महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

जानेवारी २०२४ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ५२

बोर्डी येथे खतनिर्मिती प्रात्यक्षिक
आणि
विद्यार्थ्यांना मार्गदर्शन...

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

जानेवारी २०२४, वर्ष पहिले
पुस्तिका आठवी, मूल्य ५० रु.

संपादक : **शरद काळे**

कार्यकारी संपादक : **अरुण जोशी**

समन्वयक : **सुदेश हिंगलासपूरकर** (विश्वस्त, ग्रंथाली)

मुखपृष्ठ : **ग्रंथाली संगणक विभाग**

कार्यालयीन संपर्क
कॉम्प्युटर युनिट – योगिता मोरे, अनिरुद्ध गद्रे
vidnyangranthali@gmail.com
जाहिरात प्रसिद्धी – धनश्री धारप
वितरण – किशोर कांबळे, सौमित्र शिंदे
डिजिटल एडिटिंग– समीर कदम

केवळ वार्षिक वर्गणी स्वीकारली जाईल.
वार्षिक वर्गणी ५०० रुपये
डिमांड ड्राफ्ट 'ग्रंथाली' नावे किंवा
सोबतचा QR code scan करून.

BHIM UPI
SCAN & PAY
GRANTHALI

पत्रव्यवहार/वर्गणी पाठवण्याचा पत्ता
ग्रंथाली, १०१, १/बी विंग, 'द नेस्ट', पिंपळेश्वर को-ऑप. हौसिंग सोसायटी, टायकलवाडी, स्टार सिटी सिनेमासमोर, मनोरमा नगरकर मार्ग, माहीम (प.), मुंबई ४०००१६
फोन : २४२१६०५०

पुस्तिकेसाठी लेख व प्रतिक्रिया पुढील मेलवर पाठवावी.
vidnyangranthali@gmail.com

ऑफिस वेळ : दुपारी १ ते सायं. ६.३०
कार्यालयीन संपर्क/फोन/पुस्तके खरेदी करण्यासाठी

मासिक पुस्तिकेत प्रसिद्ध झालेली मते ज्या त्या व्यक्तीची. 'ग्रंथाली' चळवळीचे 'विज्ञानधारा' हे व्यासपीठासमान मासिक आहे. त्यात सर्व छटांच्या विचारांना स्थान आहे. मात्र त्याच्याशी 'ग्रंथाली' विश्वस्त संस्था व तिचे विश्वस्त सहमत आहेत असे नव्हे.

अनुक्रम

आल्हाद आपटे / ५
संगणकाचे गणितज्ञ जनक

सायली घाग / ११
प्राण्यांचे पाय

कौस्तुभ फडके / १६
कार्बनउत्सर्जन रोखण्यासाठी मिश्रित (ब्लेंडेड) सिमेंट

नरेंद्र गोळे / २१
द्रष्टा शास्त्रज्ञ – डॉ. विक्रम साराभाई

आनंद घारे / २४
गुणवत्ता, दर्जा, स्तर, प्रत ...आणि क्वालिटी!

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / २८
निर्लवणीकरणाचे धोके

मेधा लिमये / ३१
द्रष्टे पत्रकार बाळशास्त्री जांभेकर

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ३४
चर्मोद्योगातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान – भाग १

डॉ. संगीता गोडबोले / ४३
बालसंगोपन करताना

तेजस्विनी देसाई / ४६
कोरोना लसीचे उद्गाते

संपादकीय...

विज्ञानधारा कार्यक्रम हे समाजात विज्ञानजागृती करण्यासाठी केले जातात. विद्यार्थिकेंद्रित हे कार्यक्रम असले तरी या कार्यक्रमांचा उपयोग शिक्षक, पालक, संस्थाचालक, गृहिणी, सामाजिक संस्था, विविध सरकारी कार्यालयीन कर्मचारी, उद्योगक्षेत्रे यांच्यासाठीदेखील महत्त्वाचा आहे. विज्ञानधाराचे हे कार्यक्रम महाराष्ट्रातील विविध जिल्ह्यांमधून करत असताना, विविध स्तरांवर मनापासून काम करणाऱ्या कार्यकर्त्यांची भेट होत असते. त्यांच्याबरोबर होणाऱ्या चर्चांमधून अगदी प्राथमिक पातळीपासूनचे प्रश्न समजायला मदत होते. काही शाळांमधील शिक्षकांचा सहभाग उत्साहवर्धक होता, पण त्यांची संख्या अपवादात्मक म्हणावी एवढी कमी आहे. समाजात आणि शालेय वातावरणात एकूणच शिक्षणाविषयी असलेल्या उदासीनतेचे दर्शन अधिक ठळकपणे होते. त्यात भर पडली ती कोरोना जागतिक महामारीने केलेल्या गोंधळाची! जे विद्यार्थी सन २०२०मध्ये ७वी ८वी, ९वी, १०वी, ११वी आणि १२वीत होते, त्यांची अतिशय महत्त्वाची वर्षे ह्या साथीत हरवून गेली. त्यांचा बॅकलॉग भरून काढून त्यांना प्रवाहात आणायला विशेष प्रयत्न करावे लागतील. त्यांच्यासाठी भरीव काहीतरी करणे ही काळाची गरज आहे. एकूणच शिक्षणक्षेत्रातील अनास्था आणि सरकारी व निमसरकारी शाळांमधील विद्यार्थ्यांची मोठी संख्या लक्षात घेता, परिस्थिती अतिशय गंभीर होत चालली आहे, हे लक्षात येते. जर शिक्षणक्षेत्रच नकारात्मक बनले तर राष्ट्राची अधोगती होण्यास वेळ लागत नाही. अनेक ठिकाणी शिक्षकांची उदासीनता मनाला अस्वस्थ करणारी होती. त्याची कारणे शोधून ती दूर करण्यासाठी निकडीचे प्रयत्न गरजेचे आहेत. या त्रुटींमुळेच इंटरनॅशनल या गोंडस नावाखाली अतिशय महागड्या शालेय संस्थांचे प्रस्थ वाढत चालले आहे. त्यातील काही शाळांमधील सी.बी.एस., आय.सी.एस.ई., केम्ब्रिज अशा अभ्यासक्रमांमुळे शिक्षणाचा दर्जा नक्कीच चांगला आहे. परंतु सामान्य माणसांच्या आवाक्याबाहेरचे हे प्रकरण आहे. एक देश एक अभ्यासक्रम ही कल्पना प्रत्यक्षात आणण्याच्या दृष्टीनेही प्रयत्न करावयास हवेत. निदान त्यावर देशव्यापी चर्चा होण्याची गरज नक्कीच वाटते. 'विज्ञानधारा' कार्यक्रमांच्या निमित्ताने अहमदनगरची 'स्नेहालय' आणि जळगावची 'मनोबल' ह्या दोन मनस्वीपणे काम करणाऱ्या सामाजिक संस्थांची जवळून ओळख झाली. समाजाला दिशा देणाऱ्या या संस्था समाजातील उपेक्षित आणि असहाय्य घटकांच्या उद्धारासाठी सातत्याने प्रयत्न करत आहेत. अशा संस्थांनी समाजातील संवेदना हरवू दिलेली नाही, ही जमेची बाजू म्हणावी लागेल.

विज्ञानाच्या क्षितिजावर नेहमीच काहीतरी नवीन घडत असते. अँटिबायोटिक्स म्हणजे प्रतिजैविकांवर मात करणारे रोगजंतू हे वैद्यकीय क्षेत्रात एक मोठी डोकेदुखी असते. आता वैज्ञानिकांना असे एक नवीन प्रतिजैविक सापडले आहे, जे धोकादायक, औषध-प्रतिरोधक जिवाणू प्रजातींची कवचकुंडले भेदू शकते! हे औषध कार्बापेनम या अँटिबायोटिक प्रतिरोधक सिनिटोबॅक्टर बौमानी या जिवाणूला लक्ष्य करते. हा जिवाणू अत्यंत कोडगा असून बहुतेक विद्यमान प्रतिजैविकांना तो प्रतिरोध करू शकतो. नवीन सापडलेले प्रतिजैविक या कोडग्या जिवाणूला मारून टाकते. ह्या औषधाची परिणामकारकता ज्या मार्गाने प्रभावी झाली, तसा मार्ग बॅक्टेरियाविरोधी औषधांमध्ये आतापर्यंत तरी दिसला नव्हता. हे औषध प्रयोगशाळेत संश्लेषित करण्यात आलेले आहे. या औषधांचा शोधकर्ता डॉ. केनेथ ब्रॅडली हे रोशे फार्म रिसर्च अँड अर्ली डेव्हलपमेंट या कंपनीत संसर्गजन्य रोग शोध प्रमुख आहेत. त्यांच्या म्हणण्यानुसार संपूर्ण सिंथेटिक प्रतिजैविकांच्या नवीन वर्गाचा फायदा हा आहे की जिवाणूंनी हे औषध यापूर्वी कधीही पाहिलेले नाही. सिनिटोबॅक्टर बौमानीची प्रतिजैविकांपासून बचाव करण्यासाठी वापरत असलेली सर्व कवचकुंडले नवीन औषधाच्या हल्ल्यामुळे निष्प्रभ ठरली आहेत. ब्रॅडली आणि रोशे आणि हार्वर्ड विद्यापीठातील सहयोगींनी 'नेचर जर्नल'मध्ये ३ जानेवारी २०२४ रोजी नवीन प्रतिजैविक शोध आणि कार्याचे वर्णन करणारे शोधनिबंध प्रकाशित केले. या औषधाचे नाव झोसूराबाल्पिन असून, या औषधाची सध्या मानवांमध्ये सुरुवातीच्या टप्प्यातील सुरक्षाचाचणी घेतली जात आहे. या संशोधनात सहभागी नसलेल्या इलिनॉय अर्बाना-चॅम्पेन विद्यापीठातील रसायनशास्त्राचे प्राध्यापक पॉल हरगेनरोथर यांच्या मते हे संशोधन खूप आशादायक आहे.

सिनिटोबॅक्टर बौमानी हा जिवाणू त्याच्या व्यापक प्रतिकारशक्तीमुळे तातडीचा धोका म्हणून ध्वजांकित केला आहे. हे सूक्ष्मजंतू रक्त, मूत्रमार्ग, फुप्फुस आणि जखमेच्या संक्रमणास कारणीभूत असतात. बहुतेक वेळा हॉस्पिटलमध्ये असलेल्या लोकांमध्ये आणि कमकुवत रोगप्रतिकारक प्रणाली असलेल्या रुग्णांसाठी आणि ज्यांना कॅथेटर किंवा व्हेंटिलेटरची आवश्यकता असते त्यांना या जीवाणूंपासून अतिविशिष्ट असा धोका असतो. अस्तित्वात असलेल्या अँटिबायोटिक स्कॅफोल्ड्सच्या नवीन आवृत्त्या बनवण्याऐवजी पूर्णपणे वेगळ्या गोष्टीपासून या संशोधनाची सुरुवात ब्रॅडली यांना करायची होती. यालाच out of box विचारपद्धती म्हणतात. संशोधनात ही पद्धती फारच महत्त्वाची असते! मात्र ही पद्धती कुठे लागू पडेल याचे आडाखे बांधायला अनुभवाची गरज असते!

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

आल्हाद आपटे

संगणकाचे गणितज्ञ जनक

झेरॉक्स पार्क या कंपनीचे प्रमुख टेक्नॉलॉजी अधिकारी मार्क वैजर यांनी 'सर्वव्यापी संगणन (युबिक्विटस/पर्वेजिव कॉम्प्युटिंग)' ही संकल्पना १९८८ साली मांडली. संगणकांचे सर्वकाळ सर्वत्र अस्तित्व हा त्या संकल्पनेचा गाभा आहे. मोबाइल, बिनतारी तंत्रज्ञान व इंटरनेट ऑफ थिंग्ज अशा तंत्रज्ञानाच्या सहज उपलब्धतेमुळे आज ही संकल्पना अस्तित्वात येण्यास प्रत्यवाय उरला नाही. कोणत्याही प्रकारचे उपकरण किंवा मशीनचे कार्य संगणक चालवतो असे आज आपण गृहीत धरू शकतो. संगणकाच्या आजवरच्या उत्क्रांतीमध्ये गणितज्ञ, तंत्रज्ञ, अभियंते, उद्योजक अशा कित्येक द्रष्ट्या मंडळींचा हातभार लागला आहे. संगणकाच्या आणि संगणनाच्या रचनेशी व कार्यपद्धतींशी संबंधित सैद्धांतिक संकल्पनांचे बहुतेक जनक मात्र गणितज्ञ होते.

कॅल्क्युलेटरपासून 'गणना'ची सुरुवात

संगणकाच्या पूर्वी अंकगणितातील क्रिया करण्यासाठी यांत्रिक कॅल्क्युलेटर (गणक) बनवण्याचे प्रयत्न झाले. बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार, भागाकार या अंकगणिती रितींसाठी यांत्रिक उपकरण वापरण्याची संकल्पना सतराव्या शतकातच राबवली गेली. मात्र सुरुवातीस केवळ बेरजेच्या क्रियेत यश मिळाले. जॉन नेपियर या स्कॉटिश गणितज्ञाने, ज्याने सर्वप्रथम स्वाभाविक लॉगॅरिदम (नॅच्युरल लॉगॅरिदम) टेबल बनवण्याचे महत्त्वपूर्ण कार्य केले त्याने, गणिती क्रिया वेगाने करण्यासाठी निरनिराळी यंत्रे बनवली होती. त्यातील एक बुद्धिबळाच्या पटासारखे होते. दुसरे, विशिष्ट अंक लिहिलेल्या पट्ट्या ज्या पुढेमागे करून गुणाकार करता येई, असे होते. तीच संकल्पना पुढे काही वर्षांनी विल्यम औट्रेड या इंग्लिश गणितज्ञाने स्लाईडरुलचे एक मॉडेल बनवण्यामध्ये वापरली. नेपियरने मात्र त्याचे मशीन अडगळीत टाकून दिले, कारण त्याचा दुरुपयोग होईल अशी भीती त्याला वाटली! म्हणजे नवीन तंत्रज्ञानाचा दुरुपयोग होईत हा विचार किती स्थायी आहे पाहा. १९६० च्या दशकात भारतात प्रथम संगणक आला तेव्हा, त्याचा उपयोग कर्मचाऱ्यांना कामावरून काढण्यासाठी केला जाईल, या भीतीने रिझर्व्ह बँकेच्या कर्मचाऱ्यांनी संप पुकारला आणि तो संगणक सुरक्षिततेसाठी भाभा अणुकेंद्राच्या प्रांगणात बसवावा लागला. सध्या आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स (संश्लेषित/कृत्रिम बुद्धिमत्ता) या तंत्रज्ञानाच्या बाबतीत दुरुपयोगावर गंभीर विचार व चर्चा सुरू आहे.

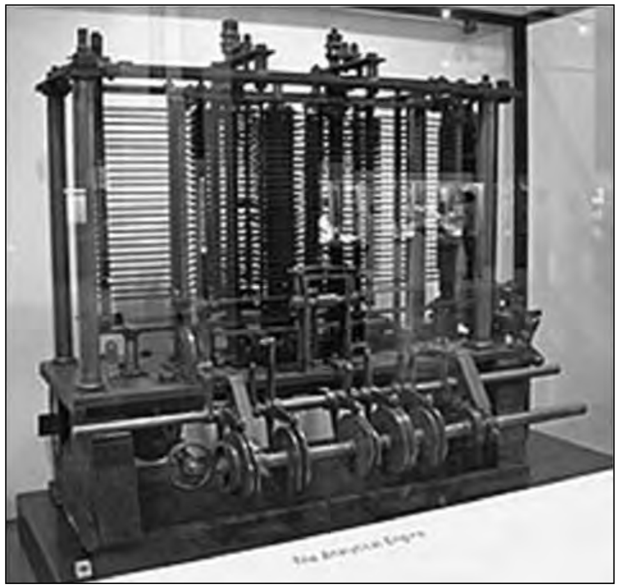
पहिला यांत्रिक कॅल्क्युलेटर बनवण्याचे श्रेय सतराव्या शतकातील फ्रेंच गणितज्ञ ब्लेज पास्कल याला दिले जाते. त्यापूर्वी सोळाव्या शतकात गॅलिलिओ व सतराव्या शतकातील विल्हेम शिकार्ड यांनी ते बनवण्याचे केलेले प्रयत्न अपुरे राहिले. लहान वयातच पास्कलने काही मूलभूत गणिती प्रबंध लिहिले होते. शंकूला प्रतलाने छेदल्यावर मिळणाऱ्या वक्रांवरील त्याने लिहिलेला एक प्रबंध त्याच्या वडिलांनी लिहिला असणार याची त्या काळचे प्रसिद्ध गणितज्ञ रेने देकार्ते यांची खात्री होती! पुढे त्याने प्रोजेक्टिव्ह जॉमेट्री, संभाव्यताशास्त्र या विषयांचा पाया घातला. त्यानंतर पास्कलने गणित, भौतिकशास्त्र, यंत्रे अशा विविध क्षेत्रांमध्ये खूप कार्य केले आहे. त्याने घड्याळाप्रमाणे स्प्रिंग व दातेरी चक्रे यांची गुंतगुंतीची रचना असलेला कॅल्क्युलेटर तयार केला. त्याला 'पास्कलाइन' असे नाव पडले. त्याचे वैशिष्ट्य म्हणजे त्यात हातचा घेण्याची सोय होती. त्या काळातही या कॅल्क्युलेटरचा क्लोन बनवला गेला व त्याचीच विक्री मूळ यंत्रापेक्षा अधिक झाली, त्यामुळे पास्कलने त्याचा नाद सोडून दिला. म्हणजे क्लोन बनवणे हे तंत्रकौशल्यही, जे आज

मुख्यतः आर्थिक अफरातफर करण्यासाठी वापरले जाते, त्यावेळी वापरले गेले!

सतराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात गॉटफ्राइड लेब्निज या जर्मन गणितज्ञाने पास्कलपेक्षा अधिक चांगल्या दर्जाचा 'स्टेप्ड रेकनर' या नावाचा कॅल्क्युलेटर बनवला. पुन:पुन्हा बेरीज-वजाबाकी करून गुणाकार-भागाकर करण्याची कल्पना त्यात राबवलेली होती. विशेष म्हणजे त्यात वर्गमूळदेखील काढता येत होते. परंतु क्लिष्ट रचनेमुळे तो कॅल्क्युलेटर विश्वसनीयरित्या चालत नव्हता. त्यामुळे गणनयंत्रासाठी १, ० हे दोनच अंक असलेली द्विमान (बायनरी) पद्धत सर्वोत्तम असल्याची कल्पना त्याने मांडली. आजही सर्व डिजिटल प्रणालींमध्ये तीच पद्धती वापरली जाते. मूळ संख्यांवरील (प्राइम नंबर) लेब्निजचे संशोधन महत्त्वाचे होते. त्याने कॅल्क्युलसविषयी अनेक पत्रे त्याच्या समवयस्क असलेल्या आयझॅक न्यूटन याला लिहिली, पण न्यूटनने त्यांची दखल घेतली नाही. लेब्निजने त्याचा पेपर प्रकाशित केल्यावर मात्र न्यूटनने आपण कॅल्क्युलसवर खूप पूर्वीच काम सुरू केले असल्याचा दावा केला. त्याकाळी यावरून वादंग मजले होते. रॉयल सोसायटी, जिचा अध्यक्ष स्वतः न्यूटनच होता, तिने लेब्निजला त्याची बाजू मांडण्याची संधी न देता चोरीचा आळ घातला! आजचा साधारण मतप्रवाह मात्र, या दोघांनी स्वतंत्रपणे, पण वेगवेगळ्या पद्धती वापरून कॅल्क्युलस मांडले असा आहे. न्यूटनच्या मांडणीत फल (फंक्शन) ही प्रमुख संकल्पना होती, तर लेब्निजच्या मांडणीत प्रचलांचे परस्परसंबंध ही. आज या दोन्ही पद्धती प्रचलित आहेत.

'गणका'कडून संगणकाकडे

अंकगणितातील एक कृती करणाऱ्या गणकाकडून लॉगॅरिदम, त्रिकोणमिती या प्रकारच्या कृती करणाऱ्या व अशा अनेक कृती एकत्रितपणे करून उत्तरे काढणाऱ्या संगणकाकडे जाणारी वाटचाल एकोणिसाव्या शतकात सुरू झाली. चार्ल्स बॅबेज हा एक इंग्लिश गणितज्ञ होता. केंब्रिजच्या ट्रिनिटी महाविद्यालयात शिकत असताना प्राध्यापकांना न येणारी गणिते आपण सहज सोडवू शकतो हे पाहून तो स्वतःच आश्चर्यचकित झाला होता. केंब्रिजमध्ये बॅबेजने तेथील विद्यार्थ्यांची 'ॲनालिटिकल सोसायटी' स्थापली. तिचे सुरुवातीचे उद्दिष्ट बायबलवर कोणी भाष्य करू शकतो का या विषयावर सुरू असलेल्या चर्चेचे विडंबन करण्याचे होते. परंतु पुढे न्यूटनच्या गणितातच अडकलेल्या केंब्रिजच्या अभ्यासक्रमात लेब्निजची कॅल्क्युलस पद्धती आणण्याचे काम त्या सोसायटीने सुरू केले. त्या काळात बॅबेजची



चार्ल्स बॅबेज याने कल्पिलेल्या संगणकाचे प्रारूप

भेट लाप्लास, फुरिये अशा प्रतिभावंत फ्रेंच गणितज्ञांशी झाली. त्यामुळे ॲनलिटिकल सोसायटी केंब्रिजमध्ये शिकवल्या जाणाऱ्या गणिताची व्याप्ती वाढवण्याच्या कामाकडे वळली. तिचे सर्व सदस्य केंब्रिजमधून पास होऊन बाहेर पडल्यावर सोसायटी बंद पडली, पण तिचे कार्य काही गणितज्ञांनी पुढे चालू ठेवले.

बॅबेज व त्याच्या मित्रांनी नंतर 'ॲस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी'ची स्थापना केली व ॲस्ट्रोनॉमिकल तक्ते तयार करण्यासाठी, 'डिफरन्स इंजिन' या यंत्राची रचना करण्यासाठी ब्रिटिश शासनाकडून मदत मिळविली. नावातील 'डिफरन्स' हा शब्द, तक्त्यांमधील मूल्यांमधले बिंदू काढण्यासाठी (इंटरपोलेशन) पूर्वी वापरल्या जाणाऱ्या 'डिव्हायडेड डिफरन्स' या पद्धतीवरून घेतले होते. अनेक चक्रे व गियर असलेले हे यंत्र बनवायला ८-१० वर्षे लागली, तरीही ते नीट चालले नाही. मग बॅबेजने 'ॲनालिटिकल इंजिन' या यंत्राचा प्रस्ताव मांडला. त्यात आजच्या संगणकातील स्टोअर (म्हणजे आजची मेमरी), मिल (म्हणजे आजचे रजिस्टर), कंट्रोल, इनपुट, आऊटपुट या संकल्पना होत्या; तसेच, निर्णय घेऊन प्रोग्रॅमचा ओघ बदलण्याची (कंडिशनल ब्रँचिंग) प्रगत संकल्पनादेखील होती. परंतु यावेळी ब्रिटिश शासनाने, पूर्वीच्या अनुभवावरून, मदत करण्याचे नाकारले. त्यामुळे हे यंत्र कागदावरच राहिले, पण अंकगणितातील विविध क्रिया करणाऱ्या एका यांत्रिक संगणकाचे डिझाइन प्रथमच बनवले गेले. पुढे ॲडा लवलेस या ब्रिटिश गणित-अभ्यासक महिलेने या यंत्राचा अभ्यास करून ॲसेंब्ली भाषेत प्रोग्राम लिहिले.

तिची एका पार्टीत बॅबेजशी भेट झाली होती व त्याच्या घरी ठेवलेले 'डिफरन्स इंजिन' पाहून ती खूप प्रभावित झाली होती. तिने 'ॲनालिटिकल इंजिन' कसे चालेल याचे तपशीलवार वर्णन केले होते. तो प्रबंध 'सायंटिफिक मेमोअर्स' या नियतकालिकात १८४३ मध्ये प्रसिद्ध झाला. अनेक जण हा जगातील पहिला संगणक प्रोग्राम असल्याचे मानतात. यामुळे बॅबेजबरोबर ॲडा लवलेस या ब्रिटिश गणितज्ञाचे नाव जोडले गेले.

आकड्यांपलीकडे

एकोणिसाव्या शतकापर्यंत कॅल्क्युलेटर व संगणक यांचे कार्य केवळ आकडेमोड किंवा गणिते यापुरते मर्यादित असल्याचे मानले जाई. आज संगणक जी अनेकविध कार्ये करू शकतात ती संगणकातील तार्किक प्रक्रिया करण्याच्या क्षमतेमुळे. या क्षमतेचा पाया रचला जॉर्ज बूल या एकोणिसाव्या शतकातील ब्रिटिश गणितज्ञाने. बीजगणितात जशी चिन्हे वापरून त्यावर गणिती प्रक्रिया केल्या जातात तीच पद्धत कॅल्क्युलस आणि इतर क्षेत्रातही वापरता येईल हे दाखविणारा एक पेपर त्याने रॉयल सोसायटीला पाठवला. बूलला कोणतीही डिग्री नसल्याने असेल, पण तो अस्वीकृत झाला. त्या पेपरचे मूल्य काही मोठ्या गणितज्ञांच्या लक्षात आल्यावर रॉयल सोसायटीला त्यांनी फेरविचार करायला सांगितले आणि नंतर सोसायटीकडून त्या पेपरला सुवर्णपदक मिळाले. मानवी तार्किक विचारांनाही चिन्हे व गणिती क्रिया या पद्धतीने मांडत येईल असे प्रतिपादन करणारे बूलचे पुस्तक – 'लॉज् ऑफ थॉट' – हा त्याच्या कार्याचा उच्चांक होता. विचारांना चिन्हे वापरून त्यावर 'आणि', 'किंवा', 'नाही' या क्रिया करून तार्किक समीकरणे मांडण्याची प्रक्रिया बूलने विकसित केली. पुढे त्याने 'हो' 'नाही' या उत्तरांना '१', '०' अशी चिन्हेही वापरली. यावरच आजच्या सर्व प्रकारच्या संगणकांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या 'बूलियन लॉजिक'चा डोलारा उभा राहिला आहे. उदाहरणार्थ, 'अ' आणि 'ब' ही दोन्ही विधाने सत्य असतील किंवा 'क' हे विधान सत्य नसेल तर 'ड' ही कृती कर, अशा प्रकारच्या सूचना बूलियन बीजगणितातून आपण मांडू शकतो. संगणकांना यातूनच त्यांची निर्णयक्षमता मिळते.

बूलच्या हयातीत त्याच्या संकल्पानांना फारशी प्रसिद्धी मिळाली नाही. त्याच्या मृत्यूनंतर १५-२० वर्षांनी सँडर्स पीअर्स या अमेरिकन गणितज्ञ व तर्कशास्त्रज्ञाला त्याचे महत्त्व कळले व त्याने त्यावर ठिकठिकाणी व्याख्याने दिली. त्यातून प्रेरणा घेऊन क्लॉड शॅनन याने विसाव्या शतकात बूलियन तर्कशास्त्राचा वापर करून विद्युतमंडले बनवण्याची आणि त्यांचा उपयोग टेलिफोन एक्स्चेंजमध्ये करण्याची संकल्पना मांडली. बूलियन तर्कशास्त्र ज्या समस्या सोडवू शकते त्या सर्व अशा मंडलांनी सोडवता येतील, असे प्रतिपादन त्याने केले. शॅनन याने पुढे माहितीशास्त्रात मोठी भर घातली. माहितीचे मोजमाप एखादी व्यक्ती काय म्हणाली यात नसून तिला किती पर्याय उपलब्ध होते यात असते, असा तर्क त्याने मांडला. उदाहरणार्थ, एखाद्या राजकीय पक्षाच्या व्यक्तीने त्या पक्षाच्या बाजूने एक विधान केले व तेच विधान एखाद्या सामान्य माणसाने केले तर सामान्य माणसाच्या विधानातून अधिक माहिती मिळते, कारण त्या व्यक्तीला अधिक पर्याय उपलब्ध असतात. अशा प्रकारे माहितीचे मापन करण्यासाठी 'एंट्रोपी' ही संकल्पना शॅनन याने मांडली. एंट्रोपी' ही संज्ञा भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र यात याद्रुच्छिकता (रॅन्डमनेस) किंवा अनिश्चितता यांचे मापन करण्यासाठी वापरली जाते. माहितीशास्त्रातही तिचा गणिती अर्थ तोच आहे. अनिश्चिततेच्या पार्श्वभूमीवर केलेल्या विधानात अधिक माहिती असते असा त्याचा मथितार्थ. आता संकेतशास्त्रात (क्रिप्टोग्राफी/ क्रिप्टॉलॉजी) 'एंट्रोपी' ही संज्ञा याद्रुच्छिक संख्यानिर्मिती (रॅन्डम नंबर जनरेशन) या महत्त्वाच्या कार्यात वापरली जाते. आपण मोबाइल बँकिंग वापरतो तेव्हा तिचा उपयोग होतो.

अठराव्या व एकोणिसाव्या शतकांच्या उंबरठ्यावर हर्मन होलेरिथ या अमेरिकी संख्याशास्त्रज्ञ व अभियंत्याने जनगणनेसाठी तक्ते बनवण्याकरता सुरू असलेले प्रचंड प्रयत्न पहिले व यावर यंत्राचा वापर हेच उत्तर असल्याचे जाणून 'टॅब्यूलेटिंग मशीन कंपनी' या नावाची कंपनी स्थापन केली, जी आज 'आयबीएम' या नावाने सुप्रसिद्ध आहे. त्याने बनवलेले हे विद्युत्यंत्र वापरून जनगणनेचे काम सोपे झाले व खर्चात मोठी बचत झाली. त्यासाठी १२ ओळी व २४ स्तंभ असलेली पंचकार्डे वापरून त्यावर वर्णमाला व आकडे यासाठी संकेत बनवले होते. कार्डाला छिद्रे पडण्याची कल्पना त्याला बस कंडक्टर तिकिटावर पाडत असलेल्या छिद्रांवरून सुचली. त्याच्या एका शतकापूर्वी फ्रान्समधील जोसेफ मारी जॅकार्ड या विणकराने नक्षीकाम असलेले वस्त्र विणताना हातमागतील तानाबाना नियंत्रित करण्यासाठी छिद्रित कार्डाचा केलेला वापर होलेरिथला त्याचे कल्पनेतले यंत्र प्रत्यक्षात आणण्यात उपयोगी पडला असेल. होलेरिथ अभियंता असल्याने ते यंत्र स्वतः तयार करू शकला आणि त्याचा मोठा वापरही केला गेला. जॅकार्डचा छिद्रित कार्डे वापरणारा माग आजही वापरात आहे.

विसाव्या शतकातील झेप – ट्युरिंग आणि न्यूमॉन

पहिल्या व दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात युद्धाची गरज म्हणून इलेक्ट्रॉनिकीमध्ये खूप काम केले गेले आणि त्यात यशही मिळाले. बिनतारी संदेशवहन, शत्रूच्या विमानांचा शोध घेणारे रडार, गुप्त संदेश पाठवणारी यंत्रे, प्राथमिक इलेक्ट्रॉनिकी संगणक अशा अनेक नव्या प्रणाली निर्माण झाल्या. १९३० च्या दशकात विशीत असलेल्या ॲलन ट्युरिंग या ब्रिटिश प्रतिभावंत गणितज्ञाने असे सैद्धांतिक काम केले की ज्याने संगणकाच्या रचनेचा पाया घातला. डेव्हिड हिलबर्ट व विल्हेम ॲकरमन या दोन जर्मन गणितज्ञांनी १९२८ साली असे आव्हान दिले होते काही स्वयंसिद्ध तत्त्वे (ॲक्सियम) आणि काही तर्क-नियम (लॉजिक रुल) दिलेले असल्यास त्यावरून सर्वत्र लागू असणारे 'हो' किंवा 'नाही' उत्तर मिळू शकते का? एक प्रकारे असे सिद्ध करणारे ॲल्गॉरिदम (संगणन-रीती) तयार करण्याचेच हे आव्हान

संगणकाचे व्हॉन न्यूमॅन आर्किटेक्चर

होते. ॲलन ट्युरिंग याने त्यावर काम करून १९३६ मध्ये हे सिद्ध केले की काही गणिती समस्या ॲल्गॉरिदम वापरून सोडवणे शक्य नसते. ही सिद्धता मांडता मांडता ट्युरिंगने एका सैद्धांतिक संगणकाची रचनाच मांडली, जिला नंतर 'युनिव्हर्सल ट्युरिंग मशीन' या नावाने ओळखले जाऊ लागले. अशा संगणकाचे वैशिष्ट्य म्हणजे संगणन करता येणाऱ्या कोणत्याही आदेशक्रमाची अंमलबजावणी करण्याची क्षमता. यासाठी त्याने इनपुट-आउटपुटसाठी एका अखंड कागदी टेपची कल्पना केली होती. त्या टेपवर लिहिलेली चिन्हे वाचण्याची व तीवर चिन्हे लिहिण्याची सोय त्या संगणकात असेल. टेपवरील चिन्हे ओळखणे, निर्णय घेणे, टेपवर चिन्हे लिहिणे, चिन्हे पुसणे या क्षमता या संगणकात असतील. हा एक काल्पनिक संगणक होता, कारण इतकी क्षमता वेगाने काम करणाऱ्या इलेक्ट्रॉनिकी प्रणालींमध्येच असू शकते व ते त्याकाळी शक्य नव्हते.

ट्युरिंगविषयी लिहिताना त्याने जर्मन गुप्तसंदेशांची उकल करण्यासाठी केलेल्या कामाची दखल घ्यावी लागेल. त्यासाठीही संगणकाचा वापर करण्यात आला होता. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात जर्मन सेना गुप्तसंदेश पाठवण्यासाठी 'एनिग्मा' या यंत्राचा उपयोग करत असे. त्याला एक अक्षर इनपुट दिले की यात असलेला रोटर फिरत असे व निराळ्या अक्षरावरील दिवा पेटवत असे. एक जण संदेश एनिग्माला इनपुट करी, दुसरी व्यक्ती पेटलेला दिवा पाहून अक्षरांची नोंद करी. पुढचे अक्षर इनपुट केले की पुन्हा रोटर फिरे व निराळे अक्षर दिव्यावर उमटे. प्रत्येक वेळी रोटर किती फिरायचा तेच सांकेतिक भाषेचे कोड होते. हे कोड सर्व 'एनिग्मा' यंत्रांपर्यंत पोचवण्याची स्वतंत्र व्यवस्था होती. ते त्यावेळी वापरात असलेल्या सर्व यंत्रांवर भरले जाई. हा संकेत दर आठवड्याला किंवा कधी दररोज बदलला जाई. मग तो कोड केलेला अनाकलनीय गुप्तसंदेश, सुरुवातीला टेलिग्राम साठी वापरत असलेल्या मोर्स-कोडद्वारे व नंतर १-० या द्विमान अंकांच्या संकेतांद्वारे, ग्राही यंत्राकडे पाठवण्यात येई. दुसऱ्या बाजूला तशाच दुसऱ्या एनिग्मा यंत्राला तो गुप्तसंदेश इनपुट केला की रोटर फिरून मूळ संदेशाप्रमाणे दिवे लागत. ही क्रिया आणखी क्लिष्ट करण्यासाठी 'एनिग्मा'ला अक्षरे देण्यापूर्वी एका प्लगबोर्डमधून बदलून दिली जात.

पोलंडचा गणितज्ञ व संकेतशास्त्रज्ञ मारियन रेजेवस्की याने एनिग्माचे संदेश तोडण्यात यश मिळवले होते. पण जर्मनीने पोलंडवर कब्जा करण्याची चाहूल लागताच त्याने सर्व ज्ञान फ्रेंच व ब्रिटिश यांना दिले. त्यातून ब्रिटिशांना, जे त्यापूर्वी विसंकेतीकरणसाठी भाषातज्ज्ञांवर अवलंबून असत, गणितज्ञांची मदत घेण्याचे महत्त्व लक्षात आले व त्यांनी ॲलन ट्युरिंगवर ती जबाबदारी सोपवली. पोलंडने पुरवलेल्या माहितीवरून टोनी फ्लॉवर्स या ब्रिटिश अभियंत्याने ब्लेचली पार्क येथे 'कॉलॉसस' नावाचे संगणक विसंकेतीकरणसाठी उभारले. या संगणकात ३००० व्हॉल्व ट्यूब वापरल्या होत्या. तसेच, आज सर्व संगणकांमध्ये सामान्य झालेली, सर्व क्रिया सिंक्रोनाइज (समकालीकरण) करणाऱ्या 'क्लॉक-पल्स'ची यंत्रणा होती. एनिग्माच्या अधिकाधिक प्रगत आवृत्त्या बनत होत्या. फेब्रुवारी १९४२ मध्ये चार रोटर असलेली एम-४ ही आवृत्ती आल्यावर विसंकेतीकरणाचे काम बंद पडले. त्यानंतर गुप्तचरांनी उलगडलेली माहिती आणि गणितातील स्वतःचे प्रगाढ ज्ञान वापरून ट्युरिंगने एनिग्माच्या सुधारित आवृत्त्या आणि त्यानंतर जर्मनीने विकसित केलेल्या लॉरेंझ यंत्रांच्या संकेतांची उकल करण्यात यश मिळवले. या कामातले 'कॉलॉसस' संगणकांचे महत्त्व निर्विवाद आहे. दुसऱ्या महायुद्धाचा कालावधी यामुळे निदान दोन वर्षांनी घटला, असे मानले जाते.

दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात गुप्तसंदेश पाठवण्यासाठी जर्मनांनी वापरलेल्या एनिग्मा यंत्राची एक आवृत्ती

युद्धानंतर ट्युरिंगने पुन्हा आपले लक्ष संगणकाकडे वळवले. त्याने लंडनच्या नॅशनल फिजिकल लॅबोरेटरीमध्ये स्वतःच्या संकल्पनेवर आधारित संगणक ऑटोमॅटिक कम्प्युटिंग मशीन (एसीई) बांधण्यास सुरुवात केली. परंतु जागा आणि निधी यांच्या कमतरतेमुळे ते पुरे होऊ न शकल्याने त्याने ती प्रयोगशाळा सोडली. त्याचवेळी त्याने संगणक व मानवी बुद्धिमत्ता याचा गणिताच्या संदर्भात अभ्यास केला, त्यावर 'कम्प्युटिंग मशिनरी अँड इंटेलिजन्स' हा पेपर प्रकाशित केला. त्याने एखादा संगणक माणसासारखा विचार करू शकतो का व कुठपर्यंत हे ठरविण्यासाठी एक चाचणी तयार केली. ती 'ट्युरिंग टेस्ट' या नावाने ओळखली जाते. त्याने या क्षेत्रात केलेल्या कामातून आजच्या आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स या शाखेची मुळे रोवली गेली.

ट्युरिंगचा अंत मात्र दुःखद झाला. त्याला समलिंगी संबंध ठेवल्याबद्दल शिक्षा झाली. त्याकाळी ब्रिटनमध्ये तो गुन्हा होता. वयाच्या एकेचाळिसाव्या वर्षी विषप्राशनाने त्याचा मृत्यू झाला, ती दुर्घटना होती की आत्महत्या यावर अजून चर्चा होते. २००९ साली ब्रिटिश शासनाने ट्युरिंगची अधिकृतरित्या माफी मागितली. आता त्याचा फोटोही ५० पौंडांच्या नोटेवर असतो. आज ट्युरिंगला संगणक आणि आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स यांच्या सैद्धांतिक मांडणीचा जनक मानले जाते.

संगणकाच्या क्षेत्रातील विसाव्या शतकातील दुसरी महान व्यक्ती म्हणजे हंगेरीत जन्मलेला अमेरिकी गणितज्ञ जॉन व्हॉन न्यूमॉन. आजच्या संग्रहित-कार्यक्रम-संगणकाचा (स्टोअर्ड प्रोग्राम कम्प्युटर) जनक मानली गेलेली ही व्यक्ती म्हणजे एक अफलातून गणिती होती. त्याने काम केलेल्या विशुद्ध गणिती विषयांची यादी – क्वांटमभौतिकीचे गणिती फ्रेमवर्क, फंक्शनल ॲनालिसिस, गेम थिअरी, हवामानशास्त्र आणि इतर काही – पाहूनच थक्क व्हायला होते. याखेरीज भौतिकी, अर्थशास्त्र, संख्याशास्त्र, संगणन या विषयांतही त्याचे योगदान आहे. संगणकात महत्त्वाचा असलेला 'सॉर्टिंग अल्गॉरिदम' त्याने प्रतिपादित केला. याखेरीजही त्याने विविध विषयांमध्ये योगदान दिले आहे. अमेरिकन अण्वस्त्राचा जनक जे. रॉबर्ट ओपनहायमर याने पाचारण केल्यावर व्हॉन न्यूमॉन अण्वस्त्रे बनवण्याच्या अमेरिकेच्या मॅनहटन प्रकल्पात दाखल झाला व त्याने जलगतिकी (हायड्रोडायनॅमिक्स), प्रघाती तरंग (शॉक वेव) या विषयातील सल्लागार म्हणून काम केले. न्यूमॉन याने लॉस ॲलॉमॉस प्रयोगशाळा, आयबीएम, अमेरिकी मिलिटरी यांच्यासाठी सल्लागार म्हणूनही काम केले.

संगणकक्षेत्रात आज व्हॉन न्यूमॉनची ओळख त्याने प्रतिपादिलेल्या संगणकाच्या रचनेमुळे (अर्किटेक्चर) होते. तीच रचना किंवा तिचे सुधारित रूप आजही वापरली जाते. या रचनेत सीपीयूच्या (केंद्रीय प्रक्रियक) अंतर्गत रचनेत गणिती व तार्किक प्रक्रिया करणारा विभाग व माहिती तात्पुरती साठवण्यासाठी असलेले रजिस्टर असतात. ते एका समान जोडणी-मार्गाला (बस) जोडलेले असतात. तसेच, एक जोडणी मार्ग या सीपीयूला मेमरी व इनपुट-आउटपुट उपकरणांशी जोडतो. यातील मुख्य संकल्पना होती ती माहिती व आदेशक्रम मेमरीत संग्रहित करण्याची, स्टोअर्ड प्रोग्रामची, जीमधून सॉफ्टवेअरचे शास्त्र उत्क्रांत झाले. संगणकांचे याच अर्किटेक्चरचे सुधारित रूप आजही सर्वत्र वापरले जाते. न्यूमॉन याने ऑटोमॅटा या सैद्धांतिक संगणनावर मोठे काम केले. जीवशास्त्रावरून प्रेरणा घेऊन त्याने पुनरुत्पादन करू शकणाऱ्या सैद्धांतिक संगणकाची संकल्पना मांडली.

व्हॉन न्यूमॉन हे एक विलक्षण व्यक्तिमत्त्व होते. त्याची गणितातली आणि अनेक वैज्ञानिक विषयांतील मास्टरी अचंबित करणारी होती व स्मरणशक्ती असामान्य होती. त्याचबरोबर त्याची विनोदबुद्धीही उल्लेखनीय होती. तो जिथे प्रोफेसर होता त्या प्रिन्स्टन विद्यापीठात त्याच्याहून २४ वर्षांनी मोठ्या असलेल्या प्रोफेसर अल्बर्ट आइनस्टाइन याला तो त्रस्त करत असे. ट्युरिंगप्रमाणेच न्यूमॉनचा अंतही दुःखद झाला. पाय घसरून पडल्यावर खांद्याची शस्त्रक्रिया

करताना त्याला कॅन्सर असल्याचे समजले. या आजाराने त्रस्त असतानाच त्याला मानाचा फर्मी पुरस्कार मिळाला. परंतु अंत मात्र यातनामय झाला. मृत्यूची चाहूल लागल्यावर न्यूमॉनला सर्वात दुःख झाले ते मात्र 'आता आपले विचार बंद होणार' याचे.

ट्युरिंग आणि न्यूमॉन – सिनर्जी

अ‍ॅलन ट्युरिंगचे काम व्हॉन न्यूमॉनच्या परिचयाचे होते. १९३५ मध्ये न्यूमॉनने व्याख्याने देण्यासाठी केंब्रिजला भेट दिली. त्यावेळी केंब्रिजमध्ये असलेल्या ट्युरिंगने त्या व्याख्यानांना हजेरी लावली होती. न्यूमॉनने पोलिश गणितज्ञ उलाम याच्याकडे ट्युरिंगबद्दल कौतुकाचे उद्गार काढले होते व गणिती प्रणालींसाठी यंत्रांचा वापर करण्याच्या संदर्भात ट्युरिंगचा नामोल्लेख केला होता. ट्युरिंगने १९३६–३८ या काळात अमेरिकेतील प्रिन्स्टन विद्यापीठात पीएचडी पूर्ण केली. त्यानंतर तिथेच १९३७–३८ साली त्याने प्रॉक्टर फेलोशिपसाठी केलेल्या अर्जाची शिफारस त्या विद्यापीठातील इन्स्टिट्यूट ऑफ अ‍ॅडव्हान्स्ड स्टडीज या संस्थेत प्रोफेसर असलेल्या व्हॉन न्यूमॉननेच केली होती. दोन वर्षे त्या फेलोशिपमधून ट्युरिंगने प्रिंस्टन येथे काम केले. या काळात न्यूमॉनने ट्युरिंगबरोबर संगणकाशी संबंधित विषयांवर चर्चा केली. प्रिन्स्टन विद्यापीठातील इन्स्टिट्यूट ऑफ अ‍ॅडव्हान्स्ड स्टडीजमध्ये व्हॉन न्यूमॉनने बांधलेला संगणक ट्युरिंगच्या सैद्धांतिक 'युनिव्हर्सल मशीन'वर बेतला होता आणि त्यात व्हॉन न्यूमॉनने प्रतिपादित केलेले अर्किटेक्चर वापरण्यात आले होते. त्यामुळे व्हॉन न्यूमॉनने प्रतिपादित केलेल्या संगणकाच्या रचनेची संकल्पना मांडताना अ‍ॅलन ट्युरिंगने त्यावर केलेल्या कामातून काही प्रेरणा घेतली असल्याची मोठी शक्यता आहे. अर्थात व्हॉन न्यूमॉनने अशा श्रेयाचा कोठे उल्लेख केलेला नाही.

आज तत्त्वज्ञान, तर्कशास्त्र या विषयांवरील चर्चा आपसूक संगणकशास्त्राकडे वळते. आर्टिफिशियल इंटेलिजन्सचे शास्त्र प्रगत होत असताना त्या प्रगतीशी जोडलेली नीतीमत्ता, तसेच मन, बुद्धी, जाणीव, शब्दशास्त्र, अशा अनेक विषयांमध्ये संगणकाचा विषय येतोच. ट्युरिंगचे तर्कशास्त्र व तत्त्वज्ञान यावरील विचार त्याला संगणकाकडे घेऊन गेले. तर संगणकाचा विकास ही तर्कशास्त्रातील समस्या आहे असे मत न्यूमनने मांडले. या विचारांमागे गणिताचे दृढ अनुष्ठान आहे. म्हणून या दोन गणितज्ञांचे संगणकामधील योगदान अमूल्य आहे. ट्युरिंगचे आजच्या संगणकात खरेच किती योगदान आहे यावर अजूनही चर्चा होते. अ‍ॅलन ट्युरिंग व व्हॉन न्यूमॉन ही दोन पूर्ण भिन्न व्यक्तिमत्त्वे होती. ट्युरिंगचे व्यक्तिमत्त्व 'समग्र' प्रकारचे होते असे आता अनेक जण मानतात. तर न्यूमॉनला पार्ट्या करणे, हास्यविनोद आवडायचे. परंतु दोघे एकमेकांचा आदर करत. एकंदरीत संगणकाच्या प्रगतीत ट्युरिंग व न्यूमॉन यांच्यातील सिनर्जीचे योगदान होते असे म्हणण्यास काही प्रत्यवाय दिसत नाही.

आजच्या संगणकांचे मूळ रूप या सिनर्जीत आहे. अनेक प्रक्रियक असलेल्या प्रणालीतही व्हॉन न्यूमॉन प्रकारची रचना असलेले अनेक संगणक एकत्रित कार्य करतात. मात्र आता 'व्हॉन न्यूमॉन प्रकारची रचना नसलेले संगणक' या विषयाचा अभ्यासही केला जातो.

आधुनिक संगणक आणि गणित

विसाव्या शतकात इलेक्ट्रॉनिकीची सुरुवात आणि वेगाने प्रगती झाली. शतकाच्या मध्यावर अमेरिकेत अ‍ॅटानसॉफ–बेरी–संगणक, एनियाक, एडवॅक, आयएएस हे संगणक बनले, तर इंग्लंडमध्ये कोलोसस, एस, एडसॅक हे संगणक बनले. त्यानंतर पर्सनल संगणक, मोबाइल संगणक, आणि सर्वत्र संगणक अशी घोडदौड झाली हे आपण जाणतोच. गेल्या एका दशकातच इंटरनेटवरून ऑडिओ, व्हिडिओ अशा बहुमाध्यमी संदेशांसाठी माहितीचे भाकीतशास्त्र व संक्षिप्तीकरण, वैद्यकीय व इतर अनेक क्षेत्रांत आकृतिबंधांचा शोध (पॅटर्न रेकग्निशन), माहितीचे विश्लेषण, माहितीच्या मोठ्या संग्रहातून अर्थबोध, कृत्रिम बुद्धिमत्तेसाठी मानवी विचारांचे प्रारूप अशा कित्येक क्षेत्रांत प्रचंड काम झाले आहे. या सर्व शास्त्रांत गणिताची भूमिका केंद्रीय आहे. त्यामध्ये गणिताच्या डिफरन्शियल समीकरणे, अंकशास्त्र, तर्कशास्त्र, मॅट्राइसेस, आलेखशास्त्र अशा अनेक प्रगत शाखा गुंतल्या आहेत. त्यांची क्लिष्टता व विकासाचा प्रचंड वेग यामुळे त्याचा विकास एकट्या–दुकट्या गणितज्ञाऐवजी मोठ्या गटांद्वारे केला जात आहे. तो स्वतःतच एक मोठा विषय आहे. परंतु या विषयांचा पाया गेल्या दोन–तीनशे वर्षांत ज्या गणितज्ञांनी घातला त्यांनी केलेल्या सैद्धांतिक आणि प्रात्यक्षिक कार्यानेच या विकासाला दिशा आणि गती दिली आहे.

– आल्हाद आपटे
alhad.apte@gmail.com

सायली घाग

प्राण्यांचे पाय

चुलबुलची आई आज कामानिमित्त तिच्या बहिणीकडे गेली होती त्यामुळे चुलबुलला आईच्या कुशीशिवाय झोपच येत नव्हती. ताईच्या हे लक्षात आलं. ताईनं चुलबुलला कुशीत घेतलं आणि तिला गोष्ट सांगू लागली. सकाळची वेळ होती. गोमताई झाडाखाली बसून रडत होती. कोणी माझ्या पायाला औषध लावेल का? मला कोणी मदत करेल का? मला चालता येत नाही असं मोठमोठ्यानं ओरडत होती. शेजारून कावळा गेला पण त्यानं तिच्याकडे दुर्लक्ष केलं. मुंगी तर म्हणाली, मला बाई अजिबातच वेळ नाही तुझ्याकडे लक्ष द्यायला. पावसाळा जवळ येत आहे. मला माझं धान्याचं कोठार भरायचं आहे. आळशी नाकतोडा तर तिच्याकडे ढुंकून पाहायला तयारच नव्हता. तेव्हा मात्र झाडावर असलेला कोळी पुढे झाला आणि त्यानं तोंडातून धागा काढून गोमूताईचा दुखत असलेला पाय बांधून दिला. गोमूताईला आता फार बरं वाटत होतं. गोमूताईचा १३७ वा पाय दुखत होता आणि तो त्यांनी बरोबर शोधून तिला मदत केली होती. चुलबुल गोष्ट ऐकण्यात मग्न झाली होती. मध्येच बाबा म्हणाले, चुलबुल, गोष्टीतून परोपकारासोबत विज्ञानही आहे कळतंय का तुला? चुलबुल म्हणाली, हो बाबा, गोमेला एवढे पाय?

सेंटीपीड नावाचा शाब्दिक अर्थ शंभर पाय असा आहे, परंतु याना १५ ते १७७ पायांच्या जोड्या असू शकतात. त्यांचे पाय लांब आणि सडपातळ आहेत, जे त्यांना वेगवान गतीनं चालण्यास मदत करतात. मादी सेंटीपीडवरील पायांची शेवटची जोडी तिच्या शरीराच्या दुप्पट लांब असते.

चुलबुल बाबांना म्हणाली, ‘बाबा, तुम्ही घोड्यांच्या पायांकडे पाहिले आहे का? त्याला बोटे का नसतात? एकच मोठं अर्धवट बोट आपल्याला त्याचं दिसतं.’ यावर बाबा म्हणाले, ‘हावर्ड विद्यापीठाच्या एका अभ्यासात घोड्याच्या पायांच्या हाडांचा अभ्यास करण्यात आला आहे. या अभ्यासात असा आढळलं, की घोड्याच्या शरीराचा आकार वाढला तसा त्याच्या तीन बोटांमध्ये बदल होत गेला. सगळा भार हा मधल्या बोटांवर आला. या कारणांनी मधल्या बोटाचा आकार वाढला. उत्क्रांतीनं घोड्याची पुढची बोटं नाहीशी झाली असली तरीही मागच्या बाजूला अजूनही बोटं असल्याचा त्याच्या खुणा दिसतात. हा भाग केसांनी वेढलेला असतो. खूर असलेले प्राणी, ज्यांना अनगुलेट्सदेखील म्हणतात, हे सहसा शाकाहारी प्राणी असतात जे कळपात राहतात. सस्तन प्राण्यांच्या पावलांवरील असलेली कठीण वाढ म्हणजे खूर. अशा प्राण्यांचा समावेश खूरधारी प्राणी (अंग्युलेटा) गटात होतो. यामध्ये डुक्कर, झेब्रा, घोडा तसंच शिंगे असलेल्या सस्तन प्राण्यांचा समावेश होतो. नखांमध्ये उपयोगांप्रमाणे बदल होऊन खूर तयार झालेले असतात. त्वचेच्या बाहेरील संरक्षक स्तरापासून केराटिनमय खूर बनलेले असतात. ते टोकाला बोथट असतात आणि पायाची बोटं किंवा पाऊल यांना पूर्णपणे घेरून टाकतात.

'नखं किंवा शिंगांप्रमाणे खूर हे तंतुमय, कठीण आणि अविद्राव्य केराटिनापासून बनलेले असतात. खुरांची वाढ आयुष्यभर होत असल्यामुळे झिजेद्वारे त्यांच्या लांबीवर नियंत्रण राखलं जातं. गाढव आणि झेब्रा या प्राण्यांमध्येही एकच खूर असतो. समखुरी प्राण्यांमध्ये खुरांची संख्या दोन किंवा चार असते. दोन खुरांमध्ये भेग असते. या समखुरी प्राण्यांच्या गटात हरीण, काळवीट, मेंढी, शेळी, गाय, म्हैस, डुक्कर आणि पाणघोडा यांचा समावेश होतो. खुरांमुळे प्राण्यांना पाय भक्कमपणे रोवता येतात आणि पायांचं संरक्षणदेखील होतं. काही प्राणी लढताना, हल्ला करण्यासाठी किंवा स्वतःचे रक्षण करण्यासाठी खुरांचा वापर करतात. खडकाळ, डांबरी वा सिमेंटच्या टणक पृष्ठभागावर खुरांची झीज अधिक होते. यावर उपाय म्हणून घोडे, बैल अशा पाळीव प्राण्यांच्या खुरांवर लोखंडी नाल मारण्याची पद्धत आहे. घोड्याचे खुर हे तुमच्या नखांसारखे असतात. तुम्हाला तुमची नखं ट्रिम करावी लागतील जेणेकरून ती जास्त लांब होणार नाहीत. घोड्याचे खुर छाटावे लागतात जेणेकरून ते जास्त लांब वाढू नये आणि जखमी होऊ नये.

'जिराफ चालताना एका बाजूचे दोन्ही पाय एकाच वेळी पुढे टाकतो आणि नंतर दुसऱ्या बाजूचे पाय पुढे टाकतो. धावताना मागचे पाय पुढे वळतात आणि ते पुढच्या पायांच्या पुढे परंतु बाहेरच्या बाजूला पडतात. ताशी ५६ किमी वेगानं तो धावू शकतो.

'तू मांजरीचे पंजे कधी जवळून पाहिले आहेत का? ते खरोखरच आश्चर्यकारक आहेत. त्या मोहक लहान फर-फीटचा वापर संवाद साधण्यासाठी, वातावरण, तापमान, शिकार करण्यासाठी उपयोग होतो. पंजे मांजराला त्याच्या शरीराचे तापमान नियंत्रित करण्यास मदत करतात आणि उतरताना ते सर्व महत्त्वाचे शॉक शोषक असतात. मांजरीचे पंजे चढणं आणि उडी मारणं, चालणं आणि धावणं यासाठी अनुकूल आहेत आणि स्व-संरक्षण आणि शिकार

करण्यासाठी पंजे आहेत. मांजरीच्या प्रत्येक पंजात पाच बोटं असतात, पण मागच्या पंजात फक्त चार बोटं असतात. समोरच्या पंजावरील सर्वात आतील बोटं वस्तू पकडताना मानवी अंगठ्याप्रमाणे कार्य करतात.

'उंटांचे लांब, बारीक पाय रुंद, कडक कातडीचे तळवे असतात जे त्यांना न बुडता वाळूतून मार्गक्रमण करण्यास मदत करतात. त्यांच्या प्रत्येक पायाला दोन बोटं असतात, जी त्वचेच्या जाड पॅडनं जोडलेली असतात, जी प्राण्यानं पायावर वजन टाकल्यावर पसरते. हे डिझाइन उंटाचं वजन मोठ्या पृष्ठभागावर वितरीत करण्यास मदत करतं, वाळूमध्ये बुडण्याचा धोका कमी करतात.

'पक्ष्यांसह डायनासोर त्यांच्या पायाच्या बोटांवर चालत होते. याउलट सरडे, मगर, उंदीर, अस्वल, मानव, रॅकून इत्यादी प्राणी प्लांटिग्रेड आहेत. प्लांटिग्रेड म्हणजे चालताना या प्राण्यांच्या टाचा जमिनीला स्पर्श करतात. शहामृगाचे पाय लांब आणि मजबूत असतात, त्यामुळे एका पावलात १० ते १६ फूट अंतर कापू शकतात. या पायांच्या प्रहारानं ते सिंहासारख्या हल्लेखोरालाही ठार करू शकतात. शहामृगाच्या पायाला दोन बोटं आणि एक तीक्ष्ण नख असतं. युरोपमधील बऱ्याच भागांमध्ये, लोक सशाचे पाय गळ्यात घालतात आणि , कांगारू हे चार पायांचे प्राणी आहेत. कांगारू दोन पायांवर उभे राहण्यास सक्षम आहे. कांगारूच्या पोटात एक पिशवी असते. कांगारूचे पुढचे पाय त्याच्या लांब मागील पायांपेक्षा लहान असतात. कांगारूच्या पायावर अंगठे नसतात. कांगारूची दुसरी आणि तिसरी बोटं सडपातळ असतात आणि एका बाजूला जोडलेली असतात. बेडकाचे अग्रपाद आखूड असून त्यास चार बोटं असतात. पश्चपाद लांब असून त्यांची 'न' अशा आकाराची घडी होते. पश्चपादाला पाच विकसित व एक अविकसित अशी सहा बोटं असतात. पाचही बोटं पातळ पडद्यांनी जोडलेली असतात. मागील पायांच्या साहाय्यानं बेडूक पाण्यात पोहतो.

बेडूक जमिनीवर असताना पुढील पाय शरीरास आधार देतात. मागच्या लांब व ताकदवान पायांमुळे बेडूक आपल्या लांबीच्या वीस पट लांब उडी घेऊ शकतो. बेडकांचे जाळीदार पाय त्यांना पोहण्यात मदत करतात. बेडकांच्या बोटांच्या दरम्यान आढळणारा त्वचेचा पातळ थर त्यांना पाणी सहज मागे ढकलण्यात मदत करतो. यामुळे बेडूक चांगले जलतरणपटू बनतात. जाळे बेडकांच्या मागच्या पायात आढळतात, पुढच्या पायांत नाही. सरड्याची शेपटी आणि पाय तुटला तर पुन्हा वाढू शकतात.

'स्टारफिश किंवा तारामासा त्यांच्या रंग, आकार आणि आकारांच्या संयोजनानं स्वतःला एक अतिशय आकर्षक स्वरूप प्रदान केलं आहे. तो फक्त त्याचे नवीन अवयव वाढवू शकत नाही तर वेगळे केलेल्या अवयवातून संपूर्ण शरीरदेखील विकसित करू शकतो. अनेक स्टारफिश विभक्त अवयवांपासून उत्क्रांत झाले आहेत. पेंग्विनचं शरीर उंच असून पाय आखूड असतात. त्यामुळे ते बदकासारखे फेंगडे चालतात. जमिनीवर चालताना ते बेडौल वाटतात. परंतु ते माणसाच्या वेगानं चालू शकतात. खडकावर ते चढू शकतात. आकाशात पेंग्विन उडू शकत नाहीत. ते पाण्यात जसजसे जास्त वेळ राहू लागले, तसतसे त्यांचे पंख वल्ह्यासारखे झाले. यामुळे त्यांची उडण्याची क्षमता लोप पावली आहे. वल्ह्यासारख्या पंखांनी, पडदे असलेल्या पायांनी आणि सुकाणूसारख्या शेपटीनं ते पाण्यात वेगानं पोहतात. समुद्रकिनाऱ्यावर हे पक्षी सावकाशपणे डुलतडुलत चालतात. वेगानं जायचं झाल्यास ते पोटावर पडून घसरत जातात. काही वेळा ते बर्फाचे उंच कडे चालत पार करतात.

'अस्वलं बोजड असतात व शरीराच्या मानानं त्यांचे पाय छोटे असतात. ती त्यांचे मागील पाय पूर्ण टेकवून चालतात. त्यांच्या मागील पायांवर उभी राहू शकतात किंवा बसू शकतात. त्यांना एखादा धोका जाणवतो तेव्हा, किंवा हवेतील वास हुंगण्यासाठी ते बहुधा मागील पायांवर उभे राहिलेले दिसतात. त्यांची दृष्टी कमकुवत असल्यामुळेदेखील ते बऱ्याचदा अंदाज घ्यायला उभे राहतात. अस्वलांचं नाक खूप तीक्ष्ण असतं, व त्यांचं खाद्य शोधायला ते नाकावरच अवलंबून असतात.

'कासवांना चार पाय असून ते धडाला जोडलेले असतात. भूचर कासवांची बोटं वेगवेगळी किंवा जुळलेली असतात व त्यांवर नखर (नख्या) असतात. गोड्या पाण्यातील कासवांच्या पायांची बोटं पातळ त्वचेनं जोडलेली असतात. सागरी कासवांच्या पायांचं वल्ह्यात रूपांतर झालेलं असतं.

'प्राणी निरनिराळ्या कारणांसाठी संचलन करतात. आपले भक्ष्य शोधण्यासाठी, संकटापासून बचाव करण्यासाठी, प्रजोत्पादन काळात भिन्न लिंगीय प्राण्याच्या जवळ जाण्यासाठी प्राणी संचलन करतात. प्राण्यांच्या या पात्रतेमुळे ते जीवनात यशस्वी होतात. वनस्पती एकाच जागी स्थिर असल्यानं संकटापासून त्यांना बचाव करता येत नाही व त्या नष्ट होतात.

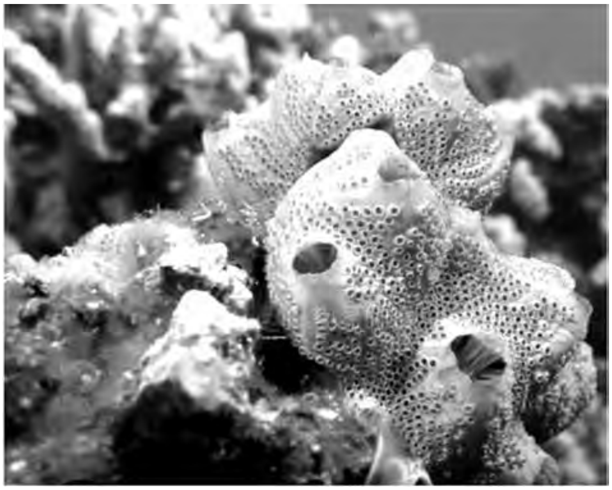
'प्रतिकूल हवामानामुळे अनेक पक्षी, प्राणी, मानव स्थलांतर करतात. चरणारे प्राणी, भटकी मानव जात हे अन्नाचा साठा संपत आहे, असं आढळल्यावर दुसऱ्या जागी स्थलांतर करतात. समुद्रातील मासे ज्या वेळी पाण्यात विरघळलेल्या ऑक्सिजनचं प्रमाण बदलतं किंवा पाण्याचं तापमान बदलतं, त्या वेळी उथळ किंवा खोल पाण्यात जिथे विरघळलेल्या ऑक्सिजनचं प्रमाण जास्त असेल तिथे प्रवेश करतात. तसेच सरीसृप (सरपटणारे) प्राणी वातावरणातील तापमानाप्रमाणे त्यांना आराम वाटेल अशा जागी स्थलांतर करतात. कीटकांना व पक्ष्यांना पंख असल्यानं ते योग्य ठिकाणी जमिनीवर अथवा झाडांवर उतरून तिथे राहतात. सामनसारखे मासे आपली अंडी गोड्या पाण्यात घालत असले, तरी इतर वेळी समुद्राच्या पाण्यात खोलवर शिरून अन्नाचा भरपूर साठा आहे, अशा जागी संचार करतात. ज्या वेळी एकाच ठिकाणी प्राण्यांची संख्या बेसुमार वाढते, त्या वेळी अन्नाची व जागेची टंचाई निर्माण होऊन प्राण्यांना स्थलांतर करणं भाग पडतं. यामुळे अनेक प्राणी नवीन जागी निघून जातात. जे थोडेसे प्राणी मूळ जागी राहतात त्यांना अन्न व जागा उपलब्ध होतं. हे सर्व संचलनामुळे शक्य होतं. जलचर पक्ष्यांमध्ये तेलाचं उत्पादन जास्त असतं जे त्यांच्या पंखांपर्यंत पसरतं जेणेकरून ते पाणी प्रतिरोधक राहतील. त्यांच्याकडे लांब, जाळीदार पाय आहेत जे त्यांना पोहण्यास मदत करतात. जाळीदार पाय पुढे आणि मागे पोहण्यास मदत करतात. वास्तविक, बदकांच्या अनेक प्रजातींना पाय

असतात-आणि पाय-निळसर हिरवा किंवा राखाडी रंगाचे तर काही बदकांचे पाय नारिंगी असतात त्यांच्यासाठी, हे सर्व स्त्रियांना आकर्षित करण्यासारखं आहे.

'काही प्राणी वारा, पाणी इत्यादी बाह्य कारणांमुळे आपली जागा बदलत असतात. उदा., जोरदार वाऱ्यामुळे लहान कीटक दूर अंतरावर वाहून नेले जातात. एखादा कोळी आपल्या विशिष्ट ग्रंथीवाटे एक चिवट धागा निर्माण करून झाडापासून हवेत लोंबकळत राहतो. झाडाला चिकटलेल्या मूळ धाग्याशी संबंध ठेवूनच नवीन धागा निर्माण करत तो जोरदार वाऱ्याबरोबर दूरवर वाहून नेला जातो. कदाचित तो दुसऱ्या झाडावर जाऊन पडला, तर तिथेच राहतो. वाहत्या पाण्यात राहणारे अनेक लहान आकारमानाचे प्राणी त्यांची स्वतःची इच्छा नसतानाही पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर दूरवर वाहून नेले जातात. समुद्रात राहणाऱ्या अनेक प्राण्यांच्या शरीरांत हवेनं भरलेल्या पिशव्या असतात. या हवेच्या पिशव्यांमुळे हे प्राणी पाण्यात तरंगत राहतात. जोरदार लाटांमुळे किंवा पाण्याच्या प्रवाहामुळे हे प्राणी आपली जागा वारंवार बदलत असतात. वरील सर्व उदाहरणांत प्राणी ज्या ज्या परिस्थितीत राहतात त्या परिस्थितीत स्वतः कोणतेही श्रम न घेता, स्वतःच्या इच्छेविरुद्ध भोवतालच्या कारणांमुळे आपली जागा बदलत असतात.

'स्पंज, समुद्रपुष्प यांसारखे पाण्यात राहणारे प्राणी दगडांना घट्ट धरून राहतात आणि कोणत्याही परिस्थितीत आपली जागा सोडत नाहीत.

'सिलेंटेरेटा या प्राणिसंघातील हायड्रा हा प्राणी गोड्या पाण्यात आढळतो. हा दगडाला किंवा पाण्यातील वनस्पतींना आपल्या शरीराच्या पाठीमागील भागानं चिकटून राहतो, परंतु ज्या वेळी गरज भासेल त्या वेळी हा प्राणी मंदगतीनं संचलन करू शकतो. संचलनाची आवश्यकता असते त्या वेळी हा प्राणी आपले शरीर वाकवतो व शरीराच्या पुढील भागी असणाऱ्या स्पर्शकांच्या साह्याने जमिनीचा पृष्ठभाग घट्ट



पकडतो. नंतर शरीराचा पाठीमागचा भाग जमिनीपासून उचलून पुढच्या भागाजवळ आणून जमिनीवर टेकवतो व जमीन घट्ट धरतो. नंतर स्पर्शक जमिनीपासून उचलून पुन्हा त्यापुढे नेऊन जमिनीवर टेकवून जमीन घट्ट धरतो व पुन्हा मागला भाग पुढे आणतो. की क्रिया वारंवार होऊन हायड्रा हळूहळू पुढे सरकत जातो.

'जेलीफिशसारख्या प्राण्यांचं शरीर छत्रीसारखं असतं. आपल्या शरीराची स्नायूंच्या साह्याने हालचाल करून जेलीफिश पाण्यात संचलन करतो.

'गोलकृमी, चापट कृमी आणि पट्टकृमी या जातींचे प्राणी परजीवी (दुसऱ्या जीवांवर उपजीविका करणारे) असतात. ते इतर प्राण्यांच्या शरीरात राहत असल्यानं त्यांच्यात संचलनाची विशेष पात्रता नसते. गोलकृमींच्या शरीरात लांबट स्नायू असतात. या स्नायूंमुळे हे कृमी आपलं शरीर वाकवू शकतात किंवा लांब करू शकतात. चापट कृमींची डिंभ पाण्यात राहतात. मिरॅसीडियम आणि सरकॅरिया हे डिंभ पक्ष्माभिकांच्या आणि शेपटीच्या हालचालीने संचलन करतात.

'ओलसर जागेत राहणाऱ्या गांडुळासारख्या प्राण्यात बाह्य आवरणाखाली गोल व लांब स्नायू असतात. या प्राण्यांना पार्श्वपाद नसतात पण शूक (लहान, राठ व ताठ केसांसारख्या रचना) असतात. गोल स्नायू आकुंचन पावले, की लांब स्नायू ताणले जातात व खंडाचं प्रसरण होतं. गोल स्नायू मूळच्या स्थितीस आलं, की लांब स्नायू मूळ स्थितीला येतात आणि खंडाचं आकुंचन होतं. अशा तऱ्हेनं काही खंड आकुंचन पावलेले असतात, तर काही लांब झालेले असतात. या क्रिया एकाआड एक होत असतात आणि यामुळे व शुकांचा टेकूसारखा आधारासाठी वापर करून गांडूळ हळूहळू पुढे सरकत असतं.

'एकूण काय, तर प्राणिमात्रांसाठी निसर्गानं जी ही पायांची योजना केली आहे, ती हालचालींसाठी, तसेच सहजपणे अन्न मिळवता यावे, आश्रयाच्या जागी पोहोचता यावं, आणि संकटसमयी पलायन करता यावं यासाठी केली आहे. माणसानं स्वतःच्या पायावर उभं राहायला शिकलं पाहिजे. पायांचा अप्रिय उपयोग निदान माणसानं तरी करू नये, म्हणजे लाथा मारू नयेत! पाय जमिनीवरच असले पाहिजेत! स्त्रीला पायीची दासी तरी निदान समजू नये! नमस्कार करण्यासारखे पाय दिसले तर जरूर वाकावं!'

आज चुलबुलला अनेक प्राण्यांच्या पायांविषयी आणि संचलनाविषयी बरीच माहिती ताई आणि बाबांकडून मिळाल्यामुळे ती ताईच्या कुशीत आनंदानं झोपी गेली.

– सायली घाग
sayalig2710@gmail.com

विज्ञान एकांकिका स्पर्धा २०२४

समाजात असलेला विज्ञानदृष्टीचा अभाव दूर करण्यासाठी आणि शालेय विद्यार्थ्यांच्या विज्ञानविषयक आकलनात मदत करण्याच्या हेतूने 'ग्रंथाली'मार्फत २८ फेब्रुवारी २०२४ रोजी दुसरी राज्यस्तरीय विज्ञान एकांकिका स्पर्धा घेण्यात येणार आहे. शिक्षणप्रणालीतील त्रुटी दूर करण्यासाठी प्रणालीच्या चौकटीत राहूनच त्या त्रुटी दूर करायच्या असतात ह्याची जाणीव ठेवून, 'विज्ञानधारा' माध्यमातून समाजप्रबोधन करताना, समाजात विज्ञानमूल्ये रुजवण्यासाठी विज्ञान एकांकिकांची ही स्पर्धा म्हणजे एका वेगळ्या दिशेने केलेला प्रयत्न आहे, शिक्षक-विद्यार्थी संवाद हा या एकांकिकांचा गाभा आहे. या संवादांमधून विज्ञानाचे विविध पैलू वाचकांसमोर उलगडत जावेत अशी अपेक्षा आहे. त्यासाठी द्विस्तरीय विज्ञान एकांकिका स्पर्धा घेण्यात याव्यात अशी एक कल्पना आहे. यासाठी विभागीय पातळीवर प्रतिसाद मिळणे गरजेचे आहे. ह्या स्पर्धेचा पहिला स्तर नागपूर, गडहिंग्लज, कोल्हापूर, अमरावती, ठाणे, पालघर या केंद्रांवर तर दुसरा स्तर मुंबईत २८ फेब्रुवारी २०२४ या विज्ञानदिनी घेण्यात येईल.

या विज्ञान एकांकिका स्पर्धा डोळ्यांसमोर ठेवूनच 'नाट्यातून विज्ञानाकडे' ही मालिका प्रसिद्ध करण्याचा संकल्प केला होता. गेल्या वर्षी स्पर्धा आयोजित करताना, बऱ्याच शाळांनी अशा प्रकारची स्क्रिप्ट कुठे मिळतील असे विचारले होते. त्यावरून ही मालिका लिहायचे ठरवले. वेळ कमी असल्यामुळे गेल्या वर्षी १६ एकांकिका असलेली एक पुस्तिका प्रसिद्ध केली व त्यावरच ती स्पर्धा पार पडली होती. सन २०२४ मध्ये विज्ञानदिनी घेण्यात येणाऱ्या ह्या स्पर्धेसाठी आता ७० एकांकिका या शरद काळे लिखित 'नाट्यातून विज्ञानाकडे' या तीन भागांमधून शाळांसमोर ठेवत आहोत. डॉ. सुधीर थत्ते आणि नंदिनी थत्ते लिखित १० एकांकिका असलेली 'विज्ञान-नाटके' ही पुस्तिकाही 'ग्रंथाली'तर्फे नुकतीच प्रकाशित करण्यात आली आहे. यात आणखीही भर घालण्याचा प्रयत्न राहीलच. एकांकिका स्पर्धेसाठी नाट्यातून विज्ञानाकडे या मालिकेतून विविध विषयांवर लिहिलेल्या एकांकिकाच सादर कराव्यात असा आग्रह अजिबात नाही. शिक्षकांनी त्यांच्या शाळेतर्फे सादर होणाऱ्या एकांकिकांचे स्क्रिप्ट स्वतः लिहिले तर त्याचे स्वागतच होईल. ग्रंथाली प्रकाशित विज्ञान एकांकिकांच्या मालिकेतील एकांकिका, विज्ञान एकांकिकांच्या स्पर्धेत सादर करायची असेल तर त्यासाठी परवानगीची आवश्यकता नाही. फक्त स्पर्धेत या मालिकेतील स्क्रिप्ट वापरले जाणार असेल, तर तसा स्पष्ट उल्लेख प्रवेश अर्जात असावा. ह्या एकांकिका सादर करताना नेपथ्य, रंगभूषा वगैरेंची आवश्यकता नाही. स्पर्धेत भाग घेणाऱ्या विद्यार्थ्यांनी शाळेच्या गणवेशात ही एकांकिका सादर केली तरी चालेल. एकांकिकेतील शिक्षकांची भूमिका विद्यार्थ्यांनी केली तरी चालेल किंवा शिक्षकांनी केली तरी चालेल. एकांकिका सादर करताना शालेय साहित्याचा वापर केला तर त्याला आयोजकांची हरकत राहाणार नाही. विज्ञानधारा एकांकिका स्पर्धेतच विज्ञान एकांकिका सादर कराव्यात असे नसून शाळांच्या वार्षिक कार्यक्रमांमध्ये किंवा सार्वजनिक कार्यक्रमांमध्येही या विज्ञान एकांकिकांचे सादरीकरण व्हावे अशी अपेक्षा आहे. त्यामुळे समाजात विज्ञानदृष्टिकोन रुजवण्याच्या प्रयत्नांना नक्कीच गती येईल. जनजागृती कार्यक्रमांमध्ये पथनाट्यांसारखे कार्यक्रम करताना ह्या एकांकिकांचा चांगला उपयोग होऊ शकेल असा विश्वास वाटतो. या स्पर्धांमध्ये भाग घेण्यासाठी आणि इतर काही चौकशी करायची असेल तर vidnyangranthali@gmail.com या ईमेलवर करावी.

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

कौस्तुभ फडके

कार्बनउत्सर्जन रोखण्यासाठी मिश्रित (ब्लेंडेड) सिमेंट

प्राचीन काळी, विविध संस्कृतींनी बांधकामासाठी सिमेंट किंवा काँक्रीटच्या जागी वेगवेगळी सामग्री वापरली. काही उदाहरणांमध्ये सूर्यप्रकाशात वाळलेल्या विटा, दगडाचे तुकडे आणि चुना मोर्टार यांचा समावेश होता. काही प्रकरणांमध्ये, प्राचीन संस्कृतींनी त्यांची मंदिरे आणि इतर संरचना बांधण्यासाठी या सामग्रीचा वापर केला होता असे दिसते. भारतातील विविध स्थापत्य स्मारके (विशेषतः प्राचीन देवळे) आपल्या वैभवशाली सांस्कृतिक वारशाचे पुरावे आहेत. बांधलेला वारसा केवळ कारागिरांच्या कलात्मक आणि तांत्रिक क्षमतांनाच नव्हे तर देशभरातील लोकांच्या आकांक्षादेखील व्यक्त करतो. तिरुसुर, केरळ येथील वडाकुमनाथन मंदिर हे भगवान विष्णूचा सहावा अवतार असलेल्या परशुरामाने सुमारे १६०० वर्षांपूर्वी बांधलेले सर्वात मोठे शिव मंदिर आहे, असे मानले जाते. मंदिराच्या चारही बाजूंनी बांधलेल्या गोपुरांवर केरळ शैलीतील वास्तुकलेसाठी आणि कारागिरीच्या वैशिष्ट्यपूर्ण कामासाठी हे मंदिर प्रसिद्ध आहे. विशुधर्मोत्तराचे चित्रसूत्र, सिलपरत्न यांसारख्या प्राचीन ग्रंथांमध्ये चुना वापरून भिंती बांधण्याविषयी सांगितले आहे. प्राचीन लिप्यांमध्ये लिहिलेल्या या ग्रंथांमधून नमूद केल्याप्रमाणे, मंदिर चुना, वाळू आणि विविध सेंद्रिय पदार्थांचा समावेश असलेल्या चुन्याच्या मोर्टारने लॅटराइट ब्लॉक्ससह बांधले गेले होते. भाजीपाल्याचा अर्क जोडून चुना मोर्टारची ताकद आणि टिकाऊपणा वाढवता येतो. पारंपरिक पद्धतीने भारतातील लोकांमध्ये स्थानिक पातळीवर उपलब्ध वनस्पती, अपरिष्कृत साखर आणि कोरड्या बियांच्या अर्कांमधून नैसर्गिक सेंद्रिय मिश्रण जोडण्याची कला विकसित झाली होती.

प्राचीन इमारती स्थानिक आणि नैसर्गिकरीत्या उपलब्ध साहित्य वापरून बांधल्या गेल्या. दगड, चुना, चिकणमाती, लाकूड, ताडाची पाने हे केरळमधील मंदिरांच्या बांधकामासाठी वापरले जाणारे काही साहित्य होते. तसेच, प्राचीन मोर्टारमध्ये विविध बाइंडर (किंवा त्यांचे मिश्रण) आणि स्ट्रक्चरची मजबुती आणि टिकाऊपणा वाढवण्यासाठी हर्बल मिश्रणासह नैसर्गिक किंवा कृत्रिम एकत्रित समावेश होत होता. कार्बोहायड्रेट, प्रथिने आणि चरबीने समृद्ध असलेल्या प्रादेशिक वनस्पती सामान्यतः चुना मोर्टार मिक्समध्ये मिसळल्या जातात. मध्य केरळमध्ये, ओंजलवल्ली, कुलमावू, कडुकाई, पणनचिकाई आणि गूळ (अपरिष्कृत साखर) या विविध प्रकारच्या औषधी वनस्पती यांचा वापर मंदिराच्या जीर्णोद्धार कार्यासाठी मिश्रण म्हणून केला जात असे. कडुकाई आणि गूळ हे कार्बनचे स्रोत म्हणून जोडले गेले होते. इतर वनस्पतींचे अर्क प्रथिने आणि चरबीने समृद्ध असतात. कार्बोनेशन मिश्रणाचे प्लॅस्टिसिटी यांसारखे विविध गुणधर्म सुधारण्यासाठी आणि कडक मोर्टारचा टिकाऊपणा वाढवण्यासाठी हे मिश्रण केले जात असे. या मोर्टारांनी भित्तिचित्रासाठी एक व्यासपीठ म्हणूनही काम केले आहे असे आढळते. म्हणजे बांधकामासाठी आधुनिक सिमेंटसदृश गोष्टींचा वापर पुरातनकाळापासून होत आहे, असे म्हणायला हरकत नाही.

सिमेंटउत्पादनासाठी जगातील स्थापित क्षमतेपैकी भारताचा वाटा ७% आहे. सध्या, भारतीय उद्योगाची स्थापित क्षमता ५३७ मेट्रिक टन प्रतिवर्ष आणि प्रत्यक्षात उत्पादन ३३४.३७ मेट्रिक टन प्रतिवर्ष आहे. पायाभूत सुविधा निर्माण आणि बांधकाम क्षेत्रातील विकसनशील देशांच्या गरजेतून आलेली सिमेंटची ही लक्षणीय मागणी प्रगतीचे द्योतक आहे. जागतिक कार्बन डायऑक्साइडच्या

उत्सर्जनातही सिमेंटक्षेत्राचा वाटा सात टक्के आहे. याचे प्रमुख कारण असे की सिमेंटउत्पादन ही ऊर्जाकेंद्रित प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये मोठ्या प्रमाणावर विजेचा आणि इतर ऊर्जेचा वापर होतो, परंतु सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे तथाकथित रासायनिक प्रक्रिया उत्सर्जनातून कार्बन डायऑक्साइड सोडला जातो. या प्रक्रिया उत्सर्जनाचा सिमेंट उद्योगाच्या एकूण कार्बन डायऑक्साइडच्या उत्सर्जनाच्या अंदाजे ६०% वाटा आहे.

ऑर्डिनरी पोर्टलँड सिमेंट (ओ.पी.सी.) हे सर्वात मुख्य सिमेंट म्हणता येईल. त्याचा वापर सर्वात अधिक आहे. पोर्टलँड क्लिंकर ह्या कच्च्या मालाचे एकसंध मिश्रण (प्रामुख्याने चुनखडी) रोटरी भट्टीत उच्च तापमानाला गरम करून तयार केले जाते. या ओ.पी.सी. सिमेंटमध्ये ९५% ग्राउंडेड क्लिंकर आणि ५% जिप्सम (कॅल्शियम सल्फेट) यांचे मिश्रण असते. कार्बन डायऑक्साईडचे उत्सर्जन हे सिमेंट उत्पादनात वापरल्या जाणार्या क्लिंकरच्या प्रमाणाशी समप्रमाणात असते. पोर्टलँड सिमेंटमध्ये (ओ.पी.सी.) ट्राय आणि डिकॅल्शियम सिलिकेट, ट्रायकॅल्शियम ॲल्युमिनेट आणि टेट्राकॅल्शियम ॲल्युमिनो फेराइट, जिप्सम यांचा सम वेश होतो. त्यात चिकट आणि एकसंध गुणधर्म आहेत आणि ते पाण्याच्या उपस्थितीत खनिज तुकड्यांना एकत्र बांधण्यास सक्षम आहे, जेणेकरून दगडी बांधकामाचे सतत एकसंध वस्तुमान तयार होतो.

पोर्टलँड सिमेंट अठराव्या शतकाच्या मध्यापासून ब्रिटनमध्ये तयार केलेल्या नैसर्गिक सिमेंटपासून विकसित केले गेले. त्याचे नाव पोर्टलँड दगडावरून प्राप्त झाले आहे. पोर्टलँड दगड हा बांधकामासाठी वापरला जाणारा एक प्रकारचा कठीण दगड असून तो इंग्लंडमधील डोरसेट येथील पोर्टलँड बेटावर उत्खननात मिळाला होता. जोसेफ स्पडिन यांना पोर्टलँड सिमेंटच्या शोधाचेश्रेय दिले जाते. त्यांना यासाठीचे पेटंट सन १८२४ मध्ये मिळाले होते. एस्पडिनचे सिमेंट आधुनिक पोर्टलँड सिमेंटसारखे अजिबात नव्हते, परंतु आधुनिक पोर्टलँड सिमेंटच्या विकासातील ते पहिले पाऊल होते. आता त्याला प्रोटो म्हणजे ऑर्डिनरी पोर्टलँड सिमेंट असे म्हटले जाते.

पोर्टलँड सिमेंटचा वापर काँक्रीटच्या निर्मितीमध्ये होतो. काँक्रीट ही एक संमिश्र सामग्री असून त्यात रेती आणि वाळू, सिमेंट आणि पाणी असते. बांधकामसाहित्य म्हणून, काँक्रीट जवळजवळ कोणत्याही इच्छित आकारात बनवले जाऊ शकते. त्यातील पाण्याचा अंश निघून गेला की ते अतिशय कठीण असे संरचनात्मक (लोड बेअरिंग) घटक बनू शकते. काँक्रीटचा वापर पॅनेल, बिम आणि रस्ते यांसारख्या संरचनात्मक घटकांच्या बांधकामात केला जाऊ शकतो. रस्ते आणि धरणांसारख्या महत्त्वाच्या संरचनांसाठी जागेवरच त्याचे साचे बनवले जातात. प्रत्यक्ष बांधकामाच्या जागी ते मिश्रित काँक्रीटसह पुरवले जाऊ शकते किंवा मिक्सिंग साइटवर बनवलेले 'रेडी-मिक्स्ड' काँक्रीट बांधकामाच्या जागी पुरवले जाऊ शकते. अशा रेडी मिक्स सिमेंटचे टँकर आपण शहरात येजा करताना नेहमी पाहतो. पोर्टलँड सिमेंटचा वापर मोर्टारमध्ये (फक्त वाळू आणि पाण्यासह), प्लास्टर आणि स्क्रिडसाठी आणि ग्रॉउट्समध्ये (पाया, रस्ता-बेड, इत्यादी मजबूत करण्यासाठी अंतरांमध्ये पिळून टाकलेले सिमेंट/पाणी मिश्रण) मध्येदेखील केला जातो.

कार्बन डायऑक्साइड उत्सर्जन कमी करण्यासाठी उपाय

सिमेंटउत्पादन प्रक्रियेत कार्बन डायऑक्साइडचे उत्सर्जन कमी करण्यासाठी अनेक आयाम आहेत. हे साध्य करण्याचा एक मार्ग म्हणजे मिश्रित सिमेंटचा वापर. मिश्रित सिमेंट पोर्टलँड क्लिंकरना इतर पूरक सिमेंटिशिअस पदार्थ (एससीएम), लाकूड किंवा कोळशाची राख (फ्लाय ॲश) आणि स्टील तयार करणाऱ्या झोतभट्टीतील दाणेदार मळी (ग्रेन्युलेटेड ब्लास्ट फर्नेस स्लॅग) यांसारख्या बारीक दळलेल्या पदार्थांचे (ग्राउंड मटेरियलचे) मिश्रण करून बनवले जाते. क्लिंकरमधील घटकांमध्ये असे आंशिक बदल केले तर ह्या महाग आणि ऊर्जा आणि उत्सर्जन-केंद्रित सिमेंटच्या घटकाचा वापर कमी करून निर्माण होणाऱ्या सिमेंटची प्रत सुधारते.

भारतीय मानक ब्युरोद्वारे (ब्युरो ऑफ इंडियन स्टँडर्ड्स-बी.आय.एस.) मंजूर केलेले मुख्यत: तीन मिश्रित सिमेंट आहेत, पी.पी.सी. (पोर्टलँड पोझोलोना सिमेंट), पी.एस.सी. (पोर्टलँड स्लॅग सिमेंट) आणि सी.सी. (कंपोझिट सिमेंट).

क्रमांक	गुणधर्म	ओपीसी	पीपीसी	पीएससी	सीसी
१	पाण्यात मिसळल्यानंतर निर्माण होणारी उष्णता	उच्च	तुलनेने कमी	तुलनेने कमी	तुलनेने कमी
२	पारगम्यता (permeability)	उच्च	तुलनेने कमी	तुलनेने कमी	तुलनेने कमी
३	दीर्घकालीन शक्ती	साधारण	तुलनेने अधिक	तुलनेने अधिक	तुलनेने अधिक
४	आकुंचनक्षमता	उच्च	तुलनेने कमी	तुलनेने कमी	तुलनेने कमी
५	अल्कली प्रतिसाद	कमी रोधक	तुलनेने अधिक रोधक	तुलनेने अधिक रोधक	तुलनेने अधिक रोधक
६	सल्फेटचा धोका	कमी रोधक	तुलनेने अधिक रोधक	तुलनेने लक्षणीय अधिक रोधक	तुलनेने अधिक रोधक
७	क्लोराइडमुळे निर्माण होणारा गंज	कमी रोधक	तुलनेने अधिक रोधक	तुलनेने अधिक रोधक	तुलनेने अधिक रोधक
८	कार्बोनेशनमुळे निर्माण होणारा गंज	तुलनेने अधिक रोधक	कमी रोधक पण स्वीकारार्ह	कमी रोधक पण स्वीकारार्ह	कमी रोधक पण स्वीकारार्ह

गुणवत्ता आणि पर्यावरणीय फायद्यांवर आधारित निकषांनुसार ओपीसीच्या तुलनेत मिश्रित सिमेंट अधिक कार्यक्षमदेखील आहेत. गुणवत्ता मापदंडांमध्ये हायड्रेशन, मायक्रोस्ट्रक्चर आणि पारगम्यता, रिऑलॉजी आणि कार्यक्षमता, सामर्थ्य विकास, संकोचन (रासायनिक, ऑटोजेनस आणि कोरडेपणासह), क्रॅक, लीचिंग, अल्कली-एकूण प्रतिक्रिया, सल्फेट हल्ला, मजबुतीकरण, गंज, बांधकाम आणि वापराची दीर्घकालीन टिकाऊपणा यांचा समावेश आहे. उच्च शक्ती काँक्रीट तयार करताना, पुढील तक्त्यावरून ऑर्डिनरी पोर्टलँड सिमेंट (ओ.पी.सी.) पेक्षा मिश्रित सिमेंट कसे वरच्या दर्जाचे आहे, याची कल्पना येईल.

या तक्त्यात पीपीसीच्या बाबतीत, फ्लाय ॲश ओपीसीमध्ये स्वतंत्रपणे मिसळल्यास कार्यक्षमता वाढते. परंतु राखेबरोबर एकत्र बारीक केल्यास अधिक पाणी लागते. हे सर्व निष्कर्ष मिश्रित सिमेंटसह आणि त्याशिवाय तयार केलेल्या काँक्रीटच्या कार्बनीकरण खोलीवर आधारित आहे. तथापि, गंज दरावर कार्बन डायऑक्साइडच्या प्रमाणाचा प्रभाव समजण्यासाठी सर्वसमावेशक अभ्यास आवश्यक आहे.

तक्त्यात दर्शवलेल्या गुणांव्यतिरिक्त, मिश्रित सिमेंटचा हरित बांधकाम पद्धतींकडे वाढणाऱ्या प्रवृत्तीवर खूप परिणाम झाला आहे. मिश्रित सिमेंटमध्ये बांधकामादरम्यान पाणी-सिमेंटचे प्रमाण कमी असते, त्यामुळे पाण्याची बचत होते. उत्पादनामध्ये औष्णिक आणि स्टील उद्योगांमधील टाकाऊ उत्पादनांचादेखील वापर केला जातो, त्यामुळे चुनखडी, चिकणमाती आणि सिलिका यांसारख्या नैसर्गिक संसाधनांचे संरक्षण होते, तसेच कार्बन डायऑक्साइडचे उत्सर्जनही लक्षणीयरीत्या कमी होते.

वर्तमान परिस्थिती

भारतात, मिश्रित सिमेंटच्या उत्पादनात एकाचवेळी वाढ होऊन ओ.पी.सी.चे उत्पादन सतत घटत आहे. सध्या, ओ.पी.सी.च्या २७% च्या तुलनेत मिश्रित सिमेंटचा वापर ७३% आहे. मिश्रित सिमेंटचा वापर जगातील सर्व खंडांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर स्वीकारला जातो आणि प्रमाणित केला जातो. तथापि, फ्लाय ॲश आणि स्लॅगची उपलब्धता दोन्ही कमी झाल्यास मिश्रित उत्पादनाचे भविष्य आव्हानात्मक असेल. लोखंड आणि पोलाद उद्योग मोठ्या प्रमाणावर वापरल्या जाणाऱ्या झोतभट्ट्यांकडून भंगार-आधारित विद्युत प्रत्यंचा भट्टी (इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस) आणि हायड्रोजन भट्ट्यांवर आधारित उत्पादनाकडे झुकत आहे.

ऊर्जाक्षेत्रदेखील कोळशावर चालणाऱ्या ऊर्जा-प्रकल्पांपासून अक्षय, जीवाश्म नसलेल्या स्रोतांकडे वळत आहे, ज्यामुळे भविष्यात कोळशाच्या किंवा लाकडाच्या राखेच्या उपलब्धतेवर परिणाम होईल. त्यातल्या त्यात दिसणारा आशेचा किरण म्हणजे विविध प्रकारचे मिश्रित सिमेंट, म्हणजे पोर्टलँड कंपोझिट सिमेंट, फ्लाय ॲश आणि चुनखडी (पीसीसी), पोर्टलँड लाइमस्टोन सिमेंट (पीएलसी), पोर्टलँड डोलोमिटिक लाइमस्टोन सिमेंट (पीडीसी), मल्टि-कम्पोनेंट मिश्रित सिमेंट आणि लाइमस्टोन कॅलसाइंड क्ले सिमेंट (एल.सी.३) हे सर्व आता भारतात

विकासाच्या वेगवेगळ्या टप्प्यांवर आहेत. त्यामुळे त्यांची उपलब्धता वाढेल. ब्यूरो ऑफ इंडियन स्टँडर्डची मंजुरी मिळाल्यानंतर नवीन मिश्रित सिमेंटचे व्यापारीकरण करण्याची खूप गरज आहे. नॅशनल कौन्सिल फॉर सिमेंट अँड बिल्डिंग मटेरिअल्समध्ये नवीन मिश्रित सिमेंटच्या क्षेत्रातही व्यापक संशोधन केले जात आहे.

मिश्रित सिमेंटची बाजारपेठ मोठ्या प्रमाणात वाढत्या शहरीकरणामुळे चालते. निवासी आणि व्यावसायिक बांधकाम क्षेत्र मिश्रित सिमेंटच्या प्रमुख ग्राहकांपैकी एक आहे, कारण त्यात मोठी गुंतवणूक होत आहे. याशिवाय, उत्तम दर्जाच्या सिमेंटला मोठ्या प्रमाणात मागणी आहे, कारण ते अधिक टिकाऊपणा आणि ताकद देते, ज्यामुळे मिश्रित सिमेंटच्या वाढीस हातभार लागतो. आपण यातून सिमेंट उद्योगातील कार्बन डायऑक्साइडच्या पाऊलखुणा कमी करतो, याची खात्री करणे हे शाश्वत भविष्य घडवण्यासाठी महत्त्वपूर्ण ठरेल.

आर्थिक आणि तांत्रिकदृष्ट्या व्यवहार्य उत्सर्जन कमी करण्याची सर्वोच्च क्षमता असूनही, कारखान्यात उत्पादित-मिश्रित सिमेंटचा वापर अजूनही त्याच्या क्षमतेपेक्षा कमी आहे. अधिकतर ग्राहक पूरक सिमेंटीशिअस मटेरियलचे साइट-आधारित मिश्रण पसंत करतात. ते कधी कधी एकसमान आणि वैज्ञानिक नसते. मिश्रित सिमेंटचा वापर महत्त्वाचा आहे, कारण या प्रकारचे सिमेंट पर्यावरणास अनुकूल आणि क्लिंकर आणि ऊर्जेच्या कमी गरजेमुळे उत्पादनासाठी अधिक किफायतशीर आहे.

ग्लोबल सिमेंट आणि काँक्रीट असोसिएशनच्या पुढाकाराने, सन २०२१ मध्ये, नेट झीरो काँक्रीटसाठी (शून्य कार्बनउत्सर्जन) भविष्यातील काँक्रीट निश्चित करून त्यासाठी सन २०५०पर्यंतचा सिमेंट आणि काँक्रीटउद्योग आराखडा प्रसिद्ध केला आहे. सविस्तर आराखड्यात जागतिक हवामान उद्दिष्टांच्या अनुषंगाने सिमेंट आणि काँक्रीटउद्योग सन २०५०पर्यंत पूर्णपणे डिकार्बोनाइज करण्यासाठी मार्ग, टप्पे आणि येणाऱ्या संभाव्य आव्हानांवर मात कशी करायची यावर योजना आखण्यात आली आहे.

मिश्रित सिमेंटशी संबंधित येणाऱ्या संभाव्य आव्हानांमध्ये पुढील मुद्दे समाविष्ट आहेत.

- वाढते क्लिंकर प्रतिस्थापन (सबस्टिट्यूशन)- फ्लाय ॲश, कॅलक्लाइंड क्ले, ग्राउंड ग्रॅन्युलेटेड ब्लास्ट फर्नेस स्लॅग (GGBS), आणि ग्राउंड लाइमस्टोन यांचा यात समावेश आहे. यांची वाढीव मागणी कशी पूर्ण करता येईल?
- जीवाश्मइंधनाची कपात आणि पर्यायी इंधनाचा वाढलेला वापर
- पोर्टलँड क्लिंकर सिमेंटसाठी भविष्यातील पर्याय-

या आराखड्यानुसार, मिश्रित सिमेंटची भविष्यात महत्त्वाची भूमिका राहणार आहे. सिमेंट किंवा काँक्रीट प्लांटमध्ये, राख, जी.जी.बी.एस, ग्राउंड लाइमस्टोन आणि कॅलसाइंड क्ले यासारखी इतर सामग्री, कमी कार्बन डायऑक्साइड उत्सर्जनासह काँक्रीट वितरीत करण्यासाठी वापरली जाऊ शकते. येत्या दशकात, फ्लाय ॲश आणि जी.जी.बी. एस.च्या कमी झालेल्या पुरवठ्याची भरपाई करण्यासाठी आणि क्लिंकरचे प्रमाण आणखी कमी करण्यासाठी इतर एस.सी.एम.चा (ग्राउंड लाइमस्टोन, कॅलसाइंड क्ले इत्यादी) वापर वाढवला जाईल.

असोसिएशनचा आराखडा हे धोरण ठळकपणे मांडते. यासाठी संक्रमण सक्षम करण्यात मदत करण्यासाठी सरकार आणि इतर भागधारकांकडून आवश्यक असलेले समर्थन अपेक्षित आहे. म्हणून, मिश्रित सिमेंटचा वापर अधिक महत्त्वाचा बनतो, कारण हे सिमेंट उत्तम दर्जाचे असून (विशेषत: कठोर वातावरणात) क्लिंकर आणि ऊर्जेच्या कमी गरजांमुळे ते उत्पादनासाठी पर्यावरणास अनुकूल आणि किफायतशीर असते.

उज्ज्वल भविष्यासाठी

मिश्रित सिमेंटचा भारतात ७३% आणि ओ.पी.सी.चा २३% वाटा आहे; तथापि, ग्लोबल सिमेंट काँक्रीट असोसिएशनच्या आराखड्यात नमूद केलेल्या उपाययोजनांच्या अंमलबजावणीत, भारतामध्ये ओपीसी उत्पादन आणखी कमी करण्याची क्षमता आहे. यामुळे जगाला सिमेंट उद्योगासाठी पर्यावरणपूरक आणि शाश्वत पर्याय प्रदान करण्यावर मोठाच प्रभाव पडू शकेल. ग्लोबल सिमेंट अँड काँक्रीट असोसिएशन इंडियाने अलीकडेच 'मिश्रित सिमेंट - ग्रीन, ड्युरेबल आणि सस्टेनेबल' हा अहवाल प्रसिद्ध केला आहे, जो ऑर्डिनरी पोर्टलँड सिमेंटपेक्षा (OPC) विविध

मिश्रित सिमेंट प्रकारांचे फायदे अधोरेखित करतो. हा रिपोर्ट राष्ट्रीय सिमेंट आणि इमारत साहित्य परिषद यांच्या संयुक्त सहभागातून तयार केला आहे. ग्लोबल सिमेंट अँड काँक्रीट असोसिएशनने या अंतिम उद्दिष्टाशी संरेखित करण्यासाठी धोरणे आखून सरकार त्यांची भूमिका कशी निभावू शकते, हे अधोरेखित करण्यासाठी सक्रिय भूमिका बजावण्याचा संकल्प केला आहे.

सिमेंट उद्योगाचे भवितव्य अनेक प्रमुख घटकांमुळे ठरणार आहे असे या चर्चेवरून जाणवते. सिमेंटच्या भविष्यावर प्रभाव टाकू शकणारे काही महत्त्वाचे पैलू असे असतील–

- शाश्वतता आणि कार्बन घट : सिमेंटउद्योगावर त्याचा कार्बन फूटप्रिंट आणि एकूणच पर्यावरणीय प्रभाव कमी करण्यासाठी दबाव वाढत आहे. सिमेंटच्या भविष्यात, प्रदूषणविरहित तंत्रज्ञानाचा अवलंब करणे, पर्यायी इंधन आणि कच्चा माल वापरणे आणि हरितगृहवायूउत्सर्जन कमी करण्यासाठी कार्बन कॅप्चर आणि स्टोरेज प्रणाली लागू करणे यावर भर दिला जाईल. कमी–कार्बन उत्सर्जनाचे सिमेंट विकसित करण्यासाठी आणि कार्बन–न्यूट्रल किंवा कार्बन–निगेटिव्ह सिमेंट उत्पादन पद्धतींचा शोध घेण्याच्या दिशेने संशोधन आणि विकासाचे प्रयत्न केले जातील.
- डिजिटलायझेशन आणि ऑटोमेशन : सिमेंटउद्योगाची कार्यक्षमता वाढवण्यासाठी, उत्पादनप्रक्रिया जास्तीत जास्त किफायती करण्यासाठी आणि गुणवत्ता नियंत्रण सुधारण्यासाठी डिजिटलायझेशन आणि ऑटोमेशन स्वीकारत राहील. कृत्रिम बुद्धिमत्ता, डेटा ॲनालिटिक्स आणि इंटरनेट ऑफ थिंग्ज ही आधुनिक तंत्रज्ञाने सिमेंट उत्पादन, पुरवठा साखळी व्यवस्थापन आणि देखभाल क्रियाकलापांवर देखरेख आणि किफायतशीर करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतील.
- चक्रीय अर्थव्यवस्था आणि अपशिष्ट वापर : चक्रीय अर्थव्यवस्थेच्या संकल्पनेला सिमेंटउद्योगात अधिक महत्त्व प्राप्त होईल. पारंपरिक संसाधनांवरील अवलंबित्व कमी करून पर्यायी कच्चा माल किंवा इंधन म्हणून इतर उद्योगांमधील टाकाऊ पदार्थ आणि उप–उत्पादने वापरण्यावर सिमेंट उद्योग अधिकाधिक लक्ष केंद्रित करतील. हा दृष्टिकोन अपशिष्ट निर्मिती कमी करण्यास, नैसर्गिक संसाधनांचे संरक्षण करण्यास आणि अधिक टिकाऊ आणि कार्यक्षम सिमेंट उत्पादन प्रक्रियेत योगदान देण्यास मदत करेल.
- पायाभूत सुविधांचा विकास आणि शहरीकरण : जागतिक शहरीकरण जसजसे वाढत आहे, तसतशी सिमेंटची मागणी वाढतच राहणार आहे. सिमेंट–उद्योगाचे भवितव्य रस्ते, पूल, इमारती आणि इतर पायाभूत सुविधा प्रकल्पांच्या बांधकामासह पायाभूत सुविधांच्या विकासाशी निगडित असेल. उच्च लोकसंख्या वाढ दर आणि शहरीकरण दर असलेल्या उदयोन्मुख अर्थव्यवस्था सिमेंट बाजारपेठेत महत्त्वपूर्ण योगदान देतील.
- प्रगत बांधकामतंत्र : सिमेंटउद्योग प्रगत बांधकामतंत्र आणि साहित्याचा अवलंब करत असेल. यामध्ये प्रीफॅब्रिकेटेड घटकांचा वापर, मॉड्युलर बांधकाम पद्धती आणि उच्चकार्यक्षम काँक्रीटचा समावेश असू शकतो. या प्रगतीचा उद्देश बांधकाम कार्यक्षमता सुधारणे, खर्च कमी करणे आणि संरचनांची टिकाऊपणा वाढवणे आहे.
- बाजारातील गतिशीलता आणि प्रादेशिक भिन्नता बदलणे : जागतिक सिमेंट बाजार आर्थिक परिस्थिती, धोरण आणि स्थानिक बांधकाम मागणी यासारख्या घटकांवर आधारित प्रादेशिक फरकांच्या अधीन आहे. उदयोन्मुख बाजारपेठेतील वाढ, पायाभूत सुविधांमधील गुंतवणूक आणि विविध प्रदेशांमधील सिमेंटवापराच्या पद्धतींमध्ये बदल यासारख्या बाजारातील गतिशीलता बदलून सिमेंटउद्योगाचे भविष्य प्रभावित होईल.

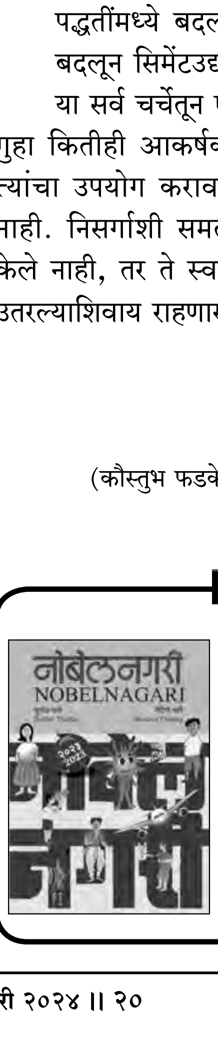
या सर्व चर्चेतून एक गोष्ट निश्चित आहे, की निसर्गातील गुहा कितीही आकर्षक वाटल्या तरी रोजच्या राहण्यासाठी त्यांचा उपयोग करावा, असे कुणाला स्वप्नातही वाटणार नाही. निसर्गाशी समतोल राखणारी घरे व इतर बांधकाम केले नाही, तर ते स्वप्न पुन्हा एकदा माणसाच्या वास्तवात उतरल्याशिवाय राहणार नाही!

– कौस्तुभ फडके

kaustubh.phadke@gmail.com

(कौस्तुभ फडके हे ग्लोबल सिमेंट काँक्रीट असोसिएशनच्या भारतीय शाखेचे प्रमुख आहेत.)

ग्रंथाली



नोबेलनगरी २०२३

सुधीर थत्ते– नंदिनी थत्ते

नोबेल पुरस्कार विजेत्या शोधांची गोष्टीरूपाने वैज्ञानिक माहिती देणारा उपक्रम.

मूल्य १०० रु.   सवलतीत ६० रु.

नरेंद्र गोळे

द्रष्टा शास्त्रज्ञ - डॉ. विक्रम साराभाई

डॉ. विक्रम साराभाई

''कुणीही नेता नसतो आणि कुणीही नेला जात नसतो. पुढारी म्हणूनच ओळख करून द्यायची असेल तर, उत्पादक म्हणून करून देण्याऐवजी जोपासक म्हणून करून द्यावी. तो जमिनीची मशागत करतो. बीज रुजण्यास, वाढण्यास, पोषक वातावरण निर्माण करतो, पर्यावरण घडवतो. स्वतः पुढारी असल्याचे पटवून देण्याची निकडीची गरज नसलेल्या, उदार व्यक्ती त्याकरता हव्या आहेत.''

- विक्रम साराभाई

भारतीय अवकाश कार्यक्रमापासून विक्रम साराभाईंचे नाव विलग करणे अशक्यच आहे. त्यांनीच भारतास अवकाश संशोधनाच्या जागतिक नकाशावर आणले. मात्र त्यांनी इतर क्षेत्रांतही तेवढेच पायाभूत कार्य केले आहे. वस्त्रोद्योग, औषधनिर्मिती, अणुऊर्जा, विजकविद्या आणि इतर अनेक क्षेत्रांत त्यांनी निरंतर कार्य केले आहे.

साराभाईंच्या व्यक्तिमत्त्वातील सर्वात लक्षणीय पैलू म्हणजे त्यांच्या स्वारस्यांचा विस्तृत पल्ला होय. संकल्पनांचे रूपांतरण संस्थांत घडवण्याची त्यांची शैलीही अपूर्वच आहे. आजच्या सशक्त इस्रोचे जनकही तेच आहेत. ते एक सर्जनशील शास्त्रज्ञ होते. यशस्वी आणि दूरदृष्टीचे उद्योजक होते. सर्वोच्च कोटीचे संशोधक होते. थोर संघटक होते. आगळे शिक्षणशास्त्री होते. कलेचे मर्मज्ञ होते. सामाजिक बदलांचे उद्यमी होते. पथदर्शी व्यवस्थापन प्रशिक्षक होते. आणखीही बरेच काही होते.

मात्र, सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे, हे सर्व असूनही ते एक सहृदय व्यक्ती होते. त्यांच्यात इतरांप्रती करुणा ओतप्रोत भरलेली असे. त्यांच्या संपर्कात येणाऱ्या प्रत्येक व्यक्तीवर जादू करून तिला ते आपलेसे करून टाकत.

ते स्वप्ने पाहत असत. त्यांच्यापाशी अपार कष्ट करण्याचे अतुलनीय सामर्थ्य होते. ते द्रष्टे होते. ते संधी पाहू शकत. नसलेल्या संधी निर्माण करू शकत. साराभाईंबाबत असे निरीक्षण नोंदवतात, की त्यांच्याकरता आयुष्याचे उद्दिष्ट आयुष्यासच स्वप्न बनवणे आणि मग ते साकार करणे हे होते. शिवाय साराभाईंनी इतर अनेकांनाही स्वप्ने पाहायला शिकवले. ती साकार करायला शिकवले. भारताच्या अवकाशकार्यक्रमाचे यश हे त्याचे प्रमाणपत्रच आहे. साराभाई एक संशोधक-शास्त्रज्ञ आणि दूरदृष्टीचे उद्योग संघटक व कल्पक संस्थानिर्माते ह्या दोहोंचे एक विरळ मिश्रण होते. देशाच्या आर्थिक, शैक्षणिक आणि सामाजिक उन्नतीकरता त्यांनी अनेक संस्था निर्मिल्या. त्यांना अर्थशास्त्र आणि व्यवस्थापनशास्त्रांतील कौशल्यांची उत्तम जाण होती. कुठलीही समस्या त्यांच्याकरता किरकोळ नव्हती. त्यांचा बहुतांशी वेळ संशोधनकार्यातच व्यतीत होत असे. त्यांच्या अकाली मृत्यूपर्यंत ते संशोधनकार्यांवर देखरेख करत राहिले. त्यांच्या

देखरेखीखाली अनेक व्यक्तींनी पीएच.डी. पदवी प्राप्त केली. साराभाईंनी वैयक्तिकरीत्या आणि आपल्या सहकाऱ्यांच्या सोबत मिळून अनेक शोधनिबंध राष्ट्रीय नियतकालिकांत प्रकाशित केले होते.

असे सांगितले जाते, की संघटनेतील पदनिरपेक्ष कुणीही, कोणत्याही दडपणाविना आणि कोणत्याही न्यूनतेच्या भावनेविना साराभाईंना भेटू शकत असे. ते त्या व्यक्तीस बसवून घेत असत. समानतेने वागवत. त्यांचा वैयक्तिक प्रतिष्ठेवर विश्वास होता. इतर व्यक्तींची प्रतिष्ठाही ते सांभाळत असत. कामे करायच्या अधिक चांगल्या आणि कार्यक्षम उपायांचा ते सदैव शोध घेत असत. जे काही ते करायचे, ते सर्जनशील असायचे. तरुण व्यक्तींची ते पराकोटीची काळजी करत असत. त्यांच्या सामर्थ्यांवर त्यांना प्रचंड विश्वास असे. त्यांना संधी आणि स्वातंत्र्य पुरवण्यास ते नेहमीच तयार असत.

विक्रम साराभाईंचा जन्म १२ ऑगस्ट १९१९ रोजी अहमदाबादेतील एका सधन कुटुंबात झाला. त्यांच्या वंशपरंपरागत घरातच त्यांचे बालपण गेले. आयुष्याच्या निरनिराळ्या क्षेत्रांतील महत्त्वाचे लोक तिथे भेटी देत असत. ह्याचा साराभाईंच्या व्यक्तिमत्त्वविकासावर महत्त्वाचा परिणाम झाला होता. त्यांच्या वडिलांचे नाव अंबालाल होते आणि आईचे सरलादेवी. मादाम मारिया माँटेसरी ह्यांच्या धर्तीवर, त्यांच्या आई सरलादेवींनी काढलेल्या शाळेत त्यांचे सुरुवातीचे शिक्षण झाले. गुजरात महाविद्यालयातून इंटरमिजिएट सायन्सची परीक्षा पूर्ण केल्यावर, १९३७ मध्ये ते ब्रिटनमधील केंब्रिज येथे गेले. तेथून १९४० मध्ये त्यांनी नॅचरल सायन्सेसमधील ट्रायपॉस परीक्षाही पार केली. दुसऱ्या महायुद्धाच्या सुरुवातीस ते भारतात परतले आणि बंगळुरूच्या इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्समध्ये (आय.आय.एससी.) रुजू झाले. तिथे ते सी.व्ही रमण ह्यांच्या देखरेखीखाली विश्वकिरणांवर संशोधन करू लागले. 'टाइम डिस्ट्रिब्युशन ऑफ कॉस्मिक रेज' हा त्यांचा पहिला शोधनिबंध त्यांनी इंडियन अकॅडमी ऑफ सायन्सेसच्या प्रोसिडिंग्जमध्ये प्रकाशित केला. १९४० ते १९४५ दरम्यानच्या साराभाईंच्या विश्वकिरणांवरील कामात विश्वकिरणांच्या कालसापेक्ष बदलांवर गायगर-मुल्लर गणकांच्या साहाय्याने बंगळुरू येथे आणि काश्मिरी हिमालयातील उच्चस्तरीय स्थानांवर केलेला अभ्यासही समाविष्ट आहे. युद्धसमाप्तीनंतर त्यांचा विश्वकिरण भौतिकशास्त्रातील पीएच. डी.चा अभ्यास पूर्ण करण्यासाठी ते केंब्रिजला गेले. १९४७ मध्ये त्यांना केंब्रिज विद्यापीठाकडून त्यांच्या, 'कॉस्मिक रे इन्व्हेस्टिगेशन इन ट्रॉपिकल लॅटिट्युड्स' ह्या शोधनिबंधाकरता, पीएच.डी. प्रदान करण्यात आली. युरेनियम-२३८च्या, ६२ लाख विजकव्होल्ट ऊर्जेच्या गॅमा किरणांच्या साहाय्याने केलेल्या, प्रकाशकीय विदलनाच्या छेदाचे अचूक मापनही, त्यांनी पीएच.डी. शोधनिबंधाचा एक भाग म्हणून पूर्ण केले होते. पीएच.डी. मिळाल्यानंतर ते भारतात परतले आणि आपले विश्वकिरण भौतिकशास्त्रातील संशोधन पुढे सुरू केले. भारतात त्यांनी आंतरग्रहीय अवकाशांचा अभ्यास केला. सौर-अवकाशीय संबंधांचा आणि भूचुंबकीय शक्तींचाही अभ्यास केला.

साराभाई एक थोर संस्थासंघटक होते. त्यांनी विविध क्षेत्रांतील मोठ्या संख्येतील संस्था एक तर स्वतःच उभारल्या आहेत किंवा त्या उभारण्यास हातभार लावलेला आहे. साराभाईंनी ज्या संस्था उभारण्यास हातभार लावला त्यातील पहिली संस्था होती, अहमदाबाद टेक्सटाईल इंडस्ट्रीज रिसर्च असोसिएशन (ए.टी.आय.आर.ए.). विश्वकिरण भौतिकशास्त्रातील पीएच.डी.चा अभ्यास पूर्ण करून केंब्रिजहून परतल्यावर लगेचच त्यांनी हे काम पत्करलेले होते. वस्त्रोद्योग तंत्रज्ञानातील कुठलेही औपचारिक शिक्षण त्यांनी घेतलेले नव्हते. ए.टी.आय.आर.ए.ची स्थापना ही भारतातील वस्त्रोद्योग क्षेत्राच्या आधुनिकीकरणातील एक महत्त्वाची पायरी होती. त्या काळी बहुसंख्य कापड गिरण्यांत गुणवत्तादर्जानियंत्रणाची कुठलीच तंत्रे वापरली जात नसत. ए.टी.आय.आर.ए.मध्ये साराभाईंनी असे वातावरण निर्माण केले, की निरनिराळ्या शाखांतील, निरनिराळ्या गटांत परस्परविचारविनिमय होऊ शकेल, ज्यामुळे नव्या संकल्पनांचा उदय होऊ शकेल. संस्थेकरता कर्मचारी निवडताना त्यांनी अनुभवाच्या अर्हतेकडे हेतूपूर्वक दुर्लक्ष केले. साराभाईंनी निर्माण केलेल्या आणि सांभाळलेल्या विविध संस्थांना परस्परांच्या अनुभवांचा आणि तंत्रांचा लाभ मिळत असे. साराभाईंनी निर्माण केलेल्या त्यातील सर्वात प्रसिद्ध अशा काही संस्था पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. फिजिकल रिसर्च लॅबोरेटरी (पी.आर.एल.), अहमदाबाद
२. इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ मॅनेजमेंट (आय.आय.एम.), अहमदाबाद
३. कम्युनिटी सायन्स सेंटर, अहमदाबाद
४. दर्पण अकॅडमी ऑफ परफॉर्मिंग आर्ट्स, अहमदाबाद (पत्नीसोबत मिळून)
५. विक्रम साराभाई स्पेस सेंटर, थिरुवअनंतपुरम
६. स्पेस ॲप्लिकेशन्स सेंटर, अहमदाबाद (साराभाईंनी निर्माण केलेल्या सहा संस्था/ केंद्रे एकत्र करून ही संस्था निर्माण झाली)
७. फास्ट ब्रीडर टेस्ट रिॲक्टर (एफ.बी.टी.आर.), कलपक्कम
८. व्हेरायबल एनर्जी सायक्लॉट्रॉन प्रोजेक्ट, कोलकाता

९. इलेक्ट्रॉनिक्स कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया (ई.सी.आय.एल.), हैदराबाद

१०. युरेनियम कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया (यू.सी.आय.एल.), जादुगुडा, बिहार

जानेवारी १९६६ मध्ये होमी भाभा ह्यांचा मृत्यू झाल्यानंतर साराभाईंकडे अणुऊर्जा आयोगाच्या अध्यक्षपदाची जबाबदारी सुपूर्द करण्यात आली. त्या वेळी ते प्रामुख्याने तीन क्षेत्रांत कार्यरत होते. त्यांच्याच शब्दांत सांगायचे तर, ''सध्या मी तीन क्षेत्रांतील मूलभूत जबाबदाऱ्या सांभाळत आहे. पहिली म्हणजे, फिजिकल रिसर्च लॅबोरेटरीचा संचालक म्हणून आणि विश्वकिरण भौतिकीचा प्राध्यापक म्हणून. इथे मी माझे संशोधनही पूर्ण करत आहे आणि पीएच.डी.च्या विद्यार्थ्यांना मार्गदर्शनही करत आहे. दुसरी, इंडियन नॅशनल कमिटी फॉर स्पेस रिसर्च प्रोग्रॅमचा अध्यक्ष, तसेच प्रोजेक्ट फॉर द डेव्हलपमेंट ऑफ रॉकेटस अँड स्पेस टेक्नॉलॉजीचा प्रमुख म्हणून. तिसरी म्हणजे, विशेषतः रसायने आणि औषधनिर्मितीभोवती केंद्रित असलेल्या, आमच्या कुटुंबाच्या व्यापार क्षेत्रातील स्वारस्याच्या लक्षणीय भागाची धोरणनिर्मिती, संचालन, संशोधन, नियोजन आणि मूल्यांकन.'' अमेरिकेतील मॅसॅच्युसेटस इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजीच्या लॅबोरेटरी ऑफ न्युक्लिअर सायन्सेसशीही त्यांचे नियमित स्वरूपाचे संबंध होते. असे असूनही देशाच्या सेवेखातर साराभाई, कोणतीही नवी जबाबदारी हाती घेण्यापासून स्वत:ला परावृत्त करू शकत नव्हते. त्याकरता त्यांना कौटुंबिक व्यवसायांपासून स्वतःस दूर करून घ्यावे लागले. भारतातील अणुऊर्जा आणि अवकाशसंशोधन कार्यक्रम ह्या दोन्हींच्याही प्रमुखपदी तेच होते. मे १९६६ पासून त्यांचा मृत्यू होईपर्यंत हे असेच चालत राहिले.

अवकाशशास्त्र आणि तंत्रज्ञानातील अंगभूत प्रचंड सामर्थ्य-संभावनांची जाण त्यांना होती. विस्तृत पल्ल्यातील सामाजिक आणि आर्थिक विकासकार्यांत त्यांचा उपयोग होण्यासारखा होता. अशा विकासाकरता संचार, मापनशास्त्र, हवामानाचे अंदाजशास्त्र आणि नैसर्गिक संसाधनांचे दोहन अशा क्षेत्रांची नावे घेता येतील. साराभाईंनी निर्माण केलेल्या अहमदाबाद येथील फिजिकल रिसर्च लॅबोरेटरीने, अवकाशशास्त्रातील संशोधनात आणि पुढे जाऊन अवकाश तंत्रज्ञानात पुढाकार घेतला. साराभाईंनी देशातील प्रक्षेपण तंत्रज्ञानाचेही नेतृत्व केले. भारतातील उपग्रहाद्वारे दूरदर्शन प्रसाराच्या विकासातही त्यांनी महत्त्वाची भूमिका पार पाडली.

भारतातील औषधनिर्मितीच्या क्षेत्रातील पायाभरणीचे कार्यही साराभाईंनीच केलेले आहे. कोणत्याही किंमतीत सर्वोच्च गुणवत्ता मानांकने प्रस्थापित करावी आणि सांभाळावी लागतील, ह्याची जाण असलेल्या औषधनिर्मिती क्षेत्रातील पहिल्या काही तज्ज्ञांतीलच ते एक होते. विजकीय विदा प्रक्रियण आणि संचालन-संशोधन तंत्रे, औषधनिर्मिती क्षेत्रात वापरणारेही ते पहिलेच होते. भारतातील औषधनिर्मिती क्षेत्रास स्वावलंबी करण्यास आणि स्वदेशात स्वतःच अनेक औषधे व उपस्करांची निर्मिती सुरू करण्यात त्यांची कळीची भूमिका होती.

साराभाईंची सांस्कृतिक जाणीव सखोल होती. त्यांना संगीतात, प्रकाशचित्रणात, पुरातत्त्व शास्त्रात आणि विशुद्ध कलांतही रस होता. पत्नी मृणालिनी ह्यांच्यासोबत मिळून त्यांनी दर्पण अकॅडमी ऑफ परफॉर्मिंग आर्ट्स, अहमदाबाद; ही प्रकटीकरणकलांना वाहिलेली संस्था स्थापन केली होती.

शास्त्रज्ञांनी स्वतःला हस्तिदंती मनोऱ्यात बांधून घेऊ नये, केवळ शुद्ध वैज्ञानिक शैक्षणिक उद्दिष्टांत हरवून जाऊन, समाजासमोरील समस्यांकडे डोळेझाक करू नये, असे त्यांना वाटत असे. देशातील विज्ञानशिक्षणाच्या अवस्थेबाबत त्यांना गहिरी चिंता वाटे. त्यात सुधारणा घडवण्याकरता त्यांनी सामुदायिक विज्ञानकेंद्राची स्थापना केली.

एखाद्याशी केवळ काही मिनिटेच बोलून त्याची गुणवत्ता जाणून घेण्याची विलक्षण हातोटी त्यांना साधली होती. वस्तुतः ते अनेकदा असेही म्हणत असत, की व्यक्तीच्या डोळ्यातील चमक पाहूनच ते तिला जोखू शकत असत. प्रणालीबद्ध प्रयत्नांनी व्यक्तिविकास घडवण्यावर त्यांचा विश्वास होता. प्रसंगी चाकोरीबाहेर जाऊनही, ते एखाद्यास विकासाची पूर्ण संधी मिळवून देत असत. त्यांचे व्यक्तित्व प्रसन्न होते. त्यांच्यासोबत काम करणाऱ्यांना त्यांच्या केवळ स्मितातूनही प्रेरणा प्राप्त होत असे.

साराभाई, ३० डिसेंबर १९७१ रोजी कोवलम, थिरुवअनंतपुरम, केरळ येथे निवर्तले. १९७४ मध्ये इंटरनॅशनल अॅस्ट्रॉनॉमिकल युनियन, सिडनी ह्यांनी साराभाईंच्या सन्मानार्थ असा निर्णय घेतला, की चंद्रावरील 'सी ऑफ सेरेनिटी'मधील बेसेल विवरास, 'साराभाई विवर' म्हणून ओळखले जावे.

साराभाई खरेची, सृजन करवते, देत देशास ख्याती
देशाला क्षेपणास्त्रे, घडवुन करती, सज्ज स्पर्धेमधे ते ।
ऊर्जाही ते अणूची, सहज उमगती, इष्ट संस्थाही देती
शास्त्रज्ञांची तयारी, करून घडवती, देश सामर्थ्यशाली ।।

भारतमातेच्या या लोकोत्तर सुपुत्रास सादर प्रणाम!

संदर्भ : विक्रम साराभाई ह्यांचे चरित्र https://vigyanprasar.gov.in/vikram-sarabhai/

– नरेंद्र गोळे
narendra.v.gole@gmail.com

आनंद घारे

गुणवत्ता, दर्जा, स्तर, प्रत ... आणि क्वालिटी!

'गुणवत्ता' हा शब्द अजून कोणाच्या ओठावर फारसा बसलेला दिसत नाही. तशाच अर्थाचे दर्जा, प्रत, स्तर वगैरे शब्द कधी कधी कानावर पडतात किंवा बोलण्यात येतात. 'क्वालिटी' हा शब्द कानावर पडला नाही किंवा बोलण्यात आला नाही असा मात्र एकही दिवस जात नाही, इतका तो आपल्या ओळखीचा झाला आहे. बाजारातला माल, भोजनालयातले खाद्यपदार्थ किंवा ते पुरवण्याची सेवा, शाळांमधले शिक्षण, शिक्षक किंवा व्यवस्थापन, प्रवासाची वाहने, त्यामधील सोयी आणि त्यांची नियमितता, चित्रपटांमधील कथा, संवाद, अभिनय, संगीत, छायाचित्रण, ध्वनिमुद्रण वगैरे आपल्या रोजच्या जीवनात समोर आलेल्या सगळ्याच बाबींच्या बाबतीत बोलताना आपण त्यांच्या क्वालिटीवर भाष्य करत असतो. इतकेच काय 'स्टॅन्डर्ड ऑफ लिव्हिंग' बरोबरच 'क्वालिटी ऑफ लाइफ' हासुद्धा आपल्या चर्चेचा विषय असतो. 'क्वालिटी टाइम' ही एक फ्रेज कधी कधी कानावर येते. 'क्वालिटी' हा शब्द आता आपल्या मनात खूप मुरला आहे. या लेखात मी मुख्यतः 'गुणवत्ता' हा थोडा अप्रचलित मराठी शब्द वापरला असला तरी त्यातून 'क्वालिटी' या रोजच्या वापरातील शब्दाचा व्यापक अर्थच मला अभिप्रेत आहे.

आपण सगळेच कळायला लागल्यापासून आपल्या आजूबाजूच्या जगाचे अवलोकन करत असतानाच त्याचे मूल्यमापनसुद्धा करतच असतो, त्यावर 'चांगले-वाईट', 'सुंदर-कुरूप', 'उत्तम-अधम', 'मंजुळ-कर्कश', 'गोड-कडू', 'छान-टाकाऊ', 'मस्त-भिकार' वगैरे शेरे मारत असतो. पूर्वापारपासूनच जीवनाच्या सर्व क्षेत्रांत हे चालत आलेले असले तरी 'गुणवत्तानियमन', 'गुणवत्ताहमी', 'गुणवत्ताव्यवस्थापन' (क्वालिटी कंट्रोल, ॲशुरन्स, मॅनेजमेंट) वगैरेंच्या द्वारे त्याचा सविस्तर शास्त्रशुद्ध अभ्यास आणि व्यावहारिक उपयोग आधी अभियांत्रिकी किंवा तंत्रज्ञानाच्या क्षेत्रात सुरू झाला. त्याच्या तत्त्वांची अंमलबजावणी आता इतर क्षेत्रांमध्येही व्हायला लागली आहे. त्यामुळे या विषयामधील तांत्रिक क्षेत्रांमधील मूळ संकल्पना रोजच्या जीवनातल्या उदाहरणांच्या द्वारे मांडण्याचा प्रयत्न मी या लेखात केला आहे.

'गुणवत्ता' या शब्दाची अनेक प्रकारांनी व्याख्या करण्यात आली आहे. गुणवत्ता ही मुख्यतः संवेदनात्मक, संकेतवाचक आणि सापेक्ष (पर्सेप्च्युअल, कंडिशनल आणि सब्जेक्टिव्ह) अशी संकल्पना आहे. एखाद्या वस्तू किंवा व्यक्तीची गुणवत्ता बहुतेक प्रसंगी दुसरा कोणी ठरवत असतो त्यामुळे ठरवणाऱ्याला ती भासणे हे जास्त महत्त्वाचे असते, त्याला त्या वस्तूची फक्त चांगली बाजूच दिसली वा महत्त्वाची वाटली तर तो माणूस त्या वस्तूची स्तुती करेल आणि त्याने सुमार बाजूच पाहिली किंवा दोषांकडे जास्त लक्ष दिले तर तो माणूस ती वस्तू सदोष आहे असे सांगेल. माणसाच्याही ज्या गुणाचा दुसऱ्या माणसाला अनुभव येईल तो गुण कोणाला आवडेल तर कुणाला आवडणार नाही. म्हणूनच काही प्रमाणात गुणवत्ता ही सापेक्ष असते. एखाद्या नवऱ्याने मन लावून पातळ चपात्या लाटल्या आणि त्यांना व्यवस्थित भाजल्या तर अन्न या दृष्टीने त्याने उत्तम उत्पादन केलेले असते, पण त्याची बायको मात्र त्या चपात्यांचा आकार आफ्रिका किंवा ऑस्ट्रेलिया खंडासारखा झाला आहे यावरच त्याची टिंगल करेल आणि त्याला नापास करेल, हा अनुभव अनेक नवऱ्यांना असेल. गुणवत्ता ही स्वयंभू नसून दुसऱ्या कोणत्या तरी गुणांच्या आधारावर ठरवली जाते. एखादी

वस्तू सुंदर, आकर्षक, मुलायम, चमत्कृतिपूर्ण, टिकाऊ, दुर्मिळ वगैरेपैकी काही गुणांनी युक्त असेल तर त्या गुणांच्या आधारावर त्या वस्तूची गुणवत्ता उच्च दर्जाची मानली जाते. अखेर गुणवत्ता ही अर्थातच ठरवणाऱ्याच्या आवडीनिवडीवर व पूर्वानुभवावर अवलंबून असल्याने एकाच वस्तूबद्दल निरनिराळ्या लोकांची मते वेगवेगळी असू शकतात. यात सुसूत्रता आणण्यासाठी काही विद्वानांची मते सर्वानुमते ग्राह्य ठरवली गेली आहेत.

तंत्रज्ञानाच्या क्षेत्रात 'संवर्णनाशी सारूप्यता' (Conformance to specifications) ही गुणवत्तेची व्याख्या सर्वसाधारणपणे मान्य केली जाते. एखादी इमारत असो किंवा यंत्राचा भाग असो, त्याची सविस्तर रेखाचित्रे (ड्रॉइंग) काढून त्यात संपूर्ण तपशील दाखवतात. त्यातील प्रत्येक विभागाची लांबी, रुंदी, उंची, जाडी, खोली वगैरे एकूण एक मापे, तसेच त्यांचेवरील टॉलरन्स लिमिट त्यात दाखवली जातात म्हणजे प्रत्येक मापाची मोजणी जास्तीत जास्त किंवा कमीत कमी केवढी असायला हवी ते दिलेले असते. इमारतीच्या भिंती आणि खांब सरळ उभेच असायला हवेत, त्यांच्या बाबतीत थोडासा फरकसुद्धा कधी कधी मान्य होण्यासारखा नसतो, कारण त्यामुळे ती इमारत असुरक्षित किंवा बेढब होऊ शकते. काही यंत्रांच्या बाबतीत एकेका पार्टच्या ड्रॉइंगमध्ये निरनिराळी मापे (डायमेन्शन्स) एका मिलीमीटरचा हजारावा भाग (एक मायक्रॉन) इतक्या सूक्ष्म परिमाणामध्ये दाखवली जातात. त्यातले एखादेही माप (डायमेन्शन) टॉलरन्स लिमिटच्या बाहेर गेले तर तो पार्ट दुसऱ्या पार्टबरोबर फिट होणार नाही आणि ते यंत्र काम करणार नाही, त्यामुळे तो पार्टच रिजेक्ट केला जातो.

याशिवाय प्रत्येक वस्तूसाठी कोणकोणता विशिष्ट प्रकारचा कच्चा माल वापरायचा आणि त्यावर कोणकोणत्या प्रक्रिया करणे आवश्यक आहे हे ठरवले जाते, त्यांचे रासायनिक पृथक्करण केल्यावर त्यात कोणकोणती मूलद्रव्ये (केमिकल कंपोझिशन) किती प्रमाणात हवीत, त्यांचे कोणते गुणधर्म किती मर्यादेत असायला हवेत, त्यासाठी कोणकोणत्या चाचण्या (टेस्टिंग) करून घेणे आवश्यक आहे वगैरे अनेक नियमांचा समावेश असलेला संवर्णनाचा दस्तावेज (स्पेसिफिकेशन) तयार केलेला असतो. यांच्या बरहुकूम तयार केलेले उत्पादन गुणवत्तापूर्ण असते असे समजले जाते.

उत्पादकांच्या दृष्टीनेसुद्धा ही व्याख्या उपयुक्त आहे. कोणत्या वस्तूचे उत्पादन कसे करायचे हे ठरवले, त्यासाठी लागणारा कच्चा माल नीट तपासून घेतला, त्यावर केल्या जाणाऱ्या प्रक्रिया काळजीपूर्वक रितीने केल्यानंतर अपेक्षित असलेली गुणवत्ता मिळावी अशी अपेक्षा असते. तयार झालेल्या उत्पादनाची अखेरची तपासणी करताना त्यात काही त्रुटी आढळल्यास त्या सुधारल्या जातात, तसेच त्या कोणत्या कारणांमुळे आल्या याचे विश्लेषण करून ती कारणे दूर केली तर पुढील उत्पादन अधिक चांगल्या दर्जाचे होऊ शकते. अशा कारणांमुळे गुणवत्तेची ही व्याख्या तंत्रज्ञांमध्ये सर्वमान्य समजली जाते. या व्याख्येनुसार निरीक्षण आणि परीक्षण (इन्पेक्शन आणि टेस्टिंग) या द्वारे गुणवत्ता निर्विवादपणे ठरवणे शक्य असल्यामुळे खरेदीविक्रीचे करार करण्यासाठी हीच व्याख्या सोयीस्कर असते.

माझ्या व्यावसायिक जीवनाच्या पहिल्या दिवसापासून आजतागायत निरनिराळ्या यंत्रांसाठी करण्यात येणारे आरेखन आणि संवर्णन यांच्याशी माझा घनिष्ठ संबंध आला असल्यामुळे गुणवत्तेची ही व्याख्या माझ्या चांगल्या परिचयाची आहे. परंतु वैयक्तिक जीवनातली बाब मात्र नेहमीच वेगळी असायची. कोणतीही खरेदी करण्यासाठी बाजारात जातांना आपण त्याचे आरेखन, संवर्णन वगैरे दस्तावेज आपल्या सोबत घेऊन जात नाही. आपल्याला काय विकत घ्यायचे आहे आणि ते कशासाठी घ्यायला हवे, त्याचा आपल्याला काय उपयोग आहे, त्या खरेदीमागे आपला कोणता उद्देश आहे, त्यासाठी किती किंमत मोजण्याची आपली तयारी किंवा क्षमता आहे एवढा विचार करून आपण बाजारात जातो. उदाहरणार्थ, आपल्या रोजच्या उपयोगासाठी पेन हवे असल्यास ते कसे चालते हे आपण कागदावर रेघोट्या मारून पाहतो, ते आपल्या बोटांनी धरायला सोयीस्कर असेल, आपल्या खिशात मावेल, क्लिपने अडकवता येईल वगैरे गोष्टी पाहतो आणि किंमत पाहून त्याची निवड करतो. मात्र दुसऱ्या कोणाला भेटवस्तू म्हणून देण्यासाठी पेन विकत घ्यायचे असल्यास या बाबींपेक्षा त्या पेनचे आणि ते ठेवण्याच्या डबीचे सौंदर्य पाहून निवड करतो. या गुणांसाठी जास्त किंमतही मोजतो. कधी कधी तर बाजारात आलेली नवीन वस्तू पाहिल्यानंतरच तिचा आपल्याला काय उपयोग आहे आणि त्यासाठी कोणते गुण असायला हवेत याचा विचार करतो.

बाजारातील वस्तूची गुणवत्ता ठरवताना ती वस्तू त्याच्या आरेखनानुरूप आणि संवर्णनानुसार बनलेली आहे की नाही हे समजण्याचा मार्गच आपल्याकडे सहसा उपलब्ध नसतो. त्यामुळे ती वस्तू विकत घेण्यामागे आपला कोणता उद्देश आहे आणि तो कितपत सफळ होण्याची शक्यता किंवा खात्री आहे यावरून आपण तिची गुणवत्ता ठरवतो. संभाव्य उपयोगासाठी लायकी (Fitness for intended use) अशी

गुणवत्तेची व्याख्या या क्षेत्रामधील भीष्मपितामह डॉ. जुरान यांनी केली आहे. उपभोक्त्याच्या दृष्टीने हीच गोष्ट सर्वात जास्त महत्त्वाची असते. कोणतीही वस्तू विकत घेण्याआधी तो तिच्या उपयुक्ततेचा विचार करतो. अमक्यातमक्या हलवायाची मिठाई अतिशय उच्च दर्जाची म्हणून सुप्रसिद्ध असेल, त्यात ताजे शुद्ध तूप, निवडक बदाम, पिस्ते वगैरे घातले असतील, त्याची चव अवर्णनीय असेल पण मधुमेह, हृदयविकार वगैरेमुळे ग्राहकाला साखर आणि स्निग्धपदार्थ खाणे वर्ज्य असेल तर त्या उत्कृष्ट मिठाईचा त्याला काय उपयोग? ढाक्याची अतिशय तलम मलमल एके काळी सर्व जगात सर्वोत्कृष्ट मानली जात असे, कदाचित अजूनही असेल, पण स्वीडनच्या थंडगार वातावरणात ती कोण विकत घेईल? त्या प्रदेशात लोकरीचे जाडजूड कापडच उपयोगी पडते. त्यालाच चांगले मानले जाते. असा प्रकारे ग्राहकाच्या गरजेप्रमाणे गुणवत्तेचे निकष बदलत जातात.

उत्पादक आणि उपभोक्ता जर एकमेकांना भेटून उत्पादनासंबंधीचा तपशील ठरवत असतील तर उत्पादनाची गुणवत्ता उल्लेखित व्याख्येनुसार राखणे शक्य असते. उदाहरणार्थ, आपण शिंप्याकडे कपडे शिवायला टाकताना आपल्याला काय काय पाहिजे ते त्याला सांगतो. आपल्याला तंग कपडे पाहिजेत की ढगळ, पायघोळ की आखूड वगैरे आपल्या सांगण्याप्रमाणे तो आपल्या कपड्यांची मापे घेतो, कॉलर किंवा बेल्ट कशा प्रकारचे पाहिजेत, कोणत्या आकाराचे किती खिसे पाहिजेत वगैरे सारा तपशील तो लिहून घेतो. तंतोतंत त्यानुसार त्याने आपले कपडे वेळेवर शिवून दिले तर आपण खुश होतो, त्याला शाबासकी देतो; पण त्याने त्यात गफलत केली, त्याच्या हलगर्जीमुळे कपडे बिघडले किंवा त्याने कपडे नेण्यासाठी आपल्याला अनेक हेलपाटे घालायला लावले तर तो आपल्या नजरेतून उतरतो. काही वेळा असे होते की आपल्याला त्याचा एखादा गुण आवडतो आणि त्या बाबतीत आपण त्याला उच्च गुणवत्ता बहाल करतो. समजा, माझ्या मुलाच्या लग्नात घालून मि रवण्यासाठी मला सूट शिवायचा असेल तर तो उत्कृष्ट प्रतीचा दिसणे आवश्यक आहे. त्यासाठी विकत घेतलेले महाग कापड वाया जाऊ नये अशी माझी इच्छा असते. अशा वेळी मी सुबक कारागिरीसाठी प्रसिद्ध असलेल्या कुशल शिंप्याकडे दोन महिने आधीच जाईन. शिलाईच्या कामासाठी त्याला हवा तेवढा अवधी देईन, त्याला घाई करणार नाही. तेवढ्या काळात माझ्या देहाचा आकार बदलणार नाही इकडे जरा जास्त लक्ष देईन. कपडे मिळण्यासाठी दोन-तीन खेटे घालावे लागले तरी ते चालवून घेईन. परंतु लग्नाला दोन दिवस असताना माझ्या असे लक्षात आले की आपल्याकडल्या, झोपायच्या वेळी घालायच्या कपड्यांची अवस्था काही ठीक दिसत नाही. चार पाहुण्यांच्या समोर ते बरे दिसणार नाहीत. आता मला त्यासाठी नवे कपडे तातडीने हवे आहेत, पण माझ्याकडे बाजारात जाण्यासाठीही मुळीच वेळ नाही. अशा प्रसंगी मी घराच्या शेजारील दुकानातल्या नवशिक्या शिंप्याला बोलावणे पाठवीन. तोच माझ्या घरी येऊन मापे घेऊन कपडे शिवून दुसऱ्या दिवशी घरी आणून देईल. या कामासाठी तत्परता आणि विश्वासार्हता या बाबतीतली त्याची गुणवत्ता मला अधिक महत्त्वाची वाटेल.

यंत्रयुगाच्या काळात सर्व वस्तूंचे मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन होऊ लागले आणि उत्पादक व उपभोक्ता यांचा थेट संबंध येणे कमी होत गेले. आज आपण बाजारातून ज्या वस्तू विकत घेतो त्या नक्की कोणत्या ठिकाणी असलेल्या कारखान्यात तयार झाल्या आहेत हे सहसा आपल्याला कधी समजतही नाही. एखाद्या मोठ्या उद्योगाच्या नावाचा बिल्ला (लेबल) त्यावर लावला असला तर निदान ते नाव आपल्या ऐकीवात असते, पण आपल्या नावाची कोणी व्यक्ती त्याची ग्राहक आहे हे त्या उत्पादकाला माहीत असण्याची सुतराम शक्यता नसते. त्यापुढे जाऊन आपल्याला कशाची गरज आहे किंवा आपण ती वस्तू कशासाठी विकत घेत आहोत ते त्याला कसे समजणार? आणि त्यानुसार तो आपल्या उत्पादनाची गुणवत्ता कशी राखणार? हे प्रश्न सोडवण्यासाठी उत्पादकांनी काही मार्ग काढले. सध्या बाजारातल्या कोणकोणत्या वस्तूचे कोण कोण ग्राहक आहेत, त्यांच्या कशा प्रकारच्या इच्छा, आकांक्षा, अपेक्षा असतात, त्या किती प्रमाणात पूर्ण होतात, ते ग्राहक समाधानी आहेत का वगैरे प्रश्नावली घेऊन निरीक्षणे (सर्व्हे) केली जातात. जे लोक सध्या त्या उत्पादनाचे ग्राहक नाहीत त्यांना आकर्षित करण्यासाठी त्या वस्तूला आणखी कोणते गुण चिकटवायला हवेत अशा विचारांचीसुद्धा पाहणी होते. आता तर जाहिरातींचा भडिमार करून मार्केटिंग केले जाते आणि त्यातून ग्राहकांची मने वळवली जातात. ग्राहकांचा अभ्यास करणाऱ्या खास संस्थाच उभ्या राहिल्या आहेत. प्रत्येक व्यक्तीची नसतील पण समाजाची किंवा व्यक्तींच्या समूहांची मते, आवडीनिवडी, पसंती, प्राधान्य वगैरे अनेक गोष्टींचा अभ्यास त्या करतात.

सर्वसामान्य ग्राहकाची फसवणूक किंवा अपेक्षाभंग होऊ नये यासाठी विशिष्ट उत्पादनांचे दर्जामानांकन (Standardization सर्वमान्यता, सर्वमतसिद्धता) केले जाते. हे काम करण्यासाठी आयएसए (इंडियन स्टँडर्डस असोशिएशन)

यासारख्या देशादेशांमधील राष्ट्रीय संस्था स्थापन झाल्या आहेत. आयएसओ (इंटरनॅशनल स्टँडर्डस् ऑर्गनायझेशन) ही एक आंतरराष्ट्रीय संस्था आहे. या संस्थेने तर उद्योग, व्यवसाय, संस्था, सेवा वगैरे अनेक क्षेत्रांसाठी दर्जानामांकन केले आहे. कुठलेही काम व्यवस्थितपणे कसे करायला हवे हे आधी सविस्तर लिहून ठेवावे, ते काम करणाऱ्या प्रत्येक घटकाला त्याची माहिती आणि प्रशिक्षण द्यावे आणि ते लोक आपापली कामे त्या लेखी निर्देशांनुसार करतात की नाही याची चाचणी घेऊन त्याची गुणवत्ता ठरवावी, असे त्याचे स्वरूप आहे.

या संस्थेने गुणवत्ताव्यवस्थापन या विषयावर मार्गदर्शक पुस्तके प्रसिद्ध केली आहेत. त्यानुसार गुणवत्तेची व्याख्या अशी केली आहे–

"The totality of features and characteristics of a product or service that bears on its ability to satisfy stated or implied needs."

एखादे उत्पादन किंवा सेवा यांची व्यक्त किंवा अव्यक्त गरजांची पूर्तता करण्याची क्षमता ज्यामुळे प्रभावित होते असे सर्व गुणधर्म म्हणजे त्याची गुणवत्ता.

ही व्याख्या करण्यात नक्कीच एखाद्या कायदेपंडिताचा सहभाग असणार. न्यायालयातले विरुद्ध पक्षांचे वकील त्याच कायद्याचा आपापल्या अशिलाच्या दृष्टीने वेगळा अर्थ लावतात हे आपण पाहतोच. तसेच या बाबतीत होण्याची शक्यता नाकारता येत नाही. परंतु सर्वसाधारण उपभोक्ता किंवा उत्पादक यांना आपले उद्योगव्यवसाय सोडून कज्जेखटले चालवण्यात स्वारस्य नसते. त्यामुळे दोघेही त्याचा ढोबळ अर्थ घेतात आणि त्याला सर्वसंमती असते. थोडक्यात म्हणजे कोणतेही उत्पादन बाजारात आणण्यापूर्वी ते कशासाठी वापरावे आणि ते वापरताना कोणती काळजी घ्यावी हे उत्पादक स्पष्ट करतो आणि तो उद्देश सफल होत आहे याची चाचणी करून खात्री करून घेतो. यासाठी कोणकोणती परीक्षणे करून त्यांचे निष्कर्ष काढावेत हे दर्जामानांकन करताना ठरवलेले असते. त्यामुळे उपभोक्त्याला त्याची माहिती आणि मार्गदर्शन मिळते आणि त्याला आपल्या गरजा पुरवून घेता येतात, त्याचा अपेक्षाभंग होत नाही.

गुणवत्ता या शब्दाच्या याखेरीज काही मनोरंजक आणि उद्‌बोधक अशा व्याख्या करण्यात आल्या आहेत. जपानी तज्ज्ञ तागुची म्हणतात, 'उद्दिष्टाच्या निकट राहणे– Uniformity around a target value.' एखाद्या वस्तूच्या उत्पादनामधील गुणवत्तेच्या सातत्याचा विचार यात आहे.

मॅनेजमेंट गुरू पीटर ड्रकरचे म्हणणे आहे, 'वस्तूचा किंवा सेवेचा पुरवठा करणारा त्यात गुणवत्ता घालत नाही, ग्राहक त्यातून जे प्राप्त करून घेतो आणि ज्यासाठी मूल्य चुकवतो ती गुणवत्ता – Quality in a product or service is not what the supplier puts in. It is what the customer gets out and is willing to pay for.'

वीनबर्गच्या मते गुणवत्ता म्हणजे मूल्य 'Value (for money)'

डॉ. डेमिंगच्या मते ग्राहकाचे समाधान करणे पुरेसे नाही, त्याला आनंद मिळायला हवा 'A step further in delighting the customer.'

हेन्री फोर्ड यांनी सांगितले, 'कोणीही पाहत नसतानासुद्धा योग्य तेच करणे म्हणजे गुणवत्ता (काम करणाऱ्याच्या अंगात ती इतकी भिनली पाहिजे– Quality means doing it right when no one is looking.'

गुणवत्तेची एक मार्मिक व्याख्या अशीसुद्धा आहे 'ग्राहक परत येत असेल आणि उत्पादन परत येत नसेल!'

आता या लेखाची गुणवत्ता किती आहे ते अखेर वाचकांनीच ठरवायचे आहे!

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com

ग्रंथाली

शरद काळे यांची नवीन पुस्तके नाट्यातून विज्ञानाकडे भाग १, २ आणि ३

मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.

मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.

मूल्य ३०० रु.
सवलतीत १८० रु.

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

निर्लवणीकरणाचे धोके

समुद्रमंथनच्या या लेखामध्ये आपण थोडा वेगळा विषय अभ्यासत आहोत. या अगोदरच्या काही लेखांमधून आपल्याला सागरसृष्टीची बऱ्यापैकी माहिती झालेली आहे. कितीतरी दिसणारे व न दिसणारे प्राणी यांचे अस्तित्व सागरात आढळते, हेही आपणास ठाऊक आहे. आपण वाढत्या लोकसंख्येच्या गरजा भागवण्यासाठी वेगवेगळ्या विभागांत संशोधन करत आहोत. यात निरनिराळे अन्नाचे स्रोत, वस्त्रांचे स्रोत व पाण्याचे स्रोत यांच्यावर जास्त भर दिला जातो. Reduce, Reuse, Recycle या त्रिसूत्रींचा वापर आपण सर्व क्षेत्रांत करत आहोत.

आपल्याला माहीत आहेच की पृथ्वीवर गोड्या पाण्याचे साठे फार कमी आहेत व बऱ्याच देशांत ते संपत चालले आहेत. पाणी ही आपली मूलभूत गरज आहे व पाण्याशिवाय जगणे अशक्यप्राय आहे. काही देश पाण्याची गरज भागवण्याकरता सागराकडे वळले आहेत. समुद्रात पाणी फारच मुबलक प्रमाणात आहे यात शंकाच नाही, पदार्थाच्या अविनाशित्वाच्या नियमानुसार ते कधीच कमी होणार नाही हेही खरे आहे, पण प्रदूषणामुळे गोड्या पाण्याचे प्रमाण घटत चालले आहे. त्यामुळे पुन्हा एकदा सागराकडे प्रार्थना करण्याची वेळ आलेली आहे! सागरातील पाणी प्रक्रिया करून पिण्यालायक करण्यासाठी जे प्रकल्प बसवले जातात, ते संख्येने वाढत जात आहेत.

निर्लवणीकरणाची (Desalination) प्रक्रिया करताना म्हणजेच खाऱ्या पाण्यातील क्षार शून्य करताना एक प्रदूषण करणारा विषारी व अति संहत असा पदार्थ तयार होतो. त्याला प्रक्रिया करून सागरात सोडले गेले नाही तर समुद्रातल्या तसेच खाडीतल्या जीवसृष्टीत हा अतिशय धोकादायक ठरतो.

बहुतेक क्षार विलगीकरणाच्या यंत्रसंचामधून प्रत्येकी एक लिटर पिण्याच्या पाण्यामागे अंदाजे दीड लिटर अतिक्षारता असलेले प्रदूषित पाणी बाहेर पडते. त्यात क्लोरीन, कॉपर, मॅग्नेशियम यांचे क्षार असतात. या प्रदूषित पाण्याला क्षारसंपृक्त (ब्राईन) द्रावण असे संबोधले जाते. हे ब्राईन पुन्हा समुद्रात सोडले जाते तेव्हा ते सभोवतालच्या पाण्याचे तापमान वाढवते, तसेच तिथली स्थानिक क्षारताही वाढते व ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी होत जाते. युनायटेड नेशन्स युनिव्हर्सिटी इन्स्टिटट्यूट ऑफ वॉटर, एन्व्हायर्नमेन्ट अँड हेल्थचे असिस्टंट डायरेक्टर मंझूर कादिर असे म्हणतात की या प्रदूषित द्रावणाचा विसर्ग प्रक्रिया न करता सागरात केल्यामुळे पाण्यातील ऑक्सिजनची पातळी कमी होऊन तिथे ऑक्सिजन विरहित किंवा ऑक्सिजनचे प्रमाण अत्यल्प होऊन जी (हायपॉक्सिक) परिस्थिती तयार होते, तिचा परीणाम तेथील जीवसृष्टीवर आणि पर्यायाने अन्नसाखळीवर होतो.

सौदी अरेबियामध्ये जवळजवळ ३.४ कोटी लोकसंख्या आहे. त्या वाळवंटी प्रदेशात ५० टक्के गोड्या पाण्याची गरज ही या निर्लवणीकरण प्रकल्पांमधून भागवली जाते. जगातल्या जवळजवळ १७७ देशांमध्ये १६०००च्यापेक्षा अधिक असे प्रकल्प कार्यरत आहेत. त्या प्रकल्पांमधून समुद्राच्या किंवा खाडीतल्या पाण्याचे उर्ध्वपतन (डिस्टिलेशन) करून पिण्याचे पाणी मिळवतात.

थोडा अधिक विचार केला तर असे लक्षात येईल, की नवीन तंत्रज्ञान वापरून एक प्रश्न जरी सुटला तरी त्याच्यापासून होणारे दुष्परिणामांचाही विचार झाला पाहिजे, व ते परिणाम निसर्गाचा समतोल बिघडवण्यास कारण ठरणार असतील, तर त्यावर मात करण्यासाठी उपाय शोधले पाहिजेत. तरच

वाढत्या लोकसंख्येची गोड्या पाण्याची गरज भागवण्यासाठी केलेले हे प्रयत्न अपाय न ठरता खऱ्या अर्थाने उपाय ठरतील.

डिस्टिलेशन किंवा उर्ध्वपतन या प्रक्रियेद्वारेदेखील खाऱ्या पाण्याचे रूपांतर शुद्ध पाण्यात केले जाते. यामध्ये खाऱ्या पाण्याला उकळी आणून तयार होणाऱ्या वाफेला जमा करून ती थंड करून पाणी साठवले जाते. हे पाणी अति शुद्ध असते. निर्लवणीकरण प्रक्रियेमध्ये समुद्राचे पाणी मोठ्या पाइपने घेतले जाते, ते मेम्ब्रेन बायोरिॲक्टरमध्ये पाठवले जाते. तिथे सूक्ष्मजीव (बॅक्टेरिया व रोगजंतू) काढून टाकले जातात. तिथून पुढे अतिनील किरणे (अल्ट्राव्हायलेट) उद्‌गम वापरून राहिलेल्या सूक्ष्मजीवांना (विषाणू, जिवाणू, रोगजंतू) मारले जाते. नंतर रिव्हर्स ऑसमॉसिस (RO) या प्रक्रियेद्वारे नको असलेले क्षार तसेच इतर रसायने काढून टाकली जातात व पुन्हा एकदा अतिनील किरणे व प्रगत क्षपण प्रक्रियेने (डव्हान्सड ऑक्सिडेशन) राहिलेले अपायकारक घटक काढून टाकले जातात. बऱ्याचदा यामध्ये हायड्रोजन पेरॉक्साइडचादेखील वापर केला जातो. हायड्रोजन पेरॉक्साइडमध्ये जैविक घटकांचे किंवा रसायनांचे क्षपण (ऑक्सिडेशन) करण्याची क्षमता असते. या प्रक्रियेत ऑक्सिजनच्या मदतीने घातक रसायनांचे विघटन करून त्यांचे ऑक्साईडसमध्ये रूपांतरण केले जाते. त्यामुळे त्यांचे प्रदूषणकारी गुणधर्म कमी करण्यास मदत होते. यामुळे पाण्यातील जैविक ऑक्सिजन मागणी (बायोलॉजिकल ऑक्सिजन डिमांड (BOD) लक्षणीय प्रमाणात कमी होते.

सगळ्याच यंत्रसंचांमध्ये हायड्रोजन पेरॉक्साइड (H_2O_2) वापरले जात नाही तर त्याऐवजी क्लोरीनवायू वापरला जातो. क्लोरीन हा वायू समुद्रातील प्राणिसृष्टीसाठी हानिकारक असतो. या विविध प्रकारच्या प्रक्रिया करून मिळवलेले पाणी हे आर्थिकदृष्ट्याही फारच महाग असते. दुसरा पर्याय नसल्याने आज या प्रक्रियासंचांचे प्रमाण वाढत चालले आहे. या प्रक्रियेमध्ये तयार होणाऱ्या ब्राईनची समस्या मोठी आहे. घनता जास्त असल्याने ती समुद्राच्या किंवा खाडीच्या पाण्यात सोडली जाते तेव्हा ती तळाशी जाऊन बसते. तिची क्षारता सागराच्या पाण्यापेक्षा बरीच जास्त असते. ही तीव्र ब्राईन सागरसृष्टीसाठी नक्कीच विषारी ठरते.

मासे दोन पूर्णपणे वेगळ्या म्हणजेच गोड्या व खारट पाण्यात राहतात. माशांमध्ये त्यांचे कल्ले व मूत्रपिंड हे चयापचयाच्या क्रियेतील टाकाऊ पदार्थांचे उत्सर्जन करण्यासाठीचे मुख्य अवयव आहेत. माशांमध्ये ऑस्मोरेग्युलेशन म्हणजेच पाण्याच्या रेणूंचे तर्षण किंवा परासरण नियमन फार काटेकोर पद्धतीने केले जाते. कारण पाणी आणि मीठ यांच्या रेणूंमध्ये सतत एक समतोल ठेवणे आवश्यक असते. कल्ले व मूत्रपिंड हे अतिशय महत्त्वाचे काम चोख करतात. माशांचे कल्ले अमोनिया व कार्बन डायऑक्साइड बाहेर टाकण्याचे काम करतात. गोड्या पाण्यातले मासे खाऱ्या पाण्यातल्या माशांपेक्षा फार वेगळे असतात. गोड्या पाण्यातील माशांच्या मूत्रपिंडामधील नेफ्रॉन्सना प्रगत व मोठे ग्लोमेरुल असतात. ते त्यांना आयन्स पुन्हा शोषून घेण्यासाठी तसेच जास्त पाणी काढून टाकण्यासाठी मदत करतात, तर खाऱ्या पाण्यातील म ाशांच्या मूत्रपिंडांमध्ये हे ग्लोमेरुल फारच लहान व संख्येने कमी असतात; कारण शरीरात पाण्याचे योग्य प्रमाण राखणे महत्त्वाचे असते. या दोन्ही प्रकारच्या माशांमध्ये सभोवतालचे वातावरण फारच वेगळे असते. गोड्या पाण्यातील माशांच्या शरीरातील क्षारता सभोवतालच्या पाण्यापेक्षा क्षारतेमध्ये जास्त असते, तर खाऱ्या पाण्यातील माशांच्या बाबतीत याच्या उलट प्रकार असतो. गोड्या पाण्यात सातत्याने होत असलेल्या पाण्याच्या अदलाबदलीमुळे शरीरातील क्षार कमी होण्याची शक्यता असते तर समुद्रातील माशांच्या शरीरातील पाण्याच्या कमी होण्याच्या शक्यतेमुळे क्षारसंचयाची भीती अधिक असते.

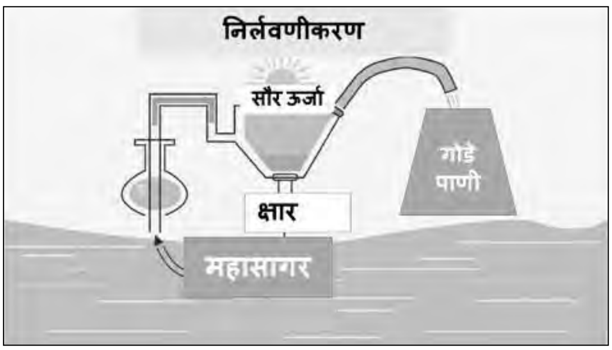
आता या मुख्य दोन प्रकारच्या माशां-व्यतिरिक्त आणखी एक प्रकार असतो, तो म्हणजे स्थलांतर करणाऱ्या माशांचा. हे मासे स्वतः ला वेगवेगळ्या क्षारतेमध्ये जुळवून घेत असतात. या जुळवून घेण्याच्या प्रक्रियेत त्यांना संप्रेरकांची (हार्मोन्स) मदत होते. म्हणजे ते गोड्या पाण्यात राहतात तेव्हा गोड्या पाण्यातल्या माशासारखे वागतात व खाऱ्या पाण्यात जातात तेव्हा पुन्हा होते तसे बदल त्यांच्यात होतात. परंतु ही क्षमता माशांच्या सर्वच प्रजातींमध्ये दिसून येत नाही. म्हणूनच समुद्राचे वेगवेगळ्या भागांमध्ये विभाजन केले गेले आहे. त्या त्या भागातले मासे व इतर प्राणी स्वतःला त्या भागाशी जुळवून घेतात. ऑस्मो रेग्युलेशन माशांमध्ये श्वसनाइतकेच महत्त्वाचे आहे यातील समतोल राखता आला नाही तर त्यांच्या जिवावर बेतते.

पाण्याचे शुद्धीकरण झाल्यानंतर जे टाकाऊ पाणी तयार होते ते बऱ्याचदा इतर सांडपाण्यासोबत किंवा तसेच समुद्रात पुन्हा सोडले जाते. या पाण्याची क्षारता जवळजवळ दर लिटर ८० ग्रॅम असते. एरवी समुद्राची क्षारता दर लिटरला ३५ ते ४० ग्रॅम एवढी असते. माशांच्या तसेच इतर समुद्री जीवांच्या वाढीवर या क्षारतेतल्या बदलाचचे लगेच परिणाम होऊ शकतात. या ब्राईन विसर्गाच्या परिसरातले प्राणी मग

स्थलांतराचा मार्ग पत्करून आपले घर बदलतात, कारण एका ठरावीक क्षारतेनंतर काही प्राणी ती क्षारता सहन करू शकत नाहीत.

पाणीशुद्धीकरणाच्या प्रक्रियेपूर्वी समुद्रातील पाणी मोठे पंप वापरून वेगवेगळ्या टाक्यांमध्ये पाठवले जाते. या पाण्याबरोबर कितीतरी प्रजातींची अंडी, लहान पिल्ले, प्लवक प्राणी, सूक्ष्मजीव फार मोठ्या प्रमाणात मारले जातात. निर्लवणीकरणाच्या पूर्वप्रक्रियेत सागराच्या पाण्यात काही रसायने मिसळली जातात व नंतर गाळून ती काढली जातात. यात सोडियम हायपोक्लोराइडचा (NaOCl) समावेश असतो. हे रसायन क्लोरीनेशनसाठी वापरले जाते, फेरिक क्लोराइड ($FeCl_3$) किंवा ॲल्युमिनियम क्लोराईड (lCl3) यांचा वापर जंतुनाशक म्हणून केला जातो, हायड्रोक्लोरिक आम्ल (HCl) किंवा सल्फ्युरिक आम्ल (H_2SO_4) पाण्याचा सामू (pH) राखण्यासाठी वापरले जाते. कार्बोनेटचे कण काढून टाकण्याकरता क्रिस्टलाइन आम्ल (EDT) वापरले जाते. मेम्ब्रेन आणि गाळणी स्वच्छ करण्यासाठी किंवा वर्षातून तीन ते चार वेळा सायट्रिक आम्ल (HNO_3) वापरले जाते.

निर्लवणीकरण प्रक्रियेसाठी मोठ्या प्रमाणात जीवाश्म-इंधन वापरले जाते तसेच विजेचादेखील मोठ्या प्रमाणात वापर होतो. म्हणजेच पुन्हा जागतिक तापमानवाढीत भर पडते! ह्या रसायनांमुळे अन्नसाखळीमधील महत्त्वाचा भाग असलेले सूक्ष्म जीव व प्लवक प्राण्यांचा ऱ्हास होण्याची दाट शक्यता असते.



स्क्रिप्स इन्स्टिट्यूट ऑफ ओशियानोग्राफीमधील सेंटर फॉर मरीन बायोटेक्नॉलॉजी अँड बायोमेडिसीनचे जेफ्री ग्रॅहॅम म्हणतात की प्रत्येक गॅलन (३.५४ लिटर) गोडया पाण्याकरता १ गॅलन दुप्पट क्षारता असलेले खारट पाणी तयार होते. ग्रॅहॅम पुढे म्हणतात, की या अतिखारट पाण्यामुळे एखादी प्रजाती नष्ट होऊ शकते. सध्या संपूर्ण जगाच्या लोकसंख्येच्या एक टक्का लोक हे दैनंदिन वापराकरता या प्रकारच्या निर्लवणीकरण प्रक्रियेने मिळवलेल्या पाण्यावर अवलंबून आहेत. पाण्याचा अपव्यय आणि प्रदूषण वाढतच राहिले तर हे प्रमाण वाढत जाणार आहे.

आपल्याला पाण्याची गरज भागवण्यासाठी या वेगवेगळ्या आधुनिक तंत्रज्ञानाचे साहाय्य तर घ्यावेच लागेल, त्याचबरोबर त्याद्वारे होणारे वातावरणीय दुष्परिणाम कसे कमी करता येतील यावरदेखील संशोधन होत राहिले पाहिजे. उदाहरणार्थ, प्रक्रिया करून विलग झालेले टाकाऊ पाणी म्हणजेच ब्राईन समुद्रात सोडण्यापूर्वी त्या पाण्याचे तापमान नियमित करता आले पाहिजे तसेच क्षारता कमी करण्यासाठी एकाच ठिकाणी विसर्ग न करता टप्प्याटप्प्याने हे टाकाऊ पाणी समुद्रात सोडण्यात यावे व या सगळ्यांच्या सतत तपासण्या होत राहाव्यात. या ठिकाणच्या प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या प्रजातींचा नियमित अभ्यास होत राहिला पाहिजे.

ब्राईनचा चांगला उपयोग कसा करता येईल हा विचार महत्त्वाचा आहे. ब्राईनचा टी.डी.एस. १,००,००० मिलीग्रॅम प्रति लिटरपेक्षा जास्त असतो (टी.डी.एस.- total dissolved solids म्हणजेच पाण्यात एकूण विरघळलेले घनपदार्थ). निर्लवणीकरणातून तयार झालेली ब्राईन ही डी-आयसिंग (बर्फ तयार होऊ नये म्हणून वापरली जाणारी द्रव्ये) द्रावण म्हणून वापरता येऊ शकते कारण या द्रावणामुळे पाण्याचा गोठणबिंदू कमी करता येतो. या डी-आयसिंग द्रावणाचा थर विमानांच्या पंख्यांवर तसेच थंड प्रदेशातील रस्त्यांवर, घरांच्या छपरांवर दिला जातो. मोठमोठ्या शीत कपाटांमध्ये थंड करणारा घटक म्हणून (Thermal energy transfer) या ब्राईनचा वापर करता येऊ शकतो. शुद्ध ब्राईनचा वापर खाद्यप्रक्रिया क्षेत्रात खारवण्यासाठी (मॅरीनेशन) करता येऊ शकेल. लोणच्यासारख्या साठवणुकीच्या पदार्थात अन्नसंरक्षक म्हणून केला जातो. तसेच, मीठ उत्पादनाकरतादेखील ही ब्राईन वापरली जाऊ शकते. सोडियम हायड्रॉक्साइड किंवा दाहक सोड्याची निर्मिती तसेच हायड्रोक्लोरिकआम्लाची निर्मिती या टाकाऊ ब्राईनपासून होऊ शकते.

उपउत्पादन असलेली ही ब्राईन थोड्या प्रमाणात का होईना वापरली जाऊ शकते. त्यामुळे एवढी जास्त ऊर्जा आणि तंत्रज्ञान वापरून तयार झालेला पदार्थ टाकाऊ न ठरता उपयोगी ठरेल आणि समस्या बनत चाललेली ब्राईन कितीतरी उत्पादनांचा भाग बनेल. त्याद्वारे होणारे प्रदूषण व त्याचे परिणाम काही अंशी तरी निश्चितच कमी होतील.

- शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

मेधा लिमये

द्रष्टे पत्रकार बाळशास्त्री जांभेकर

दर्पण म्हणजे आरसा! जगाच्या पाठीवर घडणाऱ्या घटनांचे यथातथ्य प्रतिबिंब वर्तमानपत्रात पडावे ही अपेक्षा ठेवून सुरू केलेले 'दर्पण' हे मराठी नियतकालिक ६ जानेवारी १८३२ या दिवशी मुंबईत बाळशास्त्री जांभेकर यांच्या पुढाकाराने सुरू झाले. त्यामुळे सहा जानेवारी हा दिवस महाराष्ट्रात पत्रकारदिन म्हणून साजरा होतो. उपलब्ध पुराव्यांवरून पहिले मराठी वृत्तपत्र हा मान मिळवणारे 'दर्पण' सन १८४० मध्ये व्यावहारिक अडचणींमुळे बंद पडले पण त्याच सुमारास बाळशास्त्रींसह आधुनिक विचारांच्या इतरांनी 'दिग्दर्शन' नावाचे विज्ञानदृष्टी देणारे मासिक सुरू केले. हेही मासिक चार-पाच वर्षे चालले. दर्पण-दिग्दर्शनपासून सुरू झालेल्या मराठी पत्रकारितेचे शंभर वर्षातले महत्त्वाचे टप्पे असे : प्रभाकर - १८४१, ज्ञानोदय - १८४२, ज्ञानप्रकाश - १८४९, इंदुप्रकाश - १८६२, दीनबंधू - १८७७, केसरी - १८८१, सुधारक - १८८७, काळ - १८९८ आणि दर्पणनंतर १०० वर्षांनी १९३२ मध्ये सकाळ!

बाळशस्त्री जांभेकर

दर्पण सुरू झाले त्या काळात आपल्याकडे ज्ञानाच्या आणि विचारांच्या आदानप्रदानासाठी कीर्तन, प्रवचन, कथाकथन ही परंपरागत साधने प्रचलित होती. परंतु लेखन आणि वाचन ही माध्यमे पुढील काळात प्रभावी होणार हे बाळशास्त्री जांभेकर या विशीतल्या द्रष्ट्या युवकाने जाणले आणि समविचारी लोकांच्या साथीने 'दर्पण' सुरू केले. बाळशास्त्रींच्या मते वर्तमानपत्र म्हणजे विद्याव्यवहाराचे द्वार! दर्पणमधील लेखन इंग्रजी आणि मराठी अशा दोन्ही भाषांमध्ये असे. त्यामुळे इंग्रजी शिक्षण घेतलेल्या सुशिक्षितांसह केवळ मराठीच लिहिता वाचता येणाऱ्यांनाही ते वाचता येत असे. प्रारंभी चार महिने ते पाक्षिक होते, नंतर साप्ताहिक झाले. त्यात आपल्या देशातील महत्त्वाच्या घटनांवर भाष्य असे; तसेच युरोपात होत असलेल्या सामाजिक, वैज्ञानिक प्रगतीची ओळख वाचकांना करून देण्यावर भर असे. स्त्रीशिक्षण, बालविवाहनिषेध, बालविधवांचा पुनर्विवाह इत्यादी सुधारक विचारांचा प्रसार करण्याचे प्रयत्न 'दर्पण'मधून झाले.

कशी होती तेव्हाची पत्रकारशैली? आता वाचताना तेव्हाची भाषा, मांडणी यांची मौज वाटते पण काही विचार मात्र आजसुद्धा अनुकरणीय आहेत. दर्पणच्या पहिल्या अंकात त्याचे उद्दिष्ट सांगताना म्हटले आहे, 'मनोरंजन करणे, चालते काळाची वर्तमाने कळविणे आणि योग्यतेस नेण्याचे मार्ग दाखविणे या गोष्टींची दर्पण छापणारांस मोठी उत्कंठा आहे; म्हणोन या गोष्टी साध्य होण्याविषयी जितका प्रयत्न करवेल तितका ते करतील. कोणा एकाचा पक्षपात किंवा नीचपणा या दोषांचा मळ दर्पणास लागणार नाही; कारण की दर्पण छापणारांचे लक्ष्य निष्कृत्रिम आहे; म्हणोन हे वर्तमानपत्र ज्या रितीने भले आणि गुणी पुरुषांस मान्य होईल त्या रितीने करण्यास ते दृढ निश्चयाने उद्योग करतील.'

'दिग्दर्शन' हे विज्ञानदृष्टी देणारे मासिक म्हणून महत्त्वाचे वाटते. 'दिग्दर्शन'च्या अंकांमध्ये रसायनशास्त्र, इतिहास, भूगोल, पदार्थविज्ञान, खगोलशास्त्र, सामान्य ज्ञान यासंबंधी उपयुक्त माहिती असे, इतकेच नव्हे तर मानसशास्त्राबद्दलही थोडे लेखन त्यात होते. विशेष म्हणजे युरोप खंडामध्ये तेव्हा होत असलेली रसायनशास्त्राची प्रगती उल्लेखनीय आहे आणि तिचा उपयोग हिंदुस्थानातील कारागीरांनी केल्यास अल्पश्रमाने बहुत सुख होईल मत मांडलेले दिसते. त्यात सूक्ष्मदर्शक

यंत्र, कागदांची उत्पत्ती, सोडापावडरचे गुणधर्म व उपयोग, काच तयार करण्याची कृती, काचेचे प्रकार इत्यादी विषय हाताळलेले दिसतात.

'दिग्दर्शन'ची प्रस्तावना होती, 'परमार्थाविषयी जाणणे हा मनुष्याचा मुख्य धर्म खरा, परंतु आपण सर्व संसारात वागतो तेव्हा इहलोकोपयोगी ज्या गोष्टी त्यांचे त्यांचे ज्ञान ही विद्या होय.' पुढे ह्या सर्व विद्यांचे प्रकार सांगून गणितशास्त्र हे बहुधा सर्व शास्त्रांच्या उपयोगी आहे असे नमूद केलेले आढळते. तंत्रज्ञानासंबंधीची माहिती देताना म्हटले आहे, 'शास्त्रांचा उपयोग व्यवहारात कसा करावा याचे जे प्रकार त्यांस कळा अथवा कसबे म्हणावे. उदाहरणार्थ, फार भार कोणत्या पदार्थाचा कोणत्या आकृतीवर सहन होतो हे गणितशास्त्रात आहे. त्याच्या आधारावर इमारती, पूल वगैरे बांधण्याचा जो प्रकार ती शिल्पकळा असे जाणावे.'

वाफेच्या यंत्राचे उपयोग सांगताना दिग्दर्शनमध्ये लिहिले आहे, 'वाफयंत्राने रुपये पाडणे, जहाज चालविणे आणि विहिरीतील पाणी काढणे इतकीच कामे होतात असे समजू नये. युरोप खंडात याचा सर्व प्रकारचे कारखान्यांमध्ये उपयोग करितात. याणे करून खाणीतील पाणी निघून धातू खोदून काढण्यास सुलभ पडते, कापूस पिंजला जातो, कापडे विणून तयार होतात, लोहाराचे काम होते, दाणे दळून पीठ तयार होते अशी सहस्रशः कामे याणे करून होतात. विलायतेत याणेकरून गाड्या चालतात.'

या यंत्राची कार्यक्षमता मानवी हातांपेक्षा जास्त आहे याचे कसे सुरस वर्णन केले आहे पाहा– 'यामध्ये साहाशे घोड्यांचा जोर जरी असला तथापि हे मुलाच्या हाताचा हुकूम मानिते. याचे भक्षण कोळसे, लाकडे हे पदार्थ. ते ते रिकामे असता खात नाही; ते कधी थकत नाही, याला झोपेची गरज नाही, कोणत्याही देशात नेले असता त्यास हवा बाधत नाही, प्रथम मजबूत केले असता त्यास फारसा रोग होत नाही. इतकेच की म्हातारे झाले म्हणजे याच्याने काम करवत नाही. असे गुण या यंत्रामध्ये आहेत, म्हणून यास यंत्रराज हे नाव दिले असता साजेल.'

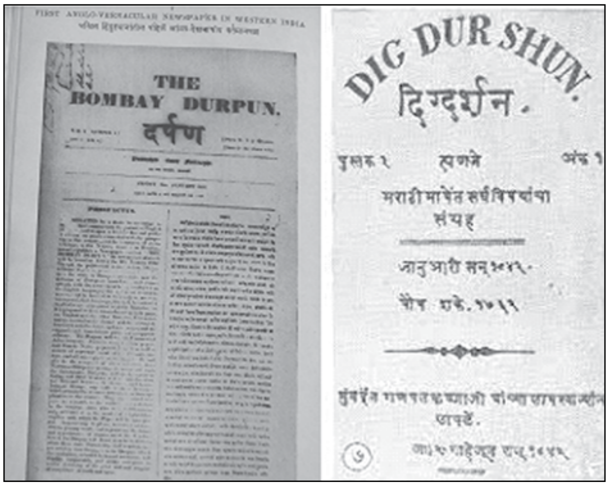
विविध ज्ञानशाखांचे थोडक्यात सुबोध ज्ञान करून देणारे असे अन्य माध्यम तेव्हा नव्हते त्यामुळे 'दिग्दर्शन'चा लोकशिक्षणासाठी मोठाच उपयोग झाला असेल. एक विशेष म्हणजे यात आपल्याकडे कसे सगळे वाईट आहे आणि युरोपात कसे सगळे आदर्श आहे असा आविर्भाव दिसत नाही किंवा आपले जुने तेच कसे सोने आणि हे नवे आले आहे त्यात फक्त न्यूनच शोधायचे अशीही भूमिका दिसत नाही. युरोपात होणारी प्रगती प्रांजळपणे जनतेपर्यंत पोहोचवून दिशा दाखवणे या हेतूने मासिकाचे नाव 'दिग्दर्शन' ठेवले असावे.

पत्रकारिता हा बाळशास्त्रींच्या बहुआयामी कार्याचा केवळ एक पैलू. त्यांचा जीवनप्रवास १८१२ ते १८४६ असा केवळ ३४ वर्षांचा! त्यात कर्तृत्वाचा खरा कालावधी तर १८३० ते १८४६ असा जेमतेम १६ वर्षांचा! पण तो नवमहाराष्ट्राच्या जडणघडणीतला महत्त्वपूर्ण कालखंड होता. ब्रिटिश सत्ता महाराष्ट्रात, विशेषतः मुंबईत स्थिरावण्याचा तो काळ होता. हळूहळू इंग्रजी शिक्षणाचा प्रसार होऊ लागला होता आणि इंग्रजी शिक्षण घेणाऱ्या मराठी व्यक्तींच्या पहिल्या फळीतले बाळशास्त्री जांभेकर एक होते. गव्हर्नर माऊंट स्टुअर्ट एल्फिन्स्टन यांनी मुंबईला The Bombay Native School Book and School Society ची स्थापना करून तेथे कॅप्टन जॉर्ज जर्विस या इंजिनीयरची चिटणीस म्हणून नियुक्ती केली होती. या सोसायटीतर्फे १८२४ मध्ये सुरू केलेल्या पहिल्या इंग्रजी शाळेचे बाळशास्त्री विद्यार्थी. कुशाग्र बुद्धिमत्तेच्या बाळशास्त्रींनी या संधीचे सोने केले. त्यांनी अल्पावधीतच इंग्रजीवर प्रभुत्व मिळवले. संस्कृत, मराठी तर त्यांना उत्तम अवगत होतेच. शाळेच्या चारच वर्षांमध्ये गणित, भूगोल या विषयांचाही उत्तम अभ्यास करून विद्यार्थिदशेतच तिसऱ्या वर्षापासून ते गणित शिकवू लागले. त्यांचे विद्यार्थी भाऊ दाजी लाड, केरो लक्ष्मण छत्रे, दादाभाई नौरोजी इत्यादी पुढे खूपच नावारूपाला आले.

आद्य पत्रकार बाळशास्त्री जांभेकर स्मारक व पत्रकार भवन, सिंधुदुर्गनगरी – ओरोस

बॉम्बे नेटिव्ह एज्युकेशन सोसायटीचे नेटिव्ह सेक्रेटरी, एल्फिन्स्टन कॉलेजात गणिताचे प्रोफेसर, कुलाबा वेधशाळेचे संचालक, बोर्ड ऑफ एज्युकेशनचे शाळातपासनीस अशा विविध जबाबदारीच्या पदांवरही त्यांची नियुक्ती झाली. रॉयल एशियाटिक सोसायटीच्या जर्नलमध्ये शोधनिबंध प्रसिद्ध करणारे ते पहिले भारतीय संशोधक. एल्फिन्स्टन, जर्विस यांच्या संपर्कात आल्याने आणि इंग्रजीवरील प्रभुत्वामुळे त्यांना युरोपातील वैज्ञानिक प्रगतीची ओळख झाली आणि

त्यांची दृष्टी आधुनिक शास्त्रांकडे वळली. सर्वसामान्य माणसाचे जीवन विज्ञानामुळे सुखी होऊ शकते हे ज्यांना पटू लागले होते अशा मोजक्या व्यक्तींपैकीच बाळशास्त्री होते. म्हणून त्यांनी मराठी माणसांमध्ये नवविचारांच्या प्रसारासाठी पत्रमाध्यमाचा उपयोग करण्याचे ठरवले.


THE BOMBAY DURPUN.
दर्पण

DIG DUR SHUN.
दिग्दर्शन.

'दर्पण' सुरू झाले त्या काळात युरोपीय देशांमध्ये विज्ञान-तंत्रज्ञान वेगाने प्रगत होत होते. सतराव्या शतकातच युरोपमध्ये केप्लर, गॅलिलिओ, न्यूटन, हार्वे असे शास्त्रज्ञ उदयाला आले. सूक्ष्मदर्शक आणि दुर्बीण या शोधांनी तर क्रांती घडवली. सतराव्या-अठराव्या शतकात इंग्लिश, डच, फ्रेंच लोक समुद्रमार्गाने जगाच्या दूरदूरच्या प्रदेशात पसरले. अठरावे शतक गाजवले प्रीस्टले, कॅव्हेंडिश, लॅव्हाजिए, डाल्टन, मेंडेलिव्ह इत्यादींनी. विशेषतः जेम्स वॉटच्या वाफेच्या इंजिनाने अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात वैज्ञानिक प्रगतीला मोठीच चालना मिळाली. ह्या सर्व प्रगतीचे भारतातही आकर्षण निर्माण झाले. अर्थात यात अनेकांची मन:स्थिती द्विधा होती. एकीकडे देशी परंपरेकडे मन झुकत होते तर आधुनिक जीवनशैलीची ओढही वाटत होती. या दोहोंमध्ये योग्य समन्वय साधण्याचा यशस्वी प्रयत्न जांभेकरांनी केला.

स्वदेशीयांची आधुनिक ज्ञानाने प्रगती व्हावी यासाठी मराठीतून ज्ञानप्रसार झाला पाहिजे याची बाळशास्त्रींना तळमळ होती. सुदैवाने त्यांना ज्या ब्रिटिश अधिकाऱ्यांचा सहवास मिळाला तेही साम्राज्यवृद्धीसाठी का असेना पण देशी भाषांमधून भारतीयांना आधुनिक ज्ञान देण्याच्या मताचे होते. त्यांचे प्रयत्न जांभेकरांना अनुकरणीय वाटले. म्हणूनच इंग्रजी पुस्तकांचे मराठीत भाषांतर आणि वृत्तपत्राचे संपादन अशा दुहेरी मार्गांनी त्यांनी काम सुरू केले. अनेक भाषा अवगत असलेल्या बाळशास्त्रींचे भाषेइतकेच विज्ञानावर प्रेम होते. स्वभाषेचा अभिमान असूनही इंग्रजी भाषा शिकण्याचा त्यांनी पुरस्कार केला; मात्र रोमन लिपी भारतीय भाषांसाठी आणावी या काही ब्रिटिश अधिकाऱ्यांच्या मताला त्यांनी विरोध केला. दुर्दैवाने त्या काळात असाध्य असलेल्या टायफॉईडच्या आजारामुळे जांभेकरांना वयाच्या पस्तिशीच्या आतच मृत्यूने गाठले. परंतु काळाची पावले ओळखण्याचे सामर्थ्य असलेल्या बाळशास्त्री जांभेकरांचे भविष्यवेधी व्यक्तिमत्त्व आजही स्मरणीय आहे.

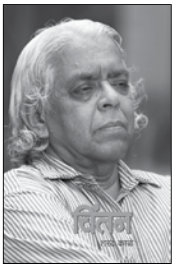
संदर्भ : आचार्य बाळ गंगाधरशास्त्री जांभेकर शताब्दी स्मारक ग्रंथ, खंड १,२,३, संपादक श्री. ग.गं. जांभेकर, पुणे, १९५०

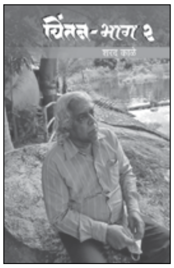
महाराष्ट्राच्या आधुनिकतेचे अग्रदूत दर्पणकार बाळशास्त्री जांभेकर, लेखक यशवंत पाध्ये, राजे पब्लिकेशन्स, पुणे, २०१३

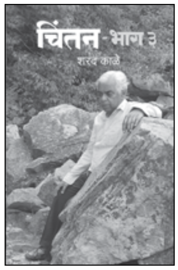
– डॉ. मेधा लिमये
medhalimaye@gmail.com

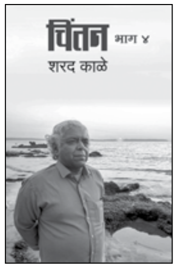
॥ग्रंथाली॥

विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके









मूल्य ६०० रु. सवलतीत ३५० रु.

मूल्य ७५० रु. सवलतीत ४५० रु.

मूल्य ७५० रु. सवलतीत ४५० रु.

मूल्य ५०० रु. सवलतीत ३०० रु.

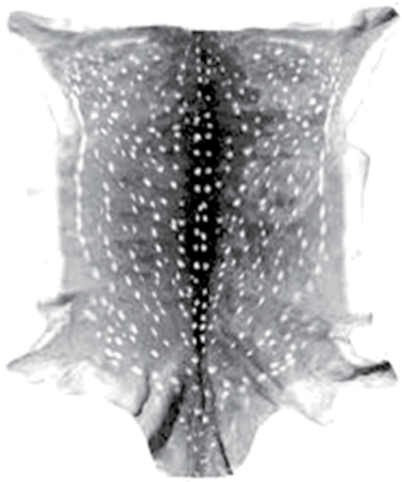
डॉ. जयंत वसंत जोशी

चर्मोद्योगातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - भाग १

मेलेल्या किंवा अन्नासाठी शिकार करून मारलेल्या प्राण्यांच्या त्वचेवर नैसर्गिक किंवा रासायनिक पदार्थांच्या प्रक्रिया करून ती कातडी न कुजणारी, न सडणारी केली जाते. या क्रियेला कातडी कमावणे किंवा 'टॅनिंग' असे म्हणतात. या क्रियेने कातडी अधिक टिकाऊ होते. अशा प्रकारे कमावलेल्या कातडीला कमावलेले कातडे, चामडे किंवा चर्म म्हणतात. अशा चामड्यापासून पादत्राणे, पट्टे, पाकिटे, पेट्या, शेतीसाठी लागणाऱ्या मोटा, पखाली, रथांच्या घोड्यांचा सरंजाम, योद्ध्यांनी घालायचा पोशाख, हातमोजे, चिलखताच्या आतून घालावयाचा कातडी अंगरखा, द्रवपदार्थ साठवण्यासाठी लागणारी बुधली... इत्यादी वस्तू तयार करण्याच्या उद्योगाला चर्मोद्योग असे म्हणतात. कातडी कमावण्याच्या या पद्धतींमध्ये कातडीच्या प्रकारानुसार विज्ञानाच्या अनेक प्रक्रिया केल्या जातात. पारंपरिक पद्धतीत मीठ, चुना, विविध झाडांचा पाला, मुळे, साली इत्यादी नैसर्गिक सामग्रीचा वापर केला जात असे. त्या कारागीरांना वनस्पतींच्या विविध घटकांच्या रासायनिक गुणधर्मांची उत्तम जाण असल्याशिवाय हे शक्य नाही. अधुनिक पद्धतीत कृत्रिम रसायने व यंत्रांचा वापर केल्याने या प्रक्रिया जलद गतीने व अधिक प्रमाणित होतात. त्यामुळे तयार होणाऱ्या चामड्याचा पोत, जाडी, मऊपणा, लवचीकता आदी बाबींवर नियंत्रण ठेवता येते.

कातडे कमावणे

मृत किंवा मांस खाण्यासाठी मारलेल्या प्राण्याचे कातडे कमावले जाते. पूर्वी पाळीव प्राण्यांबरोबरच वाघ, हरीण, हत्ती यासारखे काही वन्यप्राणीसुद्धा कातड्यासाठी मारले जात असत, परंतु त्यावर आता कायद्याने बंदी आहे. कातड्यात छोट्या प्राण्यांचे, मोठ्या प्राण्यांचे, पाळीव प्राण्यांचे, वन्य प्राण्यांचे असे विविध प्रकार आहेत. मेंढीच्या कातड्याला मेशी, शेळीच्या कातड्याला सागळ, हरणाच्या कातड्यास मृगाजीन तर वाघाच्या कातड्यास व्याघ्रासन असे म्हणतात. मृत किंवा मारलेल्या प्राण्याच्या पोटाकडील भागास उभा काप देऊन अधिक लांबीचे कातडे मिळवले जाते. ते कापडासारखे सपाट केले जाते. मीठ लावून त्याच्या घड्या करून ठेवल्या जातात. मीठ लावल्यामुळे कातडे दीर्घकाळ टिकते. नंतर मीठ काढण्यासाठी कातडे पाण्याच्या खोलगट कुंडात भिजत ठेवतात. कातडीवरील केस घासून किंवा उपटून सहज काढता यावे यासाठी कातडीला चुना (कॅल्शिअम हायड्रॉक्साइड) व सोडियम सल्फेट लावून ठेवतात. केस काढल्यानंतर कातडे पुन्हा चार-पाच दिवस चुन्याचे द्रावण असलेल्या कुंडात भिजत ठेवतात. या टाकीस चुनाडी असे म्हणतात. या कालावधीत कातडे रोज दिवसातून एकदा हलवले जाते. काही केस शिल्लक राहिले असल्यास ते कातडे पसरवून कोयत्यासारख्या धारदार साधनाने काढून टाकले जातात.



त्यानंतर कातडे पुन्हा दोन दिवस चुन्याच्या द्रावणात भिजत ठेवले जाते. चार-पाच फूट लांबीच्या नारळाच्या झाडाच्या बुंध्यावर कातडे पसरवून त्याला आतील भागास राहिलेला मांसाचा भाग घासून काढला जाते. या क्रियेत कातड्यास लागलेला चुनाही काढला जातो व कातडीवर असलेले सूक्ष्म छिद्र (रंध्र) मोकळे होतात. ही संपूर्ण प्रक्रिया दहा ते बारा दिवसांची असते.

या कातडीवर बाभळीच्या सालीसारख्या पदार्थांची प्रक्रिया केल्यास ते कातडे बरेच दिवस टिकते. त्यावर बदलत्या हवामानाचा वा सूक्ष्मजंतूंचा परिणाम होत नाही. शिवाय त्याचे भौतिक गुणधर्म तसेच राहतात; एवढेच नव्हे, तर त्यामध्ये आणखी काही उपयुक्त गुणधर्मांची भर पडते. कातडी कमावण्यासाठी ओक, बाभूळ यांसारख्या वृक्षांच्या सालीचा उपयोग करत. शिवाय त्यासाठी भरपूर पाण्याची अवशकता असते. त्यामुळे हा व्यवसाय जंगल व नदीकाठी आढळतो. तुरटीच्या साहाय्याने कातडी कमावण्याची प्रक्रियाही जुनीच आहे. पोटॅशियम बायक्रोमेट विद्रावामध्ये उसाची साखर घालून, आल्डिहाइडे वापरून फिनॉल आणि सल्फ्युरिक अम्ल यांची विक्रिया करून मिळणाऱ्या पदार्थांचे फॉर्माल्डिहाइडाशी संघनन करून मिळणाऱ्या संश्लेषित टॅनिंगचा विद्राव तयार केला जातो.

कातडे कमावण्याच्या प्रक्रियांचे प्रामुख्याने तीन विभागांत विभागणी केली जाते.
(१) प्राथमिक प्रक्रिया, (२) प्रत्यक्ष कमावण्याच्या प्रक्रिया आणि (३) कमावल्यानंतरच्या प्रक्रिया.

(१) प्राथमिक प्रक्रिया : मृत जनावराच्या शरीरावरून कातडे काढल्यानंतर ते कमावण्यासाठी योग्य असे करावे लागते. त्यासाठी विविध प्रक्रिया केल्या जातात. त्यांना पूर्वप्रक्रिया म्हणतात. कच्ची कातडी विविध स्वरूपांत आणली जातात. ही कातडी ओल्या किंवा कोरड्या स्थितीत पण मिठाने पूर्वसंस्कार केलेली वा वाळवलेली असते, तसेच काही वेळा ताजी कातडी म्हणजे मृत जनावरावरून नुकतीच काढलेली अशीही असते. ताजी कातडी फक्त स्वच्छ करून मग ती इतर प्रक्रियांसाठी वापरतात, तर पूर्वसंस्कारित कातडी पाण्यात भिजवावी लागते.

भिजवणे : कातड्याच्या आतील (मांसल) भागावर मीठ पसरवून, कातडी एकावर एक ठेवून त्यांचे गठ्ठे करतात. याला पूर्वसंस्करण प्रक्रिया असे म्हणतात. असे गठ्ठे कारखान्यात आल्यावर त्यातील कमावण्यास योग्य अशी कातडी काढून इतर अनावश्यक कातडी इतरत्र पाठवण्यात येते. कमावण्यास योग्य अशीच कातडी गोल फिरणाऱ्या

पिंपामधून पुष्कळ वेळा धुण्यात येते. कातड्यामध्ये पाणी मुक्त स्वरूपात व प्रथिनांशी बद्ध स्वरूपात असते. पूर्वसंस्कारित कातड्यामध्ये मुक्त स्वरूपातील पाणी मिठाकडून शोषले जाते. पूर्वसंस्कारित कातडी मूळ स्थितीत आणण्यासाठी त्यांतील मीठ काढून टाकण्याबरोबर मुक्त स्वरूपातील पाण्याचे कातड्यात शोषण करून पाण्याचे योग्य ते प्रमाण राखणे आवश्यक असते. यासाठी ती कातडी पुन्हा पुन्हा पाण्यात भिजवली आणि धुतली जाते. कातड्याच्या पृष्ठभागावरील पाण्यात विद्राव्य असलेले भाग या क्रियेमध्ये पाण्यात विरघळतात. त्यामुळे सूक्ष्मजंतूंची वाढ होण्यासाठी एक उत्कृष्ट माध्यम तयार होते. भिजवण्याची प्रक्रिया जास्त वेळ लांबली, तर कातड्याच्या पृष्ठभागावरील केसांवर क्रिया होऊन ते गळून पडतात. ही क्रिया चोवीस तासांनंतर होते. म्हणून चोवीस तास पूर्ण होण्याआधीच कातडी पाण्यातून बाहेर काढली जातात. कातड्यात पाणी शोषले जाण्याच्या क्रियेचा संबंध पाण्याच्या सामूशी (pH) असतो. उन्हात वाळवलेल्या कातड्यामध्ये पाणी लवकर शोषले जावे म्हणून पाण्यात कॉस्टिक सोडा, सोडियम सल्फाइड किंवा कातड्याच्या पृष्ठभाग पाणी शोषण्यास योग्य करणारे रासायनिक पदार्थ मिसळले जातात.

चुन्याची प्रक्रिया : भिजवलेली कातडी कॅल्शियम हायड्रॉक्साइडच्या द्रावणामध्ये बुडवून ठेवल्यास रासायनिक क्रिया होऊन कातड्यावरील बाह्यत्वचेचा नाश होतो किंवा बाह्यत्वचेचा भाग वेगळा होतो. भिजवलेली कातडी जमिनीस समतल काठ असलेल्या मिल्क ऑफ लाइमच्या कुंडात बुडवतात. दर एक दिवसाआड कुंडातून कातडी बाहेर काढून ती काठावर ठेवतात. नंतर आवश्यकतेनुसार मिल्क ऑफ लाइम पुन्हा मिसळतात व कुंडातील द्रावण ढवळतात आणि कातडी परत त्यात बुडवतात. आधी सांगितल्याप्रमाणे दहा दिवस मिल्क ऑफ लाइमची प्रक्रिया केल्याने बाह्यत्वचेचा भाग नष्ट होतो, कातड्यावरील केस

सैल होतात व ते सहज काढता येतात. याशिवाय मिल्क ऑफ लाइमचा कातड्यावरही परिणाम होतो. कातड्यातील तंतू फुगतात आणि त्यांमधील बुळबुळीत पदार्थ बाहेर येण्यास मदत होते. चुन्याची प्रक्रिया करण्यासाठी मिल्क ऑफ लाइमचे एकच कुंड किंवा मिल्क ऑफ लाइमचे निरनिराळे प्रमाण असलेली तीन कुंडे असतात. काही कातड्यांच्या बाबतीत, विशेषतः मेंढीच्या कातड्यांच्या चुन्याच्या प्रक्रियेच्या अगोदर कातड्याच्या आतील मांसल भागावर कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड आणि सोडियम सल्फाइड यांच्या मिश्रणाचा थर देण्यात येतो. कारण चुन्याच्या प्रक्रियेमुळे मेंढींच्या कातड्यावरील लोकर खराब होऊ नये हा त्याच्यामागील उद्देश असतो. अशा थरामुळे मेंढीच्या कातड्यावरील लोकर खराब होत नाही व ती हाताने ओढून काढणे सोपे जाते. चुन्याच्या प्रक्रियेतील द्रावात सोडियम सल्फाइड, सोडियम हायड्रोसल्फेट, डायमिथिलअमाइन, सोडियम थायोसल्फेट, सोडियम सायनाइड इत्यादींसारखी केस लवकर निघण्यास मदत करणारी रसायने मिसळतात. द्रावण कातड्यात आतपर्यंत जावे म्हणून कातड्याच्या मांसल भाग काही वेळा काढून टाकतात. आता ही क्रिया यंत्राने करण्यात येते.

फरसाठी वापरावयाच्या कातड्यांसाठी चुन्याची प्रक्रिया वापरली जात नाही कारण फरच्या कातड्यावरील केस मूळ स्थितीतच राहणे अत्यावश्यक असते.

केस काढणे : कोणत्याही प्रकारचे कातडे असले, तरी चुन्याच्या प्रक्रियेनंतरच केस काढून टाकण्याची प्रक्रिया करतात. चुन्याच्या प्रक्रियेत सोडिअम हायड्रोसल्फाइडयुक्त द्राव वापरल्यास तीन दिवसांनंतर केस काढून टाकणे सोपे जाते. पारंपरिक पद्धतीत ही क्रिया विशिष्ट दंतुर चाकूने हाताने केली जाते. आधुनिक पद्धतीत यासाठी विविध प्रकारच्या यंत्रांचाच उपयोग केला जातो.

चुन्याच्या प्रक्रियेतील रसायने काढून टाकणे : केस, मांसल भाग इत्यादी काढून टाकल्यानंतर फक्त मध्यत्वचेचा भाग शिल्लक राहतो. ह्या भागात चुन्याच्या प्रक्रियेतील रसायने असतात त्यामुळे कातडे फुगलेले दिसते. कातड्यातून ही रसायने काढून टाकणे आवश्यक असते. कारण वनस्पतीज टॅनिंग पदार्थाबरोबर त्यांची क्रिया होऊन कातड्याला गडद रंग येतात व क्रोमियम लवणांच्या विद्रावांची विक्रिया कातड्यांवर व्यवस्थित होत नाही. कातड्यातून चुन्याच्या प्रक्रियेतील रसायने काही वेळा पूर्णपणे काढून टाकतात, तर पादत्राणांच्या तळव्याच्या कातड्यासाठी फक्त एका पृष्ठाकडची रसायने काढून टाकतात. चुन्याच्या प्रक्रियेतील रसायने काढून टाकण्यासाठी सौम्य आम्लांचे द्रावण वापरले जाते. प्रथम कातडी १५०-२३० से. तापमानाच्या पाण्याने धुतात व नंतर ती अम्लमिश्रित पाण्यात बुडवतात. बोरिक, हायड्रोक्लोरिक, लॅक्टिक, सल्फ्युरस इत्यादी आम्ले ह्यासाठी वापरली जातात.

पारंपरिक पद्धतीत पूर्वी चुन्याच्या प्रक्रियेनंतर त्यातील रसायने काढून टाकण्यासाठी कुत्रे, कोंबड्या व काही पक्ष्यांच्या विष्ठेच्या गरम द्रावणात कातडी भिजवत असत. गायी आणि वासरे यांच्या कातड्यांसाठी ही प्रक्रिया प्राचीन काळापासून वापरली जात आहे. प्राण्यांच्या विष्ठेऐवजी आता तत्सम कार्य करणारे कृत्रिम पदार्थ वापरतात. ह्या दोन्ही प्रक्रियांमुळे कातड्यावरील राहिलेले अनावश्यक भाग पूर्णपणे निघतात, कातडी मऊ होते आणि टॅनिंगसाठी योग्य होते.

प्राण्यांच्या विष्ठेचे पाण्यात द्रावण करून ते तसेच सहा-सात दिवस ठेवतात. या काळात हे द्रावण आंबते. नंतर एका भांड्यात आंबलेले द्रावण घेऊन त्यात कातडी बुडवतात व ती विशिष्ट चाकात फिरवली जाते. द्रावणाचे तापमान २७०-३७० सेंटिग्रेडच्या दरम्यान कातड्याच्या प्रकारानुसार ठेवले जाते. नाजूक कातड्यांसाठी त्यापेक्षा कमी तापमान वापरले जाते.

ओलेचिंब करणे : वासरे, मेंढ्या आणि शेळ्या यांच्या कातड्यांसाठीच ही प्रक्रिया वापरली जाते. यासाठी गव्हाच्या कोंड्याचे पाणी आंबवून तयार केलेल्या आणि २७० अंश तापमानाच्या द्रावणात कातडी भिजवतात. कातडी तळाशी दाबून बसवतात. द्रावणात तयार होणाऱ्या सौम्य आम्लामुळे कातड्यातून वायू निघतो. त्यामुळे कातडे मऊ आणि टॅनिंगसाठी योग्य होते. काही वेळा रंगहीन लॅक्टिक आम्लाचा कोंड्याच्या द्रावणाच्या सामूएवढा विद्राव या प्रक्रियेसाठी वापरतात.

मुरवणे : दहा भाग मीठ व एक-दीड भाग सल्फ्युरिक आम्ल यांच्या दोनशे भाग पाण्यातील विद्रावाच्या कातड्यावर करण्यात येणाऱ्या प्रक्रियेला मुरवणे म्हणतात. मेंढ्यांची कातडी सामान्यतः मुरवली जाते. इतर कातडी क्रोम टॅनिंग

करण्याच्या आधीच मुरवली जातात. कातड्यात आम्ल शोषल्यामुळे त्यातील तंतुमय भाग मोकळा होतो व कातड्यात एकसंधपणा येतो. मीठ व सल्फ्युरिक आम्ल यांचे मिश्रण असलेल्या एका पिंपामध्ये कातडी जोरजोरात फिरवतात. काही पिपांमध्ये फिरत्या पट्ट्यांचा वापर करतात. कातडी पिंपामधील विद्रावात दोन तासांपर्यंतच ठेवतात. काही वेळा पॅरानायट्रोफिनॉल, बीटा नॅप्थॉल ह्यांसारखी जंतुनाशक संयुगे द्रावणात किण्वनाची (आंबण्याची) क्रिया सुरू होऊ नये म्हणून मिसळतात. जाड कातडी टॅनिंगपूर्वी मुरवली जाते.

चुन्याच्या प्रक्रियेनंतर कातड्यातील जाड भाग कापून काढतात. सर्वसाधारणतः कातड्याचे पोटाकडचा, पाठीचा व खांद्याचा असे तीन भाग करतात. कातड्याच्या वापरानुसार ती कापण्यात येतात.

कमावण्याच्या प्रत्यक्ष प्रक्रिया : प्राथमिक प्रक्रिया झाल्यानंतर कातड्यांवर रासायनिक विक्रिया करून त्यांचे चामड्यात रूपांतर करण्यात येते. टॅनिन वा टॅनिक आम्ल असलेल्या वनस्पतिजन्य पदार्थाच्या साहाय्याने कातडी कमावणे ही फार जुनी पद्धत आहे. आधुनिक पद्धतीत विविध रसायने आणि रासायनिक प्रक्रिया वापरून कातडी कमावली जातात. क्रोमियम संयुगांच्या साहाय्याने मोठ्या प्रमाणावर कातडी कमावली जातात. तथापि विशिष्ट प्रकाराच्या उपयोगाच्या कातड्यांसाठी अद्यापही वनस्पतिजन्य पदार्थांचा वापर करण्यात येतो.

फिनॉले व हायड्रोकार्बन यांच्यापासून मिळणाऱ्या काही पदार्थांत कातडी कमावण्याचा गुणधर्म असतो. अशा पदार्थांना 'सिनटॅन' असे म्हणतात. हे पदार्थ सामान्यतः फिनॉल सल्फॉनिक आम्ले व फॉर्माल्डिहाइड यांच्यापासून बनवतात. क्रोमियम संयुगांनी तसेच वनस्पतिजन्य पदार्थांनी कमावलेल्या कातड्यांमध्ये विशिष्ट उपयोगांकरता काही गुणधर्म आणण्यासाठी कातडी कमावण्याकरता वापरलेला काही मूळ पदार्थ काढून नवीन योग्य पदार्थाने कातडी पुन्हा कमावावी लागतात आणि याकरता सिनटॅनांचा उपयोग करतात. याशिवाय कातडी कमावण्याचे साहाय्यक साधन म्हणून सिनटॅनांचा वापर केल्यास कातड्यास आवश्यक तो रंग आणता येतो वा रंगात सुधारणा करता येते, टॅनिंग द्रावणाचे कातड्यात जलद शोषण होते, इत्यादी फायदे होतात. सिनटॅनांशिवाय रेझिनांचा वापर केल्यास कच्च्या कातड्याचे स्थिर कातड्यात रूपांतर होते. हे रूपांतर होताना त्यात बरेच गुणधर्म आणता येतात. परंतु रेझिने मोठ्या प्रमाणावर वापरली जात नाहीत.

वनस्पतिजन्य पदार्थ वापरून कातडे कमावणे : टॅनिन किंवा टॅनिक आम्ल असलेले वनस्पतींचे साल, लाकूड, मुळे, फळे इत्यादी भाग पाण्यात भिजवून मिळणाऱ्या द्रावणाने कातडी कमावली जातात. सामान्यतः जास्त प्रमाणात टॅनिक आम्ल वा टॅनिन असणाऱ्या वनस्पतींचाच वापर केला जातो. अशा वनस्पतींमधील टॅनिन नसणारा (शर्करा, गॅलिक आम्ल, कार्बनी आम्ले इत्यादी असलेला) भागही कातडी कमावण्याच्या दृष्टीने उपयुक्त असतो. टॅनिंग पदार्थांतील फिनॉल व हायड्रॉक्सिल गट यांची कातड्यातील प्रथिन घटकाशी क्रिया होऊन कातडे कमावले जाते. कातडी कमावण्यासाठी वापरण्यात येणारे वनस्पतिजन्य पदार्थ हे पायरोगॅलॉल व कॅटेचोल या दोन प्रकारांचे; तसेच यांच्या मिश्रणाचेही असतात.

पायरोगॅलॉल : चेस्ट नट, कायफळ, ओक वृक्षाचे लाकूड व साल, सुमाक, हिरडा, ओक, सीसॅल्पिनियाच्या वंशातील अनेक जाती, डाळिंबाची साल, बाभळीच्या शेंगा, धावड्याची पाने, काजू, ऐन, वाकेरी (तेरी), बेहडा इत्यादी.

कॅटेचोल : क्वेब्रॅको वृक्ष (शिनॉप्सिस बालानसी), हेमलॉक, गॅंबिअर, वॅटल (केशिया मॉलिसिमा), लाजाळू, तरवड, बाभूळ, हिवर, खैर, बाहवा, उरीमेदी, खडशेरणी, चौरी, गरारी, आवळा, जांभा, कॉपरपॉड, विलायती चिंच, सालवृक्ष इत्यादींच्या साली, कच्छ वनस्पती (मॅनग्रोव्ह), बोराच्या वंशातील जाती (फळे) इत्यादी.

मिश्र : ओक, मॅलेट (युकॅलिप्टस ऑक्सिडेंटॅलिस), रेंडुका (केशिया एंडुका), अर्जुन या वृक्षांच्या साली.

पायरोगॅलॉलाचा विद्राव आयर्न लमबरोबर जांभळा निळा रंग देतो, तर कॅटेचोलाचा विद्राव लोह संयुगाबरोबर हिरवट काळा रंग देतो. पायरोगॅलॉलाच्या साहाय्याने कमावलेल्या कातड्यावर प्रकाशाचा परिणाम होत नाही, पण कॅटेचोलाच्या साहाय्याने कमावलेले कातडे प्रकाशामुळे तांबडसर करडे होते व ठिसूळही होते.

वनस्पतिजन्य पदार्थांच्या साहाय्याने कातडी

कमावण्याच्या प्रक्रियांचे प्रामुख्याने दोन गट पडतात. पहिल्या गटात पादत्राणांचे तळ, पट्टे, यंत्रात वापरण्यात येणारे भाग, आच्छादने इत्यादींसाठी लागणारी व वजनाने जड असणारी कातडी कमावण्याच्या प्रक्रियांचा आणि दुसऱ्या गटात पादत्राणांचे वरचे भाग, शोभेच्या व कलाकुसरीच्या वस्तू या प्रक्रियांचा समावेश केला जातो. दोन्ही गटांसाठी वापरण्यात येणाऱ्या प्रक्रिया तत्त्वतः सारख्याच आहेत; तांत्रिकदृष्ट्या मात्र त्या भिन्न आहेत. सर्व प्रक्रियांमध्ये टॅनिंग द्रावणांची संहती (विद्रावातील विरघळणाऱ्या पदार्थाचे प्रमाण), विशिष्ट गुरुत्व व आम्लता मोजणाऱ्या उपकरणांच्या साहाय्याने प्रक्रिया संपेपर्यंत कायम ठेवण्यात येते.

जड कातडे कमावण्याची प्रक्रिया ही सामान्यतः तीन टप्प्यांची असते– (१) वाढत्या संहतीचे द्रावण असलेल्या निरनिराळ्या कुंडांत कातडी क्रमाक्रमाने टांगून ठेवतात. ही कुंडे लाकूड व माती, काँक्रीट किंवा काँक्रीट व विटा यांचा उपयोग करून जमिनीत बनवलेली असतात. एकाच द्रावणातील कातड्यांची बाजू दररोज एकदोनदा बदलतात तसेच दररोज क्रमाक्रमाने अधिक संहतीच्या कुंडांत कातडी बदलतात. कातडी टांगण्यासाठी हलक्या चौकटींचा उपयोग करतात. परिस्थितीनुसार कुंडांची संख्या व द्रावणामध्ये कातडी ठेवण्याचा काळ निरनिराळे असतात. (२) वाढत्या संहतीचे द्रावण ठेवलेल्या कुंडांत आडव्या स्थितीत कातडी क्रमाक्रमाने ठेवतात. कुंडातून कातडी दररोज (किंवा काही वेळ एक दिवसाआड) काढून ती कुंडाच्या काठावर निथळत ठेवतात व नंतर कातडी दुसऱ्या जास्त संहती असलेल्या द्रावणाच्या कुंडात आडव्या स्थितीतच नेतात, अशी प्रक्रिया बऱ्याच वेळा करण्यात येते. (३) नंतर कातडी काढून घेऊन त्यावर थोडासा घन टॅनिंग पदार्थ पसरतात व एका कुंडात कातडी एकावर एक ठेवतात आणि पुष्कळच जास्त संहती असलेले द्रावण कुंडात ते पूर्ण भरेपर्यंत सोडतात. या द्रावणात कातडी बराच काळ (सुमारे दोन ते चार आठवडे) तशीच ठेवतात. यामुळे कातड्यातील तंतूंवर अविद्राव्य पदार्थांचे (दोन कातड्यांमध्ये पसरलेल्या टॅनिंग पदार्थांपासून तयार होणाऱ्या पदार्थांचे) थर जमतात व कातडे अधिक चिवट, जड, कठीण व टिकाऊ होते.

खनिज पदार्थांच्या साहाय्याने कातडी कमावण्याच्या प्रक्रिया : हलकी कातडी कमावण्यासाठी बहुतांशी वनस्पतिजन्य पदार्थांऐवजी खनिज पदार्थ वापरण्यात येतात. तुरटी प्रक्रिया ही यांपैकी सर्वांत जुनी प्रक्रिया आहे.

तुरटी प्रक्रिया : ही प्रक्रिया अद्यापही काही प्रमाणात हातमोजांसाठी लागणाऱ्या कातड्यांकरता वापरली जाते. या प्रक्रियेत तुरटी, मीठ, पीठ, अंड्याचा बलक व पाणी यांचे मिश्रण करून एका पिंपामध्ये घेतात व त्यात कातडी घालून पिंप फिरवितात. सुमारे दोन तासांत कातडी कमावली जाते, नंतर ती त्यातून काढून निथळत ठेवतात व वाळवतात. या प्रक्रियेने मिळणारी कातडी पांढरी असून बऱ्याच प्रमाणात ती ताणली जाते; तसेच ती बळकट व चिवट असते. परंतु या कातड्यांवर पाण्याचा अनिष्ट परिणाम होतो. ही प्रक्रिया हातमोजांकरता लागणाऱ्या शेळ्यांच्या आणि मेंढ्यांच्या कातड्यांसाठी, पांढऱ्या कातड्यांसाठी आणि क्रिकेटच्या चेंडूसाठी लागणाऱ्या कातड्यासाठी वापरण्यात येते.

क्रोम प्रक्रिया : क्रोमियम लवणांचा उपयोग करून कातडी कमावण्याच्या प्रक्रिया दोन प्रकारच्या आहेत : (क) एक–कुंडी प्रक्रिया व (ख) दोन–कुंडी प्रक्रिया. एक–कुंडी प्रक्रिया : ही प्रक्रिया जास्त प्रमाणात वासरांच्या कातड्यांसाठी आणि मुलायम कातड्यांसाठी तसेच हातमोजे, पादत्राणाचे वरचे भाग व अस्तर आणि सुशोभित वस्तू यांसाठी लागणाऱ्या शेळ्यांच्या कातड्यांसाठी वापरली जाते. एक–कुंडी प्रक्रिया सोपी असून तीमुळे कातड्यावर वाईट परिणाम होण्याचे प्रमाण कमी असते. या प्रक्रियेत क्रोमियम लवणांचे क्रमाक्रमाने वाढत्या संहतींचे द्रावण वापरतात. क्रोमियम सल्फेट किंवा क्रोमियम तुरटीच्या विद्रावात सोडियम कार्बोनेटचा विद्राव घालून तयार होणारे मिश्रण पूर्णपणे ढवळतात. शिशाचे अस्तर असणाऱ्या टाकीत हे मिश्रण व सल्फ्युरिक आम्ल सारख्या प्रमाणात मिसळतात. नंतर त्यात क्षपणकारक पदार्थ मिसळतात. सामान्यतः साखर, ग्लुकोज, स्टार्च, लाकडाचा भुसा, ग्लिसरीन, मोलॅसीस, सल्फर डाय–ऑक्साइड इत्यादी क्षपणकारक पदार्थ वापरले जातात.

वनस्पतिजन्य पदार्थ वापरून कातडी कमावण्याच्या प्रक्रियेप्रमाणेच वरील मिश्रण वापरून क्रोम प्रक्रिया करण्यात येते. फिरते पिंप किंवा पायट्यांच्या चक्रांचा वापर हलक्या कातड्यासाठी तर पादत्राणांचे तळ, पंपाच्या झडपा व तत्सम उपयोगासाठी लागणारे कातडे यांसाठी कुंडात कातडी टांगून ती कमावली जातात. वनस्पतिजन्य पदार्थांच्या साह्याने कातडी कमावण्यासाठी लागणाऱ्या वेळेपेक्षा क्रोम प्रक्रियेला कमी वेळ लागतो व त्यामुळे कमावलेल्या कातड्याचे स्वरूप नियंत्रित करता येते. क्रोम प्रक्रियेत कातडी ही रसायनांचा परिणाम होण्यास रोध करणारी, न फाटता उच्च ताण सहन करणारी, शुष्क वा ओल्या स्थितीत उच्च तापमानाला अनिष्ट परिणाम न होणारी व अतिशय टिकाऊ असतात.(ख) दोन–कुंडी क्रोम प्रक्रिया : ही प्रक्रिया पादत्राणांचे वरचे भाग व शोभिवंत वस्तू तयार करण्यासाठी

चमकदार कातडी मिळवण्याकरता शेळ्यांच्या कातड्यांवर आणि गुळगुळीत व यंत्रांकरता उपयोगी पडणारी कातडी मिळवण्यासाठी वासरांच्या कातड्यांवर करण्यात येते. पूर्व-प्रक्रियेत कातडी हायड्रोक्लोरिक किंवा सल्फ्युरिक आम्लयुक्त पोटॅशियम किंवा सोडियम बायक्रोमेट यांच्या सापेक्षतः दुर्बल विद्रावात बुडवतात. कातड्यामध्ये हा विद्राव शोषला गेल्यानंतर हायड्रोक्लोरिक वा सल्फ्यूरिक आम्लयुक्त सोडियम थायोसल्फेटाच्या विद्रावात बुडवितात. यामुळे कातड्याच्या तंतूवर क्रोमियम लवणे तयार होतात. तसेच, प्रक्रियेत तयार होणारे गंधकही तंतूंवर आणि त्यांच्याभोवतीही निक्षेपित होते. गंधक निक्षेप तयार होणे हे दोन-कुंडी प्रक्रियेचे वैशिष्ट्य आहे.

आधुनिक दोन-कुंडी प्रक्रिया : पूर्व-प्रक्रिया कातडी प्रथम मीठ व सल्फ्युरिक आम्ल यांच्या विद्रावात मुरवतात. नंतर ती कातडी सोडियम डायक्रोमेट व आम्ल यांचा विद्राव असलेल्या पिंपामध्ये घालतात. कातड्यात विद्राव पूर्णपणे शोषला गेल्यावर त्यांना चकचकीत पिवळसर नारिंगी रंग येतो. यानंतर विद्रावातून कातडी काढून घेऊन ती चोवीस तास निथळत ठेवतात. नंतर यंत्राच्या साहाय्याने ताण देऊन, सुरकुत्या काढून टाकून कातडी पूर्णपणे सपाट करतात.

कातड्याच्या रंगाने क्षपण पिंपात वा पायटऱ्यांच्या चक्रात किंवा जड कातड्यांसाठी कुंडात करण्यात येते. सामान्यतः क्षपणाच्या क्रियेचा टप्पा कातड्याच्या रंगावरून ओळखता येतो. सुरुवातीला मूळच्या पिवळसर नारिंगी रंगाचे गडद पिवळ्यात व नंतर त्याचे फिकट तपकिरी पिवळ्यात रूपांतर होते. त्यानंतर त्याचे ऑलिव्हसारख्या हिरव्या रंगात व शेवटी फिक्कट निळसर हिरव्या रंगात रूपांतर होते.

(इ) तेलांच्या साहाय्याने कातडी कमावण्याच्या प्रक्रिया : तेल किंवा वसायुक्त पदार्थ वापरून फार पूर्वीपासून कातडी कमावली जात आहेत. कातड्यातील पाण्याच्या जागी तेलाने विस्थापन करणे हा तेलाच्या प्रक्रियेचा उद्देश असतो. प्रथम कातडी निथळत ठेवतात आणि नंतर दाबयंत्राने त्यातील जास्तीत जास्त पाणी बाहेर काढतात. त्यानंतर कातडी टांगून अर्धवट वाळवतात. पूर्णपणे वाळवल्यास कातड्यात तेल शोषले जात नाही. जास्तीत जास्त पाणी काढून टाकल्यावर कातडी एका यंत्रात ठेवतात. या यंत्रात एक अर्धदंडगोलाकार भांडे असून त्यात कातडी ठेवण्यात येतात व ती दोन जड हातोड्यांनी बडवतात व त्याच वेळी सतत ती उलटी-पालटी केली जातात. कातड्यावर माशांपासून तयार केलेली तेले, सामान्यतः कॉड माशाच्या यकृतापासून काढलेले तेल, फवारतात. बडविण्याची आणि तेल फवारण्याची क्रिया कातडी तेलाने पुरेशी संपृक्त (चिंब) होईपर्यंत करतात. नंतर ती वाळवतात, तेलाची परत फवारणी करतात व रचून ठेवतात. कातड्यातून पाणी पूर्ण निघून जाईपर्यंत व तेलाने संपृक्त होईपर्यंत ही प्रक्रिया करण्यात येते. त्यानंतर उष्णता देऊन या तेलाचे तंतूंवर अपघटन करण्यात येते (मोठ्या रेणूंचे तुकडे होऊन लहान रेणूंत रूपांतरण करण्यात येते).

मेंढीच्या कातडीपासून शॅमॉय चामडे तयार करण्याच्या तसेच हरीण, काळवीट आदी तत्सम प्राण्यांच्या कातड्यांपासून चामडी तयार करण्याच्या आधुनिक पद्धतीत कातडी माशांच्या ऱ्ऑक्सिडीभवन होऊ शकणाऱ्या तेलात भिजवतात. यावेळी कातडी अत्यल्प प्रमाणात क्षारीय (आम्लाशी विक्रिया झाल्यास लवण देण्याचा गुणधर्म असणारी, अल्कलाइन) असणे आवश्यक असते. प्रक्रिया चालू असताना कातड्याच्या तंतूंवरील तेलाचे आणखी ऑक्सिडीभवन होते. कातडी कापण्याच्या यंत्रातून कातडी बाहेर पडताच त्यातील तंतू फुगण्यासाठी आणि वसा म्हणजे स्निग्ध भाग (त्वचेला चिकटलेला मांसाचा स्निग्ध भाग) अपघटन होण्यासाठी कातड्यांवर चुन्याची प्रक्रिया पुन्हा करतात. नंतर कापलेल्या बाजूकडील कणीदार पृष्ठातील खरबरीत तंतूंचा पातळ थर काढून टाकतात आणि त्यानंतर विशिष्ट आम्लाने अथवा कोंड्याच्या आंबलेल्या विद्रावाने चुना काढून टाकण्याची प्रक्रिया करतात.

आधी उल्लेख केलेल्या प्रक्रियांशिवाय फॉर्माल्डिहाइड, गंधक, लोह संयुगे, विद्रावके इत्यादी वापरून कातडी कमावण्यात येतात. विद्रावक पद्धतीत टॅनिंग पदार्थाच्या पाण्यातील विद्रावाऐवजी सिटोनासारखे विद्रावक वापरतात. या विद्रावकांमुळे कातड्यांत टॅनिंग पदार्थाचे शोषण जलद होते व प्रक्रिया लवकर पूर्ण होते. या पद्धतीत कातड्यातील पाणी प्रथमतः काढून टाकणे आवश्यक असते. पाऱ्याची लवणे, झिर्कोनियम, व्हॅनेडियम, टंगस्टन, कोबाल्ट इत्यादी पदार्थांमध्ये टॅनिंग विक्रिया करण्याचा गुणधर्म आहे, असे आढळून आले आहे. तसेच, क्विनोने, सिलिसिक आम्ल आणि पॉलिमेटाफॉस्फेट इत्यादी पदार्थांतही हा गुणधर्म आढळतो.

कमावण्याची प्रक्रिया झाल्यानंतर कातड्यांवर करण्यात येणारी पहिली महत्त्वाची प्रक्रिया म्हणजे शुष्कीकरण होय. कातड्यांच्या पृष्ठभागात विकृती उत्पन्न होऊ नये यासाठी आर्द्रता व तापमान यांवर नियंत्रण ठेवणे आवश्यक असते. पादत्राणांच्या तळासारखी जाड कातडी एका कोरड्या व वायुवीजनाची (हवा खेळती ठेवण्याची) सोय असलेल्या खोलीत टांगून कोरडी करतात. ही प्रक्रिया सुरू होण्यापूर्वी कातड्यांमधून जादा बाष्प जाऊ नये म्हणून तेलाचा हलका

थर देतात. खोलीत एका दांड्याला कातडी टांगून ठेवून त्यांवरून हवा खेळवतात. कातड्याचा रंग आणि मऊपणा हा बाष्पीभवनाच्या प्रमाणावर अवलंबून असतो. जाड कातडी हलक्या वा पातळ कातड्यांपेक्षा हळू कोरडी करतात. क्रोम कातड्यांपेक्षा वनस्पतिजन्य पदार्थांनी प्रक्रिया केलेली कातडी हळूहळू वाळवतात. नियंत्रित तापमान आणि आर्द्रता ठेवलेल्या बोगद्यासारख्या खोलीत कातडी टांगून तसेच अवरक्त किरणांचे दिवे वापरूनही कातडी कोरडी करण्यात येतात.

शुष्कीकरणानंतर मिळणारी कातडी कडक व कठीण असून त्यांमध्ये लवचीकपणा, मऊपणा आणि भरीवपणा या गुणांचा अभाव असतो. कातड्यामध्ये मऊपणा, बळ व फाटण्यास विरोध करण्याचा गुणधर्म येण्यासाठी त्यामध्ये तेल आणि ग्रीस असणे आवश्यक असते. तेल व ग्रीस कातड्याच्या पृष्ठभागावर लावण्याच्या जुन्या पद्धतीत सुधारणा करून व यंत्रे वापरून हल्ली कातड्यांना तेल दिले जाते. कातड्यात एकसारखे तेल मुरण्यासाठी पाण्यातील तेलाचे पायस वापरतात. सामान्यतः तेले पाण्यात अविद्राव्य असल्याने स्थिर पायस मिळण्यासाठी नुसत्या पाण्याऐवजी साबणाचा विद्राव वापरतात. फिरत्या पिंपामध्ये असे पायस ठेवून त्यात ओली कातडी घातली, तर तेलाचे लहान लहान थेंब कातड्यात शिरतात व कातड्याच्या तंतूंत मिसळतात. तेल देण्यासाठी विविध प्रकारची तेले वापरली जातात. संस्कारित कातड्यात कोणते गुण यावेत आणि टॅनिंगमध्ये कोणते तेल वापरले आहे त्यानुसार योग्य तेल निवडले जाते.

वरील प्रक्रियेने मुरलेल्या तेलापेक्षा जास्त तेल वा ग्रीस काही प्रकारच्या कातड्यांत असणे आवश्यक असते. कोणतेही कातडे ग्रीसने भरायच्या जुन्या प्रक्रियेला 'क्युरिंग' असे म्हणतात. हल्ली ही प्रक्रिया पट्टे, जोखडे व यंत्रासाठी लागणाऱ्या जाड कातड्यांसाठी वापरली जाते. शिकारी बुटाच्या वरच्या भागासाठी लागणारे हलके कातडे सूक्ष्मस्फटिकी ग्रीस वापरून तयार करतात. याला 'स्टफिंग' असे म्हणतात. असे कातडे लवचीक व जलरोधी असते.

स्टफिंगसाठी येणाऱ्या कातड्याचा कणीदार पृष्ठभागाकडून विशिष्ट चाकूने पातळ थर कापतात. याने कातड्याची जाडीही कमी होते. नंतर कातडे हाताने किंवा यंत्राने कणीदार पृष्ठभागातील जादा असलेले टॅनिन द्रव्य असलेला आणि फुलारलेला भाग स्वच्छ करण्यासाठी घासतात. चांगला रंग येण्यासाठी कातड्यावर परत टॅनिंग प्रक्रिया केली जाते. यानंतर ग्रीसाची प्रक्रिया कातड्यांवर करण्यात येते. ही प्रक्रिया तीन प्रकारे करण्यात येते. हाताने, फिरत्या पिंपाच्या साहाय्याने ग्रीसात कातडी बुडवून. हाताने करायच्या प्रकारात कातडी आधी ओली करतात व मग त्यांवर कॉड माशाचे तेल व गायीची चरबी यांच्या मिश्रणाचा जाड थर देतात. हा थर बहुधा मांसल भागाच्या पृष्ठभागावर ब्रशने देतात व कातडी हळूहळू वाळवतात. कातडे वाळत असताना त्यात तेल शोषले जाते. पिंपाच्या प्रकारात कातडी आधी वाफेने गरम करतात व नंतर ग्रीसाची प्रक्रिया करतात. तिसऱ्या प्रकारात आधी वाळवलेली कातडी वितळलेल्या ग्रीजात बुडवतात. काही मिनिटांत वितळलेले ग्रीस कातड्यात शिरते. ग्रीसाच्या वंगण गुणधर्मामुळे आणि ऑक्सिडीभवन न होण्याच्या गुणधर्मामुळे तिसरा प्रकार खात्रिलायक वाटत नाही.

रंजनक्रियेने किंवा पृष्ठभागावर रंगद्रव्ये पसरून कातड्याला रंग देतात. रंगद्रव्यांचा वापर करण्यापूर्वी कातड्याचा पृष्ठभाग रंग देण्याच्या दृष्टीने एकसारखा राहावा म्हणून काही वेळा क्षारकीय रंजकद्रव्यांनी रंजनक्रिया केली जाते. कातड्याला रंग देण्यासाठी फिरत्या पिंपाची, फवाऱ्याची वा ब्रशने लावण्याची पद्धत वापरतात.

कोणत्या प्रकारचे रंजक द्रव्य वापरायचे हे कातड्याला कोणता रंग द्यायचा किंवा कमावण्याची प्रक्रिया कोणती वापरली व अंतिम संस्करणाच्या कोणत्या प्रक्रिया वापरायच्या यांवर अवलंबून असते. पिंपाच्या पद्धतीत एका पिंपामध्ये रंजकद्रव्य घालून त्यात कातडी घालतात व पिंप फिरवतात. त्याचे तापमान आवश्यक तेवढे ठेवण्याची व्यवस्था केलेली असते. दाब फवारायंत्राने कातड्यांवर अतिसूक्ष्म कणांच्या स्वरूपात रंजक द्रव्ये फवारतात. पाण्यात किंवा लॅकरमध्ये अतिद्रव्य असणाऱ्या रंगद्रव्यांचा आणखी एक जादा थर देण्यासाठी फवारापद्धत वापरली जाते. रंगद्रव्यांबरोबर काही वेळा केसीन, लॅकर इत्यादींचा बंधक म्हणून वापर करतात. जाड कातड्यांसाठी ब्रशाने कातड्यांवर रंग देण्यात येतो. योग्य प्रकारांनी तयार केलेल्या कातड्यांवर ब्रशने रंजक द्रव्यांच्या विरल विद्रावाचे दोन-तीन थर देतात. हातमोजाच्या फक्त बाह्य बाजूवर रंग दिसणे आवश्यक असल्यास त्यासाठी अशाच पद्धतीने रंग देतात.

वरील सर्व प्रक्रिया झाल्यानंतर चर्मालयात कातड्यांवर काही संस्कार करण्यात येतात. तयार झालेली वस्तू दिसायला कशी दिसेल, कातड्याचा पोत, चकाकी इत्यादींवर अंतिम संस्करणाच्या पद्धती आणि कृती अवलंबून असतात.

पादत्राणांच्या तळाचे कातडे जास्त झिजू नये म्हणून अधिक दृढ व भरीव असावे लागते, तसेच पादत्राण सुलभतेने तयार करण्याजोगे असावे लागते. यासाठी चर्मालयातच हे

कातडे यांत्रिकरीत्या व बऱ्याच दाबाखाली लाटतात किंवा ठोकतात. काही देशांत याकरता वायवीय (pneumatic) यंत्रांचा वापर करण्यात येतो. पादत्राणांच्या वरच्या भागांसाठी निरनिराळ्या प्रकारची कातडी लागतात. त्याकरता अशा कातड्यांवर विविध अंतिम संस्कार करतात. प्रथम यंत्राच्या साहाय्याने कातडे ताणून त्यातील तंतू थोडेफार मोकळे करून त्यात आवश्यक तो मऊपणा आणतात. यानंतर चकाकी आणणाऱ्या यंत्राने कातड्याच्या मांसल भागाकडील पृष्ठभागाला चकाकी आणतात. या यंत्रात अपघर्षक (खरवडून व घासून गुळगुळीतपणा आणणारे) द्रव्य लावलेला, शीघ्र गतीने फिरणारा एक दंडगोल असून त्याच्या साहाय्याने कातड्याचा पृष्ठभाग एकसारखा गुळगुळीत होतो. गुरांची कातडी पादत्राणाच्या वरच्या भागासाठी वापरायची झाल्यास आधी आडव्या दिशेने विशिष्ट प्रकारचे चाकू बसवलेल्या यंत्राने त्यांचे दोन भाग करतात. वरचा भाग कणीदार असून तो भाग महत्त्वाचा असतो. मांसल भागाकडील भागावर स्वतंत्ररीत्या संस्कार करतात. प्रवासी साहित्य, फर्निचरची आच्छादने, कपडे इत्यादी वस्तू बनवण्यासाठीही गुरांच्या कातड्यांचे अशा प्रकारे दोन भाग करतात.

कातडे मुलायम व चकचकीत होण्यासाठी त्यावर विविध प्रक्रिया कराव्या लागतात. कातड्यात घर्षणरोधकता, ओले होणे व बदलते तापमान यांच्या परिणामास प्रतिरोध इत्यादी गुणधर्म आणणे, वरचा चकचकीत भाग कातड्याशी एकजीव होईल असा तयार करणे व बाष्प बाहेर टाकण्याचा कातड्याचा नैसर्गिक गुणधर्म टिकवणे हे या प्रक्रियांचे प्रमुख उद्देश असतात. यासाठी वापरायच्या संस्करण विद्रावात केसीन, अल्ब्युमिन, मेण, जटिल रेझिने वा लॅकर यांच्याबरोबर रंजक द्रव्य वा रंगद्रव्ये मिसळतात. ही यंत्राने किंवा हाताने फवारून वा रुळांच्या साहाय्याने देतात. जास्त चकचकीतपणा आणण्यासाठी वेगाने फिरणाऱ्या काचेच्या घन दंडगोलाखालून दाबाने कातडी नेतात. यामुळे निर्माण होणाऱ्या घर्षणाने व उष्णतेने संस्करण विद्राव प्लास्टिकसारखा होऊन पृष्ठभाग चकचकीत होतो. कातड्यावर उठावदार कणीदार परिणाम आणण्यासाठी कातड्याचा कणीदार भाग एकमेकांवर आणून घडी घालतात व त्यावर योग्य दिशेने यंत्राने दाब देतात व कातड्यातील मूळचे कण उठावदार होतात. यानंतर कातड्याचा कणीदार पृष्ठभाग एका पॉलिश केलेल्या सपाट पोलादी पत्र्याच्या पृष्ठभागावर अतिदाबाखाली ठेवून कातडे मऊ करतात. काही वेळा वैशिष्ट्यपूर्ण कणीदार पृष्ठभाग तयार करण्यासाठी छाप उठवणारी दाबयंत्रे वापरतात. याकरता आवश्यक तो आकृतिबंध वा नक्षी कोरलेल्या लोखंडी तबकडीशी कातड्याच्या कणीदार भागाचा दाबयंत्राने संबंध आणतात. उच्च दाब व उष्णता यांमुळे कातड्यावर उठलेला आकृतिबंध कायम स्वरूपाचा राहतो. नरम कातड्यावर एकसंघ लवदारपणा आणणे जरुरीचे असते. यासाठी कातड्याच्या मांसल भागाकडील पृष्ठभाग एमरी वा कार्बोरंडम या अपघर्षक पदार्थांचा थर असलेल्या व वेगाने फिरणाऱ्या दंडगोलावर योग्य दाब देऊन घासतात. त्यामुळे कातड्याच्या पृष्ठभागावर मखमलीसारखी लव तयार होते. यात तयार होणारी कातड्याची अतिसूक्ष्म धूळ काढण्यासाठी वायवीय (pneumatic) ब्रश वा तत्सम साधने वापरतात.

मोरोक्को चामडे या शेळीच्या कातड्यापासून तयार करण्यात येणाऱ्या चामड्याला विशिष्ट प्रकारच्या यंत्राने झिलई आणतात व नंतर कातडे ओले करून त्यातील कणीदार भागाला हाताने योग्य साधनांच्या मदतीने पाच वा अधिक दिशांनी उठावदारपणा आणतात. उच्च तापमानावर कातडी वाळवल्यास उठाव दिलेला कणीदार परिणाम कायम राहतो. पेटंट चामडे मिळवण्यासाठी जवसाच्या तेलात संस्करण विद्राव मिसळून कातड्यावर थर देतात व ते वाळवतात. प्रत्येक थर वाळवून मग पुढचा थर देतात. बूट व त्याचे भाग तयार करण्याकरता या चामड्याचा विशेषतः उपयोग करतात. युरेथान संयुगांनी युक्त अशा संस्करण विद्रावामुळे कातड्यावर घर्षणाचा परिणाम कमी होतो आणि ते कमी झिजते. गुळगुळीतपणातील दोष काढून टाकण्यासाठी बऱ्याच प्रकारच्या चामड्यांवर कमी तापमानाच्या खास यंत्रांनी इस्त्री करतात.

सामान्यतः सस्तन प्राणी, सरीसृप प्राणी आणि मासे यांची कातडी कमावण्यासाठी वापरतात. यांपैकी सस्तनवर्गातील प्राण्यांची कातडी महत्त्वाची आहेत. गाय, बैल, वासरे, म्हैस, झेब्रा, घोडा, शेळी व मेंढी ह्यांची कातडी जास्त प्रमाणात वापरली जातात. डुक्कर, हरीण, खेचर, गाढव व इतर बऱ्याच लहान प्राण्यांची कातडीही वापरतात. काही वेळा हत्तीसारख्या प्राण्यांची कातडी काही खास उपयोगांसाठी कमावतात.

वर उल्लेख केलेल्या प्राण्यांची कातडी ही आकारमान, जाडी व पोत यांच्या बाबतीत वेगवेगळी असतातच शिवाय त्यांतील कणांचे वैशिष्ट्य व स्वरूप, तंतूंची जाडी, केस काढून टाकणाऱ्या रसायनांना विरोध व बेटिंग प्रक्रियेसाठी वापरण्याच्या साधनांना विरोध या गुणधर्मांतही ती वेगवेगळी असतात. तसेच, त्यांच्यापासून तयार होणारी चामडी विविध गुणधर्मांची असतात. एकाच जातीतील प्राण्यांच्या कातड्यांतही फरक आढळतो. त्याचप्रमाणे प्राण्याचे वय,

लिंग, अन्न, मूलस्थान, कातडे काढण्याचा काळ इत्यादींचाही कातड्यावर व त्यावर प्रक्रिया करून तयार केलेल्या चामड्याच्या गुणधर्मावर परिणाम होतो.

गुरांची कातडी औद्योगिक वापराच्या दृष्टीने अत्यंत महत्त्वाची आहेत. गाय, बैल, वासरे यांच्या कातड्यांचा यात समावेश होतो. खच्ची केलेल्या बैलांची कातडी पोताच्या दृष्टीने उत्कृष्ट असतात, तसेच त्यांपासून मिळणारी कातडी बळकट आणि टिकाऊ असतात. वळू बैलांची कातडी खरबरीत असून मानेजवळील कातड्याला बऱ्याच सुरकुत्या पडलेल्या असतात, तर पाठीवरचा भाग पातळ असून पोटाजवळचा भाग बळकट असतो. कालवडीची कातडी खच्ची केलेल्या बैलाच्या कातडीसारखा पोत असलेली आणि सूक्ष्म कण असलेली असते, पण तितकी बळकट नसते. वळू बैलांपासून मिळणारी कातडी कमी बळकट असून त्यांपासून हलक्या दर्जाचे पट्टे तयार केले जातात. गाईची कातडी ही हलक्या दर्जाची, कमी पोताची व पातळ असून बळकटपणा व स्थितिस्थापकता या गुणधर्मांचा त्यांमध्ये अभाव दिसून येतो. जनावराचे वय जसजसे वाढत जाईल तसतशी त्याच्या कातड्यातील स्थितिस्थापकता कमी होत जाते व पाठीवरचा भाग जाड होत जातो.

गुरांची कातडी दोन प्रकारांची असतात : पाळीव जनावरांची व रानटी जनावरांची. युरोप व उत्तर अमेरिका येथील गुरांची कातडी पहिल्या प्रकारची, तर दक्षिण अमेरिकेतील गुरांची कातडी दुसऱ्या प्रकारची आहेत. गवळीवाड्यातील गुरांच्या कातड्यांपेक्षा कुरणात चरणाऱ्या गुरांची कातडी जाड आणि घट्ट असतात, तर पर्वतमय प्रदेशातील गुरांची कातडी ही इतरांपेक्षा बळकट व उत्कृष्ट असतात. पेंड, बटाटे आदींवर गुरांची निपज केल्यास त्यांच्या कातडीची प्रत वाढते. उष्ण कटिबंधापेक्षा समशीतोष्ण कटिबंधातील गुरांची कातडी चांगली असतात. अपुरे खाद्य, जादा काम तसेच गुरांच्या निवासाची वाईट परिस्थिती यांचाही गुरांच्या कातड्यांवर वाईट परिणाम होतो.

विविध प्रकारच्या आघातवाद्यांसाठी कातड्यांचा उपयोग केला जातो. मृदंग, तबला, ढोल, ताशा, नगारा, खंजिरी, डफ यांसारख्या भारतीय वाद्यांप्रमाणेच पाश्चात्त्य संगीतातील निरनिराळ्या प्रकारच्या वाद्यांत कातडे वापरतात. याकरता गाय, वासरू, म्हैस, माकड, गाढव, साप इत्यादींची कातडी वापरतात. मृदंगाच्या उजव्या बाजूला बाहेरच्या कातड्यासाठी वासराचे व आतल्या कड्यासाठी मेंढीचे कातडे वापरतात आणि डाव्या बाजूला बाहेरच्या कड्यासाठी म्हशीचे व आतल्या कड्यासाठी मेंढीचे कातडे वापरतात. याशिवाय म्हशीच्या कातड्याच्या वाद्या (पट्ट्या) मृदंगाकरता वापरतात. ड्रमकरता वासरांची किंवा गाढवांची कातडी उपयोगात आणतात. आघातवाद्यांखेरीज सारंगी, दिलरूबा, सरोद यांसारख्या वाद्यांत तारांच्या बाजूच्या पृष्ठभागाकरता कातडे वापरतात.

(सदर लेख माहितीजालावर उपलब्ध माहितीवर आधारित आहे. माहितीजालावरील स्रोतांतून साभार.)

– डॉ. जयंत वसंत जोशी
jvjoshi2002@yahoo.co.in

जेवताना झोपणारे रेनडिअर!

रेनडिअर एकाच वेळी खाऊ शकतो आणि झोपू शकतो, असे एका नवीन अभ्यासात दिसून आले आहे. 'करंट बायोलॉजी' या नियतकालिकामध्ये २२ डिसेंबर २०२३ रोजी प्रसिद्ध झालेल्या या संशोधनात, कठीण परिस्थितीत प्राणी झोप मिळवण्यासाठी हे वेळ वाचवण्याचे धोरण अंगिकारतात, असे लक्षात आले. आर्क्टिक रेनडिअर उन्हाळ्यात खूप व्यग्र असतात – सूर्य चोवीस तास चमकतो आणि अन्न भरपूर असते तेव्हा ते खातात. इतर रवंथ करणाऱ्या प्राण्यांप्रमाणे रेनडिअर गिळलेले अन्न तोंडात परत आणून चघळण्यात बराच वेळ घालवतात, ज्यामुळे ते बारीक केले जाते आणि पचण्यास सोपे होते. या सर्व प्रकारात झोपण्यासाठी वेळ शोधणे कठीण असू शकते. परंतु रेनडिअर अन्न चघळत असताना झोपू शकले तर त्यांना विश्रांती मिळू शकते. रेनडिअर खरेच झोपू शकतात की नाही हे शोधण्यासाठी, न्यूरोसायंटिस्ट मेलानी फ्युरर आणि क्रॉनोबायोलॉजिस्ट सारा मेयर यांनी त्यांच्या सहकाऱ्यांसह, चार मादी युरेशियन टुंड्रा रेनडिअर (रंगीफर टारंडस टारंडस) यांना त्वचेच्या केस काढलेल्या पॅचवर पेन आणि इलेक्ट्रोड सहन करण्यास प्रशिक्षित केले. त्या अभ्यासात रेनडिअर अन्न चघळताना शांत होते आणि अनेकदा डोळे मिटून घेत होते. ते नॉन–आरईएम झोपेच्या शरीराच्या स्थितीसारखे दिसत होते. चघळण्यात घालवलेला वेळ त्यांनी रिकव्हरी स्लीपमध्ये घालवला होता, असे संशोधकांना आढळले.

डॉ. संगीता गोडबोले

बालसंगोपन करताना

या लेखात आपण मुलांच्या काही सामान्य पण महत्त्वाच्या आजारांबद्दल किंवा नकोशा सवयींबद्दल माहिती घेऊया.

पायका – माझे मूल भिंत खरवडून खाते, माती, खडू खाते अशा प्रकारच्या तक्रारी घेऊन अनेकदा पालक येतात. कुठलीही गोष्ट पाहिली की ती तोंडात टाकणे, चावून पाहणे, चाटून पाहणे, चघळून पाहणे हे दोन वर्षांपर्यंतच्या मुलांमध्ये नॉर्मल समजतात, पण दोन वर्षांनंतरही हे चालू राहिल्यास त्याचे कारण शोधणे आवश्यक ठरते. प्लास्टर, कोळसा, माती, लोकर, राख, रंग यांसारखे ज्याचा शरीरास उपयोग काहीच नाही, झाला तर अपायच होईल अशा पदार्थांचे वारंवार सेवन अथवा खूप मोठ्या काळाकरता सततचे सेवन या प्रकारास पायका (Pica) म्हणतात. मानसिक दुर्बलता (Mental retardation), आईवडिलांचे मुलाकडील खाण्यापिण्याविषयी अथवा मानसिक वाढीकडील दुर्लक्ष यामुळे हा विकार उद्‍भवतो. विविध कौटुंबिक प्रश्न, आई वडिलांची सतत भांडणे यामुळेही मुलांचे मानसिक संतुलन बिघडलेले असता हा विकार दिसून येतो. गरिबीमुळे पौष्टिक आणि पुरेशा अन्नाचा अभाव हेही एक महत्त्वाचे कारण आहे. माती खाणे हा प्रकार सर्वाधिक दिसतो. काही काही संस्कृतींत गर्भावस्थेत माती खाणे हे नॉर्मल समजतात. काही जण तर या गर्भवती बायकांसाठी माती भाजून डब्यात ठेवतात हे मी पाहिलेले आहे. माती खाण्याने या मुलांना मातीतील शिशाची विषबाधा (लेड पॉयझनिंग) होण्याची दाट शक्यता असते. माती खाणाऱ्या मुलास कॅल्शियम कमी पडते, असा समज असतो. खरे तर त्यांना लोहाची कमतरता असते. (आयर्न डेफिशिअन्सी ॲनिमिया). त्यांना लोह योग्य प्रमाणात दिले गेले तर या विकारातून आराम मिळतो. पोटात जंत (हूकवर्म) असणे हेपण त्याचे एक कारण असू शकते. केस खाण्याच्या विकारात तर त्याचा पोटात गोळा तयार होतो जो ऑपरेशन करूनच काढावा लागतो.

नकळत लघवी होणे किंवा इन्युरेसिस – सर्वसाधारणपणे मूल पाच वर्षांचे होईपर्यंत बऱ्याचदा रात्री अंथरूण ओले करते. दोन वर्षांनंतर हे प्रमाण कमी होत जाते. मुले दिवसा लघवी लागली तर सांगतात, पण रात्री मात्र लघवी नकळत होते. या प्रकारास नॉक्टर्नल इन्युरेसिस म्हणतात.

वय वाढेल तसे हा प्रकारही कमी कमी होत बंद होतो. परंतु त्यापुढेही हे चालूच राहिले किंवा अगदी रोजच्या रोजच मूल अंथरूण ओले करू लागले, रात्रीतून अनेकदा नकळत लघवी होऊ लागली तर त्याचे कारण शोधणे आवश्यक असते. आजकाल मुलांना रात्री डायपर बांधून झोपण्याचीच सवय लावली जाते! त्यांना ओलसरपणा जाणवणे किंवा ओले झाले म्हणून जाग येणे याचा संबंधच येत नाही. लघवी लागली की करून टाकणे इतकेच माहीत असते. त्यामुळेही मूत्राशयाला नको तेव्हा लघवी थोडावेळ तरी धरून ठेवण्याची सवयच होत नाही. लघवी झाली तरी जाग येत नाही. दिवसाही डायपरचा वापर सतत होत राहिला तर मुलांना दिवसाही हीच सवय लागून राहू शकते आणि ज्या वयात ही जाणीव होणे आवश्यक आहे त्यापुढेही मुले अशीच लघवी करत राहतात. याखेरीज लघवीच्या जागेशी काही अडचण असेल, लघवीत जंतुसंसर्ग झाला असेल, लघवीमार्गात काही आजार असेल तरीही हा प्रश्न उद्‍भवतो. जन्मतः मधुमेहाचा आजार असलेल्या मुलांनाही हा त्रास अधिक प्रमाणात होतो. सुरुवातीला शाळेत नव्यानेच जाऊ लागलेल्या मुलांना लघवी लागलेली कळते; पण टॉयलेटला पोहोचेपर्यंत

धीर धरवत नाही. त्यामुळे त्यांना ही सवय होण्यास काही वेळ देणे आवश्यक असते.

टॉयलेट ट्रेनिंग लवकर सुरू करणे म्हणजे बाळ सात-आठ महिन्यांचे झाले की ठरावीक वेळाने, तासादीड तासाने त्याला बेसिनशी नेऊन सूऽऽ असा आवाज काढत राहिले तर इथे आणले, हा आवाज आला की आपण शू करायची असते याची जाणीव व्हायला सुरुवात होते. मग पुढे मुलाला उभे राहता येऊ लागले, मुलीला खाली बसता येऊ लागले की शू करणे समजू लागते. रात्री शू होत असेल तर रात्री उठवून एक अथवा दोनवेळा टॉयलेटमध्ये घेऊन गेले तर आपोआपच त्या सुमारास मूल जागे होऊ लागते. शिवाय त्याने रात्री अंथरुण भिजवले नाही म्हणून सकाळी त्याचे कौतुक करणे, काहीतरी त्याबद्दल खाऊ देणे यामुळेही मुले याला सकारात्मक प्रतिसाद देऊ लागतात.

एनकाप्रेसिस (अनियंत्रित मलविसर्जन) – साधारण चार वर्षे वय झाल्यानंतर संडासमध्ये जाऊन संडास करण्याऐवजी इतर ठिकाणी करणे याला एनकाप्रेसिस अथवा अनियंत्रित मलविसर्जन म्हणतात. याचे दोन प्रकार असतात. त्यातील एक म्हणजे मलावरोध (कॉन्स्टिपेशन) झाल्यामुळे असंयमितरीत्या शौचाला होते. यात मल साठत जाऊन मोठे आतडेही फुगत जाते. त्यातील पाण्याचे पुन्हा रक्तात शोषण होऊन तो अधिकाधिक कडक होत जातो. जोर करूनही मूल संडासच्या जागी दुखते म्हणून शौच करायला घाबरते आणि रडते. हीच क्रिया वारंवार घडल्यामुळे शौचाची पिशवी भरून जाते तेव्हा त्या कडक मलाच्या बाजूने पातळ असा पदार्थ बाहेर येऊ लागतो, थोडक्यात ती पिशवी ओसंडून वाहू लागते. यामध्ये मुलाचे नियंत्रण राहत नाही.

दुसरा प्रकार म्हणजे मलावरोध नसताना असंयमित शौचाला होते. गुदद्वाराचे स्नायू शिथिल असणे किंवा अन्य आजार असण्याने नकळत शौचाला होऊन जाणे या प्रकारचा त्रास कधी कधी अगदी लहानपणापासूनच सुरू होतो की जेव्हा अजून अपेक्षित नियंत्रण आलेले नसते. उपाय केले गेले नाहीत तर हा त्रास तसाच पुढे चालू रहातो. याची दखल लवकर घेऊन डॉक्टरांचा सल्ला लवकर घेणे आवश्यक आहे. किंवा आधी सगळे नॉर्मल असते पण त्यानंतर असा त्रास सुरू होतो. साधारणपणे दोनतृतीयांश रुग्णांमध्ये कडक शौचाला होण्यामुळे हा त्रास असतो. चार वर्षांनंतरच्या अशा केस मुलांमध्ये (मुलगा) अधिक प्रमाणात दिसतात.

यासाठी मुलांना शौचाला वेळेवर जाण्याची सवय लावणे जितके गरजेचे आहे तितकेच त्यांच्या आहारात आवश्यक तितके तंतुमय पदार्थ अर्थात फायबर असणे आवश्यक आहे. घरच्या लोकांच्या आधाराचीही तितकीच गरज आहे. या त्रासातून ते मूल बाहेर येईल हा विश्वास त्यांच्या मनात यायला हवा, त्याचबरोबर मुलाला त्याबद्दल मारझोड करणे किंवा सतत चेष्टा करणे, तुझ्या शाळेत शिक्षकांना, मित्रमैत्रिणींना सांगेन अशा धमक्या देणे टाळावे.

डॉक्टरांना कधी कधी काही रुग्णांमध्ये हाताने आत अडकलेला मल काढावा लागतो! नियमित शौचाला व्हावे म्हणून औषधयोजना करावी लागते. त्याचबरोबर हा त्रास निर्माण करणारा दुसरा आजार काही नाही ना याचीही छाननी करावी लागते..

सवयींचे विकार (हॅबिट डिसऑर्डर) – अंगठा चोखणे नखे खाणे, दात खाणे, केस उपटणे अशी एखादी बाब सुरुवातीला कधी कधी करता करता त्याची सवय होऊन बसते अणि ती केल्याशिवाय मुलाला चैन पडत नाही. पुढे ती त्याच्या नकळतही होत राहते. अशा वारंवार विनाकारण होत रहाणाऱ्या कृती किंवा सवयी यांना 'सवयींचे विकार' असे म्हणतात. काही चिंताग्रस्त सवयी असतात. यामध्ये नखे चावणे, कातडी नखे अगदी रक्त निघेपर्यंत कुरतडत राहणे, चेंगराचेंगरी करणे, शिंकणे आणि भिंतीवर डोके आपटणे यांचा समावेश आहे. ही सर्व लक्षणे भावनिक स्थिती, चिंता, असुरक्षितता, कनिष्ठता आणि तणावाची लक्षणे आहेत. या सवयी अनेकदा लहान वयातच लागतात आणि त्याकडे लक्ष देण्याची गरज असते.

२० ते २५ टक्के मुलांमध्ये सुमारे पाच वर्षांपर्यंत अशी एखादी सवय थोड्या प्रमाणात असणे हे साधारण असू शकते. मात्र त्यानंतर मुलांचा आततायीपणा, हट्टीपणा, लक्ष वेधून घेण्यासाठी आकांडतांडव करणे, डोके आपटणे यासारखे प्रकार मुले करून दाखवतात. योग्य वेळी त्यांना समज देणे, त्यांच्या मनाप्रमाणे प्रत्येक वेळी न वागणे, ऐकण्याची सवय लावणे हे आवश्यक आहे, आणि ते केले पाहिजे. काही वेळा मानसिक विकास न झालेल्या (मेंटली रिटार्डेड) मुलांच्या वर्तनाचा हा एक भाग असू शकतो. डोक्याचे केस उपटण्याने कधी कधी डोक्याच्या एखाद्या भागावरील केस पूर्णपणे गायब होतात आणि ते केस नाहीसे होण्याच्या इतर कोणत्या आजाराशी निगडित नाही ना असा प्रश्न उद्‌भवू शकतो.

टिक्स – टिक्स म्हणजे वेगवान, पुन्हा पुन्हा होणाऱ्या स्नायूंच्या अनियंत्रित हालचाली. ज्यामुळे अचानक आणि शरीराचे धक्के किंवा आवाज नियंत्रित करणे कठीण होते. ते बालपणात बऱ्यापैकी सामान्य असतात आणि साधारणपणे

५ वर्षांच्या वयात प्रथम दिसतात. अगदी अधूनमधून ते प्रौढावस्थेत सुरू होऊ शकतात. टिक्स सहसा गंभीर नसतात आणि सामान्यत: कालांतराने सुधारतात.

गोराफोबिया – सार्वजनिक ठिकाणी गेल्यानंतर मनात भीती उत्पन्न होणे, गर्दीची भीती वाटणे याला गोराफोबिया म्हणतात. मुले घरी असताना, त्यांच्या परिचयाची माणसे घरी असताना नेहमीसारखी नॉर्मल वागतात. पण तीच मुले गर्दीच्या ठिकाणी गेली की अबोल होतात. आई किंवा वडिलांच्या मागेमागे करतात!

– संगीता गोडबोले

sgodbolejoshi@gmail.com

विज्ञानधारा डिसेंबर अंकासाठी बक्षीसपात्र निबंध – चांदा पब्लिक स्कूल, चंद्रपूर

Dhruva A. Mungule

It was truly mesmerizing moment for Chanda Public School (at Chandrpur) to host a living legend Padmashri awardee Sharad Kale Sir. It was a privilege for me too for being anchor of the programme. I pay my heartfelt gratitude to everyone who supported to make this program a success. Talking about the experience I got, it was something which every youth personality should be lending their ears to. Our honourable chief guest is an environmentalist known for preparing a biogas plant. He has also given major part of his life to Chemistry. I really liked his way of living and addressing people. A very calm, composed, down to earth personality whom I came across on 30th of November 2023. Sir was wearing a simple shirt and a pant showing his simplicity level. Additionally it's really commendable to be a social worker at such an old age. His determination and his willingness to be the change that he wants in the society, can clearly be seen by his words he in delivered to us. His words of wisdom really have inspired us towards our environment. Many of the young minds asked him various questions to which he addressed very well. A man with the goal of making Mother Earth a dumping free society. People like him are the real pillers of this planet and I think India should produce more Sharad Kale sirs instead of any unemployed doctor and engineer. I (Dhruva Avinash Mungule), currently assigned for post of school Pupil leader, feel sessions like this one we had, should be promoted to every corner of this world. Beneath every cloth there a single and same body with breaths. I would be so grateful Sharad Sir, if you will go through my writings. We really want people like you. On behalf of Chanda Public School, their head boy would like to say sorry if something fell short. Inspired from the words of Sharad Sir, here is one self written poem of mine.

क्या खोजते हो दुनिया में
जब सब कुछ तेरे अंदर है
क्यों देखते हो औशे में
जब तेरा मन ही दर्पण है।

दुनिया बस एक दौड नहीं
तू भी अश्व नही हो धावक
रुक कर खुद से बात कर ले
अंतर्मन को शांत तो कर ले।

सपनों की गहराई समझों
अपने अंदर की अच्छाई समझों
स्वाध्याय की आदत डालो
जीवन को तुम खुलकर जी लो।

आलस्य तुमहारा दुश्मन है तो
पुरुषार्थ को अपना दोस्त बना लो
जीवन का यह रहस्य समझ लो
और खुशीयों से तुम नाता जोडो।

तेजस्विनी देसाई

कोरोना लसीचे उद्गाते

नोव्हेंबर २०१९, चीनमधील वूहान शहरात पहिला कोविड-१९ रुग्ण सापडला. हा आजार सार्स कोविड-२ (SARS - Severe Acute Respiratory Syndrome) या विषाणूंमार्फत होतो. हा विषाणू मानवाच्या श्वसनसंस्थेवर हल्ला करतो. त्यानंतर चीनमध्ये या रोगाने कसे थैमान घातले, याच्या भयावह बातम्या सर्वच माध्यमांमध्ये झळकू लागल्या. त्यावेळी त्याचे गांभीर्य समजत नव्हते, हे संकट आपल्यापासून खूपच लांब आहे, असे वाटत होते. परंतु या तंत्रज्ञानाच्या युगात जग हे एक खेडे बनले आहे. जसा संपर्क सहजसोपा झाला तसाच संसर्गही! आणि २७ जानेवारी २०२० रोजी भारतात पहिला रुग्ण सापडला. या विषाणूची संसर्गक्षमता जास्त असल्याने रुग्णांची संख्या वाढू लागली आणि २४ मार्च २०२० रोजी भारतात टाळेबंदी लागू झाली. फक्त भारतातच नाही, तर जगभरातील अनेक देशांमध्ये टाळेबंदी लागू केली गेली. एकूण मानवी जीवनच ठप्प झाले. जागतिक आरोग्यसंघटनेने या आजारास 'जागतिक महामारी' म्हणून घोषित केले. आरोग्यक्षेत्रातील तज्ज्ञही गोंधळलेल्या अवस्थेत होते. या विषाणूविषयीचे आकलन फारच कमी होते. साहजिकच उपचारांवर मर्यादा होत्या. व्हॉटसअ‍ॅप विद्यापीठात खऱ्या-खोट्या माहितीचा पूर आला होता. अनेकांचे रोजगार गेले. एकाच कुटुंबातील अनेकांना संसर्ग होऊन त्यामध्ये त्यांचे निधन झाले होते. मुखपट्टी अनिवार्य झाली. 'व्यक्तीव्यक्तीमधील भौतिक अंतर' हा परवलीचा शब्द बनला. प्रत्येक जण आपापल्या परीने वाफ घेणे, सॅनिटायझर वापरणे, भाज्या धुणे, अगदी रोजची वर्तमानपत्रे उन्हात ठेवणे असे नाना उपाय(?) करू लागला. या आणीबाणीच्या परिस्थितीतही डॉक्टर, परिचारिका, औषधविक्रेते, संशोधक अशी आरोग्यक्षेत्रात काम करणारी मंडळी अविरत परिश्रम घेत होती. यावर दोनच उपाय होते. एक, या रोगावर प्रभावी औषध शोधणे आणि दोन, रोगप्रतिबंधक लस तयार करणे. या दोनही बाबी त्यावेळी दृष्टिपथात नव्हत्या.

लसनिर्मितीच्या पारंपरिक प्रक्रियेमध्ये मृतप्राय झालेले रोगकारक जंतू किंवा त्यांचा एखादा निष्क्रिय घटक (प्रतिजेन) वापरतात. ही लस शरीरात टोचल्यानंतर शरीर या जंतूंविरुद्ध प्रतिपिंड निर्माण करते. हे प्रतिपिंड म्हणजे आपल्या प्रतिरक्षाप्रणालीच्या सैन्याची फौजच जणू! ही लस प्रथम प्रयोगशाळेत करून त्याची उंदरासारख्या प्राण्यावर चाचणी घेतली जाते. या लसीला उंदरातील प्रतिरक्षाप्रणाली कशी प्रतिसाद देते याचे परीक्षण करून त्यानंतर मानवावर प्रयोग केला जातो. मानवावर चार टप्प्यांत चाचणी केली जाते. या सर्व अभ्यासादरम्यान लसीची परिणामकारकता, त्याचा शरीरावर होणाऱ्या इतर परिणामांचा अभ्यास करून त्यानुसार लसीमध्ये योग्य ते बदल केले जातात. या सगळ्या चाचण्या यशस्वीरीत्या पार पडल्यानंतर अन्न व औषध प्रशासनाची मान्यता मिळते आणि ती लस बाजारात येते. या सर्व प्रक्रियेला अनेक वर्षे लागतात. हार मानतील ते शास्त्रज्ञ कसले? हे आव्हान शास्त्रज्ञांनी स्वीकारले आणि हे शिवधनुष्य लीलया पेलले. कोरोना रोगावरील लस एक वर्षाच्या आत विकसित केली आणि या जीवघेण्या संकटातून संपूर्ण मानवजातीला वाचवले. कोरोनावरील लसनिर्मितीसाठी कॅटलीन करिको आणि ड्रू वाइसमन यांना सन २०२३चा वैद्यकीयशास्त्र शाखेतील नोबेल पुरस्कार जाहीर झाला आणि या शास्त्रज्ञांचा योग्य तो सन्मान झाला अशीच भावना उमटली. या पुरस्काराचे आणखी एक महत्त्व म्हणजे डॉ. कॅटलीन करिको ही वैद्यकीय शाखेतील नोबेल

पारितोषिकावर आपल्या नावाची मोहोर उमटवणारी तेरावी महिला संशोधक आहे.

कॅटलीन करिको (मूळ हंगेरी भाषेत करिको कॅटलीन) ही मूळची हंगेरीची. तिचा जन्म १७ जानेवारी, १९५५ रोजी हंगेरीतील किशुझालास येथे एका सामान्य कुटुंबात झाला. तिचे वडील व्यवसायाने खाटीक होते, तर आई हिशेबनीस. कोणतीही सुविधा नसलेल्या एका खोलीत अतिशय प्रतिकूल परिस्थितीत तिचे बालपण गेले. सभोवतालच्या निसर्गाने कॅटलीनला मोहिनी घातली होती. मुळातच तिचा कल विज्ञानाकडे होता. जे कौशल्य आपल्याकडे नाही, ते आत्मसात करण्याचा तिचा प्रयत्न असायचा. लहानपणापासूनच विज्ञानाची आवड आणि संशोधनक्षेत्रात कार्यरत. त्यामुळे तिच्या आईला आपल्या मुलीचे नावसुद्धा नोबेल पारितोषिकाच्या यादीत झळकेल असे वाटत होते. ती दरवर्षी नित्यनेमाने ही यादी पाहत असे. या वर्षी कॅटलीनला हा पुरस्कार मिळाला आणि तिच्या आईची इच्छा फलद्रूप झाली. पण, दुर्दैवाने तिचे २०१८ सालीच निधन झाले, त्यामुळे आपल्या लेकीचा हा आनंदसोहळा तिला 'याची देही याची डोळा' पाहता आला नाही.

कॅटलीनला प्राथमिक शाळेत असल्यापासूनच विज्ञानाची आवड होती. जीवशास्त्राशी निगडित एका स्पर्धेमध्ये तिने तिसरा क्रमांक पटकावला होता. तिने १९७८ मध्ये जीवशास्त्र विषयात पदवी घेतली आणि १९८२ मध्ये जैवरसायनशास्त्रात सिझेड विद्यापीठातून पीएच.डी. पदवी संपादन केली. महाविद्यालयात असतानाच तिला 'बायोलॉजिकल रिसर्च सेंटर' या प्रतिष्ठित संस्थेची अभ्यासवृत्ती मिळाली आणि ती 'इन्स्टिट्यूट ऑफ बायोकेमिस्ट्री, बायोलॉजिकल रिसर्च सेंटर' या संस्थेत संशोधनासाठी दाखल झाली. १९७८ ते १९८५ या कालावधीत साम्यवादी हंगेरियन सिक्रेट पोलिसांनी तिचा समावेश हेरांच्या यादीत केला आणि 'याचे वाईट परिणाम तिच्या करियरवर होतील', अशी तिला धमकी दिली. १९८५ मध्ये तिच्या प्रयोगशाळेला संशोधनासाठी मिळणारा निधी बंद झाला आणि तिने परदेशी प्रस्थान करण्याचा निर्णय घेतला. फिलाडेल्फिया, पेनसिल्व्हानिया येथील टेम्पल विद्यापीठातील रॉबर्ट जे. सुहादोलनीक (Robert J. Suhadolnik) यांनी तिला संधी दिली आणि ती, तिचे यजमान बेला फ्रान्सिया आणि दोन वर्षांची कन्या सुसान फिलाडेल्फियाला रवाना झाले. त्यावेळी गाडी विकून मिळालेले नऊशे ब्रिटिश पौंड तिने मुलीच्या टेडी बेअरमधून लपवून नेले होते. टेम्पल विद्यापीठात तिने एड्सग्रस्त आणि रक्तवाहिन्यांसंबंधी विकार असलेल्या

ड्रयू वाइसमन आणि कॅटलीन करिको

रुग्णांचा अभ्यास केला. या आजारावर उपचार करताना 'डबल स्ट्रॅण्डेड आरएनए' उपचार पद्धती वापरली (DSRNA- बहुतेक विषाणूंच्या प्रतिकृतीच्या निर्मितीवेळी यजमान पेशीत दुपेडी रायबोन्युक्लीक आम्ल तयार होते. यजमान पेशींची प्रतिरक्षाप्रणाली या डीएसआरएनएला ओळखते आणि त्यास योग्य तो प्रतिसाद देते). त्यावेळी हे संशोधन अगदीच नवीन होते. कारण त्यावेळी इंटरफेरॉनची रेण्वीय कार्यप्रणाली ज्ञात नव्हती. इंटरफेरॉन हे विषाणू संसर्ग झाल्यानंतर स्रवणारे सायटोकाइन, जे विषाणूंच्या पुनरावृत्तीला प्रतिबंध करते. १९८९ मध्ये कॅटलीनची नियुक्ती पेनसिल्व्हानिया विद्यापीठात झाली. तिथे तिने हृदयरोगतज्ज्ञ डॉ. एलियट बर्नाथन (Dr. Elliot Barnathan) यांच्या मार्गदर्शनाखाली एमआरएनएच्या अभ्यासास सुरुवात केली (mRNA - मेसेंजर आरएनए – प्रथिनांमध्ये अमिनो आम्लांचे रेणू विशिष्ट क्रमाने एकमेकांस जोडलेले असतात. हा क्रम डीएनएमध्ये सांकेतिक भाषेत लपलेला असतो. हा क्रम डीएनएकडून एमआरएनए रायबोसोमकडे पोहोचवतात). खरे तर हंगेरीत असतानाच एमआरएनएने तिचे लक्ष वेधून घेतले होते. तिच्या मते शरीरातील प्रत्येक पेशी म्हणजे जणू विज्ञानकथेतील गजबजलेले शहरच, जे कधीही झोपत नाही. बर्नाथन तिच्या आठवणी सांगताना म्हणतात, 'केट अतिशय चौकस होती. तिचं वाचन अफाट होतं. नवीन तंत्रज्ञान, नवीन विषयांची तिला माहिती असायची. तिला खूप नवनवीन कल्पना सुचायच्या.'

१९९० मध्ये पेरेलमन स्कूल ऑफ मेडिसिनमध्ये संलग्न प्राध्यापक म्हणून काम करत असताना, एमआरएनएवर आधारित जनुकीय उपचारपद्धती विकसित करण्यासाठी निधी मिळवण्याकरता तिने प्रस्ताव पाठवला. कृत्रिम एमआरएनए शरीरात टोचले, तर प्रथिननिर्मिती तसेच एकूणच चयापचय क्रियेवर नियंत्रण मिळवता येईल, असा तिचा कयास होता. परंतु या उपचारपद्धतीच्या परिणामकारकतेविषयी शास्त्रीय वर्तुळात शंका असल्याने निधी मिळवण्यात तिला अपयश

आले. तिचे प्रस्ताव नाकारल्यामुळे १९९५ मध्ये विद्यापीठाने तिची पदावनती केली. तरीसुद्धा तिचे संशोधन थांबले नव्हते. विद्यापीठात आणि बाहेरसुद्धा तिला 'आरएनएपीडक' म्हणून संबोधत. म्हणतात ना, इच्छा असेल तर मार्ग सापडतो. या आरएनएपीडकची भेट झाली ती ड्रू वाइसमन याच्याशी.

ड्रू वाइसमनचा जन्म ७ सप्टेंबर १९५९ रोजी लेक्सिंग्टन, मॅसॅच्युसेट्स येथे झाला. त्याचे वडील ज्यू तर, आई इटालीयन. हा परिवार धार्मिक नव्हता. त्याच्या आईने ज्यू धर्म स्वीकारला नसला तरी, त्यांच्या घरी ज्यू सणवार साजरे होत असत. वाइसमन आणि त्याची पत्नी मेरी एलन वाइसमन यांनी आपल्या मुलांनाही याच परंपरेत वाढवले. वाइसमन दाओवादी होता (साधे प्रामाणिक जीवन आणि धार्मिक आचरण यांचा पुरस्कार करणारे चिनी तत्त्वज्ञान). तो म्हणतो, 'मला वाटतं, ही पृथ्वी, हा निसर्ग सर्वोच्च आहे आणि त्याचा सन्मान आपण केला पाहिजे.' वाइसमनचे शालेय शिक्षण लेक्सिंग्टन येथे झाले. त्याने जैवरसायनशास्त्र आणि विकरशास्त्र या विषयांमध्ये ब्रॅनडाइस विद्यापीठातून बी.ए. आणि एम.ए. पदवी घेतली तर बोस्टन विद्यापीठातून प्रतिरक्षाविज्ञान आणि सूक्ष्मजीवशास्त्र या शाखांमध्ये एम.डी. आणि १९८७ मध्ये पीएच.डी. संपादन केली. त्यानंतर काही काळ त्याने बेथ इस्रायल डिकनेस मेडिकल सेंटरमध्ये संशोधन केले. त्याचवेळी त्याला अभ्यासवृत्ती मिळाली आणि तो 'नॅशनल इन्स्टिटट्यूट ऑफ हेल्थ'मध्ये दाखल झाला. त्याने 'नॅशनल इन्स्टिटट्यूट ऑफ ॲलर्जी अँड इन्फेक्शिअस डिसीजेस'चे संचालक अँथनी फॉची (Anthony Fauci) यांच्या मार्गदर्शनाखाली संशोधन केले. १९९७ मध्ये वाइसमन पेनसिल्व्हानिया विद्यापीठात प्रतिरक्षाप्रणालीचा प्राध्यापक म्हणून दाखल झाला.

फॉची यांच्या प्रयोगशाळेत असताना वाइसमनने 'एचआयव्ही संसर्गाशी सामना करण्यात डेंड्रिटिक पेशींचे महत्त्व' या विषयावर संशोधन केले होते. डेंड्रिटिक पेशींच्या बाहेरच्या बाजूस झाडासारख्या फांद्या असतात. वाइसमनचा भर मुख्यतः रोगकारक जंतूंना डेंड्रिटिक पेशींचा प्रतिसाद अभ्यासण्यावर होता. एचआयव्ही विरोधी लस शोधण्यासाठी तो उत्सुक होता. हा अभ्यास पुढे नेण्यासाठी अनेक प्रबंध, शोधनिबंध अभ्यासण्याची गरज होती. त्याकाळी इंटरनेटचा इतका प्रसार झाला नव्हता. प्रबंध, शोधनिबंध वाचण्यासाठी ते झेरॉक्स करणे हाच पर्याय होता. झेरॉक्स मशीनजवळच कॅटलीन आणि वाइसमन यांची भेट झाली. तेथेच त्यांच्या गप्पा सुरू झाल्या. झेरॉक्स करण्यासाठी कॅटलीनला बराच वेळ वाट पाहावी लागत असे. त्यावरून काही वेळा वादही होत असे. दोघांनी आपापल्या संशोधनाविषयी चर्चा केली. त्यावेळी आरएनएपीडक वाइसमनला आरएनएचे महत्त्व पटवून देण्यात यशस्वी ठरली. वाइसमनलाही आपल्या प्रयोगात एम आरएनए उपयोगी पडू शकते, असे वाटू लागले. मग त्यांनी एकमेकांच्या सहयोगाने काम करण्याचे ठरवले. वाइसमनच्या प्रयोगशाळेला मिळणारा निधी कॅटलीन वापरू शकत होती. 'रोगनिवारणासाठी एमआरएनए' या दिशेने वाटचाल करण्याचे त्यांनी ठरवले.

'रोगनिवारणासाठी एमआरएनए' ही संकल्पना १९९०मध्येच आली होती. परंतु ती प्रत्यक्षात उतरवण्यात अनेक अडचणी होत्या. महत्त्वाची अडचण म्हणजे आरएनएचा विषारी गुणधर्म. आरएनए पेशीच्या बाहेर मुक्तपणे भटकताना आढळला तर, खुशाल समजावे काहीतरी बिनसले आहे. एक तर पेशी भंग पावली आहे किंवा विषाणूने आक्रमण केले आहे. हा मुक्त आरएनए दाह निर्माण करतो आणि प्रतिरक्षाप्रणालीला उत्तेजित करतो. पेशींमधील पोकळी निरनिराळ्या विकरांनी भरून जाते आणि त्यामध्ये आरएनएचा नाश होतो. अशा तऱ्हेने आरएनए रेणू पेशीबाहेर जगू शकत नाही. वाइसमन आणि कॅटलीन यांनी एकामागून एक अनेक प्रयोग केले, पण व्यर्थ! उंदरांमध्ये एमआरएनए टोचले असता उंदीर सुस्तावत होते. खरी समस्या ही होती, की प्रतिरक्षाप्रणाली एमआरएनएला रोगकारक जंतू समजून त्यावर हल्ला करते आणि त्यामुळे तो प्राणी आजाराला बळी पडत असे. २००४ मध्ये या द्वयीने ही दाहकता कमी करण्याचे तंत्र शोधले. कॅटलीनला असे आढळले, की टीआरएनए रेणू प्रतिरक्षाप्रणालीला उत्तेजित करत नाही (टीआरएनए – ट्रान्स्फर आरएनए – एमआरएनएकडून आलेल्या अमिनो आम्लांच्या क्रमाचे वाचन करून रायबोसोम त्यानुसार अमिनो आम्लांचे एकत्रीकरण करतात आणि प्रथिननिर्मिती होते. अमिनो आम्ल रायबोसोमकडे नेण्याचे काम टीआरएनए करतात). कॅटलीनने असा सिद्धांत मांडला, की त्यांच्यातील न्यूक्लिओसाईडमधील बदलामुळे प्रतिरक्षाप्रणालीला चकवा देता येतो. (न्यूक्लिओसाईड– डीएनएचा मूलभूत घटक, यामध्ये फॉस्फेट गट नसतो.) त्याप्रमाणे कृत्रिम एमआरएनएच्या न्यूक्लिओसाईडमध्ये त्यांनी बदल केला आणि त्यांना अपेक्षित परिणाम मिळाला. या एमआरएनएला प्रतिरक्षाप्रणालीने दिलेला प्रतिसाद कमी झाला होता. त्यांचे हे निष्कर्ष प्रकाशित करण्यास प्रथम 'नेचर' आणि 'सायन्स' या नियतकालिकांनी नकार दिला. पण, 'इम्युनिटी'मध्ये हा शोधनिबंध प्रकाशित झाला. या संशोधनामुळे लसनिर्मिती प्रक्रियेला नवा आयाम मिळाला. २००५ मध्ये त्यांना या

प्रक्रियेसाठी पेटंट मिळाले. वाइसमन आणि कॅटलीन यांनी आणखी एक तंत्र शोधून काढले. एमआरएनए लिपिड नॅनोकणांच्या आवरणात लपवून हे औषध दिले असता शरीरातील इप्सित स्थळी पोहोचेपर्यंत एमआरएनए सुरक्षित राहतो, तसेच प्रतिरक्षाप्रणालीला उत्तेजितही करत नाही.

कॅटलीन आणि वाइसमन यांनी आपल्या संशोधनाचा परवाना मॉडर्ना आणि बायोएनटेक या जैवतंत्रज्ञान कंपन्यांना दिला. पुढे कॅटलीन बायोएनटेकची उपाध्यक्ष बनली. या कंपन्यांनी या संशोधनाचा उपयोग फ्लूसारख्या आजारावरील लसनिर्मितीसाठी केला, पण त्या वैद्यकीय चाचणीस्तरावरच राहिल्या. या संशोधनामुळे कोविड-१९ या रोगावर एक वर्षाच्या आत लसनिर्मिती करणे शक्य झाले. या संशोधनासाठी कॅटलीन आणि वाइसमन यांना २०२३चा वैद्यकीयशास्त्र शाखेतील नोबेल पुरस्कार जाहीर झाला आहे. नोबेल पारितोषिक जाहीर करताना निवड समितीने, 'हे संशोधन अतिशय महत्त्वाचे आहे. या संशोधनामुळे एमआरएनए आणि प्रतिरक्षाप्रणाली यांच्याबद्दलच्या आपल्या समजाला नवीन आयाम मिळाला. या संशोधनानं मानवी जगताला एका महासंकटातून बाहेर काढण्यास मदत केली', असे उदगार काढले.

लसनिर्मितीच्या पारंपरिक पद्धतीमध्ये निष्क्रिय केलेले रोगकारक जंतू (जिवाणू/विषाणू) किंवा त्यांच्यातील प्रथिनाचा काही भाग वापरला जातो. यासाठी रोगकारक जंतू वेगळा करून त्यास निष्क्रिय केले जाते आणि त्यानंतर शुद्धीकरण करून लस निर्माण केली जाते. यासाठी काही महिने लागू शकतात. तसेच, या लसीमध्ये काही प्रमाणात रोगजंतू (निष्क्रिय असले तरी) असल्याने लस घेणाऱ्या व्यक्तीस सौम्य प्रमाणात रोगाची बाधा होण्याची शक्यता असते. त्या दृष्टीने एमआरएनए लस सुरक्षित आहे. या लसीमुळे व्यक्तीस कोणताही त्रास उद्‌भवत नाही. हे एमआरएनए पेशीकेंद्रकाला छेदू शकत नाहीत, त्यामुळे जनुकीय बदलही घडवून आणत नाहीत. या पद्धतीत वापरलेले आरएनए प्रथिनांचे सांकेतन करतात. कोविडला कारणीभूत ठरणाऱ्या सार्स - कोविड २ या विषाणूच्या आवरणावर अणकुचीदार प्रथिने असतात. याच प्रथिनांचे सांकेतन कोविड लसीतील आरएनए पेशीला देतात आणि पेशी मोठ्या प्रमाणावर हे प्रथिन निर्माण करते. प्रत्येक आरएनए १००० ते १००००० प्रथिनांची निर्मिती करतो. त्यामुळे प्रतिरक्षाप्रणालीला चालना मिळते आणि प्रतिपिंड निर्माण होतात. अशा व्यक्तीस या विषाणूचा संसर्ग झालाच तरी आजाराची बाधा होत नाही. या लसीचा आणखी एक फायदा म्हणजे, ही लस अतिशय कमी कालावधीत तयार होते. फक्त विषाणूचा जनुकीय क्रम माहीत असणे आवश्यक असते. चीनने हा क्रम जाहीर केल्याच्या दुसऱ्याच दिवशी लसनिर्मितीचे काम चालू झाले आणि दोन आठवड्यांतच प्राण्यांवर चाचणी घेतली गेली. या लसीची परिणामकारकता ९०% इतकी नोंदवली आहे. २०२० मध्ये दिलेल्या मुलाखतीत वाइसमनने ही कार्यप्रणाली उद्धृत केली आहे. त्याने याविषयीची एक आठवण सांगितली आहे. चीनमध्ये कोरोनाचा उद्रेक झाल्याचे समजले, तेव्हा वाइसमनने या रोगाच्या उपचारासाठी एमआरएनए पद्धतीचा विचारसुद्धा केला नव्हता. अगदी तीच गोष्ट कॅटलीनची. तिने तर 'हे चीनमध्ये घडतंय' म्हणून त्याकडे चक्क काणाडोळा केला. परंतु बायोएनटेकचे मुख्य कार्यकारी अधिकारी उर शाहीन (Ugur Sahin) द्रष्टे होते. त्यांनी धोका ओळखला आणि लसनिर्मितीस चालना दिली.

२००६ मध्ये कॅटलीन आणि वाइसमन यांनी आरएनएवर आधारित औषधोपचार पद्धती विकसित करण्याच्या उद्देशाने आरएनएआरएक्स (RNRx) ही कंपनी स्थापन केली. २०१३पर्यंत कॅटलीनने या कंपनीच्या मुख्य कार्यकारी अधिकारी पदाची धुरा सांभाळली. २०१३ ते २०२२ या कालावधीत तिने बायोएनटेक आरएनए फार्मास्युटिकल्समध्ये उपाध्यक्ष आणि वरिष्ठ उपाध्यक्ष या पदांवर काम केले. २०२२ मध्ये तिने पूर्णपणे संशोधनाला वाहून घेण्याचे ठरवले आणि या पदाचा राजीनामा दिला. वाइसमनचे संशोधन थायलंडच्या चुलालोंगकॉर्न विद्यापीठाच्या सहयोगाने सुरू आहे. त्याचे पुढचे लक्ष्य फ्लू, नागीण, एड्स यांसारख्या आजारांवर लस शोधणे हे आहे. त्याला कोरोनाच्या पुढील आवृत्त्यांवर प्रभावी ठरेल अशी वैश्विक लस निर्माण करायची आहे.

कॅटलीन आणि वाइसमन यांना अनेक पुरस्कारांनी सन्मानित करण्यात आले. त्यांना एकत्रितपणे 'रोसेन्स्टीएल पुरस्कार', 'लुईसा ग्रॉस हॉरविट्झ पारितोषिक', 'अल्बनी मेडिकल सेंटर पारितोषिक', 'लस्कर द बेकी क्लिनिकल मेडिकल रिसर्च पुरस्कार', टाइम मॅगेझिनचा 'हीरो ऑफ दि इअर २०२१', २०२२ चा औषधनिर्माणशास्त्रातील 'टँग पुरस्कार' अशा अनेक पुरस्कारांनी गौरवण्यात आले. कॅटलीनचा 'नॅशनल इन्व्हेंटर्स हॉल ऑफ फेम'मध्ये समावेश करण्यात आला आहे. तिच्या जीवनप्रवासावर आधारित डॅबी डेडी व जुलियाना ओक्ले यांचे 'डॉ. कॅटी कारिको अँड द रेस फॉर द फ्युचर ऑफ व्हॅक्सिन्स' आणि मेगन हॉइट आणि व्हिव्हियन मैल्डेनबर्गर यांचे 'कॅटीज टाईनी मेसेंजर्स : डॉ. कॅटलीन कारिको अँड द बॅटल अगेन्स्ट कोविड-१९' ही

पुस्तके प्रकाशित झाली आहेत. तिचे स्वतःच्या अनुभवावर आधारित 'ब्रेकिंग थ्रू : माय लाइफ इन सायन्स' हे पुस्तक नुकतेच प्रकाशित झाले आहे. कौटुंबिक पातळीवरही ती यशस्वी ठरली आहे. तिची मुलगी सुसान ऑलिम्पिकमध्ये रोइंग या प्रकारात दोन वेळा सुवर्णपदक विजेती तर पाच वेळा विश्वविजेता ठरली आहे. वाइसमनला स्वतंत्रपणे अनेक पुरस्कार मिळाले. २०२१चा 'प्रिन्सेस ऑफ ऑस्टुरियस पुरस्कार' व 'हार्वे पारितोषिक' २०२२चा 'रॉबर्ट कोच पारितोषिक', 'ब्रेकथ्रू प्राईझ इन लाइफ सायन्सेस' असे अनेक पुरस्कार त्याच्या नावावर आहेत. ड्रेक्सेल युनिव्हर्सिटी कॉलेज ऑफ मेडिसिनने त्याचा मानद पदवी देऊन सन्मान केला.

संपूर्ण मानवजातीला एका भयानक संकटातून सहीसलामत बाहेर काढणाऱ्या या वैज्ञानिकांच्या कार्याला सलाम!

संदर्भ –

Breaking Through: My Life in Science,Katalin KarikñÌ. Crown

https://www.pennmedicine.org/providers/profile/katalin-kariko

https://www.britannica.com/biography/Katalin-Kariko

https://penntoday.upenn.edu/news/katalin-kariko-and-drew-weissman

https://www.nytimes.com/2023/10/02/health/nobel-prize-medicine.html

https://www.nytimes.com/2023/10/02/health/nobel-prize-medicine.html

The Vaccine Trenches, By Matthew De George,THE PENNSYLVANIA GAZETTE May | Jun 2021, 42-49

https://www.amacad.org/person/drew-weissman

https://www.timesofisrael.com/drew-weissman-katalin-kariko-win-nobel-in-medicine-for-enabling-mrna-vaccines/

https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2023

https://en.wikipedia.org/

– तेजस्विनी देसाई

tejaswinidesai1970@gmail.com

अज्ञात पदार्थाचा उलगडा?

विश्व सातत्याने प्रसरण पावत आहे असा शास्त्रीय जगतात सर्वमान्य सिद्धांत आहे. परंतु हे प्रसरण नेमक्या कोणत्या पदार्थामुळे होते त्याबद्दल मात्र काहीच समजलेले नाही. युरोपीयन स्पेस एजन्सीच्या ऑगस्ट २०२३ मध्ये सुरू झालेल्या युक्लिड मोहिमेची आखणी याच अज्ञात पदार्थाच्या व अज्ञात ऊर्जेच्या शोधासाठी करण्यात आली आहे. कदाचित सर्वात गोंधळात टाकणारा प्रश्न म्हणजे अज्ञात पदार्थ म्हणजे नेमके काय आहे याबद्दल अनिश्चितता आहे. मूलतः, काही शास्त्रज्ञांनी असा अंदाज लावला आहे की विश्वातील हरवलेले वस्तुमान हे लहान अस्पष्ट तारे आणि कृष्णविवरांचे बनलेले आहे. मात्र तपशीलवार निरीक्षणांमध्ये अज्ञात पदार्थाच्या प्रभावासाठी अशा वस्तू अजूनतरी जवळपास पुरेशा प्रमाणात आढळल्या नाहीत. अज्ञात पदार्थाच्या आवरणाचा सध्याचा प्रमुख स्पर्धक हा एक काल्पनिक कण आहे, ज्याला Weakly Interacting Massive Particle (परस्परांशी फारशी आंतरक्रिया करू न शकणारे प्रचंड मोठे कण) किंवा WIMP म्हणतात. भौतिकशास्त्रज्ञ लिंकन यांच्या म्हणण्यानुसार हे कण प्रोटॉनपेक्षा १० ते १०० पट जड असून न्यूट्रॉनसारखे वागतात. तरीही, या अनुमानामुळे फक्त अधिक प्रश्न निर्माण झाले आहेत– उदाहरणार्थ, हा अज्ञात पदार्थ आहे, तर मग अद्याप तो सापडला कसा नाही? हा एकाच प्रकारचा कण आहे, की तो आणखी अनेक वेगवेगळ्या प्रकारच्या कणांनी भरला आहे? काही शास्त्रज्ञांच्या मते WIMP ऐवजी अज्ञात पदार्थ अतिशय हलक्या म्हणजे जवळजवळ वजनरहित ॲक्सियॉन कणांनी बनलेले असतील का? म्हणजे प्रश्न अधिकच गुंतागुंतीचा होत असून येत्या काही वर्षांमध्ये या रहस्याची उकल झाली तर विश्वाच्या निर्मितीसंबंधी महत्त्वाचे धागेदोरे हाती लागतील, असे वाटते.

महाराष्ट्र

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

Azadi Ka Amrit Mahotsav

पाणी वाचवा

#ChooseLiFE

झाडांना पाणी देण्यासाठी, फरशी/वाहने स्वच्छ करण्यासाठी पाईपऐवजी बादली वापरा.

Scan the QR Code to know more

moefcc Moefcc moefccgoi moef.gov.in