महाराष्ट्रात २० प्रजाती आढळतात. त्यापैकी रत्नागिरी जिल्ह्यात १४ प्रजाती आढळून येतात. सगळ्यांच्या माहितीची असलेली प्रजाती म्हणजे तिवर. ज्यामध्ये जमिनीपासून



कांदळवनातील मुळांचे प्रकार

वरच्या दिशेने वाढणारी झाडाच्या सर्व बाजूंनी जमिनीवर पसरलेली श्वसन मुळे दिसून येतात. कांदळ या प्रजातीची मुळे तर वडाच्या झाडाच्या पारंब्यांसमान पण एकत्रितरित्या जमिनीवर वाढतात आणि त्या वरती हिरव्यागार फांद्या आणि पाने दिसतात. किरकिरी, छोटा झुंबर आणि मोठा झुंबर या प्रजातीमध्ये तर गुडघा वळवल्यावर दिसतो तशी मुळे जमिनीच्या सर्व बाजूंनी जमिनीवर पसरतात. हुरी, सुंदरी, समुद्रशिंंगी सारख्या प्रजातींची मुळे जमिनीवर वेडीवाकडी पसरलेली दिसून येतात. या मुळांवर छोटी-छोटी छिद्रे असतात, ज्या मधून वायू विनिमय होत असतो. त्यामुळे जमिनीत जरी प्राणवायूची कमतरता असली, तरी ही, या खारफुटी प्रजाती मात्र या प्रदेशांमध्ये बहरू शकतात.

कांदळवनांमध्ये प्रजननासाठी एक विशेष अनुकूलन होते. काही बिया झाडापासून



कांदिका

वेगळ्या होत नाहीत. त्या झाडावरच रुजतात आणि वाढतात. जेव्हा त्या स्वतंत्रपणे खाली पडून वाढू शकतील अशी स्थिती निर्माण होते त्याचवेळी त्या झाडापासून वेगळ्या होतात. टोकदार भाल्याप्रमाणे दिसणारे हे लहानसं रोप (रुजलेल्या शेंगा ज्यांना

कांदिका म्हणतात) दलदलीत घुसतं आणि स्वतंत्र आयुष्य सुरू करतं. काही कांदिका भरतीच्या पाण्याच्या सोबत वहात जातात आणि जिथे जागा मिळेल तिथे तग धरतात. जे प्राणी अंडी न घालता बाळाला जन्म देतात त्यांना 'जरायूज' म्हणजे 'विविपॅरॉस' म्हटलं जातं. त्याचप्रमाणे लहान रोपांना जन्म देणाऱ्या खारफुटीच्या या प्रक्रियेला 'विविपॅरी' असे म्हटले जाते.

कांदळवने समुद्राच्या खाडी परिसरात चांगली वाढतात कारण या परिसरात नदीचे पाणी मिसळल्यामुळे पाण्याची क्षारता कमी असते, तसेच लाटांचा जोर कमी होतो. त्यामुळे खाडी ही माशांच्या प्रजननासाठी उत्तम जागा असते.



कांदळवनात मोठ्या माशांचा वावर

थोडक्यात म्हणजे समुद्रातली अन्नसाखळी सुरळीत सुरू राहण्यासाठी देखील फार मोठी भूमिका ही कांदळवने पार पाडतात. कांदळवनांची पाने जेव्हा खाली पाणथळ जमिनीवर पडतात, तेव्हा तिथे असलेले खेकडे त्या पानांचा भुगा करतात आणि मग इतर काही जीव

तेथे आकर्षित होतात. खाण्यासाठी मुबलक प्रमाणात अन्न असल्यामुळे समुद्रातले अनेक मोठे मासे भरतीच्या पाण्याबरोबर खाडी परिसरात येतात, तेथे अंडी घालतात. माशांची पिल्ले मोठी झाली की, ती पुन्हा समुद्रात झेप घेतात. तसेच खेकडे, शंख-शिंपले, किडे यांचेही आश्रयस्थान ही कांदळवनेच आहेत. कांदळवने ही जैवविविधता पूर्ण असतात. या प्रदेशांमध्ये दिसणारे हजारो स्थलांतरीत पक्षी हे याचे उदाहरण आहे.

कांदळवनांचे अनेक फायदे आहेत, हे जागतिक पातळीवर मान्य झालेले आहे. सध्याच्या काळात कार्बन डाय ऑक्साइड वायूचे मानवप्रणित उत्सर्जन मोठ्या प्रमाणावर होऊन जागतिक वातावरण बदल होऊ लागला आहे व पृथ्वीचे सरासरी तापमान वाढू लागले आहे. याच्या विविध परिणामांचा फटका आता आपल्याला बसू लागला आहे. यावर उपाय म्हणून कार्बन डाय ऑक्साइडच्या उत्सर्जनावर तर मर्यादा आणायला हवीच पण वातावरणात अतिरिक्त जमा होत असलेला अधिकाधिक कार्बन डाय ऑक्साइड तिथून काढून घेण्याच्या यंत्रणाही उभ्या करणे गरजेचे बनले आहे. यातूनच 'कार्बन सिंक' ही संकल्पना उदयास आली. कार्बन सिंक म्हणजे कार्बन डाय ऑक्साइड वायू शोषून घेणारे नैसर्गिक घटक; यात कांदळवनांचा मोठा सहभाग आहे. वैज्ञानिक संशोधनातून असे सिद्ध झाले आहे की, कार्बन डाय ऑक्साइड शोषून घेण्याच्या विविध नैसर्गिक परिसंस्थांच्या क्षमतेचा विचार करता सगळ्यात जास्त क्षमता कांदळवनात आहे. आधी म्हटल्याप्रमाणे ही कांदळवने जमिनीची धूप थांबवतात आणि वादळवारे आणि समुद्राच्या लाटा यांपासून किनारपट्टीचे संरक्षण करतात. जागतिक वातावरण बदलामुळे महासागरांमधील पाण्याची पातळी वाढते आहे आणि चक्रीवादळांची तीव्रता व वारंवारताही वाढते आहे. यामुळे किनारी गावांचे अस्तित्व धोक्यात आले आहे. कांदळवनामुळे त्यांना सुरक्षितता लाभते.

थोडक्यात म्हणजे जागतिक वातावरण बदलावरील दुहेरी उपाययोजना म्हणून कांदळवने महत्त्वाची आहेत.

कांदळवनांच्या रक्षणाकरिता २०२१ साली महाराष्ट्र शासनाने अनेक नाविन्यपूर्ण कामे हाती घेतली. स्वतंत्र कांदळवन कक्ष आणि कांदळवन प्रतिष्ठानाची स्थापना केली. स्थानिक सहभागातून अनेक शाश्वत उपजीविका - जसे खेकडे पालन, जिताडा पालन, शोभिवंत मासे पालन, कांदळवन निसर्ग पर्यटन, इ. - प्रकल्पांच्या माध्यमातून किनारी भागातील रहिवाशांसाठी रोजगार निर्मिती होऊ लागली. पर्यायाने लोकांचा दृष्टिकोन बदलू लागला आणि कांदळवनांबद्दल त्यांच्या मनात अधिक आत्मीयता निर्माण झाली. ऐरोली येथे किनारी आणि सागरी जैवविविधता केंद्राला भेट देण्यासाठी आणि फ्लेमिंगो नौका सफारीसाठी देश विदेशातून पर्यटक गर्दी करतात .

फक्त शासनच नाही तर किनारी भागातील रहिवासी, सामान्य नागरिक, पर्यटक व आपण सगळ्यांनी ठाणे खाडीतील कांदळवन आणि तिथल्या जैवविविधतेच्या संरक्षणासाठी खारीचा वाटा उचलायला हवा .ही मनमोहक व वैशिष्ट्यपूर्ण स्थलांतरित पक्षी आणि स्थानिक जैवविविधतेने नटलेली सौंदर्यसंपदा राखून ठेवण्यासाठी हा परिसर स्वच्छ ठेवणे अतिशय महत्त्वाचे आहे .

मुंबई व परिसरातील शहरीकरणाचा परिणाम म्हणजे भरतीच्या पाण्यासोबत कित्येक टन कचरा ठाणे खाडी परिसरात येतो व येथील कांदळवनाचा आत्मा असलेल्या मुळांना प्लास्टिक झाकून टाकते. या कांदळवनाच्या अस्तित्वाला हा एक मोठाच धोका आहे. किंबहुना शहरांच्या सान्निध्यात असलेल्या सर्वच पाणथळ परिसंस्था निसर्ग संवर्धनात

महत्त्वाची कामगिरी बजावत आहेत पण त्यांचे अस्तित्वही या व अशाच कारणांमुळे धोक्यात आलेले आहे. त्यासाठी आपल्या दैनंदिन जीवनशैलीत प्लास्टिकचा वापर कमी करणे, घराघरात कचऱ्याचे वर्गीकरण व योग्य व्यवस्थापन करणे, तसेच पॅकेजिंगसाठी प्लास्टिकचा वापर कमी करण्यासाठी धोरणात्मक उपाययोजनेबाबत शासनाकडे आग्रह धरणे गरजेचे आहेहा बदल ज .र आपण घडवू शकलो, तर एक जबाबदार नागरिक म्हणून मोलाची भूमिका पार पाडू. विशेषतः ठाणे खाडीतील या अभयारण्यात दूरवरून येणाऱ्या फ्लेमिंगो या आपल्या रंगीत पाहुण्यांचे स्वागतही आपल्याला जोमाने करता येईल नाही का?

§§§

लेखक: यशश्री पुणेकर, संदर्भ गटात सहभागी

इमेल: yashashreegpunekar@gmail.com

(कळीचे शब्द: कांदळवन, पाणथळ जागा, रामसर ठराव, रामसर साईट, खारफुटी, कांदळ, तीवर,

चिपी, खाजण, ठाणे खाडी फ्लेमिंगो अभयारण्य)

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

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

www.sandarbhociety.org

हिरव्या झाडाला रंगीत फुलं फळं का?

लेखक : सुशील जोशी

अनुवाद : सौमित्र

भोपळ्याचं फूल पांढऱ्या रंगाचं असतं तर त्याचं फळ हिरव्या रंगाचं कसं काय? किंवा हिरव्या झाडाला जांभळ्या रंगाची वांगी कशी येतात? होशंगाबादच्या शाळेतील पहिलीतल्या मानवी मुळे या विद्यार्थिनीला हा प्रश्न पडला. तसं तर अनेक झाडांची फुलं एका रंगाची आणि फळं वेगळ्याच रंगांची असतात...असं का? याचं उत्तर दिलं आहे सुशील जोशी यांनी.

झाडांमध्ये किती विविध रंग असतात ना! जास्त करून हिरवा रंगच असतो म्हणून



तर आपण हिरवाई, हिरवळ असे शब्द वापरतो. पण पानांना ही गोष्ट जास्त लागू होते कारण बहुतांश झाडांची पानं हिरवी असतात. पण फुलं-फळं तर अगदी रंगीबेरंगी

असतात. काही काही झाडांची पानंही विविध रंगी असतात. म्हणजे प्रश्न बरोबर आहे की जर पानं हिरवी असतात तर फुला-फळांना लाल, पिवळा, निळा, केशरी असे रंग कुठून आणि का येतात? चला जाणून घेऊ.

सूर्यप्रकाशात विविध रंग असतात हे तर सगळ्यांना माहिती आहेच. हे सगळे रंग एकत्र मिळून आपल्याला प्रकाश पांढऱ्या रंगाचा दिसतो. पण या रंगांना वेगवेगळं करता येतं. त्याचे विविध प्रकार आहेत. आपल्या परिचयाचा एक प्रकार आहे इंद्रधनुष्य.

रंजक (रंगीत घटक) आणि त्यांचं वर्णन

सर्वात आधी ही गोष्ट लक्षात घेऊ की झाडांचे हे रंग त्यातील रासायनिक पदार्थांमुळे आहेत. हे असे पदार्थ असतात की जे सूर्याच्या प्रकाशातून काही रंग शोषून घेतात आणि बाकीचे परावर्तित करतात किंवा प्रकाश त्यातून आरपार जातो. त्यामुळे ती गोष्ट आपल्याला तिने न शोषलेल्या रंगाची दिसते. या पदार्थांना 'रंजक' असं म्हणतात. उदा. पानांमध्ये क्लोरोफिल नावाचा जो पदार्थ आहे तो हिरवा आणि थोडा निळा रंग सोडून बाकी सगळे रंग शोषून घेतो. त्यामुळे पानं हिरवी दिसतात. तसं तर क्लोरोफिलचे पण विविध प्रकार आहेत आणि ते वेगवेगळे प्रकाश किरण शोषून घेतात.

झाडांमध्ये मुख्यतः चार प्रकारचे रंजक दिसून येतात. यांची नावं वेगवेगळी असून त्यांच्या रासायनिक संरचना पण वेगळ्या असतात. ते विविध प्रकारच्या रंगांचा प्रकाश शोषून घेतात. यातले काही पानांमध्येही असतात पण क्लोरोफिलमुळे दिसत नाहीत.



पानगळीच्या वेळी जेव्हा क्लोरोफिलचं प्रमाण कमी होत जातं तेव्हा हे घटक दिसू लागतात. म्हणूनच पानगळीच्या वेळी झाडांची पानं लाल, पिवळी दिसू लागतात.

रंजक ठरवणारा घटक - कारक

आता प्रश्नाच्या उत्तराकडे वळू. कोणत्याही झाडात कोणकोणते रंजक असावेत हे ठरवणारे घटक असतात. प्रत्येक झाडात काही जीन्स किंवा गुणसूत्रे प्रत्येक पेशीत असतात जे रंजक ठरवणारे 'कारक' असतात. त्यामुळे प्रत्येक पेशीला रंग बनवणं जमतंच, पण कुठे कोणता रंग येईल हे पेशीच्या स्थितीवर अवलंबून आहे. उदा. मुळं कधीही क्लोरोफिल बनवत नाहीत.

झाडावर जेव्हा फुलं तयार व्हायला सुरुवात होते तेव्हा परिस्थिती बदलते. तिथल्या पेशींमध्ये बदल घडतात आणि गुणसूत्रे फुलाचा रंग ठरवतात. तसंच फळांच्या वेळी पण होतं. फुलाच्या अंडकोशात परागकण येतात आणि तिथे त्यांचं बीजांडाशी मिलन होतं. या फलनामुळे पुन्हा पेशीत बदल घडतो. गुणसूत्र सक्रीय होऊन नवनवीन रसायनं बनवू लागतात. आणि त्यामुळेच फळाला विविध रंग प्राप्त होतात.

म्हणजे गुणसूत्रे आणि पेशीची स्थिती मिळून कोणत्या पेशीत कोणता रंग बनेल हे ठरवतात. रंजकांची निर्मिती सुद्धा अशीच ठरवली जाते. रंजकांच्या रंगावरही आसपासच्या पर्यावरणाचा प्रभाव असतो. जर वातावरण आम्लीय असेल तर वेगळे रंग आणि जर उदासीन किंवा अल्कली असेल तर वेगळे रंग. याच प्रमाणे शर्करा सुद्धा रंजकांवर परिणाम करते. जेव्हा फळ पिकायला लागतं आणि त्यातली शर्करा वाढायला लागते तेव्हा ती रंजकांसमवेत फळाचा रंग बदलते.

आता या प्रश्नाच्या दुसऱ्या पैलूकडे बघू. ही सगळी रसायनांची अदलाबदल करण्यासाठी, रंजक, रंग बनवण्यासाठी झाडाची कितीतरी ऊर्जा खर्च होते. पण त्याचे काही

फायदे पण आहेत. उदा. क्लोरोफिल बनवले तर त्यापासून प्रकाश संश्लेषण होऊन झाडाला अन्न तयार करता येतं. फुलंफळं तयार होताना त्यांच्या विविध रंगांमुळे परागीकरण आणि प्रजनानाला मदत होते. झाडं जेव्हा पाण्यात होती तेव्हा पाण्याची काहीच कमतरता नव्हती पण जमिनीवर झाडांना विविध अडचणींचा सामना करावा लागतो. जमिनीतून पाणी शोषून घ्यायला खूप कष्ट पडतात. कडक उन्हापासून झाडाचं संरक्षण करण्याचं काम काही रंजक करतात. पाण्यात असताना हे काम पाणीच करत असे.

फुलांना विविध रंग असण्याचे तर खूपच फायदे आहेत. फुलांचा वेगळा रंग झाडावर उठून दिसतो आणि त्यामुळे त्यांच्याकडे कीटक आकर्षित होतात. कीटक फुलावर बसले की फुलाचे परागकण त्यांच्या पायांना चिकटतात आणि दुसऱ्या झाडावर हे परागकण वाहून नेतात. परागीभवनाची क्रिया घडते. पण रंगीबिरंगी फुलांवर कीटकांनी पुन्हा यावं यासाठी कीटकांच्या अन्नाची म्हणजे मधाची सोय फुलात केलेली असते.

रंगातील विविधतेचे फायदे

हीच गोष्ट फळांची. झाडांसाठी फळांपेक्षा महत्त्वाच्या असतात त्यातल्या बिया. फळं



तर या बियांचे वाहक असतात. फळांच्या आकर्षक रंगांमुळे पक्षी, प्राणी त्यांच्याकडे खेचले जातात. ते फळं खातात आणि त्यांच्यामार्फत बियांचा प्रसार दूरपर्यंत होतो. काही बिया प्राण्यांच्या अंगाला चिकटतात तर काही त्यांच्या विष्टेतून वेगळ्या जागी पडतात. म्हणूनच फळांचे विविध रंग असतात.

पण फळ कच्चे असेल तर बिया पण पक्व नसतात म्हणून कच्च्या फळांचा रंग वेगळा

असतो. फळ पिकू लागल्यावर ते सुंदर रंगाचं दिसू लागतं. आणि त्याच्याकडे प्राणी, पक्षी आकर्षित होतात. बदलते रंग फळ पिकल्याची जणू काही दवंडी पिटतात.

हिरव्या झाडावर जांभळ्या रंगाचं वांगं उठून दिसतं. भोपळ्याची वेल इतर झाडांच्या तुलनेत फिकट रंगाची असते. त्यावर हिरवा रंग उठून दिसतो. आता हे सगळं झाडं मुद्दामून ठरवून करतात का हे माहिती नाही. पण ही झाडं आपल्या भोवती नेहमी दिसतात. आणि शेकडो वर्षांपासून त्यांच्यातले बदल आपल्याला दिसत आहेत. कदाचित हे त्यांचं अनुकूलन असेल. वांगी नेहमीच जांभळ्या किंवा वांगी रंगांची नसतात कधी कधी पांढरी किंवा हिरवट रंगांची पण असतात. काही वेळा अति भडक रंग प्राण्यांना आकर्षित करत नसेल म्हणून हा बदल असेल.



शाळेतल्या छोट्या मुलीला समजेल अशा भाषेत उत्तर देण्याचा हा प्रयत्न किती यशस्वी झाला माहिती नाही पण तिला याबाबत अजून कुतूहल तर नक्की वाटेल .

§§§

लेखक : सुशील जोशी, एकलव्य द्वारा संचालित स्रोत फीचरमध्ये कार्यरत. विज्ञान शिक्षण व लेखन यात रुची.

इमेल: rusushil@gmail.com

अनुवाद : सौमित्र, CMR सर्जिकल्स येथे कार्यरत, भाषांतराची आवड.

(कळीचे शब्द: रंजक, क्लोरोफिल, फुलाफळांचे रंग)



इ- शैक्षणिक संदर्भ

सर्वांसाठी मोफत उपलब्ध



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

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