

१७२०

हालात

म. ग्रं. सं. वाचनालय, ठाणे.

विषय जी.वा.

दा. क्र. १७२०



BVBK-0401720

BVBK-0401720

म. वं. सं. ठाणे, वाचनालय शाखा.
बाल वाङ्मय विभाग.

वा. क्र 9020.

दिनांक

24/9/58

विषय

क्र.....

वाचनालय

बा.वा.

१७२०

२५११/८४

विज्ञानवेध

(भाग-२)

निरंजन घाटे



BVBK-0401720

BVBK-0401720



उत्कर्ष प्रकाशन पुणे ४.

प्रकाशक :

सु. वा. जोशी

उत्कर्ष प्रकाशन

श्री रेणुका अपार्टमेंट्स

शिवाजीनगर, पुणे ४११ ००४.

© निरंजन घाटे

प्रथमावृत्ती : १९८४

१५ ऑगस्ट १९८४

मूल्य : १० रुपये

मुद्रक :

प्रमोद वि. बापट

स्मिता प्रिंटर्स

१०१९, सदाशिव पेठ

नागनाथ पाराजवळ

पुणे ४११ ०३०.

चि. अनिरुद्ध गोडबोले

यांस

निरंजन मामाकडून-

माझ्या लहानपणी विज्ञानविषयक पुस्तकांची मराठीत वानवा होती. आज त्यामानानं पुस्तकं जास्त दिसताहेत. पण त्यावेळी प्रत्येक वर्गात ३५ मुलं असायची नि कुठल्याही शाळेत कुठल्याही वर्गात केव्हाही प्रवेश मिळायचा. म्हणजे मुलांशी पुस्तकांचं प्रमाण काढलं तर त्यांत फारसा बदल झालेला नसावा.

हळूहळू विज्ञानावरची पुस्तकं तरीही वाढताहेत असं आपण म्हणू. निदान त्यांच्या निर्मितीत सुधारणा होतेय. ती अधिक चांगल्या प्रकारे छापली जात आहेत हेही नसे थोडके. माझे 'विज्ञान-वेध' ही त्यांत भर. त्याचा, माझ्या वाचक-मित्रांची विज्ञानाबद्दलची जिज्ञासा पूर्ण व्हायला, काही अंशी उपयोग होईल असं मला वाटतं.

म. प्रं. सं. ठाणे, वाचनालय शाखा.
 बाल वाङ्मय विभाग.
 वा. क्र. १०२०. दिनांक २१/११/८०
 विषय क्र.

११. काय म्हणता ? पृथ्वी गोल आहे !

शाळेत असताना भूगोलाच्या पुस्तकात मी वाचले होते की पृथ्वी गोल आहे म्हणून. सर म्हणाले, "पृथ्वी गोल आहे पण ती टेनिसच्या चेंडूसारखी गोल नाही, तर संत्र्यासारखी गोल आहे. ती उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवावर चपटी आहे. वगैरे." मग आले पृथ्वी गोल असल्याचे पुरावे—मॅगेलॉन, कॅप्टन कुकच्या पृथ्वी-प्रदक्षिणा. आधी डोलकाठी, त्यामागून दिसणारे जहाज, चंद्रग्रहणात पृथ्वीची पडणारी सावली. अर्थात हे पुरावे तर्काधिष्ठित होते.

नंतर रशिया, अमेरिकेची अंतरीक्षयाने अवकाशात विहार करू लागली, पृथ्वीचे अंतराळातून घेतलेले फोटो छापून आले आणि निदान माझी तरी खात्री पटली की पृथ्वी गोल आहे.

सॅम्युएल शॅटन हे नाव आपण कधी ऐकलय ? नाही ! म्हणूनच तुम्ही म्हणताय की पृथ्वी गोल आहे म्हणून. सॅम्युएल शॅटन 'आंतरराष्ट्रीय सपाट पृथ्वी परिषदे'चे अध्यक्ष आहेत. ह्या 'सोसायटी'चे मुख्य कार्यालय डोव्हरला (इंग्लंडमध्ये) आहे. सध्याच्या अंतराळ मोहिमांमुळे त्यांचे बरेच सभासद कमी

झाले, तरी अजूनही चांगले ४२०० सभासद आहेत.

ह्या लोकांच्या मते पृथ्वी संत्र्याच्या आकाराची नसून ती चीनीमातीच्या मोठ्या थालीसारखी (डिनर प्लेट) चपटी आहे. पण लहानपणापासून 'पृथ्वी गोल आहे, पृथ्वी गोल आहे' असे सतत आपल्या मनावर विबविण्यात येते आणि आपणही म्हणू लागतो, पृथ्वी गोल आहे म्हणून.

ह्या परिषदेच्या मते सूर्य पृथ्वीपासून केवळ ५२१४ किलो मीटर अंतरावर आहे आणि त्याचा व्यास फक्त ५१ कि. मी. आहे. शॅटन म्हणतात, "अहो, सूर्य जर तुम्ही म्हणता तेवढा खरोखरच दूर असता तर काय हाहाकार उडाला असता!" आणि पृथ्वी जर स्वतःभोवती फिरत असेल तर मग प्रवास किती सोपा आहे. एका बलूनमध्ये बसायचं, आकाशात सरळ वर जायचं, पृथ्वी फिरत असताना खाली आपल्याला जायचंय ते गाव आलं, की उतरले; ह्या प्रवासाला जास्तीत जास्त २४ तास लागणार. पण हे शक्य होत नाही. कारण पृथ्वी गोलही नाही आणि ती स्वतःभोवती फिरतही नाही.

का हो ! मग सोयूझ, अपोलो या दोघांनीही गोल पृथ्वीचे फोटो पाठविले त्याचे काय ? असा प्रश्न शॅटनसाहेबांना विचारला. तर ते म्हणाले, "हे अमेरिकन आणि रशियन दोघेही चोर आहेत. त्या दोघांनी मिळून कट केलाय की मानवजातीला गंडवायचं ! ते फोटो प्रसिद्ध झाले ते एक तर स्टुडिओ शॉट्स असावेत किंवा ट्रिक फोटोग्राफीने घेतलेले फोटो असावेत." त्यांना असंही वाटतं की एक ना एक दिवस आपल्या सपाट पृथ्वीचा सिद्धान्त दुनियेला मान्य होईल व आपली सोसायटी पुन्हा भर-भराटीला येईल.

१२. प्रतिसृष्टी

एकदा जगप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ आल्बर्ट आईन्स्टाईन यांच्या पत्नीला जगातली त्या काळातली सर्वांत मोठी दुर्बीण दाखवायला नेले होते. तिने विचारले, “एवढ्या प्रचंड यंत्राच्या सहाय्याने तुम्ही लोक करता तरी काय ?” तिथले एक खगोलशास्त्रज्ञ थोड्याशा अभिमानाने उत्तरले, “विश्वाचा अभ्यास !” “हात्तीच्या, तो तर माझे पती एखाद्या पाठकोऱ्या पत्राच्या तुकड्यावर करतात !” खरे होते ते ! ह्या विश्वाच्या पसान्याबद्दल जी काही माहिती आपणाला मिळालेली आहे त्यातली बरीचशी, गणितज्ञांनी केवळ कागदावर आकडेमोड करून, आणि दुर्बिणीतून अवकाशाचे (स्पेस) निरीक्षण करून काढलेली आहे. ह्या आकडेमोडीतून एक अभिनव शोध लागला तो म्हणजे प्रतिसृष्टीचा ! (अँटी-मॅटर) आणि नंतर वास्तवशास्त्रज्ञांनीही ह्याला दुजोरा देणारा पुरावा शोधला आहे.

नील बोहर यांनी एकदा असे म्हटले होते की, वास्तवशास्त्रातील एखादी नवी कल्पना व नवीन सिद्धान्त अत्यंत विचित्र असल्या-

शिवाय तो खरा ठरूच शकत नाही. आणि प्रतिसृष्टीच्या कल्पनेने ते सिद्ध केले आहे. प्रथम प्रथम प्रतिसृष्टीची कल्पना ही वेताळ-कथा किंवा तत्सम गोष्टीतील अद्भुत कल्पना असावी असे मानले गेले. पण आता प्रतिसृष्टीची कल्पना पुराव्याने सिद्ध होण्याच्या मार्गावर आहे. ह्यातला सगळ्यात अलीकडचा शोध ५ फेब्रु. १९७१ रोजी अधिकृतरीत्या जाहीर करण्यात आला.

प्रतिसृष्टी म्हणजे तरी काय ? विश्वामित्राने एक प्रतिसृष्टी निर्माण केल्याचे आपण नेहमी वाचतो. पण सध्याच्या शास्त्रज्ञांना पुराणातील प्रतिसृष्टी मान्य नाही, कारण ती हुबेहूब आपल्या सृष्टीसारखी होती. त्यांना अभिप्रेत असलेली प्रतिसृष्टी म्हणजे सध्या आपल्याला परिचित असलेले विश्व (युनिव्हर्स), हे अर्धाच भाग आहे असे मानून ते पूर्ण करण्यास जो उरलेला अर्धा भाग लागेल तो होय. हा उरलेला अर्धा भाग आपल्या विश्वाचीच दर्पण प्रतिमा (मिरर इमेज) असेल.

शास्त्रज्ञ सुतावरून स्वर्ग कसा गाठतात ह्याचे प्रतिसृष्टी हे उत्तम उदाहरण होय. प्रतिसृष्टीच्या कल्पनेची सुरुवात झाली ती अत्यंत सूक्ष्म अशा परमाणूंमुळे. इ. स. १९२८ मध्ये प्रसिद्ध इंग्लिश वैज्ञानिक पॉल दिराक ह्यांना प्रतिद्रव्याची कल्पना सुचली ती केवळ योगायोगानेच ? ते ऋणभारीत कण किंवा इलेक्ट्रॉन-वहलच्या एका सिद्धान्ताचा गणिती पडताळा पाहत होते आणि त्याची दोन उत्तरे येऊ लागली. बरं, ही कल्पना इतकी साधी आणि सोपी होती की आपल्या आधी ती कुणालाच कशी सुचली नाही ह्याचे त्यांना आश्चर्य वाटले. साध्या भाषेत बोलायचे तर त्यांना त्या इलेक्ट्रॉनसंबंधात जे उत्तर हवे होते ते कशाचे तरी वर्गमूळ होते. आपल्याला माहिती आहेच की कोठल्याही संख्येचे

उदा. ४ चे वर्गमूळ + किंवा उणे (१ ± २) चिन्हांकित असते. त्याचप्रमाणे त्यांच्या गणिताने प्रत्येक इलेक्ट्रॉनचा एक त्याच वस्तुमानाचा पण विरुद्ध भाराचा कण येऊ लागला— पण तो फक्त सिद्धान्तातच. कारण धनभारित इलेक्ट्रॉन ही कल्पनाच इतकी चमत्कारिक होती की त्यामुळे ते जरासे बुचकळचात पडले, पण त्यांचा आपल्या संशोधनावर दृढ विश्वास होता. त्यांनी ह्या कणाला पॉझिट्रॉन असे नाव दिले. अशा प्रकारे त्यांनी आपल्या गणिताच्या आधारे हा एक नवीनच सिद्धांत मांडला.

काही एका विशिष्ट शक्तीपासून (एनर्जी) एखाद्या प्रक्रियेने काही द्रव्य (मॅटर) तयार होईल ते एक पॉझिट्रॉन व एक इलेक्ट्रॉन अशा जोडीमध्ये विभागलेले असेल आणि पॉझिट्रॉन व इलेक्ट्रॉन हे एकमेकांच्या सान्निध्यात आले तर ते एकमेकांचा विनाश करून पुन्हा निखळ शक्ती (प्युअर एनर्जी) निर्माण करतील. त्याच-प्रमाणे प्रोटॉन-प्रति-प्रोटॉन व न्यूट्रॉन-प्रति-न्यूट्रॉन तयार होऊ शकतील.

पण हा केवळ कागदावरचा सिद्धान्त होता. १९३२ साली कार्ड अँडर्सनना प्रथमच अशा प्रकारचा पुरावा सापडला. ते त्या वेळेस विश्वकिरणांचा अभ्यास करीत होते. नंतर १९५४ व १९५५ साली बर्कले येथे चक्रीप्रवेगक अणुविघटकात (बेव्हॅट्रॉन अँटम स्मॅशर) प्रतिप्रोटॉन व प्रतिन्यूट्रॉन सापडले. हे प्रतिकणांच्या अस्तित्वाचे पुरावे अतिशय छोटे होते आणि तेसुद्धा विश्वकिरणात किंवा अणुविघटकातच सापडत होते.

पण जून १९६५ मध्ये प्रा. लेडरमन ह्या वास्तवशास्त्राच्या प्राध्यापकांनी त्यांच्या चार सहकाऱ्यांसमवेत ब्रुकहॅवन नॅशनल लॅबोरेटरी, अष्टन, लाँग, येथे ३० अब्ज इलेक्ट्रॉन व्होल्टशक्तीच्या

अणुविघटात खूपशा प्रयोगानंतर अति प्राथमिक अवस्थेतील प्रतिद्रव्ये शोधली. त्यांना प्रति-ड्यूटेरॉन (अँटी डेन्ट्रॉन न्यूक्लियस ऑफ हेव्ही हायड्रोजन ऑर अँटि ड्यूट्रॉन) सापडले, त्याची बांधणी एका प्रतिप्रोटॉनला एक प्रतिन्यूट्रॉन अशी होती. प्रा. लेडरमान यांनी जाहीर केले की आता प्राथमिक प्रतिमूलद्रव्ये सापडलेली आहेत. आणि प्रतिद्रव्याने बनलेल्या आकाशगंगा, ग्रह, तारे, सूर्यमाला यांची कल्पना करणाऱ्यास 'दिवास्वप्ने पाहणारा' असे म्हणणे मूर्खपणाचे ठरेल.

प्रतिद्रव्याच्या बाबतीत अगदी नजीकच्या काळात लागलेला शोध ५ फेब्रु. १९७० रोजी प्रसृत करण्यात आला. कॅलिफोर्निया विद्यापीठाच्या बर्कले येथील लॉरेन्स रेडिएशन लॅबोरेटरीत प्रा. गोल्डहाबर यांचे एक मदतनीस जेन अॅलार्ड्ट ह्यांनी ५ लक्ष छायाचित्रांतून एक अँटी ओमेगा मायनस बॅरियॉनचे एक इंच लांबीचे पदचिन्ह (फूट्रॅक) शोधले. प्रा. गोल्डहाबर ह्यांच्या मते हा शोध क्रांतिकारक आहे. अँटी ओमेगा मायनस बॅरियॉनचे आयुष्य आतापर्यंत सर्वांत जास्त म्हणजे सेकंदाच्या पंधरा अब्जांश एवढे असते. दिराकच्या सिद्धान्ताचा आधार घेऊन असेही सिद्धान्त पुढे आले की सृष्टीत जेवढे मूलद्रव्यांचे कण असतील तेवढीच प्रतिमूलद्रव्ये अस्तित्वात असतील. कारण प्रोटॉन, न्यूट्रॉन ह्यांना केंद्रस्थानी ठेवून त्याभोवती फिरणाऱ्या इलेक्ट्रॉनचा एक अणू होतो. ह्या सर्वांचे 'प्रति' मिळालेले आहेत. तेव्हा प्रति अणू असण्यास काहीच हरकत नाही. सगळ्यात प्राथमिक अणू हायड्रोजन, त्यांच्या केंद्रात एक धनभारित कण ऊर्फ प्रोटॉन व त्या भोवती फिरणारा ऋणभारित कण इलेक्ट्रॉन याचा असतो. तर प्रति हायड्रोजन हा असाच प्रती प्रोटॉनभोवती फिरणाऱ्या प्रति

इलेक्ट्रॉनचा असेल. हा प्रति हायड्रोजन, हायड्रोजनची दर्पणप्रतिमा असेल, त्याचे कायिक व रासायनिक गुणधर्म तेच असतील. त्यातून उत्सर्जित होणारे किरण तसेच असतील पण हे दोन हायड्रोजन एकत्र आले तर ते एकमेकांस नष्ट करतील (अॅनिहिलेशन) व त्यातून शुद्ध शक्ती निर्माण होईल. ह्यामुळेच शास्त्रज्ञांना पडलेली अनेक कोडी सुटली, उदा. (१) सृष्टीनिर्मितीसाठी लागलेले द्रव्य (मॅटर) आले कोठून ? पण आता द्रव्यप्रतिद्रव्यामुळे निर्माण होणारी शक्ती, ही पुन्हा द्रव्यप्रतिद्रव्य ह्या जोडीस जन्म देते हे मान्य झाले. (२) व्हासास हे अनेक प्रकाशवर्षे दूर असलेले रेडिओलहरी प्रक्षेपित करणारे तथाकथित तारकापुंज व सिन्नस 'ए' हे २७ कोटी प्रकाशवर्षे दूर असलेले प्रकरण ! ह्यांच्या बाबतीत शास्त्रज्ञ असे म्हणतात की ह्या येणाऱ्या रेडिओलहरी ह्या एखाद्या आकाशगंगा प्रति आकाशगंगेच्या (गॅलॅक्सी) मीलनातून निर्माण झालेल्या असाव्यात. आता लोकांनी हायड्रोजन बाँबचे जनक श्री. एडवर्ड टेलर ह्यांना प्रतिद्रव्य बाँबवद्दल विचारले. ह्या बाँबची शक्ती अति भयानक असेल ह्यावद्दल शंकाच नाही. कारण इलेक्ट्रॉन व पॉझिट्रॉन ह्यांच्या संयोगातून 1.8×10^9 इलेक्ट्रॉन व्होल्ट एवढी शक्ती निर्माण होते. शिवाय हायड्रोजन बाँबमध्ये असलेल्या द्रव्यांतून फक्त १ टक्का द्रव्य शक्ती निर्मितीसाठी वापरले जाते तर ह्या प्रतिद्रव्य बाँबमधील प्रत्येक कणकण शक्तीनिर्मितीच्या कामी येईल. फक्त 'द्रव्यप्रतिद्रव्य ठेवायचे कशात ?' हा मोठाच प्रश्न आहे. ह्या मुलाखतीनंतर डॉ. टेलर यांच्यावर एक वात्रटिका न्यूयॉर्क मॅगझीनमध्ये प्रसिद्ध झाली—

जात होते द्रव्यावरून डॉ. टेलर ।

तिकडून आले प्रतिद्रव्यावरून डॉ. एडवर्ड प्रतिटलर ॥

दोघांनी हातमिळवणी केली मोठ्या प्रेमाने ।

नाहीसे झाले दोन्ही टेलर, शक्ती निर्मिली जोमाने ॥

आता शक्यता निर्माण झाली ती प्रतिपृथ्वी व प्रतिमानवाची. पण त्यांची आपली भेट कल्पनेतच. कारण त्यांचा स्पर्श आपल्याला वर्ज्य. तसेच प्रतिमानव जशी आपली दर्पण-प्रतिमा असतील तसाच त्यांचा वेळही आपल्या उलट असेल. आपण 'सारखा काळ चालला पुढे' असे म्हणतो. का ? ब्रॅंडीज विद्यापीठाच्या प्रा. केनेथ फोर्ड ह्यांचे मते आपल्याला भूतकाळ आठवतो म्हणून. पण त्याचा सिद्धान्त खरा ठरला तर मात्र हा आपल्या दृष्टीने मागे टाकीत असलेला आपला भूतकाळ आपल्याला आठवत असला तरी प्रतिसृष्टीला काळाचा उलटा प्रवाह आपल्याला भविष्य जाणण्यास मदत करील किंवा कदाचित ह्याच वेळी प्रतिसृष्टीत एखादा प्रती निरंजन घाटे द्रव्याबद्दल किंवा सृष्टीबद्दल प्रति-पृथ्वीवर प्रतिसृष्टीज्ञानमध्ये लेख लिहीत असेल.

१३. मानवनिर्मित हिरे

कार्बन हे एक विचित्र मूलद्रव्य आहे. पृथ्वीवरील जीवनाचा कार्बन हा मूलाधार आहे. हाच कार्बन दगडी कोळसा, ग्राफाईट आणि हिरा ह्या तीन निरनिराळ्या स्वरूपात सापडतो आणि निरनिराळ्या प्रकाराने व्यवहारात उपयोगाला येतो. दगडी कोळसा किंवा ग्राफाईट ह्या काठिण्य श्रेणीतल्या खालच्या पायरीवरील कार्बनचे अति मौल्यवान अति कठीण हिऱ्यात रूपांतर करणे ही गोष्ट मानवाला अवघड वाटली तरी निसर्ग मात्र अशा गोष्टी सहजगत्या करतो. आज औद्योगिक क्षेत्रात हिरे तयार करणे मानवाला जमले तरी रिजंट, कोहिनूर आदी रत्नांच्या तोडीचा हिरा आपण करू शकलेलो नाही. कार्बनचा हिरा व्हायला 5000° फॅरनहिटपेक्षा जास्त तपमान व दर चौरस इंचास दशलक्ष पौंड एवढ्या दाबाची आवश्यकता असते. पृथ्वीच्या कवचाखाली २५० मैलावर अशी परिस्थिती अस्तित्वात असते.

हे हिरे एकदा तयार झाले की, वाहत्या मॅग्मातून ते पृथ्वीच्या पृष्ठभागाकडे वाटचाल करू लागतात आणि जेव्हा लाव्हा ज्वाला-

मुखीतून बाहेर येतो आणि मग उरलेल्या मॅग्माचे ज्वालामुखीस बूच बसते तेव्हा हे हिरे त्यात अडकून राहतात. ह्यांस डायमंड पाईप किंवा प्लग असे म्हणतात. ह्या पाईप किंवा प्लगमधल्या निळसर रंगाच्या दगडास किबर्लाईट असे म्हणतात.

इ. स. १८७० मध्ये दक्षिण आफ्रिकेतल्या किबर्लॅ येथे हे दगड प्रथम सापडले. पण त्या आधीही ब्राझिल आणि मुख्यतः भारतात नदीच्या पात्रांतून हिरे सापडत असत. ह्या नद्यांची पात्रे कुठेतरी अशा किबर्लाईटवरून वाहत असत आणि वाहताना किबर्लाईटची झीज करून त्यातून हिरे वेचून काढत. आता मात्र भारतात हिरे दुर्मिळ झाले आहेत. मात्र आफ्रिका आणि ब्राझिलमध्ये दर वर्षी टनावारी हिरे काढले जातात. कारण हिऱ्याचे काठिण्य आणि म्हणून औद्योगिक उपयोग व रत्न म्हणून त्याला येणारी किंमत.

१४. मानवनिर्मित हिमयुग

पृथ्वीवर अनेक हिमयुगे येऊन गेली. त्याला कारणेही निर-
 निराळी होती; पण आता येणारे हिमयुग कदाचित मानवनिर्मित
 असण्याची शक्यता आहे आणि त्याला कारणही तसेच आहे. ज्या
 सैबेरियात पूर्वी रशियातले प्रतिक्रांतिवादी, भांडवलदारांचे मित्र,
 साम्यवादाचे शत्रू परत न येण्यासाठी पाठविले जात; त्याच
 सैबेरियाचे नंदनवन व्हावे ही रशियन सरकारची इच्छा.

रशियाने आपल्या भूस्तर व भूवास्तव शास्त्रज्ञांना सैबेरियात
 कामासाठी पाठविले तेव्हा त्यांना कल्पनासुद्धा नव्हती की आपल्याला
 कामधेनू सापडणार आहे. पण जेव्हा का शास्त्रज्ञांनी त्या भूमीत
 पेट्रोलियमचा शोध लावला तेव्हा रशियन राज्यकर्त्यांचे सैबेरिया-
 बद्दलचे मत बदलले आणि लौकरच सैबेरियात अक्षरशः मागाल
 ते खनिज मिळेल अशी परिस्थिती निर्माण झाली. पण राज्यकर्त्यांचे
 मत बदलले तरी निसर्ग कसा बदलणार? एखाद्या नागराजाने
 गुप्तसंपत्तीचे रक्षण करावे त्याप्रमाणे निसर्ग हिमवादळे, थंड
 भयाण वारे आणि दुर्गम प्रदेशांच्या रूपाने सैबेरियातील खनिज

संपत्तीचे रक्षण करतो. खनिज संपत्ती हवी असेल तर या अडचणीं-
वर विशेषतः अति थंडीवर मात करणे आवश्यक ठरले; तेव्हा
रशियन शास्त्रज्ञांनी आर्कदी मार्किन ह्या शास्त्रज्ञांच्या नेतृत्वा-
खाली एक अफाट कल्पना लढवली. ती म्हणजे सैबेरियाचे
हवामानच बदलावयाचे. पण त्यातही एक भानगड अशी की
सैबेरियाचे हवामान बदलले की कॅनडाचा उत्तरभाग आणि अति
उत्तर युरोप यांचेही हवामान बदलणार आणि मुख्य म्हणजे
एकट्या रशियास ही योजना पारे पाडणे शक्य नाही. त्यासाठी
अमेरिकेची राजकीय, आर्थिक आणि तांत्रिक मदत आवश्यक
ठरणार आहे.

योजना तशी बोलायला फारच सोपी आहे. रशियाचे ईशान्य
टोक (कामश्चाटकाचे द्वीपकल्प) आणि उत्तर अमेरिका खंडाचे
वायव्य टोक (अलास्का, संयुक्त संस्थाने) यांना विलग करणाऱ्या
बॅरिंगच्या सामुद्रधुनीस बांध घालायचा आणि उत्तर ध्रुवीय
(आर्क्टिक) आणि प्रशांत पॅसिफिक महासागरातील उष्ण पाणी
अणुशक्तीवर चालणाऱ्या पंपांनी अधिक उष्ण करून थंड आर्क्टिक
सागरात सोडले की आपोआपच ध्रुवावरील बर्फाच्छादित प्रदेशा-
कडे जाणारा एक गरम पाण्याचा नवा प्रवाह सुरू होईल, त्यामुळे
उत्तर ध्रुवाकडून येणारे अतिशीत वावटळी वारे आपला थंड
स्वभाव सोडून बरेच उष्ण होऊन उत्तर कॅनडा, अलास्का व
सैबेरियावर वाहू लागतील आणि तेथील वातावरण मध्य युरोपा-
तल्यासारखे होईल. रशियन शास्त्रज्ञांच्या मते त्यामुळे मानवाला
शेती, गुरे चराई व वस्तीसाठी लाखो एकर जमीन मिळेल. आता-
पर्यंत रशियाने अखिल मानवजातीसाठी काही केल्याचे ऐकियात
नाही. मग आताच मानवजातीचा एवढा कळवळा का ?

याचे कारण म्हणजे सैबेरियाचा खनिजसमृद्ध अति विशाल प्रदेश वसाहतयोग्य होईल, पण दुसरे तितकेच महत्त्वाचे कारण म्हणजे रशियाचा वर्षातील बराच काळ गोठून राहणारा उत्तर समुद्र आणि ओखोत्स्कचा उपसागरी किनारा बारमाही वाहतुकीसाठी मोकळा होईल, रशियाचा पूर्वेकडील व्यापार वाढेल आणि शिवाय चीनवर लक्ष ठेवायला आरमारी तळ मिळेल. याशिवाय इतर अनेक राजकीय व आर्थिक फायदे संभवनीय आहेत.

म. सं. सं. ठाणे, बाचनालय शाखा.

बाल वाङ्मय विभाग.

वा. क्र. १७२० दिनांक
 विषय क्र.

१५. खनिजापासून प्रथिने

अन्नटंचाई ही एक जागतिक समस्या आहे. वाढत्या लोकसंख्ये-बरोबर अन्नाची गरज वाढत जाणार आहे. ह्यासाठी भरमसाठ पण एकांगी अन्नोत्पादन हा तोडगा होऊ शकत नाही. जसे लोकसंख्या वाढीवर नियंत्रण हवे, तसेच अन्नोत्पादनाचे समतोल उत्पादन करणे हेही आवश्यक आहे. विशेषतः आपल्याकडे किंवा पौरात्य देशात प्रोटीनयुक्त अन्नाचा अभाव ही खरी समस्या आहे आणि भविष्यकाळातसुद्धा अन्नसमस्येत प्रोटीनचा अभाव दूर करण्यावर शास्त्रज्ञांना लक्ष द्यावे लागणार आहे.

कालाची ही गरज ओळखून वेस्ट व्हर्जिनिया विद्यापीठातील शास्त्रज्ञांनी प्रथिनी समस्येची पाहणी केली. त्यांना असे आढळून आले की, पेट्रोलियम, नैसर्गिक वायू आणि कोळसा खाणारे सूक्ष्म जीव व जीवाणू हे ह्या प्रथिन समस्येच्या बाबतीत मानवाला मदत करू शकतील. सध्या सोयाबिन हे प्रथिने मिळवायचे सर्वांत सोपे साधन आहे. ह्याच्या मदतीला आणखी हे जीवाणू आले की, प्रथिन समस्या हलकी व्हायला मदत होईल. कारण हे जीवाणू

आपले पोट भरता भरता हायड्रोकार्बन्सचे प्रथिनांत रूपांतर करतात.

प्रथिने मूलतः कार्बन, ऑक्सिजन, हायड्रोजन व नायट्रोजन यांची संयुगे असतात. प्राणी, वनस्पती व जीवाणू आपापल्या गरजेप्रमाणे व मिळणाऱ्या कच्च्या पदार्थापासून प्रथिने तयार करतात. प्रथिने तयार करण्यासाठी सर्वांत आवश्यक घटक म्हणजे साखळी संयुगे तयार करू शकणारा कार्बन. वनस्पती सूर्यप्रकाशाच्या साहाय्याने हवेतल्या कार्बन-डाय-ऑक्साईडपासून कार्बन मिळवितात (कर्बग्रहण). प्राणी वनस्पतींकडून हा कार्बन चोरतात पण काही जीवाणू मात्र ह्या कुठल्याच भानगडीत न पडता हायड्रोकार्बन्समधून कार्बन मिळवितात.

हायड्रोकार्बनचा निसर्गातील सर्वांत मोठा साठा दगडी कोळसा व नैसर्गिक तेल आणि वायूच्या रूपात आढळतो. आपण जर दगडी कोळशापासून प्रथिने तयार केली तर त्यात कॅन्सरच्या वाढीस मदत करणारे अशुद्ध पदार्थ मिसळले जाण्याची शक्यता असते आणि हे अशुद्ध पदार्थ दूर करायला अफाट खर्च येतो. कूड ऑईल किंवा नैसर्गिक तेलापासून प्रथिने तयार करून झाली. पण त्यातला तेलकट हिस्सा शिल्लक राहतो तो दूर करायचे म्हटले तर पुन्हा पैशाचा प्रश्न उभा राहतोच. राहता राहिला नैसर्गिक वायू ह्या बाबतीत मात्र वरील प्रश्न उद्भवत नाहीत. कारण एक तर ह्यात अशुद्ध घटक राहत नाहीत आणि जास्त असलेल्या वायूचे बुडबुडे होऊन तो हवेत मिसळतो.

नैसर्गिक वायूपासून प्रथिने तयार करताना बॅक्टेरियाच्या वसाहतीतून मिथेन वायू व हवा यांचे मिश्रण सोडले जाते. मिथेन वायू एका कार्बनच्या अणूबरोबर चार हायड्रोजनच्या अणूंचे

संयुग असते. त्यातून प्रथिनासाठी कार्बन व हायड्रोजन मिळतो. हवेतून ऑक्सिजन व नैट्रोजनचा पुरवठा होतो. हे जीवाणू जसजसे वाढू लागतात तसतसे आपल्याला हवे ते अन्नघटक- विह्टॅमिन्स, अमायनो आम्ले आणि इतर काही संयुगे- ते तयार करतात. नंतर या जीवाणूच्या वसाहतींवर काही प्रक्रिया करून त्यांचे रूपांतर खाद्य प्रथिनात करण्यात येते. ही प्रथिने स्फटिकरूपात असतात. ती रंग, वास व चवहीन असतात. नंतर ह्यांचे पीठ अन्नात मिसळून अन्न सकस करण्यात येते.

हायड्रोकार्बनचे प्रथिनात रूपांतर करणारे अक्षरशः हजारो प्रकारचे जीवाणू अस्तित्वात आहेत. हे जीवाणू नैसर्गिक तेल आणि वायूच्या विहिरींजवळील मातीत घरे करतात. तसेच जर कुठे नैसर्गिक तेल किंवा वायू पाण्यात झिरपत असेल तर अशा झऱ्यांकाठी किंवा समुद्रकिनाऱ्यांवर आढळतात. सध्या आपल्याला हवे ते जीवाणू उपयोगात येणे ही नशिवाची बाब समजली जाते, पण लौकरच आपल्याला हवे ते जीवाणू निवडून काढून त्यांना ह्या कामी लावणे या गोष्टीवर शास्त्रज्ञ ताबा मिळवतील आणि असे झाले तर आपण जगाची प्रथिन-समस्या सोडवू शकू ह्याबद्दल शास्त्रज्ञांना विश्वास वाटतो.

१६. पाण्याचे पुनर्चक्रीकरण

सध्या जगभर पाण्यासाठी हाकाटी चालू आहे. आपल्या देशात माँन्सूनचा पाऊस असतो. त्यामुळे अमूक एक कालावधीत अमूक इतका पाऊस पडायला हवा हे कोष्टक आपण मांडू शकतो. त्यामुळे दुष्काळाची कल्पना यायलाही आपल्याला मदत होते. तरीही वाढत्या औद्योगीकरणामुळे मोठ्या शहरातून पाण्याची समस्या दिवसेंदिवस गंभीर होत चाललेली आहे. मोठ्या शहरांतून हा पाण्याचा प्रश्न मोठमोठ्या आगी लागतात तेव्हा अधिक तीव्र स्वरूप धारण करतो.

सामान्यतः पावसाचे पाणी ही आपली पाण्याची प्रमुख आशा. नद्या-नाले ह्यांचे पाणी धरणांवाटे अडवून पाणी मिळविणे हा शहरांना पाणी पुरवायचा प्रमुख मार्ग. दुसरे पाणी मिळवायचे स्थान म्हणजे जमीन. पण अखेरीस भूजल हेसुद्धा बऱ्याच अंशी पावसावरच अवलंबून असते. अगदी क्वचितच ज्वालामुखीतील खडकात अडकलेले पाणी (Juvenile water) किंवा भूस्तर तयार

वि...२

होताना त्याच्याबरोबर अडकलेले पाणी (Connata water) कधी कधी आपल्याला मिळते, पण ते क्वचितच. म्हणजे अखेरीस पाऊस हाच आपला खरा त्राता. रशिया-अमेरिकेतल्या काही शास्त्रज्ञांना मात्र अवकाश युगामुळे, पाणी मिळवायचा आणखी एक मार्ग सापडला आहे. तो म्हणजे वापरलेले पाणीच शुद्ध करून परत वापरणे. ह्या क्रियेस पाण्याचे पुनर्चक्रीकरण किंवा Recycling of water असे म्हणतात. अमेरिकेसारख्या उद्योग-प्रधान देशात तर पाण्याच्या प्रश्नाने फारच गंभीर स्वरूप धारण केल्यामुळे तिथे पाण्याच्या पुनर्चक्रीकरणाला मूर्तस्वरूप देण्यात आले आहे.

फ्लोरीडा राज्याचे गृहमंत्री रिचर्ड स्टोन ह्यांनी ह्या प्रश्नात जातीने लक्ष घातले. त्याला कारणही तसेच झाले. ७ मे १९७१ रोजी फ्लोरीडातल्या एव्हर ग्लेड्स अभयारण्यात सहा निरनिराळ्या ठिकाणी वणवे पेटले होते. हे वणवे विझवण्यासाठी सर्व प्रकारच्या सुविधा वापरून अखेरीस ही आग कशीबशी आटोक्यात आणण्यात त्यावेळच्या राज्ययंत्रणेने कसेबसे यश मिळविले आणि ह्या संधीचा फायदा घेऊन श्री. रिचर्ड स्टोननी पाण्याच्या पुनर्चक्रीकरणाची योजना जनतेपुढे मांडली.

त्यावेळेस मियामीतल्या डेडकाऊंटीमधून रोज २००० लक्ष गॅलन पाणी अस्वच्छता कमी करून समुद्रात सोडण्यात येत होते. ह्यात दोन तोटे होते. एक म्हणजे समुद्रात प्रदूषण वाढत होते आणि दुसरे म्हणजे रोज एवढे पाणी वाया जात होते. एका छोट्या विभागामधून एवढे पाणी वाया जात असेल आणि त्यातून प्रदूषणाचा एवढा धोका निर्माण होत असेल तर सगळ्या अमेरिकेचे त्रैराशिक मांडले तर किती गहन समस्या निर्माण होईल

हा विचार रिचर्ड स्टोननी प्रथमच जनतेपुढे आणला.

त्यांनी जिथे जिथे अणुभट्ट्या आहेत तिथे तिथे पाण्यावर आण्विक प्रक्रिया करून ते जंतुविरहित करायला हवे, ते नुसतेच गाळून घेऊन उपयोग नाही असंही सांगितलं. ह्यापूर्वी अशा पाण्यास 'टर्शरी ट्रीटमेंट' देत म्हणजेच त्यातून घाण कचरा तेवढा बाजूला केला जात असे. ह्याशिवाय १९७१ मध्ये पामडेल व इतरत्रही आण्विक प्रक्रिया करून पाण्याचे निर्जंतुकीकरण करण्यात येत होतेच. पामडेल येथे गॅमा किरणांचा उपयोग केला जात होता ह्याशिवाय पाण्यावर इतरही प्रक्रिया करता येतात. क्ष किरण किंवा अतीनील किरणांचाही समावेश होतो.

टेक्सासमधल्या अमारिलो येथे रोज ३५ लक्ष गॅलन गटारी पाणी औद्योगिक क्षेत्रात आण्विक पुनर्चक्रीकरणानंतर वापरण्यात येते. मिलवाँकी येथे टर्शरी प्रक्रीयनंतर उरलेल्या गाळाचे त्रिलोर्ग-नित नावाचे खत करून ह्या प्रक्रियेस येणारा खर्च काही प्रमाणात वसूल करण्यात येतो.

ह्या पाण्याच्या पुनर्चक्रीकरणासाठी काही प्रयोग एनर्जी सिसटीम्स इनकॉर्पोरेटेड ह्या संस्थेने फ्लॉरीडातल्या लेक ओके-चोबी ह्या पामडेलजवळच्या ठिकाणी केले होते. इथे रोज १०००० गॅलन पाण्यावर चक्री प्रक्रिया करण्यात येत होत्या. सुट्टीच्या वेळी हे प्रमाण रोज २२००० गॅलनपर्यंत वाढवण्यात येत असे.

पाण्याच्या पुनर्चक्रीकरण प्रक्रियेची कल्पना १९६० मध्ये फ्लोरिडा इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजीच्या नॉर्मन लुंड ह्या शास्त्रज्ञाच्या डोक्यात आली. अर्थात इतरत्रही अशा प्रकारचे संशोधन चालू होतेच. त्याकाळात कोबाल्ट-६० चा उपयोग

सांडपाणी काही प्रमाणात शुद्ध करण्याकडे होत होता. अमेरिकेच्या अँटॉमिक एनर्जी कमिशननेसुद्धा कोबाल्ट ६० च्या गॅमा किरणोत्सर्जनाचा उपयोग काय होऊ शकेल ह्याबद्दल चाचण्या केल्या होत्या. कोबाल्ट ६० च्या उत्सर्जनाने पाण्यातील कोली फॉर्म बॅक्टेरियासारखे अतिसूक्ष्म जीवाणू तसेच इन्फ्लूएंझा, पोलिओ व कॉक्ससॅकीव्हायरस यांचे जीवाणू मारले जातात हेही ह्या प्रयोगा-अंती सिद्ध झालेले होते.

नाॅर्मन लुंड ह्यांनी एफ. आय. टी.चे एक प्राध्यापक डॉ. डेव्हीड डी. वुडब्रिज ह्यांच्याशी ह्या विषयावर चर्चा केली. ह्या चर्चेत कोबाल्ट ६० चा उपयोग वैयक्तिक पातळीवर फार खर्चिक होईल ह्या गोष्टीविषयी त्याचे एकमत झाले. पण जर कोबाल्ट ६० हे मोठ्या प्रमाणात वापरावयाचे झाले तर ते टर्शरी-ट्रीटमेंट-पेक्षा स्वस्त पडेल हेही त्यात निष्पन्न झाले; म्हणजेच मोठ्या प्रमाणावर आण्विक पुनर्चक्रीकरण केले म्हणजे मोठ्या संख्येने पाणी मिळू शकेल आणि ते स्वस्तही पडेल हे त्या दोघांनी जनते-पुढे आणायचे ठरवले. अर्थात त्यापूर्वी काहीतरी प्रायोगिक पण खंबीर पार्श्वभूमी असायला हवी होती.

ह्या दोघांनी लेलँड ए. मॅन ह्या अणु अभियंत्यास आपल्या ह्या योजनेत खेचले. लेलँड मॅन ओकरीज लॅबोरेटरीत न्यूक्लियर इंजिनिअर म्हणून काम करीत होते. डॉ. वुडब्रिजबरोबर काम करायला मिळतंय हे समजताच ते मोठ्या उत्साहाने या योजनेत सामील झाले. कारण डॉ. वुडब्रिज हे एन आय टी हाय अल्टिट्यूड ऑब्झर्वेटरी फॉर सोलर टेरेस्टियल रिलेशनशिप कोलोराडो ह्यांचे सल्लागार होतेच. शिवाय वर्नर व्हॉन ब्रॉन ह्या प्रख्यात रॉकेट तज्ज्ञाबरोबरही त्यांनी संशोधन केलेले होते.

हळूहळू ह्या योजनेत आणखी नवनवीन शास्त्रज्ञ सामील झाले आणि त्यांनी फ्लोरीडातल्या मेलबोर्नमध्ये एनर्जी सिस्टीम्स इनकॉर्पोरेटेड ही संस्था चालू केली. त्यांचे ध्येय होते आण्विक ऊर्जा वापरून शुद्ध पाणी मिळवायचा प्रयोग सफल करायचाच !

त्यानंतर सतत तीन वर्षे प्रयोग करून त्यांनी पामडेल येथे जलशुद्धीकरण केंद्र सुरू केले.

ह्या जलशुद्धीकरण केंद्रात सतत गटारातून येणारे पाणी एका विहिरीत आत घेतले जाते. आणि त्यातली अडगळ केर कचरा, हा गाळून बाजूला केला जातो. इथून हे पाणी दुसऱ्या टप्प्याकडे जाते. इथे या पाण्यात हवा मिसळली जाते. त्यामुळे अशुद्ध वायू व बरीच सूक्ष्म घाण दूर होण्यास मदत होते. इथून हे पाणी तिसऱ्या टप्प्यातल्या टाकीत जाते. हा १४ फूट × १४ फूट × ९ फूट (उंची) असा टँक आहे. इथे ह्या पाण्यावर किरणोत्सर्जनाचा भडिमार केला जातो. ह्या टाकीभोवती कुंपण घालण्यात आलेले आहे.

ह्या किरणोत्सर्गी टाकीच्या केंद्रात मध्यभागी कोबाल्ट ६० ची नळकांडी ठेवलेली आहेत. ह्या केंद्रातून हे पाणी ९० मिनिटे खेळवले जाते. ह्या पाण्याच्या व तेथील घाणीच्या प्रत्येक थेंबावर नि प्रत्येक कणावर आण्विक उत्सर्जनाचा परिणाम इथे होत असतो. गॅमा किरणांच्या भडिमारामुळे बऱ्याच अणूपरमाणूंचे विघटन होते व घाण कमी होते. नंतर हे वासहीन पाणी बाहेर जाते तेव्हा ह्यात अवशिष्ट किरणोत्सर्जन शिल्लक राहिलेले नसते. आणि हे पाणी शेतीसाठी अतिशय उपयुक्त असे असते; ह्यात वनस्पतींना धोकादायक असे काहीही शिल्लक राहिलेले नसते. बरेचसे रोगजंतूही किरणोत्सर्जनानंतर नष्ट करण्यात आलेले असतात.

कार्बनी संयुगांचे विघटन होणे बंद झाल्यामुळे ह्या पाण्यास घाणही येणे बंद होते.

ह्यानंतर हे पाणी पुन्हा एकदा नळातून खेळविले जाते. त्यामुळे पाण्यातले ९६ टक्के तरंगणारे कण हे पाणी बाहेर पडते तेव्हा कमी झालेले असतात. असे पाणी मग औद्योगिक कारखान्यातून वापरण्यास योग्य बनते. बाहेर पडण्यापूर्वी पुन्हा एकदा हे पाणी फिल्टरेशन टँकमध्ये सोडले जाते.

इथे दोन प्रकारच्या गाळण्यातून हे पाणी जाते. डायअॅटमयुक्त माती, आणि अॅक्टीव्हेटेड कार्बन, अशा ह्या दोन गाळण्यांतून बाहेर पडलेले पाणी खरे म्हणजे पिण्याच्या पाण्याइतके शुद्ध असते.

ह्या पाण्याची किरणोत्सर्जनाच्या दृष्टीने सतत तपासणी चालूच असते. दर पाच वर्षांनी (कोबाल्टचा हाफलाइफ पिरियड ५३ वर्षे असतो) कोबाल्ट पेन्सिली बदलाव्या लागतात. ह्यामुळे कोबाल्ट ६० ऐवजी सेशियम-१३७ चा वापर करून पाहायाचे एफ आय टी ने ठरवले आहे. कारण सेशियमचे हाफलाइफ ३० वर्षांचे आहे.

ही पद्धत मोठ्या प्रमाणावर अमलात आणली तर फारच स्वस्त पडेल पण अशा तऱ्हेने आपल्या नेहमीच्या नळांतून येणाऱ्या पाण्यापेक्षा असे शुद्ध केलेले पाणी अजूनही लोकांना किळसवाणे वाटते. जसजशी लोकसंख्या वाढत राहणार आहे, दुष्काळ पडत राहणार आहेत तसतसा लोकांच्या मनोभूमिकेत बदल पडून कदाचित हे पाणी निदान कारखान्यांना तरी चालू शकेल असा आमचा अंदाज आहे असे एफ आय टी चे शास्त्रज्ञ म्हणतात. ह्या स्वच्छ पाण्याचा शत्रू मानसशास्त्रीय आहे, अर्थशास्त्रीय नाही हेही त्यांनी आवर्जून सांगितले आहे.

१७. कचरा गोळा करा !

आपल्याकडे कचऱ्यातून कला निर्माण करण्याचे वेड एकदा येऊन गेले आहे. कोठल्यातरी सिनेमात विनोदासाठी म्हणून त्याचा वापरही केला गेला. पण 'कचऱ्यापासून संपत्ती' ही नवी घोषणा मात्र आता सत्य स्वरूपात येण्याची चिन्हे दिसू लागली आहेत.

सध्या 'प्रदूषण' ह्या विषयावर जगभर विचार चालू आहे. त्यासाठी निरनिराळे सावधगिरीचे उपाय, कायदे सर्वत्र केले जात आहेत. पण प्रदूषणाइतकीच पाश्चात्यांच्या दृष्टीने त्रासदायक बाब म्हणजे कचरा. ही समस्या इतकी गंभीर आहे, की अमेरिकेच्या राष्ट्रपतींनीसुद्धा जनतेस या बाबतीत कळकळीचे आवाहन केले आहे. अर्थात आपल्याकडच्या आणि तिकडच्या कचऱ्यात एक मोठा फरक असतो, तो म्हणजे तयार अन्नाचे डबे आणि बिअरचे कॅन्स यांचे प्रमाण तिकडे फारच असते. त्याचबरोबर वृत्तपत्रांची रद्दीही. रस्ता झाडणारे संपावर गेले की अक्षरशः ६-८ फुटांचे ढिगारे रस्त्याच्या कडेला उभे होतात भिंतीसारखे.

याशिवाय इतर कचराही असतोच. वरं ! कंपोस्ट खत करावं तर त्याला वेळ फार जातो आणि रासायनिक खते जास्त स्वस्त पडतात. यामुळे ह्या कचऱ्याचे काय करायचे ही एक मोठी डोके-दुखी अमेरिकेत निर्माण झाली आहे.

अमेरिकेतल्या काही डोक्यांना मात्र यात फार मोठा 'अर्थ' दिसला. आणि त्यापासून काय करता येईल म्हणून त्यांनी डोके खाजवायला सुरुवात केली. त्यासाठी शास्त्रज्ञ काम करू लागले. त्या कचऱ्याचा त्यांनी अक्षरशः छळ आरंभला. तो कचरा फोडला गेला, तापवला गेला, जाळला गेला. त्याला गरगर फिरवून उकळत्या पाण्यात बुडविले, त्याचा चुरा केला, त्याच्यावर अती-प्रचंड दाब दिला. त्याला पुन्हा हलवून हलवून मिसळले. एवढे सगळे हाल करण्यामागे एकच उद्देश होता; की त्यापासून काहीतरी उपयुक्त निर्माण व्हावे. काय होईल त्याचा अंदाज नव्हता. जे निघेल तो फायदा, नाहीच निघालं तर कचरा नाहीसा केल्याचे समाधान. कागदाच्या कचऱ्याचा परत कागद तरी करता येतो. पण काच, पत्रे, धातूची मळी आणि राख यांचे काय करायचे ?

पिट्सबर्गमध्ये 'यू. एस. ब्यूरो ऑफ मार्टिन्स' च्या रसायन शास्त्रज्ञांनी काच आणि धातू हे कचऱ्यापासून दूर केले. उरलेला कचरा त्यांनी एका स्टेनलेसस्टीलच्या प्रचंड प्रेशर कुकरमध्ये शिजवला; शिजवता शिजवता त्यात कार्बन मोनाक्साइड सोडून हलवला. त्यामुळे त्यात असलेल्या ९० टक्के कचऱ्याचे अतिशय कमी गंधक असलेले तेल तयार झाले. आता त्यापासूनच पेट्रोलियम तयार करण्याची त्यांची मनीषा आहे. डॉ. ए. ओ. कॉन्व्हर्स यांनी धातू आणि काचविरहित कचऱ्यात उकळते पाणी मिसळून त्यापासून साखर तयार करण्याची एक नवी पद्धत शोधून काढली

आहे. जास्त कागद असलेल्या कचऱ्यातून डॉ. डेक्स्टर बेलामी यांनी पाळीव प्राण्यांसाठी प्रथिनयुक्त अन्न तयार केले. या अन्नास प्राण्यांना आवडेल असा वास व चवही देता येते.

सेंट रेगिस कंपनीने न्यूयॉर्कमध्ये कचऱ्यापासून करड्या रंगाचा कागद तयार केला आहे. त्यावर छपाई करता येते. त्यापासून तयार केलेला कार्डबोर्ड आणि रंगीत वॉलपेपर्सही चांगले, आकर्षक आणि टिकाऊ असतात.

ह्याशिवाय काचेपासून पुन्हा काच तयार करता येते. पण 'ग्लास्फाल्ट' नावाचे काचेची पूड असलेले डांबर जास्त टिकाऊ रस्ते व विमानाच्या धावपट्ट्या बांधण्यासाठी वापरण्यात येते. शिवाय काचमिश्रित विटा व बांधकामाच्या वस्तू 'स्वस्त पण मस्त' अशा मिळतात. काचेचा उपयोग नजीकच्या भविष्यकाळात इतका वाढणार आहे की कदाचित पुढे यासाठी काचेचे उत्पादन कमी पडेल.

फेकलेल्या डब्यापासून व सिगरेटच्या चांदीपासून पुन्हा अॅल्युमिनिअम मिळवणेही आजकाल शक्य झाले आहे. एवढेच नव्हे, तर त्यातील पोलादी डब्यांपासून पोलादाचे घटक वेगळे करून पुन्हा उच्च प्रतीचे पोलाद मिळविणे शक्य झाले आहे.

फायरस्टोन कंपनीने वाया गेलेल्या जुन्या रबरी धावांपासून खनिज तेल व नैसर्गिक वायू तयार करण्याची एक भव्य योजना हाती घेतली आहे.

या व अशा अनेक प्रकारच्या कचऱ्यापासून जर फायदेशीर गोष्टी मिळू लागल्या तर बहुधा रद्दीच्या दुकानांच्या जागी आपल्याला 'येथे कचरा योग्य भावात विकत घेतला जाईल' अशा पाट्या जागोजाग दिसू लागतील.

१८. मानवी भस्मासुर

मानव हा पृथ्वीतलावरचा एकमेव वाईट प्राणी आहे. कारणा-
शिवाय हत्या आणि स्वतःच्या प्रगतीने स्वतः बरोबरच आजू-
बाजूच्या सृष्टीचा नाश करण्याची त्याची प्रवृत्ती बघितली की
त्याला भस्मासुराशिवाय दुसरे कुठलेही नाव शोभत नाही ह्याची
खात्री पटते.

औद्योगीकरण आणि नवनवीन वाढते तंत्रज्ञान ह्यामुळे आपण
आपल्या भोवतालची नैसर्गिक परिस्थिती बिघडवत आहोत,
नैसर्गिक समतोल ढळवतो आहोत. ह्यामुळे बऱ्याच जुन्या रोगांच्या
पुनरागमनाबरोबरच नवनवे हानिकारक रोग मानवाला ग्रासू
लागले आहेत.

खाण कामगार, पाथरवट आणि भिंगे तयार करणारे कारागीर
श्वासनलिकेच्या आजाराने ग्रासले जातात हे आपल्याला फार
पूर्वीपासून माहित होते, कारण श्वसनाबरोबर त्याच्या श्वास-
नलिकेत अपायकारक धूळ जात होती. फेल्ट हॅट तयार करणाऱ्या
कामगारांच्या मेंदूवर परिणाम व्हायचा— ती हॅट न वापरताही,

कारण फेल्ड तयार करताना वापरण्यात येणाऱ्या पाऱ्याच्या विषारी वाफा त्याच्या श्वासाबरोबर फुफ्फुसात जात होत्या. इ. स. १७७५ मध्ये पर्सिवल पाँट नावाच्या लंडनमधल्या सर्जनने ब्रिटनमधल्या चिमण्या झाडणाऱ्या कामगारांमध्ये आतड्याचा कॅन्सर मोठ्या प्रमाणावर आढळतो असे नमूद केले होते.

गेल्या पन्नास वर्षांत इतर क्षेत्रातले स्पेशलायझेशन वाढत असले तरी रोगांचे असे स्पेशलायझेशन कमी झाले. आग्नेय अमेरिकेत औद्योगिकीकरणाची प्रचंड वाढ झाली त्याचबरोबर तिथल्या फुफ्फुसांच्या कर्करोग्यांच्या संख्येतही वाढ झाली. तांबे व शिसे आणि जस्त खनिजापासून काढणाऱ्या कारखान्यांच्या (स्मेल्टर्स) परिसरातही फुफ्फुसांचा कर्करोग मोठ्या प्रमाणात आढळतो.

रबर, रासायनिक द्रव्ये, सुगंधी द्रव्ये व सौंदर्यप्रसाधने, साबण व छपाईची शाई तयार करणाऱ्या कारखान्यांच्या आजूबाजूस बऱ्याच अंतरापर्यंत लिव्हर व मूत्राशयाच्या कॅन्सरचे प्रमाण फार मोठे असल्याचे दिसून आले. ह्या पार्श्वभूमीवर पुण्यातील विठ्ठलवाडी रस्त्यावरच्या विटांच्या भट्ट्या व त्या संपताच असलेल्या रासायनिक कारखान्यांचा परिसर डोळ्यांसमोर उभा करायला हरकत नाही. ओहायओतल्या एका कामगार वस्तीत वरील तिन्ही प्रकारचे कॅन्सर फैलावलेले आढळले.

सिगरेट-तंबाखूच्या बरोबरीने मानवी फुफ्फुसाविरुद्ध अॅस्बेस्टॉसच्या धाग्यानेही युद्ध पुकारलेले दिसते. ह्याला मदत करणारा आणखी एक उद्योग म्हणजे रबर उद्योग. ह्यात कातडीचा कॅन्सर हे आणखी एक दुखणे चिकटते. म्हणजे आतून बाहेरून माणसाचा जीव घ्यायचा प्रयत्न करणारे रसायन आहे हे. हे संशोधन आहे

रशियन तज्ञांचे.

पीव्हीसी हे एक असेच कॅन्सरचे साथीदार रसायन. प्लॅस्टीक-मध्ये गुंडाळलेल्या खाद्यपदार्थांचे व प्लॅस्टीक वाॅटरबॉटलमधील द्रव पदार्थांचे सेवन करून लिव्हरला अपाय होतो. ह्यातून पाणी पिणेही धोकादायक ठरते असे अमेरिकन डॉक्टरांचे म्हणणे आहे.

जर पाणी प्रदूषित असेल तर जंतू मारण्यासाठी अशा पाण्यात मिसळलेला क्लोरीन ह्या पाण्यातील प्रदूषकांबरोबर रासायनिक संयुगे तयार करतो. ह्या संयुगामुळेही कॅन्सर होण्याची शक्यता असते. कोळशापासून पेट्रोल तयार करण्याची जी नवी पद्धत शोधण्यात आली आहे त्यातूनही कॅन्सरला मदत करणारी द्रव्ये तयार होण्याची शक्यता व्यक्त करण्यात आली आहे.

शिसे, अर्सेनिक व पारा ह्या तीन मूलद्रव्यांची संयुगे ही विषारी असतात आणि ती आजकाल मोठ्या प्रमाणात औद्योगीकरणामुळे शहरवासियांच्या सान्निध्यात येऊ लागली आहेत. ह्याशिवाय पीव्हीसी आणि ह्या संयुगांमुळे जननिक दुष्परिणामही दिसू लागले आहेत.

मुंबई शहराच्या आसपास पाण्याचे प्रमाण पाण्यातून वाढतेय अशी बातमी मध्यंतरी वाचण्यात आली. म्हणजेच विसाव्या शतकातील रोग (कॅन्सर) आणि त्याचे साथी (प्रदूषण) भारताला भेटायला आलेत असं म्हटलं तर वावगं ठरणार नाही. फक्त प्रश्न आहे आपण जागे कधी होणार नि यांचे पारिपत्य कसे करणार ह्याचा.

१९. वेळाचा विरोधाभास (कालाचा विरोधाभास)

केवळ विज्ञानकथा छापणाऱ्या एका मासिकात एक विनोद वधितला होता. दूरच्या तान्यावरून प्रकाशाच्या गतीने प्रवास करणारे एक अंतराळयान परत येते. त्यातून येणाऱ्या शूरांचे कौतुक करायला खूप गर्दी झालेली असते. त्यात एक वृद्धही असतो. आलेल्यांपैकी एक अवकाशवीर त्याला विचारतो, “काय आजोबा, कसं काय ? ठीक ?” तो म्हणतारा त्या अवकाशवीरास सांगतो, “बाबा, मी आपला मुलगा आहे, आजोबा नाही.”

हा विनोद किंवा इतर विज्ञानकथांतून प्रकाशाच्या वेगाने जाणारे अवकाशवीर पृथ्वीवरील शंभर वर्षे उलटून गेली तरी येतात तेव्हा तरुणच राहिलेले असतात, ही कल्पना आईन्स्टाईनच्या सापेक्षतावादाच्या सिद्धांतावर आधारित आहे. ह्या सिद्धांताप्रमाणे गतीच्या वाढीच्या प्रमाणात वेळाची लांबी कमी होते. ह्या तत्त्वावर आधारून गणिताने असे सिद्ध करता येते की जर प्रकाशाच्या ९९ टक्के वेगाने अवकाशयान प्रवास करीत असेल तर पृथ्वीवर १०० वर्षे उलटतील त्यावेळेस, अवकाशयानात

फक्त १४ च वर्षे लोटतील. आणि अवकाशयानाची गती वाढवून ती प्रकाशाच्या वेगाच्या ९९.९ टक्के केली तर अवकाशयानातील कालमापक फक्त ४॥ वर्षे दाखवील.

आईनस्टाईनच्या सूत्राप्रमाणे हा काल कमी होण्याचा घटक $(\text{factor}) \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}$ असा आहे. ह्यात V म्हणजे एखाद्या घटकाची

निरीक्षकाची सापेक्ष गती (Velocity relative to observer) आणि C म्हणजे प्रकाशाची गती. ह्यात जर अवकाशयानाची गती प्रकाशाएवढी होईल तर $V = C$ होऊन काल स्थगित होईल. ह्यालाच कालाचा किंवा वेळाचा विरोधाभास म्हणतात. (Time Paradox). ह्या विरोधाभासाचे स्पष्टीकरण काय ?

सर्व गती सापेक्ष असतात. अवकाशयानाची गती ठरवायला काही तरी प्रमाण असते. पृथ्वीपासून अमूक एक गतीने अवकाशयान निघाले. पृथ्वी सूर्यसापेक्ष २९.६ कि. मी. दर सेकंदास ह्या वेगाने फिरते. जेव्हा अवकाशयात्री प्रकाशाच्या ९९.९९ वेगाने जाईल त्यावेळेस हा वेग त्याला अवकाशयानात जाणवणार नाही. (आपल्याला पृथ्वीचा वेग जाणवत नाही). पण त्याला पृथ्वी मात्र त्या वेगाने दूर जाताना दिसेल. पृथ्वीचा वेग अवकाशयानाच्या वेगापेक्षा खूपच कमी असल्यामुळे पृथ्वीवरील घड्याळ जे कालमापन दाखवील त्यापेक्षा अवकाशयानातील कालमापन हळू व्हायला हवे. ह्या सिद्धांताचा पडताळा पाहण्यासाठी इ. स. १९७४ मध्ये दोन आण्विक घड्याळे एकदम लावली जातील. ह्यात सेकंदाचा ११,००,००,०० हिस्सा जाणून (1 millionth) घ्यायची सोय असेल. ह्यांतील एक घड्याळ पृथ्वीवर ठेवले

जाईल आणि दुसरे उपग्रहातून पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा करेल. आणि शास्त्रज्ञ ह्या दोन घड्याळांच्या वेळात खरोखरच फरक पडतो की नाही, पडल्यास किती फरक पडतो हे पडताळून पाहतील.

इतके दिवस ह्या प्रयोगाला केवळ शास्त्रीय महत्त्व होते. कारण कुठलीही वस्तू प्रकाशाचा वेग उल्लंघने शक्य नाही असे समजले जात होते. पण टॅकिऑन्सच्या अस्तित्वाबद्दल शास्त्रज्ञांना खात्री पटत चालल्यामुळे ह्या प्रयोगास आता महत्त्व आले आहे.

Tachyons हे प्रकाशापेक्षाही अधिक वेगाने प्रवास करणारे अवकाशातील अति सूक्ष्म कण असून इ. सी. जी. सुदर्शन ह्या शास्त्रज्ञाने (१९६२ मध्ये) प्रथम त्याच्या अस्तित्वाचे भाकीत केले.

२०. महासागर शास्त्र

आपल्या पृथ्वीला जलग्रह असे म्हटले आहे आणि ते अगदी खरे आहे. आपल्या सूर्यमालेतील सर्व ग्रहांपेक्षा जास्त आणि खूप प्रमाणात पाणी असणारा एकमेव ग्रह म्हणजे पृथ्वी. पृथ्वीचा एकाहत्तर टक्के पृष्ठभाग हा जगभर पसरलेल्या एका प्रचंड मोठ्या पाण्याच्या साठ्याखाली झाकला गेलेला आहे. जमिनीच्या प्रत्येक वर्गमैलागणिक तीन वर्ग मैल समुद्राचे पाणी पसरले आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ सुमारे १९७० लक्ष वर्ग मैल आहे; यात १३९० लक्ष वर्ग मैल समुद्राच्या पाण्याखाली झाकले गेले आहेत. यापुढे भूखंडे म्हणजे किरकोळ बेटेच वाटतात. याचमुळे समुद्र पूर्वी भूखंडांना एकमेकांपासून तोडणारे दूर करणारे बांध वाटत होते, पण आता समुद्रामुळे वाहतूक स्वस्त वाटू लागली आहे. एवढे जरी असले तरी समुद्राखालील पृथ्वीचा गाभा आणि जमिनीखालील पृथ्वीचा गाभा यात फरक आहे. तसेच पृथ्वीवर जमीन आणि पाण्याची वाटणी करताना निसर्गाने समतोल साधला आहे असे म्हणता येत नाही.

पृथ्वीवरील सर्व समुद्र एकमेकांस जोडलेले आहेत, पण आपण आपल्या सोयीकरता या महासागरांना निरनिराळी नावे दिली आहेत. पॅसिफिक (प्रशांत), अँटलांटिक आणि हिंदी महासागर हे खरे तर प्रमुख तीन महासागर. पण त्यांत आर्क्टिक (उत्तर ध्रुवीय) आणि अँटार्क्टिक (दक्षिण ध्रुवीय) महासागरांची भर घालून एकूण पाच महासागर तयार झाले. याही पुढे जाऊन विषुववृत्तांवर अँटलांटिक व पॅसिफिक महासागरांची दक्षिण व उत्तर अशी विभागणी करतात. म्हणजे महासागर झाले सात.

सात हा आकडा फार पूर्वीपासून लोकांचा आवडता दिसतो. कारण आपल्या पुराणांत काय किंवा ग्रीक आणि रोमन पुराणांत काय; नायक नेहमी वीरकृत्ये करायला साता समुद्रापलीकडे जात असे आणि मग तिथल्या राजकन्येशी लग्न करून येत असे.

गोठलेला महासागर

जवळजवळ वर्तुळाकार असलेला प्रशांत महासागर हा सर्वांत मोठा महासागर आहे. तो हिंदी आणि अँटलांटिक महासागरांच्या जवळजवळ दुप्पट आहे. पॅसिफिक महासागर पृथ्वीचा १।३ पृष्ठभाग म्हणजे जवळजवळ ६४० लक्ष वर्ग मैल व्यापतो. अँटलांटिक महासागराचा आकार इंग्लिश S अक्षरासारखा आहे. तो उत्तर दक्षिण पसरलेला आहे. त्याच्या एका बाजूस पश्चिमेस दोन्ही अमेरिका खंड तर पूर्वेस युरोप आणि आफ्रिका खंड येतात. त्याच्या कडेने असलेल्या किनाऱ्याची लांबी हिंदी आणि पॅसिफिक महासागरांत असणाऱ्या किनाऱ्यांची मिळून जेवढी लांबी होईल त्यापेक्षाही जास्त आहे. हिंदी महासागर थोडा लंबवर्तुळाकार

असून त्याच्या उत्तर दक्षिण विस्ताराची लांबी जवळजवळ पूर्व-पश्चिम लांबीएवढीच भरेल.

जर दक्षिण ध्रुवीय महासागर हा निराळा महासागर म्हणायचे ठरलेच तर त्याच्या सीमा निश्चित करणे जरासे अवघड काम आहे. दक्षिण ध्रुवाभोवती असलेला हा समुद्र, वर्षातला बराच काळ गोठलेल्या अवस्थेत असतो. दक्षिण ध्रुवाभोवती कडे केलेल्या या समुद्राची सीमा बऱ्याच वेळा दक्षिण ६० अक्षांश ही धरली जाते तर काही जणांच्या मते ती आणखीही उत्तरेकडे धरायला हवी. काही कवी वृत्तीचे शास्त्रज्ञ दक्षिण ध्रुवीय महासागराला आसाची भूमिका देऊन प्रशांत, हिंदी आणि अँटलांटिक महासागरांना स्पोक असेही म्हणतात. उत्तर ध्रुवीय महासागराला फक्त समुद्र म्हणून त्याचा अँटलांटिक महासागरात समावेश करणारेहि काही जण आहेत.

अँटलांटिक, हिंदी आणि पॅसिफिक महासागरांच्या सीमा या त्यांतील खंडांच्या भूशिरांच्या टोकातून निघणाऱ्या रेखांशांवर ठरतात. उदाहरणार्थ हिंदी महासागर आणि अँटलांटिक महासागर यांची सीमारेषा आफ्रिकी खंडाचे दक्षिण टोक, केप ऑफ गुड होप मधून जाणारा पूर्व २० अंश रेखांश; तर हिंदी आणि पॅसिफिक महासागराची सीमा ही १४७ अंश पूर्व रेखांश टास्मानियातून जाते. पॅसिफिक आणि अँटलांटिक महासागराची सीमारेषा ७० अंश पूर्व रेखांश ही दक्षिण अमेरिका खंडाचे सगळ्यांत दक्षिणेचे टोक म्हणजेच केपहॉर्नमधून जाते.

मानवाला सागरी आव्हान

जर पृथ्वीचे पूर्व आणि पश्चिम गोलार्ध असे दोन भाग केले तर

पूर्व गोलार्धात खूपच जमीन येते. (० रेखांश व १८० अंश रेखांश साधून हे भाग केले आहेत) पूर्व गोलार्धात आशिया, युरोप व ऑस्ट्रेलिया, अनेक बेटे आणि दक्षिण ध्रुवीय प्रदेशाचा बराच मोठा भाग यांचा समावेश होतो. या उलट जर विषुववृत्तावर पृथ्वीचे उत्तर व दक्षिण असे दोन भाग केले तर उत्तर भागाचा २।५ किंवा चाळीस टक्के भाग जमिनीने व्यापलेला आहे. यात उत्तर अमेरिका, आफ्रिका खंडाचा उत्तर भाग (जवळजवळ निम्म्यापेक्षा जास्त) युरोप व आशिया हे भूभाग उत्तर भागात येतात तर दक्षिण गोलार्धात फक्त १।५ भाग जमिनीने व्यापलेला आहे. साडेतेवीस अक्षांश ते साडेसहासष्ट अक्षांश हे माणसास राहण्यास अतियोग्य भाग समजले जातात. उत्तर गोलार्धात या पट्ट्यांत जमीन व समुद्र एकास एक या प्रमाणात आहेत तर दक्षिण गोलार्धात एकास आठ.

समुद्राचा निम्म्यापेक्षा जास्त तळ १०,००० ते २०,००० फुटाच्या दरम्यान असून फक्त एक टक्का तळ २०,००० फुटापेक्षा जास्त खोल आहे. एव्हरेस्ट २९,००० फूट उंच आहे. (साडेपाच मैल) तर समुद्र ४०,००० फूट (साडेसात मैल) म्हणजे पृथ्वीवरची सर्वांत उंच आणि सर्वांत खोल जागा यात फक्त १३ मैलच येतात.

अशा या महासागरांनी माणसाला अंतराळाएवढेच मोठे आव्हान दिलेले आहे. आपल्याला आज चंद्राची जेवढी माहिती आहे तेवढी समुद्रतळाची नाही. अवकाश संशोधनासाठी जेवढा आपण खर्च करतो त्या दृष्टीने समुद्रासाठी आपण काहीच खर्च करीत नाही. या क्षेत्रात काम करणारी माणसेही थोडी आहेत. पण महासागराचे महत्त्व माणसाला हळूहळू पटू लागले आहे.

शास्त्रीय, लष्करी, आर्थिक, राजकीय क्षेत्रात एवढच नाही, तर करमणूक म्हणूनही आज महासागर मानवाच्या सेवेला हात जोडून उभे आहेत. त्यांचा आपण कसा उपयोग करून घेणार ते आपणच ठरवायला हवे. दिवसेंदिवस महासागराचे महत्त्व मानवाच्या लक्षात येत आहे आणि महासागराचा जास्तीतजास्त उपयोग करण्याच्या दृष्टीने एक नवीन शास्त्र उदयास येत आहे. या शास्त्राला आपल्या उभारणीसाठी भूशास्त्र, वास्तवशास्त्र, जीवशास्त्र, वनस्पतिशास्त्र, रसायनशास्त्र, खगोलशास्त्र आदी अनेक शास्त्रांचा आधार घ्यावा लागत आहे. या शास्त्राचे नाव आहे ओशनोग्राफी किंवा सागर शास्त्र. या शास्त्राने मानवाला अनेक नव्या आशा लावल्या आहेत, ते शास्त्र मानवाच्या अन्न, वस्त्र, निवारा या तीनही प्रमुख गरजा भागविण्यासाठी जोराने वाटचाल करू लागले आहे.

२१. महाप्रलय

मनू महापुरात सापडला, नोहाही महापुरात सापडला, प्रत्येक संस्कृतीत अशा महापुराचा कुठे ना कुठे उल्लेख आढळतो. एशिया मायनर विभागातल्या माउंट अरःराट भागात ह्याबद्दल बरेच संशोधन बायबलच्या आधारे होते आहे. पण ह्या प्रलयाचा नवा पुरावा आधुनिक शास्त्राने मेक्सिकोच्या आखातात मिळवून दिला आहे. मायामी फ्लोरिडा येथील विद्यापीठातल्या सोझेर एमिलानी ह्या शास्त्रज्ञाने व त्याच्या सहकाऱ्यांनी सूक्ष्म पुराजीवशास्त्र, समस्थलींचा अभ्यास आणि उत्सर्जनाने वय काढण्याच्या पद्धतींनी असं सिद्ध केलं आहे की अकरा हजार सहाशे वर्षांपूर्वी हिम-युगाच्या शेवटी शेवटी बर्फ वितळल्यामुळे एकाएकी सर्व पृथ्वी-वर समुद्राची पातळी वाढली होती. प्लेटोने ख्रि. पू. चौथ्या शतकात जागतिक प्रलयाची ठरवलेली तारीख ह्या शास्त्रीय अंदाजाशी जुळते.

मनूने किंवा नोहाने जे प्राणी पशुपक्षी आपल्या होडीत नेले त्यांत ते सूक्ष्म जीवांना विसरले असावेत कारण त्यांच्याकडे

असलेला सूक्ष्मदर्शीचा अभाव हेही असू शकेल. पण हे सूक्ष्म जीव (फोरामिनीफेरा) स्वतःची काळजी घेऊ शकत असावेत. अर्थात सागरी पाण्याच्या बदलत्या तपमानामुळे किंवा कमी झालेल्या क्षारांच्या प्रमाणामुळे ह्यातले काही सूक्ष्म जीव कायमचे नाहीसेही झाले असतील. त्यांचा अभ्यास करूनच एमिलानीनी हे अंदाज व्यक्त केले.

मिसिसिपी नदीच्या मुखाशी सागरतळाची दोन क्रोड (कोअर्स) काढून त्यातल्या सूक्ष्म पुरा जीवांचा अभ्यास करण्यात आला. सागरी जीवांच्या कठीण कवचांतील O_{1d} व O_{1c} ह्या ऑक्सिजनच्या समस्थळीच्या प्रमाणाचा अभ्यास केला की, पुरातन काळातले तपमान लगेच कळून आले. एमिलानीनी हेच तंत्र पाण्यातील क्षारांचे प्रमाण किती कमी झाले हे शोधून काढण्यासाठी वापरले व ह्यावरून बर्फ केव्हा वितळले ह्याचे अंदाजे वय काढले. आणि ते प्लेटोच्या लिखाणाशी जुळले. तेव्हा हा प्रलयकाळ बारा हजार वर्षांपूर्वी होऊन गेला असावा असं म्हणायला आता हरकत नाही.

२२. एका समुद्राचा पुनर्जन्म

आपल्या पुराणात अगस्ती ऋषींची एक गोष्ट आहे. एक दिवस त्यांनी सगळा समुद्र पिऊन टाकला. सगळे जलचर तडफडू लागले, मग अगस्तींनी प्यालेला सगळा समुद्र जागच्या जागी सोडून दिला. त्या दिवसापासून समुद्र खारट झाला, वगैरे वगैरे. पण सध्या मात्र एक समुद्र खरोखरच आटत चाललाय आणि तो आटतोय म्हणून संबंधित माणसे मात्र चांगलीच हळूहळू लागली आहेत. हा समुद्र म्हणजे इराण आणि रशिया यांच्यामधला कास्पियन समुद्र. खरे तर हा समुद्रच नव्हे. साधारणपणे महाराष्ट्र राज्याच्या क्षेत्रफळाइतपत विस्तार असलेले हे एक तळे आहे. ह्या तळ्यात व्होल्गा आणि ऊराल ह्या दोन नद्या सतत पाणी आणून टाकत असतात, शिवाय इतर बारीक सारीक नद्यानाले असतीलच.

इ. स. १६६५ पर्यंत कास्पियन समुद्राची पातळी सतत वाढत होती; आसपासची बंदरे व काठावरची खेडी धोक्यात आली असे वाटण्याइतपत कास्पियन समुद्राचे पाणी वर चढले. मग मात्र इ. स. १७३० पर्यंत पाणी खाली खाली जात राहिले. १७३०

नंतर एकदम पुन्हा १० फुटापर्यंत पाण्याची पातळी वाढली, पण इ. स. १८१५ पर्यंत पुन्हा पाण्याने १७३० सालची पातळी गाठली आणि जागतिक समुद्र पातळीच्या खाली ८५ फुटावर कास्पियन समुद्राची पातळी स्थिरावली. नंतर इ. स. १९३० सालापर्यंत म्हणजे ११५ वर्षे कास्पियन समुद्र शहाण्या मुलासारखा शांत होता, स्थिर होता. तो खरंच चांगला वागत होता आणि शिवाय त्याची भौगोलिक परिस्थिती अशी होती की त्याला आर्थिक महत्त्व प्राप्त झाले. १९३० साली बाकू आणि ग्राझनी ही त्या काठची दोन बंदरे खनिज तेल (पेट्रोलियम) आणि इतर व्यापाराची महत्त्वाची केंद्रे ठरली तर ऐतिहासिक महत्त्वाचे अस्त्राखान हे जगातले एक मोठे मच्छीमारी बंदर म्हणून प्रसिद्धीस आले. पण इ. स. १९३० साली कास्पियन समुद्राने आपली पातळी पुनः सोडली; तो खाली खाली जाऊ लागला आणि सगळ्यांत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे गेल्या हजार वर्षांत गेले नाही इतके जलद कास्पियन समुद्राचे पाणी खाली जाऊ लागले.

दुसरे महायुद्ध संपले, शास्त्रज्ञ युद्धआघाडीवरून पुन्हा आपापल्या कामावर रुजू झाले आणि त्यांनी बरीच वर्षे पाहणी करून असा निष्कर्ष काढला की कास्पियन समुद्र जो खचतोय तो वर येण्यासाठी नाही, कास्पियन समुद्र खाली जात नाही, त्याचा तळ आहे. तिथेच आहे पण त्याची पातळी कमी व्हायचे कारण त्या बिचाऱ्याला पुरेसे पाणी मिळत नाही. कास्पियन समुद्राच्या पृष्ठभागावरून दरवर्षी १६५ घनमैल पाण्याची वाफ वातावरणात जाते आणि फक्त १५३ घनमैल पाणी त्यात परत येते !

काही शास्त्रज्ञांच्या मते याचे कारण असे की रशियाच्या प्रचंड जलसिंचन योजनांसाठी आजकाल जे पाणी वापरले जाते

ते मुख्यतः कास्पियन समुद्राला मिळणाऱ्या नद्यांचे आहे, तर रशियन शास्त्रज्ञांच्या मते कास्पियन समुद्राची पातळी ज्या ज्या वेळी अकल्पित वाढत होती त्या त्या वेळेस आर्क्टिक महासागर अतीव थंड होत असे आणि पडणाऱ्या पावसात वाढ होई, पण सध्या आर्क्टिक महासागराचा कल अधिक उष्ण होण्याकडे आहे. ते काहीही असो- इ. स. १९३० नंतर आजपर्यंत कास्पियन समुद्राची पातळी १०-१२ फुटांनी खाली गेलेली आहे आणि ती जर अशीच खाली जात राहिली तर काही वर्षांनी कास्पियन समुद्राची नावनिशाणीसुद्धा राहणार नाही अशी भीती वाटते. अस्त्राखान व गुरिएव्ह बंदरातील काही धक्क्यांच्या आसपास आज पाणीसुद्धा नाही. क्रान्स्नोव्होडास्क हे बंदर साठत असलेला गाळ काढूनसुद्धा मोठ्या बोटींच्या दृष्टीने निकामी झाले आहे, तर कारा-बोगाझ-गोल ह्या आखाताचा विस्तार ३२ वर्षांपूर्वीच्या एक तृतीयांश झाला आहे.

जेम्स बाँडच्या वाचकांनी पॅरिसच्या हॉटेलातून जेम्स बाँड-बरोबर खाल्लेल्या 'कॅव्हीयरचा' जागतिक मक्ता कास्पियन समुद्राचा होता, पण तिथला मासळीचा धंदा बंद पडायची पाळी आल्यामुळे फार मोठा आर्थिक फटका तिथल्या रहिवाशांना बसणार आहे. रशियन भूशास्त्रज्ञ आणि स्थापत्यशास्त्रज्ञांना हे एक आव्हानच आहे. थोडक्यात म्हणजे रोज ४५ अब्ज गॅलन पाणी कास्पियन समुद्रात ओतून त्याला पुनर्जन्म देणाऱ्या अगस्तीची आज रशियाला गरज आहे.

रशियन शास्त्रज्ञांनी हे आव्हान स्वीकारले आहे. त्यांना पाहिजे होता अगस्ती, पण ते बनले आहेत भगीरथ. दक्षिण किंवा मध्य रशियात आणखी पाणी मिळण्याची शक्यता नाही, तेव्हा उत्तरे-

कडे उत्तरध्रुवीय (आर्क्टिक) महासागराला मिळणाऱ्या पेकोरा आणि विशेदा ह्या नद्या दक्षिणेकडे वळवायच्या त्यांनी ठरवल्या आहेत, ह्या नद्यांचे पाणी टंड्रा प्रदेशातून डोंगरपठारे उल्लंघून अनेक कालवे आणि धरणांच्या साहाय्याने कामा नदीतून व्होल्गा नदीला मिळेल आणि कास्पियन समुद्राला पुनर्जीवन मिळेल, ही योजना फार भव्य आहे. 'निसर्गावर विजय' ह्या मालेतील ही पहिली योजना आहे.

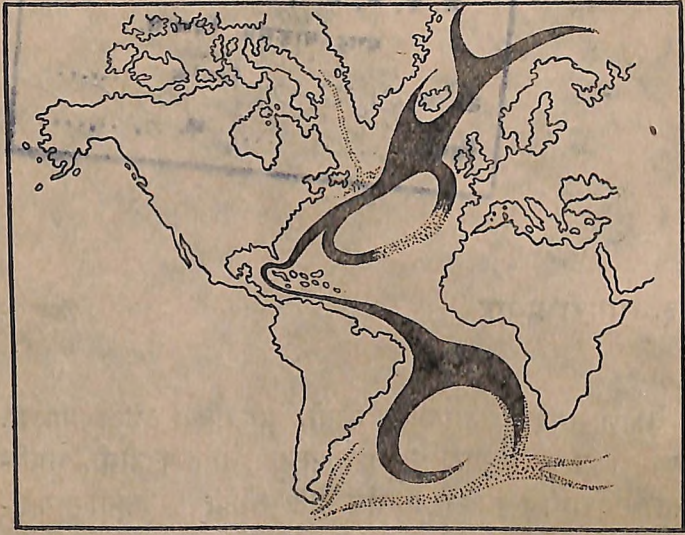
दुसरी अतिभव्य योजना म्हणजे ओब आणि येनिसी ह्या नद्या दक्षिणवाहिनी करून सैबेरिया सुपीक करणे. ह्या योजनेबद्दल विशेष माहिती अजून बाहेर आलेली नाही. तिसऱ्या योजनेबद्दल सृष्टीज्ञानमध्ये आधीच माहिती येऊन गेलेली आहे, ती म्हणजे बेअरिंग समुद्राला बांध घालणे. रशियाबाहेरच्या शास्त्रज्ञांच्या मते मात्र ह्या योजना यशस्वी झाल्यास निसर्गाचा समतोल बिघडण्याची शक्यता अधिक आहे.

म. व. सं. ठाणे, जयमालय शाळा,
 हाल वाडवय विद्यालय.
 दा. क्र १०२० दिनांक २१/११/१९
 विषय

२३. सागरी प्रवाह

आपण समुद्र किनाऱ्यावर जातो, समुद्राच्या लाटा पाहतो. पाण्याचा हा प्रचंड साठा पाहून आपल्या मनात काहीशी भीती-युक्त आदराचीच भावना निर्माण होते. साहित्यात नेहमी सागरा-सारखा धीर-गंभीर वगैरे उपमा, उत्प्रेक्षा येत असतात, पण खरो-खरच लाटा सोडल्या, तर सागराचे पाणी स्थिर असते का ? या प्रश्नाचे उत्तर नकारार्थी येते.

पृथ्वीचे स्वतःभोवतीचे भ्रमण, सूर्य-चंद्राचे आकर्षण, वारे, तपमानातील बदल आणि क्षारांचे प्रमाण ह्या कारणांमुळे महा-सागरातले पाणी सतत वाहत असते. एखाद्या भ्रमचित्त माणसाने मनातलें विचार असह्य होऊन, इकडून-तिकडून सतत दिशाहीन येरझारा घालाव्यात, तशी ही सागरी पाण्याची हालचाल चालू असते. जर समजा, उत्तर-ध्रुवीय वर्तुळात कुणी खूप मोठ्या प्रमाणावर रंग ओतला, तर वर्षभराने त्यातील काही रंग दक्षिण-ध्रुवीय वर्तुळातल्या पाण्यात सापडेल, अशी शास्त्रज्ञांना खात्री आहे. हा रंग जगभरच्या समुद्रातून पसरला जाईल. कारणे साधी



नि सोपी आहेत. एक म्हणजे सर्व समुद्र एकमेकांशी जोडलेले आहेत. खरे म्हणजे पृथ्वीवरचा हा एक प्रचंड मोठा जलाशय मानवाने स्वतःच्या सोयीसाठी निरनिराळी नावे देऊन विभागलाय. आणि दुसरे कारण म्हणजे हे समुद्रांतर्गत पाणी सतत फिरते खेळते ठेवणारे प्रवाह.

हे प्रवाह निर्माण व्हायला असंख्य गोष्टी कारणीभूत होतात. उदाहरणार्थ- पृथ्वीचे स्वतःभोवतीचे भ्रमण. ह्या भ्रमणाचा विषुववृत्तावरचा वेग प्रचंड असतो. ताशी हजार मैलाने फिरणाऱ्या पृथ्वीमुळे विषुववृत्तावरचे सागरी पाणी आड येणाऱ्या खंडांच्या पूर्व किनाऱ्यावर प्रचंड वेगाने आपटायला हवे. कारण पृथ्वीच्या स्वतःभोवतीच्या भ्रमणाची दिशा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे असते.

पण इतर अनेक कारणांमुळे ही गोष्ट घडून येत नाही.

ह्या असंख्य कारणांपैकी एक कारण म्हणजे निरनिराळ्या अक्षांशावर असणारा सागरी पाण्याच्या तपमानातील फरक. जिथे जास्त सूर्यप्रकाश असतो, तिथे पाणी तापले जाते. असे तापलेले पाणी प्रसरण पावते व हलके बनते आणि प्रसरणामुळे त्याची पातळीही एखाद-दुसऱ्या इंचाने उंचावते आणि थंड व घन पाणी तातडीने या पाण्याखाली जमा होण्यासाठी त्या दिशेने वाहू लागते आणि सागरी प्रवाह तयार होतात.

सागरी पाण्यावर परिणाम करणारी दुसरी गोष्ट म्हणजे हवा किंवा वारे. पृथ्वीच्या आत्मकेन्द्री भ्रमणामुळे जसे पाण्यात प्रवाह निर्माण होतात, तसेच हवेतही निर्माण होतात आणि यामुळे पाण्यावर हवेचा दाब कार्य करत असतो, त्याच्या तीव्रतेत बदल पडतो. या सतत वाहत्या वाऱ्यांना व्यापारी वारे म्हणतात. हे नाव या वाऱ्यांना ज्या काळात शिडाच्या जहाजांचा व्यापारी लोक उद्योग करीत, त्या काळात पडलेले आहे. व्यापारी वारे आग्नेय आणि ईशान्येकडून विषुववृत्ताच्या दिशेने वाहत असतात आणि तसे करताना ते सागरी पाण्यास पश्चिमेकडे ढकलतात. ही क्रिया विषुववृत्ताच्या दोन्ही बाजूंस चालू असते. पण या ढकलणाऱ्या वाऱ्यावरसुद्धा पृथ्वीच्या आत्मकेन्द्रीगतीचा परिणाम होत असतोच. त्यामुळे ते विषुववृत्तावर पोहोचण्यापूर्वीच समशीतोष्ण तपमानाच्या पट्ट्याकडे फेकले जातात. जाता जाता ते पाणी ढकलण्याच्या आपल्या कामात मात्र खंड पडू देत नाहीत. अशा तऱ्हेने समुद्रभर प्रचण्ड प्रवाह जगाच्या पाठीवर सर्वत्र तयार होत असतात.

अशा प्रकारच्या प्रवाहांचे सर्वोत्कृष्ट आणि सर्वांत जास्त

अभ्यासले गेलेले उदाहरण म्हणजे उत्तर अँटलांटिक समुद्रातील गल्फ स्ट्रीम किंवा गल्फ प्रवाह.

गल्फ स्ट्रीमला एवढे महत्त्व यायचे कारण म्हणजे हा प्रवाह जगातल्या सर्वांत मोठ्या व्यापारी मार्गावर तर आहेच, पण गल्फस्ट्रीम नसता, तर ब्रिटन आणि उत्तर युरोपचे किनारे वर्षातला बराचसा काळ गोठलेलेच राहिले असते.

गल्फस्ट्रीम हा एक प्रचंड मोठा भोवरा आहे, असे म्हटल्यास अतिशयोक्ती होणार नाही. प्रवाह संपूर्ण उत्तर अँटलांटिक महासागर हलवून सोडतो. हा प्रवाह विषुववृत्तावर सुरू होतो, तेव्हा पश्चिमेकडे वाहत असतो. पूर्व अँटलांटिकमधून हा प्रवाह वेस्ट इंडीज द्वीप समूहात घुसतो. तिथून क्यूबा आणि मध्य अमेरिकेतल्या चिंचोळ्या जागेतून तो गल्फ ऑफ मेक्सिको (मेक्सिकोचे आखात)त जातो. तिथून तो ईशान्येकडे वळतो, तेव्हा ह्या ४० मैल रुंदीच्या प्रवाहाचे ४००० दशलक्ष टन पाणी अँटलांटिक पार करून ब्रिटनला ऊब देण्यासाठी प्रत्येक मिनिटागणिक पुढे सरकत असते आणि तिथून ते स्कँडिनेव्हियन देशांकडे जाते.

ब्रिटनकडे जाताना ह्याचे दोन भाग होतात. एक दक्षिणेकडे वळतो आणि आफ्रिकेच्या वायव्य भागाजवळून परत विषुववृत्तीय प्रवाहास मिळतो. ह्यास कॅनरी प्रवाह म्हणतात. तर ह्या मधल्या भागास सारागोसा समुद्र अशी संज्ञा प्राप्त झाली आहे.

जर सर्व उत्तर अँटलांटिक महासागर हा एक मोठा कप आहे, अशी कल्पना केली आणि त्यात एक मोठा चमचा कडेकडेने फिरवला, तर साहजिकच त्याच्या मध्यावरचे पाणी अतिशय हळू हळू, पण कडेचे पाणी मात्र जोराने फिरत राहिले. आता ह्या कपाच्या कडेच्या प्रवाहावर चहाची पत्ती टाकली तर ती

तळाशी जाताना मध्याकडे खेचली जाईल. अँटलांटिकमध्ये असेच झाले आहे आणि त्यामुळे सारागोसा समुद्रात उत्तर अँटलांटिक प्रवाहाच्या मध्यावर बरेच सागरी शेवाळे गोळा झालेले आहे.

जसा अँटलांटिकमध्ये गल्फस्ट्रीम तसा उत्तर पॅसिफिकमध्ये क्यूरोशियो प्रवाह आहे.

हा प्रवाह तैवानहून निघून जपानमार्गे उत्तर अमेरिकेच्या पश्चिम किनाऱ्याकडे वाहतो.

हे जे प्रवाह आहेत, ते मोठे असले तरी तसे विशेष खोलीवर नाहीत. ह्यांच्याही खाली आणखी काही प्रवाह आहेत आणि ते कित्येक ठिकाणी वरच्या प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेने वाहताना आढळून आलेले आहेत. १९५१ मध्ये ह्यांपैकी एका महत्त्वाच्या प्रवाहाचा पॅसिफिक महासागरात शोध लागला त्याचे नाव क्रॉम्वेल.

क्रॉम्वेल प्रवाह हवाई आणि गिल्बर्ट बेटातून सुरू होतो. तिथून दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाहाच्या खालून, त्याच्या विरुद्ध दिशेने म्हणजे पूर्वेकडे, ५०० फूट खोलीवरून वाहतो. क्रॉम्वेलनंतर १९५७ मध्ये लॅब्रॅरोडच्या प्रवाहाचा शोध लागला. हा प्रवाह प्रख्यात गल्फस्ट्रीमखालून त्याच्याविरुद्ध दिशेने ६००० ते १०००० फूट खोलीवरून वाहतो.

काही प्रवाहांच्या वाहण्याच्या दिशा जसे वारे ठरवितात, त्याचप्रमाणे तपमानातील फरक आणि क्षारांचे सागरी पाण्यातील प्रमाण किंवा खारटपणा ह्यावरही काही प्रवाहांची दिशा अवलंबून असते.

साधारणतः जास्त तप्तपाण्याची उंची वाढते, पण त्यात क्षारांचे प्रमाण अधिक असले तर मात्र असे पाणी वरच्या पातळीवर

जाण्याऐवजी बुडते. एवढेच नाही, तर असे पाणी जास्त खारट किंवा कमी खारट पाण्यात मिसळत नाही. अशा तऱ्हेने सागरी पाण्यातसुद्धा जातीयता निर्माण होते. एखाद्या ठिकाणी असा जातीय तणाव वाढला तरी त्याचे परिणाम फार मोठे होतात. उदाहरणार्थ— जर उत्तर अँटलांटिक समुद्रातले क्षारांचे प्रमाण वाढले तर गल्फस्ट्रीम दिशा बदलेल आणि ब्रिटन व उत्तर युरोपीय देश गोठतील.

सागरी पाण्यातले असे बदल कितीही सूक्ष्म असले तरी अतिशय संवेदनाक्षम उपकरणे वापरून हे फरक शोधून काढण्यात शास्त्रज्ञ यशस्वी ठरले आहेत.

बॅथी थर्मोग्राफ हे तपमानातील सूक्ष्म बदल शोधून काढायचे असेच एक साधन आहे. ह्यामुळे निरनिराळ्या खोलीवर पाण्याचे तपमान किती आहे हे समजू शकते (Bathos खोल, Thermos तपमान) 'नॅन्सेन बॉटल्स'मुळे क्षारधारणा, ऑक्सिजन आणि इतर मूल तत्त्वांचेही प्रमाण शोधून काढता येते. तसेच रेडिओ-युक्त तराफे आणि प्रवाहमापक प्रवाहाचा वेग व दिशा ह्यांची निरनिराळ्या खोलीवरची माहिती पुरवितात.

काही वेळा तर पाण्याच्या दोन थरांचे गुणधर्म इतके परा-कोटीचे विभिन्न असतात की, रडार किंवा ध्वनीलहरी ह्या थरांकडून परावर्तित होतात. ह्याचा उपयोग करून महायुद्ध काळात काही पाणबुड्या लपून राहिल्याचीही उदाहरणे आहेत. अशा पाणबुड्या अधिक गरम किंवा क्षारधारक पाण्यात जात आणि काहीही हालचाल न करता स्वस्थ बसून वेळ काढीत असत.

ह्याशिवाय समुद्रात आणखीही काही प्रवाह असतात. त्यांच्या उगमाची कारणे अजूनही अज्ञात आहेत. काही शास्त्रज्ञांच्या मते

वावटळी वाऱ्यांमुळे जी अस्थिरता निर्माण होते त्यात ह्या प्रवाहांचा उगम होतो.

समुद्राच्या पृष्ठभागावरून वाहणाऱ्या प्रवाहांचा मानवी जीवनावर फार परिणाम होतो. पश्चिम ऑस्ट्रेलियाचे वाळवंट हे अतिथंड. पश्चिम ऑस्ट्रेलियन प्रवाहाने ऑस्ट्रेलियाला दिलेली ही देणगी आहे. इथे वर्षात सरासरी एक इंच इतकासुद्धा पाऊस पडत नाही. नैऋत्य आफ्रिकेच्या कलहारी वाळवंटाची निर्मिती नैऋत्य आफ्रिकेच्या किनाऱ्याने वाहणाऱ्या बेनग्वेला प्रवाहामुळे झाली आहे. हा सुद्धा थंड प्रवाहच आहे.

थंड प्रवाहांमुळे वाळवंट का तयार होते ह्याचे कारण अगदीच सोपे आहे. थंड समुद्रावर गरम हवा असली तर हवेच्या हालचालीस विशेष वाव मिळत नाही. कारण समुद्रालगतची हवा थंड होते नि खालीच राहते आणि गरम हलकी हवा वरच राहते. त्यामुळे हवा ढवळून निघण्याचा व वारे निर्माण होण्याचा प्रश्नच उद्भवत नाही. त्यामुळे आधीच कमी प्रमाणात तयार झालेली पाण्याची वाफही हवेत मिसळत नाही. आणि हवेचा वरचा थर कोरडा राहतो.

थंड प्रवाहामुळे तयार झालेल्या वाळवंटी प्रदेशाचे आणखीही एक उदाहरण देता येईल. ते म्हणजे हम्बोल्ट प्रवाहामुळे तयार झालेले पेरू आणि चिलीतील वाळवंट. पण हम्बोल्टच्या प्रवाहामुळे तिथले पाणी सतत ढवळले जाते तसेच समुद्रतळातून थंड पाणी वर येत राहते. हे वर येणारे पाणी वनस्पती जीवनास पोषक अन्न वर आणत असते. त्यामुळे हा भाग त्या वनस्पतींवर जगणाऱ्या माशांना आकर्षून घेतो. ह्यामुळे पेरू आणि चिली हे दोन देश मच्छीमारी-

वर आपली उपजीविका करू शकतात. ह्या माशांना खायला येणारे पक्षी आपल्या विष्ठेमुळे ग्वानोचे नैसर्गिक खताचे साठे तयार करतात.

आणि मधूनच एक दिवस उत्तरेकडून वाहणारा 'आलनिनो' नावाचा गरम प्रवाह दक्षिणेकडे वळतो. त्यामुळे हंबोल्ट प्रवाह किनाऱ्यापासून दूर जातो. दोन प्रवाह भेटतात तिथे धुके तयार होते. अन्न न मिळाल्यामुळे असंख्य मासे मरतात. मासे न मिळाल्यामुळे पक्षी मरतात आणि पेरुतले खतांचे कारखाने बंद पडू लागतात. ह्यात भरीला भर म्हणून मुसळधार पाऊस येतो. ह्यामुळे लोक 'आलनिनो'स सैतानाचा दूत म्हणतात.

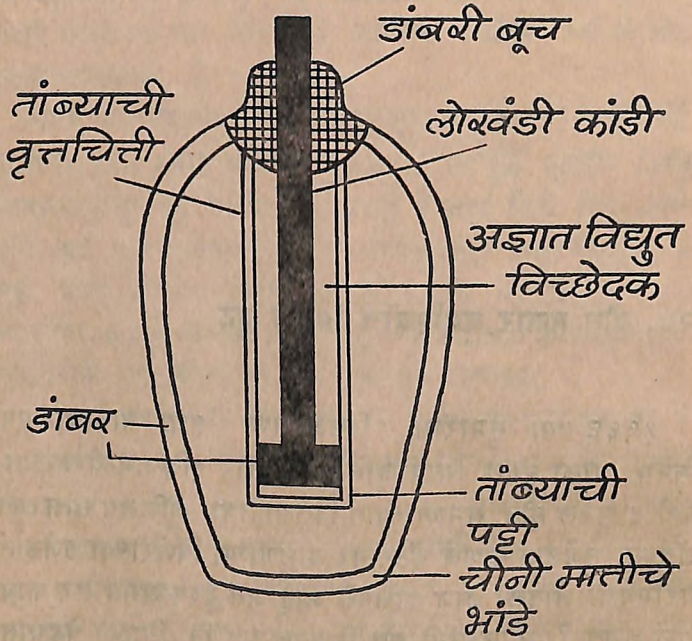
सागरी प्रवाहांच्या क्षारधारणेचा आणि तपमानाचा उपयोग ध्वनी वहनासाठी आणि दूर अंतरावरचे संदेश वहन करण्यासाठी सुद्धा करता येतो. १९६० मध्ये १२००० मैल लांबीचा असाच एक 'साऊंड चॅनेल' शोधण्यात शास्त्रज्ञांनी यश मिळविले आहे. हा ध्वनिवाहक पट्टा ऑस्ट्रेलियापासून केप ऑफ गुडहोपमार्गे बर्म्युडापर्यंत पसरलेला आहे. मात्र केप ऑफ गुडहोपजवळ ह्या पट्ट्याने २५६० फुटांची बुडी मारली आहे. हे अंतर काटायला ध्वनिलहरींना ३ तास ४३ मिनिटे लागतात.

अशा ह्या सागरी प्रवाहांची दररोज नव्याने माहिती बाहेर येत आहे आणि शास्त्रज्ञ त्यांची पाहणी करून त्यांना मानवी सेवेला कसे लावता येईल याचा विचार करीत आहेत.

२४. दोन हजार वर्षांपूर्वीचे विद्युत घट

१९६६ च्या सुमारास 'क्लिओपात्रा' ह्या नावाचा एक सिनेमा आला होता. त्यात जुलियस सीझर इजिप्तमध्ये आल्या-चंही दाखवले होते. समजा त्यात क्लिओपात्रा जुलियस सीझरला टॉर्चच्या उजेडात म्हणजे बॅटरीवर चालणाऱ्या विजेरीच्या उजेडात पिरॅमिडची आतली वाजू दाखवते आहे असं दृश्य असतं तर काय झालं असतं ? सगळ्यांनी त्या चित्रपटाच्या निर्मात्याला वेड्यात काढलं असतं; कारण त्या काळात विजेचा उपयोग मानवाला माहित नव्हता अशी आपली समजूत आहे.

जरी आपल्याला असं वाटलं तरी त्याच काळात बगदादमध्ये सोनार चांदीच्या दागिन्यांना सोन्याचे पाणी देत होते आणि तेसुद्धा चक्क विद्युत घटांचे सहाय्य घेऊनच. ही दंतकथा नव्हे, तर विलार्ड एफ. एम. ग्रॅ ह्या जनरल इलेक्ट्रीक कंपनीच्या पिट्स-बर्ग येथील शास्त्रज्ञाने हे सिद्ध करून दाखविले आहे. अशाच एका २००० वर्षांपूर्वीच्या विद्युत घटाची (wet cells) विलार्ड ग्रॅने ह्या आपल्या प्रयोगशाळेत तंतोतंत जुळणारी प्रतिकृती निर्माण केली



आणि ती गॅल्वेनोमीटरला जोडली. त्याने बॅटरी सुरू करताच विद्युत प्रवाह सुरू झाला.

ह्या पुराणकाळच्या बॅटऱ्या तशा फारच सोप्या आहेत. ह्या ख्रिस्तपूर्व २५० वर्षे ते इसवी सन २२४ पर्यंतच्या कालखंडातल्या असून त्या पार्थियनांनी प्रथम वापरात आणल्या.

ह्या बॅटऱ्यात तांब्याचा एक अतिशय पातळ पत्रा एका ४ इंच लांबीच्या व एक इंच व्यासाच्या वृत्तचित्तीत सोल्डरिंग करून वसविण्यात येत असे. सोल्डरिंगसाठी ६० : ४० प्रमाणाचे टिन व शिशाचा मिश्रधातू वापरण्यात येत असे. हाच मिश्रधातू ह्याच

प्रमाणात आजही वापरला जातो. ह्या वृत्तचितीचा तळ दुसऱ्या तांब्याच्या चकतीने ठासून बंद करण्यात येत असे. मात्र ह्या चकतीवर विद्युत निरोधक म्हणून डांबराचा लेप दिलेला असे. ह्या वृत्तचितीचे दुसरे टोक डांबरी बुचाने बंद केलेले असे. ह्या बुचातून एक लोखंडी दांडी बाहेर डोकावत असे. आणि ही वृत्तचिती मग एखाद्या भांड्यावर बसविण्यात येई.

जर एखाद्या विद्युत विच्छेदी द्रवात दोन धातूंचे तुकडे बुडवले तर (पोटेन्शियल) स्थितीवर्चसाची निर्मिती होते हे तर आपण शाळेतच शिकतो. तेच तत्त्व पार्थियनांनी वापरले. पुढे १७८६ मध्ये ल्युइगी गाल्वानीने गाल्वानिक घटात असेच तांबे व लोह हे धातू वापरले, पण पार्थियनांनी कुठला विद्युतविच्छेदी द्राव वापरला हे कोडे मात्र अजून उलगडलेले नाही. ग्रेच्या प्रतिकृतीत त्याने मोरचुदाच्या द्रावणाचा वापर केला होता. ग्रेच्या अंदाजाप्रमाणे पार्थियनांनी अँसिटिक किंवा सायट्रिक द्रावणचा वापर ह्या घटातून केला असावा.

या बॅटरीचा शोध १९३७ ते ४० च्या दरम्यान विल्हेल्म कोएनिग ह्या जर्मन पुरातत्त्ववेत्त्याने सर्वप्रथम इराकी म्युझियमतर्फे लावला. बगदादच्या जवळची खुजुतराबू नावाची एक छोटी टेकडी इतर कामासाठी उकरण्यात येत होती. ह्या उत्खननात एका पार्थियन वसाहतीचे अवशेष सापडू लागले. त्यामुळे बगदादच्या इराकी म्युझियमने हे काम आपल्याकडे घेऊन शास्त्रोक्त उत्खननाला सुरवात केली. ह्या उत्खननात एक विचित्र पण आधुनिक कोरड्या विद्युतघटाशी मिळती जुळती अशी वस्तू कोएनिगला सापडली.

कोएनिगने ह्या वस्तूबद्दल चौकशी सुरू करताच स्थानिक

लोकांकडून त्याला अधिक माहिती मिळाली ती अशी की, अशीच चार भांडी व शिवाय पितळी व लोखंडी कांड्या व तारा असलेली भांडी सेल्युशिया नावाच्या पुराण गावात एका जादूगाराच्या झोपडीत होती. तो परत आल्यावर बर्लिन वस्तुसंग्रहालयात त्याला ह्या वस्तू बघायला मिळाल्या. तांब्याची वृत्तचिती, लोखंडी कांड्या, डांबराची बुच ! अगदी खुजुतराबूसारखीच दहा उपकरणं होती ती.

कोनिगने आपल्या इराकमधल्या नऊ वर्षांच्या वास्तव्यावर आधारित 'द लॉस्ट पॅराडाइज' नावाचे पुस्तक लिहिले. त्यात त्याने ह्या विद्युत्घटांची माहिती लिहिली होती. हे जर्मन पुस्तक विली ली ह्या शास्त्रीय इतिहासकाराच्या पाहण्यात आले. त्याने इंग्लिश व अमेरिकन शास्त्रीय नियतकालिकांतून ही माहिती प्रसिद्ध केली. ती विलार्ड ग्रेच्या वाचनात आली आणि त्याने ली कडून त्या विद्युत्घटाची मोजमापे मिळवून, तसेच त्या धातूंचे पृथक्करण करून व तसेच धातू वापरून ते विद्युत्घटच होते हे सिद्ध केले.

शास्त्रीय इतिहासाप्रमाणे गाल्वानीचे विद्युत्घट एकत्र जोडून त्यातून जास्त शक्तीचा विद्युत्प्रवाह मिळवायची कल्पना अलेझांड्रो व्होल्टाची. तरीही अज्ञात मेसोपेटेमियन सोनारांनी दोन हजार वर्षांपूर्वी हाच शोध लावून त्याचा उपयोग केला होता आणि हे धंदेवाईक गुपित कुणाला कळू न देता सुरक्षित ठेवले होते; ते इतके की ते पुढे कालाच्या उदरात नाहीसे झाले असावे.

मार्टिन लेव्ही ह्या पेनसिल्वानिया स्टेट विद्यापीठाच्या पुरातत्त्वज्ञाने सुमेरियन व बॅबिलोनियन संस्कृतीचा अभ्यास करून असा निष्कर्ष काढला आहे की, हे पार्थियनाचे पूर्वज उत्कृष्ट दर्जाचे

धातू व रसायन शास्त्रज्ञ होते. ह्या संस्कृती ख्रि. पू. २-३ हजार वर्षापूर्वीच्या. त्या अज्ञात शतकात प्रयोग करता करता ह्या रसायन शास्त्रज्ञांना- त्या काळी त्यांना जादूगार म्हणत- असाच एक दिवस विद्युतविच्छेदनाचा शोध लागला असावा; कारण काळ बदलला तरी सृष्टीचे मूलभूत नियम बदलत नाहीत हेच खरे.

* *

२५/रेशीम

आजकाल सर्वत्र टेरिलीन टेरिकाँटचा जमाना आहे. सगळीकडे कृत्रिम धागे वापरले जात आहेत. एके काळी रेशमाने ह्याहीपेक्षा आघाडी मारली होती. अजूनही सिल्क किंवा रेशीम म्हटले की उंची कपडा ही कल्पना आहे. ह्या रेशमी धाग्यांचा इतिहास खूपच मजेशीर आहे.

ख्रि. पू. २६४० मध्ये चीनमध्ये रेशमी वस्त्र तयार करण्याची कला पूर्णत्वास पोचून तो एक महत्त्वाचा धंदा होता. त्या काळचा चिनी सम्राट हुआं-ती ह्याच्या पत्नीने स्वतः त्या उद्योगात रस घेऊन राजवाड्याभोवती मल्बेरींची झाडे लावली होती व रेशमाचे उत्पादन करून स्वतः कापड विणले होते. ह्या राणीलाच हात=मागाचे जनक समजण्यात येते.

रेशमी कापडाची निर्यात हा चीनचा त्याकाळी प्रमुख व्यवसाय होता. त्यांनी रेशीम तयार करण्याची पद्धत परकीयास कळू नये ह्याबद्दल खूप दक्षता घेतली होती. रेशमाचे गुपित प्रथम कोरियन लोकांनी चीनमधून पळविले. इ. स. ३०० मध्ये जपान्यांनीसुद्धा

त्या गुपिताचा शोध घ्यायचा प्रयत्न केला, त्यावेळी एक जपानीष्ट मंडळ जपानमध्ये रेशमी कापडावरील कलाकुसर शिकविणारे कारागीर शोधायला म्हणून चीनमध्ये गेले. त्यांना बहुदा यश मिळाले असावे. तेव्हापासून जपानमध्ये रेशमाचा व्यापार सुरू झाला आणि जपानी लोकांच्या इतर उद्योगाप्रमाणेच भरभराटीस आला.

भारतीयांनीसुद्धा पुढे रेशमाचे गुपित चिनी लोकांकडून हस्तगत केले. बौद्धधर्माचा प्रसार व व्यापारउदिमाच्या निमित्ताने अनेक भारतीय चीनमध्ये जात होते. त्यातल्याच एका तरुणाने एका चिनी राजकन्येशी विवाह केला. त्या चिनी राजकन्येने रेशमी किड्यांची अंडी आणि मल्बेरी झाडांच्या बिया आपल्या वस्त्राच्या किनारीत शिवल्या आणि ती आपल्या सासरी म्हणजे भारतात आली. भारतात रेशमाचे उत्पादन प्रथम ब्रह्मपुत्रा नदीच्या खोऱ्यात सुरू झाले. भारतातून मग रेशीम इराण आणि मध्यपूर्वेत पसरले. इस्तंबूलचा बादशहा जस्टीनियन यांच्या हेरांनी पोकळ काठ्यांतून रेशीम उत्पादनास लागणारे साहित्य चीनमधून चोरून आणले होते. इथून रेशीम कालांतराने युरोपात पोचले आणि नंतर त्याचा जगभर प्रसार झाला.

२६. त्यांना दुखवू नका

आपल्या पुराणांत, आपल्या इतर धर्मग्रंथांत झाडांना मन असते, झाडांना आत्मा असतो, झाडे सजीव असतात हे मान्य केलेले आहे. झाडांना जीव असतो हे ॲरिस्टॉटल ह्या ग्रीक तत्त्वज्ञाने दोन हजार वर्षापूर्वी एकदा लोकांना सांगून पाहिले होते. शेवटी जगदीशचंद्र बोसांनी झाडे सजीव असतात हे सिद्ध केले.

झाडे सजीव असली तरी त्यांना भावना असतात का ? ...असा एक प्रश्न अधूनमधून डोके वर काढीत असे; पण आजपर्यंत झाडांना कुणीही लाय डिटेक्टर टेस्ट दिल्याचे ऐकिले नव्हते. असल्या गोष्टी करण्यात साहजिकच पुढाकार घेणारी मंडळी म्हणजे अमेरिकनच असणार हे सांगायलाच नको. पण ह्या लाय डिटेक्टर टेस्टचा निकाल इतका विचित्र लागला की बोलायची सोय नाही.

अमेरिकन शास्त्रज्ञांच्या मते झाडे बोलतात, रडतात, ओरडतात आणि मानवाच्या भावना ओळखू शकतात.

पीटर टॉमकिन्स आणि ख्रिस्तोफर बर्ड ह्या दोन अमेरिकन

तरुण शास्त्रज्ञांनी झाडांच्या भावनांचा अभ्यास करून सिक्रेट लाईफ ऑफ प्लँटस् नावाचे पुस्तक लिहिले आहे. त्यात वनस्पतीं-बद्दलच्या असंख्य चित्रविचित्र गोष्टी सांगितल्या आहेत.

झाडांच्या भावना ओळखायची सुरुवात अपघातानेच झाली. क्लीव्ह बॅकस्टर हा अमेरिकेतला एक सर्वोत्कृष्ट डाय-डिटेक्टर तज्ज्ञ आपल्या ऑफिसात बसला होता. समोरच कुंडीत त्याचे आवडते ड्रॅगॉन ट्री होते. समजा ह्याला पाणी घातले तर ते पानांना केव्हा पोहोचेल ? हा विचार त्याच्या मनात आला. त्याने आपल्या लाय डिटेक्टरचे ईलेक्ट्रोड्स पानांना लावले आणि कुंडीत पाणी ओतायला सुरवात केली. ह्या परीक्षणाच्या निकालाने त्याला धक्काच दिला. लाय डिटेक्टरचे आलेख (पॉलीग्राफ) काढणारे पेन थरथरू लागले आणि माणसाला आनंद झाल्यावर जसा आलेख येतो तसा आलेख काढायला त्या पेनने सुरवात केली.

आता बॅकस्टरने त्या झाडाला भिववायचे असा विचार करून एक पान कढत कॉफीत बुचकळले. पण झाडाने काहीच प्रतिक्रिया व्यक्त केली नाही. पण आपण हे पान जाळायला हवे, त्याशिवाय आपल्याला प्रतिक्रिया मिळणार नाही हा नुसता विचार त्याच्या मनात डोकावला नि त्या पेनने भीतीचा आलेख काढायला सुरवात केली. ह्याचा अर्थ त्या झाडाने बॅकस्टरच्या मनातले विचार ओळखले होते. हे लक्षात येताच बॅकस्टर स्वतःच थरारला.

आता झाडांच्या भावनांचा अभ्यास करणे हा त्याचा छंदच होऊन बसला. नंतर दोन-अडीच वर्षे तो आपल्या पॉलीग्राफच्या सहाय्याने झाडांवर निरनिराळे प्रयोग करीत होता. त्या संशोधनाचे निकाल खरोखरच आश्चर्यकारक होते. एका झाडाने खोलीत कुत्रे येताच नाक मुरडले, तर दुसऱ्याला कोळी आवडत

नव्हता.

एक कॅनेडियन तरुण वनस्पतीशास्त्रज्ञ हे प्रयोग बघून स्वतःची खात्री करून घ्यायला आला तेव्हा ते झाड बेशुद्ध पडले. बरे ही एकाच झाडाची प्रतिक्रिया नव्हती. निरनिराळ्या ठिकाणी निरनिराळ्या झाडांनी हीच प्रतिक्रिया व्यक्त केली.

असे का व्हावे हे बँकस्टरला उमगेना. मग त्याने त्या कॅनेडियन तरुणाला विचारले, "तू काय करतोस?" त्याने जे उत्तर दिले त्याने सर्वच कोडे उकलले. तो तरुण ओव्हनमध्ये झाडे उच्च तपमानाला भाजत असे.

बँकस्टरने आपले संशोधन प्रसिद्ध केले. त्याच्या शास्त्रीय लेखाच्या प्रती सात हजार शास्त्रज्ञांनी मागवून घेतल्या. जगभर ह्या संशोधनाला सुरवात झाली. वनस्पतीशास्त्राला एक नवी दिशा मिळाली. रशियन शास्त्रज्ञही ह्या संशोधनात उतरले.

'प्लँटस् टॉक...यस्, दे स्कीम !' प्रावदाने बातमी दिली. 'वनस्पती आपल्या भावना दुसऱ्या वनस्पतींना सांगू शकतात !' असेही ह्या बातमीत पुढे म्हटले होते. तिमिन्याझेव अँकॅडमी ऑफ अँग्रिकल्चरल सायन्सेस, मॉस्को या संस्थेत हे प्रयोग करण्यात आले होते. मुळे दुखावली गेल्यावर एक बार्लीचे रोप वेदनेने किचाळले हे त्यांनी सप्रयोग सिद्ध केले.

प्रोफेसर आयवॅन आयसिडोरोविच् गुनार ह्यांनी मानवी मज्जातंतूतील विद्युत्प्रवाहासारखाच विद्युत्प्रवाह वनस्पतींच्या पेशीतून वाहतो हेही सिद्ध केले आहे. ह्याचा अर्थच असा की झाडांना सुख व दुःख कळत असले पाहिजे.

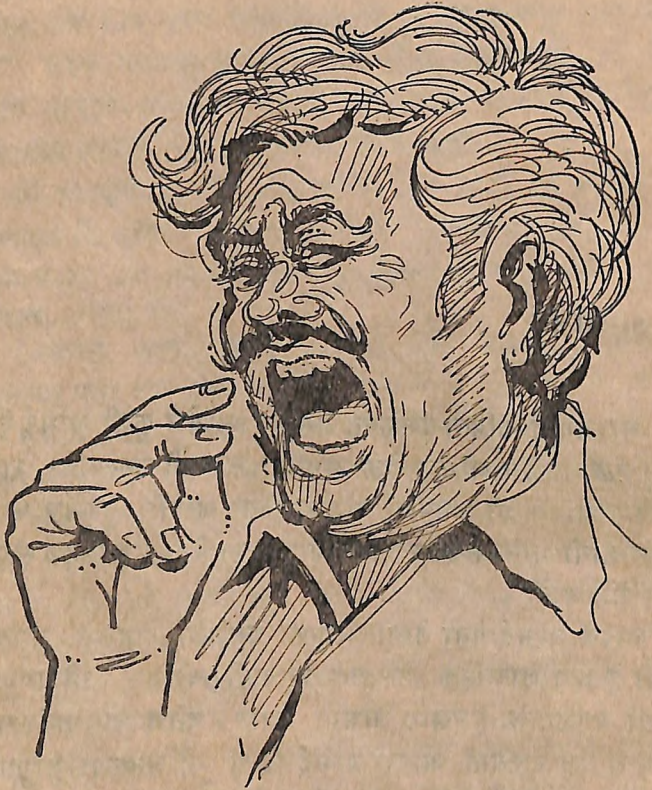
स्वतः बँकस्टरनी खुनाच्या प्रसंगी हजर असलेले झाड पुन्हा कधीही खुनी माणसाशी संपर्क येताच भीती दर्शविते हेही सिद्ध केले आहे.

२७. जांभई

सर वर्गात कविता शिकवत असतात. मध्येच कुणी जांभई देते. हळू हळू सगळेच जांभया देऊ लागतात. सकाळी उठल्यावर, रात्री झोपायच्या आधी आपण जांभया देत असतो. नुकतेच काही शास्त्रज्ञांनी मासे व इतर प्राणी जांभई का देतात ह्याबद्दल संशोधन केले आहे.

आपण जांभई देतो तेव्हा आपण दमलेले, श्रमलेले असतो. कधी हे श्रम शारीरिक असतात तर कधी बौद्धिक. झोपायच्या आधी आपल्याला ह्मखास जांभया येतात. तसेच जाग्रणानंतरही जांभया येत राहतात. आपण जांभई दिल्यामुळे आपल्या फुफ्फुसांतून जास्त हवा भरली जाते. त्यामुळे फुफ्फुसांतून जास्त रक्त हृदयाकडे ढकलले जाते. त्यामुळे हृदयाकडे ऑक्सिजनचा पुरवठा वाढतो. हृदय हे ऑक्सिजनयुक्त रक्त आपल्या दमलेल्या स्नायूंकडे पाठवते, आणि थोड्याफार प्रमाणात आपला श्रमपरिहार होतो. एका जांभईमुळे ह्या येवढ्या क्रिया होत असतात.

आपण सकाळी उठल्यावर जांभई दिली की पुन्हा हीच प्रक्रिया



होते, पण तेव्हा उद्देश मात्र थोडा निराळा असतो. आपण झोपलेले असताना रक्ताभिसरणाचा वेग मंद झालेला असतो. आपण आळोखे पिळोखे देतो शरीर ताणतो, त्यामुळे शिरांवर ताण पडून रक्त शुद्धीकरणासाठी हृदयाकडे जोरात जाऊ लागते. ह्याच वेळेस जांभईमुळे जास्त ऑक्सिजनही फुफ्फुसांत येतो. हे झालं आपल्या

जांभईचे कारण.

मासे मात्र निराळ्याच कारणाकरिता जांभई देत असतात. मासे माध्यान्हीस सकाळ किंवा संध्याकाळपेक्षा जास्त जांभया देतात, कारण माध्यान्हीस त्यांची हालचाल सकाळ किंवा संध्याकाळपेक्षा खूपच जास्त असते. जर माशांचे आपण बराच काळ निरीक्षण केले तर असे आढळून येईल की, ते जर खूप वेळ स्थिरावले असले किंवा संथगतीने संचार करीत असले, तर ते जांभई देतात आणि एकदम जोरदार हालचाल करू लागतात. ह्याचाच अर्थ हालचाल करण्यापूर्वी ते रक्ताभिसरणाचा वेग वाढवतात व स्नायूंना जास्त ऑक्सिजनचा पुरवठा करतात.

शास्त्रज्ञांना असेही आढळून आले आहे की काही कारणाने उत्तेजित झाल्यास शत्रू समोर आला किंवा अन्नाचा मागोवा घेताना मासे जांभया देतात. कारण अशा वेळेस जलद हालचालीची आवश्यकता निर्माण झालेली असते. आणि जांभई देऊन मासे आपल्या स्नायूंना अधिक कार्यक्षम बनवीत असतात. ह्याशिवाय संकट समयीही किंवा एखादा शत्रू टाळायचा असेल तरी मासे जांभया देतात. अडचणीच्या प्रसंगी आपण डोके खाजवतो त्यातलाच हा प्रकार आहे.

प्राणीजगतात गाजलेली सर्वांत प्रचंड जांभई असेल तर ती हिप्पो पोटॅमस किंवा पाणघोड्याची. मुंबईला राणी बागेत हे दृश्य बघायला मिळते. पाणघोडा आळशी आहे असा आपला आधीचा समज दृढ व्हायला ही जांभई मदतच करते. पाणघोडा म्हणजे मंदच असं आपल्याला त्याच्या शरीराकडे बघून वाटत असतंच. त्यात आपण त्या कठड्याजवळ गेल्यावर त्याने जांभई दिली तर हे मॅनसला सोडून आहे असाही आपल्या मनात विचार

येण्याची शक्यता असते, पण हिप्पोच्या जांभईमागचे खरे कारण कळले तर आपल्यापैकी बहुतेक सर्वजण घाबरतील. पाणघोडा हल्ला करण्यापूर्वीचा इशारा जांभईमार्फत देत असतो. 'तुम्ही आता जा, मी चिडलेलो आहे।' असंच तो जांभई देऊन सूचित करतो.

आफ्रिकेतील जंगलात नर हिप्पो कधी कधी आपल्या प्रदेशाच्या चतुःसीमा ठरविण्याकरता वाद घालतात. पाणघोडाचाच वाद तो. हे भांडण पहायला मिळणारे फार थोडे भाग्यवान लोक या पृथ्वीतलावर आहेत आणि त्यांनी ह्या प्रकारची जी वर्णने लिहिली आहेत त्यावरून आपण हे भांडण बघण्याच्या भानगडीत पडायला तयार नाही.

ते आपले प्रचंड जबडे उघडून एकमेकांचे चावे घ्यायचा प्रयत्न करीत असतात. ते पाण्यात उभे राहून एकमेकांच्या अंगावर झेपावतात आणि आपल्या सुळ्यांनी प्रतिस्पर्ध्यांचे लचके तोडायचा प्रयत्न करतात. खूप पाणी उडत असते. त्यांच्या त्या मारामारीत दोघेही खूपच जखमी होतात, पण ह्या जखमा फारच झटकन भरून येतात. ह्या जखमांतून पाणी शिरताच होणाऱ्या वेदनेने ते किंचाळतात. पण सगळ्यात महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे तेही मारामारी सुरू करण्यापूर्वी एकमेकांकडे बघून बराच वेळ जांभया देत असतात. ह्या जांभयांना घाबरून दोघांपैकी एकाने माघार घेतली तर ठीकच, नाहीतर मग युद्ध सुरू होते.

हे जांभईपुराण वाचून तुम्ही नाही ना जांभई घायला लागलात !

क. सं. सं. डॉ. लक्ष्मणराव शिंदे:

बाळ बाळराव शिंदे:

वा. क्र. १०२० दिनांक २९/११/८२

विषय



BVBK-0401720

BVBK-0401720