महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

।। कचरामुक्त वसुंधरा ।।

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

डिसेंबर २०२४ * मूल्य ५० रु.* पृष्ठे ५२

फिनोलेक्स या रत्नागिरी येथील एका मोठ्या औद्योगिक आस्थापनेत विविध वयोगटातील लोकांसाठी
'विज्ञानधारा' कार्यक्रम आयोजित केले होते. त्याची काही क्षणचित्रे

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

डिसेंबर २०२४, वर्ष दुसरे
पुस्तिका सातवी, 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

मुद्रण : इंडिया प्रिंटिंग वर्क्स, इंडिया प्रिंटिंग हाउस, ४२, जी. डी. आंबेकर मार्ग, वडाळा, मुंबई-४०० ०३१

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

डॉ. तेजस्विनी देसाई / ५
मूलकणांचा वेध घेणाऱ्या डॉ. रोहिणी गोडबोले

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / १०
स्पंज आणि त्याचे प्रकार

डॉ. जयंत वसंत जोशी / १३
धोर्बीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

श्याम तारे / १९
सूक्ष्म प्लास्टिकमुळे आरोग्य धोक्यात...

आनंद घैसास / २१
आकाशातील लावण्यदिवे अर्थात 'तेजोमेघ - नेब्युला'

आनंद घारे / २५
पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप

डॉ. वसुधा जोशी / २९
मन:स्वास्थ्य आणि आरोग्य

डॉ. स्वाती बापट / ३२
स्थूलत्व आणि मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम

मेधा लिमये / ३६
पाय - एक वैशिष्ट्यपूर्ण संख्या

कविता / ३९
खगोलप्रेमी बाबा सुतार, राघवेंद्र गीता वंजारी

वर्षा केळकर / ४०
बुरशींविषयी काही...

नीला चांदोरकर / ४४
बिकमिंग अर्थ
हाऊ अवर प्लॅनेट केम टू लाइफ : फेरिस जेबर

कुसुमसुत / ४७
फ्ल्युओरीन - जगातील सर्वात जास्त प्रतिक्रियाशील मूलद्रव्य

संपादकीय...

या वर्षीच्या शेवटचा, डिसेंबर महिन्याचा 'विज्ञानधारा' मासिकाचा अंक वाचकांच्या हाती देतांना आनंद होत आहे. वर्षाचा लेखाजोखा आर्थिक क्षेत्रात घेतला जातो. वास्तविक असा लेखाजोखा प्रत्येकाने घ्यायला हवा असतो. गेल्या वर्षभरात आपण कुठे आणि किती प्रगती केली, कुठे कमी पडलो, कुठे चुकले, त्या चुका टाळता आल्या असत्या का या विविध प्रश्नांची उत्तरे प्रामाणिकपणे शोधण्याचा प्रयत्न केला, तर त्याचा फायदा झाल्याशिवाय राहणार नाही. ह्या प्रश्नांची उत्तरे देतांना स्वतःच्या जीवनाकडे त्रयस्थपणे पाहता आले, तरच आपल्याला आपल्या चुका सापडतील, अन्यथा आपल्या वार्षिक ताळेबंदामध्ये काहीही हाती लागणार नाही. समृद्ध जीवनाकडे वाटचाल करण्यासाठी हा ताळेबंद महत्त्वाचा असतो.

फिनोलेक्स या कंपनीत २१ आणि २२ नोव्हेंबर रोजी 'विज्ञानधारा' पाच कार्यक्रम आयोजित केले होते. त्यातील दोन कंपनीतील कर्मचाऱ्यांसाठी तर दोन त्यांच्या दोन निवासी संकुलांत कर्मचाऱ्यांच्या कुटुंबांसाठी घेतले. पाचवा कार्यक्रम मुकुल माधव शाळेत ८वी ते १२ वीच्या १७५ विद्यार्थ्यांसाठी घेतला. या सर्व कार्यक्रमांना उत्तम प्रतिसाद मिळाला असून, कंपनीतील व्यवस्थापनाने त्यांच्या कंपनीत आणि निवासी संकुलांमध्ये शून्य कचरा ही संकल्पना येत्या पाच जूनपर्यंत राबवण्याचा निश्चय केला आहे. त्या दिवसापासून कंपनीमध्ये आणि शाळा व निवासी संकुलांमध्ये सर्व कचरस्रोतांचे व्यवस्थापन कंपनीतच केले जाईल. कंपनीचे व्यवस्थापकीय संचालक सौम्या चक्रबर्ती, कंपनीच्या अध्यक्षा श्रीमती छाब्रिया आणि कंपनीतील एक प्रमुख वरिष्ठ अधिकारी डॉ. अनिल सत्पथी यांनी या सर्व आयोजनात मनःपूर्वक सहभाग घेतल्याचे जाणवत होते. 'विज्ञानधारा' उपक्रम आयोजित करून फिनोलेक्स कंपनीने एक आदर्श घालून देण्याचा केलेला हा प्रयत्न अत्यंत अनुकरणीय असून इतर कॉर्पोरेट क्षेत्रांसाठी मार्गदर्शक ठरू शकेल.

कॉप २९ परिषद अझरबैजानमधील बाकू येथे २४ नोव्हेंबर २०२४ रोजी संपन्न झाली. या परिषदेकडे सर्व जगाचे लक्ष लागले होते. या परिषदेने जागतिक हवामानबदलासाठी आवश्यक असलेल्या अनेक महत्त्वपूर्ण विषयांवर महत्त्वपूर्ण यश मिळवले. त्यातील काही प्रमुख मुद्दे असे आहेत.

१. हवामान वित्तविस्तार : ग्लोबल एन्व्हायर्नमेंट फॅसिलिटीने व्हर्च्युअल ग्रीन बँक्ससारख्या नावीन्यपूर्ण प्रकल्पांना समर्थन देत, अनुकूलन वित्तपुरवठा करण्यासाठी दोन कोटी डॉलरचा उपक्रम सुरू केला. न्यूझीलंडने विकसनशील राष्ट्रांमधील असुरक्षिततेची दखल घेत त्यासाठी नुकसानभरपाई निधीसाठी एक कोटी डॉलरचा वार्षिक निधी देण्याचे आश्वासन दिले आहे.

२. कार्बनउत्सर्जन कमी करण्यासाठी वचनबद्धता : ब्राझीलने सन २००५च्या तुलनेत सन २०३५पर्यंत उत्सर्जनात ६७ टक्के घट करण्याचे वचन दिले आहे. इंग्लंड, स्कॉटलंड आणि आणि आयर्लंड या राष्ट्रांनी पॅरिस कराराच्या तापमान वाढ १.५ डिग्री सेल्सिअसच्या मर्यादेत ठेवण्याच्या उद्दिष्टाच्या अनुषंगाने सन २०३५पर्यंत हरितगृहवायू उत्सर्जन किमान ८१ टक्के कमी करण्याची वचनबद्धता जाहीर केली आहे.

३. जागतिक मिथेन आणि नॉन-CO_2 उत्सर्जन : अमेरिका, अझरबैजान आणि चीन यांच्या नेतृत्वाखाली मिथेनसारख्या शक्तिशाली हरितगृहवायूंना कमी करण्यासाठी प्रयत्न तीव्र करण्यात येतील.

४. वैज्ञानिक घटनांचा आढावा घेत जागतिक हवामान संघटनेने सन २०२४ हे जागतिक स्तरावरील सर्वात उष्ण वर्ष म्हणून अधोरेखित करून, हवामान वचनबद्धतेच्या निकडीवर जोर दिला.

५. कार्बन मार्केट अंमलबजावणी : पॅरिस कराराच्या अनुच्छेद ६ अंतर्गत एक मसुदा फ्रेमवर्क जागतिक कार्बन व्यापार यंत्रणांना समर्थन देण्यासाठी विकसित करण्यात आला.

६. फक्त ऊर्जा संक्रमणांवर लक्ष केंद्रित करा : इंडोनेशिया आणि व्हिएतनाम सारख्या देशांना अक्षय ऊर्जेकडे संक्रमण करण्यासाठी, सार्वजनिक-खाजगी सहकार्याचा लाभ घेण्यासाठी भागीदारी मजबूत करण्यात आली. या मुद्द्यांमुळे हवामानबदलाला तोंड देण्यासाठी राष्ट्रांमधील वाढती निकड आणि सहकार्य दिसून येते, जरी वित्तपुरवठा आणि इक्विटीमधील आव्हाने चालू वाटाघाटींचे केंद्रबिंदू आहेत.

कॉप २९ परिषदेने जे निर्णय घेतले आहेत त्यांचा भारताला चांगला उपयोग होऊ शकतो. न्यूझीलंडचा प्रस्तावित नुकसाननिधी आणि ग्लोबल एन्व्हायर्नमेंट फॅसिलिटीचा दोन कोटी डॉलरचा उपक्रम, भारताच्या हवामान सुधारणा प्रकल्पांना समर्थन देऊ शकतात. सुरक्षित तंत्रज्ञाननिधीला अमेरिकन ३२.५ कोटी देण्याचे वचन भारताला स्वच्छ ऊर्जा पुरवठा साखळी निर्माण करण्यास मदत करू शकते. मिथेन आणि नॉन-CO_2 उत्सर्जन कमी करण्याच्या जागतिक उपक्रमांमध्ये भारताचा सहभाग जागतिक मिथेन कमी करण्याच्या वचनबद्धतेशी संलग्न होऊ शकतो. या वायूंवर कॉप २९चा केंद्रबिंदू कृषी आणि ऊर्जाक्षेत्रातील उत्सर्जन कमी करण्याच्या भारताच्या प्रयत्नांना पूरक आहे. पॅरिस कराराच्या अनुच्छेद ६ अंतर्गत कार्बन मार्केट फ्रेमवर्कमधील प्रगतीमुळे भारताला कार्बन ट्रेडिंगद्वारे हवामान उद्दिष्टांना वित्तपुरवठा करण्यासाठी नवीन मार्ग खुले होऊ शकतात, जे अक्षय ऊर्जेमध्ये गुंतवणूक आकर्षित करण्याच्या देशाच्या प्रयत्नांशी जोडले जाऊ शकतील.

- शरद काळे
sharadkale@gmail.com

डॉ. तेजस्विनी देसाई

मूलकणांचा वेध घेणाऱ्या डॉ. रोहिणी गोडबोले

हा प्रसंग आहे जर्मनीतील एका प्रयोगशाळेतील. विभागप्रमुखांनी एका शास्त्रज्ञांशी डॉ. रोहिणी गोडबोले यांची ओळख करून दिली. त्यांच्यामध्ये कोणतीही चर्चा होण्यापूर्वीच ते रोहिणीताईंना म्हणाले, ''मी तुमच्या यजमानांनी लिहिलेले शोधनिबंध वाचले आहेत.'' खरे तर त्यावेळी रोहिणीताईंचे लग्नसुद्धा झाले नव्हते. त्या शोधनिबंधांची लेखिका रोहिणीताईच असतील, अशी पुसटशीही शंका त्यांना आली नाही आणखी एका विद्यापीठात व्याख्यानासाठी गेल्यानंतर एक वयस्क प्राध्यापक त्यांना उद्देशून म्हणाले, डॉ. गोडबोले म्हणजे एक स्त्री आहे, असा विचारच मी केला नाही. २००७ च्या 'मौज' दिवाळी अंकात लिहिलेल्या लेखात डॉ. रोहिणी गोडबोले यांनी हे प्रसंग उद्धृत केले आहेत. 'महिला' असा विशेष उल्लेख केला नाही तर, शास्त्रज्ञ म्हणजे पुरुषच असणार हे गृहीतच धरले जाते. मुळात उच्च शिक्षण घेणाऱ्या मुलींची संख्या आजही कमी आहे. त्यातही विज्ञानतंत्रज्ञान क्षेत्रात पुरुषांचे प्राबल्य अधिक. मात्र अशाही काही तारका आहेत ज्यांनी या पुरुषांनी व्यापलेल्या विश्वात स्वतःचे अस्तित्व निर्माण करून स्वकर्तृत्वाचा वेगळा ठसा उमटवला आहे. त्यातीलच एक झगमगीत नाव म्हणजे डॉ. रोहिणी गोडबोले.

रोहिणीताईंशी माझा परिचय झाला तो त्यांच्या लिलावतीच्या मानसकन्या (Lilavati's Daughters - The Women Scientists of india) या पुस्तकातून. रोहिणीताई आणि डॉ. राम रामास्वामी यांनी संपादित केलेल्या या पुस्तकातून ९९ भारतीय महिला वैज्ञानिकांच्या कार्यकर्तृत्वाची ओळख करून दिली आहे. पुढे त्यांना फ्रान्स सरकारचा 'नॅशनल ऑर्डर ऑफ मेरीट' हा पुरस्कार जाहीर झाला, तेव्हा त्यांच्या संशोधनाविषयी जाणून घेण्याची आस मनी

डॉ. रोहिणी गोडबोले

लागली. मी भौतिकशास्त्राची विद्यार्थिनी आणि त्या सैद्धांतिक भौतिकशास्त्रज्ञ, त्यामुळे जास्तच कुतूहल होते. त्यांच्याशी संपर्क साधला असता, त्यांनी त्वरित मौज दिवाळी अंकातील त्यांचा लेख आणि सायन्स रिपोर्टरचा मार्च २०२२चा अंक पाठवला. त्याचबरोबर झूम या आभासी तंत्राद्वारे त्यांची भेट घेतली. त्यांच्या संशोधनाविषयी जाणून घेतले. 'मूलकण आणि त्यांच्यातील आंतरप्रक्रिया', 'स्टँडर्ड मॉडेल' यांसारखे क्लिष्ट विषयसुद्धा त्यांनी सोपे करून सांगितले. त्यांची समजावण्याची पद्धत खूपच भावली. एका विख्यात शास्त्रज्ञांबरोबर त्यांच्या संशोधनावर खुलेपणाने चर्चा करण्याची संधी मला मिळाली, ही माझ्यासाठी मोठी मेजवानी

होती. मूलकण विज्ञानातल्या अनेक नवीन कल्पना मला समजल्या.

रोहिणीताईंचा जन्म १२ नोव्हेंबर, १९५२ रोजी एका मध्यमवर्गीय मराठी कुटुंबात झाला. त्यांचे शिक्षण विद्येचे माहेरघर समजल्या जाणाऱ्या पुणे शहरात झाले. त्यांचा परिवार कर्मठ नव्हता. ज्या काळी मुलीचे लग्न लहान वयातच करण्याची पद्धत होती, त्या काळी रोहिणीताईंच्या आजीने (आईची आई) आपल्या यजमानांना 'मुलींचे शिक्षण पूर्ण झाल्याशिवाय लग्न करायचे नाही', अशी अट घातली होती. आजी फक्त चौथीपर्यंत शिकल्या होत्या. रोहिणीताईंच्या आईने तीन मुलींच्या जन्मानंतर बी.ए., एम.ए. या पदव्या संपादन केल्या आणि वयाच्या त्रेचाळिसाव्या वर्षी बी.एड. केले. आई बी.एड. करत असताना रोहिणीताई बी.एससी.च्या शेवटच्या वर्षाला होत्या. त्यानंतर आईने हुजूरपागा शाळेत नोकरी केली. अशा तऱ्हेने ज्ञानोपासनेचे बाळकडू त्यांना घरातूनच मिळाले. शाळेत त्यांना सातवीपर्यंत 'गृहशास्त्र' हा विषय शिकवला जात असे. रोहिणीताईंनी सातवीत असताना राज्य शिष्यवृत्ती परीक्षा देण्याचे ठरवले. या परीक्षेला सामान्य विज्ञानफ हा विषय होता आणि हा विषय शाळेत शिकवला जात नसे. साहजिकच शाळेतील कुठल्याही विद्यार्थिनीला ही शिष्यवृत्ती मिळाली नव्हती. रोहिणीताईंनी या विषयाचा स्वतः अभ्यास केला आणि ही शिष्यवृत्ती मिळवली. या शिष्यवृत्तीसाठी राज्यभरातून केवळ दहा विद्यार्थी निवडले जात. त्यांच्या गणिताच्या शिक्षिका सौ. सोहोनी यांनी त्यांना विज्ञान व गणित शिकण्यासाठी घरी येण्याचे निमंत्रण दिले. त्यांचे यजमान भाऊ सोहोनी यांनी विज्ञान, गणितातील अनेक संकल्पना सोप्या करून सांगितल्या. 'सृष्टीविज्ञान' या विज्ञानाला वाहिलेल्या पत्रकाशी त्यांची ओळख झाली आणि पाठ्यपुस्तकाच्या बाहेरचे विज्ञान समजून घेणे, गणिती कोडी सोडवणे, सुरू झाले. सोहोनीसरांच्या प्रेरणेने त्या विज्ञानविषयक निबंधस्पर्धेत भाग घेऊ लागल्या. इंग्रजी भाषेची ओळख झाल्यानंतर त्यांनी मेरी क्युरी, निकोला टेस्ला, थॉमस एडिसन यांसारख्या शास्त्रज्ञांच्या जीवनचरित्रावर आधारीत पुस्तके वाचली. याचबरोबर त्यांना वक्तृत्व, वादविवाद याचीदेखील आवड होती. शाळेच्या वार्षिक नियतकालिकाच्या संपादनमंडळावर त्यांनी काम केले. शालेय जीवनाच्या शेवटच्या टप्प्यावर असताना 'शाळेमध्ये अपेक्षित असणाऱ्या सुधारणा' या विषयावर लिहिताना त्यांनी शालेय अभ्यासक्रमात सामान्य विज्ञान या विषयाचा अंतर्भाव करावा, अशी सूचना केली. तसेच शाळेमध्ये सुसज्ज प्रयोगशाळा नसल्याने विद्यार्थ्यांना प्रत्यक्ष प्रयोगाचा अनुभव घेता येत नाही, याविषयी त्यांनी खंत व्यक्त केली. आनंदाची बाब म्हणजे शाळेने आपल्या विद्यार्थिनीने केलेल्या या सूचनांचा गांभीर्याने विचार करून त्याप्रमाणे सुधारणा केल्या. एक दिवस रोहिणीताईंची मोठी बहीण राष्ट्रीय विज्ञान प्रज्ञा शोध परीक्षेचे परिपत्रक घेऊन आली आणि रोहिणीताईंनी ही परीक्षा दिली. ही परीक्षा देणाऱ्या विद्यार्थ्यांना वैद्यकीय किंवा अभियांत्रिकी शाखेला जाता येणार नव्हते. रोहिणीताई याबाबत ठाम होत्या. त्यांना पीएच.डी. करून प्राध्यापक व्हायचे होते. अकरावीच्या परीक्षेत पहिल्या तिसांत येऊनसुद्धा वडिलांचे उत्पन्न जास्त असल्याने त्यांना शिष्यवृत्ती मिळाली नव्हती. राष्ट्रीय शिष्यवृत्ती मिळण्यासाठी उत्पन्नाची अट नव्हती. रोहिणीताईंना ही शिष्यवृत्ती मिळाली. या शिष्यवृत्तीअंतर्गत आयआयटी, कानपूर, आयआयटी, मुंबई आणि बंगळुरू विद्यापीठ येथे आयोजित उन्हाळी अभ्यास शिबिरांमध्ये रोहिणीताईंना सहभागी होता आले. यामुळे त्यांच्या ज्ञानाकांक्षा विस्तारल्या. संशोधनाविषयी कुतूहल निर्माण झाले. १९७२मध्ये त्यांनी पुणे विद्यापीठातून बी.एससी. पदवी प्रथम क्रमांकासह प्राप्त केली. त्याकाळी बी.एससी. प्रथम क्रमांकाने उत्तीर्ण होणाऱ्या उमेदवाराला बँकेमध्ये 'प्रोबेशन ऑफीसर' म्हणून नोकरी मिळत असे. रोहिणीताईंनादेखील बँक ऑफ महाराष्ट्रमध्ये चांगल्या पगाराची नोकरी मिळाली होती. पण, त्यांनी उच्च शिक्षणाचा पर्याय स्वीकारला आणि पदव्युत्तर पदवीसाठी मुंबई येथे आयआयटीमध्ये प्रवेश घेतला.

विद्यापीठ आणि आयआयटीतील अध्यापन पद्धतीमध्ये फरक होता. आयआयटीमध्ये विद्यार्थ्यांच्या विचारशक्तीला चालना देणारी अध्यापन पद्धती अवलंबली जाते. आयआयटीमधील प्रा. एस.एच. पाटील यांचा रोहिणीताईंवर प्रभाव होता. मूलकण विज्ञानाची ज्योत त्यांनीच रोहिणीताईंच्या मनात जागवली. १९७४मध्ये रोहिणीताईंनी प्रथम क्रमांकासह एम.एससी. पदवी घेतली. पीएच.डी.साठी त्यांनी परदेशी जाण्याचा निर्णय घेतला. त्यावेळी 'अमेरिकन युनिव्हर्सिटी विमेन्स असोसिएशन'तर्फे अमेरिकेत शिक्षणासाठी मुलींना शिष्यवृत्ती जाहीर झाली होती. काही तांत्रिक कारणांमुळे रोहिणीताईंना ही शिष्यवृत्ती मिळाली नाही. पण त्यांना न्यू यॉर्क स्टेट युनिव्हर्सिटीमध्ये प्रवेश मिळाला. फीमाफी आणि शिष्यवृत्तीसुद्धा मिळाली. या संपूर्ण प्रवासात रोहिणीताईंना त्यांच्या आई-वडिलांनी नेहमीच पाठिंबा दिला. आताही काही नातेवाईकांनी मुलीला परदेशी पाठवले तर तिचे लग्न जमण्यामध्ये समस्या निर्माण होऊ शकते, असा अनाहूत सल्ला दिला. पण रोहिणीताईंच्या आई-वडिलांनी त्याकडे दुर्लक्ष केले. आधुनिक विचारांचा परिवार असल्याने सर्वसाधारण मुलींना उच्च शिक्षण घेताना ज्या अडचणी येतात, त्या रोहिणीताईंना आल्या नाहीत.

नंतरच्या आयुष्यातही त्यांना फारसा लिंगभेदाचा सामना करावा लागला नाही. याचा अर्थ लिंगभेद नव्हताच असे नाही. रोहिणीताईंच्या आठवणीप्रमाणे आयआयटीत असताना त्यांच्या वर्गात फक्त तीन मुली होत्या. अंतिम परीक्षेत पहिल्या पाच क्रमांकात या तीनही मुली असून संशोधन क्षेत्रात यशस्वी झाल्या फक्त रोहिणीताई. तथापि गुणवत्तायादीत थोडे खाली असलेले पुरुष वर्गमित्र मात्र संशोधन क्षेत्रात कार्यरत आहेत.

संशोधनासाठी रोहिणीताईंनी 'मूलकण विज्ञान' या विषयाची निवड केली. कारण त्या काळी 'अणुविज्ञान' हा विषय अग्रस्थानी होता. आयआयटीत असताना प्रा. पाटील यांनी या विषयातील सौंदर्य उलगडून दाखवले होते. तसेच या विषयासाठी आवश्यक असणाऱ्या गणित विषयामध्ये त्यांना गती होती. १९७९मध्ये स्टोनब्रुक विद्यापीठ, न्यू यॉर्कमधून पीएच.डी. पदवी मिळाल्यानंतर त्यांना पुढील संशोधनासाठी युरोपमध्ये संधी मिळाली होती. परंतु मातृभूमीच्या ओढीने त्या भारतात परतल्या. अमेरिकेतून परतल्यावर त्यांनी तीन वर्षे टी.आय.एफ.आर.मध्ये संशोधन केले आणि त्यानंतर मुंबई विद्यापीठाच्या पदार्थविज्ञान विभागात अध्यापन केले. संशोधन संस्था आणि विद्यापीठ यांमधील फरक त्यांच्या अनुभवास आला. विद्यापीठात संशोधनाला पूरक वातावरण आणि सुविधा असतीलच असे नाही. तेव्हा दिवसभर विद्यापीठात आणि दुपारी किंवा संध्याकाळी टी.आय.एफ.आर.मध्ये संशोधन, तेथील सहकाऱ्यांबरोबर चर्चा, असा दिनक्रम सुरू झाला. या काळात टी.आय.एफ.आर.मधील त्यांचे सहकारी, विद्यार्थी, विद्यापीठातील विभागप्रमुख प्रा. रंगवाला यांचे मोलाचे सहकार्य मिळाले. १९९५ मध्ये त्यांची बंगळुरू येथील इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्सच्या (आय.आय. एससी.) सैद्धांतिकशास्त्र विभागात सहयोगी प्राध्यापक म्हणून निवड झाली आणि १९९८ मध्ये प्राध्यापकपदी पदोन्नती झाली. २०१८ पासून त्या उच्च ऊर्जा भौतिकशास्त्र विभागात मानद प्राध्यापक म्हणून कार्यरत होत्या.

रोहिणीताईंचे संशोधन हे सैद्धांतिक स्वरूपाचे पण प्रयोगाशी संलग्न. 'मूलकण आणि त्यांच्यातील आंतरप्रक्रिया' या विषयात त्यांनी संशोधन केले. १८९५ साली इलेक्ट्रॉनचा शोध लागला. गेल्या शतकाच्या सुरुवातीला प्रथम प्रोटॉन आणि नंतर न्यूट्रॉनचा शोध लागल्यानंतर अणू हा अविभाज्य घटक आहे या गृहीतकाला छेद गेला. त्यानंतर प्रोटॉन व न्यूट्रॉन हे मूलकण नसून ते क्वार्क या मूलकणांपासून बनले आहेत हे समजले. मूलकण विज्ञानामध्ये क्वार्क, प्रतिक्वार्क, लेप्टोन, प्रतिलेप्टोन, इलेक्ट्रॉन, न्यूट्रिनो हे मूलकण आणि त्यांच्यातील आंतरप्रक्रियांचा अभ्यास केला जातो. मूलकणांना अंतर्गत रचना नसते. क्वार्क, प्रतिक्वार्क, लेप्टोन, प्रतिलेप्टोन हे फर्मीऑन्स (या कणांचे परिवलन अर्धपूर्णांक पटीत असते) आणि बोसॉन्स (या कणांचे परिवलन पूर्णांक पटीत असते. या कणांच्या गुणधर्मांचे विश्लेषण करणाऱ्या बोस-आइन्स्टाइन संख्याशास्त्र, भारतीय वैज्ञानिक डॉ. एस.एन. बोस आणि आइन्स्टाइन यांनी संयुक्तपणे मांडले. डॉ. बोस यांचे योगदान लक्षात घेऊन या कणांचे नामाभिधान बोसॉन असे केले.) आणि त्यांना बांधून ठेवणारे बल (क्षीण, तीव्र, विद्युतचुंबकीय, गुरुत्वीय बल बोसॉन्स या बलाचे वाहक असतात.) या सर्वांनी मिळून हे विश्व बनलेले आहे. या संपूर्ण विश्वाचा गणिती सिद्धांत म्हणजेच भौतिकशास्त्रातील 'स्टँडर्ड मॉडेल' हे प्रतिमान. या प्रतिमानानुसार सर्व मूलकण आणि त्यांच्यातील आकर्षण – प्रतिकर्षण बल यांचे विश्लेषण करता येते. मात्र काही प्रश्नांची उत्तरे या सिद्धांतातून मिळत नाहीत. उदाहरणार्थ, या प्रतिमानानुसार न्यूट्रिनो हा वस्तुमानविरहित कण आहे. प्रत्यक्षात मात्र न्यूट्रिनोला वस्तुमान आहे. तसेच, पदार्थ व प्रतिपदार्थ यांचे गुणात्मक विश्लेषण या प्रतिमानानुसार मिळते, पण संख्यात्मक विश्लेषण मिळत नाही. म्हणून नवीन प्रतिमानाची गरज होती, हेच ते 'बियाँड स्टँडर्ड मॉडेल'. या प्रतिमानामधील परमसममिती (Supersymmetry) या विषयाचा रोहिणीताईंनी अभ्यास केला. या सिद्धांतानुसार फर्मिऑन आणि बोसॉन या दोन मूलकणांच्या वर्गांमध्ये काल-अवकाशीय सममिती असते. एका वर्गातील प्रत्येक कणाशी संबंधित कण दुसऱ्या वर्गात असतो, त्याला परमजोडीदार म्हणतात (Superpartner) जसा इलेक्ट्रॉनचा परमजोडीदार सेलेक्ट्रॉन. इलेक्ट्रॉन आणि सेलेक्ट्रॉन यांचे वस्तुमान समान असते. क्वार्क हे मूलकण सहा प्रकारचे असतात. त्यापैकी टॉप क्वार्क या कणाच्या संशोधनाला रोहिणीताईंनी केलेल्या सैद्धांतिक कामाची मदत झाली.

या विषयातील प्रयोग काही निवडक प्रयोगशाळांमध्येच होतात. जगभरातील शास्त्रज्ञ या प्रयोगशाळांना भेटी देतात. याबाबत आंतरराष्ट्रीय सहकार्य फारच महत्त्वाचे. या निमित्ताने रोहिणीताईंनी अनेक देशांना भेटी दिल्या, तिथल्या शास्त्रज्ञांबरोबर काम केले. मूलकण विज्ञानाचा अभ्यास करण्यासाठी जमिनीखाली खोल बांधलेल्या प्रयोगशाळा किंवा जमिनीखालील बोगद्यात अतिवेगाने जाणाऱ्या वेगवेगळ्या कणांची टक्कर घडवून आणण्यासाठी कोलायडर्सची रचना करणे आवश्यक असते. १९८०च्या दशकात जर्मनीतील हॅम्बुर्ग शहरातील प्रयोगशाळेत इलेक्ट्रॉन व प्रोटॉन यांची टक्कर झाल्यानंतर होणाऱ्या परिणामांचा अभ्यास करण्यासाठी हॅड्रॉन-इलेक्ट्रॉन रिंग एक्सेलरेटर (HER) या प्रयोगाची रचना

करण्यात आली. या प्रयोगात प्रोटॉन व इलेक्ट्रॉन वर्तुळाकार कक्षेत फिरत ठेवून विद्युतक्षेत्राच्या साहाय्याने त्यांची ऊर्जा वाढवली जाते आणि चुंबकीय क्षेत्रामुळे वर्तुळाकार कक्षेचा विस्तार होतो. या प्रयोगात प्रोटॉनची ऊर्जा साधारण ९२० जीईव्ही ($१०^{९}$ ईव्ही) आणि इलेक्ट्रॉनची ऊर्जा २७.५ जीईव्ही इतकी वाढवली जाते. हे उच्च ऊर्जेचे इलेक्ट्रॉन-प्रोटॉनचे झोत एकमेकांवर आदळले असता होणाऱ्या प्रक्रियांचा व प्रोटॉनच्या अंतर्गत रचनेचा अभ्यास करणे, हा या प्रयोगाचा उद्देश होता. याविषयी मूलकण विज्ञानातील सर्वमान्य सिद्धांतांचा वापर करून रोहिणीताई आणि त्यांच्या जर्मन सहकाऱ्याने काही भाकीत केले होते. हे भाकीत खरे ठरले. बोसॉन कणांमार्फत क्षीण बलाद्वारे इलेक्ट्रॉन-प्रोटॉन यांच्यामध्ये प्रक्रिया होते. इलेक्ट्रॉनचा व्यास $१०^{-१८}$ मीटर, तर प्रोटॉनचा व्यास $१०^{-१५}$ मीटर आणि प्रोटॉनला अंतर्गत रचना असते. प्रोटॉन तीन क्वार्कचा बनलेला असतो आणि या क्वार्कमुळेच त्याला विशिष्ट गुणधर्म प्राप्त होतात. याचबरोबर त्यामध्ये क्वार्क-प्रतिक्वार्कचा हेलकावणारा समुद्र आणि हे सगळे घटक ग्लुऑनने (एक प्रकारचा बोसॉन, हा तीव्र बलाचा वाहक असतो) घट्टपणे बांधलेले असतात. त्यामुळे क्वार्कला स्वतंत्र अस्तित्व असत नाही. अतिसूक्ष्म इलेक्ट्रॉन तीक्ष्णपणे प्रोटॉनचा छेद घेतात. यामुळे पायॉनचे झोत (क्वार्क-प्रतिक्वार्कचा बनलेला कण) आणि इतर कणांची निर्मिती होते. आपल्याला अज्ञात असलेल्या काही नवीन कणांची निर्मितीसुद्धा कोलायडरमध्ये होते, पण त्यांचा जीवनकाळ फक्त $१०^{-२३}$ सेकंद इतका कमी असल्याने आपल्याला ओळखता येत नाहीत. परंतु हे कण नष्ट होताना विशिष्ट गुणधर्म असलेले इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन, प्रकाशकण या कणांना जन्म देतात. मग या कणांचा अभ्यास करून त्यांच्या पूर्वजांचा शोध घेता येतो. याच कल्पनेचा उपयोग टॉप क्वार्क शोधण्यासाठी झाला.

क्वार्कमध्ये ग्लुऑनमार्फत होणाऱ्या आंतरप्रक्रियांचा अभ्यास करणाऱ्या शाखेला 'क्वांटम क्रोमोडायनॅमिक्स' म्हणतात. रोहिणीताईंचे या शाखेतील योगदान मोठे आहे. त्यांनी प्रकाशकणांमध्ये होणाऱ्या आंतरप्रक्रियांचा अभ्यास केला. प्रकाशकणांवर धन किंवा ऋण प्रभार नसल्याने त्यांच्यामध्ये कोणतीही आंतरप्रक्रिया होत नाही, असे मानले जात होते. रोहिणीताईंनी हे दाखवून दिले, की एका प्रकाशकणाचे विभाजन लेप्टोन-प्रतिलेप्टोनमध्ये होते आणि दुसऱ्या प्रकाशकणाचे विभाजन क्वार्क-प्रतिक्वार्कमध्ये होते. या लेप्टोन आणि क्वार्कमध्ये आंतरप्रक्रिया घडून येते. रोहिणीताई आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांनी हे दाखवून दिले, की प्रकाशकणांची ऊर्जा जितकी जास्त त्या प्रमाणात पायॉनसारख्या कणांची निर्मिती होते. कारण तीव्र बलामार्फत होणाऱ्या आंतरप्रक्रिया उच्च ऊर्जापातळीवर घडून येतात.

मूलकण विज्ञानातील प्रयोग करण्यासाठी लागणारा खर्च, आकार, सहभागी शास्त्रज्ञांची संख्या वाढत गेली आणि या प्रयोगांना आंतरराष्ट्रीय स्वरूप आले. सन २००८मध्ये जिनिव्हा येथे सर्न (CERN - European Organization for Nuclear Research) या प्रयोगशाळेत लार्ज हायड्रॉन कोलायडर (एलएचसी) हा प्रयोग सुरू झाला. यामध्ये अतिउच्च ऊर्जेचे इलेक्ट्रॉन आणि पॉझिट्रॉन (इलेक्ट्रॉनचा प्रतिकण) झोत एकमेकांवर आदळले जातात आणि त्यावेळी झालेल्या प्रक्रियांचा अभ्यास करून विश्वाच्या उगमाचा शोध घेता येईल, असा अंदाज होता. या प्रयोगाची प्रत्यक्ष आखणी १९८६मध्ये सुरू झाली. या प्रयोगामध्ये जगभरातील हजारो शास्त्रज्ञ सहभागी झाले होते. यामध्ये रोहिणीताईंचा समावेश होता. २०१२मध्ये याच प्रयोगामध्ये हिग्ज बोसॉन या कणांचा शोध लागला. सर्नने हिग्ज बोसॉन सापडल्याचे जाहीर केले त्यावेळी रोहिणीताई तिथे उपस्थित होत्या आणि त्यानंतर त्यांनी तेथील विद्यार्थ्यांना 'स्टँडर्ड मॉडेल' या विषयावर व्याख्यान दिले. एलएचसीनंतर इलेक्ट्रॉन-पॉझिट्रॉन कोलायडरची रचना भारतात व्हावी म्हणून त्या प्रयत्नशील होत्या. लिनिअर कोलायडरची (यामध्ये कण वर्तुळाकार कक्षेत न फिरता एकाच दिशेने अतिजलदगतीने जातात. या प्रयोगात कणांची टक्कर घडून येण्यासाठी ते प्रचंड संख्येने असावे लागतात.) रचना करणाऱ्या समितीत त्या कार्यरत होत्या. भौतिकशास्त्रज्ञांना मूलकणांच्या पुढील संशोधनासाठी नवीन कोलायडरच्या रचनेची गरज भासू लागली. रोहिणीताई आणि जर्मनीतील बॉन विद्यापीठातील प्रा. मॅन्युअल ड्रीस यांनी गणिताच्या साहाय्याने हे दाखवून दिले की नवीन लिनिअर कोलायडरमध्ये इलेक्ट्रॉन-पॉझिट्रॉन यांच्यातील आंतरप्रक्रियेमधून अतिउच्च ऊर्जेच्या प्रकाशकणांची निर्मिती होऊन त्यांच्या विघटनातून प्रोटॉन व पायॉन या कणांची निर्मिती होईल. या कणांच्या निर्मितीचा वेग अगोदर भाकीत केलेल्या दरापेक्षा जास्त असेल. या कणांच्या निर्मितीमुळे कोलायडरमधील वातावरण दूषित होईल. हे टाळण्यासाठी हे कण निर्माण होऊ न देणे किंवा त्यांच्या निर्मितीचा वेग माहीत असणे आवश्यक आहे. हाच तो 'ड्रीस-गोडबोले परिणाम'.

संशोधनाबरोबरच रोहिणीताईंना अध्यापनाचीही आवड होती. भौतिकशास्त्रातील काही विषयांवर आणि मूलकण शास्त्र विषयावर त्यांनी अनेक ठिकाणी व्याख्याने दिली. त्यांनी दिलेले व्याख्यान ऐकून भारावून गेलेले अनेक विद्यार्थी पुढे त्यांना भेटले. विज्ञानतंत्रज्ञान विभागातर्फे 'मूलकण विज्ञान' या विषयात संशोधन करणाऱ्या विद्यार्थ्यांसाठी

चालवल्या जाणाऱ्या राष्ट्रीय कार्यक्रमाची धुरा त्यांनी सांभाळली. संशोधन क्षेत्रात महिलांचा सहभाग वाढावा म्हणून त्या प्रयत्नशील असत. प्रमाणफ या पदार्थविज्ञानाला वाहिलेल्या पत्रिकेच्या संपादकपदाची धुरा त्यांनी सांभाळली. २००२मध्ये 'इंटरनॅशनल युनिअन ऑफ प्युअर अँड ॲप्लाइड फिजिक्स'ने भरवलेल्या 'विमेन इन फिजिक्स' या आंतरराष्ट्रीय परिषदेत त्या सहभागी झाल्या. व्हिजन २०२० या परिषदेत 'महिलांचे पदार्थविज्ञानातील स्थान' या विषयावर बोलण्यासाठी त्यांना निमंत्रित केले होते. या विषयाच्या अनुषंगाने 'इंडियन नॅशनल सायन्स अकेडमी' आणि 'इंडियन ॲकेडमी ऑफ सायन्सेस' या संस्थांनी प्रत्येकी एका समितीची स्थापना केली. यापैकी एका समितीचे प्रमुख आणि दुसऱ्या समितीच्या सभासद म्हणून त्यांनी काम केले. भारताच्या इतिहासात पहिल्यांदाच सायन्स टेक्नॉलॉजी इनोव्हेशन पॉलिसी २०२० अंतर्गत 'समानता आणि सर्वसमावेशकता' या प्रकरणाचा समावेश करण्यात आला. या संदर्भात रोहिणीताईंनी केलेल्या सूचनांचा समावेश करण्यात आला आहे.

रोहिणीताईंनी केलेल्या कामांची दखल घेऊन त्यांना अनेक पुरस्कारांनी सन्मानित करण्यात आले. त्या पुरस्कारांवर एक स्वतंत्र लेख होईल. त्यापैकी काही महत्त्वाच्या पुरस्कारांची यादी येथे देत आहे. अमेरिकेत 'फर्मी नॅशनल लॅबोरेटरी' येथे भरलेल्या आंतरराष्ट्रीय परिषदेत त्यांना प्लेनरी भाषण (या भाषणासाठी परिषदेचे सर्व जण हजर राहतात.) देण्यासाठी निमंत्रित केले होते. इंटरनॅशनल युनिअन ऑफ प्युअर अँड ॲप्लाइड फिजिक्सच्या संचालक मंडळात त्यांनी भारताचे प्रतिनिधित्व केले. जगभरातील अनेक विद्यापीठ, संशोधन संस्थांमध्ये त्यांना अभ्यागत प्राध्यापक म्हणून निमंत्रित केले होते. 'ॲमस्टरडॅम इन्स्टिट्यूट ऑफ फिजिक्स अँड ॲस्ट्रॉनॉमी' या संस्थेत वान डर वाल्स चेअर प्राध्यापकफ म्हणून त्यांची २०१८ मध्ये नियुक्ती झाली. अनेक आंतरराष्ट्रीय परिषदांमध्ये त्यांनी सहभाग नोंदवला. वर्ल्ड बँक, आफ्रिकन स्ट्रॅटेजी फॉर फंडामेंटल अँड ॲप्लाइड फिजिक्स, हाय एनर्जी फिजिक्स, यूएसए, ऑक्सफर्ड रिसर्च एन्सायक्लोपेडिया ऑफ फिजिक्स या संस्थांच्या सल्लागार मंडळावर त्यांनी काम केले. सायंटिफिक कौन्सिल ऑफ द इंडो-फ्रेंच सेंटर फॉर द प्रमोशन ऑफ ॲडव्हान्सड रिसर्च, कमिशन सी ११ व पार्टिकल्स अँड फिल्ड्स ऑफ इंटरनॅशनल युनिअन ऑफ प्युअर अँड ॲप्लाइड फिजिक्स, असोसिएशन ऑफ ॲकॅडेमिज अँड सोसायटीज ऑफ सायन्सेस इन आशिया या संस्थांच्या सभासदपदी त्यांची नियुक्ती झाली. अनेक परिषदांचे संयोजन त्यांनी केले. इंडियन ॲकडेमी ऑफ सायन्सेसच्या सभासदपदी नियुक्त होणाऱ्या पदार्थविज्ञानशास्त्रातील त्या पहिल्या महिला वैज्ञानिक, तर इंडियन नॅशनल सायन्स ॲकॅडेमीच्या सभासदपदी नियुक्त होणाऱ्या त्याच विषयातील दुसरी महिला वैज्ञानिक. दि ॲकॅडेमी ऑफ सायन्सेस ऑफ डेव्हलपिंग वर्ल्डचे सदस्यत्व त्यांना २०१० मध्ये मिळाले. नॅशनल ॲकॅडेमी ऑफ सायन्सेसचे उपाध्यक्षपद त्यांनी भूषवले. आयआयटी, कानपूर आणि विश्वेश्वरय्या टेक्नॉलॉजिकल युनिव्हर्सिटी, बेळगावने त्यांना मानद डॉक्टर ऑफ सायन्स देऊन गौरवले. एसएनडीटी वुमेन्स युनिव्हर्सिटीने २०१३ व टिळक महाराष्ट्र विद्यापीठाने २०२१मध्ये डी.लिट.ने सन्मानित केले. कर्नाटक सायन्स अँड टेक्नॉलॉजी ॲकॅडेमी इन सायन्स, टेक्नॉलॉजी, इंजिनीअरिंग, ॲग्रिकल्चर, मेडिसिन या संस्थेने त्यांना २०२१मध्ये जीवनगौरव पुरस्कार प्रदान केला. भारत सरकारने त्यांचा पद्मश्री हा नागरी सन्मान देऊन गौरव केला. ही यादी खूपच मोठी आहे. वयाची सत्तरी ओलांडल्यावरही त्यांचा उत्साह कमी झालेला नव्हता. शेवटपर्यंत त्या संशोधन आणि अध्यापनात मग्न राहिल्या. माझ्याशी मूलकण विज्ञान या विषयावर बोलताना त्यांचा उत्साह ओसंडून वाहत होता. मूलकण संशोधनक्षेत्रात त्यांची उणीव नेहमीच भासत राहील. त्यांना विनम्र अभिवादन.

(साप्ताहिक साधना'तील लेख साभार पुनर्मुद्रित)

– डॉ. तेजस्विनी देसाई

tejaswinidesai1970@gmail.com

References

1. Women Scientists in India - Lives, Struggles, chievements' by njana Chattopadhyay, National Book Trust, India.
2. Lilavati's Daughters - The women Scientists in India' Edited by Rohini Godbole, Ram Ramaswamy, The Indian cademy of Sciences, Bangalore, India.
3. Science Reporter, March 2022.
4. https://en.wikipedia.org/wiki/RohinišGodbole
5. Physics Results from the First Electron-Proton Collider HER, . De Roeck Drutachcs Elektrotten-Synchrotron DESY, Hamburg, March 1995.
6. https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/accelerators-colliding-beams-electron-proton.

७. मौज दिवाळी अंक २००७

8. https://indianexpress.com/article/news-archive/print/next-generation-colliders-fixing-inaccuracies/

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

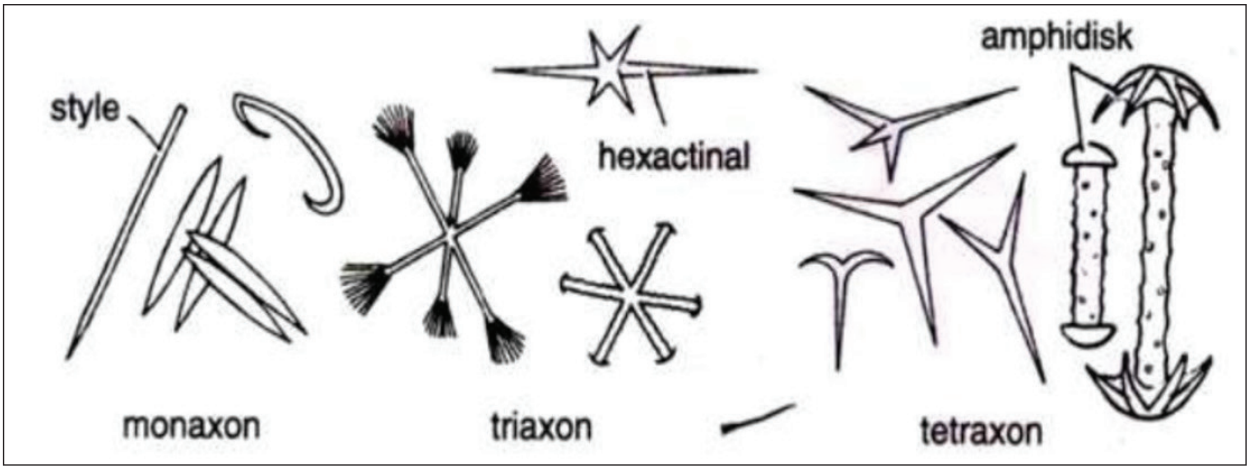
स्पंज आणि त्याचे प्रकार

समुद्रविश्वाच्या या भागात आपण स्पंजविषयीची काही माहिती जाणून घेऊ. शाळेत प्रवेश घेताना अगदी बालवाडीपासूनच ज्यांनी पाटी पुसण्यासाठी स्पंजचा वापर केला आहे त्यांना नक्कीच ठाऊक असेल की स्पंज भिजवून एखाद्या डबीत भरून शाळेत घेऊन जाणे किती महत्त्वाची बाब असे. कारण त्यावेळी पाटीवर पेन्सिलीने लिहिलेला अभ्यास पुसून पुन्हा स्वच्छ पाटी तयार करायची म्हणजे शाळेतली दहा मिनिटांच्या सुट्टीतील एक महत्त्वाचे काम असे! साधारण ५ सेंटिमीटर व्यासाचा हा स्पंजचा गोळा स्वतःमध्ये कितीतरी पाणी सामावून घेत असे. त्याच्या या गुणधर्मामुळेच आपण स्पंजचा वापर ठिकठिकाणी करायला लागलो. तुम्हाला माहितीये का, स्पंज हा समुद्रविश्वातील एक प्राणी आहे! आणि त्यांच्या काही विशिष्ट गुणधर्मांमुळे आपण त्यांना एवढ्या जास्त प्रमाणात वापरले आहे की शेवटी नैसर्गिक स्पंजला पर्याय म्हणून कृत्रिम स्पंजची निर्मिती आपल्याला करावी लागली आहे.

पृथ्वीवर स्पंजचे अस्तित्व साधारण ६० कोटी वर्षांपूर्वीपासूनचे आहे. यांच्या सध्या साडेआठ हजारांहून अधिक जाती समुद्रात, खाडीमध्ये तसेच गोड्या पाण्यातही आढळतात. पोरिफेरा (Porifera) या मुख्य जातीमध्ये ते गणले जातात. अनेक पेशींनी बनले गेल्याने तसेच पेशीभित्तिका नसल्याने यांचा समावेश प्राणी या गटात होतो. मात्र काही काळापूर्वी यांना वनस्पती म्हणून ओळखले जायचे. कारण एकाच जागी यांची वाढ होते व एखाद्या खोडाला फांद्या फुटल्याप्रमाणे यांचे शरीर वाढत जाते. अतिशय साधीसोपी शरीररचना असलेले हे प्राणी फक्त काही पेशींनीच बनलेले आहेत. यांच्यामध्ये उतींची निर्मिती झाली नसल्याने शरीराचे पोषण मिळवण्याचे, श्वसनाचे, चयापचयाचे, पुनरुत्पत्तीचे, टाकाऊ पदार्थांच्या विसर्जनाचे असे सगळे काम या ठरावीक पेशीच करतात. रंगीबेरंगी प्रवाळ बेटांवर अनेक रंगांचे व आकाराचे स्पंज पाहायला मिळतात. यांना आधारासाठी एखादा खडक किंवा प्रवाळबेट लागते. तिथे यांची वाढ चांगली होते. प्रवाळबेटांवर स्पंजचे अस्तित्व फार महत्त्वाचे असते. कारण स्पंज पाण्याला सतत गाळत असतात

मरीन स्पंज

बाथ स्पंज



स्पंज स्पिक्यूल्स

व आजूबाजूचे वातावरण स्वच्छ ठेवतात. ते फिल्टर फीडर असल्याने आपले अन्न मिळवण्याकरता त्यांची पाणी गाळण्याची क्रिया दिवस-रात्र चालू असते. त्यामुळे पोषणद्रव्यांचे वहन होतेच तसेच प्रवाळबेटांवर पाण्याचे तापमान स्थिर राहण्यासदेखील मदत होते.

Choanocytes या वैशिष्ट्यपूर्ण पेशी स्पंजमध्ये असतात त्यांना एक छोटासा फ्लाजेला (flagella – पेशीधागा) असतो. ज्याच्या सततच्या हालचालींनी बाहेरील पाण्याचे वहन स्पंजच्या आतल्या भागापर्यंत होत असते. आत येणारे पाणी स्पंजला अन्न व ऑक्सिजन प्रदान करते. स्पंजचे अन्न म्हणजे बॅक्टेरिया व इतर अन्य सूक्ष्मजीव असतात यात वनस्पती व प्राण्यांचाही समावेश होतो. यांच्या शरीरावर लहान किंवा मोठे काटे असतात हे अगदी लहान सुयांप्रमाणे स्पंजच्या बाह्य आवरणावर दिसून येतात. बऱ्याचदा हे कॅल्शियम कार्बोनेटच्या स्फटिकांनी तयार झालेले असतात म्हणूनच स्पंजचा स्पर्श आपल्याला खरखरीत असलेला जाणवतो.

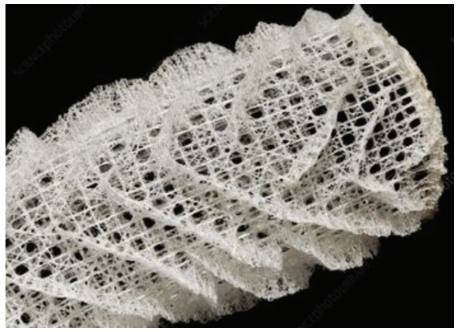
स्पंजमध्ये कॅनाल सिस्टीम म्हणजेच संपूर्ण शरीरात पाण्याचे योग्य वाहन व्हावे म्हणून तयार झालेली एक नलिकाप्रणाली असते. त्याच्या शरीरावरील अनेक लहान लहान छिद्रातून (ostia) सतत पाणी आत घेतले जाते व मध्यभागी असलेल्या मोठ्या पोकळीतून (osculum) बाहेरील बाजूस टाकले जाते. यांच्यामध्ये चेतापेशी मात्र आढळत नाहीत. त्यामुळे संपूर्ण शरीराच्या वेगवेगळ्या भागात समन्वय नसतो. परंतु स्पंजना पाण्याबाहेर काढले तर त्यांचे संपूर्ण शरीर संकुचित होते.

Euplectella किंवा Glass sponge (काचेचा स्पंज) हा Venus's flower basket या नावाने प्रसिद्ध आहे. ह्या स्पंजचे वाळलेले शरीर हे सफेद रंगाचे आणि अगदी कलाकुसर केलेल्या एखाद्या परडीप्रमाणे नक्षीदार दिसते. हे स्पंज अगदी थंड व खोल पाण्यात वाढतात. साधारण १५ ते ३० सेंटिमीटरपर्यंत यांची वाढ होते. यांच्या शरीरात कॅल्शियम कार्बोनेटच्या सुया नसून siliceous म्हणजेच काचेने तयार झालेल्या सुया असतात. स्पोंजिन या प्रथिनाने या सुया एकमेकांना जोडल्या जातात. कितीही सुंदर दिसत असला तरी काचेच्या सुयांनी विणला गेलेला हा स्पंज हाताळायला फारच कठीण असतो.

काही स्पंज स्वतःमध्ये प्रकाश संश्लेषण करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांना आसरा देतात (cyanobacteria, dinoflagellates etc) जे बदल्यात स्पंजना पोषणद्रव्ये प्रदान करतात. स्वतःच्या बचावाकरता व जागा मिळवण्याच्या चढाओढीत आपले अस्तित्व टिकवण्याकरता स्पंज वेगवेगळ्या प्रकारची रसायने तयार करतात. यांना बायो ॲक्टिव्ह कंपाऊंड (bioactive compound) असे म्हणतात. समुद्री जीवांपासून आपल्याला अनेक औषधे प्राप्त होत असतात त्यात spongothymidine हे स्पंजपासून तयार होणारे एक औषध आहे ज्याच्यापासून पुढे vidarabine व cytarabine सारखी Antiviral औषधे तयार केली जातात. मरीन स्पंजपासून जी बायो ॲक्टिव्ह कंपाऊंड मिळतात त्यातले काही anti-inflammatory, anti-tumor, immuno-suppressive, antiviral, antibiotic व antifouling असे गुणधर्म असलेली औषधे आहेत.

Nucleoside analogue म्हणजे ॲंटिव्हायरल औषधांचा असा एक समूह आहे ज्यांचा वापर HIV, HBV, HCV, Herpes simplex virus यांसारख्या विषाणूजन्य आजारांवर प्रभावीपणे केला जातो. ही औषधे विषाणूंनी ग्रासित झालेल्या

खोल पाण्यातील स्पंज



काचेच्या स्पंज वरील नक्षीकाम.

पेशींच्या DNA रिप्लिकेशनला थांबवतात व पेशींची वाढ होत नाही. म्हणजे आपोआपच शरीरात विषाणूंची वाढ होत नाही. अलीकडच्या कोव्हिड-१९ या विषाणूंच्या उपद्रवामुळे झालेल्या साथीच्या आजारात Remdesivir हे अँटिव्हायरस औषध वापरले गेले ज्याचा मुख्य स्रोत हा मरीन स्पंज होता. २०१६ मध्ये Anjum व त्याच्या साथीदारांनी या समुद्री स्पंजपासून मिळणाऱ्या Nucleoside analogueच्या अनोख्या रासायनिक गुणधर्मांचा अभ्यास केला, ज्याद्वारे त्याच्या अँटिव्हायरल असण्याचे शिक्कामोर्तब झाले. पुढे Chien व त्याच्या सहकाऱ्यांनी २०२०मध्ये Cryptotethya व Spongothymidine हे पदार्थ स्पंजच्या शरीरातून वेगळे करून त्याचे सर्व गुणधर्म अभ्यासले व त्यांच्या अँटिव्हायरल असण्याच्या गुणधर्मांची पुष्टी झाली आणि औषधविज्ञानशास्त्रात नैसर्गिक स्रोतांपासून तयार झालेल्या औषधांमध्ये काही नवीन औषधांची भर पडली, अर्थात मूळ रसायनात काही स्ट्रक्चरल (जडणघडणीचे) बदल केले गेले जेणेकरून औषधांची क्षमता कित्येक पटीने वाढली जाईल. स्पंजपासून साधारणत: ५३००पेक्षा जास्त नैसर्गिक औषधे तयार केली जातात आणि दरवर्षी यात भरच पडत जाते. हे स्पंज म्हणजे संशोधकांसाठी तर औषधांची खाणच आहेत.

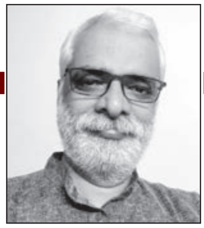
बऱ्याच वेळा स्पंज स्वतःमध्ये ज्या प्राण्यांना निवारा देतात त्यात काही सूक्ष्मजीवही असतात. त्यांच्यापासून जे enzymes मिळतात. त्यांचा वापर दुधापासून चीज तयार करण्याकरताही केला जातो.

इजिप्तमधील लोकांनी काही स्पंजच्या प्रजातींचा वापर अंघोळीकरता करायला सुरुवात केली. त्यामुळे यांना बाथ स्पंज असेही एक नाव पडले आहे. या व्यतिरिक्त शोभेकरता, बागकामात रंगकामात आणि असंख्य वेगवेगळ्या क्षेत्रांत स्पंजचा वापर केला जातो.

प्रवाळ बेटांवर बरेचदा पर्यटनासाठी स्कुबा डायव्हिंगची सोय असते. प्रवाळबेटे जवळून पाहण्याकरता पर्यटक पाण्यात उतरतात त्यावेळी प्रवाळांसोबत स्पंजचे विविध रंगांचे व आकारांचे प्रकार पाहायला मिळतात. स्पंजना मिळवण्याकरिता काही डायव्हर किनाऱ्यालगत व कधीकधी खोल पाण्यातही पोहोचतात. स्पंजना तोडून, जमा करून व स्वच्छ करून नंतर विकले जाते. तुटले गेलेले स्पंज आपल्या शरीराचा तुटलेला भाग पुन्हा तयार करू शकतात.

Euplectella या स्पंजच्या जाळीदार नलिकेमध्ये shrimpची एक लहान आकाराची प्रजाती सहजीवनात राहते. एकदा का या स्पंज चे घर त्या shrimpच्या जोडीला मिळाले की त्यांचे वास्तव्य कायमचेच त्या नक्षीदार शीशमहालात होते. यामुळेच पॅसिफिक कल्चरमध्ये या स्पंजना लग्नकार्यात भेट म्हणून आहेर केला जातो. कारण सहजीवनाचे एक उत्तम प्रतीक म्हणून या स्पंजना तिथे ओळखले जाते. याचे spicules किंवा सुया या काचेने बनले गेल्याने त्या अलीकडच्या tele-communicationच्या ऑप्टिक फायबरप्रमाणे प्रकाशाचे वहन करताना दिसतात. मात्र फायबर ऑप्टिक्ससारखे हे नाजूक नसून त्यापेक्षा फारच मजबूत बनावटीचे असतात. समुद्रतळाशी असलेल्या गढूळ पाण्यातही सफेद रंगाचे चमकणारे हे स्पंज सहज ओळखून येतात. अनेक स्पिक्युल्सच्या सांगाड्याने बनले गेलेले हे स्पंज नाजूक काचेचे असले तरी फारच मजबूत व लवचीक असतात. आजच्या नवीन युगातले इंजिनियर स्पंजच्या शरीराचा अभ्यास करून मॉडर्न बिल्डिंग इन्फ्रास्ट्रक्चर कसे निर्माण करता येईल याची संकल्पना मांडत आहेत, यालाच Bio-inspired इंजीनियरिंग असे म्हणतात. लहान खेकडे, स्टार फिश, shrimps आणि अशा कित्येक लहान प्राण्यांना निवारा देणारे हे स्पंज सागरी जीवनाकरता अत्यंत महत्त्वाची भूमिका बजावतात.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com



डॉ. जयंत वसंत जोशी

धोबीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

धोबी किंवा परीट हे शब्द अशा व्यक्तींसाठी वापरले जातात जी व्यक्ती व्यवसायिकरित्या कपडे धुऊन आणि इस्त्री करून देण्याचे काम करते. हा पारंपरिक व्यवसाय आहे. तो साधारणपणे कुटुंबातील सर्व जण एकत्र येऊन करत. धोबी कामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान समजून घेणे म्हणजे कपडे धुणे, इस्त्री करणे आणि त्यावर प्रक्रिया करण्याच्या वेगवेगळ्या वैज्ञानिक आणि तांत्रिक तत्त्वांची माहिती करून घेणे. धोबीकामात वापरले जाणारे विविध पदार्थ, प्रक्रियेची कार्यप्रणाली आणि त्यांचे प्रभावीपणे काम करणे हे सर्व विज्ञान-तंत्रज्ञानाच्या दृष्टिकोनातून पाहता येते.

कपडे धुणे

धोबीकामात कपड्यांना स्वच्छ करण्याची प्रक्रिया ही रासायनिक आणि भौतिक शास्त्रीय प्रक्रियेचा संगम आहे. निर्मालक (साबण) किंवा डिटर्जंट हे धुलीकण, मळ, डाग, तेल यांसारख्या पदार्थांना कपड्यांवरून काढून टाकतात. साबण एक प्रकारचे स्वच्छता साधन आहे, जे घाण, तेल, आणि अन्य अशुद्धी काढून टाकण्यासाठी

नदीकाठचा धोबीघाट

वापरले जाते. साबण आणि डिटर्जंट हे सर्फेक्टंट नावाच्या रेणूंपासून बनवलेले असतात. सर्फेक्टंट तेल आणि पाणी एकत्र करू शकतात. यामुळे तेलाची द्रव्य आणि पाण्याची द्रव्य वेगवेगळ्या भागांमध्ये विरघळतात. सर्फेक्टंट पाण्याच्या पृष्ठभागी ताण कमी करून तेल आणि पाणी एकत्र करतात, ज्यामुळे ते कपड्यावरील दूषित पदार्थ प्रभावीपणे काढू शकतात. साबणाची कार्यप्रणाली त्याच्या रासायनिक संरचनेवर आधारित असते. साबणाच्या लांब साखळी असलेल्या रेणूत तेलविरोधक (हायड्रोफोबिक) भाग आणि जलस्नेही (हायड्रोफिलिक) भाग असे दोन परस्परविरोधी गुणधर्म असलेले भाग असतात. तेलविरोधक भाग पाण्यात विरघळत नाही परंतु तेल आणि स्निग्ध पदार्थांशी जोडला जातो, तर जलस्नेही भाग पाण्यात सहज मिसळतो. साबण आणि पाणी घाण किंवा तेल असलेल्या पृष्ठभागावर वापरले जातात, तेव्हा साबणाचा तेलविरोधक भाग घाणीतल्या तेलाशी जोडतो आणि जलस्नेही (पाण्याशी मैत्रीपूर्ण) भाग पाण्याशी. पाण्यात टाकल्यानंतर, एकाच रेणूत दोन परस्पर विरूद्ध गुणधर्म असलेल्या साबणाच्या रेणूंच्या, या दोन्ही भागांच्या क्रियेने सर्फेक्टंटचे अनेक रेणू एकत्र येऊन एक प्रकारचा संरचना तयार होते, ज्याला मायसेल म्हणतात. अनेक मायसेलच्या मदतीने साबण घाण, मळ, तेलाच्या कणांना वेढून घेतो, ज्यामुळे तेलाचे लहान बुडबुडे तयार होतात आणि ते पाण्यात विरघळून निघून जातात. या प्रक्रियेमुळे घाण, धूळ, आणि तेल पाण्यात मिसळली जाते आणि साबणाच्या फेसासह दूर होऊ शकते. पाण्याने धुतल्यावर, मायसेल घाणीसह सहज वाहून जातात, ज्यामुळे पृष्ठभाग स्वच्छ आणि घाणमुक्त होतो. साबण हा केवळ बाहेरील

घाणच नाही तर सूक्ष्मजंतूंना दूर करण्यासाठीही उपयुक्त असतो. त्याच्या पृष्ठभाग-क्रियाशील गुणधर्मामुळे तो सर्व प्रकारच्या स्वच्छतेसाठी, जसे की हात, कपडे आणि भांडी धुण्यासाठीही वापरला जातो. काही डिटर्जंटमध्ये जैवउत्प्रेरक (एंझाइम्स) असतात, जे विशिष्ट द्रव्यांचे (प्रोटीन, कर्बोदक आणि तेल) अंतर्गत बंध तोडून त्यांना अधिक प्रभावीपणे काढू शकतात. कपडे धुण्यासाठी वापरण्याचे पाणी गरम किंवा थंड असू शकते, परंतु पाण्याचे तापमान जास्त असताना साबण, डिटर्जंट अधिक प्रभावीपणे कार्य करतो, कारण गरम पाणी रेणूंतील किंवा रासायनिक बंध अधिक चांगले तोडू शकते. पाण्यात धुण्याची क्रिया घर्षण किंवा यांत्रिक ऊर्जा वापरून कपड्यांमधून धूळ आणि मळ काढते. साबणांचा सामू (pH) स्तरदेखील महत्त्वाचा आहे. सामू आवश्यक त्या योग्य मर्यादेत असेल, तर ते कपड्यांवरून काढलेली घाण किंवा इतर पदार्थ जास्त प्रभावीपणे काढू शकतात.

इस्त्री करणे

ही एक भौतिक प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये तापमानाचा प्रभाव वापरून कपड्यांच्या सुरकुत्या, घड्या काढल्या जातात. इस्त्री करताना तिचा सपाट पृष्ठभाग गरम केला जातो आणि तो कपड्यांवर फिरवला जातो. कपड्यांच्या तंतूंवर घर्षण आणि तापमानाचा प्रभाव पडतो, ज्यामुळे तंतू पुन्हा गुळगुळीत होतात आणि त्यातील सुरकुत्या व घड्या निघून जातात. आधुनिक इस्त्र्यांमध्ये वाफ सोडण्याची यंत्रणाही असते. वाफ कापसाच्या तंतूंना सैल करते, त्यामुळे सुरकुत्या, घड्या काढणे अधिक सोपे होते. वाफेमुळे कापडातील पाणी आणि तेल सहजतेने बाहेर पडतात, ज्यामुळे कपडा अधिक प्रभावीपणे गुळगुळीत होते. वाफेचा वापर कपड्यांच्या तंतूच्या बांधणीवर परिणाम करतो. वाफ कपड्यांमध्ये प्रवेश करते आणि पाणी वाफ रूपात बदलून तंतू सैल करते. यामुळे सुरकुत्या व घड्या सहजपणे निघतात. वाफेचा परिणाम तिच्या तापमानावर आणि दबावावर अवलंबून असतो. वाफ अधिक दबावाने सोडली गेली, तर ती अधिक प्रभावीपणे कपड्यांवरील सुरकुत्या व घड्या काढू शकते. कपडे विविध प्रकारच्या तंतूपासून बनवले जातात. प्रत्येक प्रकारच्या तंतूच्या रचनांचे गुणधर्म वेगळे असतात. नैसर्गिक तंतू; जसे की कापूस, रेशीम, लिनन आणि कृत्रिम तंतू; जसे की नायलॉन, पॉलिस्टर हे दोन्ही तंतू वेगवेगळ्या भौतिक गुणधर्मांसह काम करतात. कापसाच्या तंतूला घर्षणामुळे गरम करणे किंवा वाफेच्या दबावामुळे सैल करणे सोपे होते. इतर तंतू जास्त प्रतिकारशील असतात. धोबीकामात पाण्याचे रूपांतरण (अर्थात, हवेतील वाफ किंवा थंड पाणी) आणि रासायनिक द्रव्यांचा वापर महत्त्वाचा असतो. कपडे धुण्याची भुकटी (वॉशिंग पावडर) किंवा द्रवरूप निर्मालक (लिक्विड डिटर्जंट) हे पाण्यात विरघळून, दूषित पदार्थांशी रासायनिक प्रक्रिया करतात. कपड्यांवरील रंगाचे डाग काढण्यासाठी रासायनिक प्रक्रियांचे विज्ञान महत्त्वाचे आहे. तसेच, विविध तंतूंपासून बनवलेल्या कपड्यांवर रंगाची देखभाल योग्य रसायनांचा वापर करून केली जाते. काही रंगीत कपडे स्वतंत्र वेगळ्या पद्धतीने धुतले जातात, जेणेकरून त्यांचे रंग अधिक काळ टिकून राहतील आणि कपड्यांचा आकार आणि पोत कायम राहील.

ग्राहकांकडून कपडे गोळा करणे

धोबी आपल्या ग्राहकांच्या घरातून कपडे गोळा करतात. काही ठिकाणी ठरावीक दिवशीच कपडे गोळा करण्याची पद्धत असते. परीट खूण म्हणजे विशिष्ट ग्राहकाचे कपडे ओळखण्यासाठी त्यावर केलेली विशिष्ट खूण, ज्यामुळे कपडे धुण्यासाठी दिलेल्या वेळी कोणाचे कपडे कोणते आहेत हे धोब्याला ओळखता येते. या खुणा विविध प्रकारच्या असतात आणि त्या वेगवेगळ्या पद्धतींनी केल्या जातात, जसे की रंगीत धागा : धोबी कपड्याच्या कोपऱ्यात विशिष्ट ठिकाणी विशेष रंगाचा धागा शिवतो. प्रत्येक ग्राहकासाठी वेगळा रंग वापरला जातो, ज्यामुळे कपडे ओळखणे सोपे होते. काही वेळा धोबी कपड्याच्या आतील बाजूस विशेष चिन्ह, अंक, किंवा ग्राहकाचे नाव किंवा आद्याक्षरे लिहून ठेवतो. हे सहसा खडू किंवा कधी-कधी कायमस्वरूपी शाईच्या पेनने केले जाते. ही शाई कपड्यावर टिकणारी आणि धुतल्यावर निघून न जाणारी असावी लागते. खुणा करण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या शाईचे प्रकार हे साधारणतः पुढीलप्रमाणे असतात. काळी किंवा निळी टिकाऊ शाई. ही विशेष प्रकारची शाई असते जी कपड्यांवर टिकून राहते. त्यामुळे कपड्यांवर नाव, क्रमांक किंवा इतर ओळखचिन्हे लिहिता येतात आणि ती धुतल्यावर सहज निघून जात नाहीत. कापडावर खूण करण्याचे पेन हे विशेष प्रकारचे असते. ते

धोबी कपड्यांवर ओळखखुणा करण्यासाठी वापरतात. हे पेन साधारणतः निळ्या, काळ्या किंवा लाल रंगात असतात आणि त्यातील शाई टिकाऊ असते. काही धोबी तात्पुरत्या खुणा करण्यासाठी रंगीत खडू वापरतात. या खुणा धुतल्यावर निघून जातात, त्यामुळे हे तात्पुरत्या खुणांसाठी वापरले जाते. काही धोबी कापडी किंवा कागदी चिठ्ठी (टॅग) वापरतात, ज्यावर क्रमांक, नाव किंवा अन्य ओळख चिन्ह लिहून ते कपड्यांना टाचले जातात. या खुणा धोब्याला काम सोपे करण्यासाठी उपयुक्त ठरतात. यात वर्गीकरण व वितरणशास्त्र आहे.

कपडे धुण्यासाठी धोबी नदीकाठी घाटावर, विहिरीजवळ किंवा धुण्याच्या जागेवर जातो. तो कपड्यांना साबण लावतो आणि कठड्यावर आपटून किंवा ठोकून स्वच्छ करतो. पिळून त्यातील पाणी काढतो. पिळलेले कपडे धोबी मोठ्या जागेत उन्हात वाळत घालतो. ही क्रिया मुख्यतः पाण्याचे बाष्पीभवन, परिसराचे तापमान, उन्हाची तीव्रता, बाष्पीभवनाचा दर या बाबींवर आधारित असते. साधारणपणे या कपड्यांना पुरेसा वेळ देऊन त्यांना संपूर्ण वाळवले जाते. शहरी भागात जागेच्या व मनुष्यबळाच्या मर्यादेमुळे कपडे धुणे व वाळवण्याची कामे यंत्राच्या साहाय्याने केली जातात. धुतलेले कपडे सुकवण्याच्या यंत्रात अपकेंद्री बलाचा कल्पकतेने वापर केला जातो. कपडे पूर्णपणे वाळल्यावर त्यांना घडी घालून आवश्यकतेनुसार इस्त्री केली जाते. हे सर्व झाल्यावर धोबी कपडे ग्राहकांना पुन्हा परत करतो.

कपड्यांना इस्त्री करण्याचे मुख्य कारण म्हणजे त्यांना चांगले, स्वच्छ, नीटनेटके आणि आकर्षक बनवणे. तसेच, इस्त्री केल्यामुळे कपड्यांची स्वच्छता आणि त्यांचा दुरुस्ताही होतो. कपड्यांना इस्त्री करण्याचे काही प्रमुख फायदे पुढीलप्रमाणे आहेत–

कपडे धुतल्यानंतर त्यावर जास्त वेळ पाणी राहिल्यामुळे ते सुरकुतले किंवा ताणले जातात. इस्त्री केल्याने कपड्यांचा आकार परत सामान्य होतो. घडी घालून कपड्यांना त्यांचा गुळगुळीत आकार परत मिळतो. कपडे अधिक व्यवस्थित आणि आकर्षक दिसतात. इस्त्री करताना कपड्यांचे होणारे उच्च तापमान काही जिवाणू (बॅक्टेरिया) आणि सूक्ष्मजंतूंना नष्ट करण्यास मदत करतो. तसेच, कपड्यांमध्ये काही दर्प, वास असल्यास तो देखील कमी/नाहीसा होतो. काही कपड्यांचे तंतू इस्त्री करताना सपाट होतात, ज्यामुळे कपड्यांचा टिकाऊपणा वाढतो. तसेच कपडे अधिक काळ टिकतात. कपडे व्यवस्थित दिसतात. कपडे चांगले आणि शरीरावर आरामदायकपणे बसतात.

इस्त्री करण्यापूर्वी कपड्यांवर पाणी मारण्याचे कारण म्हणजे पाणी मारल्याने वाफ तयार होऊन इस्त्रीच्या प्रक्रियेची कार्यक्षमता वाढवते. कपड्यांवरील सुरकुत्या आणि घड्या अधिक सोप्या आणि जलद काढता येतात, तसेच कपड्यांना गुळगुळीत बनवण्यासाठी हे महत्त्वाचे ठरते.

कोळशावर चालणारी पारंपरिक इस्त्री

पारंपरिक पद्धतीने इस्त्री करताना, इस्त्रीचा सपाट पृष्ठभाग गरम केला जातो. काही वेळा पृष्ठभाग अधिक गरम होतो, तो त्यावर पाणी शिंपडून, त्याचा ताव (गरमपणा) तपासला जातो. इस्त्रीचा सपाट पृष्ठभाग गरम झाल्यानंतर, त्याला कपड्यांवर घासले जाते. इस्त्री एकसारखी कपड्यांच्या पृष्ठभागावर हलवली जाते, ज्यामुळे कपडे सपाट आणि गुळगुळीत होतात. पाणी शिंपडून किंवा वाफ घेतल्यामुळे कपड्यांवर मऊपणा येतो आणि ते जास्त आरामदायक बनतात. वाफ आणि ओलसरपणा कपड्यांच्या रंगाला अधिक ताजेतवाने आणि गुळगुळीत करतात. यामुळे कपड्यांचा देखावा सुधारतो. काही नाजूक कपडांसाठी, जसे रेशीम, लोकर किंवा सूत, पाणी मारल्याने ते अधिक मऊ आणि आरामदायक बनतात, ज्यामुळे इस्त्री करताना त्यावर दबाव जास्त पडतो आणि ते कमी वेळात गुळगुळीत होतात. काही कपडे (जसे रेशीम किंवा साड्या) इतर कपड्यांपेक्षा अधिक नाजूक असतात आणि त्यासाठी ठरावीक तापमानापेक्षा अधिक गरम पृष्ठभागाचा वापर जास्त करणे टाळावे लागते. अशा कपड्यांना कमी तापमानावर इस्त्री केली जाते आणि विशेष काळजी घेतली जाते. इस्त्री करताना सावधगिरी बाळगावी लागते, कारण इस्त्रीचा सपाट पृष्ठभाग अतिशय गरम असतो आणि त्यामुळे कपड्यांचा रंग बदलू शकतो किंवा ते जळू शकतात.

कोळशाची इस्त्री हा इस्त्रीचा एक पारंपरिक प्रकार आहे, या इस्त्रीचा उपयोग पूर्वी करत. यामध्ये, इस्त्री गरम करण्यासाठी पेटलेल्या कोळशांच्या आगीची उष्णता वापरली जात असे. जी कपड्यांना गुळगुळीत करण्यासाठी वापरली जात असे. कोळशाची इस्त्री दोन मुख्य भागांमध्ये

विभागलेली असते. एक, इस्त्रीचा सपाट पृष्ठभाग आणि दोन, डब्यासारखा भाग व त्याचे झाकण, झाकणाला पकडण्यासाठी एक लाकडी मूठ असते. कारण लाकूड उष्णतेचे दुर्वाहक आहे. डब्यासारखा भाग कोळशाच्या तुकड्यांसाठी असतो. या भागात पेटलेल्या कोळशांचे तुकडे ठेवलेले असतात, या पेटलेल्या कोळशांमुळे इस्त्री गरम होते. या डब्यासारख्या भागास वरच्या बाजूस काही छिद्रे असतात. जेणेकरून कोळशांच्या ज्वलनासाठी लागणारा प्राणवायू, हवेमार्फत कोळशांना मिळतो. तसेच या छिद्रांतून धुर बाहेर पडतो. पारंपरिक कोळशाच्या इस्त्रीत तापमान अचूकपणे नियंत्रित करणे थोडे कठीण असते. तापमान मुख्यतः कोळशाच्या ज्वालांच्या आणि सपाट पृष्ठभाग किती वेळ गरम होता यावर अवलंबून असते. तापमान नियंत्रित करण्यासाठी कोळशाच्या तुकड्यांची संख्या किंवा आकार कमी-जास्त करतात. जास्त कोळशामुळे अधिक उष्णता मिळते आणि कमी कोळशामुळे तापमान कमी होते. कोळशाची इस्त्री वापरताना, त्यात होणारा धूर कपड्यांवर येऊ शकतो आणि तो कपड्यांचा रंग खराब करू शकतो. हे मुख्यतः वापरण्यात येणाऱ्या कोळशाच्या प्रकारावर अवलंबून असे. कोळशाच्या इस्त्रीत उष्णता एकसारखी राखण्यासाठी, काही वेळा कोळशाच्या तुकड्यांना हलवून किंवा बदलून तापमान सुसंगत राखले जाते.

विजेवर चालणारी इस्त्री

आजकाल, इलेक्ट्रिक इस्त्री आणि स्टीम इस्त्री अधिक वापरल्या जातात, तरीही पारंपरिक पद्धत अजूनही काही ठिकाणी वापरली जाते. विजेवर चालणारी इस्त्री पारंपरिक इस्त्रीपेक्षा अधिक सोयीस्कर आणि कार्यक्षम असते. ही विजेवर चालते आणि त्वरित गरम होते, तसेच तिचे तापमान नियंत्रित करता येते. त्यामुळे कपड्यांना झपाट्याने आणि आरामदायकपणे इस्त्री करता येते.

विजेच्या इस्त्रीतील उच्च विद्युत रोधक तारेची गुंडाळी हा उष्णता निर्माण करणारा मुख्य घटक. त्याचे प्रमुख वैशिष्ट्ये म्हणजे उच्च तापमान सहन करण्याची क्षमता, ऊर्जा कार्यक्षमता, लवचीकता, स्थिरता, सुरक्षा वैशिष्ट्ये आणि तापमानाची त्वरित वाढ. या गुंडाळीच्या चांगल्या वापरामुळे इस्त्री अधिक प्रभावी आणि दीर्घकाळ टिकाऊ होऊ शकते. विजेच्या इस्त्रीतील तारेची गुंडाळी, ओहमच्या नियमानुसार काम करते. ओहमचा नियम विद्युतप्रवाहाच्या मूलभूत तत्त्व सांगणारा सिद्धांत आहे, त्याचा वापर इस्त्रीतील तारेच्या गुंढाळीमध्ये तापमान निर्माण करणे व तापमान नियंत्रण करण्यासाठी केला जातो. विजेच्या इस्त्रीतील तारेची गुंडाळी मुख्यतः तांबे, निकेल क्रोमियम मिश्रधातूंसारख्या धातूंचा वापर करून बनवले जातात. हे धातू विद्युतप्रवाहास विरोध करतात. ओहमच्या नियमानुसार जास्त विद्युतविरोध असलेल्या तारेच्या गुंडाळीमधून विद्युतप्रवाह जात असताना अधिक उष्णता निर्माण करतो. त्याचा परिणाम इस्त्रीमध्ये गरम होण्यात होतो. कमी विद्युतरोध असलेल्या तारेच्या गुंडाळीमध्ये प्रवाह जास्त जातो आणि उष्णतेची निर्मिती कमी होते. तर, जास्त विद्युतरोध असलेल्या कॉईलमध्ये प्रवाह कमी होतो, पण उष्णतेची निर्मिती अधिक होते, ज्यामुळे इस्त्री अधिक गरम होते. ओहमच्या नियमाचा वापर करून इस्त्रीचे तापमान नियंत्रित केले जाते.

सुरक्षा आणि संरक्षण

ओहमचा नियम आणि तापमाननिर्मिती या संबंधाने, तारेच्या गुंडाळीमध्ये अत्यधिक प्रवाह किंवा अत्यधिक उष्णता निर्माण होणे रोखण्यासाठी सुरक्षा वितळ-तार आणि स्वयं-बंद प्रणाली वापरली जाते. इस्त्रीचे तापमान अत्यधिक वाढले, तर ओहमच्या नियमामुळे अधिक उष्णता निर्माण होईल, स्वयं-बंद प्रणाली वीजप्रवाह बंद करून तारेच्या गुंडाळीला सुरक्षित करते.

तसेच इस्त्रीमध्ये असलेल्या तापमान नियंत्रकाच्या मदतीने तापमान नियंत्रित केले जाते. हे नियंत्रक इस्त्रीचे तापमान वाढण्यापासून रोखतात, जेणेकरून कपड्यांचे नुकसान होणार नाही.

आधुनिक इस्त्र्यांमध्ये वाफ निर्माण करणारी एक यंत्रणा असते. इस्त्रीच्या पृष्ठभागाला तळाशी छोटे छोटे छिद्र असतात, ज्याद्वारे वाफ बाहेर पडते. इस्त्रीमध्ये पाणी भरून, गरम पृष्ठभागामुळे ती वाफ होऊन बाहेर पडते. वाफ कपड्यांवरील घड्या आणि सुरकुत्या काढण्यास मदत करते. काही इस्त्र्यांमध्ये वाफ नियंत्रक असतो. यामध्ये, वापरकर्ता वाफेची मात्राही नियंत्रित करू शकतो.

आधुनिक इस्त्र्यांमध्ये स्वयंचलित प्रणाली असते. इस्त्री काही वेळा एकाच ठिकाणी ठेवली गेली किंवा वापरली गेली नाही, तर ती स्वयंचलितपणे बंद होऊ शकते, ज्यामुळे सुरक्षेची हमी मिळते व अपघात टाळता येतात.

विजेवर चालणाऱ्या इस्त्रीची जोडतार

विजेवर चालणाऱ्या इस्त्रीला विद्युतपुरवठा करणारी जोडतार अत्यंत महत्त्वाची असते कारण ही जोडतार सुरक्षा, कार्यक्षमता आणि आरामदायक वापर सुनिश्चित करते. विजेवर चालणाऱ्या इस्त्रीची विद्युतपुरवठा करणारी जोडतार आवश्यक

त्या योग्य गुणधर्मांची आणि गुणवत्तेची असणे आवश्यक आहे, कारण उच्च तापमान आणि सतत वीजप्रवाहामुळे जोडतारेला अनेक आव्हाने असतात.

इस्त्री करताना जोडतारेला उच्च तापमानाचा सामना करावा लागतो. उच्च तापमान सहन करण्याची क्षमता असलेले आवरण वापरले जाते, जे जोडतारेला गरम होण्यापासून बचाव करते. साधारणपणे विजेवर चालणाऱ्या इस्त्रीची जोडतार १००-२२० डिग्री सेल्सिअस पर्यंतचे तापमान सहन करणे आवश्यक असते.

जोडतारेला चांगले अवरण असणे आवश्यक आहे, जेणेकरून वीजप्रवाहसुरक्षा राखता येईल आणि विजेचा धक्का टाळता येईल. आवरण पदार्थ सामान्यतः पॉलीविनाइल क्लोराईड (PVC) किंवा सिलिकॉन असते. हे पदार्थ तापमान, घर्षण आणि रासायनिक प्रभावांपासून जोडतारेला संरक्षण देतात.

विजेवर चालणाऱ्या इस्त्रीची जोडतार लवचीक बनवण्यासाठी त्यामध्ये सोपे वळण घेता येईल अशी रचना असते. यामुळे इस्त्री करताना जोडतार सहजपणे वळवता आणि हलवता येते. लवचीक जोडतार म्हणजे इस्त्रीला सहजतेने विविध अंगांनी हलवता येते, जेणेकरून वापरकर्त्याला सोयीचे होते. इस्त्रीच्या जोडतारेची लांबी आदर्श लांबी राखली जाते, ज्यामुळे इस्त्रीला एक मोठ्या क्षेत्रात पसरवता येते. सामान्यतः जोडतारेची लांबी १.५ ते २.५ मीटर असते. यामुळे वापरकर्त्याला अधिक सुलभतेने इस्त्री फिरवता येते. काही आधुनिक इस्त्र्यांमध्ये आढी-रोधक यंत्रणा (अँटी-ट्विस्ट फीचर) असते, ज्यामुळे जोडतार वळण्याची आणि तिच्यात ताण येण्याची शक्यता कमी होते, जोडतार वळण घेत नाही. जोडतारेने वळण घेतल्यास, इस्त्रीच्या वापरात अडचणी निर्माण होऊ शकतात.

विजेवर चालणाऱ्या इस्त्रीच्या जोडतारेला अधिक मजबूत आणि दीर्घकाळ टिकाऊ बनवण्यासाठी, त्यात पांढऱ्या रबराचा किंवा विद्युत रोधक असतो. या संरचनेमुळे जोडतार दीर्घकाळ चांगले कार्य करते आणि ती ताण, तापमान आणि वापराच्या इतर परिस्थितींमध्ये टिकते.

तापमान नियंत्रक (थर्मोस्टॅट)

इस्त्रीचे तापमान नियंत्रित करण्यासाठी काही प्रकारांमध्ये थर्मोस्टॅट नावाचे साधन वापरले जाते. थर्मोस्टॅट इस्त्रीमध्ये असलेले तापमान मोजतो आणि ते नियंत्रित करतो. यामुळे इस्त्रीचे तापमान नियंत्रित होऊन, कपड्यांना आवश्यक ती चांगली आणि सुरक्षित इस्त्री केली जाते. थर्मोस्टॅट इस्त्रीमध्ये एका संवेदकाच्या रूपात कार्य करतो, जो इस्त्रीच्या तापमानावर सतत लक्ष ठेवतो. थर्मोस्टॅट इस्त्रीच्या तापमानाची पातळी निश्चित करतो. इस्त्रीचे तापमान निश्चित केलेल्या पातळीला पोहोचते, तेव्हा थर्मोस्टॅट वीजप्रवाह थांबवतो किंवा कमी करतो, ज्यामुळे इस्त्री अधिक गरम होत नाही. स्वयंचलितपणे इस्त्रीच्या तापमानाचा समतोल राखतो. तापमान कमी झाल्यावर, वीज पुन्हा प्रवाहित करतो आणि इस्त्री परत गरम होतो. यामुळे तापमान अधिक वाढण्यापासून थांबवले जाते. इस्त्रीवर वेगवेगळ्या कपड्यांसाठी विविध तापमानाच्या खुणा केलेल्या असतात. या खुणा सामान्यतः इस्त्रीच्या तबकडीवर किंवा नियंत्रण कळीवर असतात. थर्मोस्टॅटची फिरती कळ विशिष्ट खुणेवर केल्यावर, इस्त्री त्या विशेष कपड्यांसाठी आवश्यक तापमानावर काम करते. नाजूक कापडांसाठी (जसे रेशीम, लोकर) कमी तापमान वापरले जाते. या तापमानावर इस्त्री करताना कपड्यांची सामग्री किंवा रंग खराब होण्याची शक्यता कमी असते. काही सामान्य कापडांसाठी मध्यम तापमान वापरले जाते. उदाहरणार्थ, पॉलिस्टर किंवा नायलॉनसारख्या मिश्रण कपड्यांसाठी. कापूस, लिनन, आणि इतर मजबूत कापडांसाठी उच्च तापमान वापरले जाते. हे कपडे अधिक तापमान सहन करतात.

ड्राय क्लिनिंग

ड्राय क्लिनिंग म्हणजे कपडे, गालिचे, आणि इतर वस्त्रे धुण्याची एक विशेष पद्धत, ज्यात पाण्याचा वापर न करता विशिष्ट प्रकारच्या रासायनिक द्रवांचा वापर करून स्वच्छता केली जाते. ड्राय क्लिनिंगचा वापर सामान्यतः अशा कपड्यांसाठी केला जातो जे पाण्यात धुतल्यास त्यांचे रंग जाऊ शकतात, कापड आकसून जाऊ शकते किंवा त्यांचा पोत, त्यांची गुणवत्ता खराब होऊ शकते. जसे की कोट, रेशमी कपडे, गालिचे, आणि इतर नाजूक तंतूचे कपडे.

ड्राय क्लीनिंगच्या प्रक्रियेत पाणी आणि साबणाऐवजी परक्लोरोइथिलीन, कार्बन टेट्राक्लोराइड किंवा हायड्रो-कार्बनसारखी रसायने वापरली जातात. ही रसायने तंतूंमधील तेल, घाण, आणि डाग सोप्या पद्धतीने काढून टाकतात. कपडे विशेष मशीनमध्ये ठेवून त्यावर हे रासायनिक द्रव्य फवारले जाते. यानंतर, कपड्यांवरील घाण काढली जाते. घाण आणि द्रव्ये वेगळी करून कपडे स्वच्छ केले जातात. ड्राय क्लीनिंग मशीनमध्ये वापरलेली रासायनिक द्रव्ये, गाळून पुन्हा वापरण्यासाठी शुद्ध केली जातात, ज्यामुळे खर्चात बचत होते. कपडे मशीनमध्ये पूर्णपणे स्वच्छ केल्यानंतर सुकवले जातात आणि इस्त्री केली जाते.

यामध्ये कपड्यांना आधी वर्गीकृत केले जाते, म्हणजेच कोणत्या प्रकाराचे कपडे कोणत्या प्रकारच्या द्रव्याने साफ करता येतील याचा अंदाज घेतला जातो. विशेष डागांवर लक्ष दिले जाते, जे द्रव साफसफाईच्या प्रक्रियेत आधी दूर केले जाऊ शकतात. कापडांवर असलेले डाग, रंगांचे फासे, तेलाचे डाग किंवा इतर घट्ट घाण वगळण्यासाठी पहिले विशिष्ट रसायने वापरली जातात. रसायन डागावर फवारले जाते आणि त्यावर हाताने किंवा लहान ब्रशने काम केले जाते. कपडे मोठ्या ड्राय क्लीनिंग मशीनमध्ये ठेवले जातात, जे कपडे धुण्याच्या यंत्रासारखे असते परंतु त्यात पाणी वापरले जात नाही. या मशीनमध्ये परक्लोरोइथिलीन (पर्क) किंवा हायड्रोकार्बन सोल्व्हेंट यासारखे रसायन वापरले जाते. हे सोल्व्हेंट कपड्यांच्या कापडात खोलवर जाऊन घाण आणि तेलाला बाहेर काढतात. कपड्यांना मशीनमध्येच गरम वायूचा वापर करून सुकवले जाते. सोल्व्हेंट लगेचच वाष्पीभूत होते, त्यामुळे कपडे लवकर सुकतात. हे वाष्पीभूत सोल्व्हेंट फिल्टर करून पुन्हा वापरण्यासाठी संकलित केले जाते. कपडे सुकल्यानंतर त्यांना इस्त्री केली जाते. इस्त्री करून कपड्यांचा योग्य आकार आणला जातो.

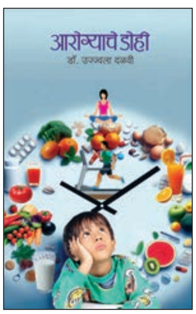
आधुनिक इस्त्री करण्याच्या पद्धतीमध्ये नवीन तंत्रज्ञान, जलद परिणाम आणि अधिक आरामदायक अनुभव प्रदान करणारे उपकरणे वापरली जातात. आजकालच्या इस्त्र्यांमध्ये विविध प्रकारच्या तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो, जे कपड्यांच्या देखभाल आणि इस्त्री प्रक्रियेची कार्यक्षमता सुधारतात.

(सदर लेखातील काही माहिती व छायाचित्रे माहितीजालावरील स्रोतांतून साभार.)

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

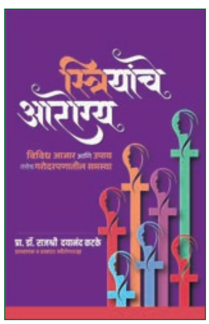
ग्रंथाली

आरोग्याचे डोही
डॉ. उज्ज्वला दळवी



मूल्य ४५० रुपये
सवलतीत २८० रुपये

स्त्रियांचे आरोग्य
प्रा. डॉ. राजश्री दयानंद कटके



मूल्य २०० रुपये
सवलतीत १२० रुपये

वडिलोपार्जित
डॉ. सतीश नाईक

मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये

श्याम तारे

सूक्ष्म प्लास्टिकमुळे आरोग्य धोक्यात...

आज जळी, स्थळी, काष्ठी आणि पाषाणी प्लास्टिक दिसते आहे नव्हे ते आता माणसाच्या शरीरात शिरले आहे आणि जागोजागी प्रत्ययाला येऊ लागले आहे. प्लास्टिकचे सूक्ष्म तुकडे आता हवा आणि पाण्यापासून अन्नापर्यंत आणि त्यातूनच माणसाचा शरीरात प्रवेश करते झाले आहेत. प्लास्टिक हा अतिशय महत्त्वाचा मानवनिर्मित पदार्थ आहे आणि तो अत्यंत उपयोगी आहे हे मान्य केले तसेच त्याचे अनेक जीव वाचवणारे तंत्रज्ञानदेखील मान्य केले तरीही या पदार्थाच्या सूक्ष्म कणांनी माणसाच्या आरोग्यावरच आता प्रहार केलेला दिसतो आहे आणि त्यामुळे त्याबद्दल सखोल विचाराची गरज आहे. माणसाच्या शरीरात असे कण असणे नक्कीच चांगले नाही परंतु ते किती धोकादायक आहेत आणि आपण त्याच्याबद्दल काय करू शकतो हे बघणे आज काहीसे अपरिहार्य झाले आहे.

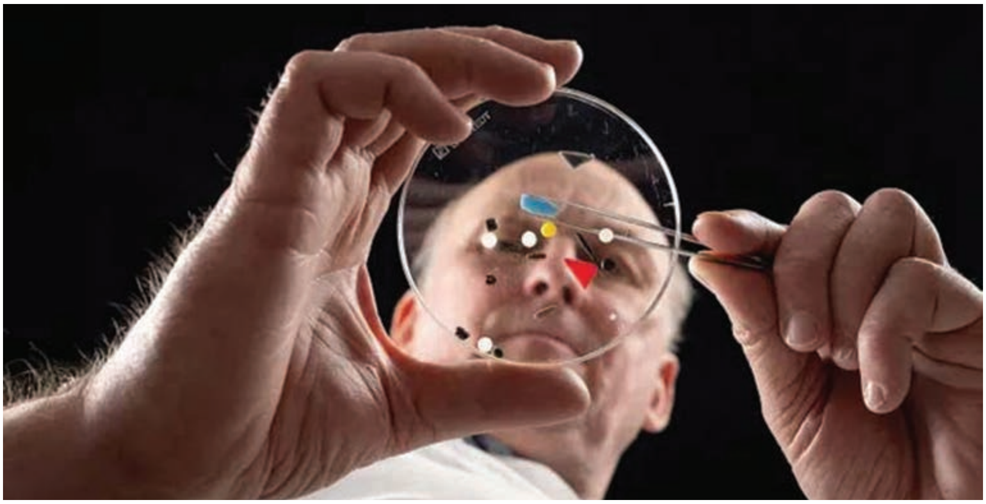
प्लास्टिक नेमके केव्हा तयार झाले आणि वापरात आले याबद्दल आज कुठेही माहिती उपलब्ध आहे त्यामुळे त्यात न जाता आपण थेट २०२२ पासून सुरुवात करणार आहोत. या वर्षी संशोधकाना मानवी रक्तात ५ मिलीमीटरपेक्षा कमी लांबीचे प्लास्टिकचे तुकडे आढळले. त्यानंतरच्या संशोधनात माणसाच्या शरीरातील फुप्फुसे, मूत्रपिंड, यकृत, हृदय इतकेच नव्हे तर मेंदूसह जवळजवळ प्रत्येक छोट्या मोठ्या अवयवात प्लास्टिकचे कण आढळले आहेत.

या सर्वांचा अर्थ काय होतो, इतके प्लास्टिक शरीरात कसे जमा झाले, त्याच्या आपल्या आरोग्याशी संबंध आणि त्याबाबत आपण काय करू शकतो हा खरा प्रश्न आहे. प्लास्टिक हा एका दृष्टीने जादुई पदार्थ आहे. तो कठीण आहे, अत्यंत कमी वजनाचा आहे, निर्जंतुक आहे, सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे अत्यंत स्वस्त आहे आणि त्यामुळेच कदाचित १९५० सालापासून त्याचे उत्पादन इतर कोणत्याही पदार्थाच्या तुलनेत वाढतेच आहे. आजचे दरवर्षी उत्पादन ४४ कोटी टन इतके आहे.

प्लास्टिकचे उपयोग अनेक असले तरी एक अतिशय भयानक धोकाही आहे. त्याचे उत्पादन हे पर्यावरणाच्या आणि जागतिक तापमानवाढीच्या दृष्टीने प्रचंड हानिकारक आहे असे मानले जाते. त्यातही उपयोग केल्यानंतर टाकाऊ प्लास्टिकचे जगातिक पातळीवर केवळ ९ टक्के इतकेच पुनर्चक्रांकन केले जाते. १९ टक्के टाकाऊ प्लास्टिक जाळले जाते आणि उर्वरित पैकी ५० टक्के शहरातील वाढत्या कचऱ्याच्या ढिगात भर घालत असते. बाकीचे २२ टक्के प्लास्टिक कचरा बनते.

टाकाऊ प्लास्टिकमुळे मोठे प्रश्न निर्माण होऊ शकतात याची कल्पना साधारण १९६०मध्ये आली होती, परंतु या प्रश्नाला सागरी जीवशास्त्रज्ञ रिचर्ड थॉम्पसन यांच्या एका शोधप्रबंधामुळे नवी जाग आली. त्यांच्या चमूने सागरी प्राण्यांच्या विश्वात प्लास्टिकचे कण आणि धागे असल्याचा शोध लावला होता. त्यांनीच या प्रदूषणकर्त्या पदार्थाला 'सूक्ष्म प्लास्टिक' असे नाव दिले.

आपले इतर संशोधन कायम ठेवत थॉम्पसन यांनी सूक्ष्म प्लास्टिकसंबंधी प्रकाशित शोधप्रबंधांची माहिती घेणेही कायम ठेवले होते. २०२४पर्यंत असे सात हजारांहून अधिक शोधप्रबंध सादर झाले होते आणि त्यापैकी एकही प्लास्टिकबद्दल सकारात्मक सांगणारा नव्हता. या उलट संशोधकांना आता चकित व्हावे लागत होते. सागरी जीवच नव्हे तर माणूस ज्या हवेशिवाय राहू शकत नाही, श्वास घेऊ शकत नाही त्या श्वासात, जो मांसाहार आपण करतो त्यात आणि जे पाणी आपण बाटलीबंद असल्याने स्वच्छ



म्हणून पितो त्या पाण्यामधून हे सूक्ष्म प्लास्टिक कण चक्क माणसाच्या शरीरात पोचतात.

संशोधन करताना असे दिसले की हे सूक्ष्म प्लास्टिक कण पॉलिस्टर कापड तसेच कृत्रिम रबर टायरमधून प्रामुख्याने पसरत माणसाच्या शरीरात जात आहेत. अशा सूक्ष्म प्लास्टिककणांचा प्रभाव आरोग्यावर कसा पडतो आहे हे बघताना तर आणखी नकारात्मक बाबी समोर आल्या.

२० वर्षांच्या अथक संशोधनानंतर सूक्ष्मप्लास्टिकच्या जागतिक पातळीवरील प्रदूषणाच्या संदर्भात घातक परिणामांचे ठोस पुरावे हाती लागले. याबद्दल बोलताना रिचर्ड थॉम्पसन म्हणाले, यामध्ये वन्य प्राण्यांना होणारी शारीरिक इजा, समाज आणि संस्कृती यांच्यावर होणारा आघात आणि त्यामुळेच माणसावरही होणारे विपरीत परिणाम यांचा समावेश करावा लागेल.

यावर मार्ग शोधण्याचे प्रयत्न...

वेगवेगळ्या संशोधनामधील पुरावे ग्राह्य मानले गेले आणि एका अधिनियमानुसार २०१५ मध्ये प्लास्टिकचे सूक्ष्म कण दातांची निगा राखणाऱ्या टूथपेस्ट मधून बाद केले गेले. अनेक देशांनी आणि राज्यांनी एक वेळ उपयोगी प्लास्टिकवर बंदी घातली. कारण ते फेकून दिले तर त्यातील सूक्ष्म कण आरोग्याला घातक असतात. बाटलीबंद पाण्यावरदेखील अनेक संशोधने झाली आहेत परंतु उपाययोजना प्रत्यक्षात यायला वेळ लागतो आहे हेही खरे आहे. हे सगळे थांबवायचे असेल तर एका झटक्यात प्लास्टिकच्या वस्तूंची निर्मिती थांबवणे हा मार्ग आहे. परंतु ते काम कठीण आहे हे आपल्या प्लास्टिकच्या पिशव्यांच्या अनुभवावरून आपल्या लक्षात आले असेलच.

आणखी एक बाब अशी, की प्लास्टिक हा एक प्रचंड मोठा जागतिक उद्योग झाला आहे आणि त्यामुळे त्यांना एकत्रितपणे सर्वांनी उत्पादन थांबवावे यासाठी मान्य करून घेणे हेदेखील कठीण आहे. सूक्ष्म प्लास्टिकचा आरोग्यावरील परिणाम अजून हवा तितक्या प्रमाणात पुढे आलेला नसल्याने शासनाने याबाबत ठोस पावले उचलणेसुद्धा कठीण दिसते.

प्लास्टिक तर एक पदार्थ आहे. परंतु त्याच्या उत्पादनात लागणारी किमान तेरा हजार प्रकारची रसायने जगभर उपयोगात आणली जातात.

एक कळीचा मुद्दा संशोधक अल्बर्ट रिझ्झो यांनी उपस्थित केला आहे. ते म्हणतात की सूक्ष्म प्लास्टिक सर्वदूर पसरले आहे हे मान्य असले तरी त्यांची शरीरातील उपस्थितीच घातक ठरते आहे काय? या प्रश्नाचे उत्तर पूर्णपणे मिळालेले नाही. त्यापैकी नेमकी कोणती घातक आहेत हे ठरवले गेले तरच त्यावर नियंत्रण अथवा प्रतिबंध घालता येईल. माणसावर आरोग्याच्या दृष्टीने प्लास्टिकचा नेमका कोणता घातक परिणाम होतो यावर संशोधन सुरू आहे.

सन २०२४च्या मार्च महिन्यात ३०० लोकांच्या काहीशा बंद झालेल्या धमन्या तपासल्या तेव्हा असे दिसले की त्यापैकी ६० टक्के नमुन्यांमध्ये सूक्ष्म प्लास्टिकचे कण होते. त्यांना हृदयविकाराचा धोका ४.५ पट अधिक असल्याचे सांगितले गेले.

प्लास्टिक आणि सूक्ष्म प्लास्टिक यांचीही एक गंमतच आहे. ती सांगताना रिचर्ड थॉम्पसन म्हणतात की इतके सगळे असले तरी कुणीही प्लास्टिकच्या उपयोगाचा कोणताही सुरक्षित आणि निर्धोक मार्ग नाही असे मात्र म्हणत नाही...

आता यावर कोण काय बोलणार...!

– श्याम तारे
shyamtare@gmail.com

आनंद घैसास

आकाशातील लावण्यदिवे अर्थात 'तेजोमेघ - नेब्युला'

तेजोमेघ - लॅटिन भाषेत 'नेब्युला' म्हणजे 'ढग किंवा धुके'. आकाशात आंतरतारकीय माध्यमातील ठिकठिकाणी दिसून येणारा, ताऱ्यांपेक्षा एक वेगळा पण प्रकाशमय असा हा सुंदर प्रकार आहे. ढगासारख्या दिसणाऱ्या या जागेमध्ये आयनीकृत द्रव्य, तटस्थ किंवा आण्विक हायड्रोजन आणि वैश्विक धूळदेखील असू शकते. तेजोमेघ हे अनेकदा

गरुड तेजोमेघातील ताऱ्यांच्या निमिर्तीचे स्तंभ

ताऱ्यांची निर्मिती करणारे प्रदेश असतात. उदाहरणार्थ, गरुड तेजोमेघातील (नेब्युलामधील) ताऱ्यांच्या निर्मितीच्या स्तंभातली जागा. या प्रदेशांमध्ये, वायू, धूळ आणि इतर पदार्थांचा गुरुत्वाकर्षणाखाली 'गठ्ठा' होऊन थोडे घनदाट प्रदेश बनत जातात, जे आसपासच्या पदार्थांना आकर्षित करतात आणि कालांतराने त्यातून तारे निर्मित होण्यासाठी पुरेसे दाट द्रव्य जमा होते. या गाठीसारख्या जागेच्या केंद्रस्थानी नवनिर्मित तारा तयार होतो, तर उर्वरित सामग्रीतून नंतर ग्रह आणि ग्रहप्रणालीतील इतर वस्तू बनतात.

बहुतेक तेजोमेघ खूपच मोठ्या आकाराचे असतात. काही शेकडो प्रकाशवर्षे व्यासाचे आहेत. पृथ्वीवरून मानवी डोळ्यांना दिसणारा तेजोमेघ जवळून मोठा दिसतो, परंतु जास्त उजळ मात्र दिसत नाही. आकाशातील सर्वात तेजस्वी तेजोमेघ आणि पौर्णिमेच्या कोनीय व्यासाच्या दुप्पट क्षेत्र व्यापलेले असताना, उघड्या डोळ्यांनी तो पाहिला जाऊ शकतो, परंतु सुरुवातीच्या खगोलशास्त्रज्ञांनी ते पाहणे चुकवले होते. त्यांच्या सभोवतालच्या जागेपेक्षा ते घनदाट असले तरी, बहुतेक तेजोमेघ पृथ्वीवर तयार केलेल्या कोणत्याही निर्वात ($१०^{५}$ ते $१०^{७}$ रेणू प्रति घनसेंटिमीटर) पेक्षा खूपच कमी दाट असतात - पृथ्वीच्या आकारमानाच्या एका तेजोमेघाचे एकूण वस्तुमान फक्त काही किलोग्रॅम असते. पृथ्वीच्या हवेत प्रती घनसेंटिमीटर अंदाजे $१०^{१९}$ रेणूंची घनता आहे; याउलट, सर्वात जास्त घनतेच्या तेजोमेघाची घनता, प्रती घनसेंटिमीटर फक्त $१०^{४}$ रेणू असू शकते. अनेक तेजोमेघ त्यातल्या गरम ताऱ्यांमुळे निर्माण होणाऱ्या दीप्तीच्या परावर्तनातून दृश्यमान

उत्तरध्रुव ताऱ्याभोवतालचा रूपविकारी तेजोमेघ

होत असतात, तर काही ढग इतके विखुरलेले असतात, की त्याची प्रकाशचित्रे काढताना, दीर्घकाळ संपर्क ठेवून प्रतिमाग्रहण करत आणि विशेष फिल्टरनेच ते शोधले जाऊ शकतात. काही तेजोमेघ 'टी टॉरी वेरियेबल' म्हणजे वृषभातील रूपविकारी ताऱ्यांद्वारे बदलत्या प्रमाणातही प्रकाशित होत असतात.

मूलतः, 'तेजोमेघ' हा शब्द आपल्या आकाशातल्या कोणत्याही पसरट, अंधुक खगोलीय वस्तूचे वर्णन करण्यासाठी आधी वापरला गेला. उदाहरणार्थ, विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीस व्हेस्टो स्लीफर, एडविन हबल आणि इतरांनी दुर्बिणींमधून निरीक्षणाने आकाशगंगांच्या

अँड्रोमेडा दीर्घिका

खऱ्या स्वरूपाची पुष्टी करण्यापूर्वी, अँड्रोमेडा आकाशगंगा (दीर्घिका), एकेकाळी 'अँड्रोमेडा तेजोमेघ' (आणि सर्पिल आकाशगंगा सामान्यतः 'सर्पिल नेब्युला' म्हणून) म्हणून संबोधल्या जात होत्या. एडविन हबलने शोधून काढले की बहुतेक तेजोमेघ हे ताऱ्यांशी संबंधित आहेत आणि ताऱ्यांच्या प्रकाशानेच प्रकाशित होतात. या ताऱ्यांनी निर्माण केलेल्या प्रकाश वर्णपटाच्या (स्पेक्ट्राच्या) प्रकारावर आधारित तेजोमेघांचे वर्गीकरण करण्यात मदत केली.

काही निरीक्षणात्मक इतिहास

इ.स. १५०च्या आसपास, टॉलेमीने त्याच्या अल्माजेस्टच्या सातव्या आणि आठव्या खंडांमध्ये पाच तारे नोंदवले आहेत, जे 'नेब्युलस' दिसले. त्याने सप्तर्षी (उर्सा मेजर) आणि सिंह (लिओ) या तारकासमूहांमधील 'नेब्युलोसिटी'चा प्रदेशदेखील लक्षात घेतला होता, जो कोणत्याही ताऱ्याशी संबंधित नव्हता. पहिल्या खऱ्या तेजोमेघाचा उल्लेख, तारकागुच्छापेक्षा (स्टार क्लस्टरपेक्षा) वेगळा, मुस्लीम पर्शियन खगोलशास्त्रज्ञ 'अब्द अल-रहमान अल-सूफी' यांनी त्यांच्या 'बुक ऑफ फिक्स्ड स्टार्स'मध्ये (इ.स. ९६४) केला आहे. त्याने एक 'थोडा ढग' अशी

'क्रॅब' तेजोमेघ

मृग नक्षत्रातील 'ओरायन' तेजोमेघ

नोंद केली आहे, जिथे 'अँड्रोमेडा' आकाशगंगा आहे. त्याने 'ओमिक्रॉन वेलोरम स्टार क्लस्टर'ला 'नेब्युलस स्टार' आणि 'ब्रोची क्लस्टर'सारख्या इतर वस्तूंनाही 'नेब्युलस ऑब्जेक्ट' म्हणून यादीत समाविष्ट (कॅटलॉग) केले. 'क्रॅब तेजोमेघ, (SN १०५४) तयार करणारा अतिनवतारा उद्रेक (सुपरनोव्हा) इ.स. १०५४मध्ये अरबी आणि चिनी खगोलशास्त्रज्ञांनी प्रत्यक्ष पाहिल्याची नोंद सापडते.

इ.स. १६१०मध्ये, 'निकोलस-क्लॉड फॅब्रि डी पीरेस्क' यांनी दुर्बिणीचा वापर करून मृग नक्षत्रातील (ओरायन) तेजोमेघ शोधला. १६१८मध्ये 'जोहान बॅप्टिस्ट सायसॅट'नेही या तेजोमेघाचे निरीक्षण केले होते. तथापि, ओरायन

तेजोमेघाचा पहिला तपशीलवार अभ्यास इ.स. १६५९पर्यंत 'क्रिस्टियान ह्युजेन्स'ने केला नव्हता, ज्यांचा असा विश्वास होता की हा तेजोमेघ शोधणारा तो पहिली व्यक्ती आहे.

इ.स. १७१५मध्ये 'एडमंड हॅली'ने सहा तेजोमेघांची यादी प्रसिद्ध केली. इ.स. १७४६मध्ये 'जीन-फिलिप डी चेसॉक्स'ने २० (आधी माहीत नसलेल्या आठसह) तेजोमेघांची यादी तयार केल्यामुळे ही संख्या शतकादरम्यान सातत्याने वाढत गेली. १७५१ ते १७५३ पर्यंत, 'निकोलस-लुईस डी लॅकेल' यांनी 'केप ऑफ गुड होप'मधील निरीक्षणांमधून ४२ तेजोमेघांची सूची तयार केली. जे पूर्वी अज्ञात होते. 'चार्ल्स मेसियर'ने १७८१ पर्यंत १०३ तेजोमेघांची यादी (आता यांना 'मेसियर ऑब्जेक्ट' असे म्हणतात, ज्यामध्ये आता दीर्घिका म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या गोष्टींचा समावेश होतो) तयार केली; खरे तर त्याची आवड धूमकेतू शोधण्यात होती, त्यातून या तेजोमेघांचा शोध लागला. जो त्यांच्यासाठी चुकीच्या वस्तूंचा होता.

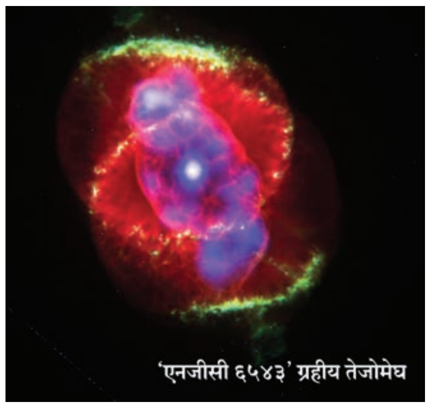
त्यानंतर 'विल्यम हर्शल' आणि त्यांची बहीण 'कॅरोलिन हर्शल' यांच्या प्रयत्नांमुळे तेजोमेघांची संख्या खूप वाढली. त्यांचा 'कॅटलॉग ऑफ वन थाउजंड न्यू नेब्युला अ‍ॅण्ड क्लस्टर्स ऑफ स्टार्स' १७८६मध्ये प्रकाशित झाला. एक हजारांचा दुसरा कॅटलॉग १७८९मध्ये प्रकाशित झाला आणि ५१०चा तिसरा आणि शेवटचा कॅटलॉग १८०२मध्ये प्रकाशित झाला. विल्यम हर्शलचा त्यांच्या बहुतेक कामाच्या दरम्यान असा विश्वास होता, की हे तेजोमेघ हे केवळ ताऱ्यांचे निराकरण न झालेले समूह होते. १७९०मध्ये, तथापि, नेब्युलोसिटीने वेढलेला एक तारा त्याने शोधून काढला आणि मग त्याने निष्कर्ष काढला की हा अधिक दूरच्या क्लस्टरऐवजी खरा नेब्युलोसिटी असणारा आहे.

इ.स. १८६४च्या सुरुवातीला, 'विल्यम हगिन्स'ने सुमारे ७० तेजोमेघांच्या वर्णपटाचे परीक्षण केले. त्यांना आढळले की त्यांच्यापैकी अंदाजे एकतृतीयांश ठिकाणी तो वायूचा उत्सर्जन वर्णपट आहे. बाकीचे तेजोमेघ एक सतत वर्णपट दर्शवते आणि अशा प्रकारे तेघांमध्ये ताऱ्यांच्या वस्तुमानाचा समावेश असल्याचे मानले जाते. १९१२मध्ये यात एक तिसरी श्रेणी जोडली गेली, जेव्हा 'व्हेस्टो स्लीफर'ने हे दाखवून दिले की 'मेरोप' ताऱ्याभोवती असलेल्या तेजोमेघाचा स्पेक्ट्रम कृत्तिका तारकागुच्छाच्या (प्लीडेझ ओपन क्लस्टरच्या) वर्णपटाशी जुळतो. अशा प्रकारे, तेजोमेघ ताऱ्याच्या परावर्तित होणाऱ्या प्रकाशाने उजळून निघतात हे निश्चित झाले.

इ.स. १९२३ मध्ये, मोठ्या चर्चेनंतर, हे स्पष्ट झाले की अनेक 'तेजोमेघ' आपल्या आकाशगंगेपासून फारच दूर अंतरावर आहेत. जे आपण आपल्या आकाशगंगेतलेच भाग समजत होतो.

स्लीफर आणि एडविन हबल यांनी अनेक वेगवेगळ्या तेजोमेघांमधून वर्णपट गोळा करणे सुरू ठेवले. २९ तेजोमेघांचे उत्सर्जन वर्णपट आणि ३३ तेजोमेघात, ज्यात ताऱ्याच्या प्रकाशाचा सतत वर्णपट आहे असे त्यातून शोधून काढले. १९२२ मध्ये, हबलने घोषित केले की जवळजवळ सर्व तेजोमेघ ताऱ्यांशी संबंधित आहेत आणि त्यांचा प्रकाश हा ताऱ्यांच्या प्रकाशातूनच येतो. त्याने असेही शोधून काढले, की उत्सर्जन वर्णपट दर्शवणारा तेजोमेघ नेहमीच 'B' किंवा अधिक गरम (सर्व O-प्रकारच्या मुख्य अनुक्रम ताऱ्यांसह) वर्णक्रमीय वर्गीकरण असलेल्या ताऱ्यांशी संबंधित असतात, तर सतत वर्णपट असलेले तेजोमेघ बहुतेक वेळा थंड ताऱ्यांसह दिसतात. 'हबल' आणि 'हेन्री नॉरिस रसेल' या दोघांनीही असा निष्कर्ष काढला की उष्ण ताऱ्यांच्या सभोवतालच्या तेजोमेघांचे काही प्रकारे रूपांतर होताना दिसते.

तेजोमेघाची निर्मिती



'एनजीसी ६५४३' ग्रहीय तेजोमेघ

वेगवेगळ्या प्रकारच्या तेजोमेघांच्या निर्मितीसाठी विविध यंत्रणा कार्य करत असतात. काही तेजोमेघ आंतरतारकीय माध्यमात असलेल्या वायूपासून बनलेले असतात, तर काही ताऱ्यांद्वारे तयार होतात. पूर्वीची उदाहरणे म्हणजे महाकाय आण्विक ढग, आंतरतारकीय वायूचा सर्वात थंड, घनता टप्पा, जो अधिक पसरलेल्या वायूच्या थंड आणि संक्षेपणामुळे तयार होऊ शकतो. नंतरच्या प्रकरणाची उदाहरणे म्हणजे तारकीय उत्क्रांतीच्या शेवटच्या टप्प्यात ताऱ्याने उद्रेकातून सांडलेल्या साहित्यापासून तयार झालेले ग्रहीय तेजोमेघ आहेत.

तारा बनवणारे प्रदेश हे महाकाय आण्विक ढगांशी संबंधित उत्सर्जन तेजोमेघाच्या वर्गातील (गटातील) आहेत.

'एच एस २००९-२५-ई' ताऱ्यांचे निर्मिती क्षेत्र

ओमेगा तेजोमेघ

हे आण्विक ढगाच्या रूपात स्वतःच्या वजनाखाली कोसळून जात तारे तयार करतात. मध्यभागी प्रचंड तारे तयार होऊ शकतात आणि त्यांची अतिनील प्रारणे आसपासच्या वायूचे आयनीभवन करतात, ज्यामुळे ते 'दृश्य तरंगलांबींवर' दृश्यमान होतात. प्रचंड ताऱ्यांच्या सभोवतालचा आयनीकृत हायड्रोजनचा प्रदेश 'H II' प्रदेश म्हणून ओळखला जातो तर 'H II' प्रदेशाच्या सभोवतालच्या तटस्थ हायड्रोजनच्या कवचांना 'फोटोडिसोसिएशन क्षेत्र' म्हणून ओळखले जाते. मृगातील ओरायन तेजोमेघ, रोसेट तेजोमेघ आणि ओमेगा तेजोमेघ ही तारानिर्मिती क्षेत्रांची उदाहरणे आहेत. प्रचंड ताऱ्यांच्या सुपरनोव्हा उद्रेकांच्या रूपात बाहेर पडणारे द्रव्य, तारकीय वारे किंवा प्रचंड ताऱ्यांची अतिनील प्रारणे किंवा

स्वरमंडळ मधील रिंग तेजोमेघ

कमी वस्तुमानाच्या ताऱ्यांमधून बाहेर पडणारे सततचे प्रवाह ढगात व्यत्यय आणू शकतात आणि अनेक दशलक्ष वर्षांनंतर ते तेजोमेघ नष्टही करू शकतात.

आकाराने आणि वस्तुमानाने प्रचंड, पण अल्पायुषी ताऱ्यांचा मृत्यू म्हणजे त्यांच्या होणाऱ्या सुपरनोव्हा स्फोटांचा परिणाम म्हणून इतर तेजोमेघ तयार होतात; सुपरनोव्हाच्या स्फोटातून फेकून दिलेली सामग्री नंतर ऊर्जा आणि त्याच्या गाभ्याद्वारे तयार केलेल्या सघन गोळ्यासमान वस्तूद्वारे (कॉम्पॅक्ट ऑब्जेक्टद्वारे) आयनीकृत केली जाते. याचे एक उत्तम उदाहरण म्हणजे वृषभ राशीतील क्रॅब तेजोमेघ. या सुपरनोव्हा घटनेची नोंद १०५४ साली झाली होती आणि त्याला 'SN 1054' असे म्हणतात. स्फोटानंतर तयार झालेली सघन वस्तू या 'क्रॅब नेब्युला'च्या मध्यभागी आहे आणि तिचा गाभा आता न्यूट्रॉन तारा आहे. तरीही इतर तेजोमेघही ग्रहीय तेजोमेघ म्हणून तयार होतात. पृथ्वीच्या सूर्यासारख्या कमी वस्तुमानाच्या ताऱ्याच्या जीवनाचा हा शेवटचा टप्पा आहे. ८-१० सौर वस्तुमान असलेले तारे लाल महाकाय ताऱ्यांमध्ये विकसित होतात आणि त्यांच्या वातावरणातील स्पंदनांच्या दरम्यान त्यांचे बाह्य वातावरणीय स्तर हळूहळू गमावतात. ताऱ्याची पुरेशी सामग्री गमावली जाते, तेव्हा त्याचे तापमान वाढते आणि त्यातून उत्सर्जित होणारे अतिनील किरणोत्सर्ग त्याने फेकलेल्या आसपासच्या तेजोमेघाचे आयनीकरण करू शकते. आपला सूर्यही असाच एक ग्रहीय तेजोमेघ तयार करेल आणि त्याचा गाभा 'श्वेत बटू' ताऱ्याच्या रूपात (आकाराने पृथ्वीएवढा, रंगाने पांढरा, म्हणून 'श्वेत बटू' तारा) मागे राहील.

(क्रमशः)

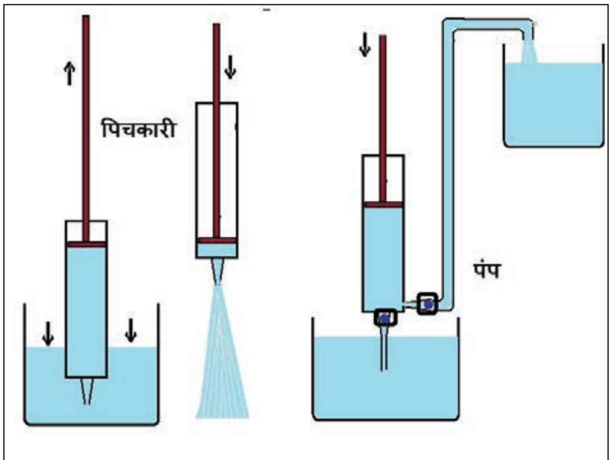
– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

आनंद घारे

पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप

'पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट' या शब्दाचा अनुवाद 'सकारात्मक विस्थापन' असा करता येईल. परंतु रूढ नसलेला मराठी प्रतिशब्द वापरून त्यातून फार काही साध्य होणार नाही. या प्रकारच्या पंपांमध्ये त्यातला द्रवपदार्थ रेटून पुढे ढकलला जात असतो, त्यामुळे त्याला 'रेटू' किंवा 'ढकलू' पंप म्हटले तरी ते योग्य होईल, पण कदाचित ते जरा हास्यास्पद वाटेल.

एक साधी पिचकारी घेतली तर त्यातील नळकांडीमध्ये (सिलिंडर) मागेपुढे होऊ शकणारा दट्ट्या (पिस्टन) बसवलेला असतो. या दट्ट्याला पूर्णपणे मागे ओढून ते नळकांडे पाण्याने भरले जाते आणि तो दट्ट्या जोराने पुढे ढकलला की ते पाणी समोर असलेल्या छिद्रामधून वेगाने बाहेर ढकलले जाते. ४-१ मधल्या पहिल्या चित्रात दाखवल्याप्रमाणे दट्ट्या वर ओढला की त्या नळकांडीमध्ये निर्वात पोकळी तयार होते आणि हवेच्या दाबामुळे टाकीतले पाणी त्यात ढकलले जाते आणि त्या पाण्याने नळकांडे भरते. दुसऱ्या चित्रात दाखवल्याप्रमाणे पिचकारी बाजूला घेऊन दट्ट्या खाली



आकृती ४-१

ढकलला की खाली असलेल्या छिद्रामधून त्या पाण्याचा फवारा बाहेर पडतो. ही पिचकारी एकाच जागी स्थिर ठेवून दट्ट्यावर खाली केला तर त्याच छिद्रामधून पाणी नळकांडीच्या आत बाहेर होत जाईल. तिसऱ्या चित्रात दाखवल्याप्रमाणे त्यात थोडा बदल केला, त्याला दोन वेगवेगळ्या नळ्या जोडून त्यांना एकाच दिशेने उघडणाऱ्या झडपा (नॉन रिटर्न व्हॉल्व्ह) लावल्या तर या पिचकारीचेच रूपांतर एका पंपात होईल. दट्ट्या वर ओढताच पहिल्या नॉझलमधून पाणी सिलिंडरमध्ये शिरून त्यात भरले जाईल. पिस्टनला खाली ढकलले असता या नॉझलला असलेला व्हॉल्व्ह बंद होऊन पाण्याला टाकीत परत जाऊ देणार नाही. त्या वेळी दुसऱ्या नॉझलला जोडलेला व्हॉल्व्ह उघडेल आणि पंपामधले ते पाणी त्याला जोडलेल्या दुसऱ्या पाइपातून उंचावर ठेवलेल्या दुसऱ्या ड्रमात जाईल. अशा रितीने हा पंप चालवत राहिल्यास खाली असलेल्या टाकीतील पाणी उचलले जाऊन वरचा ड्रम भरत जाईल. हा झाला पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंपाचा अगदी प्राथमिक नमुना.

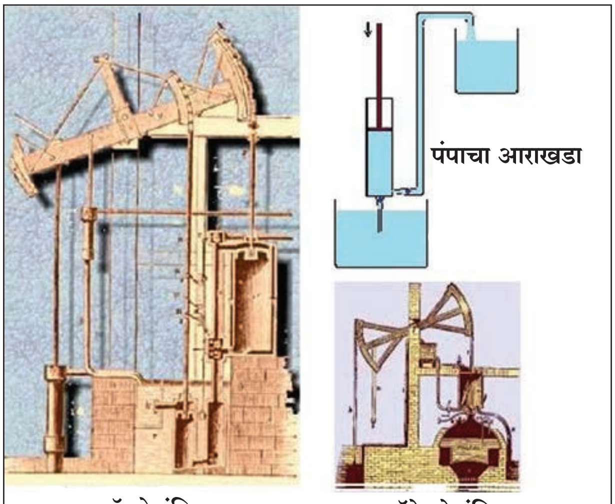
या पंपाच्या बाहेर लावलेला दुसरा व्हॉल्व्ह बंद करून हा दुसरा मार्ग बंद केला तर सिलिंडरमधील पाणी कुठेच जाऊ शकणार नाही. त्यामुळे पंपाचा दट्ट्या जागचा हलू शकणार नाही. तो ढकलण्यासाठी अधिकाधिक जोर लावला तर त्यामुळे सिलिंडरमधले पाणी दाबले जाऊन त्याचा दाब वाढत जाईल, पण पाणी कुठूनही बाहेर पडू शकणार नाही. अगदी राक्षसी शक्तीचा प्रयोग केला तर कदाचित सिलिंडर फुटेल, दांडा मोडेल, व्हॉल्व्ह किंवा पाइपाला फोडून ते पाणी बाहेर जाण्याचा प्रयत्न करेल. यातला जो कोणता कच्चा दुवा असेल तो हा जास्तीचा दाब सहन करू शकणार नाही. पंपाच्या दट्ट्याला विजेची मोटार जोडली असेल तर तिचा फ्युज उडेल किंवा मोटारचे वाइंडिंग जळेल असे काहीतरी नुकसान होण्याची शक्यता असते. यामुळे पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप हा कधीही

अशा प्रकारे आउटलेट व्हॉल्व्ह बंद करून चालवता येत नाही. चुकून असे घडले तर जास्त नुकसान होऊ नये यासाठी सेफ्टी व्हॉल्व्ह, रिलीफ व्हॉल्व्ह वगैरे साधने या पंपाला जोडलेली असतात ती ठरावीक दाबावर उघडतात आणि पाण्याला बाहेर पडायला वाट मोकळी करून देतात. काही ठिकाणी या नॉन रिटर्न व्हॉल्व्हला समांतर अशी एक बारीकशी नळी जोडून तिच्यातून पाण्याला बाहेर पडण्याची वाट करून ठेवली जाते.

सेंट्रिफ्युगल पंपाचा आउटलेट व्हॉल्व्ह अर्धवट उघडला तर तो पाण्याच्या प्रवाहाला त्यातून वाहू देईल, पण त्याला विरोध करेल. यामुळे केसिंगमध्ये रिंगण घालत असलेले पाणी कमी प्रमाणात पंपामधून बाहेर पडेल. अशा प्रकारे गरजेनुसार प्रवाहाचे नियंत्रण करता येते. पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंपामध्ये पिस्टनच्या प्रत्येक स्ट्रोकमध्ये ठरावीक म्हणजे सिलिंडरच्या घनफळाएवढेच पाणी बाहेर पडते. यामुळे बाहेरचा व्हॉल्व्ह अर्धवट उघडून प्रवाहात फरक पडणार नाही. पण तो व्हॉल्व्ह प्रवाहाला विरोध करण्याचे काम करेल आणि त्यामुळे पाण्यावरील दाब वाढून जादा शक्ती मात्र खर्च करावी लागेल. पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंपापासून ठरावीक एवढाच प्रवाह मिळत असला तरी पुढे गेल्यानंतर तो दोन किंवा अधिक मार्गांमध्ये वाटून घेऊन त्यातल्या एकेका मार्गातला प्रवाह निरनिराळे व्हॉल्व्ह कमी किंवा जास्त उघडून कमी-अधिक करता येतो. पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप पुरेसा दणकट असेल तर जास्त जोर लावून त्यातील पाण्याचा दाब कितीही वाढवत नेणे शक्य असते. या कारणाने जिथे कमी आणि ठरावीक प्रवाह आणि जास्त दाब हवा असेल अशा कामासाठी पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंपाची निवड केली जाते.

सेंट्रिफ्युगल पंपातून निघणारा पाण्याचा प्रवाह आणि त्याचा दाब एकमेकांशी निगडित असतात. पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंपात प्रवाह व दाब या दोन्ही बाबी स्वतंत्र असतात. पिस्टनच्या दर स्ट्रोकमधून ठरावीक प्रवाह मिळतो. त्यामुळे तो दाबानुसार कमी किंवा जास्त होत नाही. त्या प्रवाहाला पुढे सर्किटमध्ये जेवढा विरोध होतो तेवढा दाब त्या पंपात निर्माण होतो.

वाफेच्या इंजिनाचा शोध पंपामधून लागला. यामुळे पंपाला औद्योगिक क्रांतीचा मूळ जनक म्हणता येईल. बंदिस्त पात्रामध्ये पाणी तापवले तर त्या पाण्याची वाफ होते आणि तिचा दाब वाढत जातो हे शास्त्रज्ञांनी दाखवून दिल्यानंतर त्या वाफेच्या दाबाचा उपयोग कसा करून घेता येईल यावर विचार करून अनेक प्रकारची साधने तयार करण्याचे अनेक प्रयत्न पूर्वीपासून केले जात होते. तीनशे वर्षांपूर्वीच्या काळात न्यूकॉमेन याने तयार केलेले जगातले पहिले वाफेचे इंजिन हा त्यातला एक महत्त्वाचा टप्पा होता. हे यंत्र सिलिंडर आणि पिस्टनचा वापर करून बनवले गेले होते. त्याला इंजिन म्हटले जात असले तरी तो एका अर्थी पंपच होता आणि त्याचा उपयोग खाणीमधील पाणी उपसण्यासाठीच केला जात होता. पुढे जेम्स वॉट याने या इंजिनात खूप सुधारणा करून त्याला स्वयंचलित केले आणि मुख्य म्हणजे त्याला एक फिरणारे चाक जोडून दिले. त्यामुळे जेम्स वॉटलाच वाफेच्या इंजिनाचा जनक मानले जाते. त्याने तयार केलेल्या पहिल्या इंजिनाचा उपयोगदेखील पाणी उपसण्यासाठीच केला होता. या दोन्ही इंजिनांची चित्रे आकृती ४.२ मध्ये दिली आहेत.



वॅटचे इंजिन न्यूकॉमेनचे इंजिन

आकृती ४.२

या इंजिनांची रचना आणि पंपाची रचना साधारणपणे सारखीच आहे. बॉयलरमध्ये निर्माण झालेली, जास्त दाब असलेली उष्ण वाफ सिलिंडरला जोडलेल्या एका झडपेमधून आत शिरते आणि पिस्टनला जोराने वर ढकलते. ती वाफ थंड होऊन तिचे पाण्यात रूपांतर होताना (संक्षेपण किंवा कंडेन्शन) तिचा दाब कमी होतो आणि वरील हवेच्या दाबाने तो पिस्टन खाली येतो. खाली येताना तो सिलिंडरमधल्या वाफेला खाली ढकलतो. त्या वेळी थंड झालेली आणि कमी दाबाची वाफ दुसऱ्या व्हॉल्व्हमधून बाहेर पडून कन्डेंसरकडे जाते. मग बंद झालेला खालचा व्हॉल्व्ह उघडतो आणि नवी वाफ सिलिंडरमध्ये शिरून पिस्टनला पुन्हा वर ढकलते. अशा रितीने आलटून-पालटून इंजिनाचा दांडा वर खाली होत राहतो. एका अवाढव्य तरफेमार्फत या पिस्टनचा दांडा एका साखळीला जोडला असतो आणि तिला जोडलेल्या पोहऱ्यातून खाणीतले पाणी उपसून बाहेर काढले जाते.

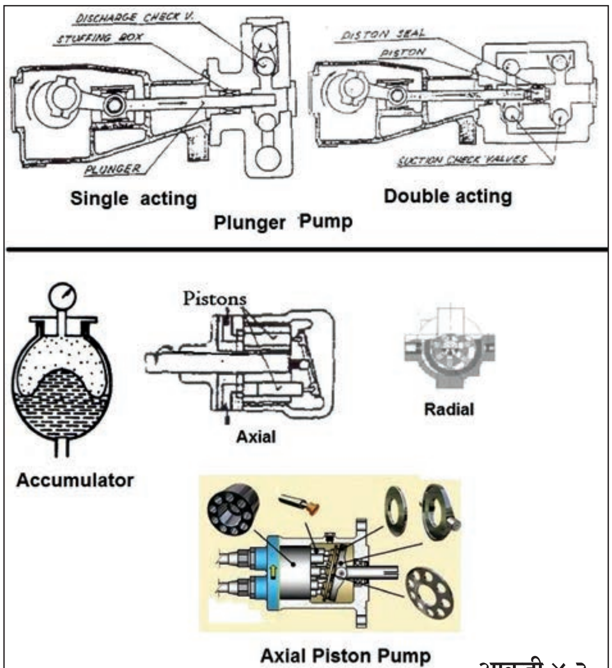
जेम्स वॉटने तयार केलेल्या स्वयंचलित वाफेच्या

इंजिनाचे प्रात्यक्षिक दाखवताना नुसताच त्याचा दांडा वर-खाली किंवा आत बाहेर झालेला दाखवला तर ते पाहायला त्या काळातल्या लोकांनाही फारसे आवडले नसते. याचा उपयोग काय, असा खवचट प्रश्न त्यांनी विचारला असता. त्यापेक्षा विहिरीतले पाणी कसे आपोआप बाहेर येते हा चमत्कार पाहायला कदाचित लोकांनी गर्दी केली असती, त्याचे कौतुक केले असते. असे असले तरी या पंपासोबत बॉयलर, भट्टी वगैरेसकट त्याचा आकार खूप मोठा होतो. विहिरीशेजारी एवढे अवजड धूड बसवायला कोणी उत्सुक असणार नाही आणि हे इंजिन विहिरींवरील पारंपरिक रहाटगाडग्याची जागा काही घेऊ शकणार नाही हे हुशार वॉटच्या लक्षात आले होते. त्यामुळे त्याने त्याच्या इंजिनाचा दांडा एका क्रँकला जोडला आणि पुढेमागे होणाऱ्या दांड्याने एक चाक फिरवण्याची सोय करून दाखवली. आपोआप फिरणारे चक्र पाहताच त्याचे असंख्य उपयोग सुरू झाले. धान्य दळण्यासाठी पिठाची चक्की, सूत कातण्याचे चरखे, कापड विणण्याचे माग वगैरे मूलभूत गरजांपासून रुळावर धावणाऱ्या आगगाड्या आणि समुद्रात जाणारी जहाजे यांपर्यंत अनेक उपयुक्त कामांसाठी वाफेच्या इंजिनांचा वापर सुरू होऊन त्यामधून यंत्रयुग अवतरले.

पाणी उपसण्यासाठी आणि इतर द्रवपदार्थांना वाहते करण्यासाठी रेसिप्रोकेटिंग पंपांचा उपयोग होत राहिला आहेच. त्याशिवाय गरजेनुसार आणि सोयीसाठी पंपांच्या रचनेत आमूलाग्र फरक करून नवनवीन प्रकारचे पॉझिटिव्ह डिस्पेसमेंट पंप तयार केले गेले. पूर्वीपासून हातपंपाने पाणी उपसता येऊ लागले होते. जेम्स वॉटने वाफेच्या उपयोगाने पुढेमागे करणाऱ्या दांड्याला चाक जोडून त्याला फिरवणारे इंजिन तयार केले होते, पण इतर मार्गांनी चाक फिरवण्याची सोय झाल्यानंतर परिस्थिती आणखी बदलली. रेसिप्रोकेटिंग पंपाचा दांडा हाताने वर-खाली करण्यासाठी सोयीचा असला तरी त्याला फिरत्या चाकाबरोबर जोडण्यासाठी एक वेगळी यंत्रणा लागते. लहानशा आकाराच्या विजेच्या मोटारला जोडता येण्यासाठी या पंपाचा आकार लहान होत गेला आणि पिस्टनची लांबी लहान होत होत पिस्टनचा प्लंजर झाला. त्याशिवाय व्हेन पंप, गिअर पंप, स्क्रू पंप अशा प्रकारचे निरनिराळे पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप तयार केले गेले.

१. पिस्टन पंप किंवा प्लंजर पंप

हाताने दांडा वर-खाली करून जमिनीखालचे पाणी उपसण्याचे हँडपंप आजही पाहायला मिळतात. या पंपांमध्ये आपण दांडा खाली ढकलून पिस्टनने पाण्याला वर उचलतो तेव्हाच ते पाइपामधून वर येऊन पंपामधून बाहेर पडते. दांड्याला सोडून दिले की तो पिस्टनला खाली जाऊ देतो तेव्हा पाण्याचा पुरवठा थांबतो. अशा प्रकारे पाण्याचा पुरवठा आलटून-पालटून मिळत राहतो. असे थांबून थांबून पाणी येते आणि हळूहळू आपली बादली किंवा कळशी भरते. पंपाचा हा वर-खाली होणारा दांडा विजेवर चालणाऱ्या मोटारीला जोडायचा असला तर त्यातून अनेक समस्या निर्माण होतात. याचे कारण विजेवर चालणारी मोटार ठरावीक गतीने सतत फिरत असेल, पण त्याला जोडलेल्या दांड्याची वर-खाली होण्याची गती क्षणाक्षणाला बदलत राहील. अर्थातच त्यानुसार बाहेर ढकलल्या जाणाऱ्या पाण्याचा प्रवाह वाढत आणि घटत जाईल, तसेच तो आलटून-पालटून सुरू आणि बंद होत राहील आणि त्यासाठी लागणाऱ्या ऊर्जेचे प्रमाण सारखे बदलत जाईल. त्याबरोबर पंपाला लागणाऱ्या विजेचा प्रवाह कमी-अधिक होत राहील. या सगळ्या कारणांमुळे पंप झटके देत चालेल. अशा कारणांमुळे विहिरीमधून पाणी उपसण्यासाठी असा उपयोग केला जात नाही. त्यासाठी सोयीस्कर असा सेंट्रिफ्यूगल पंपच वापरला जातो. पण काही द्रवपदार्थांना जास्त दाब देऊन इंजेक्ट किंवा स्प्रे करण्यासाठी या प्रकारच्या पंपांचा उपयोग केला जातो.



आकृती ४.३

आकृती क्र. ४-३ मध्ये काही प्लंजर पंप आणि पिस्टन पंप दाखवले आहेत. प्लंजर पंपामध्ये एका क्रँकला एक प्लंजर जोडलेला असतो. मोटारला जोडलेली क्रँक गोल गोल फिरते तेव्हा तो प्लंजर स्टफिंगबॉक्समधून मागेपुढे जातो. तो पंपाच्या पोकळीत जातो तेव्हा तिथे असलेला द्रव डिस्चार्ज व्हॉल्व्हमधून वरच्या भागातल्या डिस्चार्ज पोर्टमधून बाहेर पडतो आणि जेव्हा प्लंजर मागे जातो तेव्हा खालच्या बाजूला असलेल्या

नळीमधला द्रव सक्शन व्हॉल्व्हद्वारा त्या पोकळीत येतो, अशा प्रकारे प्रत्येक स्ट्रोकमध्ये थोडा थोडा द्रवपदार्थ खालच्या सक्शन पोर्टमधून वरील डिस्चार्ज पोर्टमध्ये ढकलला जातो. डबल ॲक्टिंग प्लंजर पंपामध्ये त्या प्लंजरला एक पिस्टन जोडून अशी रचना केलेली असते की तो पिस्टन मागे येतानाही थोडा थोडा द्रवपदार्थ वर ढकलतो. यामुळे प्लंजरच्या प्रत्येक स्ट्रोकमध्ये दुप्पट द्रव डिस्चार्ज पोर्टमधून बाहेर ढकलला जातो.

डबल ॲक्टिंग पिस्टन पंपातून प्रत्येक स्ट्रोकमध्ये द्रवपदार्थ उपसले जात असले तरी त्याची गती सतत कमी-जास्त होत राहते. या प्रकारच्या पंपातून बाहेर पडणाऱ्या द्रवाचा दाब त्याच्या प्रवाहाला होणाऱ्या विरोधावर अवलंबून असतो. प्रवाह कमी झाला की दाब कमी होतो आणि वाढला की तोही वाढतो. तो एकसारखा ठेवण्यासाठी पिस्टन पंपातून निघणारा द्रव आधी एका ॲक्युम्युलेटर नावाच्या लहानशा बंद पात्रात सोडतात. या पात्रामध्ये बसवलेल्या ब्लॅडरचा लवचीक पडदा वर-खाली होऊ शकतो. द्रवाचा दाब वाढला की तो वर सरकून अधिक जागा करून देतो, त्यामुळे द्रवाचा दाब कमी होतो आणि पंपातून बाहेर पडणाऱ्या द्रवाचा दाब कमी होतो तेव्हा हा स्थितिस्थापक पडदा खाली येऊन त्या द्रवाला ढकलतो आणि त्यामुळे द्रवाचा दाब वाढतो. त्यामुळे पाइपातून पुढे जाणाऱ्या द्रवाची गती आणि दाब बराचसा स्थिर राहतो.

याशिवाय आणखी काही उपायांनी हा परिणाम साध्य केला जातो. विजेच्या मोटारला जोडलेल्या मल्टिसिलिंडर पंपाच्या एकाच समाईक दांड्याला अनेक छोटे छोटे सिलिंडर आणि पिस्टन जोडतात आणि चाक फिरवले की ते सारे पिस्टन मागे पुढे होऊन द्रवाचा प्रवाह निर्माण करतात. म्हणजे चाकाच्या एका फेरीमध्ये सात-आठ पिस्टन क्रमाक्रमाने द्रवाला बाहेर ढकलत असल्यामुळे त्यात एक प्रकारचे सातत्य निर्माण होते. एका मिनिटात अशा हजार-दोन हजार फेऱ्या होत असल्यामुळे त्या प्रवाहात किंवा दाबात होत असलेले चढउतार समजतसुद्धा नाहीत.

एका शाफ्टला अनेक पिस्टन जोडण्याच्या दोन वेगवेगळ्या तऱ्हा आहेत. पहिल्या प्रकारात स्वॅश प्लेट नावाच्या एका तबकडीला अनेक लहान लहान पिस्टन जोडलेले असतात आणि एकाच मोठ्या ब्लॉकमध्ये अनेक समांतर भोके पाडून त्यांच्यासाठी सिलिंडर बनवलेले असतात. शाफ्ट गोल गोल फिरू लागताच त्याला जोडलेला सिलिंडर ब्लॉकसुद्धा फिरतो. त्यातले पिस्टन मात्र फिरताफिरताच सिलिंडरमध्ये मागे-पुढे होत राहतात. त्यांची रचना अशा खुबीने केलेली असते की सिलिंडर ब्लॉकच्या पलीकडच्या बाजूच्या टोकाला केसिंगमध्ये ठेवलेल्या दोन पोर्टपैकी एका पोर्टमधून द्रव आत येत राहतो आणि दुसऱ्या पोर्टमधून तो बाहेर ढकलला जातो. या प्रकारच्या पंपांना ॲक्शियल पिस्टन पंप म्हणतात. त्यांमध्ये पुन्हा बेंट ॲक्सिस आणि स्ट्रेट ॲक्सिस असे दोन उपप्रकार आहेत. हायड्रॉलिक सिलिंडर किंवा मोटार चालवण्यासाठी लागणाऱ्या हायड्रॉलिक सिस्टिममध्ये अशा प्रकारचे पिस्टन पंप असतात.

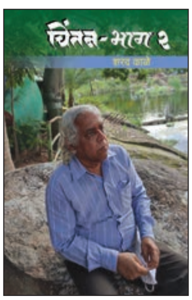
मल्टिसिलिंडर पंपांच्या दुसऱ्या प्रकाराला रेडियल पिस्टन पंप म्हणतात. छत्रीच्या काड्या ज्याप्रमाणे वर्तुळाच्या केंद्रापासून परिघाच्या दिशेने पसरलेल्या असतात, त्याप्रमाणे या पंपांमधले पिस्टन आणि सिलिंडर यांची रचना असते. सारे पिस्टन केंद्रभागी शाफ्टला जोडलेले असतात आणि शाफ्ट फिरू लागताच ते आपापल्या सिलिंडरमध्ये मागेपुढे करून पंपाचे काम करायला लागतात. त्यांनी बाहेर ढकललेला द्रव एकत्र गोळा करून पंपाच्या बाहेर जाणाऱ्या मार्गामध्ये ढकलण्यात येतो. अशा प्रकारचे पंप रसायने, औषधे वगैरेंच्या कारखान्यात वापरले जातात.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com

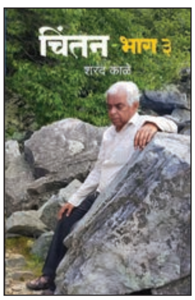
॥ग्रंथाली॥

शरद काळे यांची विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके

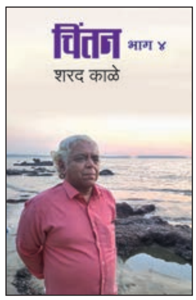
मूल्य ६०० रु.
सवलतीत ३५० रु.



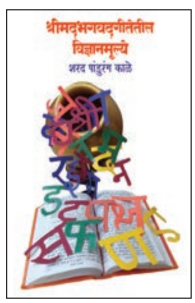
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



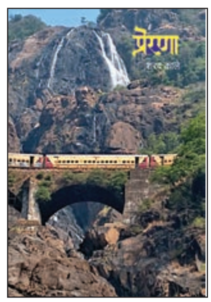
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



मूल्य ५०० रु.
सवलतीत ३०० रु.



मूल्य ४०० रु.
सवलतीत २५० रु.



मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.

डॉ. वसुधा जोशी

मनःस्वास्थ्य आणि आरोग्य

तुम्ही कधी अनुभवले आहे का की नोकरीसाठी इंटरव्ह्यूला जाताना किंवा पहिलेवहिले व्याख्यान (लेक्चर) देण्याच्या क्षणी घशाला कोरड पडणे, काहीही आठवत नाहीसे होणे किंवा घाम फुटणे अशासारख्या शारीरिक अवस्था घडताना? मला आठवते आहे माझ्या पहिल्या प्रेझेंटेशनच्या वेळी माझे पाय थरथरत होते. पायच थरथरत होते त्यामुळे कोणाला काहीच समजले नाही. एकदा बोलायला सुरुवात केल्यावर थरथर गायब झाली. एवढेच कशाला कुठे प्रवासाला जायचे असले तरी काही माणसे अस्वस्थ होतात. प्रवास सुरू झाल्यावर काही माणसांचा अस्वस्थपणा निघून जातो तर काही लोक पूर्ण प्रवासात अस्वस्थ असतात. असे का घडते? हे सगळे प्रकार घडतात त्याचे एकच कारण आहे. ते म्हणजे मनावर पडणारा दबाव म्हणजेच ताण (stress). हे सगळे तणाव सौम्य स्वरूपाचे आहेत. एखादा भयंकर अपघात पाहिला किंवा रक्तस्राव पाहिला तर काही माणसांच्या छातीत धडधडते, डोके गरगरायला लागते आणि चक्कर येते, रक्तदाबसुद्धा वाढतो. हे जे काही आपण पाहतो-अनुभवतो त्याचे कारण आहे स्ट्रेस म्हणजेच तणाव. या शरीराच्या नैसर्गिक प्रतिक्रिया आहेत. या तातपुरत्या किंवा दीर्घकालीन असू शकतात. त्या सौम्य, तातपुरत्या असतील तर त्या फायदेशीर असू शकतात. माणूस दक्ष (Alert) होतो. त्यामुळे मेंदू जागृत होऊन उत्तम कार्ये घडतात. पुष्कळ लोकांचा असा अनुभव आहे की तणावामुळे कामे जास्त चांगली आणि भराभर होतात. परंतु पुष्कळ वेळा या परिस्थितीचा शरीरावर, शरीरस्वास्थ्यावर नकारात्मक परिणाम होण्याची शक्यता जास्त असते. हे तणाव सर्वच माणसांना सारख्या प्रमाणात त्रासदायक असतात असे नाही. हे प्रत्येक माणसाच्या मानसिकतेवर, परिस्थितीवर, किंवा तणावाच्या स्वरूपावर अवलंबून आहे. म्हणजेच जेवढ्या व्यक्ती तेवढ्या प्रकृती हेच खरे!

नकारात्मक मानसिक स्वास्थ्य आणि आजार

संशोधनामधून हे स्पष्ट झाले आहे की नकारात्मक मानसिकता, तशीच स्वभाववैशिष्ट्ये आणि बिघडलेले मानसिक स्वास्थ्य याचा शरीरावर परिणाम होऊन आजार होतात किंवा आजाराचा धोका वाढतो. आयुष्यामध्ये घडणारी प्रत्येक घटना वाईटच आहे. आपल्याला त्याचा त्रासच होणार अशी भावना ज्यांची असते त्यांना भीती वाटत असते. भीती वाटेल अशा घटना त्यांच्या डोक्यात ठाण मांडून बसलेल्या असतात. त्यामुळे काहीतरी वाईटच घडणार आहे अशा समजुतीत ही मंडळी वावरत असतात. हीच नकारात्मक मानसिकता.

सकारात्मक मानसिक स्वास्थ्य आणि आजार

याउलट सकारात्मक विचार ज्याची व्याख्या करता येणे कठीण आहे. परंतु सतत आशावादी असणे, आत्मविश्वास असणे आणि पुढे सर्वकाही चांगलेच होणार असे विश्वासाने गृहीत मानणारी माणसे म्हणजे आशावादी व्यक्ती. अशा व्यक्ती नेहमी आनंदी असतात. या व्यक्तींचे आरोग्य उत्तम असते. त्या निर्व्यसनी, शारीरिक कामे, म्हणजे फक्त कष्टाची कामे असे नाही तर कोणतीही कामे करणाऱ्या, योग्य डाएट, पुरेशी झोप घेणाऱ्या असतात. अशा व्यक्तींना हृदयरोगाचा धोका कमी असतो. नेहमी आनंदी असणाऱ्या, सतत कामात व्यग्र असणाऱ्या व्यक्तींनाही हा धोका कमी असतो. अशा पेशंटना हृदयविकार असेल तरी तो लवकर बरा होतो आणि परत परत रुग्णालयात भरती करण्याची वेळ येत नाही किंवा त्यात घट होते. सर्वसाधारणपणे अशा व्यक्तींमध्ये आजारी पडण्याचे प्रमाण कमी आढळते.

तणावाचे प्रकार आणि परिणाम

तीव्र ताण : तीव्र ताण दोन प्रकारचे असू शकतात. तात्पुरता किंवा छोटा ताण/दडपण, जसे प्रेझेंटेशनच्या आधी पोटात कालवाकालव होणे. प्रवासाला जातानची अस्वस्थता, नवरा-बायकोचे लुटुपुटूचे भांडण इत्यादी. धरणीकंप, टेररिस्ट अटॅक यामुळे येणारा ताण तत्काळ आणि फार मोठा असतो. अशा प्रकारच्या दडपणाचे शरीरावर फार वाईट परिणाम होतात. तीव्र तणावाचा परिणाम रक्ताभिसरणावर होतो. काही वेळा कोलेस्टेरॉलचे प्रमाण वाढते. रक्तदाब वाढतो. अशा परिस्थितीत हार्ट ॲटॅक किंवा हृदयरोगाचा धोका वाढतो. त्याम ुळे ताण आणि त्याचे शरीरावर होणारे परिणाम या विषयात चालू असलेले संशोधन हृदयविकारासंबंधी असणे क्रमप्राप्तच आहे. मग तो ताण तीव्र असो किंवा दीर्घकालीन सौम्य असो.

दीर्घकालीन ताण

काही काही तणाव असे असतात की ते दीर्घ काळ टिकतात. दैनंदिन जीवनावर याचा परिणाम दिसू लागतो. अडथळे जाणवू लागतात. अशा प्रकारचे ताण शरीर आणि मन दोन्हीसाठी अपायकारक असतात. थकवा येणे, चिडचिड होणे, कामामधे लक्ष नसणे यामुळे दैनंदिन जीवन अवघड होते. अशावेळी तत्काळ उपाय म्हणून शरीर कार्टिसोलसारखे स्ट्रेस हार्मोन्स जास्त प्रमाणात निर्माण करते. त्याचाही शरीरावर वाईट परिणाम होतो. आणि शरीराच्या आणि मनाच्या बऱ्याच तक्रारींना तोंड द्यावे लागते. चिंता, मानसिक अस्वस्थता, पचनामध्ये अडथळे, डोकेदुखी, स्नायूंचे दुखणे, हृदयाचे आजार, उच्च रक्तदाब, झोप न येणे, वजन वाढणे इत्यादी आजार उद्‌भवतात. नैसर्गिक रोगप्रतिकारशक्ती कमी होते. त्यामुळे संसर्गजन्य आजाराची शक्यता वाढते. स्ट्रेस कमी करण्यासाठी काही लोक जास्त खाणे, धूम्रपान यांसारख्या वाईट सवयींच्या आहारी जातात. त्यामुळेही हृदयविकाराचा धोका वाढण्याची शक्यता असतेच.

शरीरस्वास्थ्यावर होणारे तणावाचे परिणाम आपण पाहिले. तणाव जितका जास्त वेळ राहील तेवढे त्याचे शरीरावर होणारे परिणाम भयानक असतात. तेव्हा तणावापासून मुक्त होणे शरीर स्वास्थ्यासाठी महत्त्वाचे आहे. तणावामुळे शारीरिक स्वास्थ्य बिघडते, हा बिघाड व त्याची तीव्रता प्रत्येक व्यक्तीच्या मानसिक स्वास्थ्यावर अवलंबून असते. सद्य:परिस्थिती अशी आहे की तणावाशिवाय जीवन म्हणजे कविकल्पना वाटावी इतके ते दुर्मिळ झाले आहे. याचाच परिणाम म्हणजे हृदयरोगात होत असलेली वाढ. जसे भेसळ, पेस्टिसाईड किंवा फर्टिलायझर वगैरेचे अंशविरहित अन्नधान्य मिळणे कठीण होत चालले आहे. याचाच परिणाम आहे कर्करोगाचे वाढते प्रमाण! अर्थात केवळ भेसळयुक्त अन्न हे एकच कारण कर्करोगाच्या वाढत्या प्रमाणाला कारणीभूत नाही. इतरही अनेक कारणे आहेत. तसेच हृदयरोगाच्या वाढत्या प्रमाणालाही अनेक कारणे आहेत. या विषयामधे जगात संशोधन चालू आहेच.

मानवी मेंदूचा जो भाग हालचालींवर नियंत्रण ठेवतो तोच भाग विचार आणि भावना यांच्या आखणीच्या जाळ्याला जोडलेला आहे आणि हाच भाग अनैच्छिक कार्ये जसे ब्लडप्रेशर, हृदयाचे ठोके यावरही नियंत्रण ठेवतो. याचा अर्थ असा लावता येतो की मानसिक स्वास्थ्य बिघडलेले असेल तर त्याचा परिणाम हृदयाच्या कामावर होणार. ज्यावेळी माणूस घाबरतो, जबरदस्त दडपण येते त्यावेळी छातीत धडधडणे, घाम फुटणे, चक्कर येणे हे प्रकार घडतात. याचाच अर्थ मानसिक स्वास्थ्य आणि हृदयाचे कार्य एकमेकावर अवलंबून आहेत. एका नाण्याच्या दोन बाजू आहेत असे म्हटले तर वावगे होणार नाही. एवढ्या त्या एकमेकात गुंतलेल्या आहेत. या विषयामध्ये अनेक संशोधकांनी, डॉक्टरांनी प्रयोग केले आहेत. या संशोधना द्वारे मिळालेल्या निष्कर्षानुसार २०२१मध्ये अमेरीकन हार्ट असोसिएशनने एक आढावा घेणारा लेख प्रसिद्ध केला. त्या लेखाद्वारे काही निष्कर्ष प्रसिद्ध केले. त्यानुसार निरोगीपणा म्हणजे केवळ कोणत्याही रोगाची लागण नसणे असे नाही तर ही अविरत चालू असलेली प्रक्रिया (active process) आहे. निरोगी, आनंदी आणि परिपूर्ण आयुष्य जगण्याची. त्यासाठी शारीरिक, मानसिक आणि भावनिक आरोग्य उत्तम असणे गरजेचे आहे. मानसिक आरोग्य ठीक नसेल तर हृदय रोगाचा धोका ४० टक्क्यांपर्यंत वाढू शकतो. मानसिक आरोग्य सुधारले तर हा धोका कमीही होऊ शकतो.

मानसिक अनारोग्य आणि जीवशास्त्रीय प्रक्रिया

मानसिक आरोग्य बिघडलेले असेल तर त्याचा परिणाम जीवशास्त्रीय प्रक्रियांवर होतो. या प्रक्रिया त्यांच्या नेहमीच्या पद्धतीने होत नाहीत. त्याच्या कार्यात अडथळे येतात. या क्रिया जास्त जलदपणे किंवा जास्त संथपणे घडतात. राग, सततचा रागीट स्वभाव याचा परिणाम प्लेटलेट वाढण्यावर होतो. प्लेटलेट वाढल्यामुळे त्यांच्या गुठळ्या तयार होतात, जळजळ वाढते. अर्थातच हृदयविकाराचा धोका वाढतो. चिंता, काळजी, डिप्रेशन, नकारात्मक विचार आणि आचार या सर्वांचा परिणाम अशा प्रकारे वेगवेगळ्या जीवशास्त्रीय प्रक्रियांवर होतो. त्यामुळे अयोग्य किंवा कमी-जास्त प्रमाणात आवश्यक घटकांची निर्मिती होते. याचा परिणाम म्हणजे शारीरिक संतुलन बिघडते. हृदयविकार, मधुमेह, उच्च रक्तदाब

या व अशा अनेक रोगांचा धोका किंवा तीव्रता वाढते.

अभ्यासावरून निघालेले निष्कर्ष

१. हृदयविकाराच्या रोग्यांना किंवा हृदयविकाराचा धोका असलेल्या रोग्यांचे मानसिक आरोग्य उत्तम असणे अत्यंत गरजेचे आहे.

२. मन, हृदय आणि शरीर हे एकमेकांमध्ये गुंतलेले आणि एकमेकांवर अवलंबून आहेत त्यामुळे त्यांना मन-हृदय-शरीर जोडणी म्हणून ओळखले जाते.

३. मानसिक स्वास्थ्य आणि हृदयविकार हे एकाच संघटनेचे सभासद आहेत असे म्हणण्याएवढे संशोधनाअंती निष्कर्ष निघालेले आहेत.

४. नवीन मिळत असलेल्या पुराव्यानुसार मानसिक आरोग्य आणि जीवशास्त्रीय प्रक्रिया यामध्ये दुवा किंवा जोडणी आहे असे भासू लागले आहे.

५. प्राप्त निष्कर्षावरून असे सुचीत होत आहे की हृदयविकार किंवा हृदयविकाराचा धोका कमी होण्यासाठी मानसिक आरोग्य सुधारले पाहिजे.

६. हृदयविकाराचे रोगी आणि हृदयविकाराचा धोका असलेले रोगी यांचे मूल्यांकन आणि व्यवस्थापन करताना मानसिक आरोग्याचा विचार करणे आवश्यक आहे.

मानसिक आरोग्य आणि उपाय

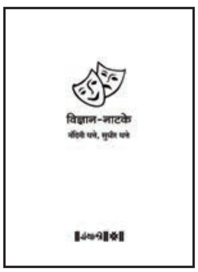
ध्यान किंवा चिंतन (Meditation)

अमेरिकन हार्ट असोसिएशन (AHA) यांनी २०१७मध्ये हृदयविकार आणि ध्यान किंवा चिंतन केल्याने होणारे फायदे या अभ्यासाचा आढावा घेतला. बऱ्याच प्रयोगशाळांमध्ये हा अभ्यास केला गेला. त्यातील सर्वच नाही परंतु काही प्रयोगशाळांमधील अभ्यासाअंती असे दिसून आले की ध्यान केल्यामुळे मानसिक अनारोग्यावर परिणाम होऊन मानसिक स्वास्थ्य सुधारते आहे. चिंता, नकारात्मक विचार, सिगरेट ओढणे, रक्तदाब, हृदयविकार आणि त्यामुळे मृत्यू या सर्वांमध्ये सकारात्मक बदल घडत आहेत. मृत्यूचे प्रमाणही घटते आहे. अर्थात हा प्राथमिक अभ्यास आहे. अजूनही जास्त पद्धतशीर अभ्यासाची आवश्यकता आहे.

हृदयविकार हा केवळ हृदयाचा आजार म्हणून त्याचे व्यवस्थापन न करता मन-हृदय-शरीर या जोडणीचा हृदय हा एक दुवा (घटक) आहे हा विचार केला पाहिजे. फक्त रोगावर उपाय न करता संपूर्ण रोगी माणसावर उपाय झाले पाहिजेत. जेवढा विचार रोगावर उपाय करताना केला जातो तेवढाच विचार आजारी व्यक्तीच्या मानसिक स्वास्थ्याचा होणे आवश्यक आहे. मन-हृदय-शरीर ही जोडणी आहे. या तीन पैकी कोणत्याही एका घटकामधे बिघाड झाला तर दुसरे दोन घटकही नादुरुस्त होतात. सर्वात महत्त्वाचे आहे ते मन:स्वास्थ्य किंवा मानसिक आरोग्य.

– डॉ. वसुधा जोशी
josudha47@gmail.com

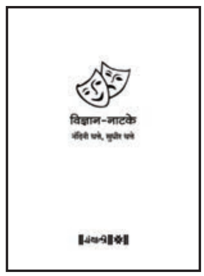
ग्रंथाली



विज्ञान-नाटके

नंदिनी थत्ते, सुधीर थत्ते

मूल्य १०० रुपये • सवलतीत ६० रुपये



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. स्वाती बापट

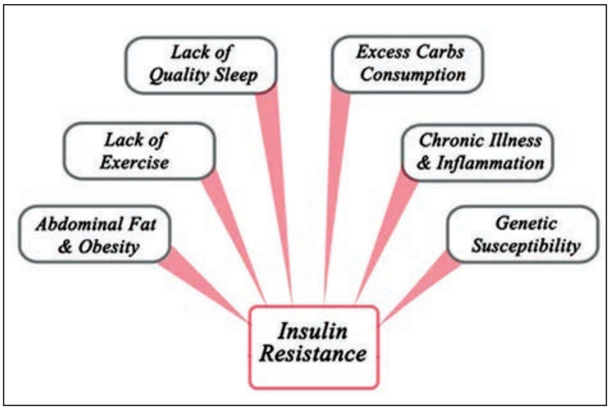
स्थूलत्व आणि मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम

आधुनिक वैद्यकशास्त्रानुसार स्थूलत्वाचे निदान कसे करावे, याबाबत माहिती आपण मागील दोन लेखांमधून जाणून घेतली. प्रथम आपण हे समजून घेतले की व्यक्तीचे वजन, उंची, कंबरेचा घेर, इत्यादी मापांवरून स्थूलत्वाचे निदान कसे करता येऊ शकते. शरीरातील कुठल्या भागांमधे चरबीची साठवणूक होते व ती कुठल्या प्रकारच्या चरबीमध्ये होते, यावर त्या व्यक्तीच्या शरीरामध्ये आरोग्य समस्या निर्माण होईल की नाही हे अवलंबून असते, हेही आपण पूर्वीच्या लेखांत पाहिले. त्यानंतर, स्थूलत्वाचे मूल्यमापन करण्यासाठी कोणकोणत्या अत्याधुनिक तपासण्या करण्यात येतात, हे आपण मागील महिन्याच्या लेखामध्ये बघितले. परंतु, शारीरिक मोजमापनाद्वारे अथवा शरीरातील चरबी मोजण्याच्या तपासण्यांमधून एखाद्या व्यक्तीच्या स्थूलत्वाचे निदान झाले, तरीही त्या व्यक्तीला Metabolic syndrome झाला आहे की नाही, हे मात्र केवळ या तपासण्यांच्या आधारे ठामपणे सांगता येत नाही.

मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम ही अतिशय गंभीर आरोग्यसमस्या समजली जाते. मागील काही लेखांमध्ये नमूद केल्याप्रमाणे केवळ स्थूलत्व ही आरोग्यसमस्या नसून स्थूलत्वामुळे व्यक्तीच्या आरोग्यावर झालेले दुष्परिणाम ही अधिक महत्त्वाची आरोग्यसमस्या आहे. त्यामुळेच, एखाद्या व्यक्तीला आरोग्याची समस्या आहे की नाही हे समजून घेण्यासाठी मेटॅबॉलिक सिन्ड्रोमचे निदान करणे अत्यावश्यक ठरते. स्थूलत्व हा मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमच्या अनेक घटकांपैकी एक घटक आहे. मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम झालेल्या व्यक्तीमध्ये हृदयरोग, उच्च रक्तदाब, टाइप-२ मधुमेह आणि पक्षाघात किंवा स्ट्रोक यासारखे गंभीर आजार होण्याची शक्यता खूपच जास्त असते. मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमच्या मुख्य घटकांमध्ये शरीराच्या मधल्या भागाचे स्थूलत्व (सेंट्रल ओबेसिटी), उच्च रक्तदाब, रक्तातील ट्रायग्लिसेराईडची वाढलेली पातळी, High density lipoprotein (HDL-C) यांची कमी झालेली पातळी व इन्सुलिनच्या कार्याला अवरोध (इन्सुलिन रेझिस्टन्स), यांचा समावेश असतो. त्यामुळे सर्व प्रौढ व्यक्तींमध्ये आणि विशेष करून सर्व वयोगटांतील स्थूल व्यक्तींमध्ये मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचा प्रादुर्भाव झालेला आहे की नाही, हे जाणून घेणे अत्यावश्यक ठरते. या लेखामध्ये आपण मेटॅबॉलिक सिन्ड्रोमबाबत सविस्तर माहिती घेणार आहोत.

एखाद्या व्यक्तीमध्ये मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम का होतो, याबाबत अनेक सिद्धांत मांडले गेले आहेत. शरीरामध्ये इन्सुलिनच्या कार्याला अवरोध (इन्सुलिन रेसिस्टन्स) निर्माण झाल्यामुळे, रक्तातील साखर नियंत्रित ठेवण्यासाठी नेहमीपेक्षा जास्त इन्सुलिनची गरज भासू लागते. त्यामुळे अधिकाधिक इन्सुलिन शरीरात स्रवते आणि शरीरातली इन्सुलिनची पातळी वाढत जाते. (हायपरइन्सुलिनेमिया) अन्नातून मिळालेल्या अतिरिक्त ऊर्जेचे चरबीमध्ये रूपांतर करून, त्या चरबीची शरीरामधे साठवण करणे हे इन्सुलिनचे कार्य आहे. म्हणूनच, इन्सुलिनची पातळी जसजशी वाढत जाते तसतशी पोटातील अवयवाभोवतीची अधिकाधिक चरबी, किंवा Visceral dipose Tissue (VT) साठत जाते. पोटामध्ये साठलेल्या अतिरिक्त चरबीमधून ट्युमर नेक्रोसिस फॅक्टर, लेप्टीन, एडीपोनेक्टीन, प्लाझमिनोजन ॲक्टिव्हेटर इनहिबिटर, व रेसिस्टीन यासारख्या प्रोइन्फ्लामटेरी सायटोकायनीन्सचे स्रवण होते आणि त्यामुळे इन्सुलिनच्या कार्याला अधिकाधिक अवरोध सुरू होतो. असे दुष्टचक्र सतत चालत राहिल्यामुळे मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम निर्माण होण्यास चालना मिळते. आपल्या शरीरामध्ये इन्सुलिनला प्रतिरोध किंवा इन्सुलिनच्या

कार्याला अवरोध होण्यामागे अनेक कारणे आहेत. त्यामध्ये मुख्यत्वेकरून शरीराच्या मध्यवर्ती भागामधे जास्त चरबी वाढणे (सेंट्रल ओबेसीटी) आणि शरीराच्या चलनवलनाचा अभाव किंवा निष्क्रियता ही दोन महत्त्वाची कारणे दिसून येतात. त्याचबरोबर काही आनुवंशिक / प्रो-जेनेटिक घटक, मेदयुक्त आणि स्वास्थ्यासाठी हानिकारक आहार, तंबाखूचा कोणत्याही स्वरूपात होणारा वापर, अती प्रमाणात मद्यपान, पर्यावरणातील काही बदल, तसेच मानसिक ताणतणाव, या प्रकारच्या जीवनशैलीशी निगडित गोष्टी कारणीभूत ठरतात. (आकृती क्रमांक-१) याव्यतिरिक्त मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमला कारणीभूत ठरणारे काही घटक हे गर्भावस्थेतील वातावरणाशी, मातेने सेवन केलेल्या आहाराशी, आणि त्या काळामध्ये असलेल्या तिच्या सर्वसाधारण स्वास्थ्याशीही निगडित आहेत.



इन्सुलिन रेसिस्टन्स निर्माण होण्याची कारणमीमांसा (आकृती १)

सर्वसाधारणपणे बघता, जगभरातील एकचतुर्थांश प्रौढ व्यक्तींमध्ये मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचा प्रादुर्भाव झालेला दिसून येतो. आपल्या देशामधे, मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमबाबत देशव्यापी चाचण्या आणि अभ्यास झालेला नसल्याने नेमकी आकडेवारी अजूनपर्यंत काढली गेलेली नाही. तरीही, वेगवेगळ्या ठिकाणी झालेल्या अभ्यासावरून असा ढोबळ अंदाज काढणे शक्य झाले आहे, की भारतीय प्रौढ व्यक्तीमधील मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे प्रमाण कमीत कमी २५ टक्के असू शकेल. काही संशोधनचाचण्यांमध्ये तर असेही आढळून आले आहे की किशोरवयीन मुला-मुलींमध्ये आणि सशस्त्र सैन्यदलांमधील व्यक्तींमध्ये मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे प्रमाण जास्त आहे. ही अत्यंत गंभीर बाब आहे. त्यामुळेच, वैयक्तिक आरोग्याच्या आणि सार्वजनिक आरोग्याच्या दृष्टीने, मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम किंवा Meta-S या आजाराचे निदान अत्यंत महत्त्वाचे ठरत आहे. या पार्श्वभूमीवर, ममेटाबॉलिक सिन्ड्रोमफ किंवा Meta-Sला प्रतिबंध करण्यासाठी आणि मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम झाल्यास त्यावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी देशपातळीवर अनेक उपाययोजना सुरू करण्यात आलेल्या आहेत. मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम होण्यासाठी कारणीभूत ठरणाऱ्या अनेक घटकांपैकी जे घटक अनुवंशतेशी निगडित (म्हणजे non-modifiable factors) असतात ते घटक बदलणे आपल्या हातात नसते. परंतु, इतर अनेक बदलता येण्याजोगे घटक (म्हणजे modifiable factors) जाणीवपूर्वक बदलणे आपल्या हातात असते. ओटीपोटातील व कंबरेभोवतीचे स्थूलत्व हा या सिन्ड्रोमचा मुख्य घटक समजला जातो. एखादी व्यक्ती सातत्याने आवश्यकतेपेक्षा जास्त कॅलरीजचा आहार घेत राहिली, तर शरीराच्या मध्यभागातील चरबी वाढण्याची शक्यता निर्माण होते. अशा व्यक्तीच्या जीवनशैलीमध्ये योग्य त्या सुधारणा करून स्थूलत्व आणि पर्यायाने मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम नियंत्रित करणे शक्य आहे.

मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम असलेल्या व्यक्तींमध्ये, इतर निरोगी व्यक्तींच्या मानाने अनेक प्रकारच्या आजारांचे प्रमाण जास्त असते. या रुग्णांमधे अथेरोस्क्लेरॉसिस होऊन (रक्तवाहिन्यांच्या आतील भिंतींवर पुटे चढल्यामुळे) शरीराच्या वेगवेगळ्या आणि महत्त्वाच्या अवयवांतील रक्तवाहिन्या बंद होण्याची शक्यता वाढते. त्यामुळे रक्तवाहिन्यांशी निगडित असलेल्या आजारांची संभावना वाढत जाते. मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम झालेल्या व्यक्तींमधे, सामान्य व्यक्तीपेक्षा हृदयरोगाचा धोका (Coronary artery disease) दोन ते तीन पट जास्त असतो. तसेच, या व्यक्तींमध्ये टाइप-२ मधुमेहाचा धोका, इतरांपेक्षा पाच पट जास्त असतो. बहुतांश मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमग्रस्त व्यक्तींमध्ये वरकरणी काही लक्षणे नसतात. त्यामुळे, आपल्याला काही आजार किंवा व्याधी आहे याची त्या व्यक्तींना कल्पनाच नसते. प्रत्येक वर्षी किमान एकदा तरी आरोग्याची संपूर्ण तपासणी करून घेण्याची पद्धत भारतीय समाजात सरसकटपणे अस्तित्वात नाही. त्यामुळेही मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे निदान लवकर होत नाही. वरकरणी निरोगी वाटणाऱ्या एखाद्या व्यक्तीच्या तपासण्या केल्या गेल्या आणि त्या तपासण्यांमधून मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे निदान झाले तरीदेखील, त्या व्यक्तीचे समुपदेशन योग्य प्रकारे होईलच याची खात्री नसते. दुर्दैवाने, एखादी गंभीर आरोग्यसमस्या अचानक उद्‌भवली, हृदयाची एखादी रक्तवाहिनी बंद होऊन हृदयरोगाचा त्रास सुरू झाला, अथवा मेंदूला रक्तपुरवठा करणारी एखादी रक्तवाहिनी बुजली जाऊन पक्षाघाताचा अटॅक आला, तरच बऱ्याचशा तपासण्या केल्या जातात. अशा परिस्थितीत त्या तपासण्यांद्वारे मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे निदान झाले तरीही फार उशीर झालेला

असतो व काही प्रमाणात शरीराचे नुकसान झालेलेच असते. म्हणूनच, मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमबाबत वेळीच योग्य माहिती घेऊन वैयक्तिक पातळीवर आपल्या आरोग्याबाबत सजग राहणे अत्यावश्यक आहे.

वेगवेगळ्या जगन्मान्य संस्थांनी निर्धारित केलेले निकष मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे निदान करण्यासाठी वापरले जातात. यामध्ये जागतिक आरोग्य संघटना (WHO) व इतर नामांकित संस्थांचा समावेश आहे. त्यापैकी, National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel-III (NCEP-TP-III) या संस्थेने आशियाई पुरुष व महिलांमधील मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे निदान करण्यासाठी सुचवलेल्या निकषांचे कोष्टक आकृती क्रमांक–२मध्ये पाहा.

NCEP-TP-III आकृती क्रमांक–२ मध्ये दाखवलेल्या पाच घटकांपैकी कोणतेही तीन घटक मर्यादेच्या बाहेर असल्यास त्या व्यक्तीमध्ये मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम आहे असे निदान करता येते.

मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे निदान करण्यासाठी रुग्ण उपाशीपोटी असताना त्याचे lipid profile आणि रक्तातील साखरेचे प्रमाण तपासणे आवश्यक असते. या तपासण्या करण्यासाठी रुग्णाला कमीत कमी बारा तास पाण्याव्यतिरिक्त काहीही न खाता–पिता उपाशी राहावे लागते. अशा शास्त्रोक्त पद्धतीने केलेल्या तपासण्याच वैद्यकीय निदानासाठी ग्राह्य धरल्या जातात. या तपासण्यांसोबतच Hb1C (म्हणजे ग्लायकोसायलेटेड हिमोग्लोबिन), लिव्हर व किडनीचे कार्य तपासण्यासाठीच्या चाचण्या, तसेच थायरॉईड ग्रंथीचे कार्य तपासण्याच्या चाचण्या करणे आवश्यक असते. स्थूलत्वामुळे लिव्हरमध्ये आणि लिव्हरच्या भोवती मेद साठून Non-alcoholic fatty liver disease (NFLD) होऊ शकतो. त्यामुळे पोटाची सोनोग्राफी करून लिव्हरची स्थिती तपासणे आवश्यक असते. NFLD झालेले असल्यास सुरुवातीच्या टप्प्यावर फारसा त्रास अथवा हानी होत नाही, पण NFLD वाढत गेल्यास मात्र लिव्हर सिरॉसिससारखा गंभीर आजार होऊ शकतो. मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे निदान झालेल्या, पण कुठलीही लक्षणे किंवा शारीरिक त्रास नसलेल्या रुग्णामध्येसुद्धा, therosclerotic cardiovascular disease (SCVD), असण्याची दाट शक्यता असते. त्यामुळे कोरोनरी कॅल्शियम स्कोअर ही तपासणी, ECG, 2D Echo आणि stress test या तपासण्या करण्याचा सल्ला वैद्यकीय व्यावसायिक देऊ शकतात. या तपासण्यांद्वारे हृदयाची कार्यक्षमता कळू शकते.

शरीरामधे इन्सुलिनच्या कार्याला अवरोध किंवा प्रतिबंध (इन्सुलिन रेझिस्टन्स), निर्माण झाल्यावरच मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम होतो, हे आधुनिक वैद्यकीय शास्त्रामध्ये सर्वमान्य झालेले आहे. एखाद्या व्यक्तीच्या शरीरामध्ये इन्सुलिन रेझिस्टन्स निर्माण होऊ लागतो तसतशी, त्या व्यक्तीच्या रक्तातील साखरेची पातळी नियंत्रणाखाली ठेवण्यासाठी इन्सुलिनची पातळी वाढत जाते. इन्सुलिनच्या वाढीव पातळीमुळे रक्तातील साखर नियंत्रित केली जाण्याच्या या क्रियेला Compensatory Hyperinsulinemia असे संबोधले जाते. (आकृती–३) Compensatory Hyperinsulinemia झालेल्या व्यक्तींमध्ये Fasting Blood Sugar Level (उपाशीपोटी तपासलेल्या रक्तातील साखरेची पातळी) 100 mg /dL पेक्षा कमी असते. परंतु शरीरातील इन्सुलिन रेझिस्टन्स अमर्यादितपणे वाढतच राहिला, तर इन्सुलिन सर्वोच्च पातळीवर पोचले तरीदेखील रक्तातील साखर नियंत्रित राहू शकत नाही. इन्सुलिन रेझिस्टन्स वाढत जाऊन एका विशिष्ट पातळीच्या वर जातो, त्यावेळेपासून पुढे Fasting Blood Sugar Level ही १०० mg /dLपेक्षा जास्त असल्याचे दिसून येते. अशा व्यक्तीमध्ये टाइप–२ मधुमेहाची सुरुवात झाली आहे असे मानले जाते. टाइप–२ मधुमेह बळावत जातो तसतशी पॅंक्रियाजमधील बीटा सेल्सची कार्यक्षमता कमी होते व रक्तातील इन्सुलिनची पातळी वाढू शकत नाही. अशा मधुमेहींना त्यांच्या रक्तातील साखर नियंत्रित

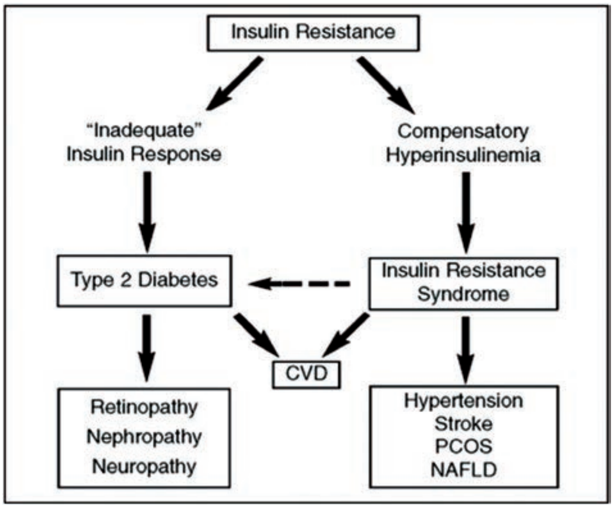
Criterion	Definition
Abdominal obesity	Waist circumference >90cms in males Waste circumference > 80cms in females
Hypertriglyceridemia	>150 mg/dL in both sexes
Low HDL-concentration	<40 mg/dL in males <50 mg/dL in females
High blood pressure	Blood pressure>= 130/85 mm of Hg or already requiring medication for control of hypertension
Hyperglycaemia	Fasting blood sugar level >=100/dL or already on sugar lowering medication

National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel-III (NCEP-ATP-III)

(आकृती क्रमांक–२)

ठेवण्यासाठी इन्सुलिनची इंजेक्शन घेण्याशिवाय पर्याय राहत नाही.

एखाद्या व्यक्तींमध्ये इन्सुलिन रेझिस्टन्सला सुरुवात झाली आहे की नाही हे तपासण्यासाठी, उपाशीपोटी रक्तातील साखर मोजण्याबरोबरच इन्सुलिनची पातळी (Serum fasting insulin level) मोजली तर ते जास्त श्रेयस्कर ठरते. त्यामुळे Compensatory Hyperinsulinemia होऊन रक्तातील साखर नियंत्रित ठेवली जाते आहे का, याबाबतही माहिती मिळू शकते. काही वर्षांपूर्वी fasting serum insulin ही तपासणी सरसकटपणे उपलब्ध नव्हती. आज सर्व छोट्या-मोठ्या शहरातील लॅबोरेटऱ्यांमध्ये ही तपासणी सहजी होते. रक्तातील साखरेची पातळी या गोष्टीवरच सगळे लक्ष केंद्रित करून आज वैद्यकीय उपचार केले जातात. प्रत्यक्षात, उपाशीपोटी इन्सुलिनची पातळी किती आहे, यावर अधिक लक्ष केंद्रित करणे आवश्यक आहे. इन्सुलिनची पातळी कमी असूनही रक्तातील साखर नियंत्रित राहत असेल, तर ते चांगलेच आहे. उपाशीपोटी तपासलेले इन्सुलिन 2 mIU/L



इन्सुलिन रेझिस्टन्स सिंड्रोम (आकृती ३)

ते २५ mIU/L च्या दरम्यान असावे, असे सर्वसाधारण लॅबोरेटऱ्या सांगतात. ते ६ mIU/L च्या आसपास असेल आणि रुग्णाच्या रक्तातली साखर औषधाविना नियंत्रित असेल, तर ते सर्वात उत्तम.

स्थूलत्वामुळे शरीर बेढब दिसते व अतिस्थूल व्यक्तीची समाजामध्ये थोडीफार कुचेष्टाही होत असते. त्यामुळेच, सर्वसाधारणतः प्रत्येक स्थूल व्यक्ती, आपले वजन कमी व्हावे व आपले बाह्यरूप आकर्षक दिसावे अशी तीव्र इच्छा मनोमन बाळगून असते. पण, स्थूलत्वाबरोबर येणाऱ्या मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमसारख्या गंभीर आरोग्यसमस्येबाबत या व्यक्ती अनभिज्ञ असतात. वजन कमी करण्याच्या उद्देशाने, स्थूल व्यक्ती आहारतज्ज्ञ, अथवा पर्सनल ट्रेनरकडे जातात, पण वैद्यकीय व्यावसायिकाचा सल्ला सहसा घ्यायला जात नाहीत. त्याचप्रमाणे, ज्या व्यक्ती स्थूल नाहीत व ज्यांना काहीही शारीरिक त्रास होत नसतो, अशा व्यक्ती सर्वसामान्यतः वार्षिक वैद्यकीय तपासण्या करून घेत नाहीत. असे असल्यामुळे मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमसारखी गंभीर आरोग्यसमस्येचे निदानच होऊ शकत नाही.

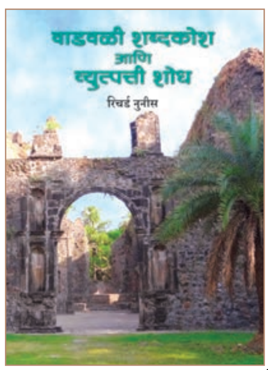
खरे पाहता, मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम न व्हावा यासाठी, प्रतिबंधात्मक पावले उचलण्यावर भर दिला गेला पाहिजे. असे केल्यास, हृदयरोगाची आणि रक्तवाहिन्यांशी संबधित व्याधींची जोखीम कमी करणे शक्य होईल. तसेच, मेटाबॉलिक सिन्ड्रोमचे वेळेवर निदान होणे, व त्या रुग्णांवर योग्य वेळी योग्य ते उपचार होणे आवश्यक असते. स्थूलत्व आणि मेटाबॉलिक सिन्ड्रोम या आरोग्यसमस्यांपासून स्वतःला दूर ठेवण्यासाठी जीवनशैलीत योग्य बदल करण्याबाबत आपण पुढील काही लेखांमध्ये चर्चा करूया.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

ग्रंथाली

ऊर्जापुराण
शशिकांत धारणे
मूल्य २०० रुपये
सवलतीत १२० रुपये

वाडवळी शब्दकोश आणि व्युत्पत्ती शोध
रिचर्ड नुनीस
मूल्य १००० रुपये
सवलतीत ६०० रुपये



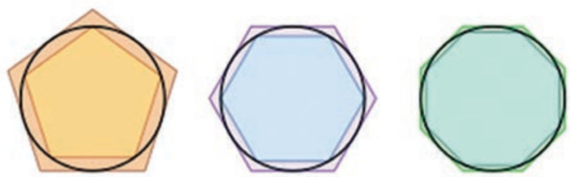
मेधा लिमये

पाय – एक वैशिष्ट्यपूर्ण संख्या

गणिताच्या इतिहासात संख्यांचा विकास रोचक आहेच, त्याचबरोबरीने विविध भौमितिक आकारांचा विकासही तितकाच रोचक आहे. सरळ रेषांचा उपयोग करून काढलेली रांगोळी किंवा चित्रे सममितीमुळे आकर्षक दिसतात; इतकेच नव्हे तर अनेक त्रिमितीय वस्तू बनवताना काटेकोर मापन करून सममिती साधली की वस्तू उत्तम बनते हे फार प्राचीन काळापासून माणसाने जाणले. यामुळेच दगडाच्या, मातीच्या, लाकडाच्या, धातूच्या वस्तू अधिकाधिक सुबक बनू लागल्या. सरळ रेषांबरोबरच वक्राकारांचे आकर्षक नमुने निसर्गात सतत पाहून त्यांचेही मानवाला आकर्षण वाटले. सिंधुसंस्कृतीतील नगरनियोजन, बांधकामे, मातीची नक्षीदार भांडी यांचे जे अवशेष सापडले त्यांमध्ये याचे पुरावे सापडले. पुढे तर वर्तुळाकार चाकाच्या शोधाने क्रांतीच घडली.

प्राचीन काळी शेताचे क्षेत्रफळ मोजण्यासाठी भूमितीचा वापर होऊ लागला तेव्हा आयताकृती शेताचे क्षेत्रफळ मोजणे सोपे होते पण वक्राकार सीमा असतील तर ते कसे मोजायचे हा प्रश्न सोडवण्यासाठी वर्तुळाचे चौरसात रूपांतर करण्याची कल्पना पुढे आली असावी. यातूनच वर्तुळाचे महत्त्वपूर्ण गुणधर्म समजू लागले. सपाट पृष्ठभागावर वर्तुळाचे रेखाटन करण्यासाठी दोरी व खुंटी यांचा उपयोग करून लहानमोठी वर्तुळे काढताना वर्तुळाचा एक महत्त्वपूर्ण गुणधर्म लक्षात आला, तो म्हणजे कोणत्याही वर्तुळात परीघ आणि व्यास यांचे गुणोत्तर स्थिर असते. आधुनिक काळात हेच गुणोत्तर पाय (π) या संख्येने दर्शवले जाते. या गुणोत्तराचे मूल्य ३ च्या जवळपास असल्याचे फार प्राचीन काळीच ज्ञात झाले होते. बायबलमध्येही तसा उल्लेख आढळतो. प्राचीन बॅबिलोनिअन संस्कृतीत ३.१२५ इतकी तर प्राचीन इजिप्शियन संस्कृतीत ही किंमत ३.१६०५ अशी काढली गेली.

भारताच्या संदर्भात सांगायचे झाल्यास प्राचीन जैन ग्रंथ सूर्यप्रज्ञप्तीमध्ये ही किंमत १० च्या वर्गमुळाइतकी मानली गेली होती. ब्रह्मगुप्त व इतर मध्ययुगीन गणितज्ञांनीही $\sqrt{१०}$ ही किंमत वापरली. शुल्बसूत्रांमध्ये (ख्रिस्तपूर्व ८०० – २००) पायची किंमत काढण्याचे प्रयत्न झाले. गार्हपत्य, आहवनीय आणि दक्षिणाग्नी या तीन महत्त्वपूर्ण अग्नींच्या अनुक्रमे वर्तुळाकार, चौरसाकार व अर्धवर्तुळाकार वेदींचे क्षेत्रफळ समान साधण्यासाठी चौरसाची बाजू व वर्तुळाची त्रिज्या यांचा परस्परसंबंध निश्चित करणे आवश्यक होते. ह्यासाठी शुल्बसूत्रांत वर्तुळाचे समक्षेत्र चौरसात रूपांतर करणे व चौरसाचे समक्षेत्र वर्तुळात रूपांतर करणे ह्या भौमितिक रचना विशद केल्या आहेत. मात्र ह्या रचना ढोबळ असून तेथे दिलेल्या सूत्रांचा उपयोग केल्यास पायची किंमत ३.००८, ३.००४, ३.०८८ अशी ३ पेक्षा थोडी जास्त येते.



आर्किमिडीज (ख्रिस्तपूर्व २८७–२१२) यांनी सैद्धांतिक पद्धतीने भूमितीच्या मदतीने या गुणोत्तराचे मूल्य शोधण्याचा यशस्वी प्रयत्न केला. त्यासाठी त्यांनी वर्तुळात अंतर्लिखित केलेला सुसम षट्कोन व त्या वर्तुळाला परिलिखित करणारा सुसम षट्कोन यांच्या परिघांमधील फरकाचा उपयोग केला. नंतर त्यांनी ९६ बाजू असलेली सुसम बहुभुजाकृती घेऊन पायची किंमत २२३/७१ व २२/७ या दोन अपूर्णांकांच्या दरम्यान असल्याचे दाखवून दिले.

आधुनिक काळात गणिताचा अभ्यास करताना सहाव्या-सातव्या इयत्तेपासून परिचयाची होणारी ही संख्या आहे. शालेय अभ्यासक्रमात वर्तुळाचे क्षेत्रफळ काढताना या संख्येची किंमत व्यवहारी अपूर्णांकात २२/७ किंवा दशांश अपूर्णांकात ३.१४ अशी दिलेली असते. परंतु ही या संख्येची अंदाजे किंमत आहे. तिची अचूक किंमत काढणे शक्य नाही कारण ही संख्या वास्तव असली तरी परिमेय नाही. ही संख्या अपरिमेय (irrational) असल्याचे अठराव्या शतकात फ्रेंच गणिती एच. लॅम्बर्ट यांनी सिद्ध केले.

या संख्येसाठी π या ग्रीक अक्षराचा उपयोग सर्वप्रथम विलियम जोन्स यांनी इ.स. १७०६मध्ये केला. परंतु नंतर ऑयलर यांनी इ.स. १७३७पासून या चिन्हाचा उपयोग मोठ्या प्रमाणावर सुरू केला व नंतर हे चिन्ह सर्वमान्य झाले. गणिताच्या इतिहासात काही कूटप्रश्नांनी वर्षानुवर्षे अभ्यासकांच्या बुद्धीला खाद्य पुरवले त्यापैकीच एक प्रश्न म्हणजे कंपास व सरळ पट्टी वापरून वर्तुळाशी समक्षेत्र असा चौरस काढणे. जर्मन गणिती लिंडेमान यांनी वर्तुळाचे समक्षेत्र चौरसात रूपांतर करणे अशक्य असल्याचे सिद्ध केले व पाय ही संख्या केवळ अपरिमेयच नव्हे तर बीजातीत किंवा अबैजिक (transcendental) असल्याचे त्यांनी एकोणिसाव्या शतकात सिद्ध केले.

भारतीयांचे योगदान

भारतीयांना अभिमान वाटावा असे काम पायची किंमत काढण्याच्या संदर्भात झाले आहे. ख्रिस्तपूर्व काळातील शुल्बसूत्रांचा उल्लेख याआधी झालाच आहे. पुढे आर्यभट या भारतीय गणिताचार्यांनी पाचव्या शतकात आपल्या आर्यभटीय या ग्रंथातील गणितपाद विभागात पायची चार दशांशस्थानांपर्यंत अचूक किंमत दिली. त्यांचा याबद्दलचा श्लोक असा आहे-

चतुरधिकं शतमष्टगुणं द्वाषष्टिस्तथा सहस्राणाम् ।
अयुतद्वयविष्कम्भस्य आसन्नो वृत्तपरिणाहः ।।

ज्या वर्तुळाचा व्यास २०००० (अयुतद्वय) असेल त्या वर्तुळाचा परीघ अंदाजे (१००+४) X ८ + ६२००० = ६२८३२ असतो, असा याचा अर्थ. यावरून पायची किंमत $\frac{६२८३२}{२००००}$ म्हणजे ३.१४१६ एवढी येते. ही त्या काळापर्यंतची सर्वोत्तम किंमत मानली जाते. विशेष उल्लेखनीय बाब म्हणजे ही किंमत आसन्न म्हणजे 'जवळची' असल्याचे त्यांनी नमूद केले. म्हणजेच पायची किंमत अशी अंदाजेच देता येणार याची त्यांना कल्पना असणार. बाराव्या शतकातील भास्कराचार्यांनी लीलावतीत हीच किंमत अतिसंक्षिप्त रूप देऊन $\frac{३९२७}{१२५०}$ अशी सांगितली. त्यांचा श्लोक असा आहे-

व्यासे भनन्दाग्निहते विभक्ते खबाणसूर्यैः परिधिस्तु सूक्ष्मः ।
द्वाविंशतिघ्ने विहृतेऽथ शैलैः स्थूलोऽथवा स्याद्व्यवहारयोग्यः ।।

येथे त्यांनी $\frac{३९२७}{१२५०}$ या किमतीला सूक्ष्म व $\frac{२२}{७}$ या किमतीला स्थूल अथवा व्यवहारयोग्य म्हटले आहे, हे उल्लेखनीय आहे.

चौदाव्या-पंधराव्या शतकात केरळच्या गणिती परंपरेत माधव, नीलकंठ, ज्येष्ठदेव या भारतीयांनी या संशोधनात अनंत श्रेणींचा उपयोग करून मोलाचे कार्य केले. माधवाचार्य यांनी पाय हे गुणोत्तर $\frac{२,८२७,४३३,३८८,२३३}{९००,०००,०००,०००}$ = ३.१४१५९२६५३५९ असे दाखवले.

माधवाचार्यांनी पायसाठी पुढील अनंत श्रेणीही शोधली.

π = ३ + ४ {(१/३³−३) - (१/५³−५) + (१/७³−७) - ...}

आणखी एक श्रेणी तंत्रसंग्रह या संस्कृत ग्रंथाच्या आधारे पुढीलप्रमाणे मिळते.

π = ४ − ४{१/३ − १/५ + १/७ − १/९ ...}

आधुनिक काळात ग्रेगरी आणि लाइबनिट्झ यांनी या श्रेणी नव्याने जगापुढे मांडल्या व त्यांवर अधिक संशोधन केले.

श्रीनिवास रामानुजन

श्रीनिवास रामानुजन यांनाही लहान वयापासूनच π बद्दल कमालीचे आकर्षण होते. त्यांनी πची किंमत काढण्यासाठी अनेक नवीन श्रेणी शोधून काढल्या. रामानुजन यांचे वैशिष्ट्य हे की त्यांची अनेक सूत्रे गणिती समस्येची उकल जलद गतीने करून देतात. पायच्या किम तीसाठी त्यांनी दिलेली श्रेणी अतिशय जलद असून तिच्यातील

पहिल्या पदात सहादशांश स्थळांपर्यंत किंमत मिळते व पुढे प्रत्येक पदामध्ये ८-८ दशांश स्थळांपर्यंत वाढत जाते. वर्तुळाचे चौरसीकरण करण्यासाठी त्यांनी दिलेल्या एका पद्धतीत ते लिहितात की जर $९^{२} + (१९^{२}/२२)$ या संख्येचे चतुर्थमूळ काढले तर ते पायच्या किमतीशी १३ दशांश स्थानांपर्यंत अचूक जुळते.

पायचे आकर्षण एवढे आहे, की पायच्या दशांश अपूर्णांक विस्तारातील अंकांच्या संख्येइतकी अक्षरे वापरून वाक्ये, कविता रचण्याचे प्रयत्नही केले जातात. मायकेल कीथ या कवीने १९९६ साली अमेरिकन कवी एडगर एलन पो यांच्या 'द रॅव्हेन' या कवितेत थोडे बदल करून पायची ७२० दशांश स्थानांपर्यंत किंमत मिळेल अशी कविता रचली. विशेष म्हणजे आपल्याकडेही एका संस्कृत श्लोकात वरवर पाहता कृष्णाचे व शंकराचे वर्णन असले तरी पूर्वी प्रचलित असलेल्या संख्यालेखनाच्या कटपयादी पद्धतीप्रमाणे श्लोकातील प्रत्येक अक्षराला अंकातील किंमत दिल्यास पायची ३१ दशांशस्थानांपर्यंत किंमत मिळते असे आढळते. तो श्लोक असा आहे -

गोपीभाग्यमधुव्रात शृङ्गिशोदधिसन्धिग।
खलजीवितखाताव गलहालारसन्धर।।

यातील गो हे अक्षर ३ हा अंक दाखवते व पुढील अक्षरे अनुक्रमे १४१५९२६५... असे ३१ अंक दाखवतात. त्यामुळे हा श्लोक π/१० ची किंमत सांगतो असेही म्हणतात.

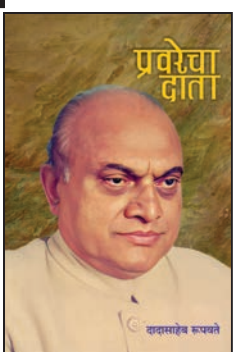
पाय या संख्येच्या गणित, भौतिकशास्त्र, संख्याशास्त्र, खगोलशास्त्र, अभियांत्रिकी अशा विविध शाखांमध्ये असलेल्या उपयुक्ततेमुळे विज्ञान-तंत्रज्ञानाच्या जवळजवळ प्रत्येक शाखेत काम करणारे सर्व जणच π चे महत्त्व जाणतात. पायची अचूकतेच्या अधिकाधिक जवळ जाणारी किंमत सध्याच्या प्रगत संगणकांच्या मदतीने लक्षावधी दशांश स्थानांपर्यंत काढण्यात यश आले आहे. परंतु २२/७ किंवा ३.१४ या दोन संख्या तिची अंदाजे किंमत देत असल्या तरी दैनंदिन व्यवहारासाठी या किंमती उपयुक्त आहेत म्हणून या संख्यांना महत्त्व प्राप्त झाले. त्यामुळेच अमेरिकन भौतिकशास्त्रज्ञ लॅरी शॉ यांना या संख्येच्या सन्मानार्थ १४ मार्च हा दिवस पाय-दिन म्हणून साजरा करावा असे वाटले आणि १९८८ या वर्षी त्यांनी सॅनफ्रान्सिस्को येथे सर्वप्रथम हा दिवस साजरा केला. आता जगातील अनेक देश पाय दिन साजरा करतात. शाळा-कॉलेजांमध्ये हा दिवस π च्या ऐतिहासिक महत्त्वाबद्दल परिसंवाद, चर्चासत्रे, व्याख्याने, प्रदर्शने, स्पर्धा अशा विविध कार्यक्रमांद्वारे साजरा होतो.

२२ जुलै या दिवसाला सुद्धा Pi Approximation Day असे संबोधले जाते. कारण या संख्येची किंमत व्यवहारी अपूर्णांकात २२/७ असते. भारतात काही शाळा व महाविद्यालये हा दिन साजरा करतात. अमेरिकन लोक दिनांक लिहिताना महिना/दिनांक ही पद्धत वापरतात, त्यामुळे १४ मार्च (३-१४) हा दिवस तेथे निवडला गेला. भारतात २२-७ म्हणजे २२ जुलै या दिवशी पाय-दिन साजरा करणे योग्य आहे कारण आपल्या दिनांकलेखन पद्धतीप्रमाणे ३-१४ हा दिवस येत नाही.

एखाद्या असामान्य व्यक्तीची किंवा ऐतिहासिक महत्त्वाच्या घटनेची आठवण आपण विशिष्ट दिवशी करतो. कारण भूतकाळातील कर्तृत्ववान माणसांच्या व घटनांच्या स्मरणाने वर्तमानातील माणसांना प्रेरणा मिळते, बोध घेता येतो. मात्र एखाद्या संकल्पनेच्या सन्मानार्थ एखादा दिन जाणीवपूर्वक साजरा करण्याचे प्रमाण कमी आहे. गणितातील पायला मात्र हे भाग्य लाभले आहे.

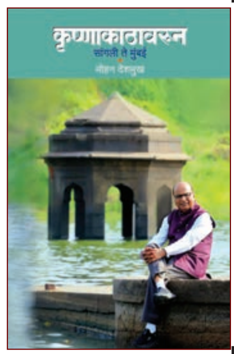
- डॉ. मेधा श्री. लिमये
medhalimaye@gmail.com

ग्रंथाली



प्रवरेचा दाता
दादासाहेब रूपवते
मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत २०० रुपये

कृष्णाकाठवरून
सांगली ते मुंबई
मोहन देशमुख
मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये



कविता

एकच दुर्बीण

एकच दुर्बीण द्या मज आणुनी
वळवून ठेवीन ती आकाशी
ग्रहगोलांना डोळा पाहू
पाहू तारे नक्षत्रे राशी

एकच दुर्बीण द्या मजलागी
भेदून पाहण्या त्या अवकाशी
गूढ उकलण्या, जगा सांगण्या
विज्ञानाच्या लख्ख प्रकाशी

जमवून हौशी साथी सारे
खगोलप्रेमी करुनि गोळा
गैरसमजुती हाणून पाडू
दुर्बिणीला भिडवुनि डोळा

नवज्ञानाची उघडू दारे
अभ्यासूनि विश्व पसारा
शोधून काढू नवीन काही
अंधश्रद्धेला न देऊ थारा
एकच दुर्बीण अशी हवी मज
आणील विश्वामध्ये शांती
ब्रह्मांडाला कवेत घेईल
मिटवून टाकील भेदाच्या भिंती

खगोलप्रेमी बाबा सुतार
babasutar@rediffmail.com

कृबु युग आले हो!

विज्ञानाने घेतली गती
क्रांतीचे पाऊल पडले हो!
तंत्राने केली प्रगती
कृबुयुग आले हो!

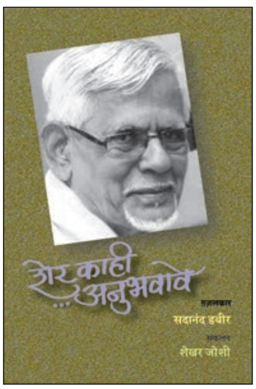
निघून गेला तोंडचा घास
यंत्राने खो दिले हो!
निरंक झाले तरुण हात
कृबु युग आले हो!

मानवरहित क्षितिजावरी
उगेल कुशल उषः हो!
हाती लागेल नवे किरण
कृबु युग आले हो!

हुशार चपळ झाला जरी
मानवापेक्षा मोठा नाही तो!
कुबुला शिकणे बाकी तरी
कृबु युग आले हो!

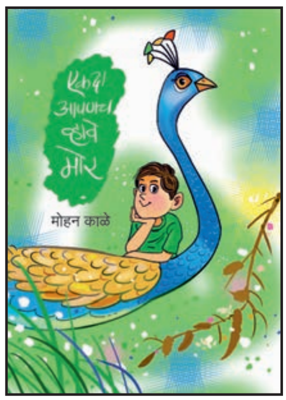
राघवेंद्र गीता वंजारी
rvanjari02@gmail.com

ग्रंथाली



शेर काही अनुभवावे
गजलकार
सदानंद डबीर
संकलन
शेखर जोशी
मूल्य १५० रुपये
सवलतीत १०० रुपये

एकदा आपणच व्हावे मोर
मोहन काळे
मूल्य १२५ रुपये
सवलतीत ८० रुपये



वर्षा केळकर

बुरशींविषयी काही...

बुरशी (Fungi) म्हटले की डॉक्टरांना त्यामुळे होणारे रोग डोळ्यांसमोर येतात तर सूक्ष्मजीवशास्त्रज्ञांना पेनिसिलीनचा शोध लावणाऱ्या Alexander Fleming, तसेच fermentation (म्हणजेच किण्वन) करून बनवलेल्या अन्नपदार्थांची- वाईन, चीज, ब्रेड, सोया सॉस, साके, मशरूम इत्यादीची आठवण होते. पण ह्या बुरशी/कवकांचे प्रकार तरी किती आहेत? ते कोठे आढळतात? ते सूक्ष्म असतात की डोळ्यांना दिसू शकतात? जैवतंत्रज्ञानामध्ये किंवा नवीन औषधांमध्ये/ प्रसाधनांमध्ये त्यांचे काही योगदान आहे का? आपल्या भोवतालच्या परिस्थितीबद्दल ही बुरशी काही सांगू शकते का? पृथ्वीवर ती कधीपासून आहे, ह्या आणि अशा सर्व प्रश्नांची उत्तरे शोधत आज आपण कवकांच्या जगात जाणार आहोत.

बुरशी आपण अनेक ठिकाणी पाहतो. ब्रेड, पोळी, लोणची, जास्त काळ दमट हवेत राहिले तर हिरवे-काळे होतात आणि मग टाकून द्यायला लागतात ते ह्याचमुळे. पावसाळ्यत मुंबईसारख्या ठिकाणी तर भिंतींना, कपड्याने, Aच्या filters/ vents मध्ये, लाकडी वस्तूंनापण ही पांढरी, हिरवी, काळी बुरशी धरते. Single cell म्हणून वाढणारे यीस्ट (yeast) वगळता, बहुतेक बुरशी धाग्यासारखी तंतूमय असते किंवा मशरूमसारखी असते. मायसेलियमचा/ ह्या तंतूंचा आकार व विस्तार काही मायक्रोमेटरपासून काही चौरस किलोमीटर एवढा असू शकतो.

निसर्गात बुरशी decomposition आणि nutrient recycle करण्याची प्रमुख भूमिका बजावतात, ज्यामुळे इतर जीवांना पोषक द्रव्यांचा पुरवठा मिळून त्या वातावरणात वाढणे शक्य होते. आपल्याला सध्या ज्ञात असलेल्या कोट्यवधी बुरशीजन्य प्रजाती आहेत, त्यापैकी काही शे मात्र अनेक प्राणी, वनस्पतींच्या रोगांसाठी कारणीभूत आहेत.

काही दिवसांपूर्वीच आपण मध्यप्रदेशमधील बांधवगड राष्ट्रीय उद्यानात २९ ते ३१ ऑक्टोबर दरम्यान १३ हत्तींच्या कळपातील १० हत्तींच्या मृत्यूची बातमी वाचली असेल. पर्यावरणप्रेमींमध्ये ह्यामुळे चिंतेचे वातावरण पसरले व मृत्यूचे कारण शोधण्याची धडपड सुरू झाली. शोधाअंती समजले की बुरशीची लागण झालेली कोद्रा भरड-धान्य खाल्ल्याने हत्तींचा मृत्यू झाला असावा. ह्या भरड धान्यावर आलेली बुरशी एक प्रकारचे टॉक्सिन बनवते. हत्तीची घ्राणेन्द्रिये तीक्ष्ण आली तरी ह्या टॉक्सिनना वास नसल्यामुळे त्यांनी ते दूषित धान्य खाल्लेले असावे.

कोव्हिडच्या काळात मुकर्मयकॉसिस ह्या बुरशीमुळे होणाऱ्या भयंकर आजाराने अनेक जण दगावले. परंतु मित्रहो, ह्या बुरशीबद्दल फार घाबरून जाऊ नका. ह्या बुरशीच्या काही प्रकारामुळेच आपले अस्तित्व टिकून आहे. पृथ्वीवर जीवसृष्टीचा बुरशीमुळे विस्तार झाला असे म्हटले तर वावगे ठरणार नाही. पृथ्वीच्या परिसंस्थेचा बुरशी हा अविभाज्य भाग आहे. निसर्गाचे प्राथमिक विघटक म्हणून काम करणारी बुरशी अनेक पोषक घटकांचे विघटन व पुनर्वापर करण्यास मदत करते. बुरशीच्या इतिहासाविषयी आपण थोडे जाणून घेऊ. सुमारे एक अब्ज वर्षांपूर्वी ह्या ग्रहावर प्रस्थापित झालेली

बुरशी पृथ्वीच्या इतिहासाची साक्षीदार आहे. जीवाश्मनोंदीमध्ये सापडलेल्या बुरशीच्या सर्वात प्राचीन खुणा सुमारे ६०० दशलक्ष वर्षांपूर्वीच्या आहेत. ह्यामुळे आपल्याला त्यांच्या अस्तित्वाची आणि उत्क्रांतीची एक अनोखी झलक मिळते. उत्क्रांतीच्या काळातील वनस्पतींशी सहजीवी संबंध प्रस्थापित करून बुरश्यांनी ह्या वसुंधररेवरच्या हिरव्यागार आणि वैविध्यपूर्ण वातावरणाचा पाया घातला. या मायकोरायझल बुरशीने नवोदित वनस्पतींना पोषक द्रव्ये शोषून घेण्यास तर मदत केलीच तसेच त्यांच्या मुळांना आधार देऊन उजाड असलेल्या पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर परिवर्तन घडवून आणले.

मायकोरायझल असोसिएशनमध्ये, बुरशी यजमान वनस्पतीच्या मुळांजवळ/मुळांमध्ये वसाहत करते. माती सुपीक होण्याचा हा एक महत्त्वाचा घटक आहे. मायकोरायझा बहुतेक वनस्पती प्रजातींच्या मुळांशी परस्परसंबंध तयार करतात. फार थोड्या वनस्पती- मायकोरायझाचा अभ्यास झाला असला तरी अभ्यासामधील ९५% वनस्पती- मायकोरायझल असतात, हे दिसून आले आहे. ही परस्परावर अवलंबून असलेली संघटना बुरशीला आयती कर्बोदके मिळून देते तर सभोवताली पसरलेल्या अनेक किलोमीटर लांब बुरशीच्या मायसेलियम झाडांना पाणी, खनिज आणि पोषकद्रव्ये सहज शोषून घेण्यास मदत करते. शाश्वत शेती पद्धती सुधारण्यासाठी या बुरश्यांचे व्यवस्थापन अत्यंत महत्त्वाचे ठरू शकते.

आपल्या पृथ्वीवरील सर्वात मोठे सजीव म्हटले तर तो देवमासा नसून एका बुरशी आहे. Armillaria ostoyae ही महाकाय बुरशी ओरेगॉनच्या जंगलात साधारण ८.९ चौरस किलोमीटर (१६६५ football grounds एवढी) पसरलेली आहे आणि अंदाजे ८६५० वर्षे जुनी असून आणि अजूनही वाढतच आहे. मशरूम प्रकारच्या बुरशीच्या २०,००० हून अधिक प्रजाती आहेत आणि त्यांच्या छत्रीचा आकार काही मिलीमीटरपासून एक मीटरपर्यंत असू शकतो.

Mycorrhizae

Lichens

आपण जंगलात कधी फिरायला गेलो की झाडावर, दगडांवर उगवलेले ग्रे-ग्रीन शेवाळे दिसते. त्या केवळ शेवाळे नसून 'लाइकेन' प्रकारात मोडणारा एक शैवाल- बुरशी सहजीवनाचा समुदाय असतो. ते जगभरात, विविध पर्यावरणा मध्ये आढळतात. लाईकेन विविध पृष्ठभागांवर वसाहत करू शकतात. बऱ्याचदा झाडाच्या खोडांवर, फांदीवर, खडकावर इत्यादी ठिकाणी आढळतात. Biological soil crust चा त्या एक अविभाज्य भाग आहेत. आपल्या स्वयंपाकात वापरत असलेल्या गोडा मसालामध्ये वापरलेले दगडी फुले म्हणजेच हे lichen. त्याला एक विशिष्ट चव असते. ज्यामुळे मसाला, बिर्याणीला खास स्वाद येतो. हे लिचेन्स, उत्तर ध्रुवाकडील पर्वतरांगांमध्ये आढळणाऱ्या कॅरिबू, हरीण, रेनडिअरच्या अन्नाचा दोन तृतीयांश भाग असते.

बुरशीच्या जात-कुळातले अनेक सदस्य, अंधाऱ्या/ गडद आणि ओलसर वातावरणत वाढतात. मृत वनस्पती, प्राण्यांचे विघटन ते अतिशय शिताफीने करतात. हे करत असताना त्यांना बाकीच्या जिवाणूंना दूर ठेवावे लागते व त्यासाठी ते जे secondary metabolites बनवतात त्या आपल्यासाठी अमृतासमान असतात.

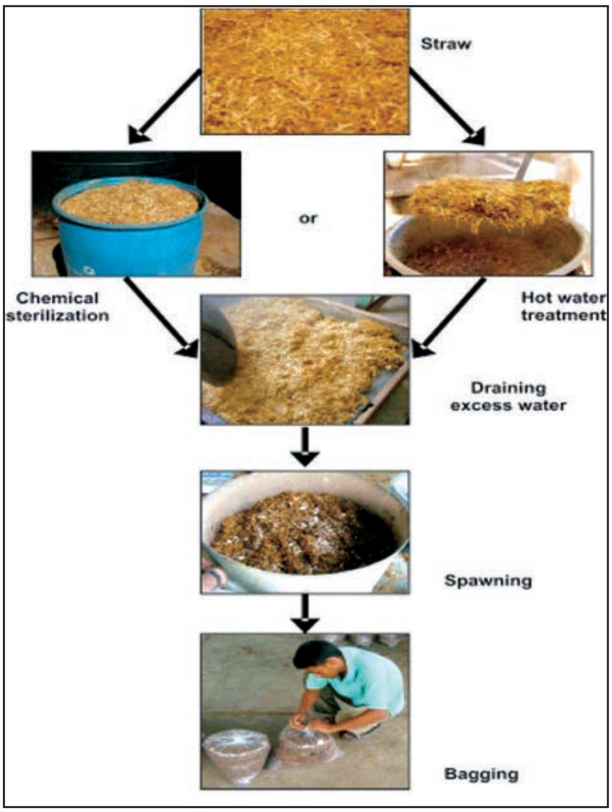
बुरशीच्या ह्याच secondary metabolite प्रॉडक्शनवर आधारित अनेक महत्त्वाचे उद्योग व्यवसाय जगभर उभे आहेत आहे. ह्या secondary metabolites मध्ये अँटिबायोटिक्स (पेनिसिलिन, सेफलोस्पोरिन) म्हणजेच प्रतिजैविकांचा समावेश आहे. Red Biotechnology ही जैवतंत्रज्ञानाची शाखा ह्या बुरशीच्या खांद्यावर उभी आहे असे म्हटले तर वावगे ठरणार नाही.

एकविसाव्या शतकाच्या प्रारंभी, औषध म्हणून वापरात येणाऱ्या २० उत्पादनांपैकी १०पेक्षा जास्त उत्पादनांचा

बुरशी हाच स्रोत आहे, ह्यामध्ये प्रतिजैविकांखेरीज Mycophenolic acid, Mizoribine, Cyclosporin आदी प्रभावी immunosuppressants ह्याच बुरशीपासून वेगळे केले गेले आहेत. प्रत्यारोपणाचे rejection रोखण्यासाठी ह्याचा वापर केला जातो.

केवळ ह्या Immunosuppressant च्या उत्पादनाची वार्षिक उलाढाल १ अब्ज डॉलरपेक्षा जास्त आहे. रक्तातील वाढत असलेल्या Cholesterol च्या 'बागुलबुवा' बद्दल आपण सर्व ज्ञात आहोतच. ते कमी करण्यासाठी वापरत असलेले statin सुद्धा Penicillium citrinum नावाच्या बुरशीपासून प्रथम isolate केले होते. Monascus ruber नामक बुरशीपासून मिळालेले lovastatin एफडीएची मान्यता मिळालेले पहिले स्टॅटिन बनले. (https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10296638/).

औषधांव्यतिरिक्त मश्रूम नावाचे एक कवक जेवणामध्ये वापरले जाते. आपण सर्वांनी कधीतरी वापरली नाही तरी पाहिली असतीलच. प्रथिनांचा एक अग्रेसर स्रोत मानला जात आहे. Mushroom cultivation हा सध्या हा एक फायदेशीर कृषी व्यवसाय म्हणून उदयास आला आहे जो कमी गुंतवणूक आणि जागेसह सुरू करता येतो. भारतात मश्रूमची लागवड हळूहळू अनेक लोकांच्या उत्पन्नाचे पर्यायी साधन बनत



आहे. चीन, अमेरिका, इटली आणि नेदरलँड्स हे मश्रूमचे प्रमुख उत्पादक असून, भारतात उत्तर प्रदेश मश्रूमउत्पादनात अव्वल आहे. त्याखालोखाल त्रिपुरा आणि केरळचा क्रमांक लागतो. महाराष्ट्रात ही आता हळूहळू हा व्यवसाय आपला जम बसवीत आहे.

जगभरात खाण्यासाठी अनेक प्रकारचे मश्रूम सध्या बाजारात उपलब्ध आहेत ह्यामध्ये Button mushroom, oyster mushroom, paddy straw mushroom ह्यांचा प्रामुख्याने वापर होतो.

'ट्रफल' नावाची एक भूमिगत उगवणारी बुरशी, तर एक अतिशय खास व महाग खाद्यपदार्थांच्या यादीत गणला जातो. ट्रफल उद्योग हा फ्रान्समधील एक महत्त्वाची इंडस्ट्री आहे. मुख्य फ्रेंच ट्रफल मैदाने फ्रान्सच्या दक्षिणेकडे विशेषत: आढळतात. फ्रान्समध्ये सर्वत्र ट्रफल गोळा केली जात असली तरी पेरिगॉर्ड आणि प्रोव्हेन्स-आल्प्स-कोट डी'अजूरच्या भागात मिळणाऱ्या ट्रफलना खास चव असते व त्यांना चढा भाव मिळतो. फ्रेंच सरकारने बऱ्याच मोठ्या आणि ओसाड प्रदेशांमध्ये ओक झाडाची लागवड करून उत्कृष्ट ट्रफलप्रदेश निर्माण केला आहे.

Black truffles, White truffles

ट्रफलना वास नसल्याने व ती जमिनीखाली उगवत असल्याने तरबेज लोकांनाच ती जंगलात कुठे आहेत हे कळू शकते. कधी कधी कुत्र्यांच्या साह्याने त्यांचा शोध घेतला जातो. उत्तम प्रतीच्या ट्रफलची किंमत साधारण ३०००० - ६०००० रुपये प्रति किलो एवढी असते. ही मश्रूम प्रथिनांचा एक उत्तम source आहेत. ९० ग्रॅम मश्रूममध्ये २१ कॅलरी असतात, कर्बोदकांचे व प्रथिनांचे प्रमाण साधारण ३ ग्रॅम प्रत्येकी, तंतू १ ग्रॅम असून ३३% ड जीवनसत्त्व असते. त्याचप्रमाणे Selenium, Phosphorus, Folate चा पण ते एक चांगला source आहेत. विघटकाच्या भूमिकेपासून पंचतारांकित हॉटेलच्या मेनू मध्ये स्थान मिळवण्यापर्यंत; अनेक प्राणघातक रोगांचे कारण असण्यापासून, कर्करोग, अवयव प्रत्यारोपणास मदत करणाऱ्या औषधांचा स्रोत असण्यापर्यंत, हे सूक्ष्मजीव आपल्या जीवनाचा समतोल राखत आहेत. कोण जाणे हीच बुरशी एक दिवस प्लास्टिकच्या बागुलबुवापासून आपल्याला मुक्त करील!

– वर्षा केळकर
varshakelkar@hotmail.com

॥ग्रंथाली॥

शरद काळे यांची दोन पुस्तके

Almitra Patel
Waste Warrior

मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

अवघड वळणाच्या खडतर वाटेवर
अल्मिता पटेल
(पर्यावरणासाठी जीवन समर्पित केलेली विदुषी)

मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

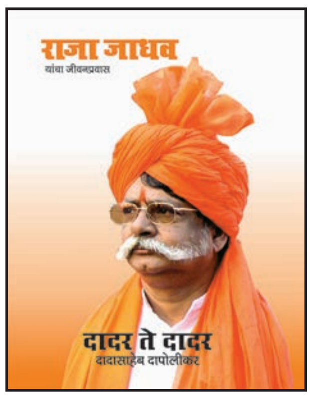
हा ध्यास जीवनाचा
शिल्पगंधर्व सदाशिव साठे यांचे आत्मकथन

सहलेखन-शब्दांकन
सतीश कान्हेरे

मूल्य ७५० रुपये
सवलतीत ४५० रुपये

राजा जाधव
यांचा जीवनप्रवास
दादर ते दादर
दादासाहेब दापोलीकर

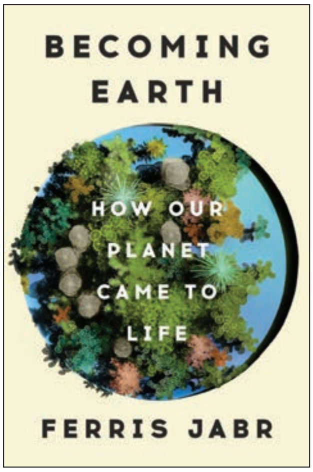
मूल्य ७५० रुपये
सवलतीत ४५० रुपये



नीला चांदोरकर

बिकमिंग अर्थ
हाऊ अवर प्लॅनेट केम टू लाइफ : फेरिस जेबर

पृथ्वी आपल्या ग्रहमालिकेतील एक ग्रह. आपल्याला माहीत असलेल्या ताऱ्याभोवती फिरणाऱ्या नऊ ग्रहांपैकी एक. सूर्यापासूनचं अंतर लक्षात घेतलं तर तिसऱ्या क्रमांकावरील ग्रह. ज्याच्यावर जीवसृष्टी आहे असं खात्रीपूर्वक माहित असलेला एकमेव ग्रह. या ग्रहावर हजारो, लाखो प्रकारचे चर आणि अचर असे सजीव आहेत- वृक्षवल्लींनापण जीव असतोच- पण त्यातला सर्वात श्रेष्ठ जीव म्हणजे आपण मनुष्यप्राणी. ज्ञात इतिहासानुसार, वैज्ञानिक संशोधनानुसार सर्वाधिक उत्क्रांत सजीव प्राणी. शारीरिक बळाचा निकष न लावता केवळ बौद्धिक निकषाधारे विचार केला तर ते सत्य आहेच कारण त्याच्या मेंदूची वाढ सर्वात जास्त झाली आहे आणि आपल्या बौद्धिक सामर्थ्याच्या आधारावरच त्यानं इतर प्राणिमात्रांवरच नव्हे तर अवघ्या ग्रहावर वर्चस्व मिळवण्यासाठी शतकानुशतकं प्रयत्न केले आहेत. इतर प्राणीच नव्हे तर, आपल्यासारख्याच असलेल्या पण अन्य देशातील बांधवांवर विजय मिळवून त्यांना वेगवेगळ्या प्रकारे आपल्या काबूत आणण्याचे त्याचे प्रयत्न चालूच राहणार आहेत. मिळवलेल्या भौतिक ज्ञानाच्या आधारे त्यानं आपली बौद्धिक कक्षा विस्तारत विशेष ज्ञान मिळवलं, प्राण्यांना काबूत आणून त्यांचा स्वतःच्या सुखसोयीसाठी वापर केलाच पण त्यानंतर त्यानं निसर्गातील इतर शक्तींवर विजय मिळवून आपलं आयुष्य अधिक सुखकर करण्यासाठी अहोरात्र प्रयत्न केले. त्यात त्याला यश मिळालंच, पण त्याची हाव संपली नाही.



माणसाच्या बुद्धीला मग इतरही धुमारे फुटले. त्यानं वेगवेगळ्या कल्पना करायला सुरुवात केली, त्यातून साहित्यनिर्मिती झाली आणि मनोरंजनाची, आनंदप्राप्तीची साधनं त्यानं मिळवली. अशाच व्यक्तींपैकी काहींनी आपल्या कल्पनाशक्तीला निरीक्षणजन्य अनुभवाची जोड दिली. जमिनीतून उगवणाऱ्या गवताच्या कोंबात त्याला जीव दिसला, तो कोंब जन्माला घालणारी माती त्याला आईसमान वाटू लागली आणि त्यानं तिचा धरणीमाता, भूमाता म्हणून गौरव केला. काव्यातून तिचे गोडवे गायिले.

परंतु त्याच्यातील या कोवळ्या प्रेमांकुरापेक्षा अधिक वरचढ ठरला तो त्याच्यातील पुरुष- तिला पादाक्रांत करणारा, तिला लुटणारा, आपल्या स्वार्थापायी तिला ओसाड करणारा माणूस. शतकानुशतकं त्याचं हे वागणं चालूच राहिलं आणि मग एक दिवस त्याच्या काही बांधवांना आपली चूक कळून आली. त्यांनी तिचा सखोल, विस्तारपूर्वक, आणि तिच्या भौगोलिक सीमांच्या पलीकडे जाऊन अभ्यास केला आणि त्याला आपल्या अनिर्बंध वागण्याचे अनेक दुष्परिणाम दिसून आले. अनेक प्रकारे त्याची धरणीमाता आपल्या अंतर्मनात आणि पोटातही दडवलेला उद्रेक बाहेर टाकत होती- तिच्याभोवतालचं वातावरण तापत होतं, दिवसागणीक तापत होतं, तिच्या पोटातला उद्रेक भूकंपांद्वारे, ज्वालामुखींद्वारे बाहेर पडत होता, ध्रुवप्रदेशातील हिम वितळल्यामुळे समुद्राची पातळी वाढत होती, पावसाचं प्रमाण काही भागांमध्ये नको इतकं वाढत होतं तर काही प्रदेशांमध्ये दुष्काळानं हाहाकार माजवला होता, डोंगरकडे कोसळून जीवितहानी होत होती. थोडक्यात सांगायचं तर जणू धरणीमातेनंच असहकार पुकारला होता. शास्त्रज्ञ, वैज्ञानिक

आणि भूगर्भशास्त्रज्ञही अनेक प्रकारचे धोक्याचे इशारे देत असूनही कुणाचंच तिकडे लक्ष जात नव्हतं, ही खरी चिंतेची बाब होती. अगदी मोजक्या शब्दांत सांगायचं झालं तर एखाद्या मुक्या प्राण्याकडे, नव्हे, निर्जीव वस्तूकडे ज्या नजरेनं पाहावं, त्याला हवं तसं ताबडावं त्याप्रमाणे मनुष्यप्राणी वागत होता. नावालाच ती त्यांची माता असावी अशा पद्धतीनं तो तिच्याशी वागत होता

हे खरोखरच सत्य होतं का? हे सत्य आहे का? अधिकांश लोक पृथ्वी म्हणजे सूर्य या ताऱ्यापासून निर्मिला गेलेला, इतर ग्रहांप्रमाणे वेगळा झालेला एक धातूचा आणि इतर निर्जीव वस्तूंचा गोळा मानत होते किंवा अजूनही मानत असावेत. अनेक दशलक्ष वर्षांपूर्वी तिला वेगळं अस्तित्व मिळालं. इतर ग्रहांप्रमाणे तीदेखील आपल्या नेमून दिलेल्या कक्षेत सूर्याभोवती फिरू लागली, फिरत राहिली. काही काळानंतर तिच्यात काही बदल होत गेले. हा तप्त पण निर्जीव गोळा थंड होत गेला. अनेक काळ निर्माण झालेल्या वातावरणामुळे आकाशात/हवेत आर्द्र निर्माण होऊन पाऊस पडला. यथावकाश समुद्र, नद्या निर्माण झाले, जीवसृष्टी निर्माण झाली. त्यांमध्ये उत्क्रांती होत सजीवांच्या अनेक जातीप्रजाती निर्माण झाल्या आणि त्यांच्यामधील मुकुटमणी म्हणता येईल असा मनुष्यप्राणी जन्माला आला. हे सत्य मानवाला विविध प्रकारच्या निरीक्षणांमधून, अभ्यासांतून समजलं, उमगलं आणि पुढचा टप्पा म्हणजे अगदी अलीकडे (सुमारे २०० वर्षांपूर्वी) त्याच्या असंही लक्षात आलं की पृथ्वी हा ग्रहगोल नुसता धातूचा, दगडाधोंड्यांचा आणि मातीचा निर्जीव गोळा नाही तर त्याच्या आतबाहेरही अनेक सजीव गोष्टी आहेत, नव्हे, ही पृथ्वीच एक सजीव, वेगळं अस्तित्व असलेली व्यक्ती/वस्तू (entity) आहे. तिला त्यानं जन्मदात्या आईच्या रूपात पाहिलं. पृथ्वी ही एक सजीव आहे, ही संकल्पना माणसाच्या मनात रुजली आणि तिला दृश्य रूप मिळालं ते त्याच्या धर्मात, धर्माशी संलग्न असलेल्या मिथकांमध्ये. पृथ्वीवरल्या वेगवेगळ्या भागांमधील वेगवेगळ्या धर्मांमध्ये जो एक समान धागा दिसतो तो पृथ्वीला सजीव मानण्याच्या संकल्पनेत. खरं तर, पाश्चिमात्य विज्ञानानुसार पृथ्वीच नव्हे तर इतर ग्रहगोलही सजीव वस्तू आहेत, त्यांना आत्मा आहे आणि म्हणूनच त्यांना देवाचं रूप दिलं गेलं, वेगवेगळे गुण चिकटवले गेले सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ आणि चित्रकार लिओनार्दो ड विंचीनं पृथ्वी आणि मानवी शरीर यांच्यात तुलना केली– त्याच्या अस्थी म्हणजे पृथ्वीवरले खडक, रक्त म्हणजे पाणी आणि लाटा म्हणजे श्वास. अठराव्या शतकातील जेम्स हटन या स्कॉटलंडमधील शास्त्रज्ञानं– ज्यानं आधुनिक भूगर्भशास्त्राचा पाया घातला– पृथ्वीचं वर्णन सजीव जग (living world) या शब्दांत केलं आणि म्हटलं, या सजीवाचं वैशिष्ट्य म्हणजे त्याच्याकडे फिजिऑलॉजी (physiology) असल्यामुळे स्वतःला दुरुस्त (repair) करण्याची क्षमता आहे. दुसऱ्या एका जर्मन निसर्गाभ्यासकानं निसर्गाला एक सजीव परिपूर्ण (living whole) म्हटलं आणि पुढे म्हटलं, Nature is a living whole in which organisms were connected by a net-like intricate fabric.

विसाव्या शतकात याच संकल्पनेला एका अतिशय लोकप्रिय आणि चिरस्वरूपात मांडलं गेलं, त्याला गाया गृहीतप्रमेय (Gaia hypothesis) असं नाव दिलं गेलं. या संकल्पनेचा जनक होता एक ब्रिटिश शास्त्रज्ञ आणि निर्माणकर्ता (inventor) जेम्स लव्हलॉक. तिला अधिक विस्तृत रूपात मांडलं ते एका अमेरिकन जीवशास्त्रज्ञानं– लिन मार्गलिस यानं (Lynn Margulis) यानं. पृथ्वीवरले सगळे घटक, मग ते सजीव असोत वा निर्जीव, हे तिचे अविभाज्य अंश आहेत. त्यांच्या ठायी आपल्या ग्रहाला योग्य आणि आरामदायी निवासस्थान म्हणून रक्षण करण्याची शक्ती आहे. (All the animate and inanimate elements of Earth are parts and partners of a vast being who in her entirety has the power to maintain our planet as a fit and comfortable habitat for life.

लव्हलॉकनं पृथ्वीची तुलना रेडवूड नावाच्या प्रचंड मोठ्या वृक्षाशी केली. या झाडामध्ये जीव असलेले म्हणजे ज्यामध्ये पेशी आहेत असे भाग म्हणजे त्याची पानं आणि त्याच्या खोडातील, फांद्यांमधील आणि मुळांमधील काही तंतुमय भाग. झाडाचा बाकी भाग म्हणजे लाकूड निर्जीवच असतं. त्याचप्रमाणे आपल्या पृथ्वीचा बराचसा भाग निर्जीव खडकाचा असतो आणि एकूण आकारमानातील वरचा पापुद्रा म्हणावा अशा भागातच जीवसृष्टी दिसते. त्यामध्ये सर्व सजीव–जलचर, अगदी प्लवकसुद्धा (plankton) आले तसेच कीटक, पक्षी, प्राणी, झाडं आदी– आहेत. (Earth's living skin helps sustain a kind of global being)

याच संकल्पनेचा विस्तार त्यानं पुढे १९७९ साली लिहिलेल्या पुस्तकात केला. अर्थात, त्याच्या भूमाता या संकल्पनेला इतर शास्त्रज्ञांनी विरोधही केला; पण मदर अर्थ ही संकल्पना जनमानसात आहेच.

त्याच विचाराला अनेक प्रकारे, विस्तारपूर्वक मांडलं गेलंय 'Becoming Earth' पुस्तकात. लेखकाचं नाव Ferris Jabr.

मला त्या पुस्तकाच्या शीर्षकानंच आकर्षित केलं कारण बिकमिंग (Becoming) हे व्याकरणदृष्ट्या असं रूप आहे ज्यातून काहीतरी घडत असल्याचा अर्थ सूचित होतो, काहीतरी बदल होत असल्याचा अर्थ जाणवतो. पुस्तकाचं उपशीर्षक आहे आपल्या या ग्रहगोलावर जीवसृष्टी कशी निर्माण झाली. (How Our Planet Came to Life)

लेखकानं पृथ्वीच्या खोल उदरात दडलेल्या खडकांपासून सुरुवात केली आहे आणि सोदाहरण स्पष्ट केलंय की या अतिउष्ण भागामध्येही जीवजंतू आहेत, तिथेही अनेक बदल घडत आहेत जे भूगर्भशास्त्रज्ञांची मती चक्रावून सोडत आहेत. सुमारे ४.५ अब्ज वर्षांपूर्वी निर्माण झालेल्या या ग्रहावर जीवसृष्टी निर्माण व्हायलाही प्रचंड मोठा काळ जावा लागला. जीवसृष्टीतही अनेक बदल होत गेले, काही जाती, प्रजाती नष्ट झाल्या. त्यातले प्राणी महाकायही होते. अनेक नवे प्राणी निर्माण झाले आणि त्यांपैकी सर्वात प्रगत म्हणजे आपली मनुष्यजात– त्याच्यातही बदल होत आहेत. काही शास्त्रज्ञांनी– सर्जी आणि निकिता झिमॉव्ह (Surgie and Nikita Zimov)– उत्तर ध्रुवीय प्रदेशांमध्ये मॅमथ (mammoth) या महाकाय प्राण्याचे सांगाडे बर्फाखाली सापडल्याची नोंद केली, हे प्राणी वनस्पतींवर गुजराण करणारे होते, त्यांचा विनाश झाल्यामुळे गवताळ प्रदेशामध्ये जे अनिष्ट भौगोलिक बदल घडले त्यांचा अभ्यास केल्यानंतर महत्प्रयासांनी त्यांनी तिथे पुन्हा एकदा तत्सम प्राण्यांच्या संगोपनासाठी आवश्यक ती सृष्टी निर्माण केली त्याला त्यांनी नाव दिलं प्लेस्टोसीन पार्क (Pleistocene Park). उत्तरध्रुवाजवळील एका अतिशीत प्रदेशात ५,००० एकर जमिनीवर व्यवस्थित कुंपण बांधलेलं असं उद्यान सुमारे १०० वनस्पतिभक्ष प्राण्यांसाठी बनवलं आहे त्याच्या पलीकडे लांडगे, कोल्हे आणि अस्वलं असलेला प्रदेशही आहे. काही वर्षांनी तिथे आता अस्तित्वात नसलेला महाकाय मॅमथही असेल, असा आशावादही त्यानं व्यक्त केला आहे.

याचप्रमाणे पृथ्वीच्या अनेक भागांचा अभ्यास केल्यानंतर शास्त्रज्ञांना समजलं की ज्या ठिकाणी खोल अंतरावरील भूगर्भात अतिउष्ण तापमानामुळे किंवा पाण्याचा लवलेशही नाही अशा ठिकाणीसुद्धा (उदाहरणार्थ, अमेरिकेतील दक्षिण डाकोटा राज्यातील लीड या गावी असलेल्या एका प्रचंड मोठ्या पण आता बंद पडलेल्या खाणीच्या तळाशी) जीवसृष्टी टिकून आहे, भले ती सूक्ष्म जंतूंच्या रूपात असेल. त्यांनी हळूहळू आपलं क्षेत्र विस्तारलं आणि पृथ्वीच्या सजीवतेचे अनेक पुरावे गोळा केले. ते करत असताना त्यांना एक भयावह सत्य उमगलं, की प्रगतीची घोडदौड करण्यासाठी जिवाच्या आकांतानं धावणारा माणूस आपल्या ग्रहगोलाचं अनेक प्रकारे अतोनात नुकसान घडवतो आहे. त्या सर्व मुद्द्यांचा परामर्श लेखकानं विस्तृतपणे घेतला आहे. पृथ्वीचं दिसामासांनी वाढणारं तापमान, त्यानं वापरात आणलेल्या अश्मजन्य (fossil fuels) इंधनामुळे निर्माण होणारा कर्बवायू, धूर, इत्यादी, त्याच साधनापासून तयार केलेला अत्यंत उपयुक्त असा पदार्थ– प्लास्टिक आणि त्याच्यामुळे पैदा होणारं नद्या, समुद्र, जमीन यांमधील प्रदूषण, कृत्रिम खतांमुळे होणारी जमिनीची नासधूस, नव्या शेतीविषयक तंत्रज्ञानामुळे निर्माण होणारे रोग, या सर्व विषयांचा लेखकानं विस्तृत परामर्श घेतला आहे हे या पुस्तकाचं एक मोठं वैशिष्ट्य आहे. त्याहून महत्त्वपूर्ण वैशिष्ट्य आहे ते या विविध भस्मासुरांना नष्ट करण्याचे उपाय यांविषयीची सखोल माहिती जी शास्त्रज्ञांनी अनेक वर्षांच्या संशोधनाद्वारे मिळवली आहे आणि तिच्या आधारे असे बदल घडवण्यात ते यशस्वी ठरले आहेत. ज्यामुळे अनेक सकारात्मक घटना घडू लागल्या आहेत.

इतर प्रकरणांमध्ये त्यानं अन्य आधुनिक समस्यांवर कष्टसाध्य उपाय शोधून काढणाऱ्या शास्त्रज्ञांविषयी जी माहिती दिली आहे तीदेखील अत्यंत वाचनीय आहे. उदाहरणार्थ, वातावरणातील कर्बवायू समुद्रात खोलवर सोडण्याविषयीचं तंत्रज्ञान, समुद्रात वाढणाऱ्या खाद्य म्हणून उपयुक्त असलेल्या सीवीडची शास्त्रशुद्ध जोपासना करण्यासाठी केलेले प्रयत्न, वगैरेंविषयी इतकी माहिती, तीही मनोरंजक शैलीत, वाचायला मिळते की मला पुस्तक वाचत असताना सतत वाटत होतं की ते सर्वसामान्य वाचकांनी आणि तंत्रशिक्षण घेणाऱ्या विद्यार्थ्यांनीही वाचलं पाहिजे. आपला दृष्टिकोन अधिक सजगपणाचा होईल.

आमच्याकडेही हे सर्व विज्ञान शेकडो, हजारो वर्षांपासून आहे, म्हणून परंपरागत व्रतवैकल्यं करण्यात मग्न असलेल्या आपण वैज्ञानिक दृष्टिकोन अवलंबला तर ते आपल्या आणि भावी पिढ्यांच्या दृष्टीनं लाभदायक ठरेल.

गाया संकल्पना अधिक विस्तारानं मांडताना एक नवा विचार मांडला गेला आहे– आता परंपरागत एकदिशा अर्थव्यवस्थेऐवजी वर्तुळ अर्थव्यवस्था निर्माण केली पाहिजे ज्यामुळे संसाधनं आणि निर्मित वस्तू जितक्या अधिक काळ आणि मर्यादेपर्यंत वापरता येतील तितक्या वापरल्या पाहिजेत.

– नीला चांदोरकर
nuchandorkar@yahoo.com

फ्ल्युओरीन - जगातील सर्वात जास्त प्रतिक्रियाशील मूलद्रव्य

कुसुमसुत

हॅलोजन, हा आवर्तसारणीत गट क्रमांक १७ (नवीन आवृत्तीत गट क्रमांक ७ अ) बनवणारे सहा अधातू मूलद्रव्य म्हणजे फ्ल्युओरिन (F), क्लोरिन (Cl), ब्रोमिन (Br), आयोडिन (I), अस्टाटिन (t), आणि टेनेसिन (Ts) हे आहेत. त्यांना हॅलोजन हे नाव मूळ ग्रीक शब्दापासून hal- (क्षार) आणि -gen (उत्पादन करण्यासाठी) दिले गेले, कारण ते सर्व समान गुणधर्मांचे सोडियम क्षार तयार करतात, त्यापैकी सोडियम क्लोराइड-टेबल सॉल्ट किंवा मीठ सर्वज्ञात असून मिठावाचून जेवण ही कल्पनाच अळणी वाटते, मिठाशिवाय जेवणाला चव येत नाही.

हॅलोजन त्यांच्या उत्कृष्ट प्रतिक्रियाशीलतेमुळे, मुक्त स्वरूपात निसर्गात आढळत नाहीत. क्षारांच्या स्वरूपात, फ्लोरिन हे पृथ्वीच्या कवचातील हॅलोजनमध्ये सर्वाधिक उपलब्ध आहे. पृथ्वीच्या कवचातील अग्निजन्य खडकांमध्ये हॅलोजनची टक्केवारी ०.०६% फ्लोरिन, ०.०३१% क्लोरिन, ०.०००१६% ब्रोमिन आणि ०.००००३% आयोडिन आहे. अस्टाटाइन आणि टेनेसिन निसर्गात इतर हॅलोजनप्रमाणे मुक्त स्वरूपात आढळत नाहीत, कारण त्यांची फक्त अल्पकालीन किरणोत्सर्गी समस्थानिके असतात. हॅलोजन घटक त्यांच्या सामान्य रासायनिक वर्तनात आणि इतर मूलद्रव्यांसह त्यांच्या संयुगांच्या गुणधर्मांमध्ये एकमेकांशी खूप साम्य दर्शवतात. फ्ल्युओरिनपासून क्लोरिन, ब्रोमिन, आयोडिन स्टॅटाइनपर्यंत गुणधर्मांमध्ये एक प्रगतिशील बदल होत असतो. - फ्ल्युओरिन आणि क्लोरिनसह दोन क्रमवार मूलद्रव्यांमधील फरक सर्वात जास्त प्रकर्षाने जाणवतो. फ्ल्युओरिन हे केवळ हॅलोजनमध्येच नव्हे तर आवर्तसारणीत सर्व घटकांमध्ये सर्वात जास्त प्रतिक्रियाशील मूलद्रव्य आहे आणि त्यात काही विशिष्ट गुणधर्म आहेत जे त्याला इतर हॅलोजनपेक्षा वेगळे करतात.

सुरुवातीच्या रसायनशास्त्रज्ञांना हे माहीत होते की धातूंच्या फ्ल्युओराइडमध्ये क्लोरिनसारखा एक अज्ञात मूलद्रव्य आहे, परंतु ते ते वेगळे करू शकत नव्हते. (फ्रेंच शास्त्रज्ञ, आंद्रे ॲम्पियर यांनी सन १८१२मध्ये फ्ल्युओरिन हे नाव प्रथम वापरले.) महान संशोधक हम्फ्री डेव्हीदेखील त्यांच्या प्रयोगांमध्ये हे मूलद्रव्य तयार करू शकले नाहीत. हायड्रोफ्लोरिक आम्लापासून फ्ल्युओरिन वेगळे करण्याचा प्रयत्न करताना ते गंभीररीत्या आजारी पडले. सन १८६९मध्ये ब्रिटिश रसायनशास्त्रज्ञ जॉर्ज गोर यांनी द्रवरूप हायड्रोफ्ल्युओरिक आम्लातून विद्युतप्रवाह पार केला, परंतु त्यांना आढळले की मुक्त झालेल्या वायूने त्याच्या उपकरणाचे खूपच नुकसान केले. त्यांना वाटले की तो वायू म्हणजे फ्ल्युओरिन आहे, परंतु तो गोळा करून ते सिद्ध मात्र करू शकले नाही. एका ३७ वर्षीय रसायनतंत्रज्ञाने नेहमीच्या पॅलेओन्टोलॉजी प्रयोगादरम्यान चुकून त्याच्या मांडीवर फक्त काही मिलीलिटर हायड्रोफ्ल्युओरिक आम्ल सांडले. अशा परिस्थितीत त्याने प्रयोगशाळेत जी सामान्य सावधगिरी बाळगावी लागते त्याप्रमाणे रबरी नळीतून त्वरित स्वत:ला पाण्याने धुतले आणि पॅरामेडिक्स मदतीला येईपर्यंत जवळच्या पोहोण्याच्या तलावात डुबकीदेखील मारली. पण एका आठवड्यानंतर, डॉक्टरांना त्याचा एक पाय कापावा लागला! आणि त्यानंतर फक्त एका आठवड्यानंतर तो मृत झाला. त्याचा गुन्हेगार होता: हायड्रोफ्लोरिक आम्ल! (रासायनिक भाषेत HF म्हणून ते ओळखले जाते), आणि हा दुर्दैवी माणूस त्या गुन्हेगाराचा पहिलाच बळी नव्हता. हायड्रोक्लोरिक आणि हायड्रोब्रोमिक आम्लांच्या तुलनेत खरे तर हायड्रोफ्ल्युओरिक आम्ल एक कमकुवत आम्ल आहे. हे, त्याच्या लहान रेण्विक

आकारामुळे त्वचेमध्ये प्रवेश केल्याबरोबर कातडीमधून खोल उतींच्या स्तरांकडे वेगाने जाते. कातडीच्या वरच्या थराच्या खाली गेल्यावर हे आम्ल उच्च प्रतिक्रियाशील फ्लोराइड आयन मुक्त करते. फ्री फ्लोराइड आयन किंवा रॅडिकल मग कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम या दोन धातूंच्या रेणूंना घट्ट बांधून ठेवतो, ज्यामुळे अघुलनशील क्षार तयार होतात. ते आसपासच्या उतींमध्ये प्रवेश करतात. कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियम धातूंचे रेणू उपलब्ध नसल्यामुळे चयापचय-क्रियेसाठी काम करणाऱ्या विकरांच्या कार्यात मोठाच अडथळा निर्माण होतो. त्यामुळे हे विकर यापुढे कार्य करू शकत नाहीत. पेशी मरण्यास सुरुवात होते. उती द्रवीभूत होऊन मरू लागतात. हाडे ठिसूळ होऊन ढासळू लागतात. आणि जर उपलब्ध कॅल्शियम वेगाने कमी होत असेल तर हृदयाचे स्नायू काम करणे थांबवतात. शरीराच्या पृष्ठभागाच्या २.५ टक्क्यांपेक्षा कमी भाग असलेल्या अगदी छोट्या म्हणजे तळहातावर किंवा तळपायावर हे आम्ल पडले तरी ते प्राणघातक ठरू शकते.

फ्ल्युओरिन मूलद्रव्य मिळवण्यासाठी निर्जल हायड्रोजन फ्लोराइड उद्गम म्हणून वापरले जाते. त्याचा उत्कलन बिंदू १९ अंश उ. असून त्याचा द्रव आणि त्याची वाफ दोन्ही विषारी असतात. द्रव स्वरूपामुळे शरीराच्या कोणत्याही भागावर ते पडले तर लगेच त्वचेच्या खाली खोलवर जळजळ सुरू होते. सर हम्फ्री डेव्ही, लुई-जोसेफ गे लुसॅक आणि लुई-जॅक थेनार्ड या सर्वांना हायड्रोजन फ्लोराईडमुळे झालेल्या श्वास घेण्याच्या परिणामांमुळे तीव्र त्रास सहन करावा लागला. डेव्हीच्या डोळ्यांना आणि नखांना दुखापत झाली.होती. जॉर्ज नॉक्स आणि त्याचा भाऊ थॉमस नॉक्स या दोघांना हायड्रोफ्लोरिक ॲसिड विषबाधा झाली. थॉमस नॉक्स त्यात मरण पावला. हायड्रोफ्ल्युओरिक आम्लाला विध्वंसक वर्तनाचा मोठा इतिहास आहे, ज्यात बेल्जियन पॉलीन लुएट आणि फ्रेंच जेरोम निकलेस यांच्यासह १८००च्या दशकात अनेक रसायन संशोधकांना आपले जीव गमावावे लागले होते. हे धाडसी शास्त्रज्ञ विद्युतविघटनाने (इलेक्ट्रोलिसिस वापरून) फ्ल्युओरिन हे मूलद्रव्य (F^2) त्याच्या विविध संयुगांपासून वेगळे करणारे पहिले संशोधक होण्यासाठी लढत होते. सन १८८६मध्ये फ्रेंच रसायनशास्त्रज्ञ हेन्री मॉइसन यांनी ते द्रव हायड्रोफ्ल्युओरिक आम्लामध्ये विरघळलेल्या पोटॅशियम बायफ्लोराइडच्या (KHF^2) विद्युतविघटनाने मिळवले. हा पराक्रम साध्य करण्यासाठी, मॉइसन यांना अशा प्रयोगांमध्ये योग्य वाटणार्या इलेक्ट्रोलाइट हायड्रोफ्ल्यूओरिक आम्लासोबतच झगडावे.असे नव्हते, तर फ्ल्युओरिन हा स्वतः एक हिंसक प्रतिक्रियाशील वायू असल्यामुळे तो हाताळण्यासाठी आणि त्याचे घटावर होणारे परिणाम कमी करण्यासाठी त्यांनी प्लॅटिनमच्या घटाचा वापर केला. संशोधनातील ही नवकल्पना खरी ग्यानबाची मेख म्हणता येईल. प्लॅटिनम हा हाताच्या बोटावर मोजता येणाऱ्या धातूंपैकी एक धातू असा आहे की जो फ्ल्युओरिन वायूच्या हल्ल्याचा प्रतिकार करण्यास सक्षम आहे. आणखी एक प्रश्न होताच. घटात गंजाचे प्रमाण कमी कसे करायचे? कारण हायड्रोफ्ल्युओरिक आम्लामुळे घटावर लगेच गंज चढून ते खराब होत होते. गंज मर्यादित करण्यासाठी मॉइसन यांनी इलेक्ट्रोलाइटिक द्रावण -५० अंश सेल्सिअसपर्यंत थंड केले. मॉइसन यांच्या या संशोधन पराक्रमामुळे त्याला रसायनशास्त्रातील सन १९०६चे नोबेल पारितोषिक मिळाले, परंतु हा आनंद अल्पकाळ टिकला. फ्ल्युओरिनच्या विषारी प्रभावाचा ते आणखी एक बळी ठरले. पारितोषिक मिळाल्यानंतर केवळ दोन महिन्यांनंतर म्हणजे फेब्रुवारी १९०७मध्ये ते मरण पावले. फ्ल्युओरिन वेगळे करण्यासाठी मॉइसनची पद्धत मात्र कायम राहिली आणि आजही तिचा वापर त्याच्या धातूच्या फ्लोरस्परपासून टनावारी प्रमाणात फ्ल्युओरिन तयार करण्यासाठी केला जातो.

गंमत म्हणजे, फ्ल्युओरिन मूलद्रव्य हे आपल्या आरोग्यासाठी निश्चितपणे वाईट असले तरी सर्व औषधी रसायनांमध्ये (फार्मास्युटिकलपैकी) किमान २० टक्क्यांमध्ये फ्ल्युओरिनचेच अणू तयार होतात. सर्वाधिक विकले जाणारे नैराश्यविरोधी प्रोझॅक, कोलेस्ट्रॉल कमी करणारे औषध लिपिटर आणि अँटिबॅक्टेरियल सिप्रो, या सर्वांमध्ये त्यांच्या प्रभावीपणासाठी जबाबदार मूलद्रव्य फ्ल्युओरिनच आहे. हे कसे शक्य आहे? कारण फ्ल्युओरिनच्या अत्यंत प्रतिक्रियाशीलतेची दुसरी बाजू म्हणजे इतर अणूंसह तयार होणाऱ्या बंधांची ताकद आहे, विशेषत: कार्बनसह. हा गुणधर्म जी ऑर्गनोफ्लोरिन संयुगे बनवतो ती माणसाला ज्ञात असलेले काही सर्वात स्थिर आणि जड पदार्थ बनवतात. फ्ल्युओरिनचा विशेष दर्जा 'फ्लोरिन फॅक्टर'पासूनदेखील उद्भवतो, या छोट्या अणूची क्षमता संपूर्ण रेणूचे रासायनिक गुणधर्म सुरेख बनवते. उदाहरणार्थ, हायड्रोजनची जागा फ्ल्युओरिनने घेतल्याने औषधांना चयापचय विकरांच्या ऱ्हासापासून संरक्षण मिळू शकते, त्यामुळे शरीरात त्यांचे सक्रिय आयुष्य वाढते. किंवा सादर केलेल्या फ्ल्युओरिनच्या रेणूचा आकार बदलू शकतो जेणेकरून ते त्याच्या लक्ष्यित प्रथिनांना अधिक चांगले बांधून ठेवतो. असे अचूक रासायनिक टिंकरिंग आता फार्मास्युटिकल लॅबमध्ये सुरक्षित,

व्यावसायिकदृष्ट्या उपलब्ध फ्लोरिनेट एजंटांचा वापर करून केले जाऊ शकते, किंवा अवघड परिवर्तने इतर कोणाला तरी आउटसोर्स केली जाऊ शकतात.

आपल्यापैकी बहुतेकांकडे आमच्या मोहक हास्याबद्दल आभार मानण्यासाठी फ्ल्युओरिन जबाबदार आहे. दातांच्या पोकळीशी लढणारे घटक टूथपेस्टमधील सोडियम फ्लोराइड आणि सोडियम मोनोफ्लोरोफॉस्फेट यांसारखे अजैविक फ्ल्युओराइड असतात. फ्ल्युओराइड केवळ प्लाक बॅक्टेरियाद्वारे तयार होणाऱ्या इनॅमल-विरघळणाऱ्या आम्लाचे प्रमाण कमी करत नाही, तर दात पुनर्बांधणी प्रक्रियेत मदत करते, भविष्यातील हल्ल्याला प्रतिकार करणारी आणखी कठोर पृष्ठभाग तयार करण्यासाठी मुलामा चढवून स्वतःला त्यात अंतर्भूत करते. फ्ल्युओरिनच्या वैद्यकीय उपयोगाची यादी तिथेच थांबत नाही. आयसोफ्लुरेन आणि डेस्फ्लुरेन यांसारख्या फ्लोरिनेटेड ॲनेस्थेटिक्समुळे झोप चांगली लागते. डायथिल इथर आणि क्लोरोफॉर्म सारख्या ज्वलनशील आणि स्फोटक पर्यायांची जागा त्यांनी घेतली आहे. फ्लोरोकार्बन हे कृत्रिम रक्त म्हणून विकसित होणाऱ्या आघाडीच्या उमेदवारांपैकी एक आहेत, कारण या पदार्थांमध्ये ऑक्सिजन इतर द्रावणांपेक्षा अधिक विद्रव्य आहे. आणि किरणोत्सर्गी फ्ल्युओरिन (नैसर्गिकरीत्या आढळणाऱ्या F-19 ऐवजी F-18) हा पॉझिट्रॉन उत्सर्जन टोमोग्राफी (किंवा पीईटी) मधील मुख्य घटक आहे, या संपूर्ण शरीरातील इमेजिंग तंत्रामुळे कर्करोगाच्या गाठी पसरण्यापूर्वी त्यांचा शोध घेता येतो.

फ्लोरोकेमिकलदेखील उद्योगाचा मुख्य आधार आहेत. सर्वात प्रसिद्धांपैकी एक म्हणजे पॉलिमर पॉलिटेट्रा-फ्लुओरोइथिलीन, ज्याला टेफ्लॉन म्हणून ओळखले जाते, जगातील सर्वात निसरड्या घनतेचे हे संयुग आहे. अत्यंत थर्मोस्टेबल आणि वॉटरप्रूफ असलेले हे संयुग भांडी आणि कढया आणि तव्यांना कोटिंग म्हणून, बेकिंग स्प्रेमध्ये आणि फर्निचर आणि कार्पेटवरील डाग दूर करण्यासाठी वापरले जाते. हीटिंग आणि स्ट्रेचिंग टेफ्लॉनचे गोर-टेक्समध्ये रूपांतर करते, स्पोर्ट्सवेअर फेमचा सच्छिद्र पडदा. गोर-टेक्सचे छिद्र पाण्याचे थेंब बाहेर ठेवण्यासाठी पुरेसे लहान असतात, तसेच पाण्याची वाफ (म्हणजे घाम) बाहेर पडू देते. त्यामुळे ते वापरून तुम्ही पावसाळ्याच्या दिवशी धावू शकता आणि तरीही कोरडे राहू शकता. तुम्हाला थंड ठेवण्यासाठी फ्ल्युओरिन आणखी एक महत्त्वाची भूमिका बजावते, कारण एअर कंडिशनिंग आणि घरगुती रेफ्रिजरेशन युनिट ऊर्जा-कार्यक्षम फ्लोरोकार्बन द्रवांवर चालतात. आणि फ्लोरिनचा उपयोग पृथ्वीपुरता मर्यादित नाही. अंतराळवीर जेव्हा अंतराळात जातात तेव्हा ते फ्लोरोइलास्टोमर्सचा वापर करतात, फ्लोरिनेटेड रबरचा एक प्रकार ओ-रिंग्ज आणि इतर सीलिंग उपकरणांमध्ये तयार केलेले, हे साहित्य हे सुनिश्चित करतात की उष्णता आणि थंडीच्या अत्यंत विषम परिस्थितीतही विमान गळतीमुक्त राहते. आणि जेव्हा अपघात होतात, तेव्हा अंतराळ प्रवासी ज्वाला विझवण्यासाठी फ्लोरोकार्बन-आधारित अग्निशामक साधनांवर अवलंबून राहू शकतात.

फ्ल्युओरिनला फार पूर्वीपासून 'रसायनशास्त्राचा वाघ' म्हणून ओळखले जाते. आणि त्याच्या नावाला जागून हे मूलद्रव्य निश्चितपणे त्याची जंगली बाजू राखून ठेवत असताना, आपण त्यावर नियंत्रण ठेवल्याचा दावा करू शकतो. नैसर्गिकरीत्या होणाऱ्या ऑर्गेनोफ्लोरिन संयुगांपैकी फक्त मूठभर सापडले असल्याने, काही लोक असा तर्क करू शकतात की आता आपण स्वतः निसर्गापेक्षा फ्लोरिनचा अधिक चांगला वापर करतो.

जैविक भूमिका : फ्लोराईड हे प्राण्यांसाठी एक आवश्यक आयन आहे, दात आणि हाडे मजबूत करते. काही भागात ते पिण्याच्या पाण्यात मिसळले जाते. पिण्याच्या पाण्यात प्रति दशलक्ष २ भागांपेक्षा कमी फ्लोराईड्सची उपस्थिती दातांच्या पोकळ्यांना प्रतिबंधित करते असे मानले जाते. तथापि, या प्रमाणापेक्षा जास्त प्रमाणात मुलांच्या दातावर मुलामा चढवणे धोकादायक होऊ शकते. टूथपेस्टमध्ये फ्लोराईड देखील मिसळलेले असते. सरासरी मानवी शरीरात सुमारे ३ मिलीग्राम फ्लोराईड असते. खूप जास्त फ्लोराइड विषारी आहे. एलिमेंटल फ्लोरिन हे अत्यंत विषारी आहे.

नैसर्गिक विपुलता सर्वात सामान्य फ्लोरिन खनिजे म्हणजे फ्लोराईट, फ्लोरस्पर आणि क्रायोलाइट, परंतु ते इतर खनिजांमध्ये देखील मोठ्या प्रमाणात वितरीत केले जातात. हा पृथ्वीच्या कवचामधील तेरावा वा सर्वात सामान्य घटक आहे. निर्जल हायड्रोफ्लोरिक ॲसिडमध्ये पोटॅशियम हायड्रोजेन्डिफ्लोराइड (KHF^2) च्या द्रावणाच्या इलेक्ट्रोलिसिसद्वारे फ्लोरिन तयार केले जाते.

फ्लुओरीनचे गुणधर्म

फ्लुओरीन हे हॅलोजन समूहातील (गट १७) सर्वात क्रियाशील आणि विद्युतऋणात्मक मूलद्रव्य आहे. फ्लुओरीनच्या काही प्रमुख गुणधर्म खालीलप्रमाणे आहेत:

रासायनिक गुणधर्म : फ्लुओरीन अतिशय क्रियाशील आहे आणि इतर पदार्थांशी लगेच प्रतिक्रिया करतो. त्याचे

ऑक्सिडायझिंग गुणधर्म खूप शक्तिशाली आहेत.
भौतिक गुणधर्म : हे मूलद्रव्य वायुरूप पिवळसर-हिरव्या रंगाचे आणि विषारी आहे. फ्लुओरीन गंधयुक्त असते आणि त्याचा वास उग्र व तिखट (झोंबणारा) असतो. त्याचा अणू क्रमांक ९ असून अणुभार १८.९९८ आहे.
विद्युतऋणता : सर्वात विद्युतऋणात्मक मूलद्रव्य असल्याने, फ्लुओरीनची इलेक्ट्रॉन ग्रहण करण्याची क्षमता उच्च असते.
क्रिया प्रवृत्ती : हे कोणत्याही संयुगाशी प्रतिक्रिया करून त्याचे रासायनिक स्वरूप बदलण्याची क्षमता ठेवते.

फ्ल्युओरिनचे उपयोग

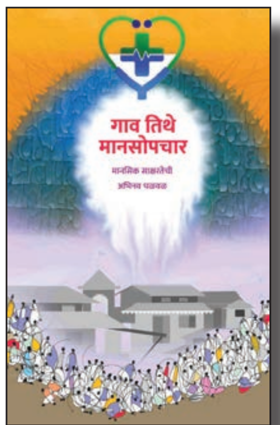
फ्ल्युओरिनच्या असामान्य गुणधर्मांमुळे त्याचा वापर विविध क्षेत्रात केला जातो, ज्यात आरोग्य, औद्योगिक, शैक्षणिक आणि वैज्ञानिक क्षेत्रांचा समावेश आहे.
दंतसंरक्षणात (Toothpaste आणि दंत संरक्षण) : फ्लुओरीन आणि त्याचे संयुग फ्लुओराईड दंतमल आणि पाणी शुद्धीकरणात वापरले जातात. दात मजबूत करण्यासाठी आणि कॅव्हिटी कमी करण्यासाठी फ्लुओराईड महत्त्वाचा घटक आहे. अनेक देशांमध्ये पाणी शुद्धीकरणात फ्लुओराईड मिसळले जाते.
औद्योगिक वापर : फ्लुओरीनचा उपयोग उच्च प्रतिरोधक प्लास्टिक, जसे की Teflon मध्ये, पाईप, वायर इत्यादीसाठी केला जातो. ते जलरोधक आणि उष्णतारोधक असते.
रेफ्रिजरेन्ट : फ्ल्युओरीनच्या संयुगाचा वापर रेफ्रिजरेंट (जसे की CFCs) तयार करण्यासाठी केला जातो, जरी पर्यावरणीय दुष्परिणामांमुळे CFCs वर नियंत्रण आले आहे.
अणुऊर्जा क्षेत्रात : फ्ल्युओरिनचा वापर युरेनियम हेक्साफ्लुओराइडच्या निर्मितीसाठी होतो, जे युरेनियम संवर्धन प्रक्रियेत महत्त्वाचे आहे.
औषधनिर्मिती आणिजैव रसायनशास्त्र : फ्ल्युओरिनचे संयुगे विविध औषधांमध्ये वापरली जातात. काही अँटिबायोटिक्स, कर्करोगविरोधी औषधे आणि हृदयविकारावरील औषधांमध्ये फ्ल्युओरिनची संयुगे असतात. फ्ल्युओरिनमुळे औषधांच्या कार्यक्षमता आणि स्थिरता वाढते.

रासायनिक उद्योगात फ्ल्युओरिनचा उपयोग विशेष कीटकनाशके, रंग, काच आणि लोखंडाच्या उत्पादनात केला जातो. फ्लुओरोकार्बन मिश्रणे औद्योगिक सोल्व्हेंट आणि ग्रीस म्हणून वापरली जातात.

४. फ्लुओरिनचे महत्त्व

फ्ल्युओरिन आपल्या दैनंदिन जीवनात विविध क्षेत्रांमध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतो. त्याचे महत्त्व पुढीलप्रमाणे स्पष्ट करता येईल.
आरोग्याचे संरक्षण : फ्ल्युओरिनद्वारे दात कॅव्हिटीपासून संरक्षित राहतात, म्हणून त्याचे महत्त्व दंतसंरक्षणात मोठे आहे. पाण्यात फ्ल्युओराइड मिसळून त्याचे लाभ अधिक लोकांपर्यंत पोहोचवले जातात.
औद्योगिक क्रांतीमध्ये योगदान : उच्च प्रतिरोधक पदार्थांची निर्मिती करण्यास फ्ल्युओरिनचे योगदान आहे. हे पदार्थ कठीण वायू आणि उच्च तापमान सहन करू शकतात. त्यामुळे फ्ल्युओरिन अनेक उत्पादने आणि उपकरणे तयार करण्यासाठी उपयुक्त ठरते.
अणुऊर्जा क्षेत्रात विकास : अणुसंवर्धनासाठी फ्ल्युओरिन महत्त्वाचे आहे. युरेनियमसंवर्धनाच्या प्रक्रियेत फ्ल्युआराइड संयुगे वापरली जातात, त्यामुळे अणुक्षेत्रात त्याचे योगदान मोठे आहे.
पर्यावरणातील प्रभाव : फ्ल्युओरिन आणि त्याची संयुगे औद्योगिक आणि दैनंदिन वापरात महत्त्वाची असली तरी काही संयुगे जसे की CFCs पर्यावरणासाठी हानिकारक आहेत, कारण त्यांच्यामुळे ओझोनच्या थराला हानी पोहोचते. त्यामुळे पर्यावरणीय संरक्षणासाठी त्यावर नियंत्रण आणण्याचे प्रयत्न सुरू आहेत.

●

॥ग्रंथाली॥


गाव तिथे मानसोपचार
मानसिक साक्षरतेची अभिनव चळवळ
मूल्य २५० रु.। सवलतीत १५० रु.

फिनोलेक्स, रत्नागिरी

विज्ञानधारा (२०२४-२५) - १७
जिल्हा परिषद प्रशाला, चंद्रगाव
२६ नोव्हेंबर २०२४

विज्ञानधारा (२०२४-२५) - १८
वाणगाव उच्च माध्यमिक प्रशाला
२६ नोव्हेंबर २०२४

LiFE
Lifestyle for Environment

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

पाणी वाचवा

#MissionLiFE

Scan to know more

पाणी कमी लागणाऱ्या बाजरीसारख्या पिकांची लागवड करा

moefcc Moefcc moefccgoi moef.gov.in